

Požadavky ke zkouškám operátorů amatérských rádiových stanic

Osmé, aktualizované vydání

Ing. Jaroslav Kadlčák, OK1BB
Ing. Miloš Prostecký, OK1MP
Ing. Josef Šroll, OK1SRD



ã Český radioklub 2012

ISBN: 80-902161-1-0

ISBN: 80-85434-86-5 (1. vyd.)

ISBN: 80-85847-28-0 (2. přeprac. a dopl. vyd.)

ISBN: 80-85847-28-0 (3. vyd.)

ISBN: 80-902161-0-2 (4. vyd.)

ISBN: 80-902161-1-0 (5. vyd.)

Předmluva k 6. vydání

Uplynulo již 14let od prvního vydání Požadavků ke zkouškám operátorů amatérských rádiových stanic. Za tu dobu bylo rozebráno více než jedenáct tisíc výtisků, což svědčí o tom, že zájem o tuto publikaci projevili nejen noví adepti amatérského vysílání, ale že byla užitečná i těm, kteří již nejsou v tomto oboru nováčky. Dostáváte do rukou vydání šesté, které vzhledem k zásadním změnám v legislativě doznalo podstatných změn. Na obsahu se projeví i zásadní změny v doporučeních CEPT T/R 61-01 a T/R 61-02. V technice pak byla přidána nová kapitola, která seznamuje se základními principy digitálního zpracování signálů, od Ing. Josefa Šrolla, OK1SRD.

V Praze 1. února 2008

Ing. Miloš Prostecký, OK1MP

I když od zpracování elektronického 6. vydání příručky uplynul zhruba jeden rok, došlo ke změnám nejen ve volacích značkách některých zemí, ale od 30. března 2009 začalo platit i usnesení WARC 2003 o pásmu 7 MHz. Tím dochází i ke změně tzv. bandplánu pro toto pásmo. Tyto i další změny se promítají v současných úpravách příručky.

V Praze 30. března 2009

Ing. Miloš Prostecký, OK1MP

Předmluva k 8. vydání

Od posledních úprav příručky uplynul necelý rok, avšak i za tuto dobu došlo k některým změnám. Přibyla nová země - Jižní Sudán a v Sun City v Jižní Africe se uskutečnila konference IARU Region . Tato konference schválila řadu změn v kmitočtových plánech. Tyto změny jsou promítnuty v tomto vydání příručky.

V Praze 21. února 2012

Ing. Miloš Prostecký, OK1MP

OBSAH

Předmluva	3
OBSAH	4
ÚVOD	11
OTÁZKY KE ZKOUŠKÁM OK	13
POŽADAVKY KE ZKOUŠKÁM Z PŘEDPISŮ, TECHNIKY A PROVOZU	14
A) POŽADAVKY Z TECHNIKY	15
1. ELEKTRICKÁ, ELEKTROMAGNETICKÁ A RÁDIOVÁ TEORIE	15
1.1 Vodivost	15
1.2 Zdroje (elektriny)	15
1.3 Elektrické pole	15
1.4 Magnetické pole	15
1.5 Elektromagnetické pole	15
1.6 Sinusové signály	15
1.7 Nesinusové signály	15
1.8 Modulované signály	16
1.9 Výkon a energie	16
1.10 Digitální zpracování signálů (DSP)	16
2. SOUČÁSTKY	16
2.1 Rezistor	16
2.2 Kondenzátor	16
2.3 Cívka	17
2.4 Transformátor	17
2.5 Dioda	17
2.6 Tranzistor	17
2.7 Ostatní	17
3. OBVODY	18
3.1 Kombinace součástek	18
3.2 Filtry	18
3.3 Napájecí zdroje	18
3.4 Zesilovače	18
3.5 Detektory	18
3.6 Oscilátory	19
3.7 Fázová smyčka (PLL)	19
3.8 Digitální zpracování signálů (DSP systémy)	19
4. PŘIJÍMAČE	19
4.1 Typy	19
4.2 Blokové diagramy	19
4.3 Činnost a funkce následujících stupňů	19
4.4 Vlastnosti přijímačů (jednoduchý popis)	19
5. VYSÍLAČE	20
5.1 Typy	20
5.2 Blokové diagramy	20
5.3 Činnost a funkce následujících stupňů	20
5.4 Vlastnosti vysílačů (jednoduchý popis)	20

6.	ANTÉNY A NAPÁJECÍ VEDENÍ	20
6.1	Typy antén	20
6.2	Charakteristiky antén	21
6.3	Napájecí vedení	21
7.	ŠÍŘENÍ	21
8.	MĚŘENÍ	22
8.1	Praktická měření	22
8.2	Měřicí přístroj	22
9.	RUŠENÍ A ODOLNOST PROTI RUŠENÍ	22
9.1	Rušení elektronických zařízení	22
9.2	Příčiny rušení elektronických zařízení	22
9.3	Opatření proti rušení	22
10.	BEZPEČNOST PŘI PRÁCI S ELEKTRICKÝM PROUDEM	22
B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY		23
1.	HLÁSKOVACÍ TABULKY	23
2.	Q-KÓDY	23
3.	ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU	23
4.	MEZINÁRODNÍ TÍSNĚOVÉ SIGNÁLY, TÍSNĚOVÝ PROVOZ A KOMUNIKACE	23
5.	VOLACÍ ZNAKY	23
6.	KMITOČTOVÉ PLÁNY IARU	23
7.	PROVOZNÍ PRAXE	23
7.1	Sociální odpovědnost amatérského vysílání	23
7.2	Provozní postupy	23
C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU		24
1.	ITU PŘEDPISY	24
2.	CEPT PŘEDPISY	24
3.	NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY	24
ODPOVĚDI NA POŽADAVKY		25
A) TECHNIKA		26
1.	Základy elektrotechniky	26
	Stavba hmoty	26
	Elektrický proud	27
	Elektrické napětí	27
	Odpor	27
	Elektrická energie	28
	Výkon elektrického proudu	29
	Předpony dekadických násobků a zlomků základních jednotek	29

Schematické značky pro kreslení elektrických obvodů	29
Ohmův zákon	30
Magnetismus a magnetické pole	31
Střídavý proud	32
Rezistory	33
Kondenzátory	37
Cívký	41
Transformátory	44
Impedance	45
Výkon střídavého proudu	47
2. Základy rádiového přenosu	49
Rezonance	49
Kmitavý obvod	50
Délka vlny	52
Princip rádiového přenosu	52
3. Zdroje elektrické energie pro napájení rádiových zařízení	54
Chemické zdroje elektrické energie	54
Elektrické agregáty	56
Elektrorozvodná síť	56
Síťový transformátor	57
Usměrňovač	57
Filtrace	58
Stabilizace napětí	59
4. Elektronky	60
5. Polovodiče	64
Polovodičová dioda	64
Luminiscenční dioda - LED	65
Bipolární tranzistor	65
Unipolární tranzistor	68
Tyristor	69
Integrované obvody	70
6. Základní elektronické obvody	73
Zesilovače	73
Oscilátory	81
Laditelný oscilátor (LC)	82
Krystalový oscilátor	83
Násobiče kmitočtu	84
Směšovače	84
Modulátory	85
Demodulátory	86
Amplitudový omezovač	90
Krystalové rezonátory	92
Pasivní selektivní členy	93
7. Modulace a klíčování	99
Amplitudová modulace	99
Kmitočtová modulace	100
Fázová modulace	102
Klíčování	102
8. Přijímače	103
Přijímače bez zesílení a s přímým zesílením	103

Superhet	104
Přijímače s přímým směřováním	106
Hlavní obvody přijímačů	106
Pomocné obvody přijímačů	111
Základní vlastnosti přijímačů	112
9. Digitální zpracování rádiových signálů	113
10. Vysílače	117
Telegrafní vysílače pro provoz A1	117
Vysílače s amplitudovou modulací	118
Vysílače pro SSB provoz	119
Vysílače FM	122
Klíčování vysílače dvojným kmitočtem	123
Koncové zesilovače výkonu	124
Základní vlastnosti vysílačů	126
11. Antény a vysokofrekvenční vedení	128
Anténní napáječe a přizpůsobení	128
Antény	133
Antény pro centimetrové vlny	140
12. Základní měření v radiotechnice	141
Měření proudu	141
Měření napětí	143
Měření odporů	144
Měření indukčností a kapacit	145
Měření výkonu	146
Měření ČSV	147
Měření kmitočtu	148
Měření rezonance	148
Měření osciloskopem	149
13. Nežádoucí vyzařování vysílačů, omezení rušení vysílačem	150
14. Šíření elektromagnetických vln	152
Ionosféra a její složení	152
Druhy šíření rádiových vln	154
Šíření dlouhých a středních vln	155
Šíření krátkých vln	157
Šíření velmi krátkých vln	160
15. Bezpečná práce s elektrickým zařízením, první pomoc při úrazu elektrickým proudem	166
Postup při úrazu elektrickým proudem	168
Umělé dýchání z plic do plic	170
Nepřímá srdeční masáž	171
Ochrana před nebezpečím atmosférické elektřiny	171
Literatura	172
B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY	173
1. HLÁSKOVACÍ TABULKY	173
2. Q - KÓDY	173
3. ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU	174

4. MEZINÁRODNÍ TÍŠŇOVÉ SIGNÁLY, TÍŠŇOVÝ PROVOZ	
A KOMUNIKACE	177
Rezoluce č. 640	177
Poznámka 510 Radiokomunikačního řádu	178
5. VOLACÍ ZNAČKY	178
Přehled mezinárodních volacích znaků	179
Seznam platných zemí DXCC	182
6. KMITOČTOVÉ PLÁNY IARU	189
KV - bandplán	189
VKV - bandplán	196
Bandplán 50 - 52 MHz	196
Bandplán 144 - 146 MHz	198
Bandplán 430 - 440 MHz	200
Bandplán 1240 - 1300 MHz	203
Bandplán 2300 - 2450 MHz	204
Bandplán 3400 - 3410 MHz	205
Bandplán 5650 - 5850 MHz	206
Bandplán 10000 - 10500 MHz	207
Bandplán 24000 - 24250 MHz	208
Bandplán 47000 - 47200 MHz	208
Bandplán 77500 - 81500 MHz	209
Bandplán 122500 - 123500 MHz	210
Bandplán 134000 - 141000 MHz	210
Bandplán 241000 - 250000 MHz	211
7. PROVOZNÍ PRAXE	212
Provozní dovednosti	212
Šíření elektromagnetických vln	212
Praktické CW spojení	212
Praktické fone spojení	213
Fone spojení v angličtině a němčině	213
C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU	
A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU	214
1. ITU PŘEDPISY	214
Radiokomunikační řád	214
Článek 25 - Amatérská služba	215
Pásmo přidělená amatérské službě v 1. regionu a jejich statut	217
2. CEPT PŘEDPISY	219
Doporučení CEPT T/R 61-01	219
CEPT amatérská povolení	219
Úvod	219
Příloha I	
Všeobecné podmínky pro vydání "Radioamatérského povolení CEPT"	220
Příloha II	
Tabulka ekvivalence povolení CEPT a národních povolení v členských zemích CEPT	222
Příloha IV	
Tabulka ekvivalence povolení CEPT a národních povolení v nečlenských zemích CEPT	225

3. NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY	229
Zákon č. 137/2005 Sb. o elektronických komunikacích - výtah	229
Vyhláška MI ČR č.155/2005 Sb., o způsobu tvorby volacích značek, identifikačních čísel a kódů, jejich používání a o druzích radiokomunikačních služeb, pro které jsou vyžadovány	243
Příloha k vyhlášce MI ČR č. 155/2005 Sb. - hláskovací tabulka	249
Vyhláška MI ČR č.156/2005 Sb., o technických a provozních podmínkách amatérské radiokomunikační služby	250
Vyhláška MI ČR č.157/2005 Sb.,o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, o způsobu provádění zkoušek, o druzích průkazů odborné způsobilosti a době jejich platnosti	261
Otázky včetně správných odpovědí pro písemné testy zkoušek pro jednotlivé druhy průkazů odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení amatérské radiokomunikační služby	267
Staniční deník	323
Report	323
 Český radioklub	 325
Adresy, které vás budou zajímat	326

ÚVOD

Dostáváte do rukou publikaci, která zahrnuje všechny předpisy související se získáním povolení k provozu amatérské rádiové stanice. V knize jsou uvedeny zkušební osnovy a odpovědi ze všech zkušebních oborů. Oproti předcházejícím vydáním jsou v publikaci uvedeny zkušební otázky a správné odpovědi na ně. Vlastní test nabízí tři odpovědi, z nichž jedna je správná.

V šestém vydání publikace dochází k podstatným změnám, neboť v roce 2005 začal platit nový Zákon o elektronických komunikacích a v návaznosti na něm i další vyhlášky, které se týkají amatérských rádiových stanic.

Současně byly zrušeny požadavky na rychlost příjmu a vysílání Morseových značek pro přístup na krátké vlny.

Autoři se snažili vždy zcela vyčerpat danou problematiku, včetně matematických vzorců. Na kandidátovi pak je, aby se s problematikou co nejlépe seznámil a „Požadavky“ mu byly vodítkem k získání potřebných znalostí. Látka je vždy zpracována jako celek, který se věnuje dané problematice. Zvláště kandidát na třídu N si musí z látky vybrat příslušné partie, které jsou v testech vyžadovány.

U většiny požadavků z provozu je nutno odpověď vyhledat ve zvláštní tabulce. Např. tímto způsobem musíme vyhledat zemi, které je daný prefix přidělen. K zvládnutí dané problematiky pak přispívá i vlastní činnost na radioamatérských pásmech a nenahraditelnou stále zůstává činnost posluchačská.

K osvojení si nejen teorie, ale i k úspěšnému provozu na radioamatérských pásmech Vám přejí autoři mnoho zdaru.

OTÁZKY KE ZKOUŠKÁM OK

Požadavky ke zkouškám z předpisů, techniky a provozu

Tyto požadavky odpovídají podmínkám doporučení CEPT T/R 61-02 „Harmonized Amateur Radio Examination Certificate“ - HAREC. Pro třídu N jsou požadavky nižší a kandidát musí vycházet z otázek, které stanovil Český telekomunikační úřad.

ÚVOD

Na základě těchto požadavků bude kandidát zkoušen, aby prokázal, že je způsobilý, aby získal CEPT Harmonized Amateur Radio Examination Certificate a/nebo české oprávnění třídy A.

Obsah zkoušky se omezuje na věci, které odpovídají testům a experimentům s amatérskou stanicí a obsluhovanou amatéry. Zahrnuje popisy obvodů a jejich diagramy.

Otázky, kladené v průběhu zkoušky, jsou založeny na praktických aplikacích témat, uvedených v těchto požadavcích.

a) V případě fyzikálních veličin kandidát musí znát jednotky, ve kterých jsou tyto veličiny vyjádřeny. Musí znát obecně používané násobky a podíly těchto jednotek.

b) Kandidát musí znát skladbu symbolů.

c) Kandidát musí znát následující matematické pojmy a operace:

- sčítání, odčítání, násobení a dělení;
- zlomky;
- mocniny deseti, exponenty;
- umocnit na druhou;
- druhé odmocniny;
- převrácené hodnoty;
- výklad lineárních a nelineárních grafů;
- systém binárních čísel.

d) Kandidát musí znát vzorce, uvedené v těchto požadavcích, a musí je umět vysvětlit.

A) POŽADAVKY Z TECHNIKY

1. ELEKTRICKÁ, ELEKTROMAGNETICKÁ A RÁDIOVÁ TEORIE

1.1 Vodivost

- vodič, polovodič a izolant
- proud, napětí a odpor
- jednotky ampér, volt a ohm
- Ohmův zákon [$U = I \cdot R$]
- Kirchhoffovy zákony
- elektrický výkon [$P = U \cdot I$]
- jednotka watt
- elektrická energie [$W = P \cdot t$]
- kapacita baterie [ampéřhodina]

1.2 Zdroje (elektřiny)

- zdroj napětí, elektromotorická síla [EMS], proud obvodu nakrátko, vnitřní odpor a svorkové napětí
- sériové a paralelní spojení

1.3 Elektrické pole

- síla elektrického pole
- jednotka volt/metr
- stínění elektrického pole

1.4 Magnetické pole

- magnetické pole podél nekonečného vodiče, protékajícího stejnosměrným proudem
- stínění magnetického pole

1.5 Elektromagnetické pole

- rádiové vlny jako vlny elektromagnetické
- rychlost šíření a její vztah s kmitočtem a vlnovou délkou [$c = f \cdot \lambda$]
- polarizace

1.6 Sinusové signály

- grafické znázornění v závislosti na čase

- okamžitá hodnota, amplituda [U_{\max}], efektivní hodnota $\left[U_{\text{ef}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \right]$ a střední hodnota

- perioda a doba trvání periody
- kmitočet
- jednotka hertz
- fázový rozdíl

1.7 Nesinusové signály

- zvukové signály
- obdélníkové vlny
- grafické znázornění závislosti na čase
- stejnosměrná složka, základní vlna a harmonické kmitočty

1.8 Modulované signály

- CW
- amplitudová modulace
- fázová modulace, kmitočtová modulace a modulace s jedním postranním pásmem (SSB)
- kmitočtový zdvih a modulační index $\left[m = \frac{\Delta F}{f_{\text{mod}}} \right]$
- nosná vlna, postranní pásma a šířka pásma
- tvar vlny CW, AM, SSB a FM signálů (grafické znázornění)
- digitální modulace: FSK, 2-FSK, 4-FSK, QAM
- digitální modulace: rychlost přenosu, přenosová rychlost a šířka pásma
- CRC cyklická kontrola přebytnosti a převysílání (paket rádio). dopředná oprava chyb (FEC u Amtoru)

1.9 Výkon a energie

- výkon sinusových signálů $\left[P = i^2 \cdot R; \quad P = \frac{u^2}{R}; \quad u = U_{\text{ef}}; \quad i = I_{\text{ef}} \right]$
- poměr výkonů v dB pro následující hodnoty: 0 dB, 3 dB, 6 dB, 10 dB a 20 dB (kladné i záporné)
- poměr vstupního a výstupního výkonu v dB při zesilovačích a/nebo útlumech zapojených v sérii
- přízpusobení (maximální přenesený výkon)
- vztah mezi vstupním a výstupním výkonem a účinností $\left[\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100 \% \right]$
- špičkový výkon obálky (PEP)

1.10 Digitální zpracování signálů (DSP)

- vzorkování a kvantování
- minimální míra vzorkování (Nyquistův kmitočet)
- konvoluce (časová oblast / kmitočtová oblast, grafické znázornění)
- "anti-aliasing" a "reconstruction" filtrování
- převodníky ADC / DAC

2. SOUČÁSTKY

2.1 Rezistor

- odpor
- jednotka ohm
- voltampérová charakteristika
- výkonová ztráta

2.2 Kondenzátor

- kapacita
- jednotka farad

- vztah mezi kapacitou, rozměry a dielektrikem

- reaktance $\left[X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \right]$

- fázové poměry mezi napětím a proudem
- charakteristiky pevných a proměnných kondenzátorů: vzduchové, slídové, plastové, keramické a elektrolytické

2.3 Cívka

- vlastní indukčnost
- jednotka henry
- vliv počtu závitů, průměru, délky a materiálu jádra na indukčnost
- reaktance $[X_L = 2\pi f \cdot L]$
- fázové poměry mezi napětím a proudem
- jakost (Q)

2.4 Transformátor

- Ideální transformátor $[P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}]$
- vztah mezi poměrem závitů a:

- poměrem napětí $\left[\frac{U_{\text{sec}}}{U_{\text{prim}}} = \frac{n_{\text{sec}}}{n_{\text{prim}}} \right]$

- poměrem proudů $\left[\frac{I_{\text{sec}}}{I_{\text{prim}}} = \frac{n_{\text{prim}}}{n_{\text{sec}}} \right]$

- poměr impedancí
- transformátory

2.5 Dioda

- použití a aplikace diod:
 - usměrňovací dioda, Zenerova dioda, LED (light-emitting diode), varikap
 - napětí v závěrném směru a závěrný proud

2.6 Tranzistor

- PNP a NPN tranzistor
- zesilovací činitel
- tranzistor řízený polem ve srovnání s bipolárním tranzistorem (řízení napětím vs. proudem)
- tranzistor v obvodu se:
 - společným emitorem (source)
 - společnou bází (gate)
 - společným kolektorem (drain)
 - vstupní a výstupní impedance uvedených obvodů

2.7 Ostatní

- jednoduché prostředky se žhavenou katodou (elektronky)
- napětí a impedance u výkonových elektronkových stupňů, impedanční transformace
- jednoduché digitální obvody (včetně operačních zesilovačů)

3. OBVODY

3.1 Kombinace součástek

- sériově a paralelně zapojené rezistory, cívky, kondenzátory, transformátory a diody
- proud a napětí v těchto obvodech
- chování reálných (neideálních) odporů, kondenzátorů a indukčností na vysokých kmitočtech

3.2 Filtry

- sériově a paralelně laděný obvod:

- impedance
- kmitočtová charakteristika

- rezonanční kmitočet $\left[f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \right]$

- jakost laděného obvodu $\left[Q = \frac{2\pi f \cdot L}{R_s}; \quad Q = \frac{R_p}{2\pi f \cdot L}; \quad Q = \frac{f_{rez}}{B} \right]$

- šířka pásma
- pásmový filtr
- dolnofrekvenční filtr, hornofrekvenční filtr a pásmová zadrž, sestavené z pasivních součástek
 - kmitočtové charakteristiky
- Π a T články
- křemenný krystal
- vliv reálných (neideálních) součástek
- digitální filtry (viz 1.10 a 3.8)

3.3 Napájecí zdroje

- obvody pro půlvlnné a celovlnné usměrnění, můstkový usměrňovač
- zhášecí obvody
- stabilizační obvody ve zdrojích nízkého napětí
- spínací zdroje, izolace a EMC

3.4 Zesilovače

- nf a vf zesilovače
- zesilovací činitel
- kmitočtová charakteristika a šířka pásma
- třídy A, AB, B a C
- harmonické (nelineární zkreslení)

3.5 Detektory

- AM detektory
- diodový detektor
- „produkt“ detektor a záznamový oscilátor
- FM detektory

3.6 Oscilátory

- zpětná vazba (úmyslné a neúmyslné oscilace)
- veličiny ovlivňující kmitočet, jeho stabilitu a podmínky pro vznik oscilací
- LC oscilátor
- krystalový oscilátor, „overtónový“ oscilátor
- napětím řízený oscilátor (VCO)
- fázový šum

3.7 Fázová smyčka (PLL)

- řízení smyčky obvodem pro porovnávání fáze
- kmitočtová syntéza s programovaným děličem ve zpětnovazební smyčce

3.8 Digitální zpracování signálu (DSP systémy)

- topologie filtrů FIR a IIR
- Fourierova transformace (DFT, FFT - grafické znázornění)
- přímá digitální syntéza

4. PŘIJÍMAČE

4.1 Typy

- superhet s jedním nebo dvojitým směřováním
- přijímače s přímým směřováním

4.2 Blokové diagramy

- CW přijímač [A1A]
- AM přijímač [A3E]
- SSB přijímač pro telefonii s potlačenou nosnou vlnou [J3E]
- FM přijímač [F3E]

4.3 Činnost a funkce následujících stupňů

- vř zesilovač (s laděnou nebo fixní šíří pásma)
- oscilátor (pevný a laděný)
- směšovač
- mezifrekvenční zesilovač
- omezovač
- detektor včetně product detektoru
- nf zesilovač
- automatické řízení zesílení
- S-metr
- squelch

4.4 Vlastnosti přijímačů (jednoduchý popis)

- sousední kanál
- selektivita
- citlivost, šum přijímače, šumové číslo
- stabilita
- zrcadlový kmitočet
- znečitlivění (blokování)
- intermodulace; křížová modulace
- vzájemné směšování (fázový šum)

5. VYSÍLAČE

5.1 Typy

- vysílač s a bez směšování

5.2 Blokové diagramy

- CW vysílač [A1A]
- SSB vysílač pro telefonii s potlačenou nosnou vlnou [J3E]
- FM vysílač s modulováním VCO v PLL [F3E]

5.3 Činnost a funkce následujících stupňů

- směšovač
- oscilátor
- oddělovací stupeň
- budič
- násobič kmitočtu
- zesilovač výkonu
- přizpůsobení výstupu
- výstupní filtr
- kmitočtový modulátor
- SSB modulátor
- fázový modulátor
- krystalový filtr

5.4 Vlastnosti vysílačů (jednoduchý popis)

- kmitočtová stabilita
- vf šíře pásma
- postranní pásma
- nf rozsah
- nelinearita (harmonické a intermodulační zkreslení)
- výstupní impedance
- výstupní výkon
- účinnost
- kmitočtový zdvih
- modulační index
- kliky a zákmity při klíčování CW
- přemodulování, SSB splattery
- nežádoucí vf vyzařování
- vyzařování ze zařízení
- fázový šum

6. ANTÉNY A NAPÁJECÍ VEDENÍ

6.1 Typy antén

- půlvlnný dipól, napájený uprostřed
- půlvlnný dipól, napájený na konci
- skládaný dipól
- čtvrtvlnná vertikální anténa [ground plane]
- anténa s parazitními prvky [Yagi]
- aperturové antény (parabolická anténa, trychtýř)
- trapovaný dipól

6.2 Charakteristiky antén

- rozdělení proudu a napětí podél antény
- impedance v napájecím bodě
- impedance s kapacitní nebo indukční složkou u nerezonančních antén
- polarizace
- směrovost, účinnost a zisk antény
- záchytná oblast
- efektivní vyzářený výkon [e.r.p.]
- předozadní poměr
- horizontální a vertikální vyzářovací diagramy

6.3 Napájecí vedení

- symetrické vedení, tvořené paralelními vodiči
- souosý kabel
- vlnovod
- charakteristická impedance $[Z_0]$
- činitel zkrácení
- činitel stojatých vln
- ztráty
- balun
- anténní ladicí členy (pouze Π a T články)

7. ŠÍŘENÍ

- útlum signálu, poměr signál/šum
- přímočaré šíření ve volném prostoru, pokles intenzity signálu
- ionosférické vrstvy
- *kritický kmitočet*
- vliv Slunce na ionosféru
- maximální použitelný kmitočet (MUF)
- přízemní a prostorová vlna, vliv úhlu vyzářování na délku skoku
- vícecestné ionosférické šíření
- únik
- troposféra (vlnovodný kanál, rozptyl)
- vliv výšky antén na vzdálenosti pokrytí signálem (rádiový horizont)
- teplotní inverze
- sporadická vrstva E
- odraz od polární záře
- odraz od meteoritů
- odraz od Měsíce
- atmosferický šum (vzdálené bouřky)
- galaktický šum
- tepelný šum Země
- základní výpočet šíření (rozbory spoje)
 - hlavní zdroj šumu (pásmový šum vs. šum přijímače)
 - minimální poměr signál/šum
 - minimální úroveň přijímaného signálu
 - útlum trasy
 - zisk antény a útlum napáječe
- minimální vysílaný výkon

8. MĚŘENÍ

8.1 Praktická měření

- Měření:
 - stejnosměrného a střídavého napětí a proudu
 - chyby v měření:
 - vliv kmitočtu
 - vliv tvaru vlny
 - vliv vnitřního odporu měřicího přístroje
 - odporu
 - stejnosměrného a vysokofrekvenčního výkonu (středního výkonu, špičkového výkonu obálky - PEP)
 - tvaru obálky vysokofrekvenčních signálů
 - činitele stojatých vln (ČSV)
 - kmitočtu
 - rezonančního kmitočtu

8.2 Měřicí přístroje

- Měření pomocí:
 - vícerozsahového přístroje (digitální analogové)
 - reflektometrického můstku
 - čítače
 - osciloskopu
 - spektrálního analyzátoru

9. RUŠENÍ A ODOLNOST PROTI RUŠENÍ

9.1 Rušení elektronických zařízení

- zablokování (posuv pracovního bodu)
- interference s žadáním signálem
- ěntermodulace
- detekce v nf obvodech

9.2 Příčiny rušení elektronických zařízení

- síla pole od vysílače
- nežádoucí vyzařování vysílače (parazitní vyzařování, harmonické)
- nežádoucí vliv zařízení:
 - prostřednictvím anténního vstupu (napětí na anténě, vstupní selektivita)
 - prostřednictvím ostatních připojených vodičů
 - přímým vyzařováním

9.3 Opatření proti rušení

- způsoby, jak omezit příčiny rušení:
 - filtrace
 - omezení vazby
 - stínění

10. BEZPEČNOST PŘI PRÁCI S ELEKTRICKÝM PROUDEM

- lidské tělo
- rozvodná síť
- vysoké napětí
- blesk

B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY

1. HLÁSKOVACÍ TABULKY

- česká a mezinárodní

2. Q-KÓDY

- otázky a odpovědi:
seznam - viz zkušební otázky zveřejněné ČTÚ

3. ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU

- seznam - viz zkušební otázky zveřejněné ČTÚ

4. MEZINÁRODNÍ TÍŠŇOVÉ SIGNÁLY, TÍŠŇOVÝ PROVOZ A KOMUNIKACE

- nouzové signály:
 - radiotelegraficky ... — — — ... [SOS]
 - radiotelefonicky „MAYDAY“
- Rezoluce č. 640 Radiokomunikačního řádu [ITU]
- mezinárodní použití amatérské stanice v případě přírodních katastrof
- kmitočtová pásma přidělená amatérské službě

5. VOLACÍ ZNAKY

- identifikace amatérské stanice
- použití volacích značek
- skladba volací značky
- národní prefixy
- prefixy

6. KMITOČTOVÉ PLÁNY

- kmitočtové plány IARU
- účel

7. PROVOZNÍ PRAXE

7.1 Sociální odpovědnost amatérského vysílání

7.2 Provozní postupy

C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU

1. ITU PŘEDPISY

- definice amatérské a amatérské družicové služby
- definice amatérské stanice
- článek 25 Radiokomunikačního řádu
- statut amatérské a amatérské satelitní služby
- ITU regiony

2. CEPT PŘEDPISY

- Doporučení T/R 61-01
- přechodné použití amatérské stanice v zemích CEPT
- přechodné použití amatérské stanice v zemích, které přistoupily k Doporučení CEPT T/R 61-02

3. NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY

- národní zákony
- předpisy, které se týkají amatérské radiokomunikační služby
- základní znalosti o vedení staničního deníku:
- průběžné vedení deníku
- účel
- zapisované údaje

ODPOVĚDI NA POŽADAVKY

A) TECHNIKA

1. ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY

Stavba hmoty

Jakákoliv látka, živá či neživá, se skládá z prvků nebo jejich sloučenin. Přičemž prvek je ta částice, kterou už nelze dále chemicky dělit. Příkladem kyslík. Ten už nelze rozložit na další jednodušší chemické látky, a je proto prvkem. Podobně je prvkem například měď, neboť ji nelze vytvořit kombinací dvou či více jednodušších látek. Sloučením několika prvků vzniká sloučenina (voda je sloučenina vodíku a kyslíku).

Nejmenší částicí látky, která si ještě zachovává základní vlastnosti prvku, je atom. Spojením dvou nebo několika atomů vzniká částice hmoty zvaná molekula. Atomy se tedy slučují v molekuly.

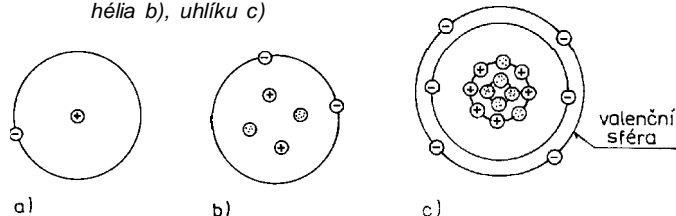
Atom je tvořen dalšími menšími částicemi, z nichž ty základní jsou elektron, proton a neutron. Elektron je částicí s nejmenším, tzv. elementárním záporným nábojem. Proton má základní kladný náboj. Částice, jež nemá žádný elektrický náboj, jen hmotu, se nazývá neutron. Elektrony jsou v neustálém krouživém pohybu na přidělených drahách, zvaných sféry, kolem jádra atomu tvořeného protony a neutrony. Za normálních okolností se atom jeví navenek jako elektricky neutrální, tzn. bez elektrického náboje. Součet záporných nábojů všech elektronů, tj. celkový záporný náboj, je totiž stejně velký jako celkový kladný náboj protonů v jádru, a tak se kladné a záporné náboje navzájem vyrovnají.

Nejjednodušším atomem je atom vodíku. Jeho jádro je tvořeno jen jedním protonem, kolem něhož obíhá jeden elektron. Atom hélia je už složitější. Jeho jádro tvoří dva protony s kladným nábojem spolu se dvěma neutrony bez elektrického náboje. Kolem takového jádra obíhají dva elektrony. Složitější atomy mají podstatně více částic a elektrony obíhají kolem jádra až v sedmi sférách, přičemž v každé z těchto sfér může být jen určitý maximální počet elektronů.

Z hlediska vedení elektrického proudu jsou v každém atomu nejzajímavější poslední, vnější sféry zvané valenční a počet elektronů v nich. Je-li totiž poslední sféra plně obsazená maximálním počtem elektronů (pro první sféru jsou to maximálně dva elektrony, pro druhou 8, pro třetí 18, čtvrtou 32 atd.), jsou její elektrony pevně vázány na jádro. Naopak, není-li tomu tak a poslední sféra nemá plně obsazení maximálním počtem elektronů, jsou ty, které tam obíhají, vázány k jádru jen slabě a mohou tedy působením nepatrné vnější síly atom snadno opustit. Tyto tzv. volné elektrony se pak pohybují od atomu k atomu.

Opustí-li některý elektron valenční sféry z nějakého důvodu atom, chybí atomu záporný náboj a atom se bude jevit navenek jako kladný (kladný ion - kation). Svým kladným nábojem bude přitahovat záporné elektrony, neboť platí, že dvě tělesa nabitá souhlasným nábojem se odpuzují a dvě tělesa s nesouhlasným nábojem se přitahují.

Obr. 1. Atom vodíku a),
hélia b), uhlíku c)



Pochopitelně v opačném případě, kdy atom nějaký elektron do své váleční sféry získá, bude mít více elektronů než protonů a jeho náboj bude navenek záporný (anion). Mezi kladně nabitým atomem a atomem se záporným nábojem vzniká rozdíl potenciálů, který právě působením svých sil umožňuje pohyb volných elektronů. Látky, které mají ve svých atomech hodně volných elektronů a snadno vedou elektrický proud (kladou průtoku elektrického proudu minimální odpor), nazýváme vodiče (hliník, zlato, stříbro, měď atd.). Nevodiče či izolanty (sklo, slída atp.) mají naopak volných elektronů málo.

Elektrický proud

Elektrický proud je uspořádaný pohyb volných elektronů vlivem nějaké vnější síly. Má směr a určitou velikost - intenzitu.

Pokud se volné elektrony pohybují jen jedním směrem, mluvíme o stejnosměrném proudu. Mění-li se směr proudu pravidelně, periodicky se střídá, jedná se o proud střídavý.

Proud je tím větší, čím více elementárních nábojů projde uvažovaným obvodem za sekundu. Elektrický proud značíme písmenem I (z angl. intensity) a jeho jednotkou je ampér (A). Tato jednotka je však pro proudy, používané v radiotechnice, dost velká. Častěji se užívá:

$$1 \text{ mA (miliampér)} = 0,001 \text{ A.}$$

$$1 \text{ } \mu\text{A (mikroampér)} = 0,001 \text{ mA.}$$

Elektrický proud měříme přístroji zvanými ampérmetry.

Elektrické napětí

Elektrické napětí je síla, která uvádí volné elektrony do pohybu, a tato síla vzniká jako důsledek rozdílu potenciálů mezi kladně a záporně nabitým atomem. Zdrojem elektrického napětí může být jakékoliv zařízení, které je schopno přeměnit jinou energii na energii elektrickou (baterie, akumulátor, dynamo, alternátor atd.).

Každý zdroj elektrického napětí má dva póly, kladný a záporný. V záporném pólu zdroje je trvalý přebytek elektronů a v kladném pólu je zase stále stejně velký nedostatek elektronů. Mezi oběma póly dochází k potenciálnímu rozdílu nábojů, vzniká elektrické napětí. Pokud jeden z pólů zdroje je trvale kladný a druhý trvale záporný, tzn. jejich polarita se nemění, mluvíme o stejnosměrném napětí. V případě, že se polarita obou pólů mění, jedná se o napětí střídavé.

Elektrické napětí značíme písmenem U a jeho jednotkou je volt (V). Užívají se také násobky:

$$1 \text{ kV (kilovolt)} = 1000 \text{ V}$$

$$1 \text{ mV (milivolt)} = 0,001 \text{ V}$$

$$1 \text{ } \mu\text{V (mikrovolt)} = 0,001 \text{ mV.}$$

Elektrické napětí měříme přístrojem zvaným voltmetr.

Odpor

Každý vodič klade průtoku elektrického proudu nějaký odpor, neboť elektrony při svém pohybu narážejí na atomy a molekuly vodiče. Odpor vodiče závisí na materiálu, průřezu, délce a teplotě. Odpor značíme písmenem R a jednotkou je ohm (značíme řeckým písmenem Ω).

I v tomto případě se v praxi používají násobky základní jednotky, tj.:

1 mΩ (miliohm) = 0,001Ω

1 kΩ (kiloohm) = 1000 Ω

1 MΩ (megaohm) = 1 000 000 Ω atd.

Odpor měříme přístrojem zvaným ohmmetr, nebo jej vypočteme z úbytku napětí a proudu, který jím prochází.

Pro výpočet odporu vodiče z jeho parametrů platí vztah:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

- kde R = odpor vodiče v ohmech,
 r = měrný odpor a určíme jej z tabulek pro jednotlivé materiály, má rozměr $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,
 S = průřez vodiče v mm^2 ,
 l = délka vodiče v m.

Příklad: Jaký elektrický odpor má měděný vodič délky 500 m o průměru 0,6 mm?

a) Z tabulek určíme měrný odpor mědi $r = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

b) Průřez vodiče $S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 0,3^2 = 0,307 \text{ mm}^2$.

c) Elektrický odpor

$$R = r \frac{l}{S} = \frac{0,0178 \cdot 500}{0,307} = \underline{30\Omega}$$

Elektrická energie

Protéká-li v obvodu s odporem elektrický proud, vzniká vždy teplo. Toto teplo je druhem energie, která vznikla přeměnou z energie elektrické. Její velikost je dána součinem napětí, proudu a času. Tedy:

$$A = U \cdot I \cdot t$$

[Ws; V, A, s],

kde A = elektrická energie (práce), jejíž jednotkou je wattsekunda (Ws),

U = napětí ve voltech,

I = proud v ampérech,

t = čas v sekundách.

V energetice se běžně používá jednotka kWh nebo MWh.

Výkon elektrického proudu

Výkon stejnosměrného elektrického proudu je definován jako součin proudu a napětí,

$$P = IU \quad [W; A, V],$$

kde P = výkon, jehož jednotkou je watt (W),
 I = proud v ampérech,
 U = napětí ve voltech.

Pro větší výkony používáme opět násobky, tj. 1 kW (kilowatt) = 1000 W, nebo mW (miliwatt) = 0,001 W u malých výkonů.

Výkon elektrického proudu měříme přístrojem zvaným wattmetr nebo změříme proud a napětí a výkon vypočítáme z výše uvedeného vztahu.

Předpony dekadických násobků a zlomků základních jednotek

Jak vyplývá z předchozího textu, jsou některé ze základních jednotek pro praktické použití buď velké, nebo malé. Užívá se proto jejich dekadických násobků a zlomků. Obecně se tyto dekadické násobky a zlomky základních jednotek označují předponami, uvedenými v tomto přehledu.



















T - tera = 10^{12} M - mega = 10^6 d - deci = 10^{-1} m - mili = 10^{-3} n - nano = 10^{-9}
 G - giga = 10^9 k - kilo = 10^3 c - centi = 10^{-2} μ - mikro = 10^{-6} p - piko = 10^{-12}

Schematické značky pro kreslení elektrických obvodů

Než se začneme zabývat základními radiotechnickými součástkami a jejich zapojením v obvodech, musíme se stručně zmínit o tom, jak se jednotlivé součástky označují a jakými pravidly se řídí užívání těchto znaků. V praxi nelze totiž jednotlivé součástky kreslit tak, jak skutečně vypadají. Bylo by to značně zdlouhavé a náročné. Proto má každá součástka přidělený zjednodušující symbol, zvaný schematická značka. Jak jsou jednotlivé součástky mezi sebou propojeny, znázorňujeme výkresy, kterým říkáme schéma zapojení. Základní schematické značky jsou uvedeny na obr. 2. Další budou uváděny postupně a jejich význam vyplýne z textu.

Obr. 2. Základní schematické značky (pokračuje na následující straně)

	stejnusměrný proud		rezistor		cívka
	střídavý proud		měnitelný rezistor reostat		cívka s průměrnou indukčností
	stejnusměrný i střídavý proud		měnitelný rezistor potenciometr		cívka s feritovým jádrem

 vodič	 potenciometr. trimr	 transformátor se železným jádre
 křížení vodičů bez vodivého spojení	 kondenzátor	 pojistka
 křížení vodičů s vodivým spojením	 měnitelný kondenzátor	 vypínač
 odbočení vodičů	 kondenzátor s proměnnou kapacitou	 žárovka
 spojení s kovovou kostrou	 elektrolytický kondenzátor	 voltmetr
 uzemnění	 akumulátor, baterie	 ampérmetr

Ohmův zákon

Mezi proudem, napětím a odporem platí určitá závislost, zvaná Ohmův zákon. Podle tohoto zákona se napětí rovná součinu proudu a odporu. Matematické vyjádření tedy je:

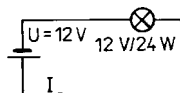
$$U = I \cdot R \quad [V; A, \Omega]$$

nebo

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{či} \quad R = \frac{U}{I}$$

Tento zákon je jedním ze základních v elektrotechnice a bez jeho znalosti nelze v elektrotechnice a radiotechnice existovat. Jeho praktické použití objasníme v následujících příkladech.

Příklad: V obvodu podle obr. 3. určete, jaký je odpor žárovky označené 12 V/24 W.



Obr. 3. Základní elektrický obvod se zdrojem a žárovkou

Údaj na žárovce značí provozní napětí $U = 12 \text{ V}$, při němž má žárovka výkon $P = 24 \text{ W}$. Ze vztahu pro výkon $P = U \cdot I$ určíme proud obvodem jako $I = P/U = 24 \text{ W}/12 \text{ V} = 2 \text{ A}$ a z Ohmova zákona odpor žárovky $R = U/I = 12/2 = 6 \Omega$.

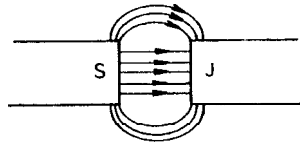
Příklad: Připojíme-li rezistor o činném (ohmickém) odporu $R = 25 \Omega$ paralelně ke zdroji s napětím $U = 75 \text{ V}$, jaký poteče obvodem proud a jaký poteče proud, když při stejném napětí zdroje zvětšíme odpor na $R = 100 \Omega$?

Opět z Ohmova zákona $I = U/R = 75/25 \Omega = 3 \text{ A}$

a v druhé variantě $I = U/R = 75/100 \Omega = 0,75 \text{ A} = 750 \text{ mA}$.

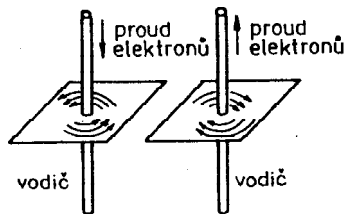
Magnetismus a magnetické pole

Magnet je předmět, jenž může k sobě přitahovat určité, tzv. magnetické materiály (železo, jeho slitiny, nikl, kobalt atd.). Tyto permanentní (trvalé) magnety známe ze zkušenosti včetně jejich působení. Každý takový magnet má dva póly, severní a jižní. Podobně jako u elektrických nábojů se souhlasné póly odpuzují a nesouhlasné přitahují. Magnet působí na dálku na jiný magnet nebo magnetický materiál svým magnetickým polem, které je tvořeno magnetickými siločivkami směřujícími od severního pólu k jižnímu. Pokud jsou některé magnetické materiály přitahovány magnetem značnou silou, mluvíme o materiálu feromagnetickém (železo, kobalt); speciální slitina s vynikajícími magnetickými vlastnostmi je permaloy. Materiály, na které působí magnetické pole jen velmi slabě nebo vůbec ne, nazýváme paramagnetickými (hliník, kyslík).



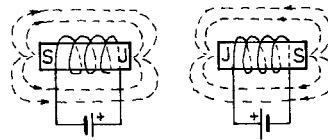
Obr. 4. Magnetické silokřivky permanentního magnetu

Magnetické pole však vzniká i kolem vodiče, kterým protéká elektrický proud, přičemž smysl siločivček takto vzniklého magnetického pole závisí na smyslu procházejícího elektrického proudu. Svineme-li vodič do tvaru solenoidu (cívky), vzniká průtokem elektrického proudu větší magnetické pole, které závisí zejména na intenzitě protékajícího proudu a počtu závitů. Smysl siločar je opět dán smyslem elektrického proudu.



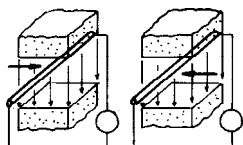
Obr. 5. Magnetické pole kolem vodiče, kterým protéká elektrický proud

Obr. 6. Magnetické pole vznikající průtokem proudu cívkou



Platí však i obráceně, že pohybuje-li se vodič v poli permanentního magnetu tak, že protíná jeho siločivky, vzniká mezi konci vodiče napětí, kterému říkáme naindukované napětí. Pohybuje-li se vodič v magnetickém poli rovnoběžně s magnetickými siločivkami, napětí se v něm neindukuje. Velikost naindukovaného napětí závisí zejména na intenzitě

magnetického pole a rychlosti pohybu, resp. změny. Polarita vzniklého napětí závisí na směru siločar a směru pohybu vodiče, přičemž nezáleží na tom, zda se pohybuje cívka nebo permanentní magnet.



Obr. 7. Princip vzniku indukovaného napětí pohybem vodiče v magnetickém poli. Polarita napětí závisí na směru siločar a směru pohybu vodiče

Indukcí tedy vzniká napětí a v případě, kdy vodič tvoří uzavřenou smyčku, působí indukované napětí, že obvodem protéká elektrický proud. Tento proud pochopitelně vytváří kolem vodiče nebo cívky další magnetické pole, jehož smysl působí proti směru původního pohybu, tzn. vzniká magnetické pole obrácené.

Jak uvidíme dále, je ve většině případů indukce žádoucím jevem s velkým přínosem. Ale jsou také případy, kdy potřebujeme zabránit vlivu siločar na jiné obvody, aby se do nich neindukovalo třeba malé, ale v každém případě nežádoucí napětí. Ke stínění proti nízkofrekvenčním magnetickým polím od síťových transformátorů se používá feromagnetických materiálů ve tvaru pravouhlé krabice nebo uzavřeného válce. Účinnost takového krytu závisí na rozměrech, tloušťce stěn krytu a z kolika vrstev je kryt zhotoven (vždy se vzduchovou mezerou). K omezení magnetických polí na vysokých kmitočtech je neúčinnějším prostředkem kryt z dobře vodivého materiálu (měď, hliník atd.). Ve vodivém materiálu se průchodem magnetického pole indukují proudy, odvádějící naindukovanou elektrickou energii do země. Aby bylo stínění co neúčinnější, má zcela obklopotvat chráněné místo.

Střídavý proud

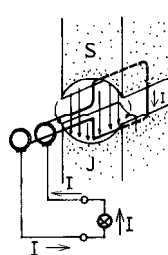
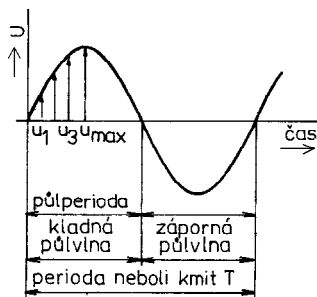
Budeme-li smyčkou nebo cívkou otáčet v poli permanentního magnetu (obr. 8), bude tato cívka protínat magnetické siločáry a ve vinutí se indukují elektrické napětí, jehož velikost a směr závisí na okamžité poloze vůči magnetickým siločáram. Výsledkem je sinusový průběh napětí. A toto je také princip generátorů střídavého proudu v elektrárnách či jiných zařízeních. Generátory střídavého proudu nazýváme alternátory. Pokud takovýto indukční stroj doplníme komutátorem, který umožní průtok střídavého proudu vždy jen jedním směrem, dostaneme vlastně zdroj stejnosměrného proudu - dynamo.

Sinusový průběh (obr. 9.) se skládá vždy ze dvou stejných půlvln, z nichž jedna je kladná a druhá záporná. Hodnoty u_1 , u_2 , u_3 atd. jsou okamžité hodnoty napětí, tzn. napětí v tom daném okamžiku, u_{\max} je maximální hodnota. Doba potřebná k proběhnutí jednoho kmitu se nazývá doba kmitu neboli perioda. Označuje se písmenem T . Počet kmítů za vteřinu je kmitočet (frekvence) a označuje se písmenem f . Jednotkou kmitočtu je hertz (Hz). Platí, že:

$$f = \frac{1}{T} \quad [\text{Hz}; \text{s}]$$

Tzn., že trvá-li doba kmitu příkladně 0,02 s, bude kmitočet $f = 1/T = 1/0,02 = 50$ Hz.

Obr. 8. Princip vzniku střídavého sinusového napětí otáčením cívky v poli permanentního magnetu



Obr. 9. Sinusový průběh střídavého napětí \dot{u} a základní pojmy

Střídavý proud běžně používaný v domácnostech nebo průmyslu má u nás kmitočet 50 Hz. Kmitočty střídavých proudů v radiotechnice se zpravidla udávají v násobcích základní jednotky:

- 1 kHz (kilohertz) = 10^3 Hz
- 1 MHz (megahertz) = 10^6 Hz
- 1 GHz (gigahertz) = 10^9 Hz.

Střídavý proud o kmitočtu 20 až 20 000 Hz, přeměněný v reproduktoru na zvuk, člověk slyší (slyšitelné kmitočty).

Pokud chceme u střídavého proudu určit výkon, nelze tak učinit prostým vynásobením maximálních hodnot proudu a napětí jako u hodnot stejnosměrných. Dostali bychom tak výkon větší, než je skutečný. Zavádíme proto pojem tzv. efektivní hodnoty napětí a proudu. Efektivní proud má stejné tepelné účinky, jako proud stejnosměrný. Matematicky vyjádřeno:

$$U_{ef} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot U_{max}$$

$$I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_{max}$$

$$U_{max} = \sqrt{2} U_{ef} = 1,414 \cdot U_{ef}$$

$$I_{max} = \sqrt{2} I_{ef} = 1,414 \cdot I_{ef}$$

Střední napětí a střední proud jedné půlvlny je 0,636 její maximální hodnoty. Tzn.:

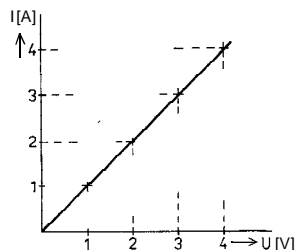
$$U_{stř} = 0,636 U_{max}$$

$$I_{stř} = 0,636 I_{max}$$

Rezistory

Rezistor je skutečná součástka, kterou je v radiotechnických obvodech uměle realizován odpor. Základní vlastností rezistoru je právě odpor, čehož se dosahuje zejména volbou vhodného materiálu a uspořádáním. Pomocí rezistorů pak můžeme v obvodech měnit napětí a proud.

O rezistoru říkáme, že je lineární součástka. Proud, který rezistorem v obvodu prochází, je přímo úměrný napětí - závislost je lineární. Zvětšení proudu je přímo úměrné zvětšení napětí, neboť platí Ohmův zákon.



Obr. 10. Závislost proudu rezistorem na napětí je lineární

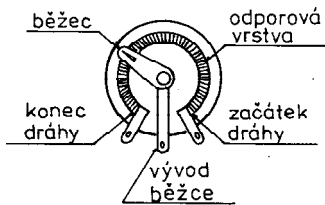
Podle konstrukčního uspořádání dělíme rezistory na:

a) Pevné, jejichž odpor je dán výrobou a nelze jej jednoduše dodatečně měnit.

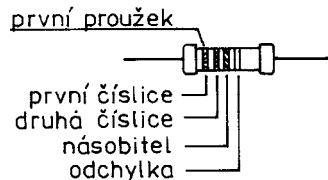
b) Proměnné, kterým říkáme potenciometry a slouží k plynulému nastavení činného (ohmického) odporu. Na kruhové desce (obr. 12) z izolační hmoty je vrstva odporového materiálu nebo navinutý odporový drát (vrstevné nebo drátové potenciometry), po kterém se pohybuje běžec izolovaně spojený s hřídelem. Podle závislosti odporu na úhlu otočení hřídele jsou potenciometry vyráběny s různým průběhem této závislosti (lineární, logaritmické apod.). Velmi často se používají potenciometry zdvojené, tj. na jednom hřídeli jsou dva potenciometry různých odporů. Potenciometr používáme k regulaci hlasitosti u přijímače, k řízení napětí regulovatelného zdroje, k regulaci barvy tónu (výšky, hloubky) apod.

c) Nastavitelné, kterým říkáme také odporové (potenciometrické) trimry. Odpor lze nastavit plynule nástrojem (šroubovákem) při ožívování přístroje, jeho opravě nebo cejchování. Trimr je jednodušší svým provedením než potenciometr. Běžec se otáčí většinou šroubovákem a odporová dráha trimru není zakryta.

Obr. 11. Příklad provedení pevného rezistoru



Obr. 12. Proměnný rezistor - potenciometr



Obr. 13. Barevný kód rezistorů

Podle technologie výroby dělíme rezistory na:

a) Vrstvové, u nichž elektrický odpor je dán tloušťkou a materiálem speciální odporové vrstvy nanesené na izolačním, zpravidla keramickém válečku, jehož konce jsou pomocí čepiček opatřeny drátovými vývody. Skutečná hodnota odporu se nastavuje při výrobě vybrušením spirálové drážky do odporové vrstvy, čímž se zvětší délka odporové dráhy a tím i velikost odporu. Povrch je chráněn tepelně odolným lakem. Tyto rezistory jsou určeny jen pro malá zatížení.

b) Hmotové, jejichž odpor je dán průřezem, délkou a vlastnostmi odporové hmoty, ze které je váleček vyroben. Tyto rezistory snesou už větší zatížení a používá se jich příkladně jako bezindukční zátěže pro umělé antény na vysokých kmitočtech, neboť mají nepatrnou vlastní indukčnost.

c) Drátové, u nichž je elektrický odpor dán odporem použitého odporového drátu, jeho délkou a průřezem. Odporový drát je zase většinou navinut na keramickém tělísku a jeho povrch je chráněn speciálním tmelem nebo lakem. Tyto rezistory jsou použitelné podle provedení i v zařízeních s velkými výkony (stovky wattů), nejsou však vhodné pro vyšší kmitočty.

Základní vlastnosti rezistorů vyjadřujeme těmito údaji:

1) Jmenovitý odpor udává činný (ohmický) odpor rezistoru. Protože není možno vyrábět sériové rezistory se všemi myslitelnými hodnotami odporu, byly stanoveny určité řady, kterými je dáno u každého provedení rezistoru, jaké hodnoty jsou dodávány. Příkladně v řadě E6 jsou to: 1,0 - 1,5 - 2,2 - 3,3 - 4,7 - 6,8 - 10 - 15 - 22 - 33 - 47 - 68 - 100 - 150 - 220 - 330 - 470 - 680 Ω - 1 k Ω (= 1k) - 1,5 k Ω (= 1k5) atd. Konstrukteři se pak musí těmto dodávaným hodnotám přizpůsobit. Jmenovitý odpor rezistoru je uveden na součástce přímo čísly nebo dnes většinou barevným kódem (barevnými proužky). Pořadí proužků se počítá od levé strany, tj. tam, kde je první proužek nanesen blíže čepičky. První a druhý proužek udávají dvojčíslím velikost odporu. Třetí proužek znamená násobitele, tzn. že za dvojčíslí přepíšeme tolik nul, kolik udává barva třetího proužku. Čtvrtým proužkem je označena odchylka v procentech od jmenovité hodnoty. Pokud čtvrtý proužek chybí, je odchylka od jmenovité hodnoty maximálně 20 %.

Tabulka významu barev jednotlivých proužků barevného značení rezistorů:

Barva	Číslice	Násobitel	Tolerance
stříbrná	-	10^{-2}	$\pm 10\%$
zlatá	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
černá	0	1	-
hnědá	1	10	$\pm 1\%$
červená	2	10^2	$\pm 2\%$
oranžová	3	10^3	-
žlutá	4	10^4	-
zelená	5	10^5	$\pm 0,5\%$
modrá	6	10^6	$\pm 0,25\%$
fialová	7	10^7	$\pm 0,1\%$
šedá	8	10^8	-
bílá	9	10^9	-
(žádná)	-	-	$\pm 20\%$

Příklad: Rezistor je označen zleva doprava proužky: hnědá, červená, oranžová a stříbrná. Z tabulky: hnědá = 1, červená = 2, oranžová u třetího proužku značí násobitele 10^3 , a tak výsledný odpor bude $12\ 000\ \Omega = 12\ \text{k}\Omega$. Poslední stříbrný proužek označuje maximální povolenou toleranci od jmenovité hodnoty $\pm 10\ %$.

Někdy se může stát, že barvu proužku špatně vyhodnotíme (červenou lze zaměnit za oranžovou, šedou za stříbrnou atd.). Pak nezbyvá, než kontrolovat činný (ohmický) odpor rezistoru ohmmetrem.

2) Tolerance je největší možná odchylka skutečného odporu od jmenovité hodnoty. Udává se v procentech.

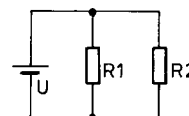
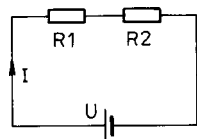
3) Zatížitelnost rezistoru je maximální přípustný elektrický výkon, který rezistor za normálních podmínek rozptýlí ve formě tepla do okolí. Udává se ve wattech. Lze jej zjistit z rozměrů rezistorů anebo lépe z katalogu výrobce. Je-li skutečný výkon na rezistoru větší, než je hodnota povolená výrobcem, rezistor se za provozu nápadně hřeje nebo dokonce úplně shoří a přeruší se.

4) Teplotní závislost odporu rezistoru může být kladná, tj. že se vzrůstající teplotou se odpor rezistoru zvětšuje, nebo záporná, kdy se vzrůstající teplotou se naopak odpor rezistoru zmenšuje. Snahou výrobce je, aby vliv teploty na odpor byl minimální.

Rezistory mohou být spojovány do série nebo paralelně. Pochopitelně je však možná i vzájemná kombinace těchto zapojení. Při sériovém řazení rezistorů (viz obr. 14) bude výsledný odpor dán součtem odporů jednotlivých rezistorů. Tzn. dva rezistory spojené v sérii dají dohromady odpor:

$$R = R_1 + R_2$$

Obr. 14. Sériově řazené rezistory v obvodu



Obr. 15. Paralelně řazené rezistory v obvodu

Při paralelním řazení rezistorů je převrácená hodnota výsledného odporu rovna součtu převrácených hodnot dílčích rezistorů. Vyjádřeno matematicky pro dva rezistory spojené paralelně bude platit:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{nebo} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Příklad: Jaký je výsledný odpor dvou rezistorů $R_1 = 100\ \Omega$ a $R_2 = 100\ \Omega$ spojených v sérii a paralelně?

Při sériovém zapojení

$$R = R_1 + R_2 = 100 + 100 = \underline{200\ \Omega}.$$

Při paralelním zapojení

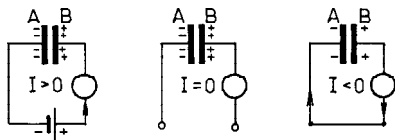
$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \cdot 100}{100 + 100} = \frac{10\,000}{200} = 50 \, \Omega$$

Kondenzátory

Kondenzátor je v principu součástka složená ze dvou vodivých desek, které jsou vzájemně odděleny dielektrikem, tj. elektricky nevodivým prostředím (vzduch, slída apod.).

Připojíme-li kondenzátor přes citlivý měřicí přístroj na zdroj stejnosměrného napětí (obr. 16), začne obvodem protékat nabíjecí proud, který se snaží vyrovnat rozdíly nábojů na deskách kondenzátoru a zdroje. Na desce A se vytvoří záporný náboj a na desce B kladný náboj. Proud poteče jen krátkou dobu, než se náboje vyrovnají a napětí na kondenzátoru bude stejné jako napětí zdroje. Pak už obvodem žádný proud neteče. Necháme-li v další fázi kondenzátor odpojený od zdroje, zůstává kondenzátor nabitý a drží si získaný náboj.

Propojíme-li kondenzátor do zkratu (zase přes citlivý měřicí přístroj), začnou se elektrony nahromaděné na záporně nabitě desce A pohybovat vnějším obvodem ke kladně nabitě desce B. Obvodem poteče po krátkou dobu vybíjecí proud, pokud se kondenzátor úplně nevybíje.



Obr. 16. Nabíjení a vybíjení kondenzátoru

U uvedeného pokusu si musíme povšimnout dvou důležitých poznatků a z nich vyplývajících závěrů. První z nich je, že obvodem tekl proud jen při nabíjení nebo vybíjení kondenzátoru. Pokud byl kondenzátor nabit, netekl obvodem žádný proud. Náboje se tedy nemohly vzájemně vyrovnat a kondenzátor zůstal nabitý. Opačné náboje na obou deskách se vzájemně přitahují a v kondenzátoru je možno hromadit elektrický náboj. Jak dlouho si nabitý kondenzátor tento náboj udrží, záleží zejména na kvalitě dielektrika. Vlastností kondenzátoru podržet si elektrický náboj říkáme kapacita.

Druhý důležitý závěr vyplývá z poznatku, že vnějším obvodem kondenzátoru tekl proud jedním směrem při nabíjení a druhým směrem při vybíjení. Tzn., že připojíme-li kondenzátor na zdroj střídavého napětí, jehož polarita se periodicky mění, bude se kondenzátor periodicky nabíjet a vybíjet a vnějším obvodem poteče nabíjecí a vybíjecí proud. Jinak řečeno kondenzátor umožňuje, aby vnějším obvodem protékal střídavý proud (střídavě nabíjecí a vybíjecí) a současně zabráňuje průtoku stejnosměrného proudu (u nabitého kondenzátoru neteče vnějším obvodem žádný proud).

Kapacita, tj. schopnost kondenzátoru podržet si elektrický náboj, se označuje ve schématech a matematických vzorcích písmenem C . Její velikost je ovlivňována plochou a počtem desek, vzdáleností mezi deskami a dielektrikem.

Kapacita deskového kondenzátoru je dána vztahem:

$$C = 0,0884 \cdot (n - 1) \cdot \frac{S \cdot \epsilon}{d}$$

kde C = kapacita v pF,
 S = plocha jedné desky v cm^2 ,
 d = šířka dielektrika mezi dvěma deskami v cm,
 n = počet desek,
 ϵ = dielektrická konstanta (permitivita) daná materiálem dielektrika.

Jednotkou kapacity je farad (F). Je to však jednotka velká, a proto se v praxi používají:

1 pF (pikořarad) = 10^{-12} F
 1 nF (nanofarad) = 10^{-9} F
 1 μ F (mikrořarad) = 10^{-6} F

Jak již bylo řečeno, pro stejnosměrný proud má kondenzátor nekonečný odpor. Pro střídavý proud se jeví kondenzátor jako zdánlivý odpor, který nazýváme kapacitní reaktance. Tento zdánlivý odpor kondenzátoru je tím menší, čím větší je kapacita a čím vyšší je kmitočet. Velikost kapacitní reaktance je dána vztahem:

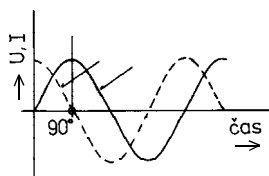
$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

kde X = kapacitní reaktance (zdánlivý odpor kondenzátoru pro střídavý proud) v ohmech,
 f = kmitočet v Hz,
 C = kapacita ve F.

Příklad: Kondenzátor má kapacitu 2 μ F. Jaká je jeho kapacitní reaktance při kmitočtu sítě 50 Hz?

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 1592,35 \Omega$$

Důležitou vlastností kondenzátoru je, že proud a napětí na něm nejsou ve fázi, jako je tomu u rezistoru. Jinak řečeno u kondenzátoru není napětí maximální ve stejném okamžiku, kdy je maximální proud, ale u ideálního kondenzátoru předbíhá proud o 90° napětí.



Obr. 17. Fázové poměry mezi napětím a proudem u ideálního kondenzátoru

Kondenzátory dělíme zejména podle použitého dielektrika, které převážně určuje jejich vlastnosti:

- **Kondenzátory svítkové** jsou ve skutečnosti dva svinuté hliníkové pásky, které jsou navzájem oddělené dielektrikem ze speciálně upraveného papíru nebo plastické fólie (styroflex, teflon atd.). Výhodné jsou zejména kondenzátory z metalizovaného papíru (MP) s napařenými elektrodami. Mají menší rozměry a hlavně schopnost regenerace při eventu-

álním průrazu. Všechny tyto tzv. svitky mají zpravidla válcovitý nebo plochý tvar, zalévají se plastickou hmotou, eventuálně se vkládají do kovových trubiček.

- **Kondenzátory slídivé** mají na destičky slídy napařenou vodivou vrstvu, většinou stříbra. Vyznačují se malými ztrátami v dielektriku a velkou stálostí.

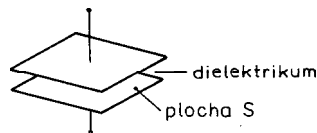
- **Keramické kondenzátory** mají jako dielektrikum speciální keramiku. Lze je vyrobit s různou závislostí kapacity na teplotě.

- **Kondenzátory elektrolytické**, kde dielektrikem je velmi tenká vrstvička sloučenin kyslíku a hliníku vznikající ve speciální kašovitě hmotě elektrolytu mezi dvěma hliníkovými pásky. Při malých rozměrech mají velkou kapacitu. Vyžadují však stejnosměrné polarizační napětí, jehož polaritu je nutno dodržet. Používají se jako filtrační v napájecích obvodech nebo na všech pozicích v nízkofrekvenčních zesilovačích. Novější druhy elektrolytických kondenzátorů se vyrábějí také s pevným dielektrikem. Ty jsou dokonce rozměrově menší a snášejí větší rozsah pracovních teplot. Nevýhodou všech elektrolytických kondenzátorů je jejich zpětný proud, který udržuje souvislou vrstvu kysličníku. Při delším nepoužívání kondenzátoru se tato vrstva naruší a elektrolytický kondenzátor je nutno zformovat připojením na stejnosměrné napětí.

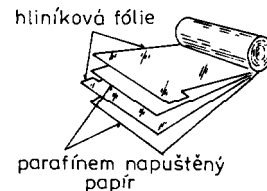
- **Tantalové elektrolytické kondenzátory** mají menší zbytkový proud než kondenzátory hliníkové a u některých druhů je širší teplotní rozsah. Používají se v nízkofrekvenčních obvodech. Pro vysokofrekvenční obvody jsou nevhodné.

Žádné dielektrikum není dokonalý izolant. Vždy jím protéká nějaký svodový proud a vyvíjí se teplo. Jestliže dielektrikem protéká větší svodový proud, jeho svodový odpor je malý. V praxi se vyjadřuje kvalita kondenzátoru tzv. ztrátovým úhlem, resp. jeho tangentou. Tento ztrátový činitel je kmitočtově závislý.

Nejkvalitnější kondenzátory (tj. s nejmenším svodovým proudem) jsou kondenzátory **vakuové**. Kvalitní jsou také kondenzátory **vzduchové**, slídivé a některé keramické. Horší, zejména při vyšších kmitočtech jsou kondenzátory papírové a samozřejmě elektrolytické.



Obr. 18. Deskový kondenzátor



Obr. 19. Svitkový kondenzátor s papírovým dielektrikem

Podle způsobu použití se vyrábějí kondenzátory:

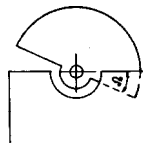
- pevné,
- ladící,
- doladovací.

Pevné kondenzátory se stálou kapacitou se vyrábějí téměř se všemi druhy dielektrik. Kapacita u těchto kondenzátorů je vyznačena číselně nebo kódem barevnými proužky.

Ladící kondenzátory jsou určeny pro ladění vysokofrekvenčních obvodů. Tyto kondenzátory se skládají vždy ze skupiny pevných plechů (stator), mezi které se otáčením zasunuje skupina pohyblivých plechů (rotor). Čím více se statorové a rotorové plechy překrývají, tím větší je kapacita. Tvarem rotorových plechů lze dosáhnout různého průbě-

hu kapacity v závislosti na úhlu otočení. Podobně i u statorových plechů. Dielektrikem mezi statorovými a rotorovými plechy bývá vzduch (vzduchové ladící kondenzátory) nebo některý z druhů polyetylénových dielektrik. Nežádka se u obou druhů na jeden hřídél a do jednoho rámu umístí dva nebo tři samostatné kondenzátory, jejichž rotory jsou ovládány společně (duál, triál).

Obr. 20. Princip otočného vzduchového kondenzátoru

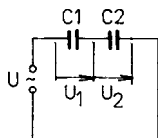


Dolaďovací kondenzátory se používají jako nastavitelné pro dolaďování laděných obvodů. Používají se v různých provedeních se vzduchovým, keramickým nebo polyetylénovým dielektrikem.

I kondenzátory můžeme spojovat do série nebo paralelně. Nejčastěji se používá sériové spojení dvou kondenzátorů. Pak platí:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \text{nebo} \quad C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Většinou se spojují do série dva kondenzátory. Stačí si tedy pamatovat, že při sériovém spojení dvou kondenzátorů o stejné kapacitě se výsledná kapacita zmenší na polovinu kapacity jednoho kondenzátoru. Budou-li příkladně zapojeny do série dva kondenzátory 500 pF, bude jejich výsledná kapacita 250 pF.



Obr. 21. Sériově řazené kondenzátory

Toto zapojení se využívá zejména tam, kde je v obvodu větší napětí, než na jaké je kondenzátor dimenzován. U sériově řazených kondenzátorů se totiž napětí rozloží na jednotlivé kondenzátory nepřímo úměrně k jejich kapacitě.

U paralelně spojených kondenzátorů bude výsledná kapacita dána součtem dílčích kapacit. Tj.:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Ve značení jmenovité kapacity a napětí, na které je kondenzátor dimenzován, není jednotnosti, hlavně pokud jsou kondenzátory značeny barevným kódem. Je-li na výrobku vyznačena číselně kapacita a provozní napětí, pak je vše v pořádku. Při barevném značení (zejména u miniaturních keramických kondenzátorů a tantalových elektrolytických) neznáme-li kód konkrétního výrobce z katalogu, nezbývá, než kapacitu změřit.

Velikost provozního napětí u kondenzátoru je velmi důležitá. Při jeho překročení se kondenzátor zpravidla prorazí a kromě kondenzátorů s metalizovaným papírem se ostatní typy nenávratně zničí. Současně se při probití kondenzátoru mohou poškodit i další součástky.

Cívky

Cívka je součástka realizovaná šroubovicovitým uspořádáním vodiče. Její charakteristickou vlastností je indukčnost označovaná písmenem L . Kvalitu cívky hodnotíme tzv. činitelem jakosti, který označujeme písmenem Q .

Mějme cívku, kterou připojíme ke střídavému zdroji. Cívkou bude protékat proud, jehož účinkem vzniká v závitěch a kolem nich elektromagnetické pole. To zase obráceně indukuje (budí) v závitěch další proud, jehož směr je opačný než směr proudu zdroje. Původní proud se jím tedy zeslabuje. Tomuto jevu říkáme vlastní indukčnost.

Jednotkou vlastní indukčnosti je henry (H). Tato jednotka je pro radiotechniku zpravidla příliš velká, a proto se více používají:

$$1 \text{ mH (milihenry)} = 0,001 \text{ H,}$$

$$1 \text{ } \mu\text{H (mikrohenry)} = 0,001 \text{ mH.}$$

Indukčnost cívky závisí na počtu závitů, jejich uspořádání a materiálu jádra. Zvětšujeme-li se počet závitů, indukčnost se také zvětší. Navineme-li vodič na jádro z magneticky dobře vodivého materiálu (cívka s jádrem nebo cívka navinutá na jádru z transformátorových plechů), indukčnost se rovněž zvětšuje.

Každá cívka má jistý odpor vinutí, parazitní kapacitu mezi závity, svodový odpor způsobený nekvalitní izolací a další ztráty, které podstatně ovlivňují činitel jakosti cívky. Čím je cívka lepší, tím je větší činitel jakosti. Tento činitel je kmitočtově závislý.

Odpor cívky pro stejnosměrný proud je dán činným (ohmickým) odporem vinutí. Protéká-li tedy cívkou stejnosměrný proud, indukčnost se nijak neprojeví. Naopak ale brání průtoku střídavého proudu, což se projeví zvětšením odporu. Střídavému proudu klade cívka zdánlivý odpor, kterému říkáme indukční reaktance. Tento zdánlivý odpor je tím větší, čím větší je vlastní indukčnost cívky a čím vyšší je kmitočet. Matematicky je zdánlivý odpor cívky dán vztahem:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad ,$$

kde X_L = zdánlivý odpor cívky při střídavém proudu (indukční reaktance) v ohmech,
 f = kmitočet v Hz,
 L = indukčnost v H.

Příklad. Jaký je zdánlivý odpor cívky (indukční reaktance) s indukčností 2,5 mH při kmitočtech $f_1 = 1 \text{ kHz}$ a $f_2 = 1 \text{ MHz}$?

$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot L = 6,28 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = \underline{15,7 \text{ } \Omega}$$

$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot L = 6,28 \cdot 10^6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = \underline{15 \text{ } 700 \text{ } \Omega}$$

Cívky pro nízké kmitočty a velké indukčnosti se vinou většinou na transformátorové plechy z vhodné křemíkové oceli nebo na výhodnější materiály, jako jsou magneticky orientované materiály (C jádra) apod. Pro vysoké kmitočty se používají většinou jednovrstvové cívky; pokud jsou mezi závity mezery, tak vinuté holým vodičem, je-li vinutí závit

vedle závitů, pak izolovaným vodičem. Pro lepší stabilitu je někdy měď vpalována do keramiky. Jindy jsou cívky vinuty na jádrech, která lze posouvat uvnitř cívky a měnit tak jejich vlastní indukčnost. Používají se jádra železová (slepený železný prášek), která jsou vhodná zejména pro VLF obvody, nebo feritová jádra (kysličníky železa a jiných kovů) podle složení pro MF a HF obvody. Jádrech lze kromě indukčnosti ovlivnit také činitel jakosti Q na příslušném kmitočtovém rozsahu, tzn. kvalitu cívky neboli její ztráty dané pak vlastně ztrátami v materiálu jádra.

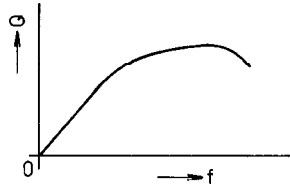
Jednovrstvové cívky lze také s výhodou realizovat na deskách formou plošných spojů.

Činitel jakosti cívky, tzn. její ztráty do značné míry ovlivňuje na vyšších kmitočtech vlastní kapacita vinutí daná zejména kapacitou mezi jednotlivými závitů. Proto se některé cívky vinou křížovým vinutím tak, aby závitů ležely na sobě co nejmenší plochou, čímž se tato nežádoucí kapacita zmenší na minimum.

Skutečná cívka se v obvodu střídavého proudu nechová jako čistá indukčnost. Vlivem materiálu, z něhož je navinuta, se cívka chová, jako bychom k ní připojili ještě do série nebo paralelně rezistor odpovídající ztrátám. Podle toho, zda jsou ztráty vyjádřeny sériovým nebo paralelním odporem, bude činitel jakosti cívky dán vztahem:

$$Q = \frac{2\pi f L}{R_s} \quad \text{nebo} \quad Q = \frac{R_p}{2\pi f L}$$

Ve skutečnosti se ale nebude činitel jakosti se vzrůstajícím kmitočtem zvětšovat a naopak od jistého kmitočtu klesá.

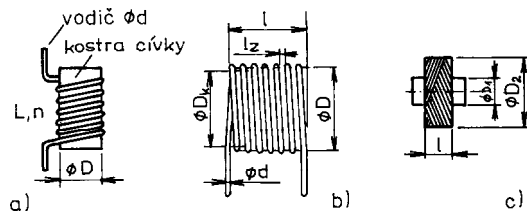


Obr. 22. Závislost činitele jakosti cívky na kmitočtu

Při průchodu střídavého proudu vodičem není proudová hustota rozložena rovnoměrně, ale směrem do středu se zmenšuje. Tzn., že převážná část proudu prochází povrchovými vrstvami vodiče a střed je využit jen nepatrně. To se projevuje zvětšením odporu, který klade vodič průchodu střídavého proudu v porovnání s odporem změřeným při průchodu stejnosměrného proudu.

Popsanému jevu se říká povrchový jev (skinefekt). Projevuje se tím více, čím vyšší je kmitočet procházejícího proudu. Jeho vliv omezujeme zvětšováním povrchu vodičů, popřípadě zlepšováním vodivosti povrchu stříbřením apod.

Někdy se cívky určené pro kmitočty až několika MHz vinou vysokofrekvenčním lankem složeným z mnoha navzájem izolovaných drátků. Vzájemná kapacita drátků však nedovoluje používat vysokofrekvenční lanko pro kmitočty ještě vyšší.



Obr. 23. Příklady skutečného provedení cívek:

- a) cívka navinutá na kostře,
- b) samonosná vzduchová cívka,
- c) cívka s křížovým vinutím

Při vzájemném spojování cívek není už situace tak jednoduchá, jako tomu bylo u rezistorů a kondenzátorů. Každá cívka má, jak víme, svoji indukčnost (vlastní indukčnost). U dvou nebo více cívek, pokud jsou umístěny tak, že magnetické pole jedné z nich protíná vinutí cívek ostatních, bude celková indukčnost ovlivňována ještě vlivem, kterému říkáme vzájemná indukčnost.

Vzájemná indukčnost se značí písmenem M a měří se rovněž v henry (H).

Jsou-li dvě cívky zapojeny v sérii, od sebe vzdáleny tak, že se neovlivňují (mohou být také odstíněny), pak výsledná indukčnost bude dána součtem jejich vlastních indukčností, tj.:

$$L = L_1 + L_2$$

Pokud však dvě cívky přiblížíme k sobě tak, že mezi nimi existuje vzájemná indukčnost, pak výsledná indukčnost bude:

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M$$

Zda se vzájemná indukčnost k vlastním indukčnostem přičítá nebo se od nich odečítá, závisí na smyslu vinutí obou cívek. V těch případech, kdy je smysl vinutí u obou nebo všech cívek shodný, bude platit:

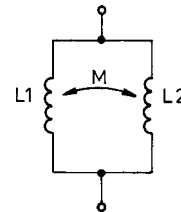
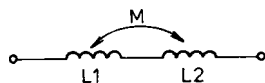
$$L = L_1 + L_2 + 2M$$

Obráceně při nesouhlasném smyslu vinutí bude celková indukčnost

$$L = L_1 + L_2 - 2M$$

Jinak řečeno vzájemná indukčnost cívek M je kladná tehdy, jestliže se magnetické toky obou cívek navzájem podporují. Záporná je v tom případě, působí-li proti sobě.

Obr. 24. Sériově zapojené dvojice indukčně vázaných cívek

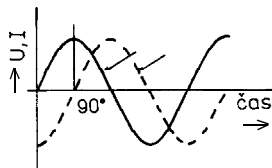


Obr. 25. Paralelně zapojená dvojice indukčně vázaných cívek

Převrácená hodnota výsledné indukčnosti u paralelně spojených cívek bez vlivu vzájemné indukčnosti se rovná součtu převrácených hodnot dílčích indukčností, tj.:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \quad \text{nebo} \quad L = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

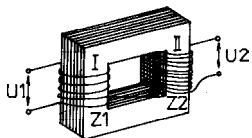
Ani u cívky není napětí s proudem ve fázi. U ideální cívky je napětí posunuto o 90° před proudem (viz obr. 26).



Obr. 26. Fázové poměry mezi napětím a proudem u ideální cívky

Transformátory

Samostatnou část ve stati o cívkách tvoří transformátory. Transformátor je elektrický stroj, který umožňuje napětí zmenšovat nebo zvětšovat. Princip transformátoru je znázorněn na obr. 27. Primární a sekundární cívka jsou navinuty na společné jádro. Protéká-li primární cívkou střídavý proud, vzniká magnetické pole, jehož siločáry zasahují také sekundární cívku a v ní se indukují napětí. Dochází k transformaci napětí, která umožňuje prostým poměrem počtu závitů primárního a sekundárního vinutí měnit velikost sekundárního napětí.



Obr. 27. Transformátor

Transformace probíhá oběma směry a volbou počtu závitů lze ovlivnit požadovanou velikost sekundárního napětí U_2 . Pro ideální transformátor beze ztrát platí, že poměr výstupního a vstupního napětí je přímo úměrný počtu závitů:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

Každý transformátor se skládá jednak z jádra složeného z transformátorových plechů či feritů a jednak z cívky, která má dvě vinutí. Primární vinutí se připojuje ke zdroji střídavého napětí, zatímco druhé vinutí, zvané sekundární, je vlastně zdrojem s požadovaným napětím. Sekundárních vinutí může být i více.

Jednotlivé plechy transformátoru jsou vzájemně izolovány. Jádro s plným materiálem nelze použít, neboť by způsobovalo velké ztráty a současně by se neúměrně ohřívalo. Pro malé transformátory se plechy vyrábějí o tloušťce 0,35 a 0,5 mm. Izolace je zpravidla provedena oxidací jejich povrchu. Základní tvary plechů jsou EI nebo M.

Pro vinutí se používá drát izolovaný lakem, hedvábím nebo speciálním epoxidovým lakem. Kostříčky pro vinutí jsou většinou z pertinaxu či tvrzeného papíru. Na vinutí cívek se používají ruční navijčky nebo automatické navijecí stroje. Při vinutí musí být jednotlivé závitů ukládány těsně vedle sebe a nesmí se křížovat. Při křížování závitů se vytváří nerovný povrch, vinutí tak potřebuje více místa a hrozí nebezpečí průrazu při poškození izolace. Jednotlivé vrstvy vinutí se izolují izolačním papírem vhodně impregnovaným.

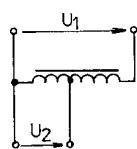
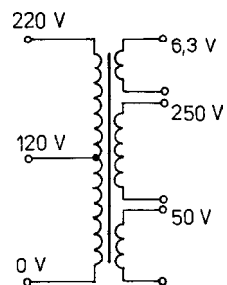
Celé vinutí, někdy i celý transformátor se napouští izolačním lakem. Dosáhne se tak zvětšené izolační pevnosti, lepší tepelné vodivosti a u cívek pro vysoké napětí se současně zabrání vnitřním výbojům.

Důležitou vlastností transformátoru je, že sekundární vinutí a tím i sekundární napětí je zcela odizolováno od primární části. To se využívá ke zvětšení bezpečnosti elektrických

zařízení, která pracují v nepříznivých podmínkách (vlhko atd.); v tomto případě se jedná o tzv. oddělovací transformátor.

Tato poslední vlastnost však neplatí u autotransformátoru, což je zvláštní provedení transformátoru, kdy primární a sekundární vinutí je společné. Tímto uspořádáním dosáhneme značných úspor na vinutí, primární vinutí však není galvanicky odděleno od sekundárního vinutí.

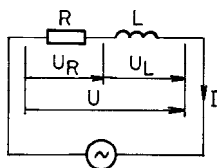
Obr. 28. Transformátor s odbočkami na primárním vinutí a několika sekundárními vinutími



Obr. 29. Autotransformátor

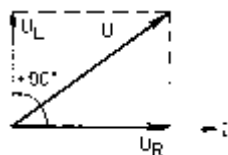
Impedance

Z předešlého víme, jaký je výsledný odpor rezistorů řazených do série nebo paralelně. Stejně tak, jak je to s výslednou indukčností při spojování cívek a obdobně u kondenzátorů. Toto všechno však neplatí, budeme-li spojování součástek kombinovat tak, že spojíme rezistor s kondenzátorem či cívkou nebo cívkou s kondenzátorem, případně všechny tři dohromady, a to do série nebo paralelně. Zdánlivý odpor libovolné takové kombinace (rezistor, cívka, kondenzátor v paralelním nebo sériovém zapojení) nazýváme impedancí. Jednotkou je opět ohm a hodnota tohoto zdánlivého odporu je kmitočtově závislá.



Obr. 30. Sériová kombinace R a L v obvodu střídavého proudu

Mějme kupříkladu v obvodu střídavého proudu sériově zapojenou cívku a rezistor (obr. 30). V tomto případě nebude celkové napětí dáno prostým součtem úbytků napětí na jednotlivých součástkách, jak by se na první pohled zdálo, a stejně tak celkový odpor (impedance) obvodu není prostým součtem činného odporu rezistoru a indukční reaktance cívky. Tyto dílčí hodnoty musíme sčítat vektorově (vektor je veličina určená velikostí a směrem).



Obr. 31. Vektorový diagram úbytků napětí na sériově řazených prvcích R a L v obvodu střídavého proudu a jejich vektorový součet

Výslednou hodnotu jako vektorový součet získáme buď graficky jako uhlopříčku v rovnoběžníku (obr. 31) nebo výpočtem užitím Pythagorovy věty.

Úbytek napětí na rezistoru (U_R) nemá žádný fázový posuv proti proudu v obvodu, proto je vektor tohoto napětí kreslen na stejné vodorovné ose jako proud obvodem. Napětí u ideální cívky však předbíhá proud o 90° , což je vyjádřeno směrem vektoru ($+90^\circ$). Celkové napětí (úhlopříčka) užitím Pythagorovy věty bude:

$$U^2 = U_R^2 + U_L^2 \quad U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

Při stejném proudu v celém obvodu bude i celková impedance obvodu dána vektorovým součtem činného (nesprávně ohmického) odporu rezistoru a indukční reaktance cívky.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad , \quad \text{kde } X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

K obdobným závěrům bychom dospěli i pro sériovou kombinaci RC. Zde bude výsledná impedance:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad , \quad \text{kde } X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Příklad: Jaká bude impedance v sérii zapojeného rezistoru $R = 1 \text{ k}\Omega$ s cívkou o indukčnosti $L = 0,2 \text{ mH}$ na kmitočtu $1,2 \text{ MHz}$?

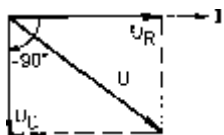
Indukční reaktance samotné cívky

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 1\,507 \text{ }\Omega$$

Celková impedance

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{100^2 + 1507^2} = 1808 \text{ }\Omega$$

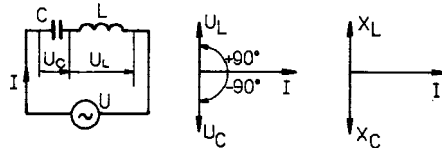
U paralelních kombinací RC a RL bude platit obdobně vektorový součet:



Obr. 32 Vektorový součet napětí v sériovém obvodu RC (vektor napětí kondenzátoru má opačný směr než v předchozím případě, neboť u ideálního kondenzátoru předbíhá proud o 90° napětí)

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2} \quad \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}} \quad \frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2} \quad \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}$$

Bude-li v obvodu zapojena v sérii kombinace LC (obr. 33), je napětí na cívce o 90° před proudem a na kondenzátoru zase o 90° za proudem. Výsledkem je tedy fázový rozdíl $2 \times 90^\circ = 180^\circ$, vektory napětí jsou tak na jedné ose a mohou být sečítány algebraicky, tzn. jako prostý rozdíl.



Obr. 33. Sériové zapojení kombinace LC v obvodu střídavého proudu, vektorový součet napětí a reaktancí

Napětí U_L je větší než U_C , proto bude výsledný rozdíl

$$U = U_L - U_C$$

a podobně pro impedanci

$$Z = X_L - X_C$$

Pro paralelní kombinaci LC bude platit

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}$$

Výkon střídavého proudu

Má-li střídavé napětí sinusový průběh, pak proud, který protéká rezistorem (vařičem, žehličkou, žárovkou), má také sinusový průběh a je v každém okamžiku ve fázi s napětím. Výkon střídavého proudu v tomto případě bude dán součinem efektivních hodnot proudu a napětí, tj.:

$$P = U_{ef} \cdot I_{ef} \quad [W; V, A],$$

kde P = skutečný (činný) výkon stříd. proudu na činné (ohmické) zátěži (rezistoru),
 U_{ef} = efektivní hodnota střídavého napětí,
 I_{ef} = efektivní hodnota střídavého proudu.

Znovu je nutno zdůraznit, že toto platí u rezistoru (činné zátěže), tzn. u zátěže bez indukčnosti a kapacity. Zátěže, kde v každém okamžiku jsou napětí a proud ve fázi (napětí je maximální nebo minimální ve stejném okamžiku jako proud). V případě, že je odpor zatížen impedancí (kapacita nebo indukčnost způsobují fázový posuv mezi proudem a napětím), výše uvedený vztah pro určení výkonu neplatí.

Průtokem střídavého proudu cívku s ideální indukčností vzniká proměnlivý magnetický tok, který elektromagnetickou indukcí vyvolá na cívce napětí. Toto napětí má však opačnou polaritu než napětí přivedené ze zdroje. Cívka se tedy stane po určitý čas zdrojem elektric-

ké energie a vrátí do zdroje předtím odebranou energii, potřebnou na vytvoření magnetického pole. Ideální cívka tak vlastně žádnou energii nepotřebuje. Odebere ze zdroje jen tzv. jalový výkon.

Podobně i u ideálního kondenzátoru nevzniká činný výkon, neboť kondenzátor tuto energii nespotebňuje. Kondenzátor se nabije a v následující půlperiodě zase vybijí. I zde jde jen o výkon jalový (propůjčený). Činný výkon, tj. výkon, který by něco ohřál či podobně, je roven nule.

Při obecné zátěži (kombinaci rezistoru a kondenzátoru nebo rezistoru a cívky) odevzdá zdroj střídavého proudu do takovéto zátěže výkon činný, tj. ten, který vytvoří teplo, a také výkon jalový. Činný výkon střídavého proudu je dán vztahem:

$$P_C = U_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos j \quad [W; V, A],$$

kde $\cos j$ = účinník a jeho velikost závisí na velikosti činného a zdánlivého odporu v obvodu. Jednotkou činného výkonu je watt.

Jalový výkon je dán vztahem:

$$P_j = U_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \sin j \quad [VAr; V, A],$$

kde jednotkou je jeden voltampér reaktanční (VAr) a velikost $\sin j$ odpovídá poměru zdánlivého a činného odporu v obvodu.

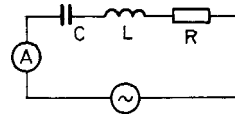
2. ZÁKLADY RÁDIOVÉHO PŘENOSU

Rezonance

Uvažujme sériovou kombinaci rezistoru, kondenzátoru a cívky v obvodu střídavého proudu (viz obr. 34). V sérii s jednotlivými prvky je ještě zapojen měřicí přístroj pro měření celkového proudu obvodem. U zdroje můžeme měnit kmitočet.

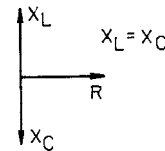
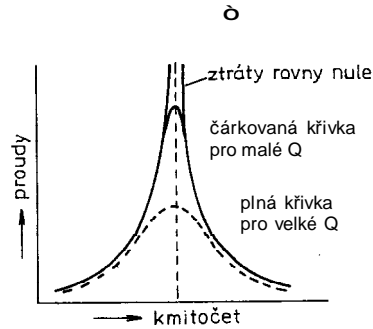
Je zřejmé, že při změně kmitočtu se bude měnit také proud obvodem. Ten totiž podle Ohmova zákona závisí na impedanci obvodu ($I = U/Z$) a impedance zase na kmitočtu.

Obr. 34. Sériový rezonanční obvod, kde rezistor R představuje činný odpor cívky



Budeme-li závislost proudu v obvodu a kmitočtu zdroje vynášet do grafu, zjistíme, že při jistém kmitočtu, kterému říkáme rezonanční, je proud v obvodu maximální (impedance obvodu tedy minimální). Při tomto kmitočtu je indukční reaktance cívky stejně velká jako kapacitní reaktance kondenzátoru ($X_L = X_C$). Jejich algebraický součet je tedy roven nule (vzájemně se vyruší) a impedanci obvodu tvoří jen činný (ohmický) odpor R , který určuje proud v obvodu.

Obr. 35. Průběh proudu sériového LC obvodu v závislosti na kmitočtu a činiteli jakosti



Obr. 36. Indukční a kapacitní reaktance se při rezonanci vyruší a v obvodu zůstává jen činný odpor

Stavu, kdy indukční a kapacitní reaktance jsou si rovny, říkáme rezonance. Rezonanční kmitočet určíme z uvedené rovnosti reaktancí, kdy

$$X_L = X_C \rightarrow 2\pi f \cdot L = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

z čehož matematickou úpravou dostaneme Thompsonův vzorec pro určení rezonančního kmitočtu:

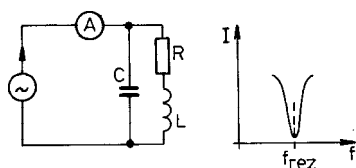
$$f_{\text{rez}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad [\text{Hz}; \text{H}, \text{F}]$$

V praxi se však používá tento vztah ve tvaru:

$$f_{\text{rez}} = \sqrt{\frac{25330}{LC}} \quad [\text{MHz}; \mu\text{H}, \text{pF}]$$

Sériový rezonanční obvod je tedy při rezonanci charakterizován velmi malým, čistě reálným odporem. Při vyšších kmitočtech, než je rezonanční, převládá indukční charakter nad kapacitním, tj. obvod se chová jako impedance indukčního rázu. Při kmitočtech nižších, než je rezonanční, převládá kapacitní charakter impedance obvodu.

Analogicky pro ideální paralelní rezonanční obvod bude platit, že se při rezonanci chová jako nekonečně velký odpor. Při kmitočtech nižších jeví se jako indukčnost a při kmitočtech vyšších, než je rezonanční, jeví se jako kapacita.



Obr. 37. Paralelní rezonanční obvod a závislost proudu protékajícího tímto obvodem na kmitočtu

Tyto všechny poznatky vyplývají také z vektorových diagramů paralelních a sériových rezonančních obvodů.

Tvar rezonanční křivky ve všech případech závisí na jakosti obvodu Q (tzn. do jaké míry se změní impedance při rozladění od rezonance).

Oba tyto obvody, zvané rezonanční, mají v radiotechnice velký význam. Sériových rezonančních obvodů se používá jako odlaďovačů. Pro rušivý kmitočet je obvod nalaďen do rezonance a svým malým odporem tak představuje prakticky zkrat pro nežádoucí kmitočty. Pro ostatní kmitočty je jeho impedance několikanásobně větší. Paralelní rezonanční obvod se používá příkladně na vstupu přijímače, kde při rezonančním kmitočtu má největší impedanci a to znamená i největší napětí od stanice, na jejíž kmitočet je nalaďen. Kromě toho jsou rezonanční obvody základem většiny kmitavých obvodů oscilátorů, tj. zdrojů elektromagnetických kmitů.

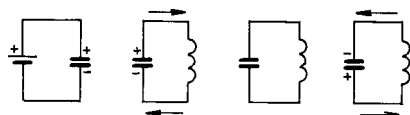
Kmitavý obvod

Představme si paralelní rezonanční obvod, jehož kondenzátor v první fázi nabijeme z pomocného zdroje na určité napětí. Zdroj pak odpojíme a nabitý kondenzátor připojíme paralelně k cívce. Náboj kondenzátoru se bude přes cívku vybíjet a napětí na jeho deskách postupně klesá, až se úplně vybije. Současně průtokem tohoto vybíjecího proudu cívkou vzniká elektromagnetické pole a cívka v ní vzniklým napětím nabíjí kondenzátor s opačnou

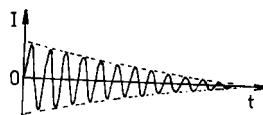
polaritou. Energie elektromagnetického pole klesá, ale stoupá napětí na kondenzátoru, dokud mu cívka neodevzdá veškerou energii. Takto proud v obvodu neustále mění směr, až vlivem ztrát na odporu cívky a v dielektriku kondenzátoru se veškerá energie vyčerpá - změní se v teplo. V obvodu vznikl proud, který neustále měnil směr, tj. proud střídavý. Obvod kmital, oscilloval. Kmity však trvaly jen omezenou dobu, jejich amplituda se vlivem ztrát v obvodu snižuje, až kmity zcela zaniknou. Těmto kmitům říkáme kmity tlumené. V radiotechnice však využíváme hlavně kmity netlumené, jejichž amplituda je stálá.

Netlumené kmity získáme, když kmitavý obvod upravíme tak, že pravidelně doplňujeme z nějakého aktivního členu elektrickou energii. Takto upravenému obvodu pak říkáme oscilátor.

Kmitočet tlumených i netlumených kmitů je dán vždy rezonančním kmitočtem kmitavého obvodu.



Obr. 38. Vznik tlumených kmitů



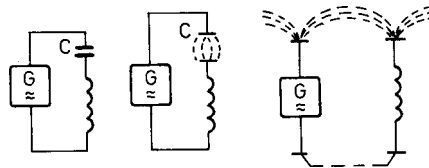
Obr. 39. Tlumené kmity

Zesílením netlumených kmitů z oscilátoru a jejich navázáním na kmitavý obvod, který symbolicky oddálením kondenzátorových desek otevřeme, získáme tzv. „otevřený kmitavý obvod“. Vf napětí na tomto obvodu se pochopitelně objeví současně také na kondenzátoru jako jeho součásti. Mezi deskami kondenzátoru tak vznikne střídavé elektrické pole, které pochopitelně vyvolá vysokofrekvenční proud dielektrikem a tím celým obvodem. Jak víme z předchozího, průtokem elektrického proudu vzniká vždy magnetické pole, jehož siločáry jsou kolmé na směr proudu. V okolí otevřeného kmitavého okruhu vzniká tzv. elektromagnetické pole, jehož obě složky, elektrické a magnetické pole, jsou na sebe vzájemně kolmé.

V každém bodě okolního prostoru tak můžeme naměřit vektor intenzity elektrického pole E (měří se ve voltech na metr - V/m) a na něj kolmý vektor magnetického pole H (A/m).

Toto elektromagnetické pole nazýváme elektromagnetické vlnění a dipól, který vznikl otevřením kmitavého obvodu a který vysílá elektromagnetické vlny do prostoru, vysílací anténou. Elektromagnetickým vlnám stačí pak už jen nějakým způsobem vtisknout potřebnou informaci (buď ve formě telegrafních značek nebo modulací hovorového spektra) a můžeme při vhodné volbě délky vlny přenášet zprávy rádiiem na různé vzdálenosti.

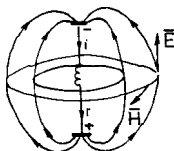
Ve výjimečných případech, kdy je elektrické pole nežádoucí (mezifrekvenční obvody přijímače apod.), stačí příslušné obvody stínit vodivým materiálem, který nemusí být feromagnetický.



Obr. 40. Vznik otevřeného kmitavého obvodu s anténou

Jestliže se elektromagnetické vlnění šíří prostorem tak, že vektory elektrického a magnetického pole jsou na sebe stále kolmé, říkáme, že elektromagnetická vlna má lineární polarizaci. V případě, že se oba vektory otáčejí kolem osy dané směrem šíření, mluvíme o elektromagnetickém vlnění s kruhovou polarizací.

Pokud při lineární polarizaci je vektor elektrického pole stále v rovině kolmé k zemskému povrchu, jedná se o vertikální polarizaci. A je-li vektor elektrického pole stále rovnoběžný se zemským povrchem, mluvíme o polarizaci horizontální.



Obr. 41. Princip vzniku elektromagnetického pole

Délka vlny

Rádiové vlny dělíme podle kmitočtu či délky vlny na dlouhé, střední, krátké, velmi krátké a ultrakrátké. Každá z těchto vln se šíří prostorem jiným způsobem, na jiné vzdálenosti a platí pro ně jiné zákonitosti. Prostorem se rádiové vlny šíří rychlostí světla, což je přibližně 300 000 km/s.

Kromě kmitočtu se uvádí často i délka vlny. Je to vzdálenost, o jakou postoupí elektromagnetická vlna za jeden kmit. Délku vlny označujeme řeckým písmenem λ (lambda) a platí:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f},$$

kde λ = délka vlny [m],
 c = rychlost šíření elektromagnetických vln
 (pro vakuum a vzduch je to přibližně $3 \cdot 10^8$ m/s),
 T = doba periody [s]
 f = kmitočet [Hz].

V radioamatérské praxi se většinou používá tento vztah ve tvaru:

$$\lambda = \frac{300}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}].$$

Princip rádiového přenosu

Nízkofrekvenční signál, tj. signál slyšitelný lidským uchem, snadno přeměníme mikrofonem na elektrické napětí. Toto napětí lze pochopitelně patřičně zesílit napěťově či výkonově a pomocí reproduktoru převést zpět na slyšitelný zvuk. V každém případě lze však tento zvukový signál z reproduktorů šířit tak na stovky metrů. Dále jen na úkor srozumitelnosti, zejména vlivem odrazů. To známe ze sportovních stadiónů, nádraží či místních rozhlasů.

Účinně se šířit prostorem je schopna pouze vysokofrekvenční elektromagnetická vlna, tj. vlnění s podstatně vyšším kmitočtem, než je hovorové spektrum. Proto v praxi, při rádiovém přenosu, jsou základem vysokofrekvenční kmity, které patřičně zesílíme. Těmto kmitům říkáme nosný kmitočet, neboť skutečně slouží jen jako nosič. Jsou pak dále ovlivňovány (modulovány) slyšitelným nízkofrekvenčním signálem z mikrofonu a přivedeny z vysílače do antény, která zajistí jejich rozšíření do okolního prostoru.

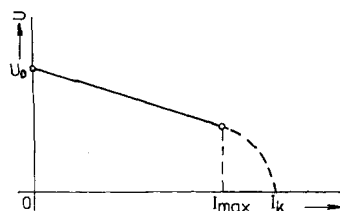
Na druhé straně sdělovací cesty je modulovaná nosná vlna zachycena přijímací anténou, v přijímači je pak pomocí jednoho nebo několika rezonančních obvodů vybrán signál požadovaného kmitočtu, který je dále zesílen a detekován (detekce je oddělení nízkofrekvenčního hovorového spektra od vysokofrekvenční nosné vlny). V dalším stupni je už získaný nízkofrekvenční signál jen zesílen a reproduktorem převeden na slyšitelný.

O tom, jakými způsoby lze ovlivnit nosnou hovorovým spektrem (modulovat), bude podrobnější zmínka až v dalších kapitolách, neboť druhů modulace je několik. Nehledě k tomu, že v neposlední řadě lze informace přenášet také tak, že nosnou vlnu přerušujeme v rytmu telegrafních značek.

3. ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE PRO NAPÁJENÍ RÁDIOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Základní vlastnosti jakéhokoliv zdroje elektrické energie vyplývají z průběhu jeho zatěžovací charakteristiky. Ta udává, jak závisí svorkové napětí zdroje na odebíraném proudu. Napětí, které dává zdroj bez zátěže (naprázdno), označujeme zpravidla jako elektromotorické napětí. S rostoucím zatěžovacím proudem svorkové napětí klesá až po maximální proud, který je možno ze zdroje odebírat. Průběh zatěžovací charakteristiky by měl být alespoň v pracovní oblasti pokud možno přímkový.

Obr. 42. Průběh zatěžovací charakteristiky zdroje



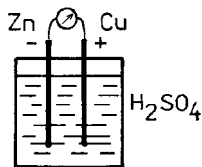
Každý zdroj má jistý vnitřní odpor. Na jeho velikosti závisí zatěžovací charakteristika. Čím rychleji klesá napětí zdroje při rostoucím zatížení, tím větší je jeho vnitřní odpor. Zdrojům s malým vnitřním odporem (tzn. s pozvolna klesající zatěžovací charakteristikou) říkáme „tvrdé zdroje“. Ty jsou zpravidla nejvýhodnější. Zatěžovací charakteristiku a tím i vnitřní odpor zdroje lze v omezené oblasti pracovního napětí a proudu vylepšit stabilizací napětí.

Každé rádiové zařízení obsahující aktivní prvky potřebuje pro svoji činnost zdroj elektrické energie. V radioamatérské praxi používáme zpravidla některý z těchto tří:

- chemické zdroje,
- elektrické agregáty,
- elektrorozvodná síť.

Chemické zdroje elektrické energie

Zde je nutno v první řadě zdůraznit, že tyto zdroje, měnící energii chemickou na elektrickou, jsou výhradně zdrojem stejnosměrného proudu. Dělíme je na primární, tj. ty, které lze využívat jen do jejich vyčerpání (galvanické články), a na sekundární, které po vyčerpání lze znovu nabít z pomocného zdroje a uvést tak do původního stavu.



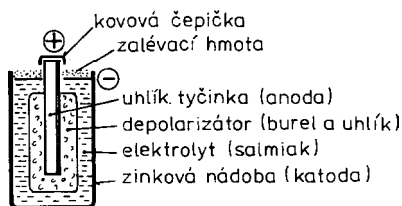
Obr. 43. Voltův galvanický článek

Nejstarším z primárních chemických zdrojů je galvanický článek Voltův. Skládá se ze zinkové a měděné elektrody ponořené do zředěné kyseliny sírové. Chemickými procesy vzniká mezi elektrodami a elektrolytem potenciální rozdíl a na elektrodách naměříme napětí

asi jeden volt. Při chemickém procesu se elektrody postupně rozpouštějí, až se elektrolyt nasatí a článek je vybit.

Tyto galvanické články s tekutým elektrolytem (mokrý) se už prakticky nepoužívají a patří historii. Dnes jsou běžné články s elektrolytem v podobě rosolu (suché články).

Konstrukční uspořádání nejpoužívanějšího suchého burelozinkového článku je uvedeno na obr. 44. Obal tvoří zinková nádoba, která je současně zápornou elektrodou. V nádobě je zahuštěný roztok salmiaku. Kladnou elektrodou je uhlík. Depolarizátorem (přivádí kyslík k povrchu kladné elektrody) je burel. Napětí takového článku je 1,5 V.



Obr. 44. Konstrukční uspořádání suchého článku

Při vybíjení napětí článku klesá. Pokud klesne na 0,9 až 0,8 V, považujeme jej za vybitý. Články tohoto druhu se při skladování vybíjejí samovolně, a proto mají krátkou záruční dobu použití.

Z praxe známe podle provedení zejména:

- tužkový článek (1,5 V),
- monočlánek (1,5 V),
- plochá baterie (4,5 V),
- destičková baterie (9 V).

Běžně je v prodeji celá řada druhů suchých galvanických článků, které se liší provedením, maximálním proudem, životností a hlavně cenou.

Příkladem sekundárního elektrochemického zdroje elektrické energie je akumulátor. Aby měl akumulátor napětí, musíme jej nejdřív nabít z pomocného zdroje - nabíječe. Nabíjením se v něm mění elektrická energie na chemickou. Při vybíjení naopak. Schopnost hromadit elektrickou energii, tedy akumulační schopnost, se vyjadřuje kapacitou akumulátoru. Ta je dána součinem vybíjecího proudu a počtu hodin, po které je akumulátor vybíjen.

$$K = I_v \cdot t$$

kde K = kapacita akumulátoru v ampérhodinách (Ah),

I_v = vybíjecí proud v ampérech,

t = doba vybíjení v hodinách.

Příkladně akumulátor, který má kapacitu $K = 36$ Ah, můžeme vybit proudem $I_v = 3,6$ A po dobu $t = 10$ h ($3,6$ A \cdot 10 h = 36 Ah), nebo proudem $I_v = 1,8$ A po dobu $t = 20$ h ($1,8$ A \cdot 20 h = 36 Ah) atd. Obráceně, uvádí-li výrobce u akumulátoru s kapacitou 120 Ah maximální nabíjecí proud $0,1$ kapacity, pak bude maximální nabíjecí proud $120 \cdot 0,1 = 12$ A.

Díky motorismu dosáhly největšího rozšíření akumulátory kyselinové s olověnými deskami (elektrolytem je zředěná kyselina sírová). Jejich výhodou je poměrně velké napětí na článek (2 V) a hlavně jejich malý vnitřní odpor, tzn., že jsou schopny krátkodobě dodat

velký proud (důležité při startování spalovacích motorů). Nevýhodou je jejich velká hmotnost, malá mechanická odolnost, samovolné vybíjení a hlavně skutečnost, že zůstane-li tento akumulátor ve vybitém stavu, zkracuje to značně jeho dobu života. Tyto akumulátory se nabíjejí zpravidla proudem rovným desetina jeho kapacity nebo proudem menším.

Ve snaze dosáhnout delší trvanlivosti byla vyvinuta celá řada alkalických akumulátorů, kde elektrolytem je louh draselný nebo louh sodný. Jsou to zejména akumulátory niklokadmiové, oceloniklové, stříbrozinkové atd. Tyto akumulátory mají menší napětí na článek (1,3 až 1,5 V), ale snesou horší zacházení i mráz bez poškození a jejich životnost je pětikrát větší než akumulátorů olověných.

U všech akumulátorů je nutno dbát, aby desky byly neustále více než 10 mm pod hladinou elektrolytu (podle potřeby dolévat destilovanou vodu). Při nabíjení je nutno otevřít plnicí otvory, aby mohl unikat vznikající plyn a v souvislosti se vznikem a únikem těchto plynů se musíme také vyvarovat manipulace s otevřeným ohněm, zejména v konečné fázi nabíjení. Ve všech případech je nutno respektovat pokyny výrobce, hlavně pokud se týká skladování, hustoty elektrolytu či maximálního nabíjecího proudu.

V poslední době se značně rozšířilo používání některých akumulátorů v těsném provedení. Jejich obsluha je pochopitelně značně jednodušší a hlavně není třeba kontrolovat pravidelně stav elektrolytu. Hlavně v menším provedení pro přenosná zařízení jsou nejpoužívanější články niklokadmiové (NiCd). Obsahují však velké množství kadmia, které tvoří zápornou elektrodu, a jsou proto silně toxické. V budoucnu se počítá s jejich náhradou články niklohydridovými, které jsou z ekologického hlediska nezávadné. U NiCd akumulátorů je elektrolyt nasáklý v aktivní hmotě elektrod a pórech separátoru. V článku není tedy žádný tekutý elektrolyt ani prostor pro volné plyny. Elektrody jsou v alkalickém roztoku nerozpustné ve kterékoliv fázi pracovního cyklu. Chemické reakce nepůsobí úbytek aktivní hmoty elektrod, což značně prodlužuje životnost. Pokud články nenabíjíme nebo nevybíjíme velkými proudy, garantují výrobci 500 až 1000 cyklů. Z toho důvodu i přes značnou cenu je jejich využití, zejména u často používaných zařízení, hospodárnější než používání suchých primárních článků. Vyrábějí se ve všech běžných provedeních (monočlánek velký a malý, tužkové, 9 V atd.) a dokonce i hranaté.

Akumulátory nebo i suché primární články lze spojit do série, pokud potřebujeme větší napětí. Paralelně zase tam, kde je třeba při stejném napětí zvětšit kapacitu, ale to za předpokladu minimálně stejného napětí a kapacity. Nikdy nekombinujeme akumulátory s primárními články nebo akumulátory různého stáří a kapacity. Nejsou-li akumulátory stejné kvalitou a některý je dříve vybit, pak při vzájemném spojení s ostatními se poškozuje ty lepší.

Elektrické agregáty

Elektrický agregát je vlastně spalovací motor, který pohání mechanicky spřažený alternátor (při výrobě střídavého proudu) nebo dynamo (při výrobě stejnosměrného proudu). Nejvýhodnější jsou alternátory dodávající střídavé napětí 220 V/50 Hz odpovídajícího výkonu. Tato zařízení jsou však jak pořízovací cenou, tak provozem drahá a používají se proto jen výjimečně.

Elektrorozvodná síť

Elektrorozvodná síť je základním a nejrozšířenějším zdrojem elektrické energie pro napájení rádiových zařízení. U nás dodává obvykle napětí 230 V/50 Hz nebo v třífázové soustavě 3x400 V.

Radiotechnická zařízení však pro svůj provoz vyžadují rozličná napětí a proudy, a proto

se elektrická energie rozvodné sítě patřičně upravuje v napájecím zdroji.

Napájecí zdroj sestává z těchto základních částí:

- a) síťový transformátor,
- b) usměrňovač,
- c) filtr,
- d) stabilizátor napětí.

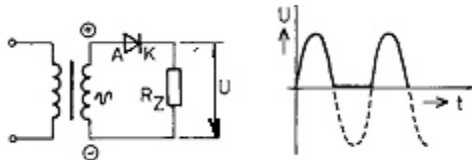
a) Síťový transformátor

Síťový transformátor slouží jednak k oddělení radiotechnického zařízení od rozvodné soustavy a jednak k transformaci, tj. snížení či zvýšení napětí. Podrobněji je o této části napájecího zdroje pojednáno v kapitole „Transformátory“.

b) Usměrňovač

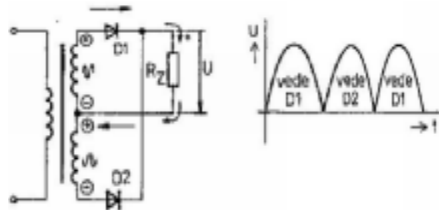
Usměrňovač, který následuje za síťovým transformátorem, slouží k přeměně střídavého napětí na stejnosměrné, většinou tepavého průběhu. Dnes už se v usměrňovačích využívá jen usměrňovací efekt polovodičových diod. Dioda je totiž součástka, která vede elektrický proud jen v tom případě, že je její anoda kladnější než katoda. V opačném případě proud nevede.

Nejjednodušší je usměrňovač jednocestný (viz obr. 45). Při kladné půlperiodě sinusového napětí transformátoru (jak je vyznačeno na obou koncích sekundárního vinutí) je anoda kladná a katoda záporná (minus z druhého konce transformátoru přes R_z na katodu) tzn., že dioda vede. Na zatěžovacím rezistoru R_z se objeví napětí, které má stejný průběh jako střídavé napětí na anodě diody, ale jen pokud trvá kladná půlperioda sinusovky. Při záporné půlperiodě (opačné polaritě, než je uvedeno na obrázku) dioda nevede, neboť anoda je záporná a katoda kladná. Diodou tedy neteče žádný proud a na R_z nebude napětí.



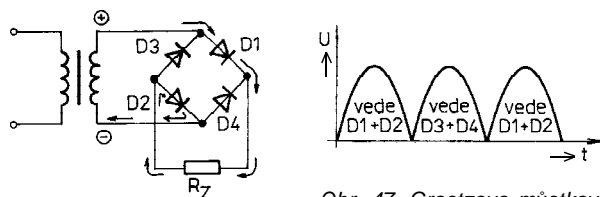
Obr. 45. Zapojení jednocestného usměrňovače a průběh usměrněného napětí na R_z

Dvoucestné usměrňovače mají tu výhodu, že usměrní obě půlvlny. Zapojení uvedené na obr. 46 má na sekundární straně transformátoru dvě stejná vinutí a každé z těchto vinutí má svoji diodu. Diody pracují do společné zátěže R_z . Při kladné půlvlně (polarita je taková, jak je vyznačeno na obr. 46) vede dioda D1, neboť její anoda je kladná a katoda záporná (minus zase z druhého konce sekundárního vinutí-středu, přes R_z na katodu). Dioda D2 nevede, neboť její anoda je záporná a katoda kladná. V následující půlperiodě sinusovky bude polarita na vývodech sekundárního vinutí transformátoru opačná, a tak dioda D1 nevede a D2 vede. Výsledný průběh napětí na R_z je uveden na stejném obrázku.



Obr. 46. Dvoucestný usměrňovač s dvojím sekundárním vinutím transformátoru a tvar usměrněného napětí na R_z

Jinou variantou dvoucestného usměrňovače je tzv. Graetzovo zapojení. V tomto případě vystačíme jen s jedním vinutím transformátoru, ale jsou potřeba čtyři diody. Výsledný průběh usměrněného napětí na zátěži je stejný jako v předchozím případě. Při kladné půlvlně (polarita napětí na sekundárním vinutí je taková, jak je vyznačeno na obrázku) vede D1 a D2. Tyto diody jsou ve vodivém stavu v obvodu „horní část sekundárního vinutí transformátoru, dioda D1, R_z , D2 a druhý konec sekundárního vinutí“. Diody D3 a D4 nevedou. V následující půlperiódě, kdy bude polarita opačná, než je uvedeno na obrázku, povedou zase diody D3 a D4.



Obr. 47. Graetzovo můstkové zapojení dvoucestného usměrňovače a průběh výstupního napětí

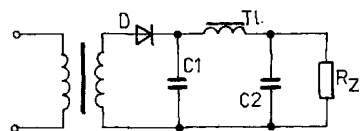
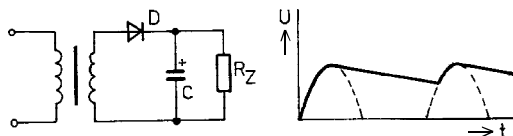
Které z uvedených zapojení dvoucestného usměrňovače zvolíme, záleží jen na použitém transformátoru. Při poměrně nízké ceně polovodičových diod je výhodnější použít můstkové zapojení.

c) Filtrace

Získané pulzující napětí není možno bez další úpravy použít. Způsobuje velmi silný brum, a proto je třeba průběh napětí „vyhladit“, aby poklesy napětí byly co nejmenší. K tomu účelu se na výstup usměrňovače připojuje filtr. Ve většině případů je tvořen elektrolytickými kondenzátory velké kapacity. V čase, kdy usměrňovací dioda vede, nabíjí se kondenzátor až na maximální napětí a drží pak náboj po dobu, kdy napětí z usměrňovače klesá. Usměrněný a vyfiltrovaný proud má pak tvar znázorněný na obr. 48. Z obrázku je patrné, že je snazší filtrovat napětí z dvoucestného usměrňovače, než z usměrňovače jednocestného. Zvlnění pochopitelně vždy nějaké zůstává, je však tím menší, čím větší je kapacita kondenzátorů a čím menší je proud zátěží. Často nestačí na filtraci jen kondenzátor a filtr je doplňován tlumivkou, případně dalším kondenzátorem (filtrační II článek).

Lepší filtrace je nutná zejména tam, kde zesilujeme malá napětí nebo proudy.

Obr. 48. Filtrace jednocestného usměrňovače filtračním kondenzátorem a výsledný průběh napětí

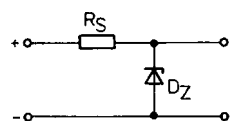
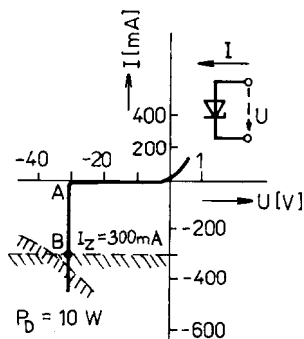


Obr. 49. Filtrace P článkem se dvěma kondenzátory a filtrační tlumivkou

d) Stabilizace napětí

V některých případech (příkladně u oscilátorů) vadí, že napětí ze zdroje kolísá v závislosti na odebraném proudu. Z toho důvodu za filtrem nezřídka následuje ještě stabilizátor napětí.

Obr. 50. Voltampérová charakteristika Zenerovy diody a její schematická značka



Obr. 51. Zenerova dioda jako stabilizátor napětí

Dříve byly pro tyto účely využívány doutnavkové stabilizátory plněné plynem. Jejich zápalné napětí je však kolem 70 V a větší, proto jsou pro tranzistorové obvody téměř nepoužitelné. Dnes se pro stabilizaci stejnosměrných napětí používá speciální polovodičový prvek - Zenerova dioda. Ta se v propustném směru chová jako běžná plošná dioda. V nepropustném směru je závěrný proud několik mikroampér (tzn. dioda vlastně nevede) až do té doby, kdy dosáhne tzv. Zenerova napětí. Pak proud diodou prudce narůstá a jeho hodnotu je třeba omezit sériovým rezistorem R_S . V této oblasti i při poměrně velkých změnách proudu zůstává napětí na diodě konstantní, čehož se právě využívá ke stabilizaci nebo alespoň jako zdroje referenčního napětí (obr. 50 a 51).

Zenerovy diody se vyrábějí pro napětí od 2 V do stovek voltů. Tyto diody lze zapojovat do série a zvyšovat tak stabilizované napětí.

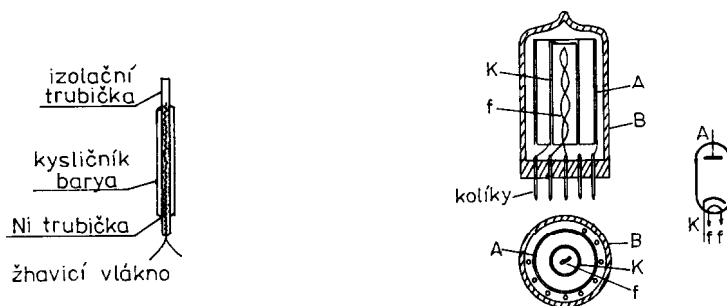
Pro lepší stabilizaci a větší proudy se vyrábějí integrované obvody výhradně s tímto určením. Umí stabilizovat proudy až do několika ampér. Většinou jsou odolné proti zkratu a často s možností nastavit velikost stabilizovaného napětí.

4. ELEKTRONKY

Princip elektronky je založen na vedení elektrického proudu mezi katodou, která elektrony emituje, a mezi anodou, která je přitahuje. Základem je tedy katoda, jejíž funkce spočívá v tom, že ohřátím kovového vlákna na určitou teplotu urychlíme pohyb elektronů natolik, že některé z nich jsou schopny tuto katodu opustit (vystřelují do okolního prostoru) - emitovat. Tomuto jevu říkáme termická emise.

Katoda se ohřívá průtokem elektrického proudu žhavicím vláknem. Je-li katodou přímo žhavené vlákno (většinou z thoriovaného wolframu), mluvíme o přímo žhavené katodě. Taková katoda se využívá jen u větších vysílacích a tzv. bateriových elektronek. U malých elektronek bývá katoda nepřímo žhavená. V praxi je to provedeno tak, že na vlastní žhavicí vlákno je navléknuta izolovaná niklová trubička s vrstvou látek, jež snadno emitují elektrony už při nižší teplotě vlákna. Emitující látky (zpravidla kysličníky barya) jsou tedy ohřívány nepřímo přes izolační vložku. Nepřímo žhavené katody se používá z toho důvodu, že se u tohoto provedení daleko méně projevuje brum vznikající žhavením vlákna střídavým proudem.

Obr. 53. Zjednodušený řez diodou a schematická značka vakuové diody: f - žhavicí vlákno, K - katoda, A - anoda, B - skleněná baňka

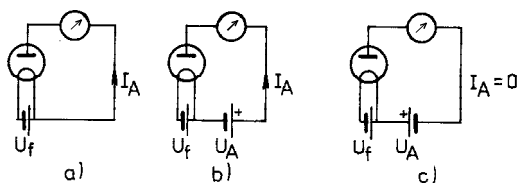


Obr. 52. Nepřímo žhavená katoda

Nejjednodušší elektronkou je dioda. Má jen dvě elektrody, katodu (žhavenou) a anodu, která je tvořena kovovým válečkem blízko katody. Celek je uzavřen zpravidla do skleněné baňky s vyčerpaným vzduchem.

Spojíme-li u diody anodu s katodou přes citlivý měřicí přístroj a katoda nebude nažhavená, nepoteče diodou žádný proud. Výchylka měřícího přístroje bude nulová. Po nažhavení katody začne obvodem protékat nepatrný proud (obr. 54a), kterému říkáme náběhový. Je způsoben nepatrným množstvím elektronů emitovaných katodou, které bez pomoci kladného napětí dosáhly anody. Připojíme-li u nažhavené diody na anodu kladné napětí vůči katodě (obr. 54b), bude kladně polarizovaná anoda přitahovat záporné elektrony emitované katodou. Diodou a tím i celým obvodem protéká podstatně větší proud, kterému říkáme anodový. Jeho velikost závisí na velikosti anodového napětí.

Obr. 54. Princip usměrňovacího efektu vakuové diody:



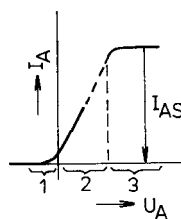
- a) Anodový proud I_A je velmi malý (náběhový proud).
- b) Teče anodový proud, jeho velikost závisí na U_A .
- c) Anodový proud I_A neteče (anoda je záporná vůči katodě)

Připojíme-li u žhavené diody na anodu takové napětí, že je anoda záporná a katoda kladná, nepoteče obvodem žádný proud. Záporná anoda svým potenciálem odpuzuje záporné elektrony a vrací je zpět ke katodě (obr. 54c).

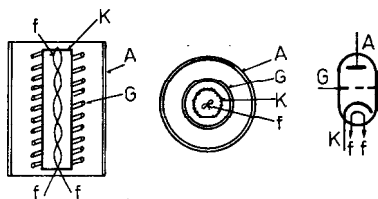
Diodou tedy teče proud, pokud je její anoda kladnější než katoda. V opačném případě (pokud je anoda záporná proti katodě) proud neteče. Tohoto jevu se v praxi využívá k usměrňení střídavého proudu.

Grafickému znázornění závislosti proudu na anodovém napětí říkáme charakteristika diody (obr. 55). V její oblasti 3 vzniká tzv. nasycený stav, kdy už všechny elektrony emitované katodou dosáhly anody. Oblast 1 je oblastí náběhového proudu.

Obr. 55. Charakteristika vakuové diody



Trioda je elektronka se třemi elektrodami. Vzniká vložením další elektrody, zvané mřížka, mezi katodu a anodu. Mřížka je tvořena šroubovicí z tenkého molybdenového drátku, umístěného v těsné blízkosti katody. Trioda má tři obvody: žhavicí, mřížkový a anodový.

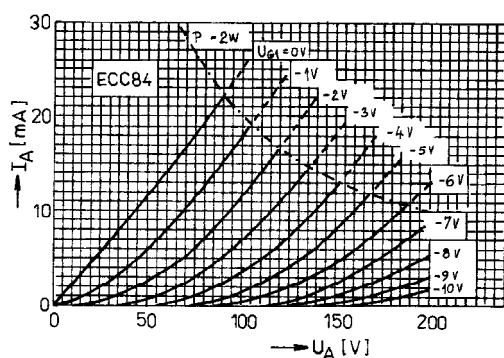


Obr. 56. Zjednodušený řez triodou a její schematická značka: f - žhavicí vlákno, K - katoda, G - mřížka, A - anoda

Napětí na mřížce triody je ve srovnání s anodovým napětím malé (jen několik voltů), přičemž anodové napětí je několik desítek nebo stovek voltů. I tak mřížkové napětí podstatně ovlivňuje velikost anodového proudu. Mřížka svým malým potenciálem vůči katodě urychluje nebo zpomaluje elektrony, které skrz ni procházejí k anodě, a určuje tak, jaké množství elektronů v daném okamžiku dopadne na anodu, tj. jaký poteče anodový proud. Malým napětím na mřížce se podstatně mění velikost anodového proudu. Trioda je schopna zesilovat napětí nebo výkon a je tedy aktivním prvkem.

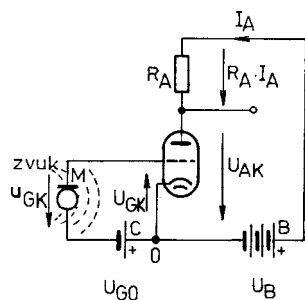
Závislost anodového proudu na napětí mřížky a anody se uvádí grafickou formou pomocí tzv. charakteristik elektronky. Ty jsou potřeba pro kompletní návrh zesilovače apod. Najdeme je v katalogu nebo je musíme změřit. Pro rychlé posouzení elektronky je zaveden pojem strmost. Ten udává, o kolik miliampérů vzroste anodový proud při změně mřížkového napětí o jeden volt (při stálém anodovém napětí).

$$S = \frac{\Delta I_A}{\Delta U_G} \quad [\text{mA}, \text{V}]$$



Obr. 57. Příklad charakteristik elektronky z katalogu výrobce

Základní zapojení zesilovacího stupně s triodou je uvedeno na obr. 58. Pomocným zdrojem v mřížkovém obvodu nastavíme klidový anodový proud. Malým střídavým napětím z mikrofonu, přivedeným na mřížku, měníme velikost anodového proudu a bude záležet jen na velikosti zatěžovacího rezistoru R_A a strmosti triody, jak velký bude úbytek napětí na R_A , tj. jak velké bude zesílení.



Obr. 58. Příklad základního zapojení zesilovacího stupně s triodou. Zesílený signál vzniká na pracovním anodovém rezistoru R_A

Trioda je tvořena soustavou tří elektrod, které se chovají jako kondenzátory a jejich kapacity mají rozhodující vliv na použitelnost triody zejména při vyšších kmitočtech. Jsou to kapacity mezi mřížkou a katodou, mřížkou a anodou a v neposlední řadě i mezi anodou a

katodou. Hlavně kapacita C_{GA} způsobuje nežádoucí vazbu mezi vstupním a výstupním obvodem, výsledkem čehož je nežádoucí rozkmitání zesilovače. Ke zmírnění tohoto vlivu je pak nutný neutralizační obvod.

U tetrody je tento vliv potlačen druhou mřížkou. Aby se zabránilo sekundární emisi elektronů z anody na druhou mřížku a tím nežádoucí změně charakteristik, přidává se mezi anodu a druhou mřížku ještě mřížka třetí. Ta je většinou spojena s katodou. Elektronka se čtyřmi elektrodami je tetroda, elektronka s pěti elektrodami je pentoda.

Dnes už se elektronek používá čím dál tím méně. Jen v koncových stupních vysílačů velkých výkonů. Jsou vytlačovány polovodičovými aktivními prvky - tranzistory. Termické emise se dosud využívá u klasických obrazovek.

Hlavní nevýhodou elektronek proti polovodičovým součástkám je nutnost žhavicího příkonu. Tím značně klesá účinnost zesilovacího stupně. Další nevýhodou je menší mechanická odolnost a krátká životnost.

5. POLOVODIČE

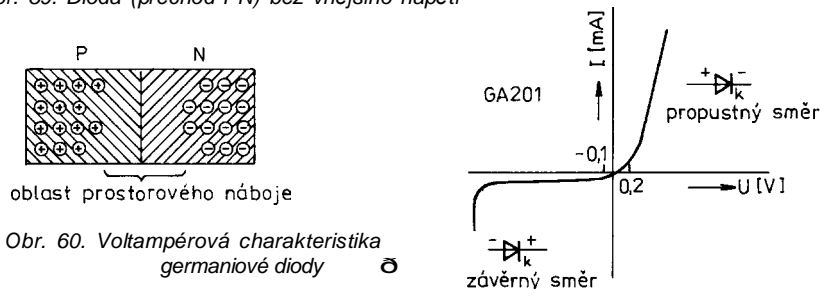
Vedle vodičů a izolantů existuje skupina látek, které nazýváme polovodiče. Ty se při velmi nízkých teplotách chovají jako dokonalé izolanty, ale při vyšších teplotách se jejich vodivost zvětšuje.

Další jejich důležitou vlastností je, že přidáme-li k prvku vlastního polovodiče vhodnou nečistotu, stává se vodivým. Přičemž nečistotou rozumíme prvek, který má ve své valenční sféře o jeden elektron více nebo méně než vlastní polovodič. Jako základ, tj. vlastní polovodič se nejvíce používá křemík nebo germanium se čtyřmi elektrony ve valenční sféře. Přidáme-li nečistotu ve formě prvku, který má ve valenční sféře pět elektronů (arzen), pak ve vazbě s vlastním polovodičem se projeví nadbytek elektronů, které způsobí vodivost typu N (negativní - elektronová). V případě, že nečistoty jsou atomy prvku se třemi valenčními elektrony (hliník, galium), pak ve vazbě s vlastním polovodičem elektrony chybějí; vznikají místo nich prázdné díry, kde chybí elektron a převládá tak kladný náboj. V tomto případě mluvíme o vodivosti typu P (pozitivní neboli děrová).

Polovodičová dioda

Styk dvou rozhraní o různé vodivosti se nazývá přechod PN či NP a vytváří základní polovodičovou součástku - polovodičovou diodu. Jak vypadá takový přechod bez připojeného vnějšího napětí, je patrné z obr. 59. V místě styku vzniká oblast tzv. prostorového náboje, kde nejsou žádné vodivé částice a odpovídá napětí asi 0,4 V u germania a 0,8 V u křemíku. Pokud připojíme na diodu napětí v propustném směru a to překročí hodnotu prahového náboje, je přechod zaplaven pohyblivými nosiči a dioda vede. Proud, který skrz ni prochází, závisí na velikosti připojeného napětí a zvětšuje se zhruba exponenciálně. (Viz voltampérová charakteristika na obr. 60.) Omezujícím parametrem v tomto případě je maximální možný trvalý proud diodou, který je dán její konstrukcí.

Obr. 59. Dioda (přechod PN) bez vnějšího napětí



Obr. 60. Voltampérová charakteristika germaniové diody

V nepropustném směru dioda nevede. Teče skrz ni jen nepatrný proud, kterému říkáme závěrný. Je v poměrně širokém rozsahu závěrného napětí stálý. Až při jistém napětí (napětí v nepropustném směru) dochází k průrazu a zničení diody. Maximální napětí v závěrném směru je tedy dalším omezujícím parametrem polovodičové diody. Omezujícím parametrem je také maximální ztrátový výkon. Při průchodu proudem diodou vzniká díky jejímu vnitřnímu odporu úbytek napětí a dioda se ohřívá. Při větších proudech je nutno ji chladit, abychom nepřekročili maximální povolenou teplotu přechodu.

Maximální i charakteristické hodnoty najdeme vždy pro daný typ v katalogu výrobce. Druhů polovodičových diod co do provedení a použití je celá řada. Stručně se zmíníme jen o těch základních.

Hrotová dioda - základní desky s vodivostí N se dotýká wolframový drátek. Oblast s vodivostí typu P vznikne v místě styku drátku se základní deskou proudovým impulsem při formování. Tyto diody mají velmi malou kapacitu přechodu, nepatrnou parazitní indukčnost a tím i vysoký mezní kmitočet (GHz). Propustný proud je malý. Používá se jako usměrňovač vysokofrekvenčních proudů. Nevýhodou je malá mechanická odolnost.

Diody se zlatým hrotem - hrot je zataven do základní desky a z toho vyplývá i základní rozdíl proti běžné hrotové diodě - podstatně větší mechanická odolnost. Ostatní parametry jsou přibližně stejné jako u hrotové diody.

Plošná dioda - má proti předchozím velkou vlastní kapacitu přechodu. Maximální provozní kmitočet jsou jen desítky kHz. Propustný proud je však až 1000 A při poměrně velkém závěrném napětí a velké mechanické odolnosti. Používá se hlavně k usměrnění síťových napětí.

Zenerova dioda - je zvláštním druhem plošné diody, která je bohatěji dotovaná nečistotami. Používá se v zapojení v nepropustném směru. Závěrný proud je malý, až při dosažení tzv. Zenerova napětí prudce vzrůstá proud, který musí být omezen sériovým rezistorem. V této oblasti je i při velkých změnách proudu napětí téměř konstantní. Používá se jako stabilizátor napětí. V propustném směru se Zenerova dioda chová jako běžná plošná dioda.

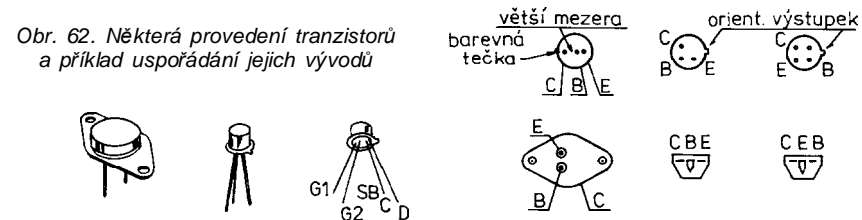
Kapacitní dioda (varikap). U diod, jak již bylo řečeno, je šíře potenciálního valu (oblast prostorového náboje) v závěrném směru závislá na velikosti závěrného napětí. Tento potenciální val mezi oblastí P a N vlastně nahrazuje dielektrikum kondenzátoru. Velikostí závěrného napětí můžeme tak měnit kapacitu varikapu.

Luminiscenční dioda - LED (Light Emitting Diode) je polovodičová dioda s jedním přechodem PN, u níž se uvolněná energie, vznikající při rekombinaci, vyzáří jako světlo. Při polarizaci napětí v propustném směru tato dioda svítí a její jas je přibližně úměrný procházejícímu proudu. Výhodou jsou poměrně rychlé odezvy na přerušení nebo zapnutí proudu a dlouhá životnost. Barva světla závisí na materiálu polovodiče a jeho dotování. Tyto diody se vyrábějí také jako zdroje infračerveného záření nebo v provedení se dvěma samostatně vyvedenými přechody, kde lze různým poměrem proudu dosáhnout různého zbarvení světla (od rudé přes žlutou k zelené apod.).



Bipolární tranzistor

Bipolární tranzistor je aktivní polovodičová součástka sloužící k zesílení proudu, napětí nebo výkonu. Na tomto tzv. tranzistorovém efektu se podílejí obě vodivosti (elektronová i děrová), proto název bipolární tranzistor.

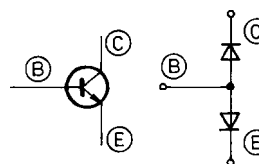
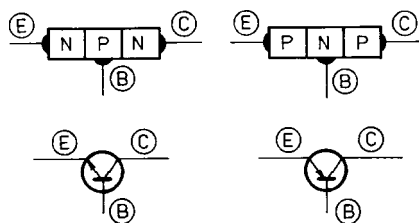


Co do vnějšího provedení existuje dnes mnoho variant od kovových válečků až po nejrůznější tvary z plastické hmoty. Tranzistory pro větší výkony se skládají zpravidla z kovové desky s krytem a montují se na vhodný chladič pro lepší odvod ztrátového tepla.

Každý tranzistor má tři základní vývody. U výkonových tranzistorů bývá zpravidla jeden z nich vyveden na kovové pouzdro. Jednotlivé vývody tranzistoru, kterým říkáme elektrody, označujeme B = báze, E = emitor a C = kolektor. Pokud má tranzistor čtyři vývody, značíme ten čtvrtý písmenem S a spojujeme jej zpravidla s kostrou přístroje jako stínění. Kam je která elektroda vyvedena, zjistíme z katalogu. Zapojení vývodů je vždy uváděno při pohledu na tranzistor zespoda.

V principu vzniká takový tranzistor spojením tří vodivostí v seskupení PNP nebo NPN, jak je uvedeno na obr. 63. Je tedy zřejmé, že existují dva typy bipolárního tranzistoru, a to NPN a PNP. Oba typy se liší jen obrácenou polaritou. Tranzistory NPN mají na kolektoru kladnou polaritu napájecího zdroje a na emitor je přivedena záporná polarita. U tranzistorů PNP je tomu obráceně.

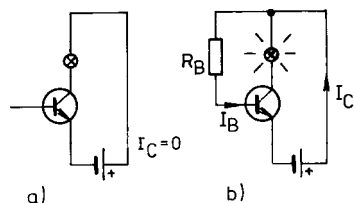
Obr. 63. Uspořádání přechodů bipolárního tranzistoru a jeho schematické značky



Obr. 64. Náhradní zapojení tranzistoru NPN

Na obr. 64 je uvedeno náhradní zapojení tranzistoru. Z něj vidíme, že tranzistor vlastně sestává ze dvou v sérii zapojených diod. Při jakékoliv polaritě napětí mezi kolektorem a emitorem je vždy jedna z nich nevodivá. Proto ani v zapojení na obr. 65, kde je tranzistor zapojen jako zesilovač proudu, kolektorovým obvodem žádný proud neteče. Přivedeme-li však na bázi malé napětí příslušné polarity (obr. 65b), pak malý vstupní proud (I_B) otevírá přechod B/C a výstupním obvodem (kolektor - emitor) protéká podstatně větší proud, než je proud báze. Průtokem tohoto proudu se rozsvítí žárovička zapojená jako kolektorový zatěžovací odpor. Pochopitelně všechna napětí musí mít odpovídající polaritu.

Nahradíme-li v uvedeném zapojení rezistor R_B nastavitelným nebo proměnným rezistorem, pak změnou jeho odporu můžeme regulovat proud kolektorem, tj. proud žárovičkou a tím i její svět.



Obr. 65. Tranzistor NPN jako zesilovač proudu

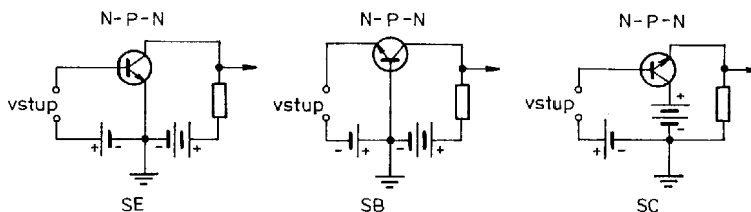
U tranzistoru se tak projevila schopnost zesílit proud, tranzistor je tedy aktivní součástí. Jeho zesílení závisí hlavně na proudovém zesilovacím činiteli, který je dán jeho konstrukcí.

Proudový zesilovací čísel tranzistoru udává, kolikrát se zvětší proud kolektoru při změně proudu báze. Např. zvětší-li se proud báze o 0,4 mA a vyvolá změnu proudu kolektoru o 20 mA, bude proudový zesilovací čísel

$$h_{21e} = \frac{20}{0,4} = 50$$

Je-li bipolární tranzistor zapojen jako zesilovač, je vždy jeden z jeho vývodů společný pro vstup i výstup. Podle toho rozeznáváme tři základní zapojení:

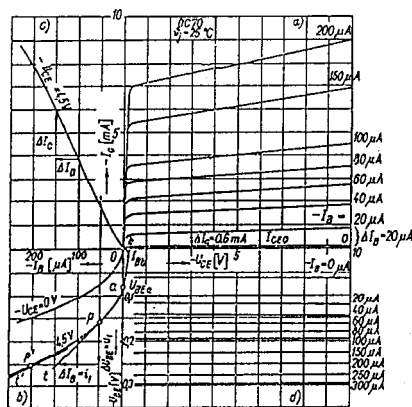
- se společným emitorem (SE),
- se společnou bází (SB),
- se společným kolektorem (SC).



Obr. 66. Tři základní zapojení bipolárního tranzistoru

Které z uvedených zapojení zvolíme, závisí na mnoha okolnostech. Nejpoužívanější je zapojení se společným emitorem. Má vhodný vstupní i výstupní odpor a také zesílení.

Obr. 67. Příklad soustavy charakteristik tranzistoru v zapojení SE

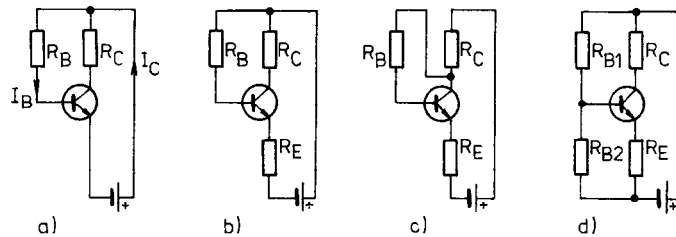


Základní charakteristické údaje tranzistoru pro výpočet zesilovače apod. najdeme v katalogu. Jsou to zejména napětí a proudy pro doporučený pracovní bod, proudový zesilovací činitel, mezní kmitočet atd. Důležitá je také velikost zbytkového proudu přechodu C/B v závěrném směru. Ten se mění jen nepatrně v závislosti na napětí. Výrazně se však mění se změnou teploty (zvýšením teploty o 10 °C se u germaniového tranzistoru změní I_{CBO} až na dvojnásobek). Křemíkové tranzistory mají tento proud menší než germaniové, ale i tak závislost parametrů na teplotě nás nutí zvolený a nastavený pracovní bod stabilizovat.

V katalogu také najdeme všechny maximálně přípustné proudy jednotlivými elektrodami a napětí přechodů jak v propustném, tak i v závěrném směru. Dále maximální kolektorovou ztrátu, teplotu přechodů apod. Podrobnější hodnoty stejnosměrné a jejich vzájemnou závislost najdeme v charakteristikách tranzistoru.

Správné nastavení pracovního bodu a jeho stabilizace jsou nutné zejména proto, aby bylo dosaženo potřebného zesílení při minimálním zkreslení výstupního signálu a aby toto zesílení bylo stabilní. Kromě toho je také nebezpečí, že neúměrným zvětšením proudu kolektorem by mohla být překročena maximální kolektorová ztráta a tranzistor by byl zničen.

Kolektorová ztráta tranzistoru je rozdíl mezi stejnosměrným příkonem tranzistoru z napájecího zdroje a odevzdaným užitečným výkonem. Tento rozdíl se mění v teplo. Proto jsou výkonové tranzistory doplněny odpovídajícím chladičem pro lepší odvod tepla.



Obr. 68. Nastavení a stabilizace pracovního bodu:
a) základní nastavení bez stabilizace,
b) stabilizace emitorovým rezistorem,
c) stabilizace emitorovým a kolektorovým rezistorem,
d) můstková stabilizace

Na obr. 68a je uvedena jedna z možností nastavení pracovního bodu tranzistoru. Toto nastavení však není stabilizováno, a podléhá proto značně teplotním změnám. Příklady stabilizace pracovního bodu jsou uvedeny na obr. 68b, c, d.

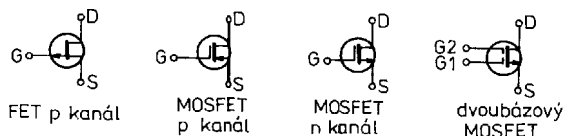
Unipolární tranzistor

U unipolárních tranzistorů se na jejich funkci podílejí nosiče jen jedné polarity (jen elektrony nebo jen díry). Unipolární tranzistor je tedy aktivní polovodičová součástka řízená elektrickým polem. Většinou jsou tyto tranzistory označovány jako FET (Field-Effect-Transistor). Jejich elektrody značíme S = source (emitor), D = drain (kolektor) a G = gate (řídící elektroda).

Změnami elektrického pole mezi řídící elektrodou a vodivým kanálem se mění průřez vodivého kanálu a tím i proud ve výstupním obvodu.

Existuje celá řada typů těchto elektrickým polem řízených tranzistorů a podle provedení se napětím na řídící elektrodě vlastní kanál otevírá nebo zavírá. U některých variant teče

proud kolektorem trvale i bez napětí na řídicí elektrodě. V případě, že je tato elektroda polarizována záporně, proud kolektorem klesá a je-li polarizována kladně, proud kolektorem narůstá. Říkáme, že takový tranzistor je schopen pracovat v obohacovaném i ochuzovaném režimu.



Obr. 69. Schematické značky tranzistorů řízených elektrickým polem

Od vodivého kanálu základního polovodiče je řídicí elektroda izolována nevodivě polarizovaným přechodem PN (FET) nebo je kovová řídicí elektroda elektricky oddělena izolační vrstvičkou kysličníku (MOSFET = Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor).

Hlavní výhodou unipolárních tranzistorů je jejich velký vstupní odpor. Řídicí elektrodou neteče žádný proud, nezatěžuje tedy předchozí stupeň. Vstupní odpor dosahuje až $10^{12} \Omega$.

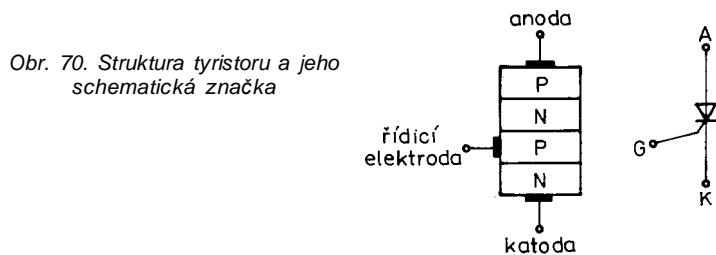
Nedostatkem těchto tranzistorů je nebezpečí elektrického průrazu izolační vrstvy mezi řídicí elektrodou G a vodivým kanálem. Nežádá se ke zničení takového tranzistoru stačí statická elektřina, resp. její výboj. Toto nebezpečí se odstraňuje tím, že se na vstup připojí ochranné diody, které omezí vstupní napětí na přijatelnou mez. U novějších tranzistorů MOSFET se tyto ochranné diody vytvářejí už při výrobě, přímo mezi základním polovodičem a řídicí elektrodou. I tak je však třeba věnovat této skutečnosti dostatečnou pozornost.

Běžně se vyrábějí tetrody MOSFET - polem řízený tranzistor se dvěma řídicími elektrodami. Původní řídicí elektroda byla rozpuřena a její druhá část vysokofrekvenčně uzemněna. Tím bylo dosaženo podstatně vyššího použitelného kmitočtu.

Proudový zesilovací činitel je u unipolárních tranzistorů nahrazen pojmem strmost, podobně jako u elektronky.

Tyristor

Tyristor je čtyřvrstvá polovodičová součástka používaná jako řízený usměrňovač střídavých proudů nebo jako spínač ve stejnosměrných obvodech. Jeho struktura a schematická značka jsou uvedeny na obr. 70. Elektrody tyristoru označujeme A = anoda, K = katoda a G = řídicí elektroda.



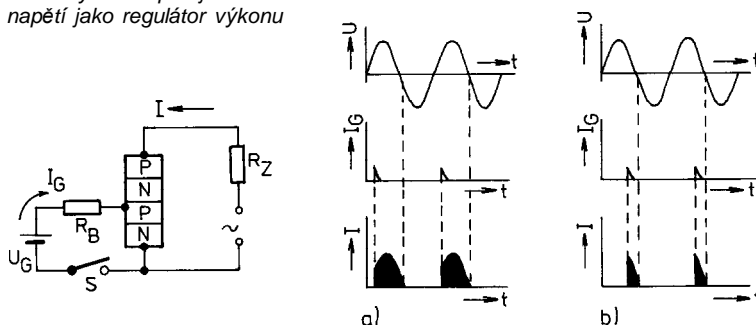
Obr. 70. Struktura tyristoru a jeho schematická značka

Pokud bude mezi anodu a katodu tyristoru připojeno střídavé napětí a řídicí elektroda zůstane odpojená, tyristor nevede. Říkáme, že tyristor je v blokovaném stavu. Přivedeme-li však na řídicí elektrodu kdykoliv v čase t kladný elektrický impuls a anoda je kladná, ty-

ristor se otevře. Zůstane pak nadále otevřený bez ohledu na to, zda otevírací impuls na řídicí elektrodě trvá, či ne. Tyristor povede až do okamžiku, kdy napětí mezi anodou a katodou klesne na nulu nebo se obrátí jeho polarita. Tzn. až do doby záporné půlviny.

Podle toho, v kterém okamžiku přivedeme otevírací impuls na řídicí elektrodu, můžeme řídit dobu, po kterou tyristor vede, a tím i výkon do spotřebiče R_Z . Z obr. 71a je zřejmé, že v tomto případě vede tyristor po delší dobu, než je tomu v případě pozdějšího otevření (obr. 71b).

Obr. 71. Tyristor spínající střídavé napětí jako regulátor výkonu



Důležité je, že uvedená regulace je téměř bezeztrátová. Její princip je v tom, že tyristor vede buď delší, nebo kratší dobu. U této regulace není v sérii se spotřebičem zapojena žádná součástka, u níž by se část energie měnila v teplo (rezistor apod.).

Na stejném principu jako tyristor pracuje i další polovodičová spínací součástka - **triak**. Ten umožňuje spínat a řídit průtok střídavého proudu v kladných i záporných půlvinách.

Integrované obvody

Integrací se v radiotechnice rozumí sdružování součástek a případně i jejich spojů do určitých celků, které pak vystupují jako samostatné součástky. Toto sdružování se provádí zásadně dvěma způsoby.

V prvním případě jsou jednotlivé aktivní součástky konstruovány odděleně a po jejich odzkoušení se sestaví do jednoho obvodu a zapouzdří. Takovou sestavu označujeme pojmem hybridní integrovaný obvod. Jejich používání proti následující variantě provedení je mizivé.

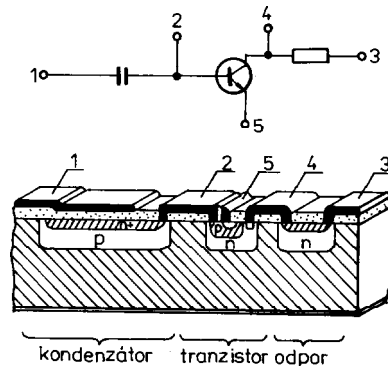
V druhém případě se jedná o mikrostruktury, jejichž obvodové díly jsou vyráběny současně a neodděleně sdruženy na jediné základní desce. Jsou konstruovány na bloku polovodičového materiálu (zpravidla křemíku) postupným nanášením tenkých vrstev či jiným způsobem. Těmto součástkám říkáme integrované obvody v pevné fázi. V provedení s velmi velkou hustotou integrace obsahují i tisíce základních součástek, tj. tranzistorů, diod, rezistorů, kapacit atd. na jedné základní desce. Jejich vzájemné propojení obstarávají hliníkové spoje a izolace mezi jednotlivými funkčními celky zaručují v závěrném směru polarizované přechody PN nebo NP. Vhodnou dotací nosičů jsou současně realizovány rezistory potřebných odporů, na principu varikapu pak kondenzátory a tak podobně. To vše ovšem s výjimkou cívek a jejich indukčnosti.

Podle aplikace dělíme integrované obvody na:

- **Analogové**, jinak též lineární integrované obvody, jako jsou lineární zesilovače stejnosměrného nebo střídavého signálu apod.

- **Číslicové** integrované obvody, které se od analogových liší zacházením s informací ve vztahu k signálu.

Obr. 72. Část polovodičového integrovaného obvodu, který obsahuje kondenzátor, tranzistor a rezistor

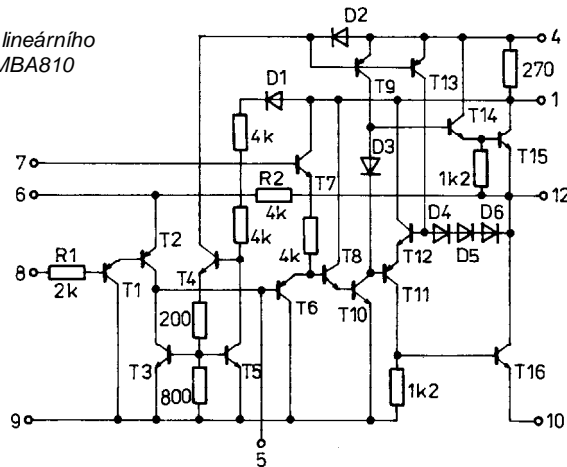


Vlastní systémy integrovaných obvodů jsou chráněny před vnějšími vlivy pouzdrý, která jsou kovová podobně jako u tranzistorů (zejména pro jednodušší obvody) nebo z plastické hmoty. Zapojení vývodů integrovaných obvodů v kovových pouzdrích se kreslí podobně jako u tranzistorů při pohledu zdola. Zapojení integrovaných obvodů v pouzdrý z plastické hmoty se kreslí při pohledu shora.

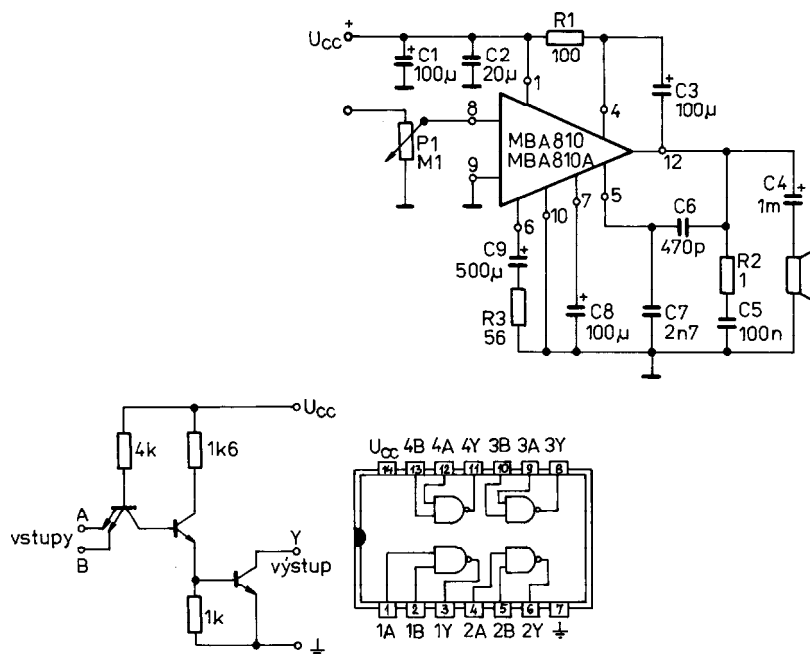
Integrované obvody se svými vývody buď zasunou do vhodné objímky - zejména tam, kde se předpokládá jejich častější výměna, při pokusech apod., nebo se vloží do předvrtaných otvorů desky s plošnými spoji a tam se zapájejí. Druhá varianta je výhodnější hlavně při sériové výrobě a také spolehlivostí pájených kontaktů.

Příklad zapojení lineárního integrovaného obvodu s označením MBA810 je uveden na obr. 73. Tzn. ta část, která je zapouzdřena. Celé zapojení nízkofrekvenčního zesilovače je uvedeno na dalším obrázku. To je už doplněno členy RC pro úpravu kmitočtové charakteristiky zesilovače a potřebnými blokovacími a vazebními kondenzátory.

Obr. 73. Vnitřní zapojení lineárního integrovaného obvodu MBA810



Obr. 74. Zapojení nízkofrekvenčního zesilovače s integrovaným obvodem MBA810



Obr. 75. Elektrické zapojení a patice integrovaného obvodu MH7400

Na obr. 75 je uvedeno elektrické schéma jednoho logického členu NAND a zapojení patice integrovaného obvodu MH7400 (ze skupiny číslicových integrovaných obvodů), který v jednom pouzdru obsahuje čtyři takovéto členy.

Výhodou použití integrovaných obvodů je zejména:

- miniaturizace, které by nebylo možno nikdy dosáhnout v takovém stupni při použití diskretních součástek;
- podstatné zmenšení hmotnosti zařízení;
- zvětšení spolehlivosti, neboť k integrovaným obvodům se vně připojuje už jen minimum dalších součástek;
- zrychlení a zjednodušení výroby zejména využitím robotů při výrobě a plošného pájení;
- zjednodušením nastavování a oživování zařízení, neboť jednotlivé integrované obvody jsou díky způsobu výroby - co se týká parametrů - zcela shodné.

6. ZÁKLADNÍ ELEKTRONICKÉ OBVODY

Vhodným spojením jedné nebo několika aktivních či pasivních součástek s napájecím zdrojem získáme základní elektronické obvody schopné zesilovat elektrické napětí, proudy a výkony, generovat netlumené kmity různého průběhu, směřovat signály atd. Tyto obvody jsou pak základem pro konstrukci celých dílů a zařízení, jako jsou přijímače, vysílače, elektronické měřicí přístroje atp.

Zesilovače

Zesilovač je základním elektronickým obvodem. Jeho úkolem je zesílit vstupní signál tak, aby se zvětšil jeho rozkmit a přitom tvar signálu zůstal zachován. Jinak řečeno, aby výstupní signál získal větší energii oproti signálu vstupnímu, což umožnila některá z aktivních součástek (tranzistor, elektronka) na úkor energie dodané z napájecího stejnosměrného zdroje.

Hlavními parametry pro hodnocení zesilovače jsou zejména:

- zesílení;
- výstupní výkon;
- účinnost;
- kmitočtové zkreslení;
- nelineární zkreslení.

Zesílení zesilovače závisí zejména na proudovém zesilovacím činiteli tranzistoru, velikosti zatěžovacího odporu v kolektoru a vstupním odporu následujícího stupně. Zesílení vyjadřuje poměr odpovídající výstupní a vstupní veličiny (napětové, proudové nebo výkonové zesílení). Vyjádřeno matematicky bude napětové zesílení zesilovače:

$$A_u = \frac{U_{\text{výst}}}{U_{\text{vst}}}$$

Proudové zesílení:

$$A_i = \frac{I_{\text{výst}}}{I_{\text{vst}}}$$

Výkonové zesílení:

$$A_p = A_u \cdot A_i = \frac{U_{\text{výst}} \cdot I_{\text{výst}}}{U_{\text{vst}} \cdot I_{\text{vst}}}$$

Zesílení vyjadřujeme zpravidla v logaritmických přenosových jednotkách - decibelech (dB). Napětový zisk zesilovače je dán dvacetinásobkem dekadického logaritmu poměru výstupního a vstupního napětí, tj.:

$$a_u = 20 \cdot \log A_u = 20 \cdot \log \frac{U_{\text{výst}}}{U_{\text{vst}}} \quad [\text{dB}]$$

Příklad: Na vstup zesilovače přivedeme sinusový signál o efektivním napětí 1 mV. Na výstupu naměříme napětí rovněž v efektivní hodnotě, a to: a) 2 mV, b) 10 mV, c) 100 mV. Jak velký je zisk zesilovače v dB?

$$\text{a) } \underline{a_u} = 20 \cdot \log \frac{U_{\text{výst}}}{U_{\text{vst}}} = 20 \cdot \log \frac{2}{1} = 20 \cdot \log 2 = \underline{6 \text{ dB}}$$

$$\text{b) } \underline{a_u} = 20 \cdot \log \frac{10}{1} = 20 \cdot \log 10 = 20 \cdot 1 = \underline{20 \text{ dB}}$$

$$\text{c) } \underline{a_u} = 20 \cdot \log \frac{100}{1} = 20 \cdot \log 100 = 20 \cdot 2 = \underline{40 \text{ dB}}$$

Podobně bude proudový zisk:

$$\underline{a_i} = 20 \cdot \log A_i = 20 \cdot \log \frac{I_{\text{výst}}}{I_{\text{vst}}} \quad [\text{dB}]$$

Ale výkonový zisk bude dán vztahem:

$$\underline{a_p} = 10 \cdot \log A_p = 10 \cdot \log \frac{P_{\text{výst}}}{P_{\text{vst}}} \quad [\text{dB}]$$

Obdobně uvádíme přenos i u čtyřpólů, které nejsou aktivní. Nemluvíme pak o zisku, ale o útlumu, který se vyjadřuje v decibelech se záporným znaménkem.

Je-li zapojeno několik zesilovačů za sebou, je celkové zesílení takové kaskády dáno součinem zesílení jednotlivých stupňů nebo součtem decibelů.

dB	Poměr výkonů	Poměr napětí
0	1,00	1,00
+2	1,58	1,26
+4	2,51	1,58
+6	3,98	1,99
+8	6,30	2,51
+10	10,00	3,16
+20	100,00	10,00
+30	1 000,00	31,62
+40	10 000,00	100,00
-2	0,63	0,79
-4	0,40	0,63
-6	0,25	0,50
-8	0,16	0,40
-10	0,10	0,316
-20	0,01	0,10
-30	0,001	0,031
-40	0,0001	0,01

Maximální výstupní signál je u každého zesilovače omezen největším povoleným zkreslením na jeho výstupu (čímž je současně omezen i maximální signál na vstupu). Nejmenší signál na vstupu je zase dán velikostí malých nežádoucích rušivých napětí, která musí být podstatně menší než je užitečný signál. Tzn. aby výsledný zesílený signál na výstupu zesilovače měl ještě dostatečný odstup od těchto nežádoucích hluků, brumů apod.

Zejména u výkonových zesilovačů nás zajímá kromě požadovaného výstupního výkonu ($P_{\text{výst}}$) ještě příkon P_0 z napájecího zdroje, ztrátový výkon P_z a účinnost. Příkon je dán stejnosměrným napětím zdroje a odebíraným ss proudem, tj.:

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 \quad [W; V, A]$$

Ztrátový výkon je dán rozdílem příkonu a výkonu

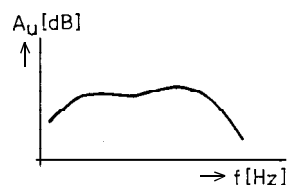
$$P_z = P_0 - P_{\text{výst}}$$

a měl by být co nejmenší, neboť se zpravidla vyzáří ve formě tepla. Účinnost zesilovače je dána poměrem příkonu a výkonu. Obvykle se udává v procentech:

$$\eta = \frac{P_{\text{výst}}}{P_0} \cdot 100 \%$$

Kmitočtové zkreslení zesilovače je důsledkem toho, že všechny kmitočty nejsou zesilovány stejně. Tzn. zesílení je kmitočtově závislé. Tato kmitočtová závislost je způsobena závislostí zatěžovací impedance na kmitočtu, kmitočtovým omezením zesílení aktivní součástky a parazitními kapacitami součástek a spojů. V jistých případech je tato vlastnost žádoucí, příkladně u selektivních vysokofrekvenčních zesilovačů, které jsou určeny k zesílení jen úzkého spektra kmitočtů. I v nízkofrekvenčních obvodech někdy úmyslně omezujeme spektrum zesilovaných kmitočtů, když kupříkladu potřebujeme „oříznout“ šířku vysílaného postranního pásma apod. V ostatních případech se snažíme, aby zesílení bylo v širokém rozsahu kmitočtů pokud možno konstantní (širokopásmové zesilovače) a pak je jakákoliv kmitočtová závislost na závalu.

Závislost zesílení zesilovače na kmitočtu se uvádí většinou graficky jako kmitočtová charakteristika zesilovače, přičemž zesílení bývá uváděno v dB.

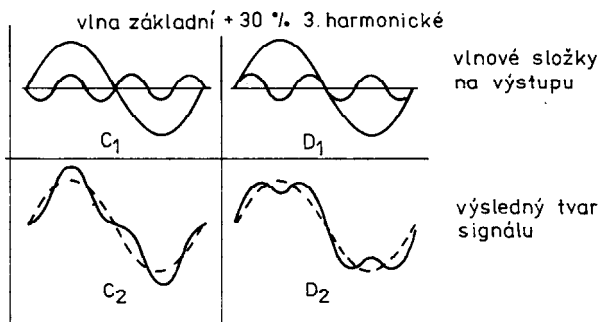
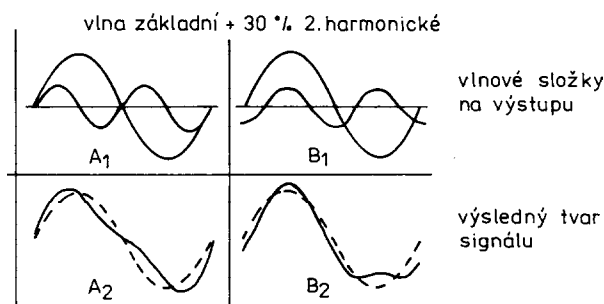


Obr. 76. Příklad různé závislosti zesílení zesilovače na kmitočtu

Jak již bylo uvedeno v předchozím, tvar výstupního signálu zesilovače má být pokud možno shodný s tvarem signálu vstupního. Zvětší se jen amplituda. Většina zesilovačů však vykazuje jisté nelineární zkreslení. Tzn., že na výstupu se objeví kromě základního žádaného kmitočtu shodného s kmitočtem vstupním ještě kmitočty další, které jsou obvykle celistvými násobky vstupního kmitočtu. Těmto kmitočtům říkáme harmonické (dvojnásobek základního kmitočtu je druhá harmonická, trojnásobek je třetí harmonická atd.). Tento druh zkreslení je způsoben hlavně nelinearitou části charakteristiky aktivní součástky, proto mluvíme o nelineárním zkreslení. Stručně řečeno, nelineární zkreslení se projevuje vznikem

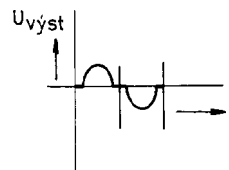
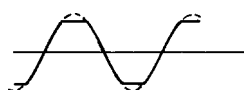
nových kmitočtů, které nebyly na vstupu. Čím více bude těchto nových kmitočtů a čím větší bude jejich amplituda, tím větší bude i nelineární zkreslení (udává se v %).

Obr. 77. Výsledný tvar signálu, je-li na výstupu zesilovače kromě základního kmitočtu ještě 30 % druhé harmonické



Obr. 78. Výsledný tvar i signálu, je-li na výstupu zesilovače kromě základního kmitočtu ještě 30 % třetí harmonické

Obr. 79. Příklad nelineárního zkreslení způsobeného omezením horní i dolní části sinusovky



Obr. 80. Jiný příklad nelineárního zkreslení dvojčinného zesilovače třídy B při malé amplitudě

Výsledný tvar signálu závisí též na fázovém rozdílu základního kmitočtu a harmonické. Nelineárnímu zkreslení se samozřejmě snažíme za každou cenu vyhnout. Vzniká-li totiž v nízkofrekvenčním zesilovači, zhoršuje srozumitelnost a zvětšuje se šířka zabraného pásma. U vysokofrekvenčních zesilovačů, pokud zesilují modulovaný signál, je toto zkreslení také příčinou horší srozumitelnosti, ale kromě toho ještě zkreslením nosného kmitočtu vznikají vyšší harmonické od nosné, které mohou rušit ostatní stanice, nežádka i v pásmech přidělených jiným službám.

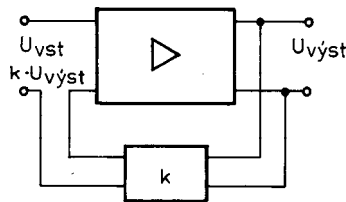
V oblasti hovorových kmitočtů se snažíme nelineární zkreslení omezit na únosnou míru nastavením správného pracovního bodu v lineární oblasti charakteristiky a vhodnou úrovní vstupního signálu. Další možností je zavedení záporné zpětné vazby.

Zpětná vazba u zesilovače znamená, že část napětí z výstupu, tj. $k \cdot U_{\text{výst}}$ zavedeme zpět na vstup, kde působí spolu se vstupním napětím. Činitel k označuje, jak velká část výstupního napětí je použita, a jeho hodnota je dána zpětnovazebním členem. Napětí $k \cdot U_{\text{výst}}$ může být vůči napětí vstupnímu ve fázi (napětí se sečítají) a zpětná vazba je kladná, nebo má zpětnovazební napětí fázi opačnou (napětí se odečítají) a zpětná vazba je záporná. Zpětnou vazbu můžeme zavést u vysokofrekvenčních i nízkofrekvenčních zesilovačů.

Zpětná vazba ovlivní především zesílení zesilovače, přičemž kladné zpětné vazbě odpovídá větší zesílení a při záporné zpětné vazbě je zesílení zesilovače menší. Kladná zpětná vazba se používá hlavně u oscilátorů, kde způsobuje netlumené kmitý. Záporná zpětná vazba se používá zejména v nízkofrekvenčních zesilovačích. Tam sice zmenšuje zesílení, což samo o sobě není výhodné, má však příznivý vliv na řadu dalších parametrů. V tomto případě část zkresleného napětí z výstupu zesilovače přivedeme zpětnovazebním obvodem zpět na vstup, ale s opačnou fází, čímž částečně kompenzujeme nelineární zkreslení vznikající v zesilovači. Tzn. zavedením záporné zpětné vazby se zmenší nelineární zkreslení. Kromě toho se zlepší také přenosová charakteristika a ovlivněn je rovněž vnitřní odpor zesilovače a jeho stabilita.

Odpovídá-li vzorek signálu z výstupu zesilovače výstupnímu napětí, mluvíme o napěťové zpětné vazbě. Je-li vzorek signálu úměrný výstupnímu proudu zesilovače, pak se jedná o zpětnou vazbu proudovou.

Obr. 81. Blokové schéma zesilovače se zpětnou vazbou



Základní zapojení zesilovače s bipolárním tranzistorem v zapojení se společným emitorem je uvedeno na obr. 82b. Kromě vstupního signálu, který potřebujeme zesílit, musí bázi protékat ještě určitý stejnosměrný proud, kterým nastavíme potřebný klidový pracovní bod. Tento pracovní bod je navíc ještě potřeba stabilizovat s ohledem na možné teplotní změny. Pracovní bod je nastaven a stabilizován rezistory R_{B1} a R_{B2} a R_E . Po připojení napájecího napětí začnou obvody protékat klidové proudy a na svorkách tranzistoru se objeví klidová napětí (U_{BE} a U_{CE}). Vazební kondenzátory C_{V1} a C_{V2} slouží k oddělení stejnosměrné a střídavé složky (pro stejnosměrné napětí má kondenzátor nekonečný odpor, střídavou složku propouští). Na kolektorovém rezistoru R_C vzniká úbytek napětí přímo úměrný zesílenému proudu výstupního obvodu. Kondenzátor C_E znamená zkrat pro střídavé signály, aby nebyly zeslabovány vlivem tzv. záporné zpětné vazby.

Pokud vynecháme v zapojení zmíněný kondenzátor, vznikne na rezistoru R_E úbytek napětí úměrný proudu kolektoru, tj. proudu výstupnímu. Úbytek na tomto rezistoru je v sérii se vstupním signálem, ale v opačné fázi, tzn., že zavádíme proudovou zápornou zpětnou

vazbu. Velikostí kapacity tohoto kondenzátoru můžeme poměrně snadno ovlivnit charakteristiku zesilovače.

Zvláštní případ nastane, když necháme působit celé výstupní napětí zesilovače na jeho vstup. Tj., že emitorový rezistor nebude blokován a v kolektorovém obvodu tranzistoru nebude žádný další zatěžovací odpor. Zesílení takového stupně je menší než jedna, ale zase na druhé straně silná záporná zpětná vazba potlačuje téměř úplně veškeré zkreslení, takže průběh výstupního napětí odpovídá průběhu napětí vstupního.

Zesilovače dělíme dle různých hledisek, a to zejména:

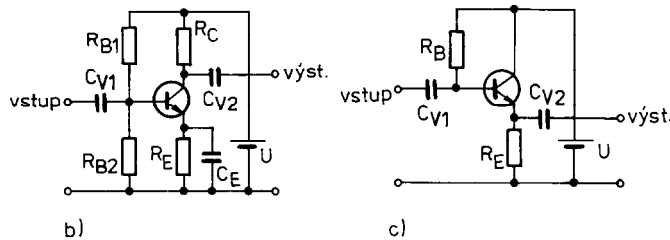
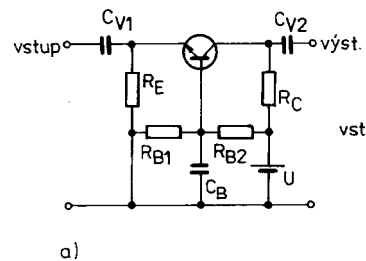
- podle toho, která elektroda je společná vstupu i výstupu, na zesilovače se společným emitorem, bází a kolektorem;
- podle polohy pracovního bodu na dynamické převodní charakteristice dělíme zesilovače do třídy A, B, a C;
- podle zesilovaného kmitočtového spektra na zesilovače stejnosměrné, nízkofrekvenční, vysokofrekvenční a případně širokopásmové.

Zesilovače v zapojení se společným emitorem jsou nejpoužívanějšími. Jejich vstupní odpor je $200\ \Omega$ až $2\ \text{k}\Omega$ a výstupní odpor desítky $\text{k}\Omega$. Proudové zesílení mají 20 až 200, výkonové několik tisíc.

Zesilovač se společnou bází má menší vstupní odpor a proudové zesílení menší než 1. U tohoto zapojení se však zvýší mezní kmitočet.

Obr. 82. Základní zesilovače:

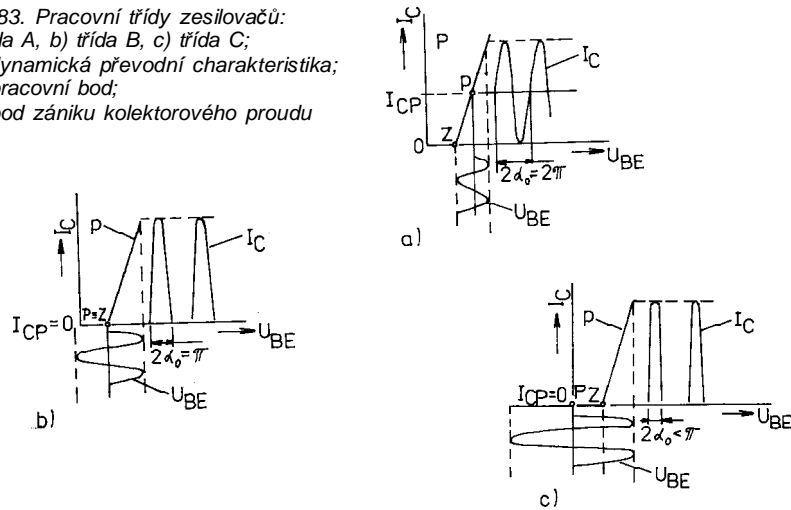
- a) se společnou bází,
 b) se společným emitorem,
 c) se společným kolektorem



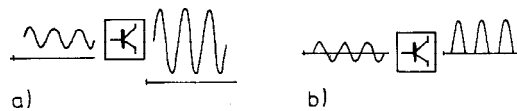
Zapojení se společným kolektorem se nazývá emitorový sledovač. Vyznačuje se velkým vstupním odporem, menším výstupním odporem proti zapojení se společným emitorem a napětové zesílení má menší než 1.

Rozdělení zesilovačů podle polohy pracovního bodu je uvedeno na obr. 83.

Obr. 83. Pracovní třídy zesilovačů:
 a) třída A, b) třída B, c) třída C;
 p = dynamická převodní charakteristika;
 P = pracovní bod;
 Z = bod zániku kolektorového proudu



Zesilovač třídy A má pracovní bod nastaven stejnosměrným proudem báze tak, že leží ve střední části převodní charakteristiky, aby ani jedna půlvlna výstupního signálu nebyla ořezaná. V klidu, bez vstupního signálu teče kolektorovým obvodem stálý proud, daný pracovním bodem. Zesílený signál na výstupu odpovídá tvarem signálu vstupnímu. Má tedy malé zkreslení. Účinnost je 30 až 40 %. Používá se jen pro malé výkony, zpravidla jako zesilovač napětí.

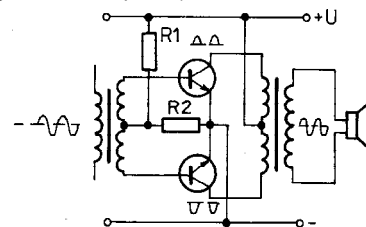


Obr. 84. Výstupní signál tranzistorového zesilovače, pracujícího a) ve třídě A s klidovým proudem, b) ve třídě B (zesílení jen jedním tranzistorem)

Zesilovač třídy B má pracovní bod nastaven do bodu zániku kolektorového proudu. V klidu, bez signálu, neteče kolektorovým obvodem žádný proud. Zesilována je však jen jedna polovina sinusovky. Používá se jako zesilovač výkonu v dvojčinném zapojení. Účinnost je až 70 %.

V dvojčinném zapojení jsou oba tranzistory buzeny ze společného budicího zdroje. Každý z nich však zesiluje opačnou půlvlnu. (Použití - např. výkonové zesilovací stupně, tj. koncové zesilovače vysílačů; zkratka PA z angl. Power Amplifier.)

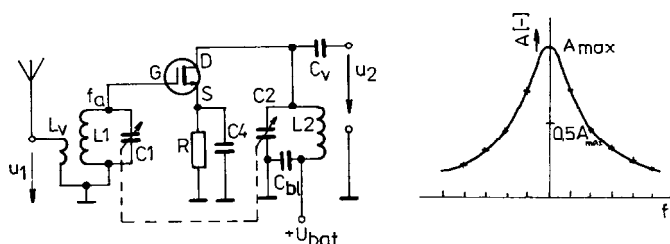
Obr. 85. Dvojčinné zapojení zesilovače třídy B



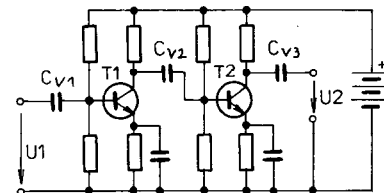
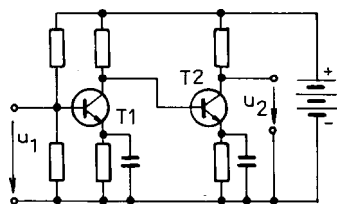
Zesilovač třídy C se používá nejčastěji jako selektivní. Účinnost těchto zesilovačů je kolem 80 %. Značné nelineární zkreslení není v selektivním zesilovači na závadu, neboť laděný obvod všechny nežádoucí produkty zadrží. Klidový pracovní bod je za bodem zániku kolektorového proudu, takže zesilovačem procházejí a jsou zesíleny jen ty části půlvln, které překročí prahové napětí.

Selektivní zesilovače se používají v radioamatérské praxi nejčastěji. Jejich úkolem je zesílit jen signál v určitém kmitočtovém rozmezí, daném selektivním obvodem v kolektoru. Ostatní signály nezesiluje, naopak je má potlačit. Provádí vlastně výběr (selekcí) signálů podle jejich kmitočtu. Selektivní zesilovač má v kolektoru zapojen paralelní rezonanční obvod. Při rezonanci má tento obvod maximální impedanci a tomu odpovídá i průběh zesílení. (Použití - např. násobiče a zesilovací stupně).

Obr. 86. Příklad zapojení selektivního zesilovače a závislost jeho zesílení na kmitočtu



Obr. 87. Příklad zapojení dvoustupňového zesilovače se stejnosměrnou vazbou



Obr. 88. Příklad zapojení dvoustupňového zesilovače nf

Jaké je použito vazby mezi jednotlivými stupni u víceúrovňových zesilovačů, to závisí na určení zesilovače. Tam, kde potřebujeme zesilovat stejnosměrné signály a signály velmi nízkých kmitočtů, použijeme mezi stupni stejnosměrnou vazbu. V nízkofrekvenčních zesilovačích se používá jako vazebních součástek většinou elektrolytických kondenzátorů nebo nízkofrekvenčních transformátorů. Jako zesilovačů pro vysoké kmitočty je většinou využíváno selektivních zesilovačů s kapacitní nebo indukční vazbou mezi stupni.

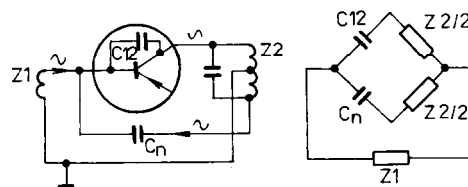
I když tranzistory jsou vývojově vyšším stupněm než elektronky, tak i u nich se projevuje jedna velká nevýhoda, tj. značná kapacita přechodu kolektor-báze, která působí při zesilování v kmitočtů parazitní zpětnou vazbou na bázi a vstupní obvod. Navíc je tato vazba poměrně nestabilní, neboť je závislá na pracovních podmínkách tranzistoru. Vazba ovlivňuje dosažitelné zesílení tranzistoru, které podle okolností zmenšuje nebo zvětšuje. Kmitočtová nestabilita je tím větší, čím vyšší kmitočty tranzistor zesiluje, neboť pro ně je kapacita kolektor-báze menší překážkou pronikání z kolektoru na bázi a na vstupní obvod (to ovšem platí jen do určitého kmitočtu).

Parazitní zpětná vazba se kompenzuje pomocnou zpětnou vazbou s opačným účinkem, a to tak, že se přivede stejné napětí z výstupu (tj. kolektoru) na bázi, které má však opačnou fázi než napětí pronikající na bázi přes vnitřní kapacitu. Této kompenzaci říkáme **neutralizace**. Moderní vř tranzistory, vyrobené např. epitaxně-planární technologií, někdy nevyžadují neutralizaci. Kapacita kolektor-báze jakož i ostatní mezielektrodové kapacity závisí na druhu a provedení tranzistoru.

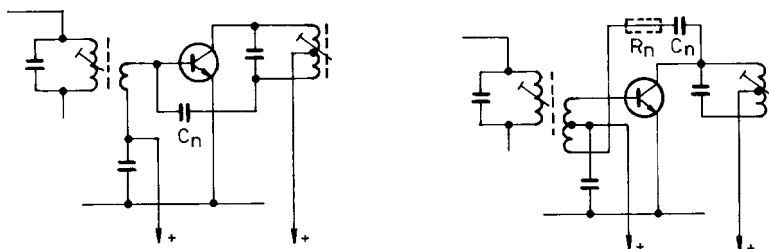
Neutralizační zapojení je odvozeno od zapojení vyrovnaného můstku, u něhož se napětí obou jeho úhlopříček navzájem neovlivňují, takže napětí z jednoho okruhu se nepřenáší do okruhu druhého.

Protože charakter přechodu kolektor-báze, přes nějž vzniká zpětná vazba, není jen kapacitní, ale i odporový, přihlíží se někdy i k tomuto odporu a neutralizace se zavádí komplexním členem (sériový rezistor a neutralizační kondenzátor).

Obr. 89. Základní zapojení neutralizačního kondenzátoru a náhradní zapojení neutralizovaného tranzistoru ve tvaru vyrovnaného můstku



Obr. 90. Příklady zapojení neutralizace

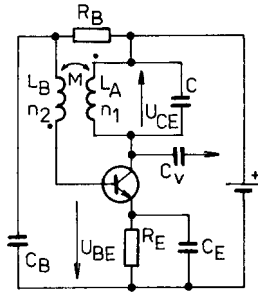


Oscilátory

Oscilátor je elektronické zařízení, které vytváří (generuje) pravidelně se opakující kmity. V radioamatérské praxi jsou to nejčastěji oscilátory sinusové, které pracují na principu kladné zpětné vazby. Zavedení zpětné vazby znamená, že část napětí z výstupu selektivního zesilovače přivedeme ve správné fázi zpět na vstup, až se zesilovač po zesílení přivedeného vzorku rozkmitá na kmitočtu, daném rezonančním obvodem. Ze zesilovače se tak stal oscilátor.

Princip je lépe patrný z obr. 91. V tomto zapojení je část napětí z výstupního laděného obvodu přivedena zpět na bázi indukční vazbou (L_b). Poměr napětí U_{CE} a napětí zpětnovazebního je dán přibližně transformací v poměru počtu závitů jednotlivých vinutí. Aby přive-

dené zpětnovazební napětí mělo správnou fázi (aby zpětná vazba byla skutečně kladná), je nutno dodržet správný smysl vinutí (označeno tečkou). V opačném případě by se oscilátor nerozkmital.



Obr. 91. Zpětnovazební oscilátor s transformátorovou vazbou

Požadavky kladené na oscilátory:

- co největší stabilita kmitočtu,
- rychlé ustálení kmitočtu po zapnutí oscilátoru,
- co největší čistota signálu,
- minimální šum,
- co největší mechanická odolnost.

Nejzávažnější příčiny kmitočtových změn tranzistorových a elektronkových oscilátorů jsou:

- vlivy oteplení,
- změna výstupní zátěže (vliv následujícího stupně),
- změny napájecího napětí,
- nedostatečná mechanická pevnost.

Vlivem oteplení (vzniklého změnou teploty okolí, ohřátím od okolních součástek nebo průchodem vř proudů) se mění indukčnosti i kapacity součástek. Tento nepříznivý vliv na součástky rezonančního obvodu a tím i na kmitočet oscilátoru je možno omezit v zásadě dvěma způsoby. Buď oscilátor uložíme do termostatu (používá se zejména v profesionální technice), nebo použijeme součástek (C, L, R) s malým teplotním koeficientem. Žádanou kapacitu lze poskládat z kondenzátorů s různým, ale vhodným teplotním koeficientem tak, aby byly účinně kompenzovány změny indukčnosti a ostatních kapacit. Teplotní koeficient kondenzátorů lze určit podle materiálu dielektrika z katalogu výrobce.

Vliv změny výstupní zátěže, která je ve skutečnosti připojena paralelně k oscilačnímu obvodu, lze omezit nejlépe zařazením oddělovacího stupně za vlastní oscilátor. Ten musí pracovat ve třídě A a musí být lineární v co nejširším dynamickém rozsahu.

Změnou napájecího napětí se mění impedance aktivních prvků, zejména vstupní impedance bipolárních tranzistorů. Kromě toho se mění i zesilovací činitel, popř. strmost. Je proto důležité dokonale stabilizovat vlastní napájecí napětí, případně - je-li využito - i opěrné napětí pro rozlaďovací varikap.

Dobrá mechanická pevnost je důležitá zejména u laděných LC oscilátorů. To platí pro samotnou cívku, ladící kondenzátor a ostatní pevné kondenzátory. V neposlední řadě je důležitý i mechanický převod bez mrtvého chodu atd.

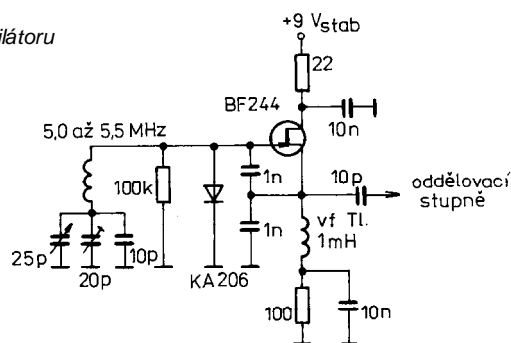
Jako aktivní součástka se dnes využívá u oscilátorů výhradně tranzistor, výhodné jsou zejména unipolární tranzistory s velkým vstupním odporem.

Laditelný oscilátor (LC)

Řídicím obvodem, tzn. obvodem určujícím kmitočet, je v tomto případě laděný paralelní nebo sériový rezonanční LC obvod. Hlavní předností tohoto oscilátoru je možnost plynule změnit kmitočet v poměrně velkém rozsahu. Z možnosti kmitočtové změny vyplývá i často používané označení VFO (Variable-Frequency-Oscillator).

Oscilátor lze ladit změnou indukčnosti nebo kapacity rezonančního obvodu. Změna indukčnosti je mechanicky náročnější zejména s ohledem na mechanickou pevnost a stálost. Proto se většinou využívá změna kapacity ladicího kondenzátoru.

Obr. 92. Příklad zapojení LC oscilátoru

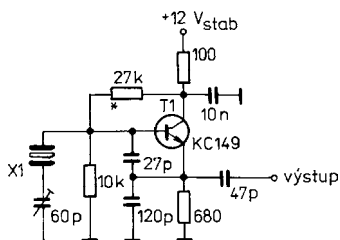


Cívky jsou většinou navinuty měděným nebo stříbřeným drátem na keramické kostře. Mechanicky i tepelně je výhodnější cívka se stříbrnými závitů vpalovanými do keramiky.

Jemné doladování, resp. proladování v blízkém okolí nastaveného kmitočtu je zpravidla řešeno napěťově závislou kapacitou - varikapem. Ten se připojuje k vlastnímu rezonančnímu obvodu přes malou sériovou kapacitu. Rozsah proladění je omezen poměrem změn kapacity varikapu.

Krystalový oscilátor

Kmitočet tohoto oscilátoru je dán a také stabilizován piezoelektrickým výbrusem - krystalem, nejčastěji monokrystalem křemene. Krystalový rezonátor se vyznačuje vysokým činitelem jakosti. Má dva rezonanční kmitočty. Sériový rezonanční kmitočet krystalu je nižší než paralelní (je ovlivněn kapacitou držáku, který drží vlastní výbrus). Na kterém z kmitočtů oscilátor kmitá, je dáno zapojením. Zapojení se sériovou rezonancí je však stabilnější.



Obr. 93. Příklad zapojení krystalového oscilátoru

Krystalové výbrusy pracující na základním kmitočtu se vyrábějí maximálně do 23 až 30 MHz. Pro vyšší kmitočty je nutno využít tzv. harmonických krystalů, které mají tu vlastnost, že jsou schopny ve vhodném zapojení se rozkmitat na vyšším lichém harmonickém kmitočtu (3. nebo 5. harmonické).

Krystalové oscilátory dosahují tedy podstatně větší stability kmitočtu než oscilátory LC, ale pracují jen na jednom kmitočtu, daném krystalovým výbrusem. Kmitočet vlastního krystalového oscilátoru lze měnit jen v nepatrném rozsahu, a to ještě na úkor stability. Jinak je nutno přepínat v oscilátoru krystalové výbrusy.

Uvedené oscilátory, jak krystalové, tak i laditelné, jsou základem všech vysílačů a přijímačů, rovněž tak mnoha dalších zařízení. Ve skutečnosti existuje od obou oscilátorů mnoho odvozených různých zapojení, z nichž každé má své výhody a nevýhody.

Samostatnou kapitolou jsou sinusové oscilátory pro oblast nízkých kmitočtů. Zejména oscilátory laditelné ve větším kmitočtovém rozsahu nelze realizovat rezonančními obvody LC. Proto jsou pro tento účel využívány oscilátory RC s pásmovou propustí nebo zádrží.

Ve všech dosud uvedených úvahách byly probírány jen oscilátory sinusové. Existují ovšem i oscilátory nesinusových kmitů (pravouhlých, pilových atd.), ty se však používají v radioamatérské praxi méně.

Násobiče kmitočtů

Násobiče kmitočtů jsou v podstatě zesilovače, pracující ve třídě C. Jejich pracovní bod je volen tak, aby signál na výstupu obsahoval co největší složku požadované harmonické. Laděný obvod na vstupu je naladěn na základní kmitočet, výstupní laděný obvod na harmonický kmitočet, tj. dvojnásobný, trojnásobný atd. Násobit lze jen celými čísly. Se stoupajícím koeficientem násobení však prudce klesá amplituda požadované harmonické. Vynásobený signál lze však znovu násobit v dalším stupni.

Ve vysílací technice byly násobiče hojně využívány dříve, kdy u telegrafních vysílačů postupným násobením nízkého základního kmitočtu oscilátoru bylo dosaženo všech radioamatérských pásem. Dnes v technice SSB se naopak vyhýbáme násobení kmitočtu. Při následujícím směšování bychom získali další, nežádoucí kmitočty, které se těžko potlačují. Násobení signálu SSB není možné vůbec.

Směšovače

Kmitočty se směšují obecně na nelineární součástce (dioda, tranzistor, elektronka). Na vstup přivedeme dva rozdílné kmitočty a na výstupu vzniká široké spektrum kmitočtů s obsahem základních kmitočtů, součtů, rozdílů a násobků obou původních kmitočtů a jejich vyšších harmonických. Požadovaný kmitočet na výstupu (zpravidla je to součet nebo rozdíl vstupních kmitočtů) vybereme laděným obvodem. Existují směšovače násobkové - multiplikativní a směšovače slučovací - aditivní.

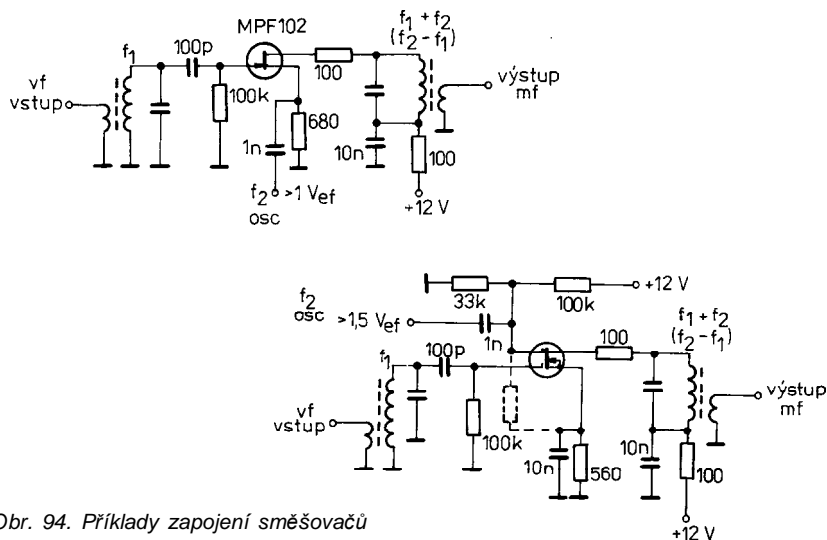
Multiplikativní směšovač má každý ze signálů určených ke směšování přiveden na jinou elektrodu. Pro tento účel lze s výhodou využít tranzistory MOSFET se dvěma řídicími elektrodami. Dříve se k tomuto účelu vyráběla celá řada speciálních, vícemřížkových elektronek určených jen ke směšování.

Výhodou multiplikativních směšovačů je dobré vzájemné oddělení obou směšovaných signálů, slabá křížová modulace a poměrně málo nežádoucích produktů.

Aditivní směšovač má oba signály přivedeny na jednu elektrodu. Jejich výhodou proti směšovačům multiplikativním je větší zesílení přenášeného signálu a menší šum. Nevýhodou je horší vzájemné oddělení signálů, tzn., že může dojít ke strhávání oscilátoru nebo jeho nežádoucímu vyzářování.

Tam, kde směšujeme dvě napětí kmitočtově velmi rozdílná, používáme obvykle vyvážených směšovačů. Základní proces je stejný jako u jednoduchých směšovačů, avšak souměrným zapojením výstupního obvodu a nesoúměrným připojením jednoho vř napětí

dosáhneme jeho potlačení až o 40 dB. Tého techniky je často využíváno zejména v generátorech signálů SSB.



Obr. 94. Příklady zapojení směšovačů

Směšovače jsou v praxi základním obvodem v přijímačích i vysílačích. Zejména ve vysílačích jsou využívány nejen ke směšování dvou různých vf signálů, ale také ke směšování vf signálů s nf signálem. K tomu speciálně slouží varianta vyváženého směšovače, kterému říkáme vyvážený nebo balanční modulátor. Použitím tohoto balančního modulátoru snadno dosáhneme potřebného potlačení vf signálu nosného kmitočtu a získáme tak dvě postranní pásma s potlačenou nosnou, tzv. signál DSB.

Jinak se směšovačů využívá v kmitočtových ústřednách, měřicích přístrojích a mnoha dalších elektronických zařízeních. V poslední době se však ke směšování využívá speciálně konstruovaných integrovaných obvodů, které jsou schopny kromě směšování zajistit ještě řadu dalších potřebných procesů.

Modulátory

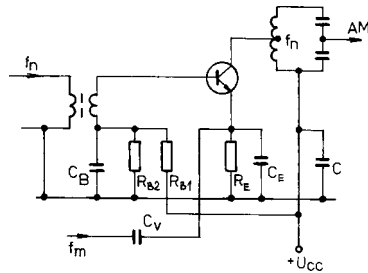
Modulátor je zařízení, resp. obvod, v němž působením nízkofrekvenčního signálu na signál nosné vzniká signál modulovaný. Jako samostatný obvod se vyskytuje jen u budičů pro jedno postranní pásmo s potlačenou nosnou vlnou.

Amplitudově modulovat lze prakticky libovolný vysokofrekvenční zesilovač třídy C, a to v kterékoliv elektrodě. Většinou se moduluje koncový zesilovač. V případě modulace některého z budičích stupňů musí být následující zesilovače lineární a tím klesá celková účinnost. Nejčastěji modulujeme v kolektorovém obvodu tranzistoru nebo anodě elektronky. V těchto případech se do kolektorového (anodového) obvodu zapojí sekundární vinutí modulačního transformátoru a modulační napětí se pak v rytmu nízkofrekvenčního signálu buď přičítá nebo odečítá ke kolektorovému (anodovému) stejnosměrnému napětí.

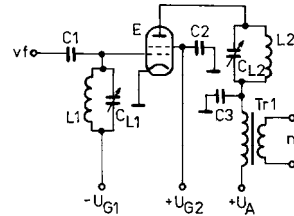
U budičů pro amplitudovou modulaci s jedním postranním pásmem a potlačenou nosnou vlnou (SSB) je jako modulátoru využíváno většinou některé vyvážené zapojení se dvěma nebo čtyřmi diodami. Jsou však častá také zapojení s varikapou (vyvážené kapacitní mosty, rozbalancované modulačním napětím). Tyto modulátory lze sice využít jen pro kmitočty nad

1 MHz, ale zase potlačení nosné je lepší (až 50 dB). Pro tento druh modulace byla rovněž zkonstruována speciální přepínací elektronika. Nezřídka je také využíváno aktivních prvků, zejména dvoubázových MOSFET a hlavně symetrických diferenčních zesilovačů integrovaných obvodů.

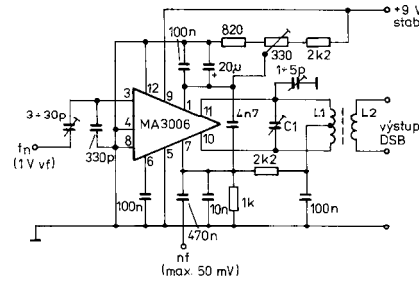
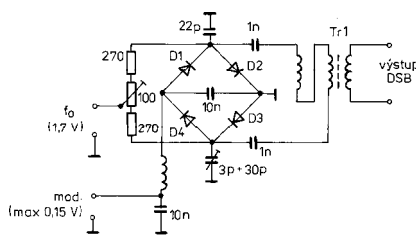
Obr. 95. Amplitudově modulovaný vf zesilovač s tranzistorem



Obr. 96. Amplitudově modulovaný vf zesilovač s elektronkou (anodová modulace)



Obr. 98. Modulátor pro amplitudovou modulaci s potlačenou nosnou s integrovaným obvodem MA3006



Obr. 97. Balanční modulátor pro amplitudovou modulaci s potlačenou nosnou

Úkolem kmitočtového modulátoru je převést změny modulačního nf napětí na odpovídající změny kmitočtu. Důležité je, aby tato závislost byla lineární. Maximálnímu modulačnímu napětí musí odpovídat maximální kmitočtový zdvih Δf . V současné době se ke generování úzkopásmové kmitočtové modulace využívá výhradně přímé kmitočtové modulace prostřednictvím varikapu připojeného k rezonančnímu obvodu oscilátoru nebo ke krystalu. Velikost kapacity varikapu je ovládána nf napětím a mění tak kmitočet nosné. I v případě kmitočtové modulace není tedy modulátor samostatným dílem zařízení. Příklady zapojení jsou uvedeny v kapitole „Vysílače FM“.

Demodulátory

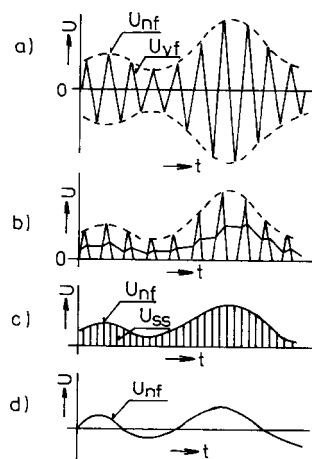
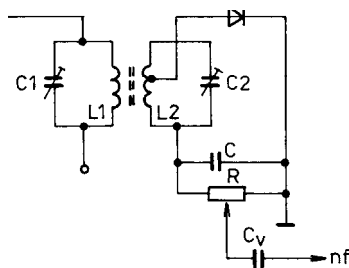
Demodulátory jsou obvody, jimiž se získávají z vf modulovaných signálů signály modulační, tj. slyšitelné. Podle toho, jakým způsobem je signál na nosnou vlnu namodulován, dělí se tyto demodulátory na:

- demodulátory amplitudově modulovaných signálů;
- demodulátory signálů SSB včetně telegrafních signálů s klíčovanou nosnou;
- demodulátory kmitočtové modulace.

Amplitudově modulované signály se nejčastěji demodulují v obvodu zvaném sériový diodový detektor, jehož hlavní výhodou je malé zkreslení i při silných signálech.

Diodový detektor obsahuje běžnou hrotovou diodu s pracovním rezistorem R, který je přemostěn kondenzátorem pro vyhlazení vf složky. Je-li dioda v sérii s pracovním rezistorem, mluvíme o sériovém detektoru, a je-li dioda paralelně s pracovním rezistorem, jedná se o detektor paralelní.

Obr. 99. Sériový detektor pro demodulaci amplitudově modulovaných signálů



Obr. 100. Princip detekce signálů AM

Dioda usměrní amplitudově modulovaný vf signál (obr. 100a), vytvoří diodový proud a na pracovním rezistoru R vzniká napětí s průběhem podle obr. 100b (pokud by ovšem nebyl zapojen filtrační kondenzátor C). Připojením zmíněného kondenzátoru paralelně k pracovnímu rezistoru vyhladí se tepavé napětí na určitou stejnosměrnou složku, na níž je superponována nf obálka (obr. 100c). Kapacita kondenzátoru musí být volena s ohledem na dostatečnou filtraci vf složky, ale současně aby nebyl ovlivněn průběh nf napětí. Nf signál poté oddělíme od stejnosměrné složky vazebním kondenzátorem a za ním získáme už jen nf napětí slyšitelných signálů (obr. 100d).

Demodulace SSB a CW signálů není možná diodovým detektorem jako při amplitudové modulaci. Při příjmu SSB signálů nemá dioda detektoru co usměrňovat, neboť chybí nosná. Diodový detektor tedy nepracuje. Při příjmu CW signálů (klíčovaná nosná) se zase na detektor dostane jen ta nosná. Na pracovním rezistoru za diodou bude jen stejnosměrné napětí a nic víc.

Je zřejmé, že v obou případech, jak při příjmu telegrafních signálů je-li klíčována nosná, tak při příjmu SSB signálů, potřebujeme v přijímači další pomocný kmitočet. Směšováním tohoto kmitočtu s kmitočtem přijímaného signálu vznikne rozdílový kmitočet v oblasti slyšitelného spektra. Pomocný kmitočet nám v přijímači dodává tzv. záznejový oscilátor.

Jako demodulátor lze použít některý vhodně upravený směšovač. Používány jsou aktivní demodulátory s bipolárními tranzistory, s dvoubázovým MOSFET, pasivní jednodu-

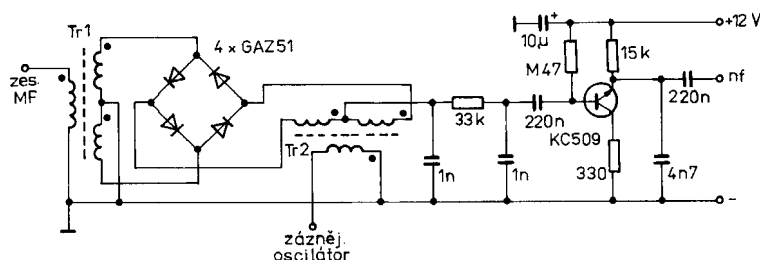
še či dvojitě vyvážené diodové demodulátory atd. Správnou linearitou i při velkých vstupních signálech, širokopásmovostí, malým šumovým číslem a dokonalou izolací proti přeslechům vynikají diodové demodulátory dvojitě vyvážené.

Další jejich výhodou je, že jsou levné a snadno realizovatelné. Nejsou však aktivní. Záznějový oscilátor musí tedy dodat poměrně velký výkon a zdroj vř signálu musí být přizpůsoben na malou impedanci. Kromě toho je nutný výběr diod se shodnou charakteristikou. I tak je dvojitě vyvážený diodový demodulátor nejpoužívanější.

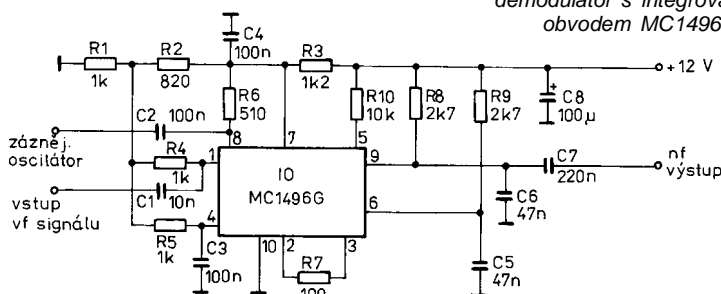
Příklad dvojitě vyváženého demodulátoru je uveden na obr. 101. Širokopásmové transformátory na vstupu i výstupu jsou vinuty na toroidech třemi vodiči současně. Diody jsou křemíkové spínací nebo varikapky.

Vynikající je aktivní, dvojitě vyvážený demodulátor s integrovaným obvodem na obr. 102. Směšovací zisk je možno nastavit rezistorem R7.

Obr. 101. Dvojitě vyvážený diodový demodulátor SSB signálů



Obr. 102. Aktivní, dvojitě vyvážený SSB demodulátor s integrovaným obvodem MC1496



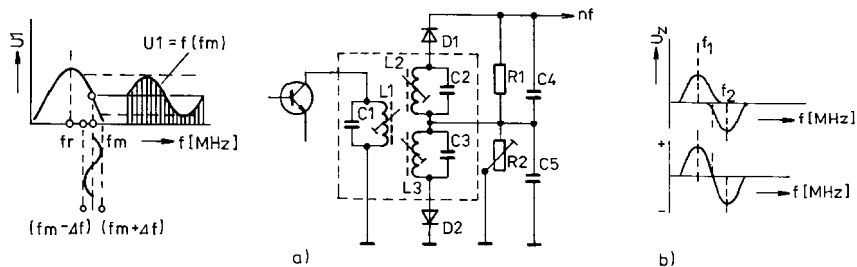
Demodulace kmitočtově modulovaných signálů je možná nejjednodušším způsobem pomocí sériového diodového detektoru určeného původně k demodulaci amplitudově modulovaných signálů. Rozdíl je v tom, že rezonanční obvod v mezifrekvenci není naladěn přesně na mezifrekvenční kmitočet, ale pracovní bod je na boku rezonanční křivky.

Jestliže při kmitočtové modulaci vzroste kmitočet, zvětší se i amplituda kmitů v rezonančním obvodu. Obráceně při snížení kmitočtu se amplituda v rezonančním obvodu zmenší. Takto se vlastně změny kmitočtu přetransformují na změny amplitudy, které jsou detektorem převedeny na změny napětí.

Hlavní nevýhodou tohoto způsobu demodulace je velká nelinearita a malý rozsah kmitočtových změn, které je schopna rezonanční křivka svým tvarem zvládnout.

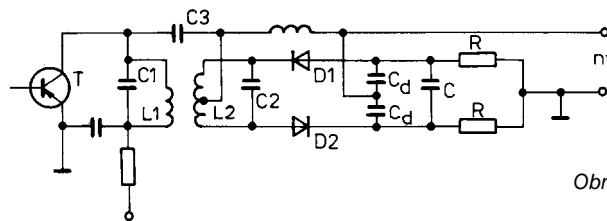
Lepší vlastnosti má už amplitudový diskriminátor. Ten používá na vstupu dva rezonanční obvody L2 C2 a L3 C3. Jeden z těchto obvodů je nalaďen níže, než je kmitočet nedomulované nosné a druhý výše. Rozdíl kmitočtů, na něž jsou oba obvody nalaďeny, musí být větší, než je maximální kmitočtová změna při kmitočtové modulaci. Takto zapojené a nalaďené obvody vytvářejí kmitočtové rozlišení v signálu. Vlastní detekce je realizována diodami D1 a D2 s odpovídajícími pracovními rezistory R1 a R2 s paralelními filtračními kondenzátory C4 a C5.

Obr. 103. Nejméně dokonalejší způsob demodulace úzkopásmové kmitočtové modulační charakteristiky diodovým detektorem na boku rezonanční křivky



Obr. 104. Zapojení amplitudového diskriminátoru (a). Demodulační charakteristika je v oblasti mezi kmitočty f_1 a f_2 (b)

Podstatně lepších výsledků lze dosáhnout při použití fázového diskriminátoru nebo poměrového detektoru. Druhý je méně citlivý na změny amplitudy na úkor menšího modulačního zisku. Oba byly dříve hodně používány v rozhlasových přijímačích pro příjem FM signálů.



Obr. 105. Poměrový detektor

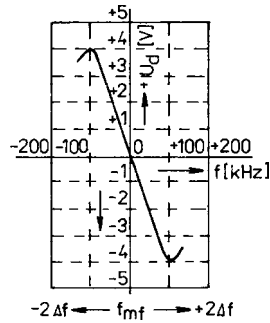
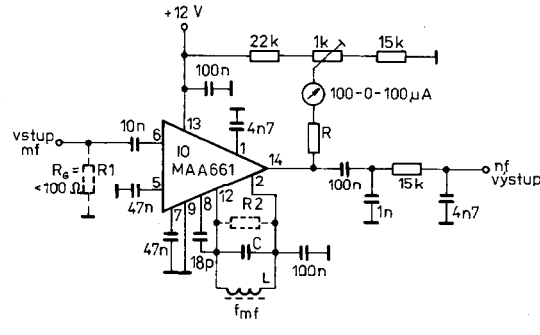
V současné době se používá jako demodulátorů FM hlavně koincidenčních detektorů a demodulátorů s fázovým závěsem. Umožňují to zejména speciálně konstruované integrované obvody většinou spojené s amplitudovým omezovačem a nf zesilovačem. Někdy dokonce i s mezifrekvenčním zesilovačem. Vyráběny jsou také speciální integrované obvody pro úzkopásmovou FM. Kromě vynikajících vlastností, pokud se týká linearitu a věrnosti převodu, mají další výhodu v nepatrné spotřebě.

Rozbor funkce těchto demodulátorů je poměrně složitý. Ale realizace při dodržení základních zásad při stavbě je poměrně jednoduchá včetně nastavení.

Jednotlivé druhy demodulátorů FM se hodnotí zejména svojí demodulační charakteristikou, tzn.:

- věrnosti přenosu kmitočtové změny na změnu napětí (linearitou),
- šířkou lineární části,
- demodulačním ziskem daným závislostí změny výstupního napětí na změně kmitočtu (mV/kHz) neboli strmostí demodulační charakteristiky.

Obr. 106. Mezifrekvenční zesilovač a demodulátor FM zapojený jako koincidenční detektor s integrovaným obvodem MAA661 (měřicí přístroj slouží ke kontrole vyladění. Potenciometrem 1k se nastavuje nula, rezistorem R citlivost)



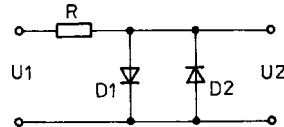
Obr. 107. Příklad demodulační charakteristiky demodulátoru FM jako závislosti výstupního nf signálu na kmitočtovém zdvihu

Amplitudový omezovač

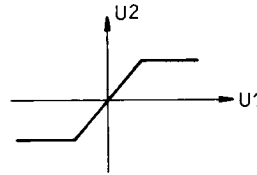
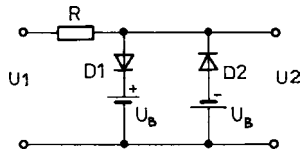
Amplitudový omezovač se používá k omezení parazitní amplitudové modulace, která se na kmitočtově modulovaném signálu objeví vlivem vln, jež se šíří prostorem, dále pak vlivem interferencí a vlivem atmosférických a průmyslových poruch.

Nejjednodušší je omezovač diodový, který v zásadě představuje nelineární dělič napětí. V okamžiku, kdy napětí na diodách překročí prahovou hodnotu, začne podle polarity jednou z diod protékat proud, zvětšuje se úbytek napětí na rezistoru R, ale napětí U_2 se už nezvyšuje. Při obrácené polaritě napětí vede zase druhá dioda. Samozřejmě je možno volbou vhodného předpětí pro každou z diod nastavit práh, kdy diody začínají vést proud, a tím nastavit i velikost U_2 .

Obr. 108. Základní omezovač s antiparalelním zapojením diod

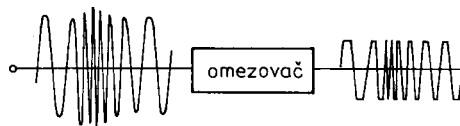


Obr. 109. Oboustranný diodový omezovač s předpětím pro každou diodu



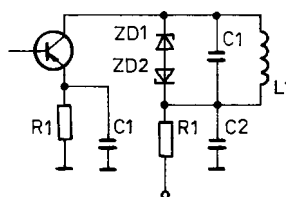
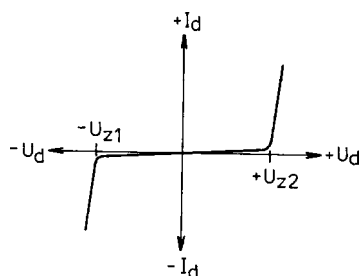
Obr. 110. Vzájemný vliv vstupního napětí U_1 a výstupního napětí U_2 u omezovače

Obr. 111. Tvar vstupního a výstupního napětí omezovače



Použijeme-li v takovém omezovači Zenerovy diody, odpadají pomocné zdroje předpětí (U_p) pro jednotlivé diody a práh omezení je dán Zenerovým napětím použitých diod. Příklad takového zapojení je uveden na obr. 112. Pro vyšší kmitočty je však třeba použít miniaturní Zenerovy diody s malou kapacitou přechodu, která je součástí ladicí kapacity obvodu.

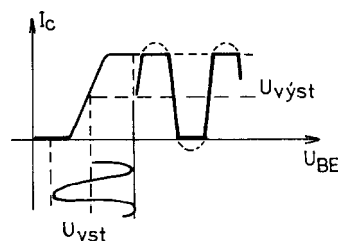
Obr. 112. Závislost proudu a napětí, zapojíme-li dvě Zenerovy diody s opačnou polaritou do série.



Obr. 113. Příklad omezovače v napětí využívajícího charakteristiky dvou Zenerových diod s opačnou polaritou v sériovém zapojení

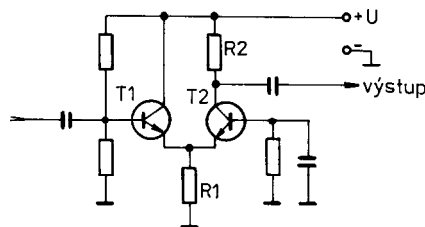
Nejrozšířenější je omezovací stupeň tvořený zesilovacím tranzistorem s upraveným pracovním režimem. Omezovací tranzistor pracuje se sníženým napájecím napětím, takže kolektorový proud dosáhne nasyceného stavu (nemůže se dále zvyšovat) již při malé amplitudě vstupního napětí.

Obr. 114. Princip omezení na charakteristice tranzistoru



Podstatné zlepšení omezovací funkce tranzistoru lze dosáhnout se dvěma tranzistory v zapojení jako diferenční zesilovač: Každý tranzistor omezuje jednu půlvlnu (T1 pracuje v zapojení se společným kolektorem, T2 se společnou bází). Tranzistory v tomto zapojení mohou pracovat s vyšším napájecím napětím. Výsledkem pak je naprosto souměrně omezený signál.

Obr. 115. Omezovač amplitudy se dvěma tranzistory v zapojení jako diferenciální zesilovač



V integrovaných obvodech určených jako diferenciální zesilovače jsou provedeny další úpravy v zapojení. Výsledné omezení je ještě dokonalejší.

Nelineární zkreslení vznikající v omezovači vlivem odřezávání špiček sinusového napětí nevyvolá zkreslení kmitočtové modulace. Vzniklé vyšší harmonické (celé násobky základního kmitočtu) se odfiltrují rezonančním obvodem nebo horní zádrží.

Krystalové rezonátory

Princip krystalového rezonátoru je založen na piezoelektrickém jevu. Ten spočívá v tom, že u některých dielektrik působením vnějších mechanických sil se na jejich povrchu objeví elektrické náboje a obráceně, vlivem vnějšího elektrického pole se stejně dielektrikum mechanicky rozkmitá.

Těmto rezonátorům říkáme v radioamatérské praxi stručně krystaly. Ve skutečnosti se jedná o výbrus zhotovený vhodným řezem z monokrystalu křemene. Takový výbrus má tvar destičky nebo hranolu. Jeho protilehlé stěny jsou opatřeny velmi tenkými polepy zlata, stříbra nebo hliníku. V uzlových místech jsou k polepům připájeny tenké přívodní drátky, které jednak drží celý krystal a současně slouží jako přívody. Mechanických držáků, které držely výbrus tlakem mezi kovovými elektrodami, se dnes už nepoužívá. Celek je uzavřen ve vhodném pouzdru, aby byl vlastní výbrus chráněn mechanicky a před prachem. U kvalitních krystalových rezonátorů je výbrus uložen ve vyčerpáné skleněné nádobě. Tím jednak odlehčením hmoty vzduchu usnadníme kmitání a současně se vylepší tepelná izolace. Parametry každého krystalového výbrusu totiž závisí na teplotě.

Jak již bylo naznačeno, vnějším elektrickým napětím přivedeným na elektrody je možno vybudit v krystalu mechanické kmity, dosahující při určitých kmitočtech výrazného maxima. Toto maximum se pak ve vnějším obvodu projeví jako elektrická rezonance. Kmitočet rezonance je dán převážně mechanickými rozměry výbrusu. Měřením lze zjistit dvě důležité skutečnosti. V první řadě krystal jako rezonanční obvod vyniká velkým činitelem jakosti Q (desítky až stovky tisíc), běžným LC obvodem nedosažitelným. Druhou skutečností je, že měřením impedance krystalu v závislosti na kmitočtu zjistíme nejdříve vlastní tzv. sériovou rezonanci a o něco kmitočtově výše ještě paralelní rezonanci, způsobenou hlavně parazitními kapacitami a kapacitou držáku. Tzn., že krystalový rezonátor je možno vybudit do stavu sériové nebo paralelní rezonance.

Krystalové rezonátory se používají jednak ke stabilizaci kmitočtu oscilátorů (základem je v tomto případě velký činitel jakosti), jednak jako základní prvky při konstrukci selektivních krystalových filtrů.

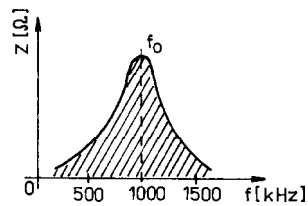


Obr. 116. Křemenný výbrus s napařenými elektrodami a s přivařenými vývody (schematické znázornění)

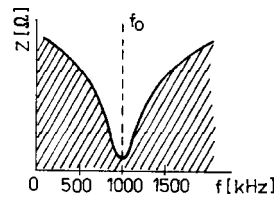
Pasivní selektivní členy

V budičích vysílačů a v přijímačích se často objevuje požadavek vytvořit vhodný obvod, který by bez znetelného útlumu propustil jen určité pásmo kmitočtů a ostatní kmitočty potlačoval.

Základním takovým obvodem je paralelní a sériový rezonanční obvod. Jak víme už z předchozího, paralelní rezonanční obvod má největší odpor na rezonančním kmitočtu. Pro kmitočty vyšší i nižší, než je kmitočet rezonanční, impedance obvodu klesá. U sériového rezonančního obvodu je tomu obráceně, co se týká propustnosti. Tento obvod propouští s minimálním útlumem jen kmitočty blízké kmitočtu rezonančnímu. V praxi jsou ve větší míře využívány paralelní rezonanční obvody.



Obr. 117. Kmitočtová závislost impedance paralelního LC obvodu

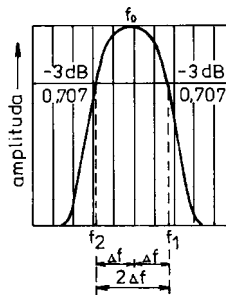


Obr. 118. Kmitočtová závislost impedance sériového LC obvodu

V praxi často požadujeme laditelnost LC obvodu, tj. plynulou změnu rezonančního kmitočtu. Ten lze měnit buď plynulou změnou ladící kapacity (použitím ladícího kondenzátoru) nebo změnou obvodové indukčnosti.

Vlastnosti samotného rezonančního obvodu hodnotíme stupněm selektivity, který udává šířku pásma laděného obvodu mezi body, kde přenášený výkon poklesne na polovinu. V hodnotách napětí to představuje pokles o 3 dB na obě strany od maximálního napětí v propustné části křivky. Tuto šířku pásma označujeme písmenem B a je dána hlavně činitelem jakosti obvodu. Za předpokladu kvalitního vzduchového nebo styroflexového kondenzátoru bude tedy celková kvalita obvodu určována převážně činitelem jakosti cívky.

Obr. 119. Šíře pásma laděného obvodu pro pokles o 3 dB



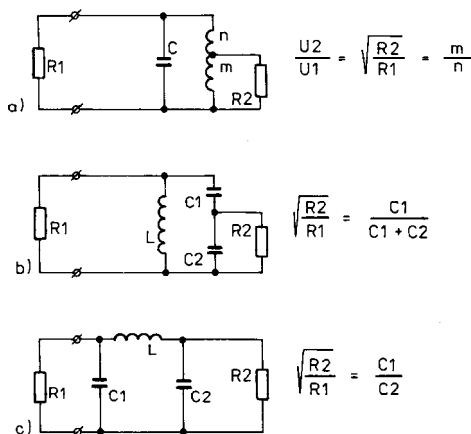
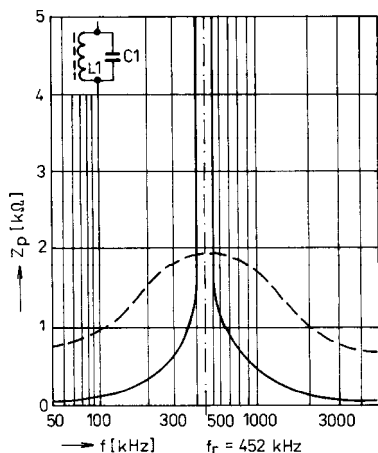
Mezi šířkou propustného pásma, kmitočtem a činitelem jakosti obvodu platí vztah:

$$B = \frac{f}{Q}$$

kde B = šířka pásma pro pokles 3 dB v kHz,
 f = rezonanční kmitočet obvodu v kHz,
 Q = činitel jakosti obvodu.

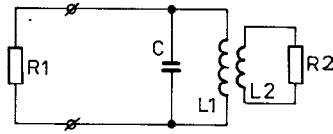
Jak již bylo uvedeno, vztah platí pro samotný rezonanční obvod nebo za předpokladu jeho správného přizpůsobení k dalším obvodům. V praxi jsou vlastnosti rezonančního obvodu ovlivněny připojenými vstupními a zatěžovacími odpory zejména aktivních součástí. Při malých hodnotách těchto odporů jsou totiž dobré vlastnosti rezonančního obvodu ohroženy, a proto je nezbytné jejich tlumící vliv omezit. Děje se tak vhodným připojením vnějšího obvodu na kapacitní nebo indukční dělič napětí.

Obr. 120. Závislost impedance paralelního laděného obvodu na kmitočtu. Čárkovaný průběh označuje vliv zátěže, který způsobuje tlumení obvodu



Obr. 121. Základní příklady přímé vazby na laděný obvod. a) přizpůsobením odbočkou na cívce, b) kapacitním děličem, c) P článkem

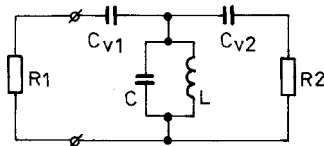
Méně se používají k přizpůsobení také T články a L články. Tam, kde potřebujeme z nějakého důvodu vzájemně galvanicky oddělit obvody, nebo potřebujeme přejít ze souměrného obvodu na nesouměrný či naopak, volíme vazbu indukčním prostřednictvím vazební cívky.



Obr. 122. Vazba zátěže na rezonanční obvod vazební cívkou

Za předpokladu, že $R1 \gg R_{rez}$ a $R2 \gg R_{rez}$,

lze použít přímou vazbu na rezonanční obvod.



Obr. 123. Přímá napěťová vazba na rezonanční obvod

V mnoha případech samotný rezonanční obvod nevyhovuje tvarem propustné křivky, a proto upravujeme přenosové vlastnosti dvěma vzájemně vázanými LC obvody, které jsou zpravidla shodné, tzn. jsou laděny na stejný kmitočet. Vzájemná vazba primárního a sekundárního obvodu může být elektrická (kapacitou) nebo magnetická (část magnetického pole primární cívky zasahuje cívku sekundární a budí v ní napětí). Tzn. vzájemná vazba je zprostředkována vzájemnou indukčností M .

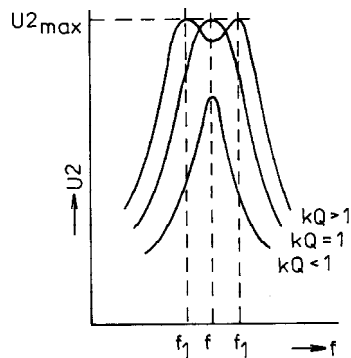
Míru vzájemné vazby obou obvodů vyjadřujeme tzv. koeficientem vazby. Největší výkon je přenášen z jednoho obvodu do druhého při kritické vazbě, kdy koeficient vazby

$$k = 1/Q_0$$

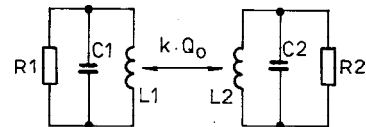
Za předpokladu, že činitele jakosti obvodů se rovnají, bude

$$Q_1 = Q_2 = Q_0$$

Je-li $k \cdot Q_0 < 1$, mluvíme o vazbě podkritické, a při $k \cdot Q_0 > 1$ o vazbě nadkritické.

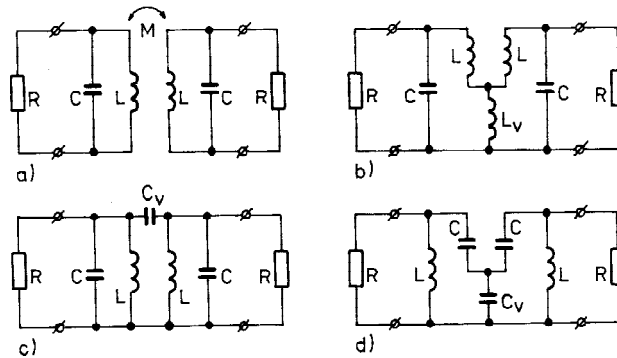


Obr. 124. Vzájemná vazba dvou rezonančních obvodů



Obr. 125. Různý tvar přenosové křivky dvou vzájemně vázaných LC obvodů při různé hodnotě $k \cdot Q_0$

Obr. 126. Příklady různé vzájemné vazby LC obvodů: a) vazba vzájemnou indukčností; b) vazba proudovou indukční; c) kapacitní napěťová vazba; d) kapacitní proudová vazba



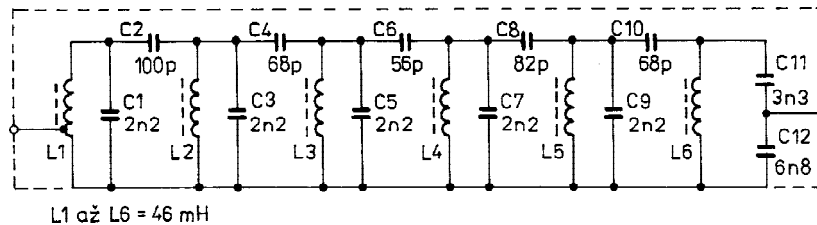
V těch případech, kdy potřebujeme větší šířku propustného pásma, než umožňuje nadkritická vazba, lze uspět tak, že jeden z vzájemně vázaných obvodů naladíme níže a druhý výše od středu požadovaného pásma. Úpravou vzájemné vazby, posouváním obou cívek, lze dosáhnout při troše trpělivosti vhodného tvaru. Nastavení je nutno několikrát opakovat a tvar křivky kontrolovat pomocí generátoru a vř voltmetru.

Selektivních zesilovačů se vzájemně vázanými LC obvody řadíme většinou několik do řady, abychom dosáhli potřebného zesílení a tvaru křivky propustnosti. Jindy požadavek velké selektivity při dané šířce propustného pásma a strmosti boků řešíme tak, že použijeme v jednom stupni tzv. filtr se soustředěnou selektivitou, která zajišťuje selektivitu celého zesilovače. Ostatní stupně už pak mají širší propustné pásmo a zajišťují jen potřebné zesílení bez podstatného vlivu na kmitočtovou charakteristiku. Těchto obvodů se využívá zejména při generování jednoho postranního pásma v budičích SSB vysílačů a v mezifrekvenčních obvodech přijímačů.

Filtry soustředěné selektivity se v praxi řeší zejména jako:

- mnohonásobné elektrické LC obvody,
- elektromechanické filtry,
- krystalové filtry,
- piezoelektrické filtry.

Hodnotícími kritérii jsou šířka propustného pásma, tvar útlumové charakteristiky, potlačení kmitočtů mimo propustné pásmo a nerovnost útlumové charakteristiky v propustném pásmu.

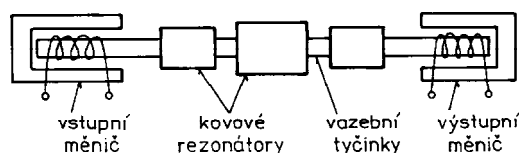


Obr. 127. Filtr soustředěné selektivity z LC obvodů na kmitočtu 50 kHz (konstrukce DM2BQK)

Zejména požadavky na strmost boků útlumové křivky dovolují konstruovat filtry z LC obvodů jen na kmitočtech pod 100 kHz (většinou na 50 kHz). Příklad zapojení takového filtru, konstrukce DM2BQK, je na obr. 127. Cívky jsou vinuty vř lankem na feritových hrncových jádrech a dolaďovány feritovými jádry. Kondenzátory jsou styroflexové. K nastavení takového filtru je nutný generátor a milivoltmetr.

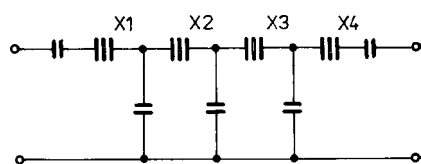
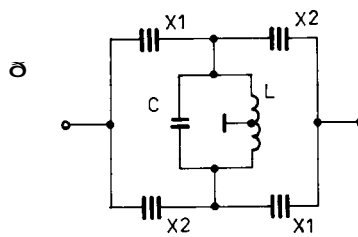
Elektromechanické filtry se vyrábějí pro kmitočty asi do 600 kHz. Využívají mechanické rezonance přesně zhotovených kovových válečků spojených vazebními tyčinkami. Na vstupu je měnič, který přemění elektrické kmity na mechanické, a na výstupu je zase zpětný mechanicko-elektrický měnič. Výroba těchto filtrů, zejména mechanických rezonátorů, je velmi náročná na přesnost. Z toho důvodu jsou tyto filtry drahé. Jejich útlumová charakteristika je však vynikající. Vstupní a výstupní měnič bývá magnetrostrikční nebo piezoelektrický.

Obr. 128. Principiální sestava elektromechanického filtru



Krystalové filtry se vyrábějí zpravidla v kmitočtovém rozmezí 3 až 40 MHz. Tvar útlumové křivky závisí na počtu a zapojení krystalových výbrusů. Tím je dána současně i cena filtru. Variant zapojení takovýchto filtrů je velké množství od nejjednodušších až po extrémně náročné. Velmi známé je zapojení krystalového filtru se čtyřmi krystaly a diferenciálním transformátorem „McCoy“. Poměrně často se vyskytují také filtry v tzv. příčkové sestavě, v níž krystalové výbrusy jsou řazeny za sebou a vázány sériovými a paralelními kapacitami.

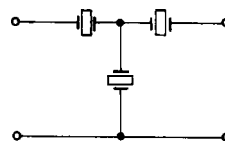
Obr. 129. Filtr McCoy se čtyřmi krystalovými výbrusy a diferenciálním transformátorem (cívka je vinuta bifilárně, LC obvod je naladěn na střed propustného pásma filtru)



Obr. 130. Příčkový filtr se čtyřmi krystaly

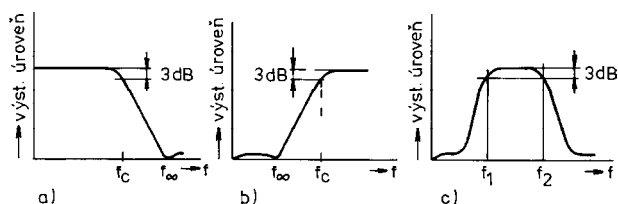
Základem piezoelektrického filtru je keramická destička z polykrystalické piezokeramiky. Ta se chová jako velmi kvalitní piezoelektrický rezonátor. Filtr většinou sestává ze tří rezonátorů a celek obsahuje několik takových článků.

Obr. 131. Článek piezoelektrického filtru složeného ze tří rezonátorů

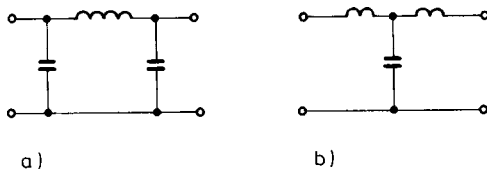


Výhodou těchto filtrů je poměrně nízká cena a malé rozměry. Nevýhodou relativně velký průchozí útlum, malá strmost útlumové křivky a horší tepelná stabilita. Širokého uplatnění našly tyto filtry zejména v mezifrekvenčních zesilovačích přijímačů pro FM (jeden filtr nebo dva zapojené v kaskádě).

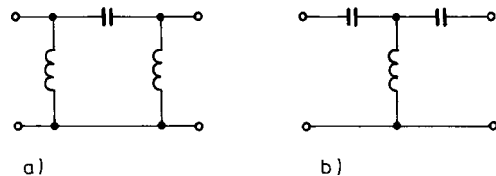
V závěru tohoto odstavce je třeba zmínit se ještě o dolní, horní a pásmové propusti. Dolní propust, tak jak je znázorněna na následujícím obrázku, propouští všechny kmitočty nižší, než je „zlomový“ kmitočet f_c a na kmitočtu $f_\infty = 1,25 f_c$ má maximální útlum. Horní propust, dále uvedená, propouští všechny kmitočty nad zlomovým kmitočtem a maximální útlum má pro kmitočet $0,8 f_c$. Pásmová propust propouští jen kmitočty v rozmezí f_1 a f_2 .



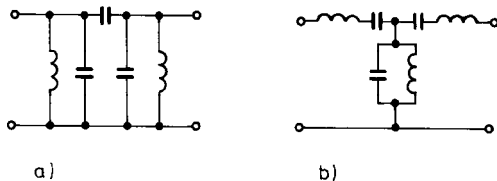
Obr. 132. Kmitočtová charakteristika dolní propusti a), horní propusti b), a pásmové propusti c)



Obr. 133. Nejjednodušší varianty dolních propustí ve tvaru P článku a) a T článku b)



Obr. 134. Nejjednodušší varianty horních propustí ve tvaru P článku a) a T článku b)



Obr. 135. Jednoduché varianty zapojení pásmových propustí

7. MODULACE A KLÍČOVÁNÍ

Amplitudová modulace

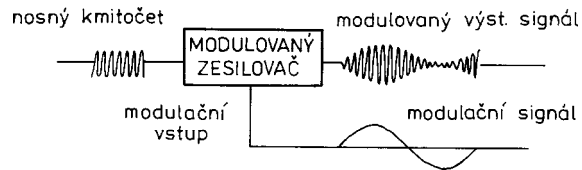
Amplitudová modulace je vlastně ovládání amplitudy nosné amplitudou nízkofrekvenčního signálu (hovorovým spektrem mluveného slova). Ve skutečnosti se toho dá dosáhnout tak, že na stejnosměrné napájecí napětí kolektoru tranzistoru nebo na stejnosměrné napájecí napětí elektronky je v modulátoru superponováno nízkofrekvenční napětí. Jinak lze také v rytmu modulačního napětí ovládat zesílení tranzistoru v zesilovači (změnou proudu báze nebo emitoru) atd. Důležité přitom je, do jaké míry je amplituda nosné ovládána modulačním signálem. To v praxi vyjadřujeme tzv. činitelem promodulování, neboli hloubkou modulace. Je-li rozkmit modulované nosné U_m poloviční proti rozkmitu nedomulované nosné U_0 , bude hloubka modulace

$$m = \frac{U_m}{U_0} = 0,5$$

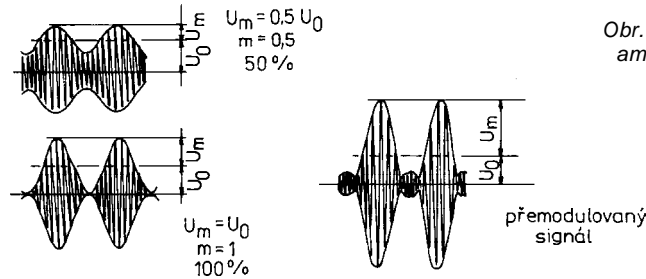
nebo v procentech

$$\frac{U_m}{U_0} \cdot 100 \% = 50 \%$$

Obr. 136. Zesilovač s modulací amplitudy zesilovaného vř signálu

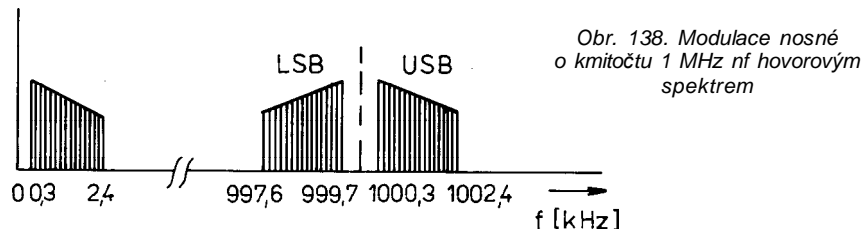


Vyšší promodulování než na 100 % způsobí tzv. přemodulování nosného kmitočtu a tím i neúnosné zkreslení.



Obr. 137. Různá hloubka amplitudové modulace

Amplitudová modulace je vlastně směšování. Proto také na výstupu modulovaného zesilovače dostaneme kromě kmitočtu nosné ještě součet a rozdíl kmitočtu nosné a nř modulačního kmitočtu. Při modulaci hovorovým spektrem se pak vytvoří dvě postranní pásma kolem kmitočtu nosné (spodní a horní postranní pásmo).



Obr. 138. Modulace nosné o kmitočtu 1 MHz nf hovorovým spektrem

Matematicky lze snadno dokázat, že při stoprocentním promodulování vysílače bude polovinu z celkového výkonu vysílače, resp. jeho koncového stupně reprezentovat nosná vlna a druhá polovina výkonu se rovnoměrně rozdělí na obě postranní pásma. Tzn., že při výkonu vysílače 100 W bude mít nosná vlna výkon 50 W a obě postranní pásma po 25 W. Dále lze také dokázat, že pro přenos informací u amplitudové modulace není nosná vlna nutná. Můžeme ji klidně potlačit a obnovit až dodatečně při demodulaci v přijímači. A konečně není pro přenos informací nutné ani druhé postranní pásmo. Úplně stačí jedno.

Z toho všeho vyplývá, že potlačením nosné a jednoho postranního pásma ušetříme 75 % výkonu vysílače. Nebo obráceně při stejném výkonu vysílače bude mít potřebné jedno postranní pásmo čtyřnásobně větší výkon.

Další výhodou tohoto zjednodušení je, že se neruší vzájemnou interferencí nosných kmitočtů kmitočtově blízké vysílače. Zanedbatelná není ani poloviční šířka pásma proti klasické AM.

Tento systém nazýváme Single Side Band = jedno postranní pásmo s potlačenou nosnou (**SSB**). Mezinárodní označení je J3E.

Pro úplnost označení jednotlivých druhů provozu (z angličtiny):

DSB (Double Side Band) - obě postranní pásma a potlačená nosná,

LSB (Lower Side Band) - dolní postranní pásmo a potlačená nosná,

USB (Upper Side Band) - horní postranní pásmo a potlačená nosná.

Které z postranních pásem pro provoz použijeme, závisí jen na dohodě či zvyklostech. Zvolenému pásmu musí však v každém případě odpovídat nastavení přijímače. Na kmitočtech nižších než 10 MHz je používáno LSB a na kmitočtech vyšších než 10 MHz se používá USB.

Kmitočtová (frekvenční) modulace

Při kmitočtové modulaci se mění kmitočet nosné v závislosti na amplitudě modulačního signálu. Při kladné půlperiodě modulačního signálu se kmitočet zvyšuje a při záporné půlperiodě se snižuje (je nižší než kmitočet nemodulované nosné vlny). Čím je amplituda modulačního signálu větší, tím větší je i kmitočtová změna, tj. odchylka od nosné.

U kmitočtové modulace jsou důležité tři základní parametry:

- kmitočtový zdvih,
- modulační index,
- šířka pásma.

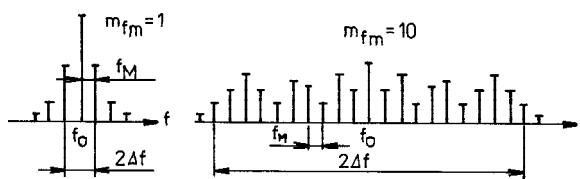
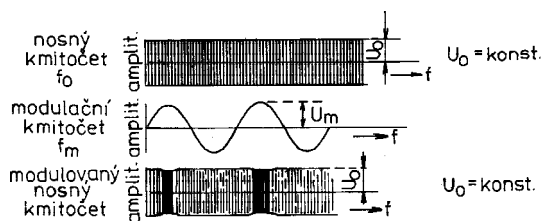
Kmitočtový zdvih Δf je maximální hodnota změny nosného kmitočtu a je přímo úměrný amplitudě modulačního napětí.

Na rozdíl od amplitudové modulace každá složka modulačního signálu vytvoří při kmitočtové modulaci teoreticky nekonečné množství postranních složek, jejichž kmitočtový odstup je roven modulačnímu kmitočtu. Amplituda těchto složek závisí na modulačním indexu, což je poměr kmitočtového zdvihu Δf a modulačního kmitočtu. Modulační index kmitočtové modulace tedy je:

$$m = \frac{\Delta f}{f_{\text{mod}}}$$

a může dosahovat hodnot 1 až n. Čím je modulační index větší, tím je vysílaná energie rozdělena do většího počtu postranních složek.

Obr. 139. Kmitočtová (frekvenční) modulace



Obr. 140. Kmitočtové spektrum frekvenčně modulovaného signálu pro dvě různé hodnoty modulačního indexu

Pro šířku pásma platí přibližný vztah:

$$B = 2 \cdot (f_{\text{mod}} + \Delta f)$$

V pásmu 144 MHz se používá šíře FM kanálů 12,5 kHz. Při maximálním modulačním kmitočtu 3 kHz tomu bude odpovídat kmitočtový zdvih

$$\Delta f = \frac{B}{2} - f_{\text{mod}} = 6,25 - 3 = 3,25 \text{ kHz}$$

Při větším kmitočtovém zdvihu budeme rušit v sousedním kanále.

K získání úzkopásmové kmitočtové modulace používáme obvykle přímého způsobu pomocí varikapu. Závislost kapacity varikapu na přiloženém napětí není však lineární. Tím není lineární ani kmitočtová změna, což je příčinou konstrukčních problémů při navrhování těchto obvodů.

I přes tyto dílčí problémy jsou ale zařízení pro úzkopásmovou kmitočtovou modulaci jednodušší, než je tomu u budičů SSB. Kromě toho zesilovače pro FM nemusí být lineární, jako je tomu v případě zesilování SSB signálů, což značně ovlivňuje energetickou bilanci.

Na straně příjmu je u FM velkou výhodou, že lze signál z mezifrekvenčního zesilovače před vstupem do demodulátoru přivést do amplitudového omezovače a jeho amplitudu

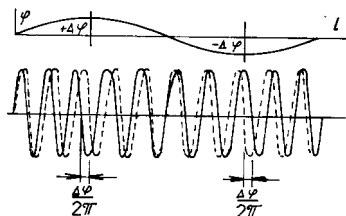
oboustranně „oříznout“. Zbavíme se tak velmi snadno a elegantně všech atmosférických a průmyslových poruch amplitudového charakteru. Tyto omezovače jsou v mnoha případech součástí příslušných integrovaných obvodů spolu s demodulátorem FM signálů, obvodem pro automatické doladování kmitočtu apod.

V neposlední řadě je i jistou výhodou, že požadavky na stabilitu kmitočtu nosné nejsou tak přísné. U SSB si těžko můžeme dovolit krátkodobou stabilitu horší než asi 200 Hz (za 30 minut), kdežto u FM zpravidla odchylka o 1 až 2 kHz v pásmu 144 MHz nepůsobí znatelnou újmu na kvalitě.

Širokopásmová kmitočtová modulace se využívá v rozhlasové technice v pásmech VKV a jako zvukový doprovod televizního signálu. Záslouhou zdvíhu 75 kHz se tak dosahuje vynikající kvality přenosu, ať už z hlediska přenášeného kmitočtového pásma či z hlediska dynamického rozpětí.

Fázová modulace

U fázově modulované nosné vlny se mění fáze nosného kmitočtu v rytmu amplitudových změn modulačního signálu. Většinou bývá využívána jako snadný přístup ke kmitočtové modulaci, neboť fázově modulované kmity můžeme považovat současně za kmitočtově modulované. Při předbíhání fáze totiž frekvence kmitů vzroste, protože se zmenší jejich perioda, a naopak při zpoždění fáze kmitočty klesá. Nevýhodou fázové modulace je, že zabrané kmitočtové pásmo se zvětšuje nejen s amplitudou, ale i s kmitočtem modulačního signálu.



Obr. 141. Posouvání fáze vř kmitů při fázové modulaci

Existují ještě další druhy modulace. Zejména modulace při impulzním provozu, kdy se mění amplituda, šířka nebo fáze impulzů v závislosti na okamžitém modulačním napětí. Tyto druhy však nejsou v radioamatérském provozu využívány.

Klíčování

Požadujeme-li u zařízení telegrafní provoz, lze toho dosáhnout klíčováním nosné (u telegrafních vysílačů) nebo klíčováním modulačního kmitočtu z pomocného generátoru (u SSB vysílačů).

Největší problémy jsou zpravidla při klíčování telegrafních vysílačů s provozem A1A. Tam je důležitý tvar značky, aby nevznikaly tzv. kliky a zbytečné rušení.

Klíčování modulačního kmitočtu pomocného nf generátoru se používá při telegrafním provozu u vysílačů SSB. V tomto případě je nutno zajistit zejména minimální zkreslení pomocného nf generátoru. To je nutné s ohledem na nežádoucí vyšší harmonické. Generátor běží zpravidla trvale, klíčován je až jeho oddělovací stupeň.

Klíčování kmitočtovým posuvem, kdy značka odpovídá jednomu kmitočtu a mezera druhému kmitočtu, se používá u speciálních druhů provozu jako je radiodálnopis (RTTY), provoz mezi počítači (paket rádio) atd.

Na závěr této kapitoly jsou stručně shrnuty výhody a nevýhody jednotlivých druhů provozu.

Provoz CW (klíčovaná nosná vlna):

- nejjednodušší zařízení na straně vysílání i na straně příjmu;
- telegrafní značky nejsnáze pronikají rušením.

Provoz AM (není povolen):

- jednoduchá demodulace sériovým detektorem;
- nevýhodná energetická bilance;
- rušení příjmu interferencí nosných;
- velké rušení z atmosférických výbojů a průmyslových zdrojů.

Provoz SSB:

- proti AM podstatně výhodnější energetická bilance;
- nevzniká rušení interferencí nosných;
- nevýhodná je složitost zařízení na přijímací i vysílací straně;
- zesilovače výkonu musí být lineární;
- provoz zabírá poloviční kmitočtové spektrum oproti AM.

Provoz FM:

- poměrně jednoduchá zařízení;
- díky omezení amplitudy z obou stran je menší rušení amplitudového charakteru;
- nevýhodou je velká šířka pásma, kterou tento provoz zabírá, a proto je FM odsunuta na pásma VKV (s výjimkou úzkopásmové kmitočtové modulace);
- u zesilovačů výkonu lze použít zesilovače třídy C, což vylepší energetickou bilanci;
- při klíčování frekvenčním posuvem získáme po oboustranném amplitudovém omezení na straně přijímače nejodolnější druh provozu proti atmosférickému a průmyslovému rušení.

8. PŘIJÍMAČE

Elektromagnetické pole, vyvolané signálem z vysílací antény, indukuje v přijímací anténě malé vysokofrekvenční napětí. Přijímací anténa ale současně zachycuje vlny mnoha vysílačů různých kmitočtů. Proto musí vstupní část přijímače vybrat pomocí přeladitelných paralelních rezonančních obvodů ten kmitočet, který má být přijímán.

Napětí na vstupním obvodu přijímače je maximální, pokud se shoduje rezonanční kmitočet obvodu a kmitočet v signálu vysílače. Je tomu tak z toho prostého důvodu, že paralelní rezonanční obvod má při rezonanci maximální odpor, a tak průchodem proudu je na něm podle Ohmova zákona největší napětí. Nakmitané napětí na vstupním obvodu má stejný tvar jako na výstupu vysílače, ale podstatně menší amplitudu. To znamená, že se jedná o v signál nízkofrekvenčně modulovaný. Proto je nutné ze zachycené nosné vlny nějakým způsobem získat zpět původní přenášenou informaci. To se uskutečňuje demodulací - detekcí. (Při provozu CW a SSB je navíc ještě nutno dodat potřebnou nosnou.)

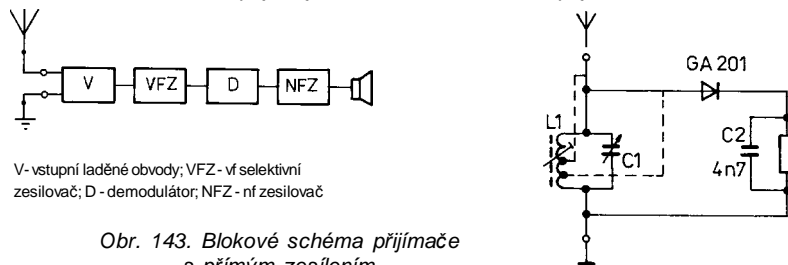
Přijímače bez zesílení a s přímým zesílením

V počátcích rozhlasu byly používány přijímače bez zesílení, kterým se říkalo krystalky. Ty plně odpovídaly zmíněnému popisu. Název byl odvozen z detektoru, v němž se používal galenitový krystal, který dnes lze nahradit libovolnou hrotovou diodou. Nevýhodou tohoto přijímače je možnost přijímat jen místní stanice (malá citlivost, poslech jen na sluchátka s velkým odporem a malá selektivita).

Přiřazením v selektivního zesilovače na vstup se tento přijímač značně zdokonalil a vznikl tak přijímač s přímým zesílením. Výraznějšího účinku v zesilovače dosáhneme, když ztráty, které vznikají v ladicím obvodu, nahradíme kladnou zpětnou vazbou. Stupeň

zpětné vazby je řízen ovládacím prvkem. Zvyšováním zpětné vazby se zvětšuje Q laděného obvodu, zužuje se šířka pásma a stoupá citlivost. Ta je největší těsně před bodem nasazení oscilací. Za bodem nasazení oscilací je takový přijímač schopen přijímat i telegrafní signály.

Obr. 142. Zapojení jednoduchého diodového přijímače bez zesílení ◊



V - vstupní laděné obvody; VFZ - vf selektivní zesilovač; D - demodulátor; NFZ - nf zesilovač

Obr. 143. Blokové schéma přijímače s přímým zesílením

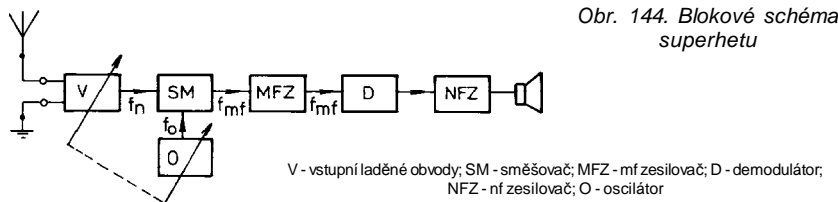
Úkolem vstupních laděných obvodů u takového přijímače je tedy vybrat signál žadaného kmitočtu. Vf selektivní zesilovač zesílí tento signál na požadovanou úroveň a demodulátor oddělí od vf modulované vlny nízkofrekvenční signál (hovorové kmitočty). Úkolem nf zesilovače je už jenom zesílit nf signál na požadovanou výkonovou úroveň pro poslech reproduktorem.

Jiným typem přijímače s přímým zesílením je tzv. superreakční přijímač. Pracuje jako kmitající detektor, jehož kmitky jsou přerušovány blokujícím oscilátorem o kmitočtu kolem 20 kHz. Přijímač se vyznačuje silným šumem, který zmizí při příjmu signálu. Citlivost je dobrá, detektor je schopen zpracovat velmi slabé i velmi silné signály AM a širokopásmové FM. Při úzkopásmové FM je nf napětí poměrně malé. Příjem telegrafních signálů není možný. Velkou nevýhodou je zpětné vyzařování kmitajícího detektoru do antény, které lze do jisté míry omezit vf zesilovačem mezi anténou a detektorem. Dnes se tohoto přijímače už nepoužívá.

Hlavním nedostatkem přijímačů s přímým zesílením je jejich malá citlivost, malá selektivita a na vyšších kmitočtech velký šum. Přidání dalších laděných obvodů a selektivních zesilovačů řeší tento problém jen v omezené míře, a to ještě jen v případě nižších kmitočtů. To je důvodem, že i těchto přijímačů se už nepoužívá. Byly vytlačeny dokonalejším systémem zvaným superheterodyn. Během několika let se vžil zkrácený výraz superhet.

Superhet

U superhetu přichází přijímaný signál (f_n) na směšovač spolu s kmitočtem z pomocného oscilátoru (f_o). Při současném působení obou signálů se objeví na výstupu směšovače řada signálů nových kmitočtů, z nichž si selektivním obvodem vybereme zpravidla signál rozdílového kmitočtu.



Obr. 144. Blokové schéma superhetu

V - vstupní laděné obvody; SM - směšovač; MFZ - mf zesilovač; D - demodulátor; NFZ - nf zesilovač; O - oscilátor

Pokud zajistíme přeladování místního oscilátoru tak, aby jeho kmitočet (f_o) byl vždy o stejný rozdíl nižší než kmitočet přijímaný (f_n), na který jsou naladěny vstupní obvody, je rozdílový kmitočet ($f_n - f_o$) stálý a nezávislý na ladění přijímače. Takto se kmitočet každého přijímaného signálu převede vždy na stejný kmitočtový rozdíl, zvaný mezifrekvenční kmitočet, který je trvale roven $f_{mf} = f_n - f_o$, neboť místní oscilátor je laděn v souběhu se vstupními obvody.

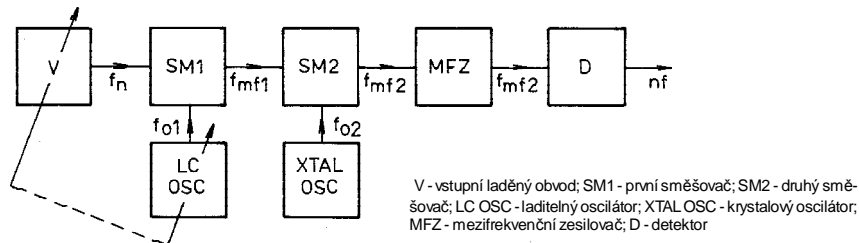
Oscilátor může pracovat také o mezifrekvenční kmitočet nad přijímaným signálem.

Hlavní výhoda superhetu je tedy zřejmá na první pohled. Veškeré zesílení a selektivita přijímače se získává na jednom kmitočtu, v mezifrekvenčním zesilovači. Tzn., že zde lze využít vhodný filtr soustředěné selektivity s potřebnou šířkou pásma a v ostatních stupních zajistit už jen požadované zesílení, které tak získáme na nízkém kmitočtu, kde se už relativně snadno vypořádáme se šumem.

Nic však není zadarmo či bez problémů. A to platí i v tomto případě. Má-li totiž superhet mezifrekvenční zesilovač na nízkém kmitočtu, stává se, že do tohoto zesilovače pronikne jak žádaný signál o kmitočtu $f_n - f_o = f_{mf}$, tak také signál zvaný zrcadlový, pro který je splněna podmínka $f_z + f_o = f_{mf}$. Tento signál je nebezpečný tím, že po zesílení mf zesilovačem se dostane na detektor, kde vytvoří spolu se žádaným signálem hvizdy. Potlačit lze zrcadlové kmitočty zčásti ve vf zesilovači na vstupu přijímače, a to ještě jen na nižších kmitočtech, nebo volbou vyššího mezifrekvenčního kmitočtu.

Z toho vyplývá, že při volbě kmitočtu mf zesilovače je nutno vycházet ze dvou protichůdných požadavků. Z hlediska selektivity a požadovaného zesílení je výhodný nízký mf kmitočet, kdežto s ohledem na potřebu potlačit zrcadlové signály je lepší mít mf kmitočet poměrně vysoký. Řešením je použít v přijímači dvojitý směřování se dvěma mf zesilovači na různých kmitočtech. První mf kmitočet volíme poměrně vysoký právě z důvodu, aby byla zajištěna dostatečná zrcadlová selektivita. Bývá zpravidla v rozsahu 2 až 4 MHz. Druhý mf kmitočet se volí mezi 30 až 50 kHz, aby bylo možno využít filtrů soustředěné selektivity s potřebnou šířkou pásma. Převážná část zesílení i selektivity se soustřeďuje do druhého mf zesilovače s nižším kmitočtem.

Obr. 145. Blokové schéma superhetu s dvojitým směšováním



Přeladitelný je jen první oscilátor, kterým se také spolu s laděním vstupních obvodů volí přijímaný kmitočet. Druhý oscilátor pracuje na pevném kmitočtu (krystalový oscilátor) a umožňuje ve druhém směšovači vznik kmitočtu druhé mezifrekvence.

U přijímačů s dvojitým směšováním nutno pamatovat na možnost vzniku dalších směšovacích produktů. Dva oscilátory a dva směšovače dávají k tomu předpoklady. Proto je nutno pečlivě zvážit volbu mf kmitočtů, pamatovat na dobré stínění a selektivitu obvodu.

Velmi kvalitní komunikační přijímače typu up-konvertor mají první mf kmitočet dokonce nad přijímaným rozsahem (40 až 70 MHz při rozsahu 0,1 až 30 MHz), doplněný krystalovým filtrem. Tato volba zaručuje dokonalé potlačení zrcadlových kmitočtů. Zesílení prvního mf stupně je malé. Převážná část zesílení a selektivity včetně požadavků na minimální šum jsou soustředěny do druhého mf zesilovače, který je zpravidla vybaven přepínatelnými

filtry pro jednotlivé druhy provozu. Kmitočty druhé mezifrekvence se volí v rozmezí 4 až 10 MHz.

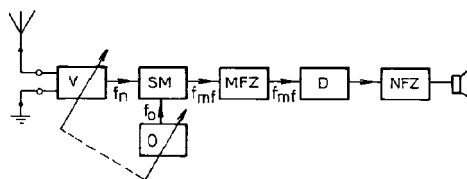
Takto konstruované přijímače dosahují velkého potlačení zrcadlových kmitočtů a nežádoucích směřovacích produktů. Nároky na řešení vstupních obvodů jsou podstatně menší. Ovšem to všechno je za cenu citelně větších nákladů na krystalové filtry (v oblasti VKV) a náročnosti na oscilátorovou jednotku.

Přijímače s přímým směřováním

Přijímač s přímým směřováním svými vlastnostmi předčí přijímač přímozesilující, nedosahuje však zdaleka kvalit superhetu. Jedná se o celkem jednoduché zařízení, vhodné hlavně pro nižší KV pásma a důležité snad je, že k jeho oživení není v zásadě třeba měřicích přístrojů, snad nejvýše měřič kmitočtu pro nastavení oscilátoru. Z blokového schématu je patrné, že za vstupními laděnými obvody (V) následuje směšovač (SM) s místním oscilátorem (O), jehož kmitočet je volen tak, aby na výstupu směšovače byl už demodulovaný nf signál.

Obr. 146. Blokové schéma přijímače s přímým zesílením

V - vstupní laděný obvod; SM - směšovač;
O - oscilátor; DP - dolní propust; NFZ - nf zesilovač



Vstupní laděný obvod je běžný. Je laděn na stejný kmitočet jako oscilátor. Ke směšování bývá většinou využito zapojení dvojitě vyváženého směšovače s diodami. Mimořádné požadavky jsou kladeny na stabilitu LC oscilátoru. To je také hlavní důvod, proč se tohoto jednoduchého přijímače nevyužívá na vyšších KV pásmech. Selektivita je z větší části dána dolní propustí na výstupu směšovače. Veškeré zesílení je soustředěno do nf zesilovače.

Jak již bylo uvedeno, výhodou tohoto principu je jednoduchost, velmi dobrá kvalita přijímaných signálů, malá pořizovací cena a snadné uvedení do provozu. Nevýhodou je malá selektivita a možnost příjmu jen SSB a CW signálů.

Pokud použijeme aktivního směšovače s některým z běžných zapojení, získáme výhodu v zisku tohoto směšovače. Ovšem za cenu zhoršení odolnosti proti přetížení silnými signály.

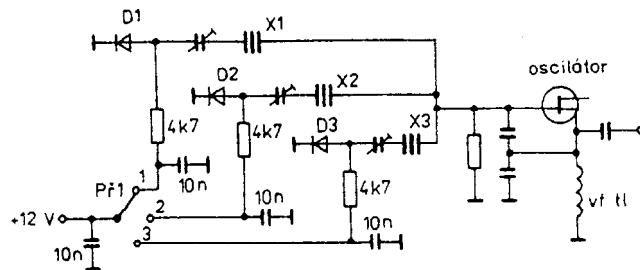
Hlavní obvody přijímačů

Vstupní laděné obvody mají za úkol pokud možno vybrat z přijímaného spektra signálů jen žádané signály a ostatní pokud možno účinně potlačit. Nejčastěji jsou řešeny jako paralelní laděné LC obvody. Šířka přenášeného pásma závisí na činiteli jakosti obvodů. Vysokého činitele jakosti dosahují filtry HELICAL, které pracují na principu dutinových rezonátorů s malou impedancí. Zpravidla se spojují dva nebo tři s velmi volnou vazbou jako pásmová propust. Pro oblast krátkých vln jsou však značně rozměrné a těžko přeladitelné. V přijímačích typu up-konvertor stačí na vstupu jen dolní nebo pásmová propust. Pro optimální přenos energie z antény na vstupní obvod je důležité správné přizpůsobení, jak již bylo uvedeno v odstavci „pasivní selektivní členy“.

Vysokofrekvenční zesilovač má nahradit ztráty, které vznikají průchodem signálu laděnými obvody, a upravit šumové číslo přijímače na žádanou hodnotu. O velikost zisku zesilovače se zmenšuje dynamický rozsah směšovače. Proto je třeba nastavit jeho zisk jen na nejnutnější míru. U kvalitních přijímačů je vf zesilovač řešen s možností připojení jen

v nutném případě. Při velkých nárocích na linearitu není vhodné zavádět do ví zesilovače automatické řízení zisku. Jako aktivní součástka se na tomto stupni využívá dvoubázový MOSFET. Má dobré šumové vlastnosti, velmi dobrou linearitu i stabilitu. Tam, kde jsou kladeny největší nároky, je využívána poměrně nová součástka, výkonový V-MOSFET, jehož vlastnosti jsou pro toto použití vynikající.

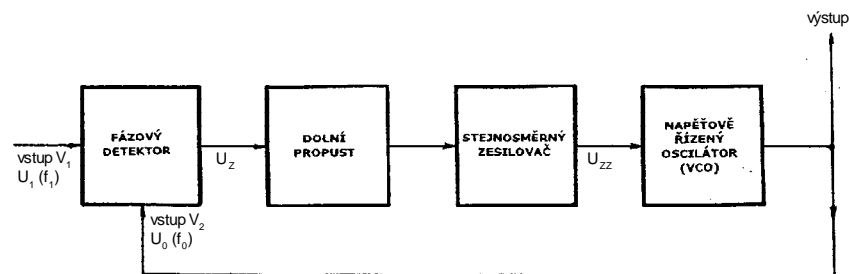
Oscilátory se vyskytují v přijímačích na různých pozicích. Těmito pozicemi je také dáno, zda se jedná o LC oscilátor, či krystalový oscilátor a jaké jsou nároky na stabilitu kmitočtu. Od oscilátorů použitých v přijímači požadujeme kromě velké stability také spektrální čistotu a minimální šum. U krystalových oscilátorů je stabilita dána především kvalitou krystalu. Tyto oscilátory se používají nejčastěji jako záznejový oscilátor, jako pomocný oscilátor při dvojitým směšování nebo u normálových oscilátorů pro kontrolu cejchování stupnice. Kmitočty krystalového oscilátoru lze přesně nastavit trimrem zapojeným do série s výbrusem. Kalibrační a normálové oscilátory musí mít někdy obdélníkový výstup, pak je jako aktivní prvek použito logické hradlo. Při nutnosti přepínání jednotlivých krystalů (volba postranního pásma atd.) se využívá k přepínání křemíkových spínacích diod (pokud je jeden konec krystalu uzemněn), aby přívody k přepínači mohly být libovolně dlouhé.



Obr. 147. Přepínání krystalů v oscilátoru spínacími diodami

Dostatečně stabilní laditelný oscilátor je možno při pečlivé tepelné kompenzaci, malém výkonu, volné vazbě a dobrém mechanickém provedení realizovat na kmitočtech asi do 10 MHz. Pro vyšší požadované kmitočty se využívá směšování signálu ladicího oscilátoru s pevným kmitočtem krystalových oscilátorů.

U kvalitních přijímačů (stejně tak vysílačů a transceiverů) se dnes využívá k získání potřebných kmitočtů kmitočtové synchronizace pomocí fázového závěsu PLL (Phase-Lock-Loop, tj. fázově zavěšená smyčka). Základní blokové schéma fázového závěsu je uvedeno na obr.148a. Sestává z fázového detektoru, dolní propusti, stejnosměrného zesilovače a napětově řízeného oscilátoru (VCO).



Obr. 148a. Základní blokové schéma fázového závěsu (PLL)

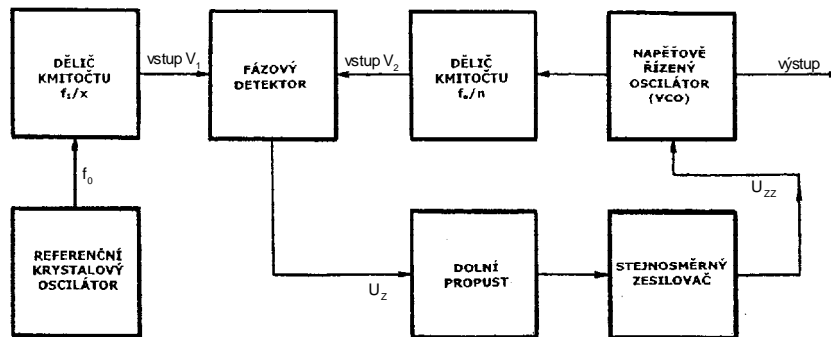
Při popisu činnosti zjistíme, že mohou nastat tři základní stavy:

- V prvním případě bude na vstup V_2 fázového detektoru působit vzorek signálu z napěťově řízeného oscilátoru (f_o). Na vstup V_1 nebude přiveden žádný signál. Na výstupu z fázového detektoru, dolní propusti a stejnosměrného zesilovače se objeví malé stejnosměrné napětí, které je přiváděno jako řídicí na varikap napěťově řízeného oscilátoru VCO. Toto napětí je konstantní, čímž i oscilátor kmitá na konstantním kmitočtu (vlastní kmitočet oscilátoru) a jeho stabilita nebude ničím ovlivňována.

- Přivedeme-li však na vstup V_1 vzorek signálu ze stabilního krystalového oscilátoru, jehož kmitočet se liší od vlastního kmitočtu napěťově řízeného oscilátoru, objeví se na výstupu fázového detektoru napětí závislé na rozdílu fází a kmitočtů obou signálů U_1 a U_o . Po filtraci dolní propustí a zesílení přichází toto napětí (U_z) na varikap napěťově řízeného oscilátoru. Oscilátor je tímto napětím za vhodných podmínek doladován tak, že se kmitočet VCO blíží kmitočtu krystalového oscilátoru a fázový závěs se dostává do režimu tzv. zachycování, tj. dosahování synchronního stavu.

- V okamžiku, kdy se fáze a kmitočty obou signálů U_1 a U_o ztotožní, je na výstupu detektoru nulové napětí (i když určitý malý fázový rozdíl je pro správnou funkci nutný) a oba signály jsou ve vzájemném závěsu (synchronním stavu). Kmitočet VCO byl srovnán s kmitočtem řídicího signálu a nadále je jím synchronizován (tzn. odpovídá jeho stabilitě).

Použijeme-li jako zdroj synchronizačního signálu na vstupu V_1 krystalový oscilátor, získáme tak potřebnou stabilitu, ale bez možnosti změny kmitočtu. Toto zapojení nám sloužilo jen pro vysvětlení principu činnosti. Příklad zapojení jednoduchého funkčního syntezátoru je znázorněno na obr. 148b. Mezi napěťově řízený oscilátor a fázový diskriminátor byl zařazen nastavitelný kmitočtový dělič s dělicím poměrem f_o/n . Podobný nastavitelný dělič s dělicím poměrem f_s/x nám umožní získat požadovaný referenční signál potřebné stability, odpovídající stabilitě krystalového oscilátoru. Napětím U_z z výstupu fázového diskriminátoru (které zase závisí na velikosti rozdílu kmitočtu a fáze obou vstupních signálů) je přes varikap řízen kmitočet VCO, až dojde k synchronizaci a shodě obou kmitočtů.



Obr. 148b. Blokové schéma fázové řídicí smyčky PLL k získání kmitočtových skoků, jejichž kmitočet stabilitou odpovídá stabilitě referenčního krystalového oscilátoru

Je zřejmé, že změna kmitočtu je dána dělicím poměrem děličky. Tzn. není plynulá, ale mění se po skocích odpovídajících nastavenému dělicímu poměru. Ne vždy však vystačíme se změnou kmitočtu ve skocích po 100, 50 či 25 kHz. Zejména u SSB signálů a při příjmu telegrafních signálů pomocí filtrů s nepatrnou šířkou pásma je požadovaná kmitočtová změna skoků alespoň 10 Hz. Čím vyšší je provozní kmitočet a jemnější ladicí skok, tím

narůstají nároky na děličky, čistotu signálu a rychlost, s jakou fázový regulační obvod pracuje. Je pak nutno používat PLL smyčku s pevným nebo přepínatelným předděličem a zapojení tak nabývají na složitosti. Díky poměrně složitým jednoúčelovým integrovaným obvodům jsou však poměrně snadno realizovatelné (zejména v profesionální výrobě). Lepší integrované obvody tohoto druhu obsahují referenční oscilátor, napěťově řízený oscilátor, programované děliče, jeden či více fázových komparátorů, kompletní logiku atd.

Použití fázového závěsu je v praxi mnohem širší. Kromě kmitočtové synchronizace je využíván k demodulaci FM, násobení a dělení kmitočtu, jako převodník napětí-kmitočet, stereofonní dekodér, synchronní demodulátor AM a SSB signálů apod.

Směšovač je jedním z nejslabších článků přijímače. Hlavními hledisky pro jeho hodnocení jsou možnost zpracovat lineárně i velmi silné signály, malý šum, velký zisk a dobré oddělení vstupních a výstupních signálů. Úkolem směšovače je převést přijímaný kmitočet na kmitočet mezifrekvenční, společný pro všechny přijímané signály. Tento mezifrekvenční signál vznikne směřováním kmitočtu přijímaného a kmitočtu pomocného oscilátoru, který se ladí současně se vstupem přijímače. Na výstupu směšovače vybereme laděným obvodem součet nebo rozdíl obou vstupních kmitočtů. Z hlediska potlačení nežádoucích produktů směšování je výhodnější volit kmitočet oscilátoru výše, než je kmitočet přijímaný.

Pokud se týká vlastního směšovače, volí se u kvalitních přijímačů z velkého množství různých zapojení některá z následujících variant:

- dvojitě vyvážený diodový směšovač s vybranými Schottkyho diodami, u něhož lze za podmínek čistě harmonických signálů s patřičnou úrovní na vstupech dosáhnout stavu, kdy na výstupu je jen součtový a rozdílový signál,
- vyvážený směšovač z dvoubázových FET, který je schopen zpracovat i velmi silné vstupní signály,
- směšovač s ultralineárním prvkem, výkonovým MOSFET v provedení V-MOS, kde je výhodou kromě jiného také značný směšovací zisk,
- aktivní směšovač s využitím vhodného integrovaného obvodu s diferenčními zesilovači. Ty se dodávají také s nastavitelným ziskem. Dosažené výsledky jsou však zpravidla o něco horší než při předchozích variantách.

Mezifrekvenční zesilovač má zajistit potřebné zesílení a selektivitu přijímače. K zesílení lze využít téměř všechny aktivní prvky. Nejlepších výsledků lze však dosáhnout použitím dvoubázových MOSFET, u kterých nebývají problémy s nestabilitou i při velkém zesílení, nehledě k tomu, že změnou napětí na druhé bázi lze snadno řešit automatické vyrovňování citlivosti. Je možné také použít integrované obvody, dosažené výsledky jsou však zpravidla horší.

Selektivita tohoto stupně je dána filtrem soustředěné selektivity. Je pochopitelné, že ideální průběh křivky propustnosti z hlediska selektivity by byl obdélníkový. V praxi toho však nelze dosáhnout, a tak se ideálu snažíme jen přiblížit. Konečný útlum filtru se někdy vylepšuje zařazením dvou shodných filtrů za sebou. Vzhledem k požadavku na různou šíři pásma při různých druzích provozu se přepínají někdy filtry miniaturními relé nebo spínacími diodami. Existují také filtry s plynule nastavitelnou šířkou propustného pásma.

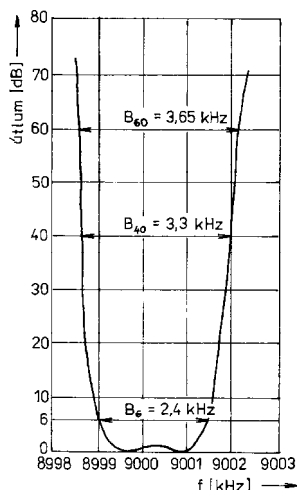
Demodulátor má oddělit modulační signál od signálu v nosné. Volba typu demodulátoru závisí hlavně na druhu použité modulace. Hlavními kritérii pro hodnocení demodulátorů jsou linearita (schopnost dodržet tvar přicházejícího signálu) a přetížitelnost (zpracovat signál do určité amplitudy bez zkreslení).

Pokud se týká demodulace AM signálu, je situace jednodušší o to, že AM ztrácí v radioamatérské praxi význam. Volba se ustálila na diodovém detektoru. Jen zřídka je využíván detektor s tranzistorem FET, i když ten dosahuje velké linearity a kromě toho ještě svým velkým vstupním odporem prakticky nezatíží předchozí laděný obvod. AM signály jsou schopny detekovat také některé jednoúčelové integrované obvody (MA661).

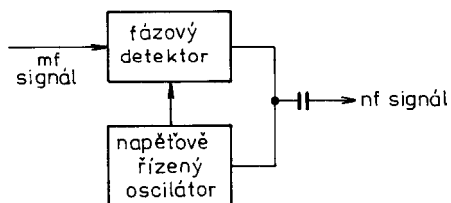
K demulaci SSB a CW signálů je nutno nahradit signálem z místního oscilátoru nosnou. Tento pomocný signál dodává v přijímači **záznějový oscilátor (BFO)**. Smíšením mezifrekvenčního kmitočtu s kmitočtem BFO získáme nf slyšitelné spektrum. Kmitočet BFO bývá přepínán podle druhu provozu a přijímaného postranního pásma. Všechny druhy demodulátorů pro tyto provozu jsou směšovací, nazývané často produktdetektory. Pasivní diodové produktdetektory se používají se dvěma diodami, nebo dvojitě vyvážené se čtyřmi diodami. Signál nezesilují, naopak, mají tzv. směšovací ztrátu, ze záznějového oscilátoru vyžadují velký výkon a vř signál musí být přiváděn vedením s malou impedancí. Při výběru diod však získáme dobrou linearitu a dobrá je i izolace mezi jednotlivými póly. Jako diody lze použít spinací diody, Schottkyho diody nebo párované varikapy. Výhodnější jsou produktdetektory s dvoubázovými FET. Mají dobrou linearitu, malý šum, velkou vstupní impedanci (nezatěžují laděný obvod) a k vybuzení stačí malé napětí. S výhodou jsou rovněž na tomto stupni využívány integrované obvody.

K demulaci FM signálů byla v historii používána celá řada různých druhů demodulátorů. Nemá význam se jimi znovu zabývat, neboť v současné době už nejsou využívány. Dnes se k demulaci těchto signálů používá téměř výhradně koincidenční detektor nebo způsob demulace fázovým závěsem, a to ještě v obou případech s využitím integrovaných obvodů.

U demodulátorů s fázovým závěsem porovnáme vstupní mezifrekvenční signál s kmitočtem napětově řízeného oscilátoru, který kmitá na kmitočtu mf zesilovače. Jsou-li oba kmitočty shodné, bude vyrovnávací napětí na výstupu z fázového komparátoru konstantní (za předpokladu, že nosná není modulována). Při změnách kmitočtu nosné (během kmitočtové modulace) vzniká takové napětí, aby se oscilátor doladil. Toto chybové napětí je pak věrným obrazem modulace a stačí je oddělit sériovým vazebním kondenzátorem od stejnosměrné složky.



Obr. 149. Příklad křivky propustnosti solidního filtru soustředěné selektivity



Obr. 150. Princip demodulátoru s fázovým závěsem

Řada integrovaných obvodů je schopna s vhodným přepínačem detekovat všechny druhy provozu. Navíc tyto integrované obvody umí omezit vstupní signál, získat napětí pro AVC a zesílit nf výstupní signál.

Nízkofrekvenční zesilovač zesílí slabý, demodulovaný nf signál na potřebný výkon řádu jednotek wattů pro poslech na reproduktor. Citlivost musí být taková, aby bylo dosaženo požadovaného výkonu. Řeší se dnes výhradně integrovanými obvody. Pro zlepšení šumových vlastností přijímače mají někdy tyto zesilovače na vstupu omezenou horní hranici kmitočtů nad 3 kHz a složitější zapojení jsou vybavena velmi účinnými propustmi s možností změny propustného pásma pro CW provoz.

Pomocné obvody přijímačů

Pro usnadnění obsluhy a zlepšení činnosti se v přijímačích používá ještě celá řada pomocných zařízení a obvodů.

Obvod AVC (automatické vyrovnávání citlivosti). Na vstup přijímače přicházejí signály se značně rozdílnou napětovou úrovní (od zlomku mikrovoltu do několika desítek i stovek milivoltů). Demodulátory jsou však schopny zvládnout úrovně jen v určitém rozmezí. Proto je přijímač vybaven automatickou regulací zesílení (někdy současně i regulací ruční). Napětí AVC se v přijímači odvozuje z vf nebo nf signálu (ale před bodem řízení hlasitosti). Po usměrnění a zesílení je toto napětí použito ke změně pracovního bodu mf a vf zesilovače, tzn. k regulaci jejich zesílení. Důležitá je volba vhodné časové konstanty (jak rychle AVC reaguje na změny síly signálu).

Záznějový oscilátor je nutný pro příjem CW a SSB signálů. Při příjmu SSB obnovuje potlačenou nosnou vlnu a při příjmu CW vytváří slyšitelný zázněj s přerušovanou nosnou vlnou. Tyto oscilátory nevyžadují žádnou speciální obvodovou techniku. Zpravidla se použije vhodný krystalový oscilátor s přepínáním krystalů pro příjem spodního a horního postranního pásma a pro příjem CW.

AFC (automatické doladování kmitočtu). Tento obvod doladuje kmitočet místního oscilátoru v přijímači, aby byl přijímač trvale správně naladěn na přijímaný kmitočet.

Amplitudový omezovač je ve většině případů nutný pro správnou činnost demodulátoru FM signálů. Jinak však umožňuje „oříznout“ amplitudovou složku atmosférického a průmyslového rušení a tím značně zlepšit kvalitu přijímaných FM signálů. V mnoha případech bývá dnes součástí integrovaného obvodu určeného k demulaci FM.

S - metr (měřič síly pole) umožňuje určit sílu přijímaného signálu. Stejně jako obvody AVC reaguje na sílu vstupního signálu a bývá proto nedílnou součástí těchto obvodů. Jako indikátor se používá ručkový měřicí přístroj nebo sloupec svítivých diod. Cejchování je provedeno v obou případech ve stupních S. Každému stupni S odpovídá zvýšení úrovně signálu o 6 dB. Stupnice má celkem 9 stupňů (viz kap. Report, s. 238).

Umlčovač šumu (squelch - SQ) je součástí vybavení přijímačů pro FM. Uzavírá nf zesilovač, pokud na výstupu z demodulátoru je jen šum (bez nosné). Umlčovač je řízen detekcí nosné nebo energií šumu. Při regulaci nosnou vlnou je tato (pokud je přítomna) detekována ještě před omezovačem a po zesílení ovládá klopným obvodem nf zesilovač. Účinnější je řízení umlčovače energií šumu. V tomto případě nf signál za demodulátorem přichází jednak do nf zesilovače a jednak odbočuje přes šumový filtr (propouští jen kmitočty vyšší než 5 kHz), za nímž je šumový zesilovač a usměrňovač. Stejnoseměrná složka takto získaná uzavírá nf zesilovač. Používá se také umlčovač, který sdružuje oba tyto principy.

Dalšími pomocnými obvody jsou různé omezovače poruch, paměti atd.

Základní vlastnosti přijímačů

Pro přehled jsou uvedeny alespoň základní vlastnosti přijímačů jako jejich hodnotící kritéria.

Kmitočtový rozsah přijímače udává kmitočtová pásma, pro která je určen, případně odpovídající druh modulace, kterou přijímač umí zpracovat.

Citlivost přijímače je dána velikostí v_f napětí, které musí být přivedeno na vstup přijímače, aby bylo dosaženo určitého poměru signál/šum, obvykle 10 dB, na jeho výstupu. Udává se vždy pro určité kmitočtové pásmo a druh modulace.

Šumové číslo přijímače udává, kolikrát se zhorší poměr signál/šum při průchodu signálu ze vstupu na výstup přijímače. Ideální přijímač, bez vlastního šumu, by měl na výstupu stejný odstup signál/šum jako na vstupu, takže by jeho šumové číslo bylo $F = 1$. Ve skutečnosti je šumové číslo každého přijímače větší než 1. Čím menší má ale přijímač šumové číslo, tím slabší signály jím lze při daných podmínkách přijímat. Vlastní šum přijímače závisí především na vlastnostech prvního zesilovacího stupně.

Selektivita přijímače je mírou schopnosti vybrat z celého kmitočtového spektra signálů přicházejících z antény na vstup jen ten signál, který má být přijímán, a zároveň potlačit signály nežádoucí (rušivé). Selektivita je dána především tvarem amplitudové charakteristiky mezifrekvenčního zesilovače. V praxi to znamená použitými krystalovými nebo elektromagnetickými filtry.

Potlačení zrcadlových kmitočtů. S rušením zrcadlovými kmitočty se můžeme setkat, má-li přijímač mezifrekvenční zesilovač na nízkém kmitočtu. Pak se totiž může stát, že do něj pronikne jak žádaný signál o kmitočtu $f_n - f_{osc} = f_{mf}$, tak také signál tzv. zrcadlový $f_z + f_{osc} = f_{mf}$. Tento signál je nebezpečný tím, že po projití mezifrekvenčním zesilovačem na detektor vytvoří spolu se žádaným signálem hvizdy. Potlačit jej lze jen z části, a to jen na nižších pásmech, ve v_f zesilovači nebo volbou vhodného vyššího mf kmitočtu. Tato druhá možnost vyloučí výskyt zrcadlových kmitočtů úplně.

Odolnost proti křížové modulaci. Křížovou modulací rozumíme jev, kdy je rušen poslech slabé stanice silným kmitočtově blízkým vysílačem, který vtiskne signálu slabé stanice svoji modulaci. K rušení příjmu slabé stanice dochází i tehdy, když kmitočty silné nežádoucí stanice je v dalších stupních přijímače odfiltrován. Nejnáchylnějším místem pro vznik křížové modulace je směšovač.

Stabilita přijímače je dána v první řadě stabilitou LC oscilátoru a oscilátorů ostatních. Může ji do značné míry ovlivnit také stabilita mechanická. Po zapnutí přijímače a po ustálení (asi po deseti minutách) by neměla být kmitočtová změna větší než 100 Hz za půl hodiny.

Dynamický rozsah přijímače je poměr mezi úrovní nejslabšího signálu, jež je přijímač schopen zpracovat, k nejsilnějšímu signálu, který ještě nezpůsobuje zřetelné zkreslení. Dynamický rozsah se udává v dB.

Intermodulační zkreslení vzniká, přivedeme-li na vstup přijímače dva nebo několik signálů jako výsledek smíchování jejich kmitočtů s jejich harmonickými, přičemž nás zajímají jen produkty lichých řádů. Příkladně na vstup přijímače přivedeme signály s kmitočty 14 050 a 14 020 kHz. Ve stejném pásmu se objeví rušící kmitočty vzniklé kombinací $(2 \times 14 050) - 14 020 = 28 100 - 14 020 = 14 080$ kHz jako intermodulační produkt.

9. DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ RADIOVÝCH SIGNÁLŮ

Digitální zpracování slabých radiových signálů je dnes celkem běžná záležitost zejména v zařízeních vyráběných ve velkých sériích. Jejich použití má řadu významných předností, ale také slabin, které mohou vést u neznalých uživatelů vést až k odmítnutí této pokrokové technologie.

Zařízení pro digitální zpracování signálu se obvykle nazývá digitální signálový procesor a používaná zkratka je DSP (Digital Signal Processing). Vstupní signál je analogový, výstupní signál většinou požadujeme také v analogovém tvaru. Vlastní procesor je, jak název napovídá, číslicový. Pro převod signálů se používají převodníky – A/D pro převod na digitální formu, D/A pro převod do analogového tvaru. Tyto dva převodníky se často vyrábí jako jediná společná součástka, nazývaná kodek. Hned na začátku je třeba říci, že tato technologie není příliš vhodná pro domácí tvorbu, neboť vlastní zpracování signálu spočívá na spektrálních transformacích, bez jejichž znalostí se při vývoji tohoto zařízení prakticky nelze obejít. Znalost základních principů však umožní využívat jejich možností až do krajnosti, což u radiových spojení EME není nic neobvyklého.

Již u těchto převodníků můžeme sledovat několik důležitých základních parametrů platných pro celý DSP. Prvním z nich je taktovací frekvence, se kterou zařízení pracuje. Převodník A/D převádí vstupní analogový signál v pravidelných časových intervalech na čísla, která reprezentují jeho momentální velikost (amplitudu). Už zde narážíme na protichůdné požadavky: z hlediska co nejlepší aproximace vstupního signálu požadujeme co nejvíce vzorků v jednom časovém úseku, které však následující DSP nestačí zpracovávat. Obecně platí, že pro analogový signál, jehož nejvyšší kmitočtovou složku označíme f_{\max} potřebujeme vzorkování s kmitočtem $2f_{\max}$ (Nyquist-Shannonova věta). Proto se se zpracováním signálů pomocí DSP setkáváme až v nízkofrekvenční části zařízení, zpracování na mezifrekvenčním kmitočtu zatím není běžné, i když se již používá. Pro tento účel bývá často mezifrekvenční kmitočet snižován dalším směřováním až na málo běžné hodnoty (pod 100 kHz).

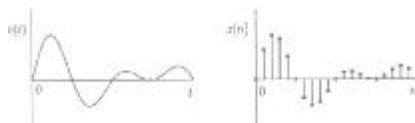
Nejznámější výrobci DSP jsou [Texas Instruments](#), [Analog Devices](#) a [Motorola](#).

Vlastní zpracování číslicového signálu probíhá na frekvencích mnohem vyšších, než byla frekvence vzorkovací. Při lineárním zpracování se obvykle nejprve provede některá ze spektrálních transformací, např. FFT, Hilbertova či DCT. Při zpracování se vychází ze známých vlastností spekter některých signálů. Zejména je důležitá znalost spektra bílého šumu, který má stejnou amplitudu na všech kmitočtech přenášeného pásma. Již pouhé odečtení konstanty od jednotlivých složek spektra způsobí radikální pokles úrovně šumu výstupního signálu. Tato úprava bývá nazývána Noise Reduction. Dalším významným počinem je vyhledání spektrálních čar, které se v čase nemění. To jsou spektra různých, často i velmi silných signálů, které dokáží užitečný signál úplně zamaskovat. Oříznutí spektra tohoto signálu se projeví jako účinek velmi úzkého a velmi jakostního filtru, který by s použitím klasických součástek nebyl realizovatelný.

Mimo těchto základních operací se však prostřednictvím DSP realizují další nelineární a netypické úpravy signálu podle specifického zařazení. O těchto úpravách však výrobci zařízení zarytě mlčí, neboť v nich je realizována mnohá zkušenost mnoha odborníků. Ve finálním provedení se často používají DSP realizované v jediném pouzdru i s pamětmi, ze kterého lze algoritmy zpracování zjistit již jen velmi obtížně. Na obr.1 je blokové schéma typického DSP. Vidíme, že vychází z architektury von Neumanna, prakticky přesně kopíruje tzv. Super Harvardskou architekturu.

Jak již bylo řečeno, vstupním prvkem pro zpracování DSP je převodník A/D. Pro oblasti zpracování audiofrekvencí a videofrekvencí se nabízí široká paleta obvodů od mnoha výrobců. Převodníky A/D a D/A dnes již nejsou limitujícím faktorem při realizaci DSP, pomo-

cí nich lze osvětlit některá specifika zpracování, neboť již zde dochází k prvotním ztrátám kvality signálu.



Obr. 151. Analogový signál a posloupnost vzorků

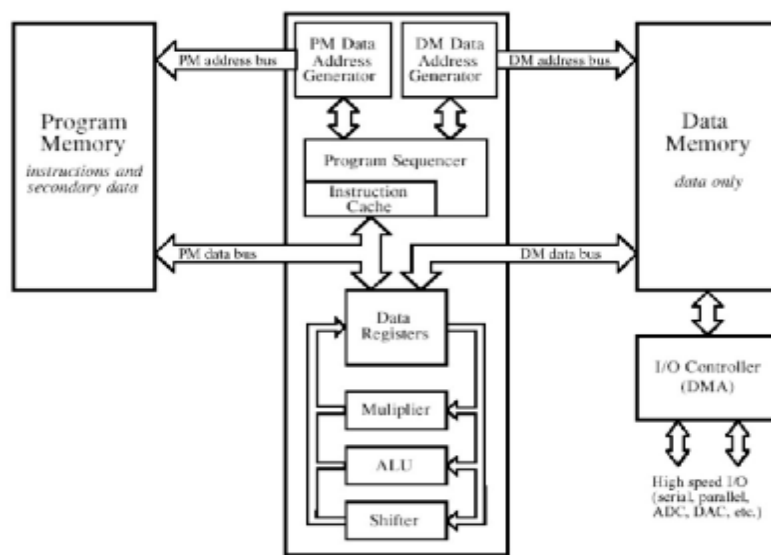
Na Obr.151 je znázorněn rozdíl mezi analogovým signálem a posloupností vzorků v ekvidistantních časech. Taktovací frekvence vzorků bývá určena možnostmi dalšího zpracování signálu, nikoliv samotného převodníku.

Další problém, se kterým se setkáváme už při převodu signálu na číslicové vzorky, je konečná množina amplitudových hodnot. Jejich počet je dán počtem bitů zpracovávaného číslicového signálu. To nám určuje počet amplitudových hladin signálu. Např. při délce slova 8 bitů máme k dispozici 256 různých hladin. Samozřejmě platí, čím více, tím lépe. Pro vlastní DSP však rychle vzrůstají nároky na rychlost zpracování. Nutno uvážit, že během jednoho taktu převodníku je zapotřebí často provést i několik set výpočtů ve vlastním procesoru, a to se všemi bity zpracovávaných slov. Z toho plyne již zmiňovaný problém práce DSP na vyšších (např. mezifrekvenčních) kmitočtech. Na Obr.152 je znázorněna aproximace signálů s pomalým a rychlým vzorkováním.



Obr. 152. Aproximace spojitého průběhu

Z toho plyne další důležitý poznatek, a to je velmi malá, přímo nepatrná dynamika při amplitudových měřeních. Proto se nikdy nesetkáme s DSP za prvním směšovačem, či u vstupních přijímacích obvodů, kde užitečný signál měříme ve zlomcích mikrovoltů a v tomtéž bodě můžeme mít stovky milivoltů rušivého signálu od místního rozhlasového vysílače, i když je na mnohem odlišnější frekvenci. To je úloha pro klasické krystalové filtry. Po převodu vstupního signálu do číslicového tvaru je další zpracování v principu stejné, jako v klasickém počítači. Architektura DSP se však od běžného PC liší. Pro zvýšení výkonu se často provádí několik operací současně (paralelně) v samostatných jednotkách. Také použité paměti mají svá specifika, důraz není kladen na kapacitu, ale na rychlost. Na Obr.153 je blokové schéma typického představitel DSP.



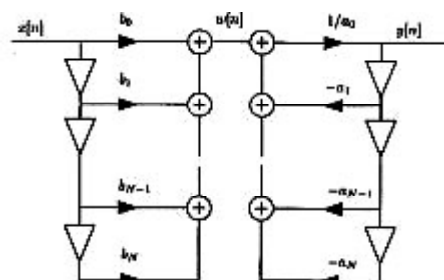
Obr. 153. Blokové schéma DSP

Při zpracování číslicových signálů se samozřejmě využívají teorie číslicových filtrů, což se však již dost vymyká náplni této konference. Případní zájemci jistě najdou dostatek informací v literatuře [5], [32]. Přesto je dobré znát některé základní pojmy: Kauzální filtr (obvod) má na svém výstupu signály v čase stejném či spíše pozdějším, než příslušný vstupní signál. Neboli na výstupu se nemůže objevit odezva dříve, než se vstupní signál vůbec objeví. To není úplná samozřejmost, při matematických odvozeních k takovým situacím můžeme dojít. Takový filtr by byl nerealizovatelný, nicméně se toto poměrně elegantně obchází tím, že se do cesty vstupnímu signálu vloží zpoždovací členy před vlastním zpracováním a signál, který přivedeme přímo můžeme potom považovat za ten potřebný, který má přijít dříve. Další pojem je konečná a nekonečná odezva. Jak z názvu plyne, může jeden časově omezený vstupní signál vyvolat na výstupu nekonečně dlouhý sled jiných, třeba slábnoucích, výstupních signálů.

Z mnoha různých způsobů realizace odvozených matematických vztahů je možno uvést přímou realizační strukturu na obr.154. Když si příslušný výsledný matematický vztah upravíme do tvaru

$$y[n] = \frac{1}{a_0} \left\{ \sum_{k=0}^M b_k x[n-k] - \sum_{k=1}^K a_k y[n-k] \right\}$$

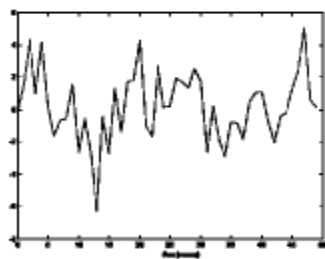
Potom už nic nebrání v realizaci. Koeficienty b_k patří nerekurzivní části, a_k patří rekurzivní (zpětnovazební) části.



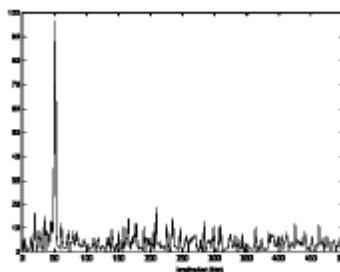
Obr. 154. Přímá realizační struktura

Tato struktura je dobře pochopitelná, i když jiné (zejména kanonické) struktury mají menší nároky na počet zpožďovacích elementů.

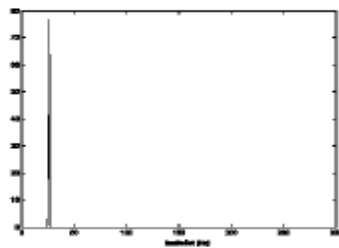
Příspěvek si neklade za cíl podat vyčerpávající výklad o DSP, ale umožnit náhled do problematiky a poněkud přiblížit tuto technologii všem uživatelům zejména z pohledu zpracování radiového signálu zatíženého šumem.



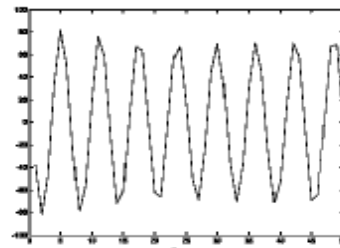
Obr. 155. Sinusový signál se šumem



Obr. 156. Spektrum signálu z obr. 155



Obr. 157. Úprava spektra signálu oříznutím



Obr. 158 Signál po zpětné transformaci

10. VYSÍLAČE

Vysílače lze rozdělit podle toho, pro jaký druh provozu jsou určeny. Tzn. v amatérských podmínkách připadá do úvahy telegrafní provoz CW (A1), SSB a FM. Druhým hlediskem pro dělení je kmitočtové pásmo, ve kterém má vysílač pracovat, tj. vysílače pro krátké, velmi krátké či ultrakrátké vlny.

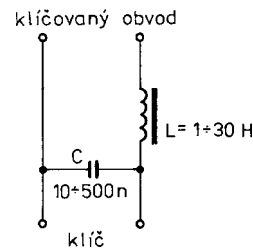
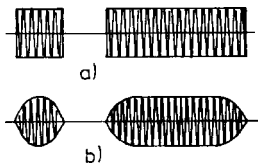
Telegrafní vysílače pro provoz A1

U vysílačů s tímto druhem provozu je v první řadě nutno věnovat pozornost klíčování, zejména pokud chceme omezit na minimum rušení způsobené nevhodným tvarem značky. V tom případě je nutno dodržet několik základních zásad týkajících se klíčování:

- snažíme se, aby signál byl prost jakýchkoliv zákmitů,
- telegrafní značka musí být při grafickém znázornění na začátku i na konci zaoblená (čistý obdélníkový tvar značky obsahuje velké množství vyšších harmonických),
- klíčujeme pokud možno obvod s minimálním proudem,
- klíčujeme přes klíčovací filtr, který vylepší tvar značky,
- ~~vycházíme se klíčování základního LC oscilátoru,~~
- je-li nutno klíčovat základní LC oscilátor, volíme diferenciální klíčování.

U diferenciálního klíčování spočívá princip v tom, že nejdříve zaklíčujeme oscilátor a následně některý z následujících stupňů. Na konci značky obráceně. Vhodnou volbou časových konstant lze dosáhnout správného zaoblení náběžné hrany i konce značky.

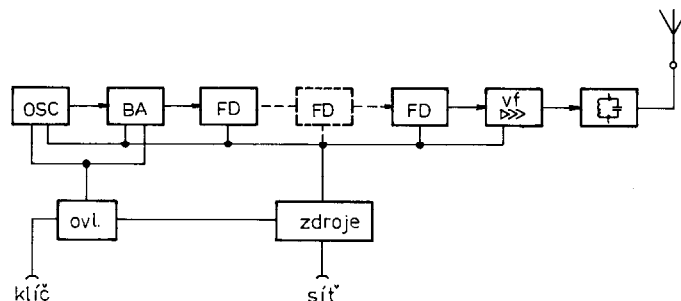
Obr. 159. Správný (b) a nesprávný (a) tvar značky při klíčování



Obr. 160. Příklad jednoduchého klíčovacího filtru

Jedna z možností, jak zapojit vysílač pro telegrafní provoz, je blokově znázorněna na obr. 161. Je pochopitelné, že základem tohoto zapojení, jako u každého vysílače, je oscilátor. Ve většině případů je to oscilátor laditelný (VFO), neboť použití krystalového oscilátoru je pro radioamatéry nevhodné s ohledem na nutnost plynulého přeladování v každém pásmu. Za oscilátorem pak následuje oddělovač (BA), který chrání oscilátor od vlivu následujících stupňů. Oscilátor a oddělovač jsou klíčovány diferenciálně, abychom tak umožnili BK provoz, ale pokud možno bez klišů a rušení. V následujících násobičích (FD), jejichž počet se obvykle pohybuje od jednoho do čtyř až pěti, postupně získáme potřebné vyšší násobky až do 30 MHz.

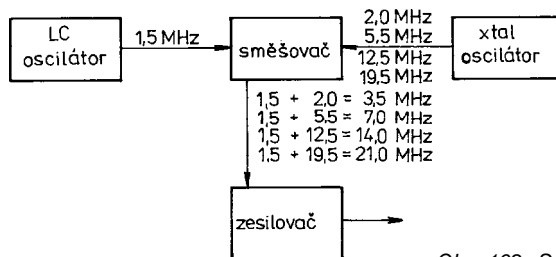
Pracuje-li VFO v rozsahu 0,875 až 0,95 MHz, dostaneme za prvním násobičem po vynásobení dvakrát kmitočet v rozmezí 1,75 až 1,9 MHz. V dalším stupni násobíme opět dvakrát a získáme tak pásmo 80 m s kmitočty 3,5 až 3,8 MHz. Postupným násobením dvěma získáme všechna pásma až do 28 MHz s výjimkou pásma 21 MHz, kde je nutno kmitočty z rozsahu 7 MHz násobit třikrát.



Obr. 161. Blokové schéma vysílače pro provoz CW s postupným násobením

Za násobiči následuje koncový stupeň (PA), pracující ve třídě C a pak už jen laděný obvod a přizpůsobovací člen na impedanci napáječe antény.

Hlavní nevýhodou této koncepce postupného násobení kmitočtu základního oscilátoru je, že změna kmitočtu oscilátoru se zvětšuje úměrně se stupněm násobení. Druhou nevýhodou je, že tuto variantu nelze využít pro provoz SSB, neboť signály SSB nelze v žádném případě násobit nebo zesilovat zesilovači třídy C.



Obr. 162. Směšovací budič pro CW provoz

Daleko výhodnější z hlediska stability a požadavků na klíčování je zapojení směšovacího budiče uvedené na obr. 162. Jeden oscilátor je laditelný, druhý krystalový. Smícháním obou kmitočtů a přepínáním krystalů obsáhneme všechna pásma.

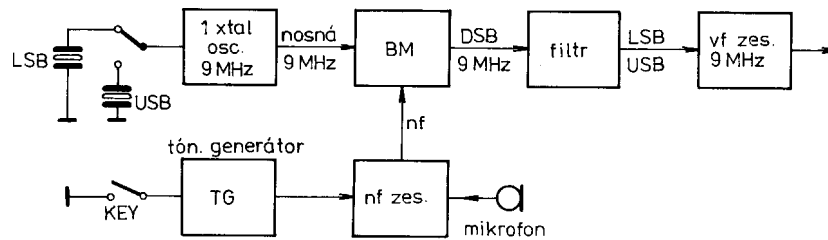
V tomto zapojení je nestabilita dána prakticky jen nestabilitou laděného oscilátoru, jehož kmitočtet se ale nenásobí, tzn., že se odchylka na vyšších kmitočtech nezvětšuje. Kromě toho nemusíme klíčovat VFO, čímž odpadne i diferenciální klíčování. Toto zapojení lze využít i pro SSB signály (pokud ovšem zesilovač za směšovačem je lineární) a také pro pásma VKV.

Vysílače s amplitudovou modulací

Tento druh provozu se dnes již nepoužívá. Jak bylo uvedeno v odstavci o modulátorech, lze amplitudově modulovat libovolný vf zesilovač třídy C prakticky v kterékoliv elektrodě aktivní součástky. Většinou se moduluje koncový vf zesilovač v kolektoru tranzistoru nebo v anodovém přívodu elektronky. Při modulaci předstoupně musí být všechny následující zesilovače lineární jako u zařízení SSB.

Vysílače pro SSB provoz

Blokové schéma základního zapojení zdroje SSB signálu znázorňuje obr. 163. Generátor nosné je řízen krystalem. Nosnou vlnu potlačíme balančním modulátorem (BM), na jehož nf vstup přivedeme zesílený signál z mikrofonu. Nežádoucí postranní pásmo je z DSB signálu na výstupu vyváženého modulátoru odříznuto příslušným filtrem.



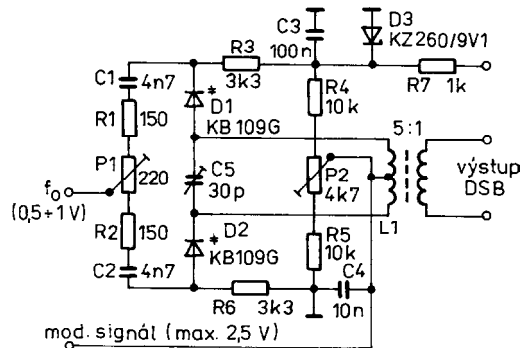
Obr. 163 Blokové schéma základního budiče SSB signálů

Generátor nosné je v podstatě libovolný krystalový oscilátor. Přepínáním krystalů s různým kmitočtem se volí patřičné postranní pásmo. Kmitočtovým posuvem nosné určujeme, které postranní pásmo filtrem (při generování jednoho postranního pásma filtrovou metodou) projde a které bude potlačeno.

Balanční modulátor (vyvážený) je takové zapojení, v němž je signál nejen amplitudově modulován, ale současně je alespoň jeden z obou vstupních signálů na výstupu silně potlačen. Je-li potlačen jeden ze vstupních signálů, je obvod jednoduše vyvážen. Potlačuje-li zapojení oba vstupní signály, jedná se o zapojení dvojitě vyvážené. Zapojení balančních modulátorů je velké množství jak s diodami, varikapy, bipolárními a unipolárními tranzistory, tak i s integrovanými obvody. Důležité je ve všech případech dobré přizpůsobení na vstupu i výstupu, symetrické provedení, pečlivě vinuté transformátory, stínění a dodržení úrovní jednotlivých signálů. U diodových balančních modulátorů k tomu ještě přistupuje nutnost vybírat diody měřením úbytku napětí na každé z nich minimálně při třech konstantních proudech (0,1 - 1 - 10 mA).

V modulátorech s varikapy (kapacita jejich polovodičového přechodu v závěrném směru je dána přiloženým elektrickým napětím) je jejich pracovní bod volen vždy tak daleko v oblasti závěrných napětí, že na jeho polovodičovém přechodu nevzniká usměrňovací efekt.

Obr. 164. Zapojení modulátoru s dvěma varikapy

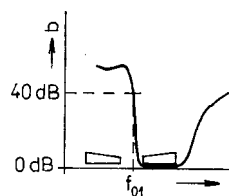
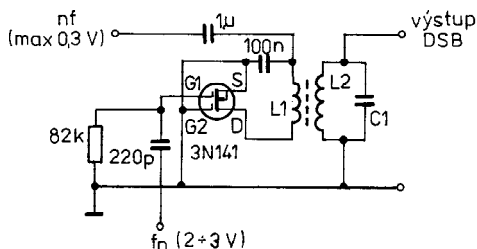


Dosažené potlačení nosné i při nejvyšších používaných kmitočtech je lepší než asi 50 dB.

Zapojení vyvážených modulátorů s bipolárními i unipolárními tranzistory se téměř nepoužívá. Obsahují mnoho součástek a jsou velmi náročné na symetrické provedení. U dobře provedeného vyváženého směřovače s unipolárními tranzistory stěží dosáhneme potlačení kolem 50 dB. U bipolárních tranzistorů k tomu přistupují ještě problémy s tepelnou nestabilitou. Naproti tomu používání bipolárních integrovaných obvodů je dosti rozšířené.

Obr. 165. Příklad jednoduchého

- zapojení DSB modulátoru s dvoubázovým FET



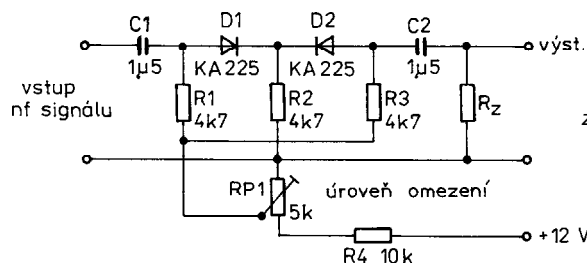
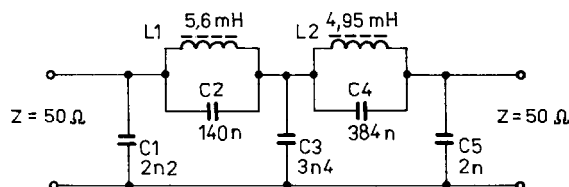
Obr. 166. Potlačení nežádoucího postranního pásma filtrem (filtr propustí jen tu část pásma, která je v jeho propustné části)

Potlačením nosné jsme získali na výstupu balančního modulátoru signál DSB (potlačená nosná a přenášejí se obě postranní pásma).

Filtr pro generování SSB signálu musí nežádoucí pásmo „odříznout“ (potlačit). Pokud se týká tvaru propustné křivky, jsou k tomuto účelu ideální filtry elektromechanické. Vzhledem k svému nízkému pracovnímu kmitočtu vyžadují však pro převedení do žádaného pásma v oblasti KV dvojitá až trojitá směřování. Z toho důvodu jsou výhodnější filtry krystalové, které mají kmitočtovou oblast v rozmezí od 3 do asi 20 MHz. Jejich další výhodou je, že jsou malé, stabilní a hlavně cenově přístupné. LC filtry se téměř nepoužívají pro nutnost nízkého kmitočtu k získání vhodné křivky. Použitelnost a jakost daného filtru charakterizují parametry, které je možné určit podle průběhu jeho útlumové charakteristiky. Jsou to: střední pracovní kmitočet, propustné pásmo, útlum mimo propustné pásmo a vložný útlum. Šířka propustného pásma je vhodná 2 až 3 kHz, někdy se používá i 1,8 kHz. Velmi důležité je správné přizpůsobení filtru na vstupu i výstupu. Ostatní o těchto filtrech platí stejně jako o filtrech soustředěné selektivity.

Nízkofrekvenční zesilovač se skládá z předzesilovače osazeného nízkosumovým tranzistorem se vstupním odporem, který vyžaduje ke své správné funkci použitý mikrofon. Pro dosažení potřebného zesílení je třeba alespoň dvou zesilovacích stupňů. Za předzesilovačem by měl být zařazen nízkofrekvenční filtr se zlomovým kmitočtem v rozmezí 1800 až 2400 kHz. Kmitočty nižší než 300 Hz by měly být potlačeny. Dále by měl následovat kompresor a diodový omezovač. Nízkofrekvenční kompresor dynamiky je zesilovač, který obsahuje měnič útlumu, řízený vstupní úrovní signálu. K tomuto účelu je nejvhodnější použít jednoúčelové integrované obvody určené původně pro stejné účely v malých magnetofonech. Výstupní komprimovaný signál zajišťuje vždy správné vybuzení modulátorů DSB a tím i odpovídající kvalitu výsledného SSB signálu. Oboustranný amplitudový omezovač je možno zapojit s různými aktivními součástkami. Nejčastěji jsou k tomuto účelu používány germaniové nebo křemíkové diody, zapojené s polarizačním předpětím. Obdobně pracuje i omezovač se Zenerovými diodami.

Obr. 167. Zapojení dolní propusti se zlomovým kmitočtem 1,8 kHz



Obr. 168. Principiální zapojení oboustranného nf omezovače s diodami

Do nf části vysílacího zařízení pro SSB provoz patří ještě klíčovaný nf generátor s kmitočtem okolo 1 kHz, jehož napětí zavádíme při provozu CW na balanční modulátor. Tvar tohoto signálu musí být dokonale sinusový, aby nevznikaly nežádoucí produkty. V každém případě je vhodné na jeho výstup připojit dolní propust z RC článků, která zadrží vyšší harmonické, a zkreslení sinusovky kontrolovat osciloskopem.

Jinak můžeme CW signál generovat tak, že na balanční modulátor přivedeme stejnosměrné klíčované napětí, čímž dojde k jeho rozvážení a část napětí nosné se dostane na výstup. Nutný je v tomto případě samostatný krystal se středním kmitočtem krystalového filtru. Jinak se přes filtr dostane jen nepatrná část napětí.

Z výstupu budiče uvedeného na obr. 163 jsme tak získali SSB signál, ten je třeba dále zesílit na potřebnou napěťovou a výkonovou úroveň a hlavně směřováním s kmitočtem VFO získat potřebnou přeladitelnost v pásmu. Převádět SSB signál do dalších pásem lze jedině směřováním. Všechny následující zesilovače musí být lineární, tzn., že SSB signál nelze v žádném případě násobit.

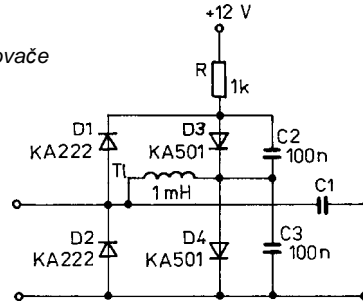
Uvedená metoda generování SSB signálu, zvaná filtrová, pochopitelně není metodou jedinou. Z nedostatku vhodných krystalových či jiných filtrů se dříve používala metoda fázová, kde vhodným natáčením fáze nf a vf signálů bylo potlačeno postranní pásmo. Získané signály však nejsou zdaleka tak kvalitní jako u filtrové metody. Tzv. „třetí“ metoda generování SSB signálů se nepoužívá vůbec.

Pro zlepšení slyšitelnosti zejména v závodech a při DX provozu se používá některých úprav SSB signálu nejen na straně nízké frekvence, ale i na straně vf. Je to zejména vysokofrekvenční komprese a vf omezení dynamiky. Vf komprese je obdobou popisovaných podobných obvodů v nf části a zajišťuje rovnoměrné vybuzení koncového vf stupně a současně ochranu jeho aktivních prvků (ALC = Automatic Load Control = automatické řízení buzení). Činnost ALC obvodu je odvozována z mřížkového proudu elektronky koncového vf stupně nebo u tranzistorových zesilovačů z obvodu směrové vazby reflektometru. K vf omezení se používá zejména diod s různým zapojením a předpětím (obr. 165). Hlavní výhodou těchto úprav na straně vf je značné omezení nežádoucích modulačních produktů.

Existují pochopitelně ještě mnohem složitější obvody umožňující úpravu SSB signálu. Tato zapojení jsou schopna za cenu poměrně velké složitosti dodávat SSB signál takřka s konstantní úrovní.

Vždy je však vhodné tyto obvody používat jen v případě potřeby, ne při běžném provozu a za dobré slyšitelnosti.

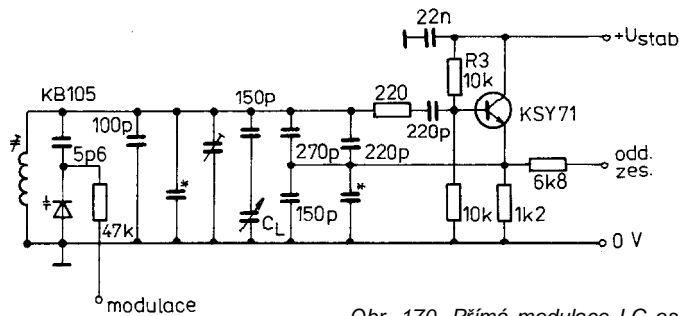
Obr. 169. Příklad jednoduchého vf omezovače



Vysílače FM

Vysílače určené pro provoz s kmitočtovou (frekvenční) modulací pracují vesměs na principu rozladování oscilátoru v závislosti na amplitudě modulačního signálu pomocí kapacitní diody.

Nejjednodušším případem je modulace laděného LC oscilátoru (VFO, obr. 170). Varikap je připojen přímo přes malou kapacitu paralelně k rezonančnímu obvodu. Tzn., že podle amplitudy zesíleného nf signálu se mění kmitočet a signál je tedy kmitočtově modulován. Kapacita varikapu je jen částí celkové kapacity oscilátorového obvodu. Snaha je, aby k získání potřebného kmitočtového zdvihu stačil jen malý úsek na převodní křivce napětí - kmitočet, který je možno ještě považovat za lineární. Částečně lze tento problém řešit i vhodným nastavením pracovního bodu varikapu. Je tedy možno říci, že u této varianty nejsou problémy se zdvihem a linearitou. Problém bývá zpravidla s dosažením potřebné stability základního kmitočtu.

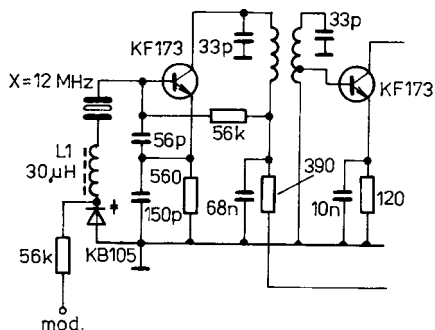


Obr. 170. Přímá modulace LC oscilátoru varikapem

Druhou možností je měnit kmitočet VCXO (Voltage Controlled Xtal Oscillator - napětím řízený krystalový oscilátor) prostřednictvím varikapu, na který přivádíme modulační napětí. Závislost změny kmitočtu na změně napětí není v celém rozsahu zcela lineární. Nelze v tomto provedení ani přímo dosáhnout potřebného zdvihu. Vynásobením se však stejným činitelem vynásobí jak základní kmitočet, tak i kmitočtový zdvih (obr. 171). Samozřejmě, že se vynásobí i kmitočtová odchylka nestability základního oscilátoru, relativní nestabilita však zůstává zachována.

Získaný FM signál můžeme přetransformovat do požadovaného pásma buď násobením (násobíme současně i kmitočtový zdvih), směřováním s vhodným fixním kmitočtem krystalového oscilátoru (potřebný zdvih je nutno získat už v oscilátoru) nebo použitím kmitočtové ústředny většinou i s fázovým závěsem.

Obr. 171. VCXO s násobiči



V ústřednách s PLL (Phase Locking Loop = fázově uzavřená smyčka) je kmitočet napětově řízeného oscilátoru porovnáván vhodným způsobem s kmitočtem stabilního oscilátoru. Napětí získané z porovnávacího obvodu (fázového detektoru) neustále upravuje a dorovná kmitočet zmíněného napětově řízeného oscilátoru a tím určuje stabilitu jeho kmitočtu. Kombinací kmitočtů a variant řešení kmitočtové ústředny je mnoho. Obvykle jsou tato zařízení řešena digitálně s obvody CMOS a dosahují velmi dobré spektrální čistoty. Jejich výstupní kmitočet bývá v mnoha případech volen skokově s potřebnou nebo volitelnou roztečí kanálů. Tato rozteč je pro FM zařízení 25 kHz, nově, zvláště v pásmu 144 MHz se používá 12,5 kHz.

Klíčování vysílače dvojitým kmitočtem

U některých druhů provozu (RTTY = radiodálnopis, paket rádio = počítači řízený rádiový provoz atd.) je s výhodou využíváno klíčování dvojitým kmitočtem. Vysílač je trvale zaklíčován, ale mezeře v kódu odpovídá nižší kmitočet a značce vyšší. Kmitočtový zdvih je předepsán. Vhodnější je menší rozdíl obou kmitočtů, což umožňuje volbu úzkopásmových filtrů v přijímači. Výhodou tohoto druhu provozu je po amplitudovém omezení velká odolnost proti atmosférickému rušení a dosti značné zlepšení šumových poměrů. Požadavku kmitočtové změny v rytmu klíčování se dosahuje tak, že odpovídající obvod ovládá napětí pro varikap v laděném obvodu VFO (přičemž zdvih je pro oba stavy fixně nastaven) a tím i kmitočty nosné odpovídají značce či mezeře.

U SSB vysílačů přivádíme na mikrofonní vstup napětí z nf oscilátoru a jeho kmitočet měníme stejnosměrně klíčovačem (dálnopisem) skokově (AFSK). Modulujeme-li tak SSB vysílač dvěma skutečně čistými sinusovými tóny, získáme na výstupu odpovídající kmitočty, přičemž pro příjem je podstatný jejich vzájemný rozdíl, nikoliv jejich absolutní hodnota. Kmitočet se mění změnou součástek v nf oscilátoru (T článek ve zpětné vazbě apod.). Přitom je nutno zajistit, aby okamžik změny nastával, když sinusový signál prochází nulou. Jinak budou vznikat nežádoucí zákmitky a pulzy. U kvalitních zařízení bývají oba tyto kmitočty odvozeny dělením z krystalem řízeného oscilátoru.

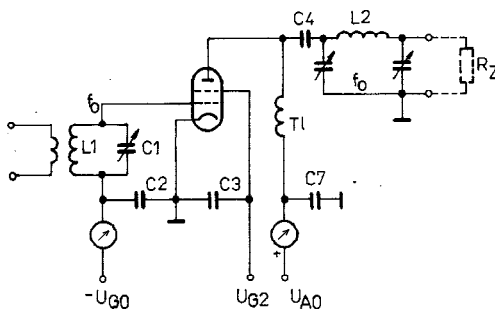
Koncové zesilovače výkonu

V předchozích kapitolách byly alespoň stručně popsány základní obvody pro generování požadovaných druhů signálů. Všem druhům vysílačů jsou však kromě napájecích zdrojů společné ještě koncové zesilovače výkonu. Ty dělíme podle třídy (polohy pracovního bodu) a podle zapojení.

Zesilovače vysílačů pro CW a FM mohou pracovat ve třídě C, kde lze dosáhnout podstatně vyšší účinnosti. Zesilovače SSB signálů však musí být lineární, tedy třídy A nebo AB. Aby byla splněna podmínka linearity, nesmí se pracovní bod v žádném případě posouvat po křivce charakteristiky směrem k zániku anodového či kolektorového proudu. Tento posuv, pokud nastává, je způsobován částí budicího signálu na diodě mřížka - katoda nebo báze - emitor. Nebude-li předpětí mřížky nebo báze dostatečně stabilizováno, aby byl odveden proud vzniklý detekcí záporné půlvlny budicího signálu, posune se pracovní bod a zesilovač bude pracovat ve třídě C.

Koncové stupně osazené elektronkami jsou většinou jednodušší než koncové stupně s tranzistory. Zejména pokud se týká realizace v amatérských podmínkách. Hlavně nejsou elektronky tolik citlivé na krátkodobé přetížení. Příklad zapojení koncového stupně pro krátké vlny s elektronkou je uveden na obr. 172. Jedná se o zesilovač v zapojení se společnou katodou. Budicí napětí je přiváděno indukční vazbou na mřížkový laděný obvod L1, C1. Přes oddělovací kondenzátor C4 je k anodě připojen laděný obvod upravený do tvaru Π článku. Tento laděný obvod je jednak selektivní zátěží a jednak přizpůsobuje anodovou impedanci elektronky impedanci napáječe (Z_0). Lze jím v poměrně širokém rozsahu měnit přizpůsobení a kromě toho tento obvod filtruje (potlačuje) vyšší harmonické (násobky základního kmitočtu), které jsou velmi často zdrojem rušení. Napájecí tlumivka T1 přenáší stejnosměrnou složku napájecího proudu k anodě elektronky a současně zadržuje střídavou složku. Mřížkovým předpětím z pomocného zdroje je nastaven vhodný pracovní bod. Blokovací kondenzátory C2, C3, C7 zajišťují zkrat na kostru pro nežádoucí vlny signálů.

Obr. 172. Koncový vlnový zesilovač s elektronkou v zapojení se společnou katodou pro KV pásma



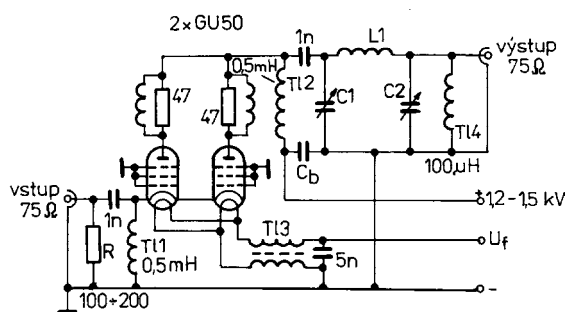
U koncových stupňů lineárních zesilovačů osazených elektronkami (zpravidla pro výkony nad 100 W) je nutno zajistit zejména:

- dostatečně pevně stabilizované mřížkové předpětí, které se nesmí měnit ani při změnách proudu první mřížky zesilovače,
- stabilizované napětí pro druhou mřížku, neboť změna tohoto napětí mění výrazně strmost této elektronky a tím i její zesílení,
- anodové napětí nesmí kolísat při plném zatížení o více než 10 %, - budič musí mít dostatečnou výkonovou rezervu,

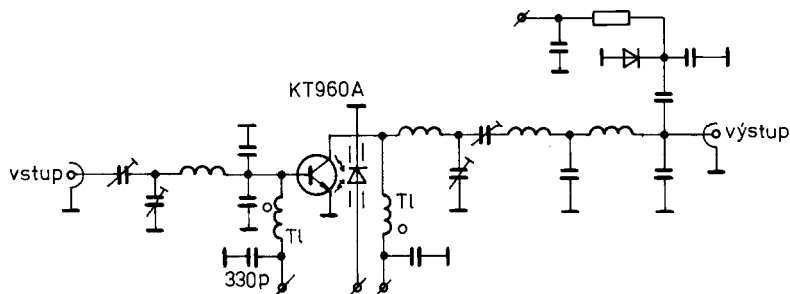
- mřížkový proud musí protékat jen takový, jaký má být, mřížka se nesmí stát kladnou, kdy mřížkový proud vzniká přebuzením,
- dostatečné chlazení ofukováním, aby nevznikala sekundární emise, snižující výkon a zkracující životnost elektronky (hlavně u poměrně často používaných elektronek typu RE025XA nutno dodržet předepsané množství a tlak vzduchu, aby se vzduch protlačil žebrováním).

Velmi často je u elektronek využíváno zapojení s uzemněnou mřížkou. Uzemněná mřížka odstiňuje vstupní obvod od výstupního, takže takový zesilovač je stabilnější a obvykle nepotřebuje neutralizaci. Vyžaduje však větší budicí výkon, z něž se ale část přičítá k výkonu výstupnímu.

Obr. 173. Koncový vf zesilovač pro KV pásma s elektronkami v zapojení se společnou mřížkou



Základní zapojení koncového stupně o výkonu asi 40 W pro pásmo 2 m (bez ochrany a stabilizace pracovního bodu) je uvedeno na obr. 174. Systém ochrany včetně teplotní a proudové stabilizace pracovního bodu většinou značně komplikuje zapojení. Je však nutný pro zajištění kvalitního signálu a ochranu koncového tranzistoru. Velmi důležité je rovněž dobré chlazení. Teplota pouzdra tranzistoru nesmí přesáhnout asi 50 °C (krátkodobě) a teplota chladiče by neměla být vyšší než asi 40 °C.



Obr. 174. Tranzistorový výkonový zesilovač pro pásmo 2 m (dioda je součástí teplotní stabilizace)

Pro pásma KV se konstruují výkonové zesilovače také jako širokopásmové (neladěné), s rozsahem 1,8 až 30 MHz. Jejich výstup je nutno doplnit dolní propustí.

U koncových stupňů a vř zesilovačů vůbec, zejména u amatérských konstrukcí, vznikají někdy parazitní oscilace, zákmity, šумы, spletry apod. Příčin může být celá řada. Kupříkladu:

- nevhodně nastavená neutralizace (kompenzace nežádoucích mezielektrodoých kapacit aktivní součástky) nebo nevhodná konstrukce (nevhodné spoje) způsobující nežádoucí vazbu mezi vstupním a výstupním obvodem, důsledkem čehož je samovolné kmitání v blízkosti provozního kmitočtu,
- nevhodná napájecí tlumivka či blokovací kondenzátory, způsobující vznik nežádoucí kladné zpětné vazby (napájecí tlumivka nemá mít zbytečně velkou impedanci a raději má mít malé Q),
- blokovací kondenzátory nejsou na správných místech (na KV je vhodnější skládat jejich kapacity z více paralelních kusů),
- relaxační kmity vznikají přes napájecí zdroj,
- k zakmitávání dochází vlivem nedokonalého přizpůsobení,
- chybí vhodné stínění.

Parazitní oscilace lze někdy omezit použitím „stoprů“ (bezindukční rezistor s odporem 50 až 100 Ω a na něm je navinuto asi 5 závitů měděného vodiče po celé délce) v sérii s přívodem k živým částem aktivního prvku, nebo použitím feritových kroužků navléknutých na těchto přívodech.

Závažným problémem výkonových zesilovačů je vyzařování nežádoucích harmonických kmitočtů. Běžný výkonový zesilovač nepotlačí druhou harmonickou více než asi 25 dB a třetí asi 35 dB. Potlačení sudých harmonických je lepší u dvojitých zapojení. Horší potlačení všech harmonických je zpravidla u provozu FM. Z toho důvodu se používají na výstupu koncového vř zesilovače obvody s charakteristikou dolní propusti (II článek apod.) a na UKV jsou třeba tyto propusti dvě až tři. Nermalou péčí je třeba věnovat také jejich nastavení.

Základní vlastnosti vysílačů

V závěru shrňme ještě stručně nejdůležitější parametry vysílačů:

Stabilita kmitočtu je dána hlavně ladicím oscilátorem vysílače. Proto se pokud možno vyhýbáme násobení, volíme transpozici do požadovaného pásma směřováním anebo pro větší nároky kmitočtovou ústřednou s laděným oscilátorem s fázově uzavřenou smyčkou.

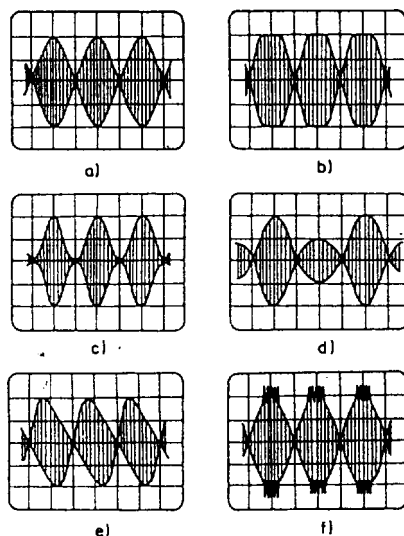
Šířka pásma je dána maximálním povoleným modulačním kmitočtem (3 kHz), kmitočtovým zdvihem a dokonalostí potlačení nežádoucího postranního pásma u SSB. Nedodržení šířky pásma, resp. její překročení způsobuje zbytečné rušení ostatních stanic a na VKV nebezpečí, že se nevejdeme do rastru.

Postranní pásma volíme při SSB v souladu s mezinárodním doporučením, tj. pro kmitočty do 10 MHz LSB a pro kmitočty vyšší USB. Potlačení nežádoucího postranního pásma by mělo být lepší než -40 dB.

Nízkofrekvenční rozsah je dán omezením horní zádrží v nf zesilovači. Může být max. 3 kHz.

Nelinearita výstupního signálu je ovlivněna nf zesilovačem a všemi aktivními prvky, přes něž modulovaný signál prochází, ale hlavně výkonovými zesilovači. Maximální povolené zkreslení není předepsáno, ale nemělo by být patrné při kontrole osciloskopem na výstupu zesilovače při dvoutónové zkoušce. Při této zkoušce se na nf modulační zesilo-

vač přivádějí sinusové tóny z generátoru o kmitočtech 1800 a 800 Hz (oba se shodnou amplitudou). Kontrolujeme-li koncový stupeň, musí vysílat do umělé antény.

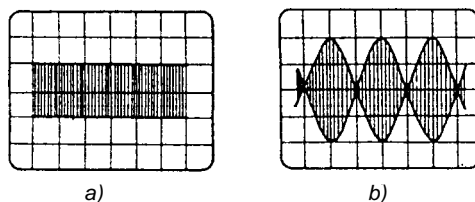


Obr. 175. Průběh signálu při dvoutónové zkoušce:

- a) nezkraslený SSB signál,
- b) přebuzený SSB signál,
- c) špatně nastavený pracovní bod,
- d) pronikání nosné,
- e) pronikání nežádoucího postranního pásma,
- f) zakmitávání

Výstupní impedance musí v každém případě odpovídat impedanci a typu napáječe (symetrický či nesymetrický). V poslední době se ustálilo používání nesymetrického výstupu s impedancí 50, ev. 75 Ω .

Výstupní výkon při provozu CW nebo FM určíme snadno změřením efektivní hodnoty v napětí na reálné umělé zátěži. Výkon při těchto druzích provozu je stálý a stejnosměrný proud koncového stupně se nemění. Při provozu SSB, kde není nosný kmitočet, se výkon i příkon během hovoru mění s intenzitou hlasové modulace. Chceme-li měřit výkon, modulujeme vysílač na 100 % jedním tónem a měříme tzv. PEP (Peak Envelope Power = výkon při špičce modulační obálky). Při modulaci dvěma tóny z dvoutónového generátoru se výkon rozdělí na dvě postranní pásma (1800 a 800 Hz) a střední výkon bude pochopitelně menší než při jednotónové zkoušce. Tzn., že naměříme menší výkon, než odpovídá PEP.



Obr. 176. Průběh SSB signálu při jednotónové a) a dvoutónové zkoušce b)

Účinnost vysílače jako u všech zařízení je dána poměrem výkonu a příkonu krát 100 procent. Zpravidla nás však zajímá účinnost koncového stupně.

Kmitočtový zdvih je dán amplitudou modulačního napětí nebo klíčovacího signálu. Kontrolujeme jej tak, že osciloskopem změříme max. napětí modulačního signálu a to nahradíme stejně velkým stejnosměrným napětím na varikapu při současné kontrole kmitočtu.

Modulační index určíme podle předchozího základního vztahu z kmitočtového zdvihu a max. modulačního kmitočtu.

Kliky a zákmity při CW provozu jsou dány tvarem značky, kterou kontrolujeme osciloskopem. Náběžná i sestupná hrana musí být zaoblená, jinak velký obsah vyšších harmonických způsobuje zbytečné rušení.

Nežádoucí vyzařování je způsobeno hlavně nelinearitou výkonového stupně nebo nevhodným nastavením pracovního bodu. Omezíme jej jednou nebo několika hornofrekvenčními zádržemi.

11. ANTÉNY A VYSOKOFREKVENČNÍ VEDENÍ

Anténní soustava, kterou se vř energie dodaná vysílačem mění na elektromagnetické vlnění a vysílá do okolního prostoru, sestává u jednoduchých soustav ze dvou základních částí - z vlastního anténního zářiče a vř vedení mezi vysílačem a anténním zářičem. Tomuto úseku vř vedení říkáme napáječ. Umožňuje umístit zářič do volného prostoru a vytvořit tak podmínky k optimální činnosti antény.

Anténní napáječe a přizpůsobení

Anténní napáječ má za úkol přenést vř energii z vysílače do vlastního zářiče, který ji vyzáří. Aby tento přenos proběhl s minimálními ztrátami, bude nás zajímat především:

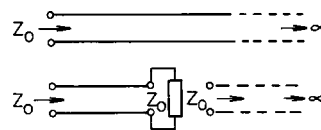
- do jaké míry samotný napáječ vyzařuje,
- jaký je jeho útlum,
- jaká je jeho charakteristická impedance.

Pokud se týká vyzařování samotného napáječe, snažíme se, aby bylo co nejmenší. Jednak jeho vyzařování ovlivní vyzařovací diagram antény a jednak se zvětší pravděpodobnost rušení okolí. Nevolíme proto pokud možno jednodrátový napáječ a snažíme se o dobré impedanční přizpůsobení vlastního zářiče k napáječi tak, aby nevznikaly odrazy.

Útlum, který určuje ztráty při přenosu, je dán odporem vodičů, ztrátami v dielektriku a ztrátami vyzařováním. Čím je napáječ delší a čím vyšší je provozní kmitočet, tím větší je i útlum. U souosých (koaxiálních) kabelů a dvoulinky stářím útlum narůstá (vliv slunečních paprsků a prostředí na dielektrikum). Nejstálějším dielektrikem v normálních podmínkách je vzduch. Tzn., že amatérsky zhotovený žebříček s rozpěrkami bude mít při vhodném průměru vodičů nejmenší ztráty a ty se nebudou s časem zásadně měnit. U koaxiálních kabelů s ohledem na jejich vlastní útlum platí, že tlustší koaxiální kabel je obecně vždy lepší než kabel tenčí.

Charakteristická impedance vedení Z_0 je impedance, kterou naměříme, je-li vř vedení nekonečně dlouhé. Zakončíme-li libovolně dlouhý úsek vedení impedancí rovnou charakteristické impedanci vedení Z_0 , naměříme na vstupu úseku také charakteristickou impedanci Z_0 . Je-li úsek vedení zakončen jinou impedancí, než je Z_0 , naměříme na jeho vstupu obecnou impedanci, rozdílnou od Z_0 .

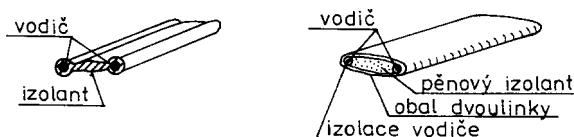
Obr. 177 Impedance nekonečně dlouhého vedení a impedance úseku vedení s charakteristickou impedancí Z_0 zakončeného rovněž Z_0



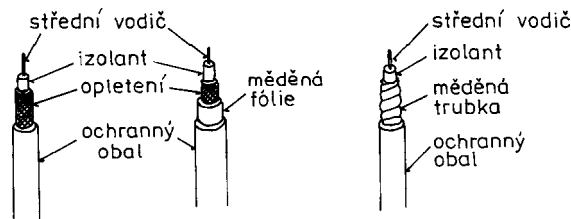
Zanedbáme-li ztráty na vedení, lze charakteristickou impedanci určit s dostatečnou přesností měřením kapacity (při rozpojeném druhém konci měřeného úseku) a indukčnosti (je-li druhý konec měřeného úseku zkratován). Charakteristická impedance bude:

$$Z_0 = \sqrt{L/C} \quad [\Omega; \text{H}, \text{F}]$$

Anténní napáječe dělíme na symetrické, kde žádný z vodičů není spojen se zemí (dvoulinka 300 Ω nebo žebříček se vzduchovým dielektrikem a izolačními rozpěrkami), a nesymetrické, kde alespoň jeden z vodičů je spojen se zemí (koaxiální kabel 75 nebo 50 Ω).



Obr. 178. Různé typy symetrických vedení



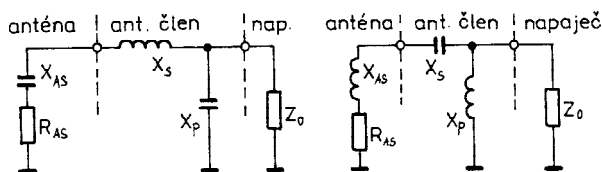
Obr. 179. Různá provedení souosých kabelů

Pro přenos maximálního výkonu z vysílače do antény je třeba, aby výstupní impedance koncového stupně vysílače, charakteristická impedance v vedení a vstupní impedance antény byly stejné. Nebude-li výstupní impedance vysílače shodná se Z_0 , nebude odebrán plný výkon a zbylá energie se promění na teplo. Horší je tomu ovšem na druhém konci, když vstupní impedance antény (vlnitního zářiče) nebude stejná jako charakteristická impedance vedení Z_0 . V tomto případě se část přímé vlny postupující po vedení na nepřizpůsobeném rozhraní odrazí a jako odražená vlna postupuje zpět ke zdroji (vysílači). Odražená vlna se skládá s postupnou a vzniká vlna stojatá. Z maximální a minimální amplitudy stojaté vlny lze určit hodnotu činitele stojatého vlnění ČSV, která vlastně udává míru

nepřizpůsobení. Hodnota ČSV může být v rozmezí 1 až ∞ . Při dokonalém přizpůsobení je ČSV = 1. Tzn., že anténa má čistě činný (ohmický) odpor rovný charakteristické impedanci Z_0 . ČSV větší než 1 znamená, že jen část z výkonu vysílače se dostane do antény a podílí se tak na intenzitě elektromagnetického pole. Současně nepřizpůsobené vedení se bude jevit jako obecná impedance na straně zdroje, tj. vysílače. Důsledkem čehož je, že ne celý výkon vysílače se dostane do napáječe. Čím větší je nepřizpůsobení, tím větší jsou ztráty. Na krátkých vlnách považujeme za únosný ještě ČSV = 3 a na VKV ČSV = 2. Hodnota ČSV se měří reflektometrem. Přičemž důležité je, že ČSV není v každém místě vedení stejný (s výjimkou dokonalého přizpůsobení, kdy ČSV = 1).

Pokud není impedance antény stejná, jako je impedance napáječe nebo impedance napáječe a výstup vysílače, musí být do místa rozdílu vložen přizpůsobovací člen, který zajistí maximální přenos výkonu z vysílače do vedení a na konci vedení zase bezztrátové spojení s anténou.

Na nižších kmitočtech bývají přizpůsobovací členy tvořeny obvody se soustředěnými parametry. Používají se k tomu články L, Γ , nebo Π a T.



Obr. 180. Příklady anténních přizpůsobovacích členů prvky se soustředěnými parametry

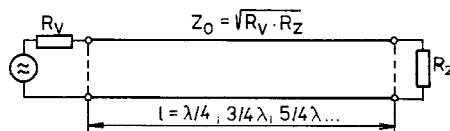
Další možností je přizpůsobení pomocí úseků vedení vhodné délky a vhodné impedance. Z teorie vedení totiž vyplývá, že vedení s charakteristickou impedancí Z_0 o délce $l/4$ zakončené impedancí Z_z bude mít vstupní impedanci

$$Z_v = Z_0^2 : Z_z$$

Jinak řečeno impedance Z_v a Z_z nebo odpor R_v a R_z lze vzájemně přizpůsobit vedením dlouhým $l/4$ o impedanci

$$Z_0 = \sqrt{Z_v \cdot Z_z} \quad \text{nebo} \quad Z_0 = \sqrt{R_v \cdot R_z}$$

Přičemž místo úseku $l/4$ může být použit i jiný lichý násobek $l/4$.

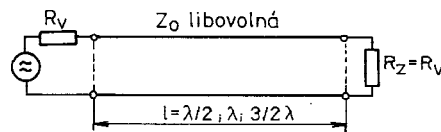


Obr. 181. Příklad přizpůsobení R_v a R_z čtvrtvlnným úsekem vedení

V tom případě říkáme, že jsme dva rozdílné odpory vzájemně přizpůsobili laděným vedením. Nutno připomenout, že v úseku laděného vedení existuje výrazné stojaté vlnění, přizpůsobení je poměrně úzkopásmové a vedení z části vyzářuje. Mluvíme o tzv. laděném napáječi (napáječ s výraznou stojatou vlnou).

Pokud je napáječ zatížen odporem rovným jeho charakteristické impedanci a nejsou na něm žádné stojaté vlny, mluvíme o neladěném napáječi.

Vedení o délce $l/2$ (nebo násobky) působí jako transformátor $1 : 1$, tzn., že bez ohledu na velikost Z_0 bude mít vedení zakončené R_z vstupní impedanci $R_v = R_z$. Těto skutečnosti se využívá, potřebujeme-li změřit impedanci ve špatně dostupném místě, resp. tam, kde se nedostaneme s impedančním mostem. Pak při délce pomocného vedení $l/2$ bude naměřená impedance stejná jako impedance zatěžovací.



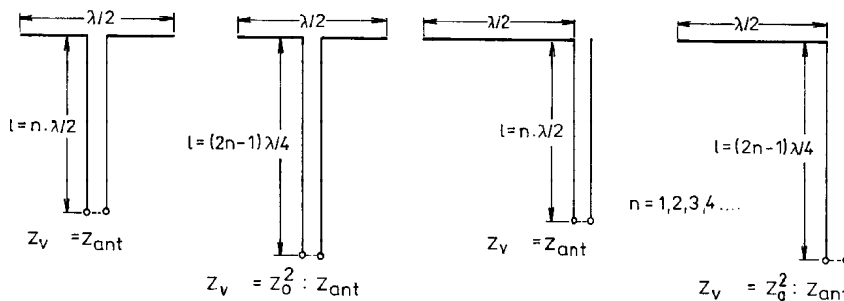
Obr. 182. Transformace impedancí 1:1 půlvlnným úsekem vedení

Půlvlnný dipól, který má při dostatečné výšce nad zemí impedanci kolem 75Ω , se bude jevit při napájení vedením o charakteristické impedanci 300Ω délky $l/2$ jako stejně velká impedance, tj. $Z_v = Z_z$. Bude-li však stejný dipól napájen vedením o $Z_0 = 300 \Omega$ délky $l/4$, bude impedance na vstupu vedení

$$Z_{vST} = Z_0^2 : Z_z = 300^2 : 75 = 1200 \Omega$$

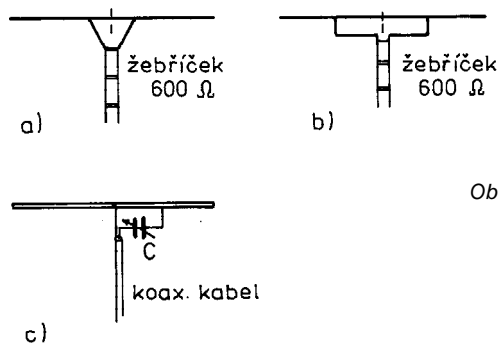
Tzn. z malé impedance jsme dostali impedanci velkou. Obráceně, má-li dipól napájený na konci velkou impedanci kolem 3000Ω , pak potřebujeme-li vstupní impedanci $Z_v = 75 \Omega$, bude potřebná charakteristická impedance vedení délky $l/4$

$$Z_0 = \sqrt{Z_v \cdot Z_z} = \sqrt{3000 \cdot 75} = 474 \Omega$$



Obr. 183. Různé varianty napájení půlvlnného dipólu

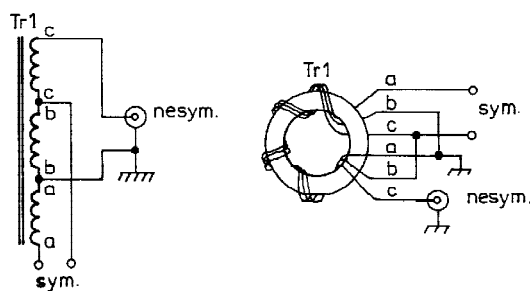
Další z možností, jak přizpůsobit impedanci antény k impedanci napáječe, je volba vhodných bodů s větší impedancí přímo na anténě. K tomu slouží transformační členy DELTA, T, GAMMA atd.



Obr. 184. Další možnosti přizpůsobení antény k napáječi:

- a) DELTA match,
- b) T match,
- c) GAMMA match

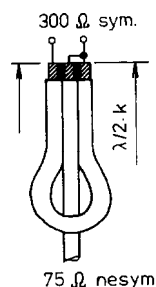
Dost často se vyskytuje potřeba jít z nesymetrického napáječe na symetrický vstup antény, abychom omezili vyzařování napáječe a tím i degradaci vyzařovacího diagramu. K tomuto účelu se na krátkých vlnách používá tzv. balun, který ve většině případů kromě symetrizace slouží i k transformaci. Na každém balunu však vznikají ztráty, a je třeba proto důkladně zvážit jeho opodstatnění. Nutný, resp. výhodný je zpravidla u směrových antén, nepatrný je jeho význam u dipólu s nedostatečnou výškou či u nízké INVERTED V nebo u šikmého dipólu (sloper). V těchto případech není totiž definován ani vyzařovací diagram ani vstupní impedance vlastního zářiče. Na VKV se k symetrizaci používá půlvlnná smyčka (spolu s transformací 1:4), rukáv $1/4$ atd. Tyto symetrizační členy jsou však relativně úzkopásmové.



Obr. 185 Balun pro KV pásma s transformací 1:1 na toroidu

Elektromagnetické vlnění se ve volném prostoru šíří zcela stejnou rychlostí jako světlo (300 000 km/s). Vedením se však šíří pomaleji. Za jednu periodu tak vlnění urazí menší dráhu a délka vlny je pak na vedení kratší než ve volném prostoru. U dvouvodiče se vzd-

Obr. 186. Symetrizační smyčka s transformací 1:4



chovou izolací a izolačními rozpěrkami je toto zpomalení asi 5 %. U pěnového polyetylénu koaxiálního kabelu už 18 %. V katalogu výrobce koaxiálních kabelů a dvoulinek se tato hodnota uvádí jako činitel zkrácení, což je poměr délky vlny na vedení k délce vlny ve volném prostoru. U žebříčku s izolačními rozpěrkami je činitel zkrácení $k = 0,95$. Plný polyetylén má $k = 0,66$ a pěnový $k = 0,82$. Příkladně skutečná délka symetrizační smyčky z koaxiálního kabelu s plným polyetylénem ($k = 0,66$) bude při $f = 28,5$ MHz

$$\lambda = \frac{300}{f} = \frac{300}{28,5} = 10,52 \text{ m} \quad l_{\text{skut}} = \lambda/2 \cdot k = 5,26 \cdot 0,66 = 3,47 \text{ m}$$

Antény

Antény lze dělit na mnoho skupin a podskupin podle celé řady hledisek. Uvedme proto nejdříve ta nejdůležitější, na jejichž základě pak bude možno antény nějakým způsobem třídít:

Pracovní kmitočet, resp. rozsah pracovních kmitočtů, na kterých může anténa pracovat s přijatelným činitelem stojatého vlnění.

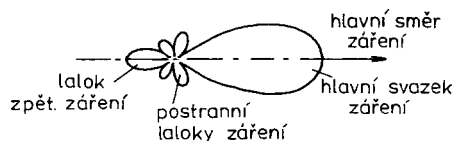
Vstupní impedance antény je definována jako poměr napětí a proudu na vstupních svorkách antény. Není vždy reálná. Kromě reálné složky obsahuje také složku jalovou, kapacitního nebo indukčního charakteru. Impedance je závislá na druhu antény, rozměrech, výšce nad zemí a hlavně na kmitočtu.

Činný výkon antény je dán reálnou složkou impedance a efektivní hodnotou anténního proudu. Část tohoto výkonu se vyzáří ve formě elektromagnetických vln (výkon vyzářený anténou) a část způsobí ohřev anténních prvků a dielektrických předmětů v blízkém okolí (ztrátový výkon).

Směrový účinek je dán tím, že každá vysílací anténa vyzáří do některých směrů více energie než do jiných. Přijímací anténa zase přijímá z některých směrů elektromagnetické vlnění s větší účinností než ze směrů ostatních. Nakreslíme-li poměrnou závislost intenzity elektromagnetického pole vyzářeného anténou (při konstantním výkonu a kmitočtu) na úhlu v horizontální rovině, dostaneme tzv. směrovou či vyzářovací charakteristiku antény, neboli vyzářovací diagram ve vodorovné rovině. Podle toho pak rozdělujeme antény na:

- **Všesměrové**, které vyzáří do všech směrů zhruba stejně. Jejich vodorovný vyzářovací diagram je přibližně kružnice.
- **Směrové**, které soustřeďují vyzářovanou energii do poměrně úzkého svazku v požadovaném směru.

Obr. 187. Příklad horizontálního vyzařovacího diagramu směrové antény



Anténní zisk slouží k porovnání jednotlivých antén. Je to vlastně přínos vzniklý soustředěním vyzářené energie do žádaného směru, přičemž respektujeme směrovost antény a její účinnost. Anténní zisk je bezrozměrnou veličinou definující vyzařovací nebo přijímové vlastnosti antény. Vztahuje se k nějakému referenčnímu zářiči, zpravidla půlvlnnému dipólu.

Polarizace antény je dána orientací elektrické složky elektromagnetického pole. Při vodorovně umístěném anténním zářiči je vlnění polarizováno horizontálně, při svislém zářiči mluvíme o vertikální polarizaci. Nejúčinnější přenos mezi vysílací a přijímací anténou nastává při souhlasné polarizaci obou antén. To je třeba dodržet zejména na VKV pásmech, jinak můžeme na přijímací straně pozorovat citelné zeslabení přijímaných signálů. Na krátkých vlnách nemá souhlasná polarizace antén téměř význam vzhledem k náhodnému otočení polarizace během odrazů a lomů.

Efektivní vyzářený výkon (ERP = Effective Radiated Power) je příkon antény násobený jejím ziskem.

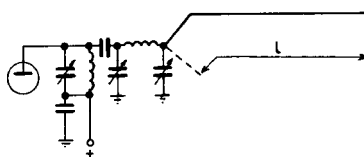
Činitel zpětného záření udává, kolikrát je menší záření ve směru opačném než ve směru žádaném.

V principu může tvořit anténu vodič libovolného tvaru, délky a výšky, izolovaně upevněný nad zemí a vhodně spojený s vysílačem či přijímačem. Pokud máme možnost změřit vstupní impedanci v impedančním mostem nebo tuto impedanci známe, není pak problém navrhnout příslušný anténní člen, kterým nastavíme anténu do rezonance a současně ji přizpůsobíme na potřebnou charakteristickou impedanci napáječe.

Pokud tuto možnost nemáme, volíme rezonující délku zářiče. Nejrozšířenější univerzální anténou pro krátké vlny je dlouhý rezonující drát, natažený vodorovně a napájený zpravidla na jeho konci. Délku určíme jako libovolný násobek $1/2$ s opravou činitele zkrácení vlivem závěsných izolátorů. Délka této antény, kterou označujeme jako Long Wire (LW, dlouhý drát), se stanoví ze vztahu:

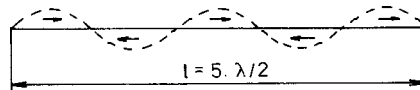
$$l = \frac{150 \cdot (n - 0,05)}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}] ,$$

kde l = skutečná délka v metrech,
 n = počet násobků $1/2$,
 f = rezonanční kmitočet v MHz.



Obr. 188. Long Wire anténa (LW)

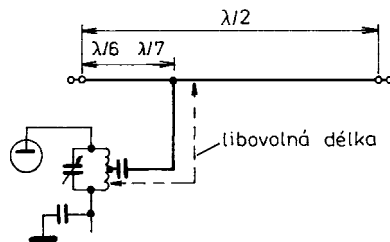
Zisk této antény proti jiným anténám je dán hlavně její délkou (6 I i více). Vyzařovací diagram má maximum ve směru natažené antény, tedy dopředu a dozadu. Impedance při výšce nad zemí více než 10 m a průměru vodiče asi 2 mm je kolem 600 Ω .



Obr. 189. Rozložení okamžitých proudů na dlouhém zářiči

Chceme-li tuto anténu použít i na vyšší pásma, lze tak učinit jen za cenu kompromisu. Anténa navržena jako půlvlnný zářič pro kmitočty 3,5 MHz bude rezonovat na 7,2 - 14,5 - 21,9 MHz atd., tzn. už mimo pásma. Proto nejrozumnějším kompromisem této antény jako antény harmonické je volba délky asi 41,5 m. Pak jsou rezonanční kmitočty 3,43 - 7,05 - 14,28 - 21,5 - 28,73 MHz.

Jinou velmi jednoduchou drátovou anténou je anténa typu WINDOM. Jedná se o půlvlnný zářič s libovolně dlouhým jednodrátovým vedením. Délku zářiče určíme z předchozího vztahu, když budeme uvažovat jen jeden násobek $l/2$, tedy $n = 1$. Je-li průměr vodiče antény větší než 1,5 mm, můžeme počítat s impedancí přibližně 600 Ω . Libovolně dlouhý napáječ je připojen ve vzdálenosti asi $l/6$ až $l/7$ (přesné umístění je lépe vyzkoušet).



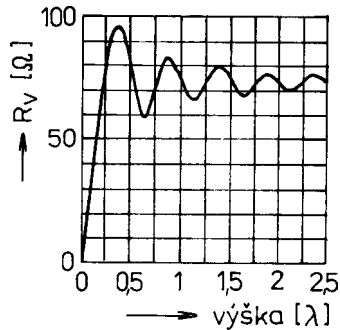
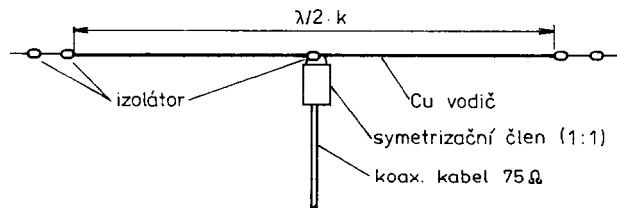
Obr. 190. Anténa WINDOM

Velkou skupinu antén tvoří tzv. dipólové antény. Základním typem je jednoduchý vodorovný dipól o elektrické délce $l/2$. Je-li zhotoven z vodiče o průměru asi 2 mm, bude jeho skutečná délka dána vztahem:

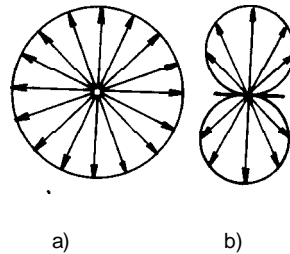
$$l = \frac{142,5}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}]$$

Tento dipól je poměrně úzkopásmový, a proto zejména na nižších pásmech jej musíme nastavit buď pro CW nebo fone část pásma. Dipól obsáhne rozmezí maximálně $\pm 3\%$ rezonančního kmitočtu. Vstupní impedance při dostatečné výšce nad zemí bude kolem 73 Ω . V rovině kolmé na směr jeho podélné osy vyzařuje energii rovnoměrně všemi směry. Ve směru podélné osy není energie vyzařována a totéž platí recipročně o příjmu. Dipól tedy přijímá nejlépe vlnu přicházející ve směru kolmé osy.

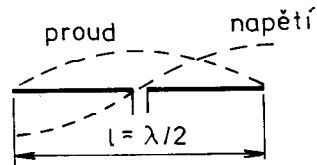
Obr. 191. Jednoduchý horizontální dipól o elektrické délce $\lambda/2$ (vhodnější je připojit koaxiální kabel přes symetrizační člen)



Obr. 192. Vstupní impedance jednoduchého horizontálního dipólu o délce $\lambda/2$ v závislosti na výšce nad zemí



Obr. 193. Vyzářovací diagramy půlvlnného dipólu a) vertikální, b) horizontální



Obr. 194. Rozložení proudu a napětí na půlvlnném dipólu

Má-li dipól dostatečnou výšku nad zemí a tím i odpovídající vyzářovací diagram, je vhodné napájet jej symetrickým vedením nebo při použití koaxiálního kabelu vložit symetrizační člen. Jinak nebude vyzářovací diagram zachován a částečně se změní i vstupní impedance.

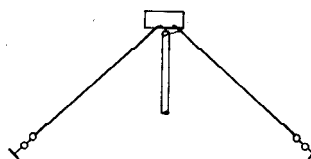
Oblíbeným tvarem dipólu je anténa zvaná INVERTED V. Úhel ramen tohoto dipólu má být 90 až 110°. Tato anténa má poměrně malý vyzářovací úhel a je tedy vhodná pro DX provoz, zejména na nižších pásmech. Konce jednotlivých ramen mají být alespoň 1 m nad zemí. Délku ramene určíme ze vztahu:

$$l_r = \frac{71,32}{f}$$

[m; MHz]

Vyzařovací diagram této antény je téměř všesměrový. Ramena antény jsou o něco kratší než u klasického dipólu $1/2$, protože jsou kapacitně zatížena přiblížením k zemi.

Obr. 195. Anténa INVERTED V (INV VEE)

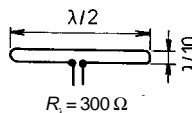


U všech těchto antén je třeba nastavit skutečnou délku. Tzn., že první verze antény bude s vypočtenou délkou. Pak anténu postupně po malých úsecích zkracujeme nebo prodlužujeme (u dipólu a INVERTED V obě poloviny stejně) tak, abychom dosáhli minima ČSV na požadovaném rezonančním kmitočtu (obvykle na středu pásma).

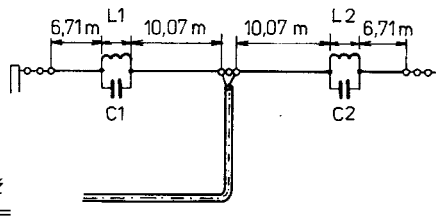
Čím je anténa blíže k zemi nebo vodivým předmětům, tím musí být kratší a tím více současně ztrácí na směrovosti (stává se všesměrovou). Současně se zvětšuje vertikální vyzařovací úhel, takže taková anténa je pak vhodná jen na blízké vzdálenosti.

Kromě jednoduchého dipólu používáme také dipól složený, který umí zpracovat širší kmitočtové pásmo než dipól jednoduchý. Jeho vstupní impedance 300Ω umožňuje napájení symetrickým žebříčkem nebo koaxiálním kabelem s použitím transformátoru. Ostatní vlastnosti dipólu jednoduchého a složeného jsou stejné.

Obr. 196. Složený dipól



V mnoha případech nás omezené prostory nutí používat jednu anténu na několika pásmech. V tomto případě se s výhodou používají antény trapované. Ty obsahují laděné obvody, které slouží na určitém kmitočtu jako zádrž a tím ladí anténu do rezonance na několika pásmech. Paralelní rezonanční obvod představuje na svém rezonančním kmitočtu zádrž (velký odpor), čímž na takovém kmitočtu pracuje jen část antény mezi dvěma zádržemi - trapy.



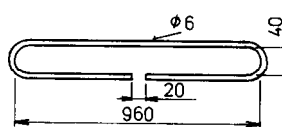
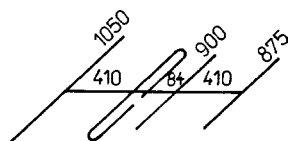
Obr. 197. Anténa W3DZZ. Obvody jsou naladěny na kmitočtet 7,05 MHz, přičemž součástky laděných obvodů jsou $L1 = L2 = 8,2 \text{ mH}$, $C1 = C2 = 60 \text{ pF}$, $Z_{vst} = 75 \text{ W}$

Nejrozšířenější trapovou anténou ve tvaru jednoduchého dipólu je anténa W3DZZ, uvedená na obr. 189. Její trapy jsou laděny na kmitočet 7,05 MHz. Měly by mít velké Q a kondenzátory dimenzované na napětí alespoň 3 kV. Vstupní impedance této antény je 75 Ω a pracuje na pásmech 80, 40, 20, 15 a 10 m.

Samostatnou kapitolu tvoří směrové antény s pasivními prvky nazývané antény typu YAGI. Funkce pasivního prvku u této antény spočívá v tom, že zachytí část energie vyzařené aktivním zářičem, a protože sám není připojen k žádné zátěži, opět ji vyzaří. Vyzařování pasivního prvku se sečítá s energií vyzařovanou zářičem a podle vzájemného fázového rozdílu proudů v obou prvcích dochází v některých směrech k zesilování a v jiných k zeslabování celkového pole. Vhodný fázový rozdíl lze nastavit jednak roztečí prvků a jednak prodloužením nebo zkrácením pasivního prvku. Pasivní prvek může pracovat jako reflektor a energie je usměrňována směrem od pasivního prvku k aktivnímu, nebo jako direktor, kdy maximum vyzařování nastává ve směru od aktivního prvku k pasivnímu. V praxi se volí délka pasivních prvků o 4 až 6 % odlišná od délky aktivního zářiče. Reflektor je delší než zářič, direktor je kratší než zářič.

Předností antén typu YAGI je konstrukční jednoduchost a velký zisk při poměrně malém počtu prvků. Hlavními nedostatky jsou malá širokopásmovost a obtížnost seřizování na maximum zisku. Zvětšit zisk základního uspořádání antény YAGI lze přidáním dalších direktorů se vzájemnou roztečí 0,1 λ .

Obr. 198. Víceprvková anténa typu YAGI



Obr. 199. Rozměry čtyřprvkové antény YAGI pro pásmo 144 MHz. Pro napáječ s impedancí 300 Ω nepřekročí ČSV (PSV) hodnotu 1,4, použijeme-li ráhno o $\phi = 20$ mm a na pasivní prvky trubičky o $\phi = 6$ mm

Smyčkové antény jsou zpravidla používány jako směrové. Celovlnná smyčka o délce obvodu 1 λ čtvercového tvaru je příkladně základem antény QUAD. Maximum vyzařování má taková anténa kolmo k rovině smyčky. Vstupní impedance je kolem 130 Ω .

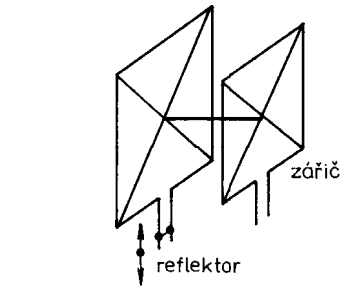
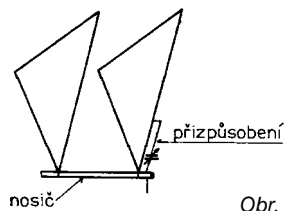
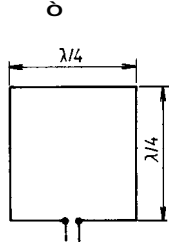
Doplněním takovéto celovlnné smyčky jako zářiče pasivním reflektorem získáme anténu CUBICAL QUAD se ziskem více než 5 dB. Při vzájemné vzdálenosti prvků asi 0,13 λ klesne vstupní impedance této antény asi na 75 Ω .

Není však podmínkou, že musí být prvky u smyčkové antény ve tvaru čtverce. Při trojúhelníkovém tvaru vzniká anténa DELTA LOOP rovněž o smyčce délky 1 λ .

Poslední ze základních antén jsou antény vertikální. Mají proti ostatním hned několik výhod:

- zabírají malý prostor,
- mají výhodný vyzařovací diagram ve svislé rovině,
- v horizontální rovině jsou všesměrové,
- s využitím trapů je lze konstruovat jako vícepásmové.

Obr. 200. Celovlnná smyčka - anténa QUAD



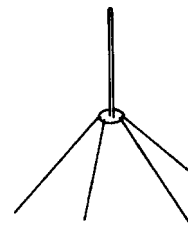
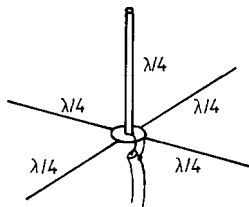
Obr. 201. Anténa CUBICAL QUAD

Obr. 202. Anténa DELTA LOOP

Celková délka vertikální antény je nevhodnější $1/2$. Vlastní zářič je však dlouhý jen $1/4$, neboť jeho druhá polovina je nahrazena zemním odrazem. Pokud je anténa uložena přes izolátor na zemi, vznikají nedokonalou vodivostí země ztráty, které je třeba vylepšit umělým systémem.

Nejběžnějším typem vertikální antény je anténa GROUND PLANE (GP). Zářič i radiály jsou dlouhé $1/4$. Nakloněním radiálů lze přizpůsobit vstupní impedanci antény impedanci napáječe (viz obr. 200). Jinak přizpůsobení zajistíme vhodným anténním přizpůsobovacím členem.

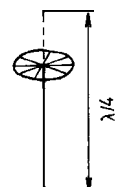
Obr. 203. Anténa GROUND PLANE (GP)



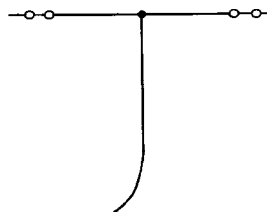
Obr. 204. Nakloněním radiálů lze přizpůsobit anténu na potřebnou impedanci

Délku zářiče lze elektricky prodloužit tzv. „kapacitním košem“. Příklad je uveden na obr. 201. Zvětšíme tak vlastně kapacitu antény proti zemi a tím snížíme její rezonanční kmitočet.

Obr. 205. Kapacitní prodloužení vertikální antény



Obr. 206. „T“ anténa



Jiným příkladem kapacitního prodloužení svislého zářiče je „T“ anténa.

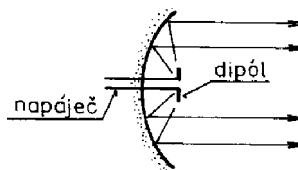
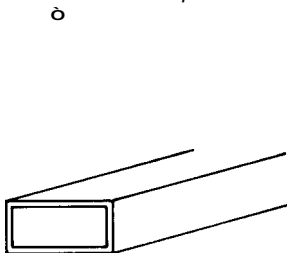
Antény pro centimetrové vlny

V pásmu centimetrových vln se už k přenosu elektromagnetické energie z vysílače k anténě a od antény k přijímači nepoužívají tradiční napáječe ani antény. K přenosu energie slouží vlnovody. Jedná se o kovová potrubí pravoúhlého nebo kruhového průřezu. Elektromagnetická energie se šíří v jejich vnitřní části. Protože mají vlnovody poměrně velký povrch, jsou činné ztráty v nich nepatrné. Ztráty vyzařováním nevznikají, neboť vlnovod je uzavřen a nevznikají ani ztráty v dielektriku, protože dielektrikem je vzduch. Vlnovody mají jednoduchou konstrukci a je možné jimi přenášet i velké výkony. Elektromagnetické vlny se v nich šíří mezi dvěma protilehlými stěnami po lomené dráze, která vznikne opakovanými odrazy od stěn. Výsledkem je vznik poměrně složitého vlnění. Rozměry vlnovodu musí být v určitém poměru k délce vlny, delší vlna než tzv. kritická už vlnovodem neprojde.

Nejčastěji používanou anténou pro tento kmitočtový obor jsou antény s parabolickými reflektory. Odrazná plocha reflektoru je z plného nebo perforovaného plechu. Jako primární zářič slouží většinou v ohnisku umístěný dipól. Vyzařovací diagram bude tím užší, čím větší bude plocha paraboloidu. Většinou bývá průměr paraboloidu větší než dvacetinásobek délky vlny. Dosažitelná šířka paprsku je kolem 3°.

Trychtýřovité antény mají tvar podobný akustickým trychtýřům. Tvar vyzařovacího diagramu odpovídá tvaru trychtýře a velikosti vstupního otvoru. Směrovost je dosažena v tomto případě bez odrazné plochy.

Obr. 207. Příklad provedení vlnovodu



Obr. 208. Parabolická anténa

Samozřejmě, že existuje pro jednotlivá kmitočtová pásma mnoho dalších typů antén. Některé z nich jsou však tak plošně náročné, že nepřicházejí pro radioamatéra téměř v úvahu (kosočtverečné antény pro KV). Jiné jsou náročné finančně a konstrukčně (směrové antény pro spojení odrazem od Měsíce). V každém případě jsou podrobnější informace už zcela mimo rámec této publikace.

12. ZÁKLADNÍ MĚŘENÍ V RADIOTECHNICE

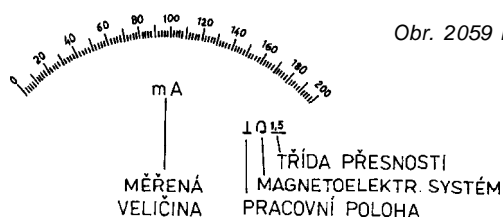
V radiotechnice se téměř neobejdeme bez základních elektrických měření. I když třeba nehodláme zrovna konstruovat nové vlastní zařízení, přesto je třeba čas od času se věnovat i technické kontrole toho zařízení, které máme. Překontrolovat, nastavit, či opravit. A to už bychom měli vědět o elektrickém měření alespoň minimum, tzn. jaký přístroj lze k měření použít, jak jej do obvodu zapojit atd.

V dnešní době je většina měřicích přístrojů pro měření základních elektrických veličin uzpůsobena digitálnímu měření, leckdy i s automatickým přepínáním rozsahů. Ručkových měřicích přístrojů klasického provedení se používá čím dál tím méně. Ale v obvodech, kde je nutno nastavovat proud na minimum či maximum (indikátory vyladění, S-metry atd.) jsou tyto přístroje těžko nahraditelné přístroji digitálními, sloupci diod s odpovídajícím integrovaným obvodem apod. I když je nutno přiznat, že své hraje v tomto případě i síla zvyku.

Principů, na kterých je založena funkce ručkových měřicích přístrojů, je celá řada. Nejvíce je však používán v praxi systém magnetoelektrický (zvaný deprézský). Má sice lineární stupnici, ale jeho nevýhodou je, že indikuje jen stejnosměrný proud.

Nejdůležitějším parametrem takového měřicího přístroje je jeho citlivost. Je to proud, který je třeba pro plnou výchylku ručky na stupnici. Bývá zpravidla pro vlastní měřidlo přístroje od 100 mA výše.

Ostatní důležité údaje o měřidle vyčteme většinou ze stupnice. Je to zejména měřená veličina (uprostřed stupnice), pracovní poloha (znázorněna symbolem nebo úhlem sklonu), systém (znázorněn rovněž symbolem) a třída přesnosti uvedená v procentech.

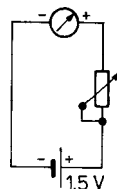


Obr. 2059 Příklad stupnice ručkového měřidla se základními údaji

Měření proudu

Potřebujeme-li měřit proud, je základním pravidlem, že **ampérmetr je zapojen vždy v sérii se zdrojem a spotřebičem**. Jinak je velké nebezpečí, že bude pro další měření nepoužitelný.

Obr. 210. Zapojení ampérmetru v obvodu



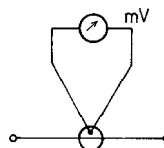
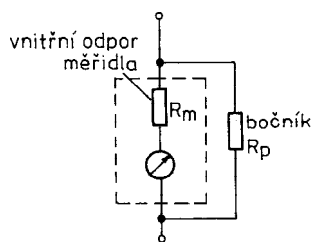
Při měření proudu nevystačíme většinou se základním rozsahem měřidla. Naštěstí není velkým problémem tento rozsah upravit tak, abychom mohli měřit proud větší. Stačí, když k přístroji připojíme paralelní rezistor (bočník). Pak měřicím přístrojem protéká jen část obvodového proudu a zbývající část teče bočníkem.

Odpor bočníku můžeme snadno spočítat, když si předtím změříme vnitřní odpor vlastního měřicího přístroje. Vzápětí však většinou zjistíme, že nemáme čím měřit tak malé odpory, až vše nakonec dopadne tak, že zkusmo připojujeme paralelně k měřidlu takové rezistory malých odporů, až získáme potřebný rozsah. Nebo paralelně k měřicímu přístroji připojíme reostat a změnou jeho odporu vhodně upravíme rozsah měření. Je třeba počítat s tím, že odpor bočníku je malý a hlavně tím menší, čím větší proud chceme měřit.

Pokud potřebujeme měřit střídavý proud síťového kmitočtu, máme možnost zvolit jiný systém měřidla (elektrodynamický, tepelný, s termočlánkem atd.) nebo měřený střídavý proud usměrníme polovodičovými diodami v Graetzově zapojení. Voltampérová charakteristika diod je však nelineární, a proto bude i stupnice pro měření střídavých hodnot nelineární.

Měření νf proudů se vyskytuje v radioamatérské praxi poměrně málo. Lze k tomu využít deprézský přístroj spojený s termočlánkem (termokříž). Termokříž ohřívá νf proudem styk (svár) dvou drátků z různých kovů, na kterých působením teploty vzniká malé stejnosměrné napětí, úměrné teplotě a tím i proudu. Takto vzniklé stejnosměrné napětí měříme deprézským přístrojem. Stupnice je cejchována v jednotkách proudu, ve svém počátku je však značně zhuštěná. Při vhodném provedení lze tak měřit signály kmitočtů stovek MHz, ale s proudy až asi od 1 mA výše.

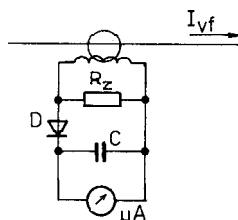
Obr. 211. Úprava rozsahu ampérmetru bočníkem



Obr. 212. Termoelektrický článek pro měření νf proudu

Na krátkých vlnách lze k měření νf proudů použít proudový transformátor. Vodič, kterým protéká νf proud, vede středem cívky navinuté na toroidu. Poměr proudů je dán poměrem počtu závitů (počtem závitů sekundární cívky). Horní mezní kmitočet je omezen vlastní kapacitou vinutí, ale bez problémů lze tak měřit proudy v oblasti krátkých vln.

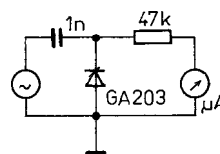
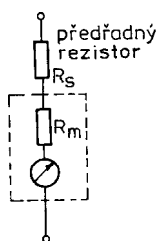
Obr. 213. Transformátor k měření
vf proudu na KV



Měření napětí

Při měření napětí je voltmetr připojen přímo ke svorkám zdroje nebo paralelně ke spotřebiči, na němž měříme úbytek napětí. Měřidlo měřicího přístroje má však obvykle malý vnitřní odpor, a proto s ním lze přímo měřit jen velmi malá napětí (milivolty). Chceme-li měřit napětí větší, musíme rozsah měřicího přístroje upravit sériovým rezistorem, kterým bude protékat stejně velký proud jako přístrojem. Odpor tohoto sériového rezistoru lze vypočítat nebo jej určíme zkusmo tak, že do série zapojíme proměnný rezistor a jeho odpor měníme tak dlouho, až získáme potřebný rozsah voltmetru.

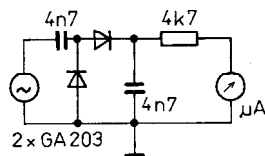
Obr. 214. Změna rozsahu voltmetru
o předřadným rezistorem



Obr. 215. Vf sonda s paralelním jednocestným usměrňovačem

Při měření střídavých napětí síťového kmitočtu je situace shodná jako při měření proudů. Použijeme buď měřidlo jiného systému, nebo pro deprezský systém napětí usměrníme.

Pro měření vf napětí je nejjednodušší použít tzv. vf sondu k ručkovému mikroampérmetru. Jedná se ve skutečnosti o vf usměrňovač s jednou nebo dvěma diodami. Poměrně snadno lze tak měřit napětí o kmitočtu od 0,5 MHz až do kmitočtů, které jsou dány vlastnostmi použitých polovodičových diod. Germaniové diody jsou výhodnější. Maximální hodnota měřených napětí však bude jen do 20 až 25 V.



Obr. 216. Vf sonda se zdvojovačem napětí (větší citlivost)

Nevýhodou těchto vf sond je, že pro malá vf napětí je průběh voltampérové charakteristiky diody značně nelineární. Tomu lze čelit jen předřazením širokopásmového předzesilovače, pak většinou současně díky vhodně zapojeným tranzistorům FET na vstupu dosáhneme značně větší vstupní impedance.

K měření velmi malých vf napětí slouží selektivní voltmetry. Jedná se o kvalitní a hlavně stabilní přijímače s přesně definovanou citlivostí. Používají se pro nastavování budících stupňů vysílačů, filtrů vyšších harmonických, slučovačů atd. Vyrábějí se vždy pro dílčí kmitočtové rozsahy.

K měření vf napětí lze také s výhodou použít osciloskopu. Při jeho dostatečném mezním kmitočtu je tento přístroj mnohdy nenahraditelný.

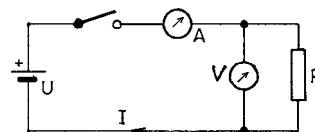
Měření odporů

Kromě měření proudů a napětí patří měření odporů k nejčastějším v radiotechnice. Přístroje sloužící k měření této veličiny se nazývají ohmmetry a pracují na různých principech.

Pokud nemáme ohmmetr, nebo ohmmetr nemá potřebný rozsah, je nejjednodušší určit odpor výpočtem z hodnot proudu a napětí, které změříme v příslušném obvodu. Odpor podle Ohmova zákona bude

$$R = \frac{U}{I}$$

Obr. 217 Obvod k určení odporu rezistoru z naměřených hodnot proudu a napětí

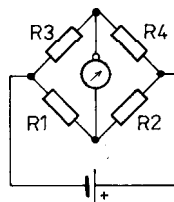


Přesněji lze změřit odpor stejnosměrným Wheatstoneovým mostem. Měřicí přístroj (s nulou uprostřed) ukazuje nulu, platí-li

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}, \text{ tzn. } R_1 = \frac{R_3}{R_4} \cdot R_2$$

Známe-li tedy odpory tří z těchto rezistorů, vypočítáme snadno odpor čtvrtého. U ohmmetrů pracujících na tomto principu bývá jeden z těchto rezistorů proveden jako cejchovaný proměnný se stupnicí, na které po vyvážení mostu na nulovou výchylku přečteme přímo velikost neznámého odporu.

Obr. 218. Wheatstoneův můstek



Měření indukčností a kapacit

Indukčnost nebo kapacitu lze určit nejsnáze z Thomsonova vztahu pro rezonanční kmitočety. Tento vztah si upravíme pro naše potřeby do vhodnějšího tvaru:

$$f^2 = \frac{25\,330}{LC} \quad [\text{MHz}; \mu\text{H}, \text{pF}]$$

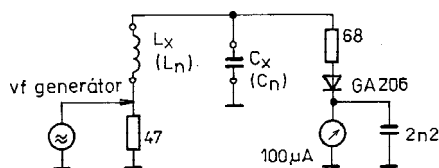
Spojíme-li paralelně známou kapacitu (C_n) a neznámou indukčnost (L_x), vznikne paralelní rezonanční obvod. Kmitočety, na kterém tento obvod rezonuje, najdeme pomocí GDO a pak už snadno zjistíme z Thomsonova vztahu, že

$$L_x = \frac{25\,330}{f^2 \cdot C_n} \quad [\mu\text{H}; \text{MHz}, \text{pF}]$$

Nebo při známé indukčnosti L_n a neznámé kapacitě C_x bude:

$$C_x = \frac{25\,330}{f^2 \cdot L_n} \quad [\text{pF}; \text{MHz}, \mu\text{H}]$$

Rezananční kmitočety takto složeného obvodu určíme také tak, že obvod zapojíme podle obr. 211 a kmitočety v generátoru měníme tak dlouho, až měřicí přístroj v sondy ukáže maximální výchylku. Při tomto kmitočtu je obvod v rezonanci a platí Thomsonův vztah.



Obr. 219. Rezananční měření indukčnosti a kapacity

Měření výkonu

Stejnou měrný elektrický výkon spočítáme z napětí na spotřebiči a proudu, který jím protéká. Podle již dříve uvedeného vztahu bude

$$P = U \cdot I \quad [\text{W}; \text{V}, \text{A}]$$

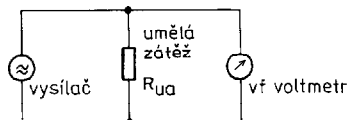
Měřit střídavý vf výkon potřebujeme většinou jen při kontrole výstupního výkonu vysílače. Měřit jej na obecné impedanci je složité, a tak tento výkon kontrolujeme zpravidla při provozu vysílače do „umělé antény“, tj. do reálné zátěže s čistě činným (ohmickým) odporem bez jakékoliv jalové složky. Pak nedochází k žádným fázovým posuvům na reaktančních složkách, celý výkon je čistě činný a platí pro něj dříve uvedený vztah.

Termočlánky pro měření vf proudu se vyskytují v amatérských podmínkách jen minimálně, a tak výkon určujeme ze známého odporu umělé antény a změřeného vf napětí. Pak:

$$P = \frac{U^2}{R_{ua}} \quad [W; V, W]$$

Umělá anténa je složena z řady bezindukčních rezistorů. Celek je dimenzován na výkon odpovídající výkonu vysílače (případně jsou rezistory chlazeny destilovanou vodou). Odpor umělé antény je pro danou oblast kmitočtů stejný, a tak podle výše uvedeného vztahu, je-li $R_{ua} = \text{konst.}$, bude výkon úměrný čtverci napětí na něm naměřeného a měřicí přístroj může být cejchován přímo ve wattech vf výkonu.

Obr. 220. Měření výkonu vysílače do umělé zátěže vf voltmetrem



Pro amatérské použití jsou nevhodnější průchozí wattmetry spojené zpravidla s měřicem ČSV. Výhodou je, že výkon je měřen za provozu vysílače. Údaj však platí jen při stejné zátěži, pro kterou byl wattmetr cejchován, a tato zátěž musí být bez jalové složky (ČSV = 1). Tzn. při měření umělou anténou nebo dobře přizpůsobenou reálnou anténou.

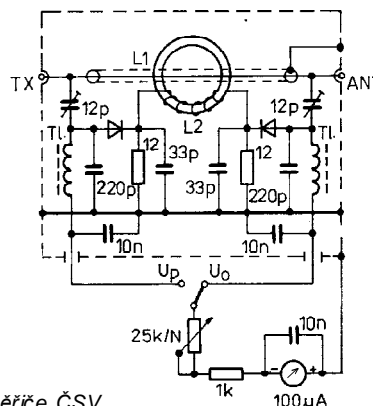
Měření ČSV

Anténa vyzáří celý výkon vysílače jen v tom případě, že je dobré vzájemné impedanční přizpůsobení vysílač-napáječ a napáječ-anténa. Nemá-li tato podmínka splněna, vzniká na napáječích stojaté vlnění. Část výkonu se pak vrací k vysílači a anténa jej nevyzáří. Vzniklé nepřizpůsobení se udává činitelem stojatého vlnění ČSV (hovorově PSV - poměr stojatých vln). Pro orientaci je v následující tabulce uvedeno, jaká část výkonu se pro daný ČSV odrazí zpět, tzn. jaké jsou ztráty výkonu vlivem nepřizpůsobení.

K určení tohoto činitele se užívá měřič zapojený na výstup vysílače (mezi vysílač a napáječ) a svojí konstrukcí je uzpůsobený k trvalé kontrole během provozu. Umožňuje měřit hodnotu úměrnou výkonu do antény (U_p) a hodnotu úměrnou odraženému výkonu (U_o). Činitel stojatého vlnění určíme ze vztahu:

$$\text{ČSV} = \frac{U_p + U_o}{U_p - U_o}$$

ČSV	Odražený výkon [%]	Přenesený výkon [%]
1,0	0	100
1,2	0,8	99,2
1,5	4	96
2,0	11	89
3,0	25	75
4,0	36	64
6,0	52	48
10,0	67	33
20,0	84	16



Obr. 221. Příklad zapojení měřiče ČSV pro krátké vlny

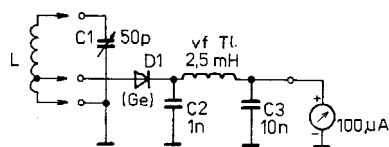
Měření kmitočtu

I když měření kmitočtu patří v radiotechnice k nejdůležitějším, dostává se zdánlivě na okraj zájmu. Toto zdání je způsobeno velkým rozšířením digitálních měřičů kmitočtu, které umožňují snadno, rychle a přesně určit měřený kmitočet, a to navíc v digitální formě. Tyto měřiče obecně nazýváme čítače. Jsou schopny měřit kmitočty od 1 Hz do desítek GHz s velkou přesností, která je prakticky dána jen přesností a stabilitou základního generátoru normálového kmitočtu.

Pro zjištění rezonančního kmitočtu obvodů použijeme buď zapojení s pomocným generátorem podle obr. 211, nebo přístroj zvaný GDO (viz dále). V obou případech můžeme kmitočet kontrolovat, resp. přesně měřit čítačem.

Jako pomůcku pro měření kmitočtu nelze opomenout ani náš vlastní přijímač, zejména vlastníme-li novější tovární výrobek s digitální stupnicí.

K orientačnímu měření kmitočtu při nastavování a ladění jednotlivých stupňů vysílačů se často používá absorpční vlnoměr, který s výměnnými cívkami obsáhne dostatečně široké pásmo. V principu se jedná o paralelní rezonanční obvod doplněný vhodně navázaným usměrňovačem s ručkovým měřicím přístrojem. Přiblížením cívky absorpčního vlnoměru k jinému laděnému obvodu s aktivní součástí zjistíme snadno ze stupnice kmitočet (ladíme na maximum výchylky).



Obr. 222. Absorpční vlnoměr

Přidáme-li k živému konci cívky krátkou tyčovou anténku, lze absorpční vlnoměr využít jako měřič síly pole pro nastavování antén apod.

Měření rezonance

K měření rezonančního kmitočtu lze využít zapojení podle obr. 211, tzn., že na obvod volně navážeme vř generátor a vř sondu s indikátorem a nastavujeme maximum výchylky při paralelním rezonančním obvodu nebo minimum při sériovém rezonančním obvodu. Je-li rezonanční obvod připojen na aktivní prvek, je možno nastavit nebo změřit rezonanční kmitočet absorpčním vřnoměrem.

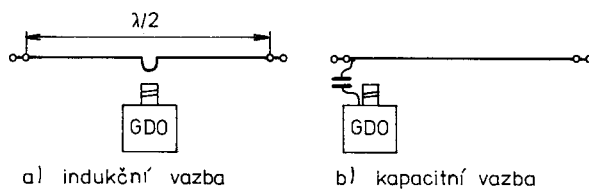
Nejvýhodnější je měřit rezonanční kmitočet sacím měřičem rezonance s tranzistorovým oscilátorem. Hlavní výhodou tohoto měřiče, zvaného GDO, je, že jím lze měřit rezonanční kmitočet i pasivního obvodu, aniž bychom potřebovali vř generátor a vř sondu. Přiblížením měřiče k měřenému obvodu se přenáší energie do tohoto obvodu (odsátá energie) a tento přenos je největší právě na rezonančním kmitočtu. Úbytek energie v oscilačním obvodu měřiče se projeví jako pokles amplitudy oscilací nebo jako změna proudu báze či kolektoru tranzistoru v oscilátoru. Pokles se indikuje měřidlem.

Název GDO je odvozen od anglického Grid-Dip-Oscillator (oscilátor s poklesem mřížkového proudu) z dob, kdy jako aktivní prvek oscilátoru sloužila výhradně elektronka.

Vesměs je tento přístroj konstruován společně s absorpčním vřnoměrem. Výměnnými cívkami lze při vhodné konstrukci obsáhnout v několika podrozsazích pásmo 0,5 až 300 MHz.

Důležité při měření je, aby vazba mezi měřeným obvodem a cívkou GDO byla co nejvolnější. Čím je vazba těsnější, tím více se rozlaďuje oscilátor GDO. Nastavený kmitočet je možno kontrolovat přijímačem nebo čítačem.

Jako pasivní rezonanční obvod se chová i rezonanční anténa. A to je druhá velká výhoda GDO, že s jeho pomocí snadno určíme i v amatérských podmínkách rezonanční kmitočet antény (viz obr. 215).



Obr. 223. Měření rezonančního kmitočtu antény pomocí GDO

Nutno pamatovat, že u antény zjistíme poklesy indikátoru GDO i na harmonických kmitočtech. Pokles však nezjistíme u širokopásmové antény.

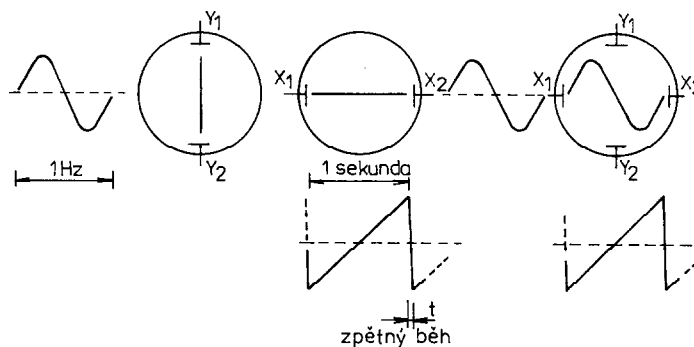
GDO navážeme k anténě malou smyčkou nebo nepatrnou kapacitou. Jak již bylo řečeno, je nutné, aby vazba byla co nejvolnější. Nechceme-li ovlivnit svým tělem rezonanční kmitočet antény (abychom ji nerozlaďovali), je možno anténu navázat ke GDO smyčkou a úsekem sousedního kabelu o délce $1/2$ nebo násobků $1/2$. Samozřejmě se jedná o délku elektrickou a skutečná délka bude dána vynásobením elektrické délky koeficientem zkrácení:

$$l_{\text{skut}} = 1/2 \cdot k$$

Měření osciloskopem

Osciloskop je snad nejuniverzálnějším měřicím přístrojem. Je to přístroj poměrně drahý, ale má velkou výhodu v tom, že průběhy měřených veličin vidíme. Umožňuje měřit napětí nejrůznějších tvarů, kontrolovat zkreslení, odhalit zakmitávání na nežádoucím kmitočtu, měřit kmitočet, fázi a mnoho dalších parametrů a veličin.

Základem tohoto přístroje je obrazovka. Její žhavená katoda emituje elektrony, jejichž rychlost a počet jsou regulovány napětím na řídicí mřížce. Urychleny anodovým napětím dopadají elektrony na stínítko opatřené tzv. luminoforem, který se v místě jejich dopadu rozsvítí. Cestou od katody ke stínítku je svazek elektronů vychylován dvěma páry vychylovacích destiček. Jeden pár je pro svislé vychylování, druhý pro vodorovné. Podle polarity a velikosti napětí na těchto destičkách je paprsek vychylován na jednu či druhou stranu. Výchylka ve vodorovném směru je běžně závislá na čase a výchylka svislá na amplitudě. Přivedeme-li na vertikální destičky střídavé napětí (destičky pro vodorovné vychylování jsou přitom bez napětí), objeví se na stínítku svislá čára, jejíž výška odpovídá amplitudě přivedeného napětí. Pokud má být vodorovná stopa měřítkem času, musí mít napětí na vodorovných destičkách pilovitý průběh se známou dobou trvání pily. Během narůstání amplitudy pily se pohybuje paprsek zleva doprava. Po dosažení vrcholu, kdy paprsek dosáhne pravého okraje stínítka, musí toto napětí co nejrychleji klesnout zpět na nulu. Pak paprsek přeběhne na levý konec stínítka a vše se opakuje. V době, kdy paprsek přebíhá zpět k levému okraji, musí být zatemněn, aby nerušil sledovaný průběh.



Obr. 224 . Princip vychylování paprsku na osciloskopu

Pilovité kmity v osciloskopu vyrábí obvod, který se nazývá časová základna. Volba jejího kmitočtu je nastavitelná v hrubých skocích a jemně. Od ní jsou rovněž odvozeny impulsy k potlačení zpětného běhu.

Oboje vychylovací destičky potřebují k vychýlení elektronového paprsku poměrně velké napětí. Proto jsou před ně zařazeny odpovídající širokopásmové zesilovače. Citlivost osciloskopu se uvádí v mm/V.

Popis použití osciloskopu v praxi není vyčerpávající a přesahuje rozsah této publikace.

13. NEŽÁDOUCÍ VYZAŘOVÁNÍ VYSÍLAČŮ, OMEZENÍ RUŠENÍ VYSÍLAČEM

Abychom zabránili rušení televizního příjmu a poslechu rozhlasu (hlavně v pásmech VKV) amatérským vysíláním, což jsou v mnoha případech hlavní omezující faktory provozu radioamatéra, je nutno dodržet několik základních dále uvedených zásad:

1. Signály z našeho vysílače musí být co nejčistší, tj. prosté harmonických kmitočtů, nežádoucích zámků, případně kliků při provozu CW. Znamená to, že překontrolujeme v první řadě správné nastavení pracovních bodů lineárních zesilovačů. Dále správné naladění a příp. vhodné blokování zejména u zařízení doma vyráběných. Kromě toho, abychom omezili nežádoucí vyzářování na minimum, zařadíme do anténního napáječe (souosého kabelu) vhodnou horní zádrž (filtr). Tento filtr by měl být pokud možno umístěn několik metrů od vysílače v samostatné, dobře stíněné skříňce.

2. Při provozu CW je důležitý tvar značky a zejména, aby byl signál prost jakýchkoliv zámků.

3. Vysílač nesmí vyzářovat do okolí, tzn., že minimálně musí být dokonale odstíněn (zakrytován). Pozornost je nutno věnovat také stínění panelových měřicích přístrojů koncového stupně a uzemnění hřídel ovládacích prvků přímo u panelu dotykovou pružinou nebo jejich prodloužení izolační vložkou.

4. Vysílač nesmí šířit ví energii po síti. Do síťového přívodu zapojíme síťový filtr. Často bývá účelné navléknout na přívodní síťovou šňůru řadu feritových kroužků z materiálu H22.

5. Nesmí vyzářovat ani svod vysílací antény. To znamená hlavně dokonalé přizpůsobení souosého napáječe ke vstupní impedanci antény, aby nedocházelo k odrazům. Nepoužíváme jednodrátový napáječ a v případě symetrického vstupu antény ji napájíme souosým kabelem přes balun.

6. Vysílací anténa by měla být co nejdále od antény televizního nebo rozhlasového přijímače.

7. Na výstupu vysílače a koncového stupně důsledně používáme laděný obvod, který potlačuje vyšší harmonické.

8. Na vstupu televizního přijímače či přijímače rozhlasu VKV musí být požadovaný signál v dostatečné úrovni.

V případě, že signál z našeho vysílače je skutečně čistý, prost všech nežádoucích produktů a dodrželi jsme zásady uvedené v předchozím textu, je třeba zjistit, kudy se do rušeného zařízení dostává rušící signál, a kromě toho také systematickými pokusy, měřeními, zkoušením a úvahami odhalit mechanismus, kterým rušení vzniká.

V prvním případě se dostane nejčastěji silný signál našeho vysílače na vstup rušeného zařízení. Výsledkem je zpravidla při extrémně silném signálu posuv pracovního bodu do nevhodného místa charakteristiky, nebo vzájemným působením rušivého a rušeného signálu vzniká intermodulace či interference. Cestu nežádoucímu signálu umožnil s největší pravděpodobností svod od antény k rušenému zařízení (např. TV přijímači). V tomto

případě je nutno v první řadě vyzkoušet účinný filtr na vstupu a oddělit vlastní svod od televizního či rozhlasového přijímače (navinutím oddělovacího vf transformátoru na toroid nebo za použití kondenzátorů malých kapacit). Velmi účinná je - zejména pokud vysíláme na KV - vf tlumivka (asi 15 závitů vodičem o průměru 0,3 mm závit těsně vedle závitů na průměru asi 3 mm), připojená paralelně ke vstupu kanálového voliče televizního přijímače.

Pro potlačení rušení, které pochází od vysílače VKV, je vhodné nasunout na kabel (s minimální vůlí mezi kabelem a toroidem) feritové kroužky z materiálu H22 (útlum rušení závisí na délce tohoto feritového rukávu). Je možno také tyto kroužky navléknout ve vzdálenosti asi 0,6 mm od sebe.

Další možností je pronikání vf signálu po síťovém přívodu, tehdy se projeví většinou detekcí na diodách usměrňovače. V takovém případě je třeba připojit paralelně k usměrňovací diodám kondenzátory vhodných kapacit.

V případě, že se vf signál dostává až na obvody detekce nebo nf části, stačí vhodné blokování a do série zapojit vf tlumivky.

Ve snaze zjistit mechanismus rušení nesmíme zapomenout na tzv. sekundární zářiče, do kterých se naindukuje vf složka z našeho vysílače a ty pak znovu samostatně vyzařují jako anténa.

V závěru ještě stručně o realizaci zádrže a propusti z laděného úseku vf vedení (koaxiálního kabelu). Využívá základních vlastností vedení, tzn., že vf vedení dlouhé $0,25 \lambda$, ničím nezakončené, se na svém začátku chová jako zkrat pro kmitočty odpovídající délce vlny λ . Díky tomu budou na vstupu přijímače odladěny kmitočty odpovídající vlnové délce λ . Pokud bude čtvrtvlnný úsek vedení na druhém konci zkratován, bude se chovat jako kmitočtová propust, která propustí jen kmitočty odpovídající délce vlny λ . Impedance bude na tomto kmitočtu zhruba nekonečně velká.

Potřebnou délku l určíme ze vzorce:

$$l = \frac{3000}{4 \cdot f} \cdot k \quad [\text{cm}; \text{MHz}]$$

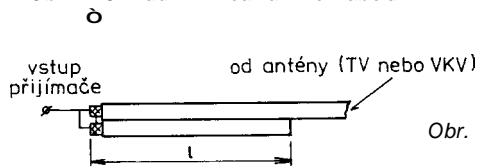
kde f = rušící kmitočet,

k = zkracovací koeficient koaxiálního kabelu (je uveden pro daný typ kabelu v katalogu výrobce, nebo jej musíme změřit).

V konečné fázi nastavení takového odřadovače vyžaduje trochu citu, neboť ladění je skutečně ostré. Vedení ustříháme o něco delší, než je vypočtená délka, připojíme na vstup přijímače, postupně úsek zkracujeme (odřezáváme) a sledujeme úroveň rušení. Nezřídka se nám povede, že budeme potřebovat nový úsek vedení, pokud jsme to se zkrácením přehnali.

K oddělení svodu od vstupu televizního a rozhlasového přijímače se používá zpravidla transformátor navinutý na toroidu o \varnothing 10 mm z materiálu N1 (2x 2 závitů nebo 2x 4 závitů). Možno použít i dvouděrové jádro z televizního symetrizačního členu.

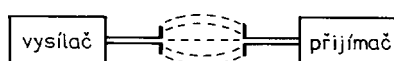
Obr. 225. Zádrž z koaxiálního kabelu



Obr. 226. Příklad provedení oddělovacích transformátorů na feritech

14. ŠÍŘENÍ ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN

Vysokofrekvenční energie získaná ve vysílači a obsahující požadovanou informaci je přivedena do vysílací antény. Ta ji vyzáří do volného prostoru v podobě elektromagnetického pole (elektromagnetické vlny). Někde v tomto prostoru je umístěna přijímací anténa, tzn. vodič v proměnném elektromagnetickém poli. Výsledkem tedy bude, že se v tomto vodiči indukuje elektrický proud, jehož velikost závisí v první řadě na intenzitě elektromagnetického pole. Tento proud je pak dále zpracováván v přijímači.



Obr. 227. Rádiová přenosová cesta

V dalším nás bude zajímat právě prostředí mezi vysílací a přijímací anténou a jeho vliv na šíření elektromagnetických vln.

Budeme-li uvažovat ideální homogenní prostředí (vakuum), bude se elektromagnetická vlna šířit přímočaře všemi směry rychlostí 300 000 km/s a její intenzita bude klesat přibližně s druhou mocninou vzdálenosti. Ve skutečném prostředí bude rychlost šíření menší a hlavně toto reálné prostředí už nebude homogenní. Dochází k odrazům, lomům, rozptylům a jejich různým vzájemným kombinacím. Elektromagnetické vlny se tedy ve skutečném prostředí šíří komplikovaněji než v idealizovaném příkladu bodového zdroje ve volném prostoru.

V praxi bude tímto reálným prostředím atmosféra a skutečný terén. Různé terénní překážky způsobují odraz a ohyb vlny a za těmito překážkami vzniká stín. Zemská atmosféra vlny tlumí, ty se ohýbají a od některých jejích rozhraní se mohou odrážet. Vliv atmosféry závisí na vlnové délce, přičemž platí, že delší vlny se na překážkách ohýbají snadněji a mohou proniknout i do oblasti stínu, kratší vlny „vrhají ostřejší stín“ a spolehlivě se šíří jen na krátkou vzdálenost v oblasti viditelnosti vysílací antény.

Ionosféra a její složení

Zemi obklopuje atmosféra. Ta není homogenní. Jen asi do výšky 10 km ji můžeme považovat za dobře promíchanou. Ve větších výškách začíná rozvrstvení. Nejnižší vrstvou atmosféry je troposféra (0 až 11 km od zemského povrchu). Nad ní stratosféra (11 až 60 km) a výše pak už jednotlivé vrstvy ionosféry (60 až 450 km), které vznikají ionizací původně neutrálních atomů plynů.

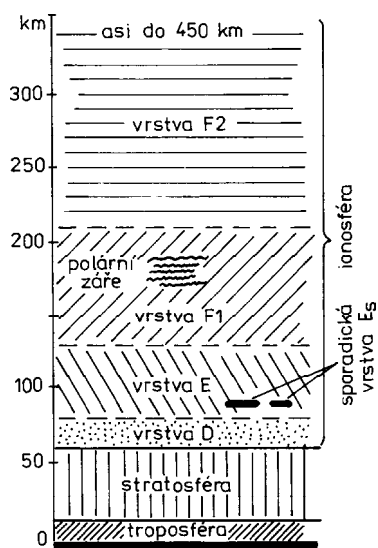
V neutrálních atomech je počet kladných nábojů jádra vyvážen se záporným nábojem elektronů v obalu. Při ionizaci se odtrhne jeden elektron z vnější (valenční) obálky atomu, čímž se jeho elektrická rovnováha naruší a atom se stává kladným. Dělí se tedy atomy ionizací na kladné ionty a volné elektrony.

Hlavním zdrojem ionizace zemské atmosféry je Slunce, které vyzářuje měkké rentgenové záření a ultrafialové záření. Určitý vliv má také záření hvězd (asi 0,1 % účinku Slunce) a kosmické záření. Kromě těchto pravidelných, stále působících zdrojů ionizace jsou i zdroje nepravidelné, jako příkladně mohutné proudy částic, které Slunce vymršťuje za slunečních erupcí. Tyto částice rovněž způsobují ionizaci ve formě tzv. ionosférických bouří. Zdrojem nepravidelné ionizace mohou být také roje meteorů, které vnikají do zemské atmosféry.

Ionizací vzniká nad zemským povrchem ionosféra, která se výškově dělí na několik vrstev:

Vrstva D vzniká ve výšce 50 až 100 km nad tou částí Země během dne, která je vystavena plnému účinku Slunce. K její maximální ionizaci dochází kolem poledne. Odráží dobře jen dlouhé vlny. Kratší vlny mírně láme a hlavně značně tlumí. Její existence a vliv způsobují, že amatérské pásmo 1,8 MHz je ve dne téměř nepoužitelné a pásmo 3,5 MHz je v denní době použitelné jen na krátké vzdálenosti. Ještě kratší vlny touto vrstvou procházejí, aniž jsou podstatně tlumeny. Po západu Slunce tato vrstva rychle mizí.

Vrstva E je také převážně denní vrstvou a v nočních hodinách slabne. Ovlivňuje šíření dlouhých a středních vln. Tlumí šíření v pásmech 1,8 a 3,5 MHz. Kratší vlny jí pronikají velmi snadno. Vrstva vzniká ve výšce 90 až 130 km.



Obr. 228. Složení zemské atmosféry

Sporadická vrstva Es jsou ve skutečnosti silně ionizované plošné mraky o rozloze asi 100 km ve výšce 90 až 140 km, tzn. v oblasti ionosférické vrstvy E. Ionizace těchto mraků se v závislosti na čase značně mění, přičemž se mraky navíc přemísťují. Tato vrstva se vyskytuje zpravidla v období od května do srpna, nejvíce za nejdelších dnů (červen a červenec) od ranních až do večerních hodin. Vznik i zánik je velmi rychlý. Praxe ukazuje, že nezřídka po zániku se objevuje znovu ještě jednou. Hustota ionizace je u této vrstvy někdy taková, že stačí k odrazům v pásmu 144 MHz i výše. Na krátkých vlnách umožňuje spojení v pásmech 15 a 10 m na poměrně krátké vzdálenosti několika set km (tzv. short-skip), tj. na vzdálenosti za běžných podmínek nedosažitelné. V pásmu 50 MHz se mohou v ideálním případě vyskytnout dvě využitelné oblasti Es. Jsou-li obě ve směru korespondujících stanic a je-li současně uprostřed trasy vhodné prostředí pro odraz, vlny se šíří dvěma skoky, tzn. na dvojnásobnou vzdálenost. V pásmu 145 MHz záleží na výšce, v níž se vrstva Es vyskytuje, ale nezřídka umožňuje vrstva Es na těchto kmitočtech spojení na vzdálenosti až 2500 km s poměrně malým výkonem.

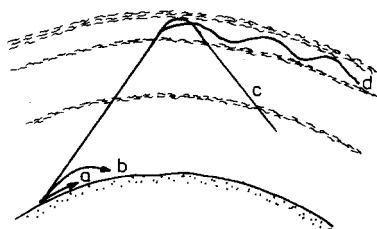
Vrstva F má hlavní význam pro šíření krátkých vln na velké vzdálenosti. Vlivem ultrafialového záření se v létě a ve dne dělí na dvě vrstvy (F1 a F2). Hlavní význam má vyšší vrstva F2, která je prakticky plně ionizovaná, což umožňuje odrazem, hlavně ve večerních hodinách, spojení na velké vzdálenosti. Tyto vrstvy se vyskytují ve výškách 130 až 250 km a nad 250 km.

Druhy šíření rádiových vln

Podle toho, jakým způsobem se šíří rádiové vlny v prostoru mezi vysílací a přijímací anténou, je dělíme na vlny přízemní, prostorové a vlny šířící se vlnovodem.

Obr. 229. Základní druhy šíření rádiových vln:

- a) přízemní vlna,
- b) prostorová vlna troposférická,
- c) prostorová vlna ionosférická,
- d) ionosférický vlnovod



Přízemní vlna se šíří v těsné blízkosti nad povrchem Země. Je do značné míry ovlivňována tvarem zemského povrchu (terénem) a jeho vodivostí. Pohlcování energie zemským povrchem je poměrně značné a nelze tedy této vlny využít pro spojení na velké vzdálenosti. Na VKV je dosah takovéto vlny dán prakticky přímou viditelností mezi vysílací a přijímací anténou. Na těchto kmitočtech se také výrazně uplatňuje odraz od vodivých předmětů (při rozměrech srovnatelných s délkou vlny) a od terénu. Na krátkých vlnách je dosah přízemní vlny omezen na několik desítek km. Více se uplatňuje ohyb rádiové vlny.



Obr. 230. Šíření přízemní vlnou ohybem 1), přímým paprskem 2) a odraženým paprskem 3)

Prostorová vlna troposférická je druhem šíření, kdy se část záření odráží nebo lomí v některé z oblastí změny dielektrické konstanty v troposféře. Tyto změny vznikají zejména vlivem teplotní inverze.

S přibývajícím výškou nad zemským povrchem ubývá teploty. Za určitých povětrnostních poměrů může však nastat situace, že teploty s výškou přibývá, což je příkladem teplotní inverze. Takové změny se vyskytují nejčastěji při zemském povrchu, méně ve vyšších sférách ovzduší (výšková inverze). Ostré rozhraní mezi studeným a vlhkým vzduchem dole a teplým suchým vzduchem nahoře umožňuje téměř dokonalý lom šířícího

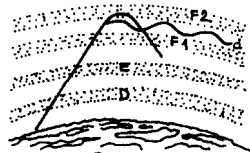
se vlnění. Čím ostřejší bude rozhraní a čím rozdílnější budou obě prostředí, tím snadněji se odráží a lomí i vlny kratších vlnových délek.

I v atmosféře bez inverze, tedy relativně dokonale promíchané, se rádiová vlna nepatrně lomí, resp. zakřivuje směrem k zemskému povrchu, čímž se zvětšuje dosah za teoretickou hranici přímé viditelnosti.

Při vhodných povětrnostních podmínkách může nastat tzv. kritický lom a rádiová vlna se pak šíří rovnoběžně se zemským povrchem tzv. vlnovodným kanálem. Tento stav umožňuje pomocí přízemní inverze navazovat na VKV spojení na vzdálenost 500 až 700 km. Současný vznik přízemní a výškové inverze umožňuje vznik vlnového kanálu ve větší výšce a spojení v pásmu 2 m až na vzdálenost 2000 km a více. V podzimních měsících se vyskytuje řada dnů, kdy lze využít dálkového troposférického šíření na VKV pro práci se stanicemi z okrajových zemí Evropy. Na šíření krátkých vln nemá stav troposféry téměř žádný vliv.

Prostorová ionosférická vlna je část vlny vyzařovaná vysílací anténou směrem vzhůru, kde se odráží od některé z vrstev ionosféry zpět směrem k Zemi. Zda se vlna od ionosféry odráží, do jaké míry je její větší či menší část pohlcena, či projde ionosférou, to vše závisí na kmitočtu, úhlu dopadu a hlavně na momentálním stavu ionosféry.

Ionosférický vlnovod je oblast, v níž se rádiová vlna šíří opakujícími se odrazy mezi vrstvami ionosféry (aniž by ionosféru opustila) nebo mezi ionosférou a Zemí. Největší význam mají vlnovody mezi vrstvami E a F nebo v létě na osvětlené části zeměkoule vlnovody mezi vrstvami F1 a F2. Je možné dokonce, že rádiová vlna přechází z jednoho vlnovodu do druhého. Z praktického hlediska je důležitý mechanismus, jak do vlnovodu vniknout a jak se z něj dostat ven na zemský povrch. Těchto mechanismů je celá řada (lom na nestejnorodostech v jednotlivých vrstvách ionosféry, rozptyl na náhodných nehomogenitách atd.). Význam vlnovodů se uplatňuje hlavně při dálkových spojeních na kratších vlnách KV pásem.



Obr. 231. Šíření prostorové vlny odrazem od ionosféry a příklad vlnovodu vzniklého mezi oblastí F1 a F2

Šíření dlouhých a středních vln

Při vzdálenostech několika set kilometrů se uplatňuje vlna přízemní, i když je poměrně značně tlumená zemským povrchem. Na kratší vzdálenosti se zemský povrch pro DV (nad 1000 m) a SV (1000 až 200 m) chová jako rovný a vlny se podél něj ohýbají. Na velké vzdálenosti se DV šíří několikanásobným odrazem mezi povrchem Země a ionosférickou vrstvou D (ve dne) nebo vrstvou E (v noci). Podmínky pro šíření jsou v těchto případech poměrně stálé.

Střední vlny při šíření snadno prostupují vrstvou D, ale vrstva E je silně tlumí. Ve dne je tedy možné jen spojení přízemní vlnou s malým dosahem. V noci se útlum ve vrstvě E značně zmenší a díky odrazům prostorové vlny dochází k šíření na velké vzdálenosti. Rozdíly v síle přijímaných signálů středních vln ve dne a v noci jsou značné. Značný je rovněž vliv ročních období, zejména zimy.

Při šíření středních vln prostorovou vlnou registrujeme často kolísání síly příjmu, kterému říkáme **únik**. Příčiny tohoto jevu jsou v zásadě dvě:

První případ je uveden na následujícím obrázku. Leží-li při této variantě bod příjmu B v zóně působení přízemní vlny P, zasáhne tento bod po západu Slunce i paprsek odražené prostorové vlny O. V bodě B je pak výsledné pole dáno interferencí přízemní a prostorové vlny, tzn., že výsledná hodnota závisí na jejich vzájemném fázovém posuvu.

Obr. 232. Vznik úniku interferencí
o přízemní a prostorové vlny



Obr. 233. Vznik úniku v místě dopadu
prostorové vlny po jednonásobném
a dvojnásobném odrazu

Je-li přijímací stanice mimo oblast působení přízemní vlny, vzniká únik druhým způsobem, tj. interferencí prostorových vln, jež se vzájemně liší počtem odrazů od ionosféry. Takový příklad je znázorněn na obr. 229.

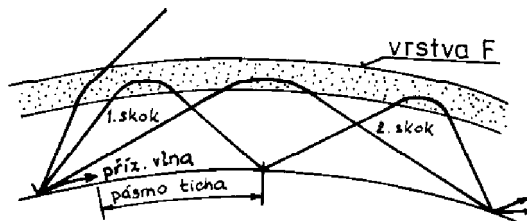
Šíření krátkých vln

Do pásma krátkých vln patří vlny od 200 m do 10 m (1,5 až 30 MHz). Podobně jako dlouhé a střední vlny mohou se i krátké vlny šířit jak přízemní, tak i prostorovou vlnou.

Šíření přízemní vlnou nemá u krátkých vln velkého významu. Vlivem značného útlumu nad polovodivou Zemí se přízemní vlny při obvykle používaných výkonech šíří pouze do vzdáleností, které nepřesahují několik desítek kilometrů.

Podstatné je šíření prostorovou vlnou, která se odráží od ionosféry zpět k Zemi, čímž lze krátkých vln použít ke spojení na velké vzdálenosti. Při dopadu rádiové vlny na ionosféru se v místě dopadu rozkmitají volné elektrony, které jsou pak zdrojem nové „odražené“ vlny. Při tomto procesu se část elektronů sráží s neutrálními molekulami, což způsobí zeslabení signálů - jejich útlum. V žádném případě nelze mluvit o čistém odrazu od ionosféry ve smyslu odrazu od zrcadla. Spíše se jedná o ohyb, neboť jistý úsek dráhy proběhne ionosférou. Čím je kmitočet vyšší, tím snadněji vlna ionosférou projde a méně se ohýbá. Z toho důvodu je třeba, aby hlavně na vyšších kmitočtech dopadala rádiová vlna na příslušnou vrstvu ionosféry pod menším úhlem. Vyzařovací úhel a tím i úhel dopadu lze ovlivnit konstrukcí antény. Vhodný vyzařovací úhel pro dálkový provoz na klasických krátkovlnných pásmech by měl být pro pásmo 7 MHz v rozmezí 12 až 40°, na 14 MHz asi 10 až 25°, pro 21 MHz 7 až 20° a na pásmu 28 MHz pak 5 až 14°.

Obr. 234. Šíření
prostorové ionosférické
rádiové vlny při různých
elevačních úhlech

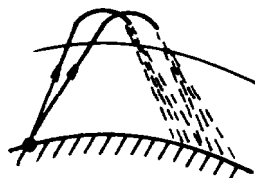


Jak je z výše uvedeného obrázku patrné, šíří-li se rádiové vlny odrazem od ionosférické vrstvy, šíří se **skoky**. Mezi místem maximálního dosahu přízemní vlny a místem dopadu

odraženého signálu vzniká tzv. **pásmo ticha**. Při dobrých podmínkách šíření a vhodném místě dopadu na zemský povrch (hladina moře apod.), může nastat další odraz a spojení se pak uskutečňuje dvěma či více skoky. Opakováním skoků při malém útlumu a vhodné kombinaci odrazů od různých vrstev ionosféry může signál oběhnout kolem Země a vrátit se zpět do místa dopadu prvního skoku. Při tom se může stát, že se vrátí v takové síle, že takto vzniklá ozvěna zhorší citelně citelnost přijímaných signálů (časový rozdíl je větší než desetina vteřiny).

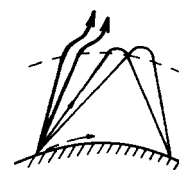
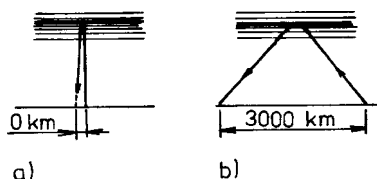
I na krátkých vlnách dochází k úniku. U středních vln měla hlavní význam interference mezi přízemní a prostorovou vlnou. V pásmu krátkých vln vzniká únik interferencí několika paprsků, které přicházejí do místa příjmu po odrazu od ionosféry. Jak již bylo řečeno, není ionosféra dokonale hladkou plochou. A tak nesourodosti ionosférického prostoru způsobují, že místo zrcadlového odrazu vzniká odraz rozptylový, tzn., že jediný paprsek dopadající do ionosféry se rozštěpí na svazek paprsků, který přijímáme. Vzhledem k tomu, že se různé kmitočty odrážejí v různých výškách ionosféry, je únik na každém kmitočtu jiný.

Obr. 235. Rozptyl rádiové vlny při odrazu od ionizované vrstvy



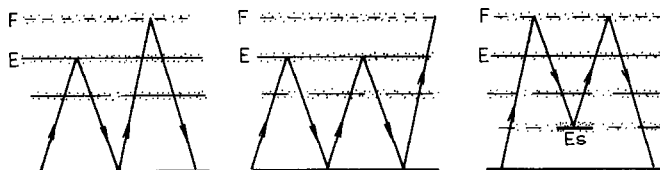
Na delších vlnách krátkovlnných pásem se signál vyslaný kolmo vzhůru odráží od ionosféry zpět k Zemi. Nejvyšší kmitočet, který ionosféra ještě vrátí zpět při kolmém vyzařování, označujeme jako **kritický kmitočet** (pro vrstvu F1 je to maximálně 5,5 MHz, pro vrstvu F2 pak nejvýše 13 MHz ve dne a asi 5 MHz v noci). Nás však zajímá zpravidla nejvyšší kmitočet, který vrátí ionosféra zpět k Zemi při šikmém vyzařování. Takovýto kmitočet je zpravidla trojnásobkem kmitočtu kritického a nazýváme jej **maximální použitelný kmitočet = MUF** (Maximal Usable Frequency). Tímto kmitočtem je v praxi ohraničeno pásmo použitelných kmitočtů shora, neboť použití vyššího kmitočtu by znamenalo, že se signál neodrazí, nýbrž projde skrz ionosféru. Volba nejnižšího použitelného kmitočtu je omezena snahou, aby jeho útlum ve vrstvě E nebyl příliš velký. Čím nižší je použitý kmitočet, tím větší je jeho útlum v ionosféře.

Obr. 236. Kritický kmitočet a) a maximální použitelný kmitočet b) \circ



Obr. 237. Dráha vlny při použití vyššího kmitočtu, než je MUF

V praxi řešíme situaci zpravidla tak, že jako optimální pracovní kmitočet volíme o 15 % sníženou hodnotu MUF. Spojení do vzdáleností asi 3500 km uskutečňujeme jedním skokem. K překlenutí větších vzdáleností je lépe počítat se dvěma skoky. Nezřídka se využívá pro dálková spojení několika skoků odrazem od různých vrstev ionosféry (v různých výškách).



Obr. 238. Využití kombinace odrazů od různých vrstev ionosféry

Za klidného období (bez ionosférických bouří) závisí stav atmosféry především na vzájemné poloze Země a Slunce. Následkem toho intenzita ionizace, vznik a zánik jednotlivých vrstev včetně jejich výšky se mění pravidelně s denní hodinou, sedmadvacetidenním cyklem, jak se Slunce otáčí kolem své osy, a s roční dobou.

Vlastní **sluneční činnost** (aktivita Slunce) nezůstává rok od roku stejnou. Podléhá periodicky se opakujícím změnám, které se projevují změnou počtu a plochy tzv. slunečních skvrn. **Sluneční skvrny** jsou viditelné i opticky jako tmavé skvrny na povrchu Slunce. Vyvolávají vyzařování silné energie a značně tak ovlivňují stav ionosféry. V průběhu let má sluneční činnost různou intenzitu, jejíž maxima a minima se periodicky opakují. Doba od jednoho minima do druhého minima je proměnlivá, ale v průměru trvá přibližně 11 let - **jedenáctiletý sluneční cyklus**. Mírou aktivity slunečních skvrn je tzv. **relativní číslo sluneční aktivity**. To je rovno nule, je-li sluneční povrch zcela zbaven slunečních skvrn (období minima sluneční činnosti), ale může také v jiném období dosáhnout roční průměrné hodnoty až 140.

Kromě uvedených pravidelných pochodů, probíhajících na Slunci a v ionizovaných vrstvách atmosféry, existuje ještě celá řada jevů nepravidelných a náhodných. Nejznámější jsou **atmosférické bouře** způsobené slunečními erupcemi spolu s náhlým zvýšením sluneční činnosti. Slunce pak vysílá proudy hmotných částic, které narušují stavbu iontových vrstev. Doba trvání ionosférických bouří se pohybuje od několika hodin do několika dnů.

Dalším zajímavým nepravidelným úkazem v ionosféře je **sporadická vrstva Es**, o níž jsme již hovořili. Ta se projevuje hlavně změnami šíření v pásmech 15 a 10 m, ev. na vlnách kratších. Vrstva vzniká v omezené oblasti vrstvy E a její chování je velmi nepravidelné. Laické veřejnosti je známa proto, že umožňuje ojediněle dálkový příjem televizních signálů či signálů rozhlasových stanic FM, které by se za normálních okolností nemohly od vrstvy E odrazit.

Posledním z nepravidelných pochodů v ionosféře, o kterém se zmíníme, je zvláštní druh ionosférické poruchy, kterou nazýváme **Dellingerův efekt**. Dochází k němu, když je ve slunečním záření obsaženo velké množství záření ultrafialového a rentgenového spektra, které pronikne až do vrstvy D. Tu silně ionizuje a rádiové vlny jsou v ní utlumeny natolik, že se nemohou odrážet od žádné vyšší sféry. Důsledkem toho je krátkodobé vymizení všech signálů na krátkých vlnách kromě přízemních vln blízkých vysílačů. Tento jev trvá od několika minut až asi do jedné hodiny a může vzniknout jen na osvětlené části zeměkoule. Jev se netýká dlouhých a středních vln.

V profesionálním provozu se plánuje potřebný rádiový spoj ze vzdálenosti obou míst na zeměkouli, jejich zeměpisných souřadnic, denní doby, ročního období, MUF a sluneční aktivity (R). Za pomoci ionosférických map, vhodných grafů a dílčích výpočtů, případně vydávaných předpovědí MUF do jednotlivých směrů se pak určí optimální pracovní kmitočet, výkon vysílače, vhodná anténa s potřebným ziskem v daném směru a vyzařovacím úhlem.

V radioamatérské praxi jsou všechny tyto možnosti omezeny, a tak využíváme s daným technickým vybavením jednak zveřejňované měsíční předpovědi MUF do jednotlivých směrů v daném čase a pak hlavně prakticky nabyté zkušenosti z provozu. Pro lepší orientaci je dále stručně popsána možnost využití jednotlivých KV pásem.

Pásmo 160 m (1,8 MHz) je během dne téměř nepoužitelné, neboť přízemní vlna je silně tlumena zemským povrchem a prostorová vlna zase vrstvou E. Ve večerních a nočních hodinách je už vhodné pro spojení na kratší vzdálenosti i pro spojení s Evropou. DX spojení jsou náročná na sledování momentálních podmínek šíření, anténní systém a technické vybavení včetně výkonu.

Pásmo 80 m (3,5 MHz) je přes den vhodné jen pro místní komunikaci na kratší vzdálenosti. Na větší vzdálenosti je použitelné jen večer, v noci a ráno, a to ještě lépe v zimním období a období minima sluneční činnosti. Pásmo ticha je v nočních hodinách kolem 1000 km. Stejně jako u pásma předchozího působí velmi rušivě v letních měsících vysoká úroveň atmosférického rušení.

Pásmo 40 m (7 MHz) je během dne vhodné pro spojení na vzdálenosti 100 až 1000 km. Večer se pásmo ticha rozšíří. DX provoz je možný zpravidla až asi hodinu po východu Slunce.

Pásmo 30 m (10 MHz) bylo přiděleno amatérské službě na sekundární bázi na konferenci WARC 1979. Tato skutečnost (sekundární báze) má však za následek, že není plně využíváno a v některých zemích není pro amatérskou službu uvolněno. Zkušenosti však potvrzují, že pro dálkovou komunikaci je v mnoha směrech výhodnější než pásmo 40 m. K zamezení rušení profesionálních služeb jsou na tomto pásmu povoleny pouze telegrafní a digitální provoz.

Pásmo 20 m (14 MHz) je nejvíce používaným pásmem, kde lze nejspíše a v největší míře uskutečnit dálková spojení. V letních měsících bývá otevřeno po celých 24 hodin. Pásmo ticha je 800 až 1000 km. Pro střední vzdálenosti je otevřeno téměř celý den. Dálkový provoz je možný zpravidla ráno a pak až po 15. hodině - nejdříve směrem na východ, postupně pak na Afriku, Jižní Ameriku a Severní Ameriku.

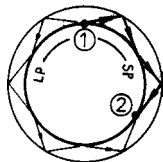
Pásmo 17 m (18 MHz) bylo amatérské službě též přiděleno na konferenci WARC 1979. I když jeho vlastnosti jsou obdobné, jako jsou u pásma 20 m, je jeho využití omezeno šíří pásma pouze 100 kHz.

Pásmo 15 m (21 MHz) se v noční době většinou uzavírá i v létě. Je silně závislé na intenzitě sluneční činnosti. V době maxima sluneční činnosti je nejvhodnějším pásmem pro DX provoz. Výrazně se projevuje vliv sporadické vrstvy Es.

Pásmo 12 m (24 MHz) bylo amatérské službě též přiděleno na konferenci WARC 1979. Pásmo je značně ovlivňováno úrovní sluneční aktivity a v letních měsících projevy sporadické vrstvy E.

Pásmo 10 m (28 MHz) je denním pásmem. V noci je úplně zavřené až na ojedinělé podmínky při maximu sluneční činnosti. V období s blízkým minimem sluneční činnosti je pásmo otevřeno jen ve dne při výskytu vrstvy Es. Pokud je však toto pásmo otevřeno, lze navazovat spojení s nepoměrně menším výkonem, než je tomu na pásmech s delší vlnovou délkou.

Na vyšších KV pásmech se nezdá stává, že při dálkovém provozu přicházejí signály daleko silněji z opačné strany, než bychom předpokládali. Očekávaná **krátká cesta** (short path - SP) je více tlumena a signály se lépe šíří **dlouhou cestou** (long path - LP) kolem zeměkoule, kudy je to výhodnější. S tímto je třeba počítat zejména při používání směrových antén. Většina stanic obvykle upozorňuje, zda směřuje krátkou či dlouhou cestou.

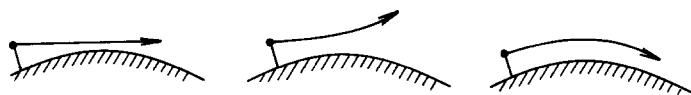


Obr. 239. Šíření rádiových vln při spojení na velké vzdálenosti mezi body 1 - 2 krátkou a dlouhou cestou (SP, LP)

Šíření velmi krátkých vln

Velmi krátkými vlnami (VKV) nazýváme vlny kratší než 10 m, tj. kmitočty nad 30 MHz. Šíří se hlavně přímou vlnou přímočaře a zpravidla v dosahu přímé viditelnosti. Vliv terénních překážek na šíření VKV je značný. Přímá vlna se od nich odráží a za místem odrazu vzniká stín. Ten je tím ostřejší, čím je vyšší kmitočet. Takovou překážkou je i zaoblení zemského povrchu.

Vlivem nehomogenity prostředí atmosféry se vlna při šíření postupně láme a ohýbá, takže se od povrchu Země vzdaluje pomaleji a vzniká tzv. **atmosférický lom**. Díky tomuto lomu jsou rádiové vlny schopny ohýbat se kolem vypouklého tvaru zemského povrchu a dosáhnout tak bodů i za hranicí přímé viditelnosti. Nutno však poznamenat, že tohoto částečného ohybu se dosáhne za cenu poměrně velkého útlumu signálu, tzn. na úkor intenzity elektromagnetického pole.



Obr. 240. Vliv atmosférického lomu na šíření elektromagnetické vlny na zaobleném zemském povrchu

Možností, jak tento útlum eliminovat a dosáhnout tak kvalitního spojení na větší vzdálenost, je několik. Uvedme nejdříve ty, které jsou zárukou spolehlivého spojení s dobrou slyšitelností, kdykoliv to potřebujeme. Nabízí se nám v zásadě následující varianty:

- zvětšit anténou vyzářený výkon,
- umístit anténu co nejvýše nad okolní terén,
- využít odrazu od vodivé odrazné plochy,
- na vhodném vyvýšeném místě umístit retranslační bod - převáděč.

Zvětšení výkonu vyzářeného anténou není zdaleka přímo úměrné zvětšení dosahu a od jisté hodnoty nemá už význam výkon dále zvyšovat, nehledě na technické omezení a problémy s rušením v okolí.

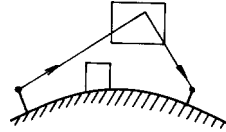
Zvětšení výšky antény nad okolním terénem pomocí anténního stožáru má jen omezený význam a obsadit kóty s co nejvyšší nadmořskou výškou nemá možnost každý.

Využití odrazu od vhodně umístěné odrazné plochy je lákavé a často využívané v profesionální technice. Nevýhodou tohoto spoje je jeho směrovost a možnost využití jen pro fixní stanice v daných směrech. Neúprosně zde platí zákon, že úhel dopadu se rovná úhlu odrazu a obráceně.

Převáděč, zejména pokud je vhodně umístěný, je nejpoužívanějším prostředkem, který umožňuje jednoduše spojení na větší vzdálenosti i s poměrně malým výkonem. Tato výhoda vyniká zejména u stanic s méně vhodnou lokalitou. Stačí, je-li převáděč pro obě korespondující stanice v přímé viditelnosti.

Zařízení převáděče sestává z přijímače, vysílače, ovládací jednotky, generátoru volacího znaku, zdroje a antény. Převáděč přijímá a vysílá na pevných, předem stanovených kmitočtech - kanálech, s roztečí 25 kHz, s frekvenční modulací. Vstupní kmitočet, na kterém převáděč poslouchá, je v pásmu 2 m o 600 kHz nižší než kmitočet výstupní (na kterém vysílá). Přijímač je v nepřetržitém provozu. Při příjmu signálu modulovaného tónem 1750 Hz zapne ovládací jednotka vysílač, který je pak dále držen v provozu nosnou vlnou korespondujících stanic. Pokud bude převáděč několik desítek vteřin na vstupu bez signálu, ovládací jednotka vysílač vypne. Je-li vysílač v provozu, dává v intervalech asi jedné minuty telegraficky svůj volací znak. Použité antény jsou zásadně s vertikální polarizací.

Obr. 241. Využití odrazu signálu od odrazné plochy při spojení na VKV



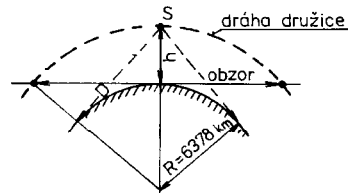
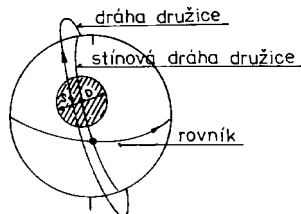
Existuje samozřejmě ještě celá řada možností, jak zvětšit dosah při spojení na VKV. Společnou vlastností všech dále uvedených způsobů je, že se jedná vesměs o spojení, která mají víceméně náhodný charakter (spojení odrazem od sporadické vrstvy Es nebo od ionizovaných stop meteorů) a v neposlední řadě k tomu všemu ještě vyžadují abnormálně náročnou techniku (spojení odrazem od povrchu Měsíce). Současný stav techniky nám umožňuje:

- zvětšit dosah umístěním retranslačního bodu na umělé družici Země (družicový převaděč),
- využít odrazů od inverzních vrstev v troposféře (tropo),
- využít odrazů od polární záře (aurora),
- využít k odrazům rozptylu na ionizovaných stopách meteorů (MS),
- využít k odrazu povrchu Měsíce (EME).

Využití umělé družice Země pro zvětšení dosahu v oblasti VKV je při troše zjednodušení vlastně „posazením“ již dříve zmíněného převaděče výše, než by umožnil jakýkoliv vyvýšený bod nad terénem. Nevýhodou je, že tento nový bod je pohyblivý a je výše než asi 500 km nad zemským povrchem. Touto výškou je dáno, že rádiová vlna musí projít dvakrát ionosférou (cesta k družici a zpět), což pochopitelně znamená nemalý útlum, který se navíc zvětšuje s provozním kmitočtem.

Základní podmínkou spojení přes družici je optická viditelnost z družice na obě korespondující pozemské stanice. Maximální vzdálenost těchto pozemských stanic je dána průměrem kruhové plochy, kterou družice „ozáří“ část zemského povrchu (D). Jinak řečeno, spojení přes družicový retranslátor je možné jen mezi stanicemi, které jsou v této „ozářené“ oblasti, resp. jen mezi stanicemi, pro něž je družice současně nad obzorem. Tato vzdálenost je tím větší, čím výše bude družice nad povrchem Země.

Obr. 242. Část zemského povrchu ozářená z družice \odot



Obr. 243. Geometrie spoje přes družici s vyznačenou maximální možnou vzdáleností korespondujících stanic (D)

Dráha družice je eliptická jen zdánlivě. Ve skutečnosti se družice pohybuje po eliptické spirále. Vlivem brzdícího účinku prostředí se střední výška nad povrchem Země zmenšuje, až se družice dostane do hustších vrstev atmosféry a v nich zanikne. Tento proces je sice pomalý, ale i tak doba existence družice je tím delší, čím vyšší bude její počáteční dráha.

Celá situace, tzn. jak vysoko usadit družici, není tak jednoduchá, jak by se na první pohled zdálo. Je proto nutno zvážit výhody a nevýhody družicových převaděčů s nízkou a vysokou dráhou.

U převaděčů s nízkou dráhou družice je zpravidla levnější doprava na oběžnou dráhu, neboť převaděč je dopraven ve většině případů spolu s nějakou meteorologickou družicí. Při menší vzdálenosti od Země je menší útlum signálů a tím i menší náročnost na zařízení pozemské stanice včetně menšího výkonu. Současně je však i menší dosah (kolem asi 8000 km), čímž přes převaděč pracuje méně stanic, a stačí tak menší šířka kanálu. Poloha takové družice je snadno predikovatelná, vadí však velký posuv kmitočtu vlivem Dopplerova efektu a nutnost neustálého směřování antény. Doba přeletu družice je krátká a nejvzdálenější spojení mohou trvat jen několik desítek vteřin.

U družicových převaděčů na vysoké eliptické dráze - apogeum kolem 10 000 km (apogeum = největší vzdálenost od Země) je oběžná doba srovnatelná s délkou dne a převaděč umožňuje práci nepřetržitě až deset hodin. Lze snadno navazovat spojení na velké vzdálenosti. Pohyb převaděče je pomalý, protože nejsou takové nároky na směřování antény a kmitočty se méně mění vlivem Dopplerova efektu. Útlum signálu je však samozřejmě větší.

Palubní vybavení družice obsahuje zpravidla:

- **napájecí blok** tvořený panelem slunečních baterií, akumulátorem a stabilizátorem napětí,

- **majákový vysílač** o výkonu asi 100 mW (jeho poslech je možný na Zemi i s jednoduchou anténou), který zprostředkovává přenos potřebných elektrických a fyzikálních dat z důležitých bodů palubních zařízení (proud, napětí, výkon, teplota atd.),

- **povelový přijímač** s ovládací částí, reagující na povelů vysílané pozemskou řídicí stanicí,

- **anténní systémy** více či méně složité od dipólu nebo čtvrtvlnného prutu u družic na nízké oběžné dráze přes soustavu zářičů napájených s fázovým posuvem, aby bylo dosaženo kruhové polarizace a určitého zisku,

- **stabilizátor polohy** a zařízení k potlačení vlastní rotace družice spolu s anténou pro kruhovou polarizaci umožňuje omezit únik na Zemi přijímaných signálů,

- **vlastní převaděč** (transpondér) sestávající z přijímače a vysílače, kde přijatý signál z pozemské stanice je po zesílení vyslán na jiném kmitočtu zpět k Zemi.

Převaděče jsou konstruovány jako širokopásmové lineární, tzn. bez demodulace. Jednotliví uživatelé mohou obsadit jenom část převaděčového pásma a na rozdíl od pozemních FM převaděčů je tak možný současný provoz více stanic (i 20 stanic současně). Převod z přijímaného kmitočtu na vysílaný je uskutečňován z jednoho pásma do druhého, čímž je umožněn poslech signálů vlastní stanice a řádné naladění na kmitočty protistanice. Na družici je obtížné instalovat výkonnější vysílač a vzhledem k tomu, že vyšší kmitočty jsou více tlumeny, volí se pro sestupnou trasu zpravidla nižší kmitočtové pásmo s inverzní transpozicí na UHF, aby se co nejvíce omezil vliv posuvu kmitočtu vlivem Dopplerova efektu. Kmitočtové transpozice z jednoho pásma do druhého jsou dány tzv. **módem**.

Družicové módy

Označení: *Vzestupná trasa (up-link):*

A	145 MHz
B	435 MHz
J	145 MHz
JL	145 a 1296 MHz
K	21 MHz
KA	21 a 145 MHz
KT	21 MHz
L	1296 MHz
S	435 MHz
T	21 MHz

Sestupná trasa (down-link):

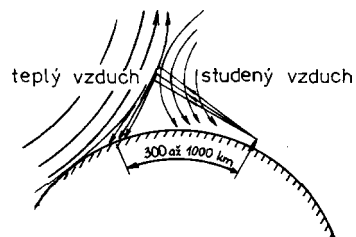
29 MHz
145 MHz
435 MHz
435 MHz
29 MHz
29 MHz
29 a 145 MHz
435 MHz
2400 MHz
145 MHz

Při provozu přes družicový převáděč nejsou na pozemskou stanici kladeny žádné zvláštní nároky. Citlivý a selektivní přijímač vyžaduje jemné ladění a přesné čtení kmitočtu. Pro první pokusy stačí vysílač o výkonu asi 100 W s dipólem či GP anténou. Vyzářený výkon je nutno regulovat. Převáděč je totiž schopen lineárně zpracovat vstupní signál jen do určité úrovně. Při přebuzení, kdy dochází ke značnému lineárnímu zkruslení, je pak automatickým řízením zisku snížena citlivost pro všechny účastníky provozu. Síla vlastních signálů by měla být stejná, jako síla signálů majákového vysílače.

Podle Dopplerova principu platí, že přibližuje-li se zdroj nějakého periodického vlnění, vnímá jej pozorovatel jako kmitočet vyšší, než je skutečný, a obráceně při pohybu zdroje kmitočet od pozorovatele jeví se kmitočet jako nižší, než je skutečný. Největší odchylka kmitočtu nastává při východu a západu družice a při provozu v pásmu 432 MHz je větší než 8 kHz (+ při východu a - při západu družice). Při provozu přes družicový převáděč se tento posuv uplatní dvakrát, tzn. na trase Země - družice a družice - Země. Vhodnou transpozicí je možno dosáhnout toho, aby se tento vliv na obou trasách vzájemně odečítal. Díky Dopplerovu jevu je kmitočet přijímaného signálu správný jen tehdy, když je družice právě nejvýše nad naším stanovištěm. Proto je obecně možné naladění na protistanici jen při současném poslechu vlastního signálu z družicového převáděče.

Využití odrazu a lomu v inverzních vrstvách troposféry - princip je popsán v odstavci o prostorové vlně troposférické. Zvratem teploty (inverzí) v určitých vrstvách troposféry vzniká prostor vhodný k odrazu či lomu rádiových vln. Použitelnost inverze závisí na její výšce (přízemní inverze bývá ve výšce několika desítek až stovek metrů, výšková ve výšce 2 až 3 km), na tloušťce inverzní vrstvy (desítky až stovky metrů), na rozdílnosti prostředí a ostroty rozhraní.

Obr. 244. Příklad šíření odrazem od rozhraní vzdušných front v letním období



Rádiová vlna se tedy šíří odrazem od vlastního rozhraní zpět k Zemi kladným lomením nebo při současném výskytu přízemní a výškové inverze několikanásobným odrazem mezi těmito vrstvami vzniklými vlnovodným kanálem. V posledním případě je však otázka, zda a kdy se rádiová vlna do tohoto kanálu dostane. V kladném případě umožní kanál šíření na vzdálenosti větší než 1500 km.

Využití vzniklých troposférických podmínek šíření závisí hlavně na jejich dobré a včasné předpovědi. K tomu je nutná znalost nejen provozu na VKV, základů šíření elektromagnetických vln, ale také meteorologie. Je nutno v daném období sledovat zprávy o počasí, celkovou povětrnostní situaci, směry větru atd. První indikací takto zlepšených podmínek bývá zpravidla rušení televizního příjmu vzdálenými vysílači pracujícími na stejném kmitočtu (zejména v I. až III. TV pásmu) a oživení provozu rozhlasových stanic v pásmech VKV. V další fázi pak poslech radioamatérských majáků.

K využití takto vzniklých podmínek šíření na VKV pro dálková spojení stačí běžné vybavení. Mimořádné nároky jsou však kladeny na čas a trpělivost. Nutné je zejména systematické sledování stavu ionosféry (v kritickou dobu sledování radioamatérských majáků i v hodinových intervalech) a praktické zkušenosti.

Většina radioamatérů má pochopitelně své zkušenosti, čekají na tyto tzv. „tropo“ podmínky, a tak se v době jejich pravděpodobného výskytu, hlavně na podzim, aktivita na pásmech nápadně zvětšuje. Tento druh šíření má význam jen na pásmech VKV.

Spojení odrazem od polární záře je náročné hlavně na zjištění její existence. Spolehlivý způsob předpovědi polární záře zatím neznáme, a tak jen z různých příznaků (zvětšení erupční činnosti Slunce atd.) usuzujeme na možnost jejího výskytu. S největší pravděpodobností se polární záře vyskytne v březnu či v září v době od 15 do 20 hodin UTC a od 22 do 04 hodin UTC.

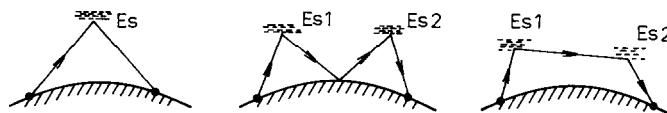
Polární záře (Aurora Borealis) je způsobena ionizací průletem mraků nabitých částic během slunečních bouří. Vyskytuje se ve výškách 100 až 1000 km nad zemským povrchem v okolí geomagnetických pólů, které tyto částice usměrňují do pásů s charakteristickými světelnými efekty. Nejsilnější ionizovaná místa polární záře jsou schopna odrazet rádiové vlny v oblasti VKV a umožnit tak spojení na vzdálenosti větší než 1000 km. Pochopitelně antény obou korespondujících stanic musí být směřovány do místa odrazu - v našem případě na sever. V našich zeměpisných šířkách je polární záře vzácná.

Polární záře netvoří souvislé odrazné médium, a tak signály od ní odražené jsou modulovány nepravidelným brumem, šumem a syčením [při spojeních doplňujeme report písmenem A (aurora), příkladně 59A]. Potřebný výkon pro spojení závisí na mohutnosti polární záře. Stačí však ve většině případů 5 až 50 W.

Využití šíření odrazem od sporadické vrstvy Es představuje sice možnost spojení na poměrně velké vzdálenosti bez nároků na velké výkony, ale stejně jako ve dvou předchozích případech je toto spojení z části dílem náhody a zbytek závisí na dostatečně rychlé informaci o výskytu, směru pohybu a rychlosti této vrstvy. Stupeň ionizace pravidelné vrstvy E je silně závislý na sluneční činnosti, ale výskyt sporadické vrstvy Es nemá přímou souvislost se sluneční aktivitou. Jedná se o sezónní jev a zákonitosti jeho výskytu nejsou zatím dostatečně vypořádány. Víme, že mraky Es vrstvy se vyskytují ve výškách 90 až 140 km nejčastěji v letních měsících, že začátek a konec Es nastává velmi rychle a poměrně rychle se mění maximální použitelný kmitočet MUF. A to je zhruba vše. I u tohoto druhu šíření používáme jako prvotní indikaci výskytu Es sledování televizních stanic v I. TV pásmu, ev. VKV rozhlasu. Pochopitelně nedocenitelné jsou aktuální informace z pásem.

Je dobré si uvědomit, že vrstva Es je poměrně nízká. Chceme-li ji tedy využít ke spojení na větší vzdálenosti, je nutný velmi nízký vizařovací úhel, tzn. dobré, obzorem nezakryté stanoviště a co největší výška antény nad okolním terénem (nadmořská výška nehraje takovou roli).

Za předpokladu vhodného místa dopadu signálu odraženého od Es vrstvy lze někdy uskutečnit spojení i dvěma skoky, příp. spojení odrazem od dvou oblastí Es (jsou-li obě vrstvy seřazeny v optimální vzdálenosti), čímž se pochopitelně překlene větší vzdálenost.



Obr. 245. Šíření elektromagnetických vln odrazy od sporadické vrstvy Es

Šíření je možné zpravidla jen do určitého směru a obvykle trvá krátkou dobu. Má však využití i na kratších vlnách krátkovlnných pásem.

Spojení rozptylem a odrazem na ionizovaných stopách meteorů - MS (Meteor Scattering = meteorický rozptyl) umožňují různě velké zbytky komet a tzv. kosmického prachu, s nimiž se Země setkává na své dráze. Tyto částice, pokud vniknou do vrchních vrstev atmosféry, shoří a vznikají tak sloupce ionizované atmosféry, která při dostatečné

koncentraci může sloužit jako odrazné médium rádiové vlny. Nevýhodou je, že takto ionizovaný sloupec existuje poměrně krátkou dobu, nežádka jen vteřiny.

Během roční pouti Země kolem Slunce se Země setkává také s řadou tzv. meteorických rojů, které se objevují pravidelně v jistou dobu každým rokem nebo pravidelně po několika letech, příp. i nepravidelně. Podle mohutnosti takového roje, s kterým se kříží dráha Země, může být roj pro radioamatérské účely využitelný i několik dnů. Důležitý je ovšem i počet meteorů, které se dostanou do oblasti atmosféry. Pravidelně se opakující prosincový roj Geminid dosahuje četnosti kolem 60 meteorů/h a stejnou četnost mají i srpnové Perseidy. U lednových Qadrantid bývá četnost až 100 meteorů/h.

K uskutečnění spojení lze ovšem využít i ionizace vlivem náhodných (sporadických) meteorů, které vnikají do atmosféry nepravidelně v kteroukoliv dobu, avšak jejich četnost je velmi malá. Při využití ionizace způsobené některým z pravidelných meteorických rojů je pravděpodobnost navázání spojení pochopitelně značně větší. V každém případě má však takovéto spojení zvláštní charakter, neboť se skládá ve skutečnosti z řady pokusů, kdy se stanice střídají v pravidelných intervalech ve vysílání a příjmu. Datum, čas a kmitočty pro spojení jsou ve většině případů dohodnuty předem. Při pokusech se předávají jen nejn nutnější informace, tj. volací značky, report a potvrzení značek a reportu. Metodika těchto spojení je upravena zvláštním doporučením IARU z roku 1981, které je nutno v celém rozsahu respektovat.

MS spojení lze uskutečňovat na vzdálenosti 800 až 2000 km, v některých případech i na vzdálenosti delší. Při kratších vzdálenostech stačí výkon vysílače 50 až 100 W s přiměřenou anténou o zisku 10 až 12 dB. Přijímač musí být schopen zachytit i slabé signály a přesně číst kmitočty. Nutná je indikace přesného času, klíčovač pro telegrafii s pamětí a několikarychlostní magnetofon, neboť při telegrafních spojeních se používají rychlosti od 200 znaků za minutu výše. Pro provoz SSB není třeba žádných doplňkových zařízení. Jsme však omezeni na využití meteorických rojů, které trvají delší dobu.

V době aktivity hlavních a nejintenzivnějších rojů jsou pořádaný na VKV řady radioamatérských expedic a jsou tak navazována spojení RANDOM (angl. random = namátkou, naslepo; tedy předem nedomluvená spojení).

Spojení odrazem od měsíčního povrchu - EME (Earth-Moon-Earth = Země-Měsíc-Země) je pokud se týká technického vybavení nejnáročnějším druhem provozu. Měsíc je od Země vzdálen 340 000 až 400 000 km a vyslaný signál musí tuto vzdálenost překonat dvakrát (za určitých podmínek dokonce lze uslyšet vlastní odražený signál - echo, neboť signál se vrátí zpět za dobu asi 2,6 s). Útlum celé trasy Země-Měsíc-Země v pásmu 144 MHz je asi 253 dB a v pásmu 432 MHz 260 až 262 dB. Při pohledu ze Země vidíme Měsíc v úhlové výšce jen 0,5° a s prakticky používanými anténami se k Měsíci tedy dostane jen část energie a ostatní jej mine. Odrazivost měsíčního povrchu je velmi špatná (7 až 8 %). Zbytek energie se absorbuje. Odražená energie se již nevrátí k Zemi ve formě úzkého paprsku, ale rozptýlí se do všech směrů. Při příjmu se projevuje krátkodobý únik řádu vteřin a dlouhodobý únik s periodou 15 až 30 s. Další nepravidelností je tzv. scintilace, jejíž příčina spočívá v tom, že ionosférické prostředí není homogenní, ale obsahuje jakási oblaka, která se projevují jako čočky. Anténa musí mít jednak dostatečný zisk a současně musí s dostatečnou přesností sledovat Měsíc. Přesné směřování musí být lepší než 2°. Spojení se navazuje v pásmech 144, 433 a 1296 MHz, ale většinou na 433 MHz, kde je menší kosmický šum oproti pásmu 144 MHz.

Při spojení se většinou pracuje CW; SSB jen u stanic s velkým vyzářeným výkonem a kvalitními přijímači. Výměna informací se omezuje na výměnu reportů a krátké zdvořilostní fráze.

15. BEZPEČNÁ PRÁCE S ELEKTRICKÝM ZAŘÍZENÍM, PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM

Pro přenos elektrické energie se dnes využívá téměř výhradně střídavá třífázová rozvodná soustava. Střídavý proud hlavně proto, že jej lze v alternátorech vyrobit s větší účinností než proud stejnosměrný, je možno jej snadno transformovat (rozvod vyšších napětí je pak ekonomičtější) a v neposlední řadě umožňuje i používání jednodušších indukčních motorů. Třífázový rozvod proto, abychom získali snadno točivé pole pro indukční motory (použití většího počtu fází by už bylo neekonomické).

V bytech, dílnách, kancelářích apod. je běžný rozvod 3x 400 V/230 V. Tzn. trojice fázových vodičů a jeden vodič nulovací, který je spojen se zemí. Mezi kterýmikoliv dvěma fázovými vodiči je napětí 400 V, mezi fázovým a nulovacím vodičem napětí 230 V. Velké spotřebiče bývají napájeny třífázovým proudem, menší vždy z jedné fáze a nulovacího vodiče (230 V). Hlavním hlediskem pro tuto volbu jsou fázové proudy.

Každý elektrický rozvod je nutno chránit před větším proudem, než na který jsou vedení a ostatní části rozvodu dimenzovány. Stejně tak je nutná ochrana před zkratem. Proto jsou do rozvodu zapojeny tzv. jisticí prvky, obvykle pojistky nebo jističe.

Překročí-li proud ve vedení hodnotu, nad kterou je dimenzováno, dojde k přetížení, čímž se přetaví drátek pojistky a obvod je rozpojen. Materiál a průřez drátku pojistky jsou voleny tak, aby vždy odpovídaly určitému proudu, jehož hodnota je na pojistce vyznačena. U jističů se působením elektrického proudu zahřívá bimetalový pásek, který se pod vlivem tepla ohýbá na jednu stranu tak, až kontakty rozpojí obvod.

Pojistky jsou určeny pro jednorázové použití (po přetavení drátku je nutno pojistku vyměnit). Jističe jsou podstatně dražší, ale lze je použít opakovaně.

Proud, při kterém se přeruší obvod, je dán jednak průřezem vodičů (proud, pro který jsou vodiče dimenzovány), jednak povoleným maximálním odběrem.

Pod pojmem bezpečnost elektrických zařízení rozumíme zajištění bezpečnosti těchto zařízení, aby nenastaly škody na majetku nebo na zdraví.

Jako škody na majetku lze uvést hlavně škody při požáru či výbuchu (jako následek přetížení, neodborné instalace nebo působení atmosférického výboje). Z tohoto hlediska je tedy důležitá správně provedená elektrická instalace (včetně předepsaných revizí), vhodné navržené jisticí prvky a patřičné zabezpečení před vlivem atmosférické elektřiny.

Ochrana před účinky elektrického proudu na lidský organismus je ztížena skutečností, že běžným lidským vnímáním nejsme schopni bezpečně posoudit, zda je zařízení pod napětím a do jaké míry je nám toto napětí nebezpečné. Elektrická energie je vesměs našimi smysly nezjistitelná s dostatečným časovým předstihem. Důsledkem toho je, že možné nebezpečí zjistíme až v okamžiku zásahu elektrickým proudem, tzn. v době, kdy už může být pozdě.

Odpor lidského těla závisí zejména na stavu pokožky a okolním prostředí. Pohybuje se v rozmezí od 1000 do 3000 Ω . Tzn., že při nahodilém dotyku při napětí 230 V (styk mezi fází a nulovým vodičem - zemí) prochází lidským tělem proud přibližně 75 až 220 mA. Jako nejvýše přípustný elektrický proud procházející lidským organismem, který by neměl způsobit žádné vážnější následky, se uvádí 70 mA působících po dobu jedné vteřiny. Čím je proud vyšší, tím kratší dobu smí působit, a naopak. To znamená, že proud 280 mA může na lidský organismus působit jen čtvrtinu sekundy.

Jak již bylo uvedeno, je v běžném rozvodu používáno jednak fázových vodičů, a pak další vodič, tzv. „nulák“, který je uzemněn a za normálních okolností je jeho potenciál totožný s potenciálem země, tzn., že nikomu neublíží. Libovolné fázové vodiče mají však mezi sebou napětí (každý proti každému) a rovněž proti střednímu (nulovému) vodiči, tzn. i proti zemi. Při současném dotyku na dva fázové vodiče nebo na fázový vodič a zem prochází lidským organismem proud a hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Vodiče nebo části sloužící k vedení elektrického proudu, které mají napětí proti zemi, označujeme

jako „živé“. Vodiče nebo části, které jsou přístupné dotyku, nejsou určeny k vedení elektrického proudu, ale mohou se při poruchovém stavu dostat pod napětí, označujeme jako „neživé“.

Podle velikosti proudu procházejícího lidským tělem a v závislosti na době působení dochází postupně ke svalové křeči (ruku svírající nebezpečný předmět pod napětím nelze otevřít), následně k zástavě dechu, poruše pravidelné srdeční činnosti, ztrátě tlaku, oběhu krve a vědomí, event. k popálení. Velikost proudu procházejícího lidským tělem závisí hlavně na velikosti napětí, stavu pokožky a na okolním prostředí (zejména vlhkosti).

Základem bezpečnosti všech provozovaných elektrických zařízení je tedy ochrana před nebezpečným dotykem jak „živých částí“, tak i částí „neživých“.

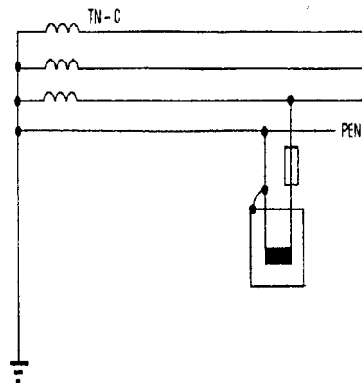
Se živými částmi s nebezpečným napětím se v radioamatérském provozu můžeme setkat na některých částech antény nebo jednodrátových napájecích a přizpůsobovacích členech (zejména při vyšších výkonech), síťových filtrech, síťových přívodech a hlavně v koncových stupních vyšších výkonů a jejich napájecích zdrojích. Základní ochrany jsou v těchto případech tři:

Ochrana polohou, kdy za všech okolností jsou živé části s nebezpečným napětím mimo dosah (některé části antény apod.).

Ochrana izolací, kdy části s nebezpečným napětím jsou dostatečně izolovány (jednodrátovým napáječem je koaxiální kabel většího průměru, ale jen s vnitřním vodičem a izolací bez stínění, izolované vodiče síťového přívodu apod.).

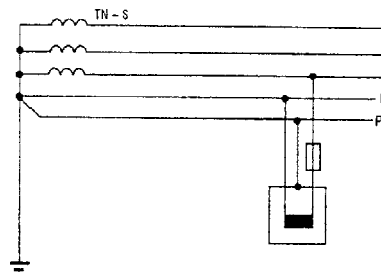
Ochrana krytím (což je u radioamatérských zařízení nejčastější případ), kdy živé části se síťovým nebo jiným nebezpečným napětím (transceivery, zdroje, koncové stupně apod.) jsou opatřeny vhodným krytem, který nelze bez použití potřebného nástroje sejmut. Kromě toho by měl být kryt upraven tak, aby při jeho sejmutí se automaticky odpojilo nebezpečné napětí (pomocí vhodného odpojovače, tlačítka či mžikového spínače s relé). V každém případě při sejmutí krytu je třeba beznapětový stav ověřit voltmetrem, zkoušečkou, zkratováním apod. a trvale odpojit zařízení od sítě. Nelze spoléhat na skutečnost, že filtrační kondenzátory jsou opatřeny paralelními odpory apod. Stejně tak nelze spoléhat na to, že si pamatujeme, které části jsou pod napětím, když není odpojen síťový přívod. Pracovní zaujetí a soustředění na problém nám umožní na tyto základní věci snadno a rychle zapomenout.

Základní ochranou proti úrazu elektrickým proudem při dotyku s neživou částí je ochrana samočinným odpojením od zdroje. Tzn., že například při styku ochranného krytu (spojeného s ochranným vodičem) s živou částí pod napětím, se prudce zvýší proud a tím se přeruší přívod od zdroje nebo napájecí soustavy přepálením pojistky nebo odpojením



Obr. 246. Elektrorozvodná soustava TN-C

Obr. 247. Elektrorozvodná soustava TN-S



jističe. Tento způsob ochrany má velký význam zejména v elektrorozvodných sítích. Rozvodné soustavy TN-C a TN-S mají tuto ochranu dokonce předepsanu jako ochranu základní.

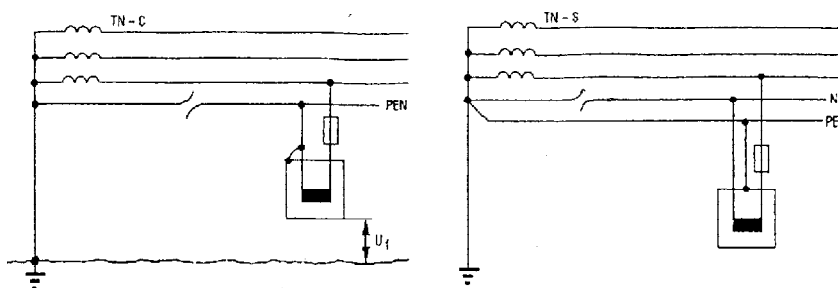
Vzhledem k tomu, že tento způsob ochrany byl u nás v posledních letech zásadně změněn, je třeba věnovat mu odpovídající pozornost.

V dříve používané soustavě TN-C (N = nulovací vodič; T = terra, země, přizemněný; C = complete, společný) je ochranný a nulovací vodič společný, je spojený se středem sekundárního vinutí transformátoru, je přizemněn, nesmí se vypínat ani jistit a barevně je odlišen kombinací žluté a zelené barvy v podélných pruzích. Je připojen na všechny neživé kovové části. Objeví-li se při poruchovém stavu (příkladně porušení izolace) na krytu nebo jiné kovové „neživé části“ nebezpečné napětí, vzájemně se propojí nulový a fázový vodič (živý a neživý zemní vodič), tím projde zvětšený proud pojistkou nebo jističem a samočinně se odpojí zdroj. Podstatné je, že vypnutí musí být tak rychlé, aby při dotyku nemohl proud procházející lidským tělem dosáhnout nebezpečné hodnoty.

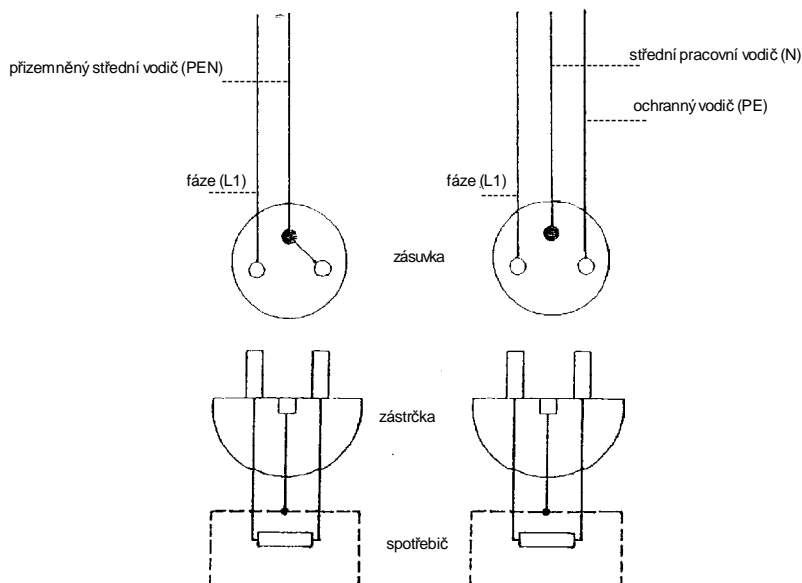
U této soustavy, kde přizemněný střední vodič je ve funkci vodiče pracovního (N) i ochranného (PE) hrozí však při jeho přerušení nebezpečí bezprostředního úrazu elektrickým proudem dotykem na neživou část zařízení. Princip je znázorněn na obr. 244. Z toho důvodu byl do praxe zaveden systém označený TN-S, (S = separate, samostatný), kde ochranný a pracovní vodič jsou vedeny samostatně (viz obr. 243). V praxi to znamená, že přizemněný střední vodič se co nejbližší přívodu rozdělí na dva. Jeden z nich bude mít funkci výhradně pracovní (N), je světle modré barvy a v zásuvkách je připojen do pravé zdířky. Druhý, ochranný vodič je v barvě zelenožluté a je v zásuvce připojen na ochranný kolík. Fáze (vodič s hnědou izolací) je připojena na levou zdířku.

Stručně shrnuto: u starších rozvodů TN-C je třífázový rozvod veden čtyřmi vodiči (3x fáze a střední vodič společný jako ochranný a pracovní). Jednofázový rozvod (230 V) je dvou vodičový. Při pohledu na zásuvku zepředu je na levou zdířku připojena fáze. Nulový vodič je připojen nejdřív na ochranný kolík, pak na pravou zdířku. Barva fázového vodiče je černá nebo hnědá, pro „nulák“ zelenožlutá.

V současné době je nutno bezpodmínečně používat soustavu TN-S, tzn. třífázový rozvod pětivodičový, tj. 3x fáze, dále střední nulovací vodič je rozdělén na pracovní (barva světle modrá) a ochranný (barva zelenožlutá). Jednofázový rozvod je třívodičový. Při pohledu na zásuvku zepředu je na levou zdířku připojena fáze, na pravou zdířku nulový vodič (N) barvy světle modré, na ochranný kolík zelenožlutý ochranný vodič.



Obr. 248 V soustavě TN-C při přerušení přívodu společného nulovacího a ochranného vodiče se objeví na krytu přístroje napětí fáze, tzn. nebezpečné napětí. V soustavě TN-S při přerušení nulovacího vodiče pouze vypadne napájení přístroje, ale k úrazu nedojde



Obr. 249. Zásuvka a zástrčka jednofázového rozvodu TN-C a nového rozvodu TN-S

Na tomto místě je snad vhodné připomenout to základní k prodlužovacím šňůrám. Jednofázové prodlužovací šňůry musí být vždy třívodičové, bez ohledu na druh rozvodu. Vedení dvouvodičovými šňůrami je nepřípustné, neboť z nich napájené spotřebiče s kovovou konstrukcí mohou bezprostředně způsobit úraz elektrickým proudem. Délku prodlužovací šňůry volíme jen takovou, jakou skutečně potřebujeme. Zpravidla je vhodnější ji koupit, zmenší se tak nebezpečí špatného zapojení jednotlivých vodičů. Průřez vodičů volíme s ohledem na protékající proudy a tím i úbytky napětí.

Při větším počtu zařízení na jednom místě a v místnostech s větším nebezpečím úrazu elektrickým proudem (vlhko apod.) musí být všechny neživé části elektrických zařízení a přístrojů současně přístupné dotyku pospojovány. Současně musí být propojeny cizí vodivé části (armatury, potrubí apod.) s ochranným vodičem PE. Takové propojení bývá realizováno zpravidla v jedné místnosti, ale nic nebrání tomu, aby bylo v celé instalaci. V místnosti s radioamatérským zařízením je nejlépe pro tento způsob použít společnou měděnou zemnicí lištu s řadou otvorů pro šrouby a spojenou s ochranným vodičem. Na ni jsou připojeny ohebným vodičem kostry a kryty jednotlivých zařízení a spotřebičů. K této sběrnici by měl být připojen i radiátor ústředního topení, pokud je na dosah, a další kovové díly. Průřez ohebného připojovacího vodiče zelenožluté barvy by neměl být menší než 4 mm², ale raději 6 až 10 mm².

Tímto způsobem se zajistí, že všechny kovové předměty v místnosti budou mít trvale stejný potenciál, takže při poruše v elektrické instalaci, kdy se krátkodobě může na některé části rozvodu objevit napětí, nemůže dojít k úrazu elektrickým proudem. Sběrnici je vhodné přizemnit na samostatný zemnič zakopaný v zemi, což ochrání i před úrazem při úderu blesku nebo přepětích za bouřky. Kromě toho má dobré přizemnění blahodárný vliv při různých rušeních.

Existuje ještě řada možností, jak zabránit úrazu elektrickým proudem, ty však nejsou běžné, jsou složitější a vyžadují pravidelné zkoušky či revize (proudové a napěťové

chrániče). Za zmínku však jistě stojí oddělovací transformátor s vhodnou izolací mezi primárním a sekundárním vinutím a použití tak nízkých napětí, že proud procházející lidským tělem neohroží při dotyku lidské zdraví.

Při opravě nebo jakékoliv práci na elektrickém zařízení je nutno důsledně dodržovat tyto základní zásady:

- Zařízení vypnout.
- Zařízení odpojit od sítě.
- Vybít kondenzátory filtru s nebezpečným napětím.
- Ověřit, že zařízení je bez napětí.
- Pokud z jakéhokoliv důvodu musíte pracovat na zařízení pod napětím, dbejte, aby byla přítomna druhá osoba poučená o práci na elektrických zařízeních, schopná poskytnout první pomoc.

Pokud při vši opatrnosti dojde k úrazu elektrickým proudem, jednejte rychle a účelně! Vytrvejte, neboť většina postižených je jen v bezvědomí.

Postup při úrazu elektrickým proudem

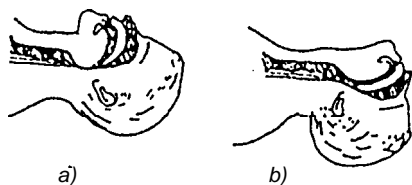
1. Vyprostit postiženého z dosahu elektrického proudu:
 - vypnutím proudu příslušným vypínačem,
 - vypnutím příslušného jističe,
 - vyšroubováním pojistek,
 - vytažením zástrčky ze zásuvky,
 - odsunutím vodiče nebo odtažením postiženého suchým dřevem (či jiným izolantem) nebo za suchý oděv (nikdy ne vlhkými nebo vodivými předměty!),
 - přerušením vodiče izolačními kleštěmi nebo podobně.
2. Urychleně přivolat lékařskou pomoc. Než lékař přijde:
3. Pokud postižený nedýchá, ihned zavést umělé dýchání. To je nutno poskytovat bez přerušení až do oživení. Jinak je možno přerušit umělé dýchání jen na pokyn lékaře.
4. V případě zástavy srdeční činnosti zahájit nepřímou srdeční masáž.

Umělé dýchání z plic do plic

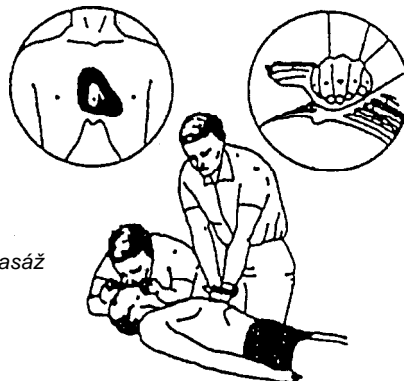
- Před započetím umělého dýchání položíme postiženého na záda, odstraníme mu případné překážky z ústní dutiny a pro uvolnění dýchacích cest mu zakloníme hlavu co nejvíce vzad;
- sevřít nos, široce rozevřenými ústy obemknout ústa (nos) postiženého;
- hluboce vydechnout do úst postiženého asi 10krát po jedné vteřině, dále pokračovat rychlostí 12krát až 16krát za minutu;
- sledovat pohyb hrudníku postiženého, zda do něj skutečně vdechujeme.



Obr. 250. Základní způsob umělého dýchání z plic do plic (z úst do úst)



Obr. 251. Význam záklonu hlavy:
a) před záklonem hlavy,
b) po záklonu hlavy



Obr. 252. Nepřímá srdeční masáž

Nepřímá srdeční masáž

- Zápěstí pravé ruky položit dlaňovou stranou na dolní část hrudní kosti, prsty směřují k pravému lokti postiženého, nedotýkají se hrudníku;
- levou ruku položit napříč přes pravou a vahou těla stlačovat nataženou horní končetinou hrudní kost směrem k páteři do hloubky 4 až 5 cm asi 60krát za minutu;
- na pět stlačení hrudní kosti jeden vdech metodou dýchání z plic do plic;
- při stlačování hrudní kosti současně nevědechat.

Ochrana před nebezpečím atmosférické elektřiny

Opomíjet nesmíme ani možné nebezpečí účinků atmosférické elektřiny. Proto je dále uvedeno několik zásad, které je nutno dodržet:

- antény umístěné na střeše budov nebo samostatně stojící musí být vždy řádně uzemněny,
- zemnicí vodič musí mít průměr minimálně 8 mm (ocelový pozinkovaný drát) nebo 3x 20 mm ocelový pozinkovaný pásek,
- zemnicí vodič musí být k anténnímu stožáru připojen v nejnižší části,
- na objektech, kde je hromosvod, musí být kovové části antén a upevňovací kovová lana spojena s hromosvodem,
- jímací tyč hromosvodu nesmí sloužit jako držák antény,
- vedení spojující uzemňované části antén s hromosvodem musí být provedeny stejně jako svod hromosvodu,
- dlouhohrátové antény je vhodné doplnit vysokofrekvenční tlumivkou zapojenou proti zemi, aby byl zajištěn svod pro statickou elektřinu,
- dlouhohrátové antény, pokud jsou mimo provoz, řádně uzemnit.

LITERATURA

- [1] *Bocek, J.*: Základní měřicí přístroje 5. Svazarm, Praha 1986.
- [2] *Bocek, J.*: Střídavá měření v radiotechnice 7. Svazarm, Praha 1987.
- [3] *Borovička, J.*: Měření v radioamatérské praxi I, II. Svazarm, Praha 1983.
- [4] *Borovička, J.*: Měření 4. PZAR 4, Svazarm, Praha 1985.
- [5] *Brigham, E. O.*: The Fast Fourier Transform. Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1974.
- [6] *Daneš, J.*: Amatérská radiotechnika a elektronika, I.-IV. díl. Naše vojsko, Praha 1984-1989.
- [7] *Doluchanov, M. P.*: Šíření radiových vln. SNTL, Praha 1955.
- [8] *Eichler, J.*; *Žalud, V.*: Selektivní radioelektronická zařízení. SNTL, Praha 1983.
- [9] *Fingerhut, K.*; *Bláha, J.*: Otázky a odpovědi ke zkouškám pro samostatné operátory třídy C. PZAR, Svazarm, Praha 1988.
- [10] Fragen und Antworten zur fachlichen Prüfung für Funkamateure. Deutsche Bundespost, 1988.
- [11] *Geryk, V.*: Modulátory a obvody tvarování a komutace signálu. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [12] Harmonized Amateur Radio Examination Certificate. Recommendation T/R 61-02. ERC 2004.
- [13] *Hozman, J.*: Amatérská stavba vysílačů a přijímačů, Naše vojsko, Praha 1963.
- [14] *Hyan, J. T.*: Tranzistorové přijímače. SNTL, Praha 1974.
- [15] *Janda, F.*: Šíření krátkých vln ionosférickými vlnovody. Radioamatérský zpravodaj 11-12/1982, Svazarm, Praha 1982.
- [16] *Jordan, K.*: Antény. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [17] *Karmasin, K.*: Antény 1-5. AMA 5-6/91, 1-3/92, Třebíč 1991-1992.
- [18] *Klímeček, A.*; *Zíka, J.*: Polovodičové součástky a mikroelektronické struktury. SNTL, Praha 1989.
- [19] *Loos, F.*: Metodika radioamatérského provozu na VKV. Svazarm, Praha 1984.
- [20] *Malina, V.*: Poznáváme elektroniku. V. Kopp, České Budějovice 2000.
- [21] *Marvánek, L.*: Radiotechnika v otázkách a odpovědích. Naše vojsko, Praha 1971.
- [22] *Mašek, V.*: Budicí a výkonové zesilovače. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [23] *Maťátko, J.*; *Fořtová, E.*: Elektronika. SNTL, Praha 1981.
- [24] *Novák, P.*: Obvodová technika kmitočtové modulace I-IV. PZAR, Svazarm, Praha 1987-1988.
- [25] *Opava, Z.*: Elektřina kolem nás. Albatros, Praha 1985.
- [26] *Petržilka, V.*: Výkonové tranzistorové vf zesilovače pro SSB. Sborník semináře.
- [27] *Pišojo, P.*: PLL záves a pomocné obvody. Radiožurnál SZR, 3/1997.
- [28] *Prokop, J.*; *Vokurka, J.*: Šíření elektromagnetických vln a antény. SNTL, Praha 1980.
- [29] *Sýpa, L.*: Základy radioelektroniky. Svazarm, Praha 1987.
- [30] *Štech, K.*: Elektroinstalace doma a na chatě. Grada, Praha 2000.
- [31] *Štěpán, J.*: Oscilátory v rádiových zařízeních. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [32] *Uhlíř, Sovka*: Číslíkové zpracování signálů, ČVUT 2002, ISBN 80-01-02613-2
- [33] *Vackář, J.*: Amatérská měřicí technika. SNTL, Praha 1990.
- [34] *Vachala, V.*: Technika amplitudové modulace s jedním postranním pásmem. SNTL, Praha 1990.
- [35] *Žalud, V.*: Vysokofrekvenční přijímací technika. SNTL, Praha 1986.
- [36] *Žalud, V.*: Moderní radioelektronika. BEN, Praha.

B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY

1. HLÁSKOVACÍ TABULKY

- česká a mezinárodní,
- viz Vyhláška Ministerstva informatiky č.155/2005 Sb. ze dne 19.dubna 2005, o způsobu tvorby volacích značek, identifikačních čísel a kódů, jejich používání a o druzích radiokomunikačních služeb, pro které jsou vyžadovány

2. Q-KÓDY

- QRA** Jaké je jméno vaší stanice? Jméno mé stanice je ...
- QRB** V jaké vzdálenosti jste od mé stanice? Vzdálenost mezi našimi stanicemi je ...
- QRG** Jaký je můj přesný kmitočet? Váš přesný kmitočet je ... MHz.
- QRH** Kolísá můj kmitočet? Váš kmitočet kolísá.
- QRI** Jaký je tón mého vysílání? Tón vašeho vysílání je ... (1 dobrý, 2 proměnlivý, 3 špatný).
- QRJ** Přijímáte mne špatně? Nemohu vás přijímat. Vaše signály jsou velmi slabé.
Podle Radiokomunikačního řádu je správný význam Q-kódu QRJ: Kolik máte připraveno radiotelefonních hovorů? Mám právě připraveno ... radiotelefonních hovorů.
- QRK** Jaká je čitelnost mých značek? Čitelnost vašich značek je ... (1 špatná, 2 střední, 3 dosti dobrá, 4 dobrá, 5 výborná).
- QRL** Jste zaměstnán? Jsem zaměstnán. Prosím nerušte.
- QRM** Jste rušen interferencí? Jsem rušen interferencí (1 nejsem, 2 slabě, 3 mírně, 4 silně, 5 velmi silně).
- QRN** Jste rušen atmosférickým rušením? Jsem rušen atmosférickým rušením (viz QRM)
- QRO** Mám zvýšit výkon? Zvyšte výkon.
- QRP** Mám snížit výkon? Snižte výkon.
- QRQ** Mám vysílat rychleji? Vysílejte rychleji (... slov za minutu).
- QRS** Mám vysílat pomaleji? Vysílejte pomaleji (... slov za minutu).
- QRT** Mám přestat vysílat? Přestaňte vysílat.
- QRU** Máte něco pro mne? Nemám pro vás nic.
- QRV** Jste připraven? Jsem připraven.
- QRW** Mám uvědomit ..., že ho voláte na ... kHz (MHz)? Prosím, uvědomte ..., že ho volám na ... kHz (MHz).
- QRX** Kdy mě znovu zavoláte? Zavolám vás v ... hodin (na ... kHz nebo ... MHz).
- QRY** Jaké mám pořadí? Číslo vašeho pořadí je ...
- QRZ** Kdo mě volá? Volá vás ... (na ... kHz nebo ... MHz).
- QSA** Jaká je síla mých značek? Síla vašich značek je ... (1 velmi slabá, 2 slabá, 3 dosti dobrá, 4 dobrá, 5 velmi dobrá).
- QSB** Kolísá síla mých značek? Síla vašich značek kolísá.
- QSD** Je mé klíčování nesrozumitelné? Vaše klíčování je nesrozumitelné.
- QSK** Můžete mě poslouchat mezi svými značkami? Mohu vás poslouchat mezi mými značkami.

- QSL** Můžete mi potvrdit příjem? Potvrzují vám příjem.
- QSO** Můžete pracovat s ... přímo nebo prostřednictvím jiné stanice? Mohu pracovat s ... přímo (prostřednictvím ...).
- QSP** Můžete předat zdarma zprávu stanici ...? Mohu předat zdarma zprávu stanici ...
- QSS** Jaký pracovní kmitočet použijete? Budu vysílat na kmitočet ... kHz.
- QSV** Mám vysílat řadu V (na kmitočet ... kHz)? Vysílejte řadu V (na kmitočet ... kHz).
- QSX** Mám poslouchat na kmitočet ... kHz? Poslouchám na kmitočet ... kHz.
- QSY** Mám přejít k vysílání na jiný kmitočet? Přejděte k vysílání na jiném kmitočet (nebo na kmitočet ... kHz).
- QSZ** Mám vysílat každé slovo nebo skupinu několikrát? Vysílejte každé slovo nebo skupinu dvakrát (nebo ... krát).
- QTC** Kolik telegramů máte k vysílání? Mám ... telegramů pro vás (nebo pro ...).
- QTH** Jaká je vaše poloha? Moje poloha je ...
- QTR** Kolik je přesně hodin? Je přesně ... hodin.
- QTU** Kdy bude vaše stanice opět v provozu? Moje stanice bude opět v provozu v ... hod.
- QUD** Zachytil jste pilnostní signál vyslaný ... ? Zachytil jsem pilnostní signál vyslaný ... v ... hod.
- QUF** Zachytil jste tísňový signál vyslaný ... ? Zachytil jsem tísňový signál vyslaný ... v ... hod.
- QZF** Naladte svůj vysílač přesně na můj kmitočet.

3. ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU

ABT	asi, přibližně	AC	střídavý proud
AER	anténa	AF	zvukový kmitočet
AFSK	klíčování posuvem zvukového kmitočtu	AGC	automatické řízení zesílení
AGN	opět, zase	ALC	automatické řízení úrovně
ALL	vše, všechno	AM	amplitudová modulace; dopoledne
AR	konec relace (.-.-) (pouze CW)	ANT	anténa
AS	čekejte	ATV	amatérská televize
AVC	automatické řízení hlasitosti	AWARD	diplom
BCI	rušení rozhlasu	BCL	posluchač rozhlasu
BCNU	podívám se znovu po vás	BD	špatný, špatně
BFO	záznějový oscilátor	BK	přerušit
BUG	poloautomatický klíč	CALL	zavolání
CHAT	popovídání	CHEERIO	nazdar, buď zdrav
CFM	potvrdit	CL	uzavírám stanici
CLOUDY	oblačno	CO	krystalový oscilátor
CONDS	podmínky pro spojení	CONDX	podmínky pro dálkové spojení
CONGRATS	blahopřání	CPI	zapsat, porozumět
CQ	všeobecná výzva	CS	volací značka
CUAGN	znovu na shledanou	CUL	později na shledanou
CW	netlumená vlna	dB	decibel

DC	stejnoseměrný proud	DE	z, od
DIRECT	přímo	DP	děkuji (česky)
DR	milý, drahý	DWN	dole, dolů
DX	dálkový	ES	a
EL	prvek, element	ELBUG	elektronický klíč
EXCUS	promiň	FB	výborný
FER	pro, za	FIRST	první
FM	kmitočtová modulace; od	FONE	fonie
FR	pro, za	FRD	přítel (německy)
FRM	od, z, ze	FSK	klíčování posuvem kmitočtu
GA	pokračujte; dobré odpoledne	GB	buďte zdrav
GD	dobry den	GE	dobry večer
GL	štěstí	GLD	rád, potěšen
GM	dobry jitro	GMT	greenwichský čas
GN	dobrou noc	GND	země, uzemnit
GP	vertikální anténa	HAM	amatér vysílač
HF	vysoký kmitočet	HI	smích
HPE	doufat	HPY	šťastný
HR	zde, tady	HRD	slyšel, slyšeno
HT	vysoké napětí	HW?	jak?
I	já	IARU	International Amateur Radio Union (mezinár. radioam. organizace)
IF	kdyby, jestli	IN	v
INFO	informace	INPT	přiklon
IRC	mezinárodní odpovědní kupón	IS	je
ITU	International Telecommu- nication Union (mezinár. orga- nizace)	K	vysílejte, přecházím na příjem
KA	začátek relace (-.-.) (pouze CW)	KN	přecházím na příjem pouze pro určitou stanici
KY	klíč	LF	nizký kmitočet
LID	špatný operátor	LIS	koncesovaný
LOG	staniční deník	LSB	dolní postranní pásmo
LUCK	štěstí	LUF	dolní použitelný kmitočet
LW	dlouhý drát; nizký	MEET	potkat, střetnout
MIKE	mikrofon	MIN	minuta
MNI	mnoho	MTR	metr
MUF	maximální použitelný kmitočet	MY	můj
NAME	jméno	NEAR	blízko, u
NEXT	příští, další	NET	síť
NEW	nový	NF	nizký kmitočet (česky)
NIL	nic	NO	ne
NR	číslo; u	NW	nyňi
OB	starý brachu	OC	starý kamarád
OK	v pořádku	OM	přítel
ONLY	pouze	OP	operátor

OSC	oscilátor	OSCAR	radioamatérská družice
OT	zkušený (starý) amatér, (old timer)	OUTPUT	výkon
OVERCAST	zamračeno	PA	koncový stupeň
PART	část	PEP	špičkový výkon
PM	odpoledne; fázová mod.	PSE	prosím
PWR	výkon	QSLN	staniční lístek nezašlu, nezasílejte staniční lístek
R	správně přijato	RCVD	přijal, přijato
RAC	usměrněný střídavý proud	REF	referenční; reflektor
RCVR	přijímač	RFI	rušení rádiového kmitočtu
RF	rádiový kmitočet	RPRT	report o poslechu
RIG	zařízení	RTTY	radiodálnopis
RPT	opakovat	SAE	obálka s adresou
RX	přijímač	SEND	poslat, zaslat
SASE	oznámkovaná obálka s adresou	SIGS	signály, značky
SHF	supervysoký kmitočet	SKED	domluvené spojení
SK	konec vysílání	SOS	tísňový signál
SN	brzy	SSB	jedno postranní pásmo
SRI	lituji, bohužel	STN	stanice
SSTV	televize s pomalým rozkladem	SUNNY	slunečný
SUM	několik, něco	SW	krátká vlna
SURE	jistě, určitě	SWR	činitel stojatých vln
SWL	krátkovlnný posluchač	TEMP	teplota
TBS	elektronky	TKS	děkuji
TEST	pokus, zkouška	TMW	zítra
TKU	děkuji vám	TO	k, do, až, v
TNX	děkuji	TX	vysílač
TVI	rušení televize	TRX	transceiver
TRCVR	transceiver	UFB	výborně
U	vy, ty	UNLIS	nekoncesovaný
UHF	ultravysoký kmitočet	UR	váš, tvůj
UP	nahoru	USB	horní postranní pásmo
URS	vaše, tvé	VFO	proměnný oscilátor
UTC	světový čas koordinovaný	VIA	přes, prostřednictvím
VHF	velmi vysoký kmitočet	WID	s
VY	velmi	WL	chci, budu; vlnová délka
WKD, WKG	pracoval, pracující	WTTS	watty
WPM	slov za minutu	XCUS	promiňte
WX	počasí	XMTR	vysílač
XMAS	Vánoce	XYL	manželka
XTAL	krystal	73	srdečný pozdrav
YL	příteľkyně, slečna	99	zmiz!
88	polibek		

4. MEZINÁRODNÍ TÍŠŇOVÉ SIGNÁLY, TÍŠŇOVÝ PROVOZ A KOMUNIKACE

Každý radioamatér by měl znát i tíšňové signály, které jsou stanoveny Radiokomunikačním řádem. Pro telegrafní provoz je to **SOS**. Vysílá se jako jeden znak (...---...). Pro fone je to **MAYDAY**. Čte se „médé“. Po těchto signálech mají následovat volací značky a bližší podrobnosti, včetně zeměpisné polohy. Pro jednotlivé případy je stanoven protokol, podle kterého se volání nebo spojení uskutečňuje.

Rezoluce č. 640

týkající se mezinárodního použití radiokomunikací v případě přírodních katastrof v kmitočtových pásmech, přidělených amatérské službě

Světová administrativní rádiová konference (WARC), Ženeva, 1979

majíc na zřeteli

- a) že v případě přírodních katastrof jsou normální komunikační systémy často přetíženy, poškozeny nebo zcela zničeny;
- b) že rychlé zřízení komunikací je v zájmu usnadnění světových podpůrných akcí;
- c) že amatérská pásma nepodléhají mezinárodním plánům nebo ohlašovacím postupům, a proto jsou dobře přizpůsobivá pro krátkodobé použití v případech naléhavé potřeby;
- d) že mezinárodní pomocná komunikace bude usnadněna dočasným použitím určitých kmitočtových pásem, přidělených amatérské službě;
- e) že vzhledem k těmto okolnostem stanice amatérské služby, kterých je na celém světě velmi mnoho, mohou pomoci při zajištění komunikačních potřeb;
- f) existenci národních a regionálních sítí náhlé potřeby, které používají kmitočty uvnitř pásem, přidělených amatérské službě;
- g) že v případě přírodních katastrof přímá komunikace mezi amatérskými stanicemi a ostatními stanicemi může vytvořit životaschopnou komunikaci, která bude provozována do doby, než budou obnoveny normální komunikace;

uznává

že práva a zodpovědnost za komunikaci v případě přírodních katastrof zůstávají příslušným administracím;

usnází se

1. že pásma přidělená amatérské službě, která jsou uvedena v poznámce č. 510 Radiokomunikačního řádu, mohou být administracemi použity k zajištění potřeb mezinárodní komunikace v případě katastrof;

2. že takové použití těchto pásem může být pouze pro komunikace, které zajišťují spojení ve vztahu k přírodní katastrofě;

3. že použití určitých pásem přidělených amatérské službě neamatérskou stanicí pro komunikaci v případě katastrof je limitováno na dobu pomoci a ve specifických geografických oblastech, jak je definováno odpovědným úřadem příslušné země;

4. že komunikace v případě katastrof může být vedena uvnitř ohrožené oblasti a mezi ohroženou oblastí a stálým centrem (HQ), které zajišťuje pomoc;

5. že tato komunikace může být vedena pouze se souhlasem administrace země, ve které se katastrofa odehrála;

6. že podpora komunikací, uskutečňovaná ze zahraničí, nenahrazuje existující národní a mezinárodní amatérské sítě naléhavé potřeby;

7. že je žádoucí těsná spolupráce mezi amatérskými stanicemi a stanicemi ostatních služeb, které mohou potřebovat amatérské kmitočty pro komunikaci v případě přírodní katastrofy;

8. že takový mezinárodní charakter komunikace může v praxi způsobit rušení amatérským sítím;

žádá administrace

1. aby učinily opatření pro potřebu mezinárodní komunikace v případě přírodní katastrofy;

2. aby učinily opatření v národních povolovacích podmínkách pro potřebu komunikace v případě naléhavé potřeby.

Poznámka 510 Radiokomunikačního řádu

Pro použití v pásmech přidělených amatérské službě, tj. 3,5 MHz, 7,0 MHz, 10,1 MHz, 14,0 MHz, 18,068 MHz, 21,0 MHz, 24,89 MHz a 144 MHz v případě přírodních katastrof, viz **Rezoluce 640**.

5. VOLACÍ ZNAČKY

Každá amatérská stanice má přidělenou vlastní volací značku, kterou pravidelně uvádí během rádiové komunikace. Tvar volacích značek jednotlivých služeb je uveden v poznámce N-1 Radiokomunikačního řádu.

Volací značka amatérské stanice se obvykle skládá z prvních dvou znaků podle přehledu mezinárodních volacích znaků, přidělených dané zemi. Dále následuje číslice (0 až 9). Kombinaci těchto tří znaků se říká prefix. Vlastní značka (sufix) může být tvořena jedním až třemi písmeny.

V případě písmen B, F, G, I, K, M, N, R, U a W se může prefix skládat jen ze dvou znaků. Např.: F3, G2, I1, K6, N5, R9, U3, W0.

Nejsou povoleny značky, které začínají číslicí a následují písmenem O nebo I. Tato skutečnost však není dodržována.

Přehled mezinárodních volacích znaků

AAA-ALZ	United States of America	AMA-AOZ	Spain
APA-ASZ	Pakistan	ATA-AWZ	India
AXA-AXZ	Australia	AYA-AYZ	Argentina
A2A-A2Z	Botswana	A3A-A3Z	Tonga
A4A-A4Z	Oman	A5A-A5Z	Bhutan
A6A-A6Z	United Arab Emirates	A7A-A7Z	Qatar
A8A-A8Z	Liberia	A9A-A9Z	Bahrain
BAA-BZZ	China	CAA-CEZ	Chile
CFA-CFZ	Canada	CLA-CMZ	Cuba
CNA-CNZ	Morocco	COA-COZ	Cuba
CPA-CPZ	Bolivia	CQA-CUZ	Portugal
CVA-CXZ	Uruguay	CYA-CZZ	Canada
C2A-C2Z	Nauru	C3A-C3Z	Andorra
C4A-C4Z	Cyprus	C5A-C5Z	Gambia
C6A-C6Z	Bahamas	C7A-C7Z	World Meteorol. Org.
C8A-C9Z	Mozambique	DAA-DRZ	F. Republic of Germany
DSA-DTZ	Republic of Korea	DUA-DZZ	Philippines
D2A-D3Z	Angola	D4A-D4Z	Cape Verde
D5A-D5Z	Liberia	D6A-D6Z	Comoros
D7A-D9Z	Republic of Korea	EAA-EHZ	Spain
EIA-EJZ	Ireland	EKA-EKZ	Armenia
ELA-ELZ	Liberia	EMA-EOZ	Ukraine
EPA-EQZ	Iran	ERA-ERZ	Moldavia
ESA-ESZ	Estonia	ETA-ETZ	Ethiopia
EUA-EWZ	Byelorussian Republic	EXA-EXZ	Kirghiz
EYA-EYZ	Tadzhik	EZA-EZZ	Turkoman
E2A-E2Z	Thailand	E3A-E3Z	Eritrea
E4A-E4Z	Palestine	E5A-E5Z	Cook Islands
E7A-E7Z	Bosnia-Herzegovina	FAA-FZZ	France
GAA-GZZ	United Kingdom of G.B.	HAA-HAZ	Hungary
HBA-HBZ	Switzerland	HCA-HDZ	Ecuador
HEA-HEZ	Switzerland	HFA-HFZ	Poland
HGA-HGZ	Hungary	HHA-HHZ	Haiti
HIA-HIZ	Dominican Republic	HJA-HKZ	Colombia
HLA-HLZ	Republic of Korea	HMA-HMZ	Dem. Peopl. Rep. of Korea
HNA-HNZ	Iraq	HOA-HPZ	Panama
HQA-HRZ	Honduras	HSA-HSZ	Thailand
HTA-HTZ	Nicaragua	HUA-HUZ	Nicaragua
HVA-HVZ	Vatican City	HWA-HYZ	France
HZA-HZZ	Saudi Arabia	H2A-H2Z	Cyprus
H3A-H3Z	Panama	H4A-H4Z	Solomon Islands
H6A-H7Z	Nicaragua	H8A-H9Z	Panama
IAA-IZZ	Italy	JAA-JSZ	Japan
JTA-JVZ	Mongolian Republic	JWA-JXZ	Norway
JYA-JYZ	Jordan	JZA-JZZ	Indonesia
J2A-J2Z	Djibouti	J3A-J3Z	Grenada
J4A-J4Z	Greece	J5A-J5Z	Guinea-Bissau
J6A-J6Z	Saint Lucia	J7A-J7Z	Dominica
J8A-J8Z	St. Vincent, Grenadines	KA A-KZZ	United States of America
LAA-LNZ	Norway	LOA-LWZ	Argentina
LXA-LXZ	Luxembourg	LYA-LYZ	Lithuania

LZA-LZZ	Bulgaria	L2A-L9Z	Argentina
MAA-MZZ	United Kingdom of G. B.	NAA-NZZ	United States of America
OAA-OCZ	Peru	ODA-ODZ	Lebanon
OEA-OEZ	Austria	OFA-OJZ	Finland
OKA-OLZ	Czech Republic	OMA-OMZ	Slovak Republic
ONA-OTZ	Belgium	OUA-OZZ	Denmark
PAA-PIZ	Netherlands	PJA-PJZ	Netherlands Antilles
PKA-POZ	Indonesia	PPA-PYZ	Brazil
PZA-PZZ	Suriname	P2A-P2Z	Papua New Guinea
P3A-P3Z	Cyprus	P4A-P4Z	Aruba
P5A-P9Z	Dem. Peopl. Rep. of Korea	QAA-QZZ	vyhrazeno pro Q-kódy
RAA-RZZ	Russia	SAA-SMZ	Sweden
SNA-SRZ	Poland	SSA-SSM	Egypt
SSN-STZ	Sudan	SUA-SUZ	Egypt
SVA-SZZ	Greece	S2A-S3Z	Bangladesh
S5A-S5Z	Slovenia	S6A-S6Z	Singapore
S7A-S7Z	Seychelles	S8A-S8Z	South Africa
S9A-S9Z	Sao Thome and Principe	TAA-TCZ	Turkey
TDA-TDZ	Guatemala	TEA-TEZ	Costa Rica
TFA-TFZ	Iceland	TGA-TGZ	Guatemala
THA-THZ	France	TIA-TIZ	Costa Rica
TJA-TJZ	Cameroon	TKA-TKZ	France
TLA-TLZ	Central African Republic	TMA-TMZ	France
TNA-TNZ	Congo	TOA-TQZ	France
TRA-TRZ	Gabon	TSA-TSZ	Tunisia
TTA-TTZ	Chad	TUA-TUZ	Ivory Coast
TVA-TXZ	France	TYA-TYZ	Benin
TZA-TZZ	Mali	T2A-T2Z	Tuvalu
T3A-T3Z	Kiribati	T4A-T4Z	Cuba
T5A-T5Z	Somalia	T6A-T6Z	Afghanistan
T7A-T7Z	San Marino	T8A-T8Z	Palau
UAA-UIZ	Russia	UJA-UMZ	Uzbek
UNA-UQZ	Kazakh	URA-UZZ	Ukraine
VAA-VGZ	Canada	VHA-VNZ	Australia
VOA-VOZ	Canada	VPA-VSZ	United Kingdom of G. B.
VTA-VWZ	India	VXA-VYZ	Canada
VZA-VZZ	Australia	V2A-V2Z	Antigua and Barbuda
V3A-V3Z	Belize	V4A-V4Z	St. Kitts and Navis
V5A-V5Z	Namibia	V6A-V6Z	Fed. States of Micronesia
V7A-V7Z	Marshall Islands	V8A-V8Z	Brunei
WAA-WZZ	United States of America	XAA-XIZ	Mexico
XJA-XOZ	Canada	XPA-XPZ	Denmark
XQA-XRZ	Chile	XSA-XSZ	China
XTA-XTZ	Burkina Faso	XUA-XUZ	Cambodia
XVA-XVZ	Vietnam	XWA-XWZ	Laos
XXA-XXZ	Portugal	XYA-XZZ	Myanmar
YAA-YAZ	Afghanistan	YBA-YHZ	Indonesia
YIA-YIZ	Iraq	YJA-YJZ	Vanuatu
YKA-YKZ	Syria	YLA-YLZ	Latvia
YMA-YMZ	Turkey	YNA-YNZ	Nicaragua
YOA-YRZ	Romania	YSA-YSZ	El Salvador
YTA-YUZ	Serbia	YVA-YYZ	Venezuela
Y2A-Y9Z	F. Republic of Germany	ZAA-ZAZ	Albania

ZBA-ZJZ	United Kingdom of G. B.	ZKA-ZMZ	New Zealand
ZNA-ZOZ	United Kingdom of G. B.	ZPA-ZPZ	Paraguay
ZQA-ZQZ	United Kingdom of G. B.	ZRA-ZUZ	South Africa
ZVA-ZZZ	Brazil	ZZA-ZZZ	Zimbabwe
Z3A-Z3Z	Macedonia	Z8A-Z8Z	South Sudan
2AA-2ZZ	United Kingdom of G. B.	3AA-3AZ	Monaco
3BA-3BZ	Mauritius	3CA-3CZ	Equatorial Guinea
3DA-3DM	Swaziland	3DN-3DZ	Fiji
3EA-3FZ	Panama	3GA-3GZ	Chile
3HA-3UZ	China	3VA-3VZ	Tunisia
3WA-3WZ	Vietnam	3XA-3XZ	Guinea
3YA-3YZ	Norway	3ZA-3ZZ	Poland
4AA-4CZ	Mexico	4DA-4IZ	Philippines
4JA-4KZ	Azerbaijan	4LA-4LZ	Georgia
4MA-4MZ	Venezuela	4OA-4OZ	Montenegro
4PA-4SZ	Sri Lanka	4TA-4TZ	Peru
4UA-4UZ	United Nations	4VA-4VZ	Haiti
4WA-4WZ	East Timor	4XA-4XZ	Israel
4YA-4YZ	Int. Civil Aviation Org.	4ZA-4ZZ	Israel
5AA-5AZ	Libya	5BA-5BZ	Cyprus
5CA-5GZ	Morocco	5HA-5IZ	Tanzania
5JA-5KZ	Colombia	5LA-5MZ	Liberia
5NA-5OZ	Nigeria	5PA-5QZ	Denmark
5RA-5SZ	Madagascar	5TA-5TZ	Mauritania
5UA-5UZ	Niger	5VA-5VZ	Togo
5WA-5WZ	Western Samoa	5XA-5XZ	Uganda
5YA-5ZZ	Kenya	6AA-6BZ	Egypt
6CA-6CZ	Syria	6DA-6JZ	Mexico
6KA-6NZ	Republic of Korea	6OA-6OZ	Somalia
6PA-6SZ	Pakistan	6TA-6UZ	Sudan
6VA-6WZ	Senegal	6XA-6XZ	Madagascar
6YA-6YZ	Jamaica	6ZA-6ZZ	Liberia
7AA-7IZ	Indonesia	7JA-7NZ	Japan
7OA-7OZ	Yemen	7PA-7PZ	Lesotho
7QA-7QZ	Malawi	7RA-7RZ	Algeria
7SA-7SZ	Sweden	7TA-7YZ	Algeria
7ZA-7ZZ	Saudi Arabia	8AA-8IZ	Indonesia
8JA-8NZ	Japan	8OA-8OZ	Botswana
8PA-8PZ	Barbados	8QA-8QZ	Maldives
8RA-8RZ	Guyana	8SA-8SZ	Sweden
8TA-8YZ	India	8ZA-8ZZ	Saudi Arabia
9AA-9AZ	Croatia	9BA-9DZ	Iran
9EA-9FZ	Ethiopia	9GA-9GZ	Ghana
9HA-9HZ	Malta	9IA-9JZ	Zambia
9KA-9KZ	Kuwait	9LA-9LZ	Sierra Leone
9MA-9MZ	Malaysia	9NA-9NZ	Nepal
9OA-9TZ	People's Dem. Rep. of Congo	9UA-9UZ	Burundi
9VA-9VZ	Singapore	9WA-9WZ	Malaysia
9XA-9XZ	Rwanda	9YA-9ZZ	Trinidad and Tobago

Seznam platných zemí DXCC

*(DXCC - DX Century Club; K - kontinent; ITU - číslo zóny dle rozdělení ITU; CQ - číslo zóny dle rozdělení časopisem CQ;
AZ - azimut, pod kterým se směřuje přibližně z Prahy)*

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
A2	BOTSWANA	AF	57	38	171
A3	TONGA	OC	62	32	21
A4	OMÁN	AS	39	21	110
A5	BHÚTÁN	AS	41	22	81
A6	SPOJENÉ ARABSKÉ EMIRÁTY	AS	39	21	114
A7	KATAR	AS	39	21	117
A9	BAHRAJN	AS	39	21	117
AP-AS	PÁKISTÁN	AS	41	21	102
BV	TCHAI-WAN	AS	44	24	61
BY, BT, BZ	ČÍNA	AS	(A)	(B)	55
C2	NAURU	AS	65	31	36
C3	ANDORRA	EV	27	14	244
C5	GAMBIE	AF	46	35	229
C6	BAHAMY	SA	11	08	290
C8-C9	MOSAMBIK	AF	53	37	164
CA-CE	CHILE	JA	14	(C)	245
CE9/KC4*)	ANTARKTIDA	AN	(D)	(E)	180
CE0	VELIKONOČNÍ OSTROV	JA	63	12	276
CE0	SAN FELIX	JA	14	12	257
CE0	JUAN FERNANDEZ	JA	14	12	250
CM, CO	KUBA	SA	11	08	292
CN	MAROKO	AF	37	33	238
CP	BOLÍVIE	JA	(F)	10	255
CT	PORTUGALSKO	EV	37	14	251
CT3	MADEIRA	AF	36	33	250
CJ	AZORY	EV	36	14	26
CV-CX	URUGUAY	JA	14	13	234
CY9	ST. PAUL	SA	09	05	295
CY0	SABLE	SA	09	05	299
D2-3	ANGOLA	AF	52	36	184
D4	KAPVERDSKÉ OSTROVY	AF	46	36	239
D6	KOMORY	AF	53	39	149
DA-DP	SPOLKOVÁ REP. NĚMECKA	EV	28	14	290
DU-DZ	FILIPÍNY	OC	50	27	68
E3	ERITREA	AF	48	37	142
E4	PALESTINA	AS	39	20	133
E7	BOSNA-HERCEGOVINA	EV	28	15	145
EA-EH	ŠPANĚLSKO	EV	37	14	246
EA6-EH6	BALEÁRY	EV	37	14	231
EA8-EH8	KANÁRSKÉ OSTROVY	AF	36	33	240
EA9-EH9	CEUTA A MELILLA	AF	37	33	240
EI,EJ	IRSKO	EV	27	14	295

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
EK	ARMÉNSKÁ REPUBLIKA	AS	29	21	100
EL	LIBÉRIE	AF	46	35	218
EM-EO, UR-UZ	UKRAJINA	EV	29	16	72
EP-EQ	ÍRÁN	AS	40	21	102
ER	MOLDAVSKO	EV	29	16	98
ES	ESTONSKO	EV	29	15	24
ET	ETIOPIE	AF	48	37	146
EU-EW	BĚLORUSKO	EV	29	16	51
EX	KIRGIZIE	AS	(G)	17	76
EY	TÁDŽIKISTÁN	AS	30	17	84
EZ	TURKMENISTÁN	AS	30	17	94
F	FRANCIE	EV	27	14	275
FG	GADELOUPE	SA	11	08	273
FJ	ST. BARTHELEMY	SA	11	08	272
FH	MAYOTTE	AF	53	39	149
FK	CHESTERFIELDOVY OSTROVY	OC	56	30	55
FK	NOVÁ KALÉDONIE	OC	56	32	50
FM	MARTINIK	SA	11	08	271
FO	AUSTRALS	OC	63	32	340
FO	MARKÉZY	OC	63	31	320
FO	CLIPPERTON	SA	10	07	306
FO	FRANCOUZSKÁ POLYNÉSIE	OC	63	32	336
FP	ST. PIERRE & MIQUELON	SA	09	05	297
FR	RÉUNION	AF	53	39	142
FR/G	GLORIOSO	AF	53	39	146
FR/J,E	JUAN DE NOVA, EUROPA	AF	53	39	156
FR/T	TROMELIN	AF	53	39	140
FS	ST. MARTIN	SA	11	08	275
FT8W	CROZET	AF	68	39	155
FT8X	KERGUELENY	AF	68	39	146
FT8Z	AMSTERDAM & ST. PAUL	AF	68	39	133
FW	WALLIS & FUTUNA	OC	62	32	19
FY	FRANCOUZSKÁ GUYANA	JA	12	09	257
G, GX	ANGLIE	EV	27	14	293
GD, GT	OSTROV MAN	EV	27	14	299
GI, GN	SEVERNÍ IRSKO	EV	27	14	303
GJ, GH	JERSEY	EV	27	14	277
GM, GS	SKOTSKO	EV	27	14	308
GU, GP	GUERNSEY & DEP.	EV	27	14	282
GW, GC	WALES	EV	27	14	296
H4	ŠALAMOUNOVY OSTROVY	OC	51	28	49
H40	TEMOTU	OC	51	32	45
HA,HG	MAĎARSKO	EV	28	15	115
HB,HE	ŠVÝCARSKO	EV	28	14	256
HBO	LICHTENŠTEJNSKO	EV	28	14	246
HC-HD	EKVÁDOR	JA	12	10	274
HC8-HD8	GALAPÁGY	JA	12	10	283
HH	HAITI	SA	11	08	282
HI	DOMINIKÁNSKÁ REPUBLIKA	SA	11	08	280
HJ-HK	KOLUMBIE	JA	12	09	274
HK0	SAN ANDRES	SA	11	07	285

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
HK0	MALPELO	JA	12	09	278
HL	KOREA	AS	44	25	50
HO-HP	PANAMA	SA	11	07	281
HQ-HR	HONDURAS	SA	11	07	289
HS	THAJSKO	AS	49	26	84
HV	VATIKÁN	EV	28	15	198
HZ	SAUDSKÁ ARÁBIE	AS	39	21	118
I	ITÁLIE	EV	28	15	200
ISO,IMO	SARDINIE	EV	28	15	212
J2	DŽIBUTSKO	AF	48	37	139
J3	GRENADA	SA	11	08	269
J5	GUINEA-BISSAU	AF	46	35	226
J6	ST. LUCIA	SA	11	08	270
J7	DOMINICA	SA	11	08	271
J8	ST. VINCENT & DEP.	SA	11	08	269
JD1	MINAMI TORIŠIMA	OC	90	27	37
JD1	OGASAWARA	OC	45	27	46
JA-JS	JAPONSKO	AS	45	25	42
JT-JV	MONGOLSKO	AS	(H)	23	53
JW	SVALBARD	EV	18	40	0
JX	JAN MAYEN	EV	18	40	342
JY	JORDÁNSKO	AS	39	20	131
K, N, W, AA-AK	SPOJENÉ STÁTY AMERICKÉ	SA	(I)	(J)	313
KC6	BELAU	OC	64	27	58
KG4	GUANTANAMO BAY	SA	11	08	284
KH1, AH1, NH1, WH1	BAKER, HOWLAND	OC	(K)	31	15
KH2, AH2, NH2, WH2, KG6	GUAM	OC	64	27	50
KH3, AH3, NH3, WH3	JOHNSTON	OC	61	31	6
KH4, AH4, NH4, WH4	MIDWAY	OC	61	31	12
KH5, AH5, NH5, WH5	PALMYRA, JARVIS	OC	61	31	358
KH5K, AH5K, NH5K, WH5K	KINGMAN REEF	OC	61	31	359
KH6, AH6, NH6, WH6	HAVAJSKÉ OSTROVY	OC	61	31	355
KH7, AH7, NH7, WH7	KURE	OC	61	31	13
KH8, AH8, NH8, WH8	AMERICKÁ SAMOA	OC	62	32	11
KH8, AH8, NH8, WH8	SWAINS ISLAND	OC	62	32	10
KH9, AH9, NH9, WH9	WAKE	OC	65	31	28
KH0, AH0, NH0, WH0	MARIĀNY	OC	64	27	48
KL7, AL7, NL7, WL7	ALJAŠKA	SA	(L)	01	353
KP1, NP1, WP1	NAVASSA	SA	11	08	283
KP2, NP2, WP2	PANENSKÉ OSTROVY	SA	11	08	276
KP4, NP4, WP4, též 3	PORTORIKO	SA	11	08	277
KP5, NP5, WP5	DESECHEO	SA	11	08	278
LA-LN	NORSKO	EV	18	14	348
LO-LW	ARGENTINA	JA	(M)	13	236
LX	LUCEMBURSKO	EV	27	14	274
LY	LITVA	EV	29	15	41
LZ	BULHARSKO	EV	28	20	138
OA-OC	PERU	JA	12	10	265
OD	LIBANON	AS	39	20	127
OE	RAKOUSKO	EV	28	15	175
OF-OI	FINSKO	EV	18	15	21

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
OH0	ALANDSKÉ OSTROVY	EV	18	15	10
OJ0	MARKET REEF	EV	18	15	7
OK-OL	ČESKÁ REPUBLIKA	EV	28	15	-
OM	SLOVENSKO	EV	28	15	95
ON-OT	BELGIE	EV	27	14	290
OX	GRÓNSKO	SA	(N)	40	318
OY	FAERSKÉ OSTROVY	EV	18	14	325
OZ	DÁNSKO	EV	18	14	347
P2	PAPUA NOVÁ GUINEA	OC	51	28	62
P4	ARUBA	JA	11	09	275
P5	SEVERNÍ KOREA	AS	44	25	50
PA-PI	NIZOZEMSKO	EV	27	14	298
PJ2	CURACAO	JA	11	09	275
PJ4	BONAIRE	JA	11	09	275
PJ5-PJ6	ST. EUSTATIUS & SABA	SA	11	08	274
PJ7	SINT MAARTEN	SA	11	08	275
PP-PY	BRAZÍLIE	JA	(O)	11	233
PP0-PY0	FERNANDO DE NORONHA	JA	13	11	235
PP0-PY0	ST. PETER & PAUL ROCK	JA	13	11	236
PP0-PY0	TRINIDADE & MARTIN VAZ	JA	15	11	223
PZ	SURINAM	JA	12	09	252
R1FJ-R1FJ_	ZEMĚ FRANTIŠKA JOSEFA	EV	75	40	10
S0	ZÁPADNÍ SAHARA	AF	37	33	237
S2	BANGLADÉŠ	AS	41	22	84
S5	SLOVINSKO	EV	28	15	145
S7	SEYCHELY	AF	53	39	134
S9	ŠAO TOMÉ & PRINCIPE	AF	47	36	194
SA-SM	ŠVÉDSKO	EV	18	14	5
SN-SR	POLSKO	EV	28	15	44
ST	SÚDÁN	AF	(Z)	34	151
SU	EGYPT	AF	38	34	143
SV-SZ	ŘECKO	EV	28	20	149
SV5-SZ5	DODEKANÉZY	EV	28	20	139
SV9-SZ9	KRÉTA	EV	28	20	151
SV/A	MOUNT ATHOS	EV	28	20	144
T2	TUVALU	OC	65	31	25
T30	ZÁPADNÍ KIRIBATI	OC	65	31	28
T31	CENTRÁLNÍ KIRIBATI	OC	62	31	9
T32	VÝCHODNÍ KIRIBATI	OC	(P)	31	339
T33	BANABA	OC	65	31	31
T5	SOMÁLSKO	AF	48	37	141
T7	SAN MARINO	EV	28	15	204
TA-TC	TURECKO	AS/EV	39	20	120
TF	ISLAND	EV	17	40	321
TG,TD	GUATEMALA	SA	11	07	293
TI,TE	KOSTARIKA	SA	11	07	285
TI9	KOKOSOVÝ OSTROV	SA	11	07	284
TJ	KAMERUN	AF	47	36	186
TK	KORSIKA	EV	28	15	218
TL	STŘEDOAFRICKÁ REPUBLIKA	AF	47	36	177
TN	KONGO	AF	52	36	182

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
TR	GABON	AF	52	36	190
TT	ČAD	AF	47	36	182
TU	POBŘEŽÍ SLONOVINY	AF	46	35	209
TY	BENIN	AF	46	35	201
TZ	MALI	AF	46	35	218
UA-UI, R_1-7	EVROPSKÉ RUSKO	EV	(Q)	16	53
UA2-UI2, RA2, R_2F,_R_2K	KALININGRAD	EV	29	15	25
UA-UI, RA-RZ8-0	ASIJSKÉ RUSKO	AS	(R)	(S)	55
UJ-UM	UZBEKISTÁN	AS	30	17	84
UN-UQ	KAZACHSTÁN	AS	(T)	17	60
V2	ANTIGUA & BARBUDA	SA	11	08	272
V3	BELIZE	SA	11	07	293
V4	ST. KITS & NEVIS	SA	11	08	274
V5	NAMIBIE	AF	57	38	179
V6	MIKRONÉSIE	OC	65	27	43
V7	MARSHALLOVY OSTROVY	OC	65	31	32
V8	BRUNEI	OC	54	28	79
VA-VE, VO, VY	KANADA	SA	(U)	(V)	305
VK	AUSTRÁLIE	OC	(W)	(X)	82
VK9	LORD HOWE	OC	60	30	72
VK9	WILLIS	OC	60	30	64
VK9	VÁNOČNÍ OSTROV	OC	54	29	97
VK9	COCOS-KEELING	OC	54	29	104
VK9	MELLISH REEF	OC	56	30	60
VK9	NORFOLK	OC	60	32	57
VK0	HEARD	AF	68	39	146
VK0	MACQUARIE	OC	60	30	119
VP2E	ANGUILLA	SA	11	08	275
VP2M	MONTSERRAT	SA	11	08	273
VP2V	BRIT. PANENSKÉ OSTROVY	SA	11	08	276
VP5	TURKS & CAICOS	SA	11	08	284
VP6	PITCAIRN	OC	63	32	300
VP6D	DUCIE	OC	63	32	295
VP8	FALKLANDSKÉ OSTROVY	JA	16	13	224
VP8	JIŽNÍ GEORGIE	JA	73	13	211
VP8	JIŽNÍ ORKNEJE	JA	73	13	211
VP8	JIŽNÍ SANDWICHOVY OSTR.	JA	73	13	205
VP8, LU, CE9, HF0, 4K1	JIŽNÍ SHETLANDY	JA	73	13	215
VP9	BERMUDY	SA	11	05	287
VQ9	CHAGOS	AF	41	39	121
VR2	HONGKONG	AS	44	24	68
VU	INDIE	AS	41	22	91
VU	ANDAMANY & NIKOBARY	AS	49	26	92
VU	LAKADIVY	AS	41	22	112
XE-XI	MEXIKO	SA	10	06	302
XE4-XI4	REVILLA GIGEDO	SA	10	06	311
XT	BURKINA FASO	AF	46	35	209
XU	KAMBODŽA	AS	49	26	82
XW	LAOS	AS	49	26	80

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
XX9	MACAO	AS	44	24	69
XY-XZ	MYANMA (BARMA)	AS	49	26	85
YA	AFGHÁNISTÁN	AS	40	21	96
YB-YH	INDONÉSIE	OC	(Y)	28	93
YI	IRÁK	AS	39	21	115
YJ	VANUATU	OC	56	32	46
YK	SÝRIE	AS	39	20	126
YL	LOTYŠSKO	EV	29	15	27
YN	NIKARAGUA	SA	11	07	287
YO-YR	RUMUNSKO	EV	28	20	122
YS	EL SALVADOR	SA	11	07	291
YT-YU	SRBSKO	EV	28	15	137
YV-YY	VENEZUELA	JA	12	09	273
YV0	AVES	SA	11	08	274
Z2	ZIMBABWE	AF	53	38	164
Z3	MAKEDONIE	EV	28	15	145
Z8	SOUTH SUDAN	AF	(Z)	34	156
ZA	ALBÁNIE	EV	28	15	156
ZB2	GIBRALTAR	EV	37	14	240
ZC4	UK SOV. BASE ON CYPRUS	AS	39	20	131
ZD7	ST. HELENA	AF	66	36	203
ZD8	ASCENSION	AF	66	36	214
ZD9	TR. DA CUNHA & GOUGH	AF	66	38	203
ZF	KAJMANSKÉ OSTROVY	SA	11	08	289
ZK1	JIŽNÍ COOKOVY OSTROVY	OC	62	32	353
ZK1	SEVERNÍ COOKOVY OSTROVY	OC	62	32	356
ZK2	NIUE	OC	62	32	11
ZK3	TOKELAU	OC	62	31	13
ZL-ZM	NOVÝ ZÉLAND	OC	60	32	69
ZL7	CHATHAM	OC	60	32	63
ZL8	KERMADEC	OC	60	32	34
ZL9	AUCKLAND & CAMPBELL	OC	60	32	113
ZP	PARAGUAY	JA	14	11	242
ZR-ZU	JIŽNÍ AFRIKA	AF	57	38	168
ZS8MI	PRINCE EDWARD & MARION	AF	57	38	165
1A0	SOV. MIL. ORDER OF MALTA	EV	28	15	204
1S	SPRATLY	AS	50	26	79
3A	MONAKO	EV	27	14	231
3B6,7	AGALEGA & ST. BRANDON	AF	53	39	136
3B8	MAURITIUS	AF	53	39	140
3B9	RODRIGUEZ	AF	53	39	135
3C	ROVNÍKOVÁ GUINEA	AF	47	36	189
3C0	ANNOBON (PAGALU)	AF	52	36	194
3D2	FIDŽI	OC	56	32	30
3D2	CONWAY REEF	OC	56	32	37
3D2	ROTUMA	OC	56	32	28
3DA	SVAZIJSKO	AF	57	38	165
3V	TUNIS	AF	37	33	203
3W	VIETNAM	AS	49	26	77
3X	GUINEA	AF	46	35	222
3Y	BOUVET	AF	67	38	188

PREFIX	ZEM	K	ITU	CQ	AZ
3Y	OSTROV PETRA I.	AN	72	12	215
4J-4K	ÁZERBÁJDŽÁN	AS	29	21	95
4O	ERNÁ HORA	EV	28	15	147
4L	GRUZIE	AS	29	21	98
4P-4S	SRÍ LANKA	AS	41	22	105
4U1ITU	ITU ŽENEVA	EV	28	14	250
4U1UN	SPOJENÉ NÁRODY (HQ)	SA	08	05	300
4W	VÝCHODNÍ TIMOR	OC	54	28	80
4X, 4Z	IZRAEL	AS	39	20	133
5A	LIBYE	AF	38	34	190
5B	KYPR	AS	39	20	131
5H-5I	TANZÁNIE	AF	53	37	152
5N-5O	NIGÉRIE	AF	46	35	199
5R-5S	MADAGASKAR	AF	53	39	149
5T	MAURITÁNIE	AF	46	35	232
5U	NIGER	AF	46	35	204
5V	TOGO	AF	46	35	201
5W	ZÁPADNÍ SAMOA	OC	62	32	13
5X	UGANDA	AF	48	37	157
5Y-5Z	KE A	AF	48	37	152
6V-6W	SENEGAL	AF	46	35	232
6Y	JAMAJKA	SA	11	08	284
7O	YEMEN	AS	39	21	136
7P	LESOTHO	AF	57	38	169
7Q	MALAWI	AF	53	37	159
7T-7Y	ALŽÍRSKO	AF	37	33	224
8P	BARBADOS	SA	11	08	268
8Q	MALEDIVY	AS	41	22	112
8R	GUYANA	JA	12	09	263
9A	CHORVATSKO	EV	28	15	148
9G	GHANA	AF	46	35	203
9H	MALTA	EV	28	15	188
9I-9J	ZAMBIE	AF	53	36	167
9K	KUVAJT	AS	39	21	117
9L	SIERRA LEONE	AF	46	35	222
9M2	ZÁPADNÍ MALAJSIE	AS	54	28	91
9M6, 8	VÝCHODNÍ MALAJSIE	OC	54	28	78
9N	NEPÁL	AS	42	22	85
9Q-9T	LIDOVÁ REPUBLIKA KONGO	AF	52	36	182
9U	BURUNDI	AF	52	36	163
9V	SINGAPUR	AS	54	28	90
9X	RWANDA	AF	52	36	162
9Y-9Z	TRINIDAD & TOBAGO	JA	11	09	270

★) - té0 3Y, 8J1, AT0, DP0, FT8Y, LU, OR4, R1AN,RI1AN_, VK0, VP8, ZL5, ZS1, ZX0 a další;

**POZNÁMKY:
KONTINENTY:**

**AF - AFRIKA
AN - ANTARKTIDA
AS - ASIE
EV - EVROPA**

**JA - JIŽNÍ AMERIKA
OC - OCEÁNIE
SA - SEVERNÍ AMERIKA**

POZNÁMKY K ZÓNÁM:

**A - 33, 42-44
B - 23, 24
C - 14, 16
D - 67, 69-74
E - 12, 13, 29, 30, 32, 38, 39
F - 12, 14
G - 30, 31
H - 32, 33
I - 6, 7, 8
J - 3, 4, 5
K - 61, 62
L - 1, 2
M - 14, 16**

**N - 5, 75
O - 12, 13, 15
P - 61, 63
Q - 19, 20, 29, 30
R - 20-26, 30-35, 75
S - 16-19, 23
T - 29, 30, 31
U - 2, 3, 4, 9, 75
V - 1-5
W - 55, 58, 59
X - 29, 30
Y - 51, 54
Z - 47, 48**

6. KMITO TOVÉ PLÁNY IARU

Rozvoj amatérské slu0by a mno0ství r zných zp sob komunikace zp sobily, 0e bylo nutno v jednotlivých amatérských pásmech ur it rozdílné úseky pro jednotlivé druhy provozu. D vodem bylo hlavn omezení vzájemného ruzení mezi jednotlivými u0ivateli amatérských pásem. Jde o tzv. IARU bandplány, nebo o tomto rozd lení se pravideln jedná na mezinárodních konferencích IARU. Tyto bandplány byly akceptovány mezinárodními organizacemi, jako je CEPT, i administracemi jednotlivých zemí.

KV - bandplán - revidovaný konferencí IARU R1 v Sun City 2011

137 kHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
135,7 – 137,8	200	CW, QRSS, úzkopásmové digitální módy

1,8 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
1810 - 1838	200	CW, CW QRP centrum aktivity 1836 kHz
1838 - 1840	500	NB
1840 - 1843	2700	All -DIGI, (*)
1843 - 2000	2700	All, (*)

3,5 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
3500 - 3510	200	CW, přednostně pro mezikontinentální spojení
3510 - 3560	200	CW, přednostně CW pro závody, CW QRS centrum aktivity 3555 kHz
3560 - 3580	200	CW, CW QRP centrum aktivity 3560 kHz
3580 - 3590	500	NB - DIGI
3590 - 3600	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
3600 - 3620	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované), (*)
3600 - 3650	2700	All, přednostně SSB pro závody, centrum aktivity digitálního hlasu 3630 kHz, (*)
3650 - 3700	2700	All, SSB QRP centrum aktivity 3690 kHz
3700 - 3775	2700	All, přednostně SSB pro závody, Obraz centrum aktivity 3735 kHz, Region 1 centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 3760 kHz
3775 - 3800	2700	All, přednostně pro mezikontinentální spojení

7 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
7000 - 7040	200	CW QRP centrum aktivity 7030 kHz
7040 - 7047	500	Úzkopásmové módy - digimódy
7047 - 7050	500	Úzkopásmové módy - digimódy, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
7050 - 7053	2700	Všechny módy - digimódy, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované), (*)
7053 - 7060	2700	Všechny módy - digimódy
7060 - 7100	2700	Všechny módy, centrum aktivity digitálního hlasu 7070 kHz, SSB QRP centrum aktivity 7090 kHz, SSB upřednostněné pro závody
7100 - 7130	2700	Všechny módy, Region 1 centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 7110 kHz
7130 - 7200	2700	Všechny módy, SSB upřednostněné pro závody, Obraz centrum aktivity 7165 kHz
7175 - 7200	2700	Všechny módy, přednostně pro mezikontinentální spojení.

10 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
10100 - 10140	200	CW, CW QRP centrum aktivity 10116 kHz
10140 - 10150	500	NB, DIGI

14 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
14000 - 14060	200	CW, přednostně CW pro závody, CW QRS centrum aktivity 14055 kHz
14060 - 14070	200	CW, CW QRP centrum aktivity 14060 kHz
14070 - 14089	500	NB - DIGI
14089 - 14099	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
14099 - 14101		IBP, výhradně pro majáky
14101 - 14112	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
14112 - 14125	2700	All
14125 - 14300	2700	All, přednostně SSB pro závody, přednostně pro DX-expedice 14195 kHz \pm 5 kHz, centrum aktivity digitálního hlasu 14130 kHz, Obraz centrum aktivity 14230 kHz, SSB QRP centrum aktivity 14285 kHz
14300 - 14350	2700	All, celosvětové centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 14300 kHz

18 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
18068 - 18095	200	CW, CW QRP centrum aktivity 18086 kHz
18095 - 18105	500	NB - DIGI
18105 - 18109	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
18109 - 18111		IBP, výhradně pro majáky
18111 - 18120	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
18120 - 18168	2700	All, SSB QRP centrum aktivity 18130 kHz, centrum aktivity digitálního hlasu 18150 kHz, celosvětové centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 18160 kHz

21 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
21000 - 21070	200	CW, CW QRS centrum aktivity 21055 kHz, CW QRP centrum aktivity 21060 kHz
21070 - 21090	500	NB - DIGI
21090 - 21110	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
21110 - 21120	2700	All (s výjimkou SSB) - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
21120 - 21149	500	NB
21149 - 21151		IBP, výhradně pro majáky
21151 - 21450	2700	All, centrum aktivity digitálního hlasu 21180 kHz, SSB QRP centrum aktivity 21285 kHz, Obraz centrum aktivity 21340 kHz, celosvětové centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 21360 kHz

24 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
24890 - 24915	200	CW, CW QRP centrum aktivity 24906 kHz
24915 - 24925	500	NB - DIGI
24925 - 24929	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
24929 - 24931		IBP, výhradně pro majáky
24931 - 24940	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
24940 - 24990	2700	All, SSB QRP centrum aktivity 24950 kHz, centrum aktivity digitálního hlasu 24960 kHz

28 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
28000 - 28070	200	CW, CW QRS centrum aktivity 28055 kHz, CW QRP centrum aktivity 28060 kHz
28070 - 28120	500	NB - DIGI
28120 - 28150	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
28150 - 28190	500	NB
28190 - 28199		IBP, regionální časově sdílený
28199 - 28201		IBP, celosvětový časově sdílený
28201 - 28225		IBP, trvale běžící
28225 - 28300	2700	All - majáky
28300 - 28320	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
28320 - 29100	2700	All, centrum aktivity digitálního hlasu 28330 kHz, SSB QRP centrum aktivity 28360 kHz, Obraz centrum aktivity 28680 kHz
29100 - 29200	6000	All - FM simplex - 10 kHz kanály
29200 - 29300	6000	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
29300 - 29510	6000	Družicový downlink
29510 - 29520	6000	Ochranný kanál
29520 - 29590	6000	All - FM vstup převaděčů (RH1 - RH8)
29600	6000	All - FM volací kanál
29610	6000	All - FM simplexní převaděč (opakovač)
29620 - 29700	6000	All - FM výstup převaděčů (RH1 - RH8)

Použití postranního pásma

Na kmitočtech ne0 10 MHz se používá spodní postranní pásmo (LSB) a nad 10 MHz horní postranní pásmo (USB).

Amplitudová modulace může být použita v úsecích pro telefonii, při čemž je nutno brát ohled na uživatele vedlejšího kanálu.

Definice provozu

Výšechny druhy	SSB, CW a ostatní druhy, které jsou uvedeny centrem aktivity, a AM (nutno brát ohled na uživatele vedlejšího kanálu).
Obraz	Libovolný analogový nebo digitální přenos obrazu s odpovídající šířkou pásma, například FAX a SSTV.
Úzkopásmové druhy	Všechny druhy provozu do šířky pásma 500 Hz, včetně CW, RTTY, PSK atd.
DIGI	Libovolný digitální druh provozu uvnitř limitní šířky pásma, například PSK31, PSK 63, RTTY, MT63 .
(*)	Nejnižší nastavení stupnice pro LSB: 1843, 3603, 7053 kHz.

Poznámky:

- CW spojení jsou přípustná v celém pásmu, s výjimkou úseků pro majáky. (Doporučení DV05_C4_13)
- Závodní aktivity nemají místo v pásmech 10, 18 a 24 MHz. (Doporučení DV05_C4_7)
- Výraz "automaticky řízené datové stanice" zahrnuje i ukládací a předávací stanice.

Vysílací kmitočty:

- Zde uvedenými kmitočty se rozumí vysílací kmitočty, nikoli kmitočty potlačené nosné.

Neobsluhované vysílací stanice:

- Národní organizace jsou žádány, aby omezily tyto aktivity v KV pásmech. Doporučuje se, aby tyto stanice v KV pásmech byly používány pouze pod kontrolou operátora. Výjimku tvoří majáky odsouhlasené koordinátorem IARU Reg. 1 a speciální povolené experimentální stanice.

Pásmo 1,8 MHz:

- Ty organizace, které mají povolen provoz SSB pod 1840 kHz, mohou v tomto užití pokračovat, jsou však žádány, aby podnikly u svého povolenovacího orgánu všechny potřebné kroky pro úpravu fonového provozu podle kmitočtového plánu 1. Regionu IARU.

Pásmo 3,5 MHz:

- V kmitočtových segmentech 3500 - 3510 a 3775 - 3800 kHz má přednost mezi-kontinentální provoz.
- V případech, kde se nepředpokládá dx provoz, kmitočtové segmenty 3500-3510 kHz a 3775-3800 kHz se nezahrnují do kmitočtů vyhrazených pro závod. Národní organizace mohou stanovit jiné (užší) limity v mezích segmentů přednostně určených pro provoz v národních závodech (uvnitř těchto limitů).
- 3510 - 3600 kHz může být použito pro neobsluhované ARDF majáky CW (A1A) (Doporučení DV05_C4_12).
- Aby nebyl pozkozován dx provoz, nech národní organizace požádají národní povolenovací orgán o zamezení předlovení kmitočtů z těchto segmentů stanicemi jiných než amatérské služby.

Pásmo 10 MHz:

- SSB lze použít pouze v záchranném provozu bezprostředně sledujícím bezpečnost života a majetku, a to pouze stanicemi skutečně zapojenými do záchranného provozu.
- V Africe, v oblasti jižně od rovníku, lze v místních denních hodinách použít SSB provoz v segmentu 10120 - 10140 KHz.
- Zprávy a bulletiny nemají být vysílány v pásmu 10 MHz.

Pásmo 28 MHz:

- Národní organizace nech upozorní operátory, aby nevysílali mezi 29,5 a 29,51 MHz, aby neprobíhala rušení v amatérském družicovém downlinku.
- NBFM je přednostně určeno na kmitočtech 10 kHz v rozsahu 29,910 až 29,290 MHz. Použitý zdvih je $\pm 2,5$ kHz a maximální modulace kmitočtem 2,5 kHz.

VKV - bandplán

Pásmo 50 - 52 MHz

Kmitočet [MHz]	Maximální šíře pásma	Druh provozu	Použití
50.000	500 Hz	Výhradně telegrafie (s výjimkou projektu majáků)	50.020 - majáky 50.000 - 50.010 Region 1* 50.010 - 50.020 Region 2* 50.020 - 50.030 Region 3* * rezervováno pro budoucí projekt synchronizovaných majáků (b) 50.050 - budoucí střed mezikontinentální CW aktivity 50.090 - střed mezikontinentální CW aktivity
50.100	2700 Hz	SSB Telegrafie	Přednostně mezinárodní spojení 50.100 - 50.130 - mezikontinentální sekce 50.110 - střed mezikontinentální aktivity (c) 50.130 - 50.200 - mezinárodní sekce 50.150 - střed mezinárodní aktivity
50.200	2700 Hz	SSB Telegrafie	Všeobecné použití 50.285 - pro crossband spojení
50.300	2700 Hz	MGM Úzkopásmové provozy Telegrafie	50.305 - střed aktivity PSK 50.310 - 50.320 - střed aktivity EME 50.320 - 50.380 - střed aktivity MS
50.400	1000 Hz	MGM Telegrafie	Výhradně pro majáky 50.401 ± 500 Hz - majáky WSPR
50.500	12 kHz	Všechny druhy provozu	50.510 - SSTV (AFSK) 50.540 - 50.580 - Simplexní (FM) hlasové internetové brány 50.550 - obrazový kmitočet 50.600 - RTTY 50.620 - 50.750 - digitální komunikace 50.630 - DV volací kmitočet 51.210 - 51.390 - vstupní kanály FM převaděčů, kanálová rozteč 20 kHz (e) 51.410 - 51.590 - FM/DV (f) 51.510 - volací kmitočet FM 51.810 - 51.990 - výstupní kanály FM převaděčů, kanálová rozteč 20 kHz (e)
52.000			

POZNÁMKY ke kmito tovému plánu 50 - 52 MHz

1. Výeobecn

Tento bandplán byl poprvé p ijat na konferenci IARU Region 1 v Torremolinos (1990) a upraven na konferencích v Tel Avivu (1996), San Marinu (2002) a Sun City (2011). Doporu uje se jeho pou0ití v zemích evropské ásti regionu 1, které umo0 ují amatérské slu0b vyu0ití této ásti kmito tového spektra.

Zkratka NGM u druh provozu znamená Machine generated Modes - strojov generované druhy provozu.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují k sloupci pou0ití. Nejde o rezervované kmito ty, ale zále0í pln na etice provozovatel pásma, jak budou tato doporu ení dodr0ována.

2.1 Poznámky

b) Úsek 50.0 - 50.1 MHz je v sou asné dob sdílen s majáky. Majáky by se do srpna 2014 m ly p esunout do úseku pásma 50.4 - 50.5 MHz, aby vytvo ily v tzi prostor pro telegrafii a nový projekt synchronozovaných maják .

c) Mezinárodní volací kmito et 50.110 MHz nemá být nikdy pou0íván pro volání uvnit evropského kontinentu.

d) Kanálová za ízení: V tomto pásmu je pro FM kanálový rozestup 20/10 kHz.

e) Specifikace FM telefonie je uvedena v kapitole 8.2 VHF Managers Handbook.

f) Spole ný úsek DV/FM je pouze pro simplexní pou0ití bez bran pro diditální fonii. Provozovatelé digitální fonie nech kontrolují, zda kanál není obsazen FM provozem.

Pásmo 144 - 146 MHz

Kmitočet	Max. šířka pásma	Druh provozu	Použití
144,000 144,110	500 Hz	Telegrafie (a) EME	144,050 CW volací kmitočet 144,100 Random MS (m)
144,110 144,150	500 Hz	Telegrafie MGM	144,138 Střed aktivity PSK31 144,110 – 144,160 EME MGM
144,150 144,180	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	
144,180 144,360	2700 Hz	Telegrafie + SSB	144,195 – 144,205 Random MS SSB (m) 144,300 SSB volací kmitočet
144,360 144,399	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	144,370 FSK441 Random volací kmitočet (m)
144,400	500 Hz	Telegrafie, MGM	Výhradně majáky (b)
144,491 144,500			144,4905 +/- 500 Hz Majáky WSPR 144,500 SSTV volací kmitočet
	20 kHz	Všechny druhy provozu (f)	144,525 ATV SSB střed aktivity zpětného volání
			144,600 RTTY volací kmitočet (n) 144,630 – 144,660 Výstup lineárního přenášedce 144,660 – 144,690 Vstup lineárního přenášedce 144,700 FAX volací kmitočet
			144,750 ATV volací kmitočet / zpětné volání
144,794			
144,794 144,9625			12 kHz
144,975 145,194	12 kHz	FM / DV	Výhradně pro vstupy převaděčů (c)
145,194 145,206	12 kHz	FM / DV (l)	Kosmická komunikace (p)
145,206	12 kHz	FM / DV (i)	145,2375, 145,2875, 145,3375 Hlasová (FM) internetová brána
			145,300 Místní RTTY 145,375 Volací kmitočet digitální fonie 145,500 Volací kmitočet mobilních stanic
145,5625			
145,5750 145,7935	12 kHz	FM / DV	Výstupy převaděčů (c, d)
146,794 145,806	12 kHz	FM/DV (i)	Kosmická komunikace (p)
145,806 146,000	12 kHz	Všechny druhy provozu (e)	Výhradně pro družicovou komunikaci

POZNÁMKY ke kmito tovému plánu 144 - 146 MHz

1. IARU Region 1 bandplán

Následující poznámky jsou ástí oficiáln p íjatého IARU Region 1 bandplánu a všechny lenské organizace nech prosazují doporu ení uvedená v t chto poznámkách.

1.1 Výeobecn

1) V Evrop se nepouívá vstupní nebo výstupní kmito et FM p evád mezi 144,000 a 144,794 MHz.

2) S výjimkou ásti pásma, ur ené druícové amatérské sluOb , není dovoleno pouívat vstupní nebo výstupní kmito ty v pásmu 145 MHz pro p evád e s výstupním nebo vstupním kmito tem v jiném pásmu (Miskolc-Tapolca 1978, San Marino 2002).

3) Paketové síť ani p ístup k nim nemají být umis ovány do pásma 144 - 145 MHz. (Bylo zruzeno, Lillehammer 1999.) Je vzak uznáváno, 0e rozvoj paket rádia v n kterých oblastech Regionu 1 vy0aduje po ur ítou omezenou dobu pouíití p ístupových kmito t v pásmu 144 - 146 MHz (Düsseldorf 1989). Toto stanovisko potvrdila i konference IARU Region 1 v De Haanu (1993).

4) Majáky bez ohledu na ERP mají být umis ovány v exkluzivní ásti pásma.

1.2 Poznámky

a) CW je povoleno v celém pásmu s výjimkou úseku pro majáky; CW exkluzivn mezi 144,035 - 144,110 MHz.

b) V IARU Region 1 jsou majáky s ERP v tzím ne0 50 W koordinovány RSGB, koordinátorem IARU Region 1 pro majáky, kmito ty pro majáky s ERP 10 W a více nech jsou sd leny koordinátorovi.

c) Pro FM p evád e a simplexní provoz v pásmu 144 . 146 MHz se doporu uje systém s z í í kanál 12,5 kHz.

d) Vyuíití výstupních kmito t pro p evád e jako simplexních kanál je moOné.

e) Vzhledem k d leítosti aktivit amatérské druícové sluOby bylo na konferenci IARU Region 1 v Miskolc-Tapolca (1978) rozhodnuto:

1) AMSAT bude pouívat pásmo 145,8 - 146,0 MHz pro amatérskou druícovou sluObu. Toto bylo znovu potvrzeno na konferenci IARU Region 1 v Brightonu (1981).

f) V úseku pro všechny druhy provozu nemají být pouíivány neobsluhované stanice. Výjimkou jsou lineární p enáže e a ARDF. (Tel Aviv 1996, San Marino 2002)

h) Stanice v sítích mohou pracovat po omezenou dobu pouze v úseku pásma 145 MHz, který je ur en pro digitální provozy (De Haan 1993).

i) Tento úsek je pouze pro simplexní pouíití bez bran pro digitální fonii. Provozovatelé digitální fonie nech kontrolují, zda kanál není obsazen FM provozem.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují k sloupci pouíití. Nejde o rezervované kmito ty, ale záleí pln na etice provozovatel pásma, jak budou tato doporu ení dodr0ována.

EME aktivita MGM m 0e být v úseku 144,110 - 144,160 MHz.

2.1 Poznámky

m) Viz procedury pro tyto druhy provozu.

n)) Bylo publikováno pouíití kmito t okolo 144,600 MHz pro RTTY, aby se zabránilo vzájemnému ruzení s jinými provozy.

p) Pro NBFM hlasovou komunikaci se zvlázními stanicemi, nap . vesmírnými objekty, se doporu uje kmito et 145,000 MHz pro simplexní provoz nebo 145,200/145,800 MHz p i ssplít%provozu (Vide 1995/Tev Aviv 1996).

q) P ípouztí se, 0e v podmínkách pro sout 0e ARDF jsou kmito ty pro neobsluhované stanice v úseku pásma 144,500 . 144,900 MHz. Tyto majáky mají malý výkon a jsou v provozu pouze p í ARDF událostech (Davos 2005).

Pásmo 430 - 440 MHz

Kmitočet [MHz]	Max. šířka pásma	Druh provozu	Použití
430,000	(d) 20 kHz	Všechny druhy provozu	430,400 – 430,575 Linky pro digitální komunikaci (g), (j)
430,600 – 430,925 Kanály převaděčů pro digitální komunikaci (g), (j), (l)			
430,925 – 431,025 Multimode kanály (j), (k), (l)			
431,050 – 431,825 Vstupy NBFM převaděčů, kanálová rozteč 25 kHz (f)			
431,975			
432,000	500 Hz	Telegrafie (a)	EME
432,025	500 Hz	Telegrafie (a) MGM	432,050 Střed aktivity telegrafie
432,100			432,088 Střed aktivity PSK31
432,100	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	432,200 Střed aktivity SSB
432,400			432,350 Střední kmitočet mikrovlnného dorozumívání
432,400	500 Hz	Telegrafie, MGM	FSK441 Random volací kmitočet
432,490			Výhradně majáky (b)
432,500	12 kHz	Všechny druhy provozu	432,500 Alternativní kmitočet APRS
432,975			432,500 – 432,600 Vstup lineárních přenášeců (e)
433,400			432,600 RTTY (ASK/PSK)
			432,700 FAX (ASK)
			432,600 – 432,800 Výstup lineárních přenášeců (e)
433,400	12 kHz	FM/DV	433,400 SSTV (FM/AFSK)
433,575			433,450 Volací kmitočet digitální fonie (mobil) FM volací kmitočet
433,600			433,500 Simplexní kanály, šířka 25 kHz (433,400 – 433,575 MHz)
433,600	20 kHz	Všechny druhy provozu	433,600 RTTY (AFSK/FM)
434,000			433,625 – 433,775 Kanály pro digitální komunikaci (g), (h), (i)
			433,700 FAX (FM/AFSK)
			433,800 APRS (n)
			433,950, 433,9625, 433,975, 433,9875 Simplexní (FM) internetová hlasová brána
			434,000 Střední kmitočet pro digitální experimenty, jak je definováno v poznámce m
434,000	12 kHz	Všechny druhy provozu ATV (c)	434,0125, 434,025, 434,0375, 434,050 Simplexní (FM) internetová hlasová brána
434,400			434,450 – 434,575 Kanály pro digitální komunikaci (s výhradou!!) (i)
434,594	12 kHz	Všechny druhy provozu ATV (c) + FM	
435,000	20 kHz (c)	Družicová služba ATC (c)	
438,000			
438,000	(d) 20 kHz (c)	Všechny druhy provozu ATV (c)	438,025 – 438,175 Kanály pro digitální komunikaci (g)
438,200 – 438,525 Kanály převaděčů pro digitální komunikaci (g), (j), (l)			
438,550 – 438,625 Vícemódové (j), (k), (l)			
438,650 – 439,425 Výstupy NBFM převaděčů, kanálová rozteč 25 kHz (f)			
439,800 – 439,975 Kanály pro digitální linky (g), (j)			
440,000			439,9875 Střed POCSAG

POZNÁMKY ke kmito tovému plánu 430 - 440 MHz

1. IARU Region 1 bandplán

Následující poznámky jsou ástí oficiáln p íjatého IARU Region 1 bandplánu a všechny lenské organizace nech prosazují doporu ení uvedená v t chto poznámkách.

1.1 Výeobecn

1) V Evrop se nepouívá vstupní nebo výstupní kmito et FM p evád mezi 432 a 433 MHz. (Od 1.1.2004 jsou tyto kmito ty mezi 432,000 a 432,600 MHz.)

2) Majáky, vzhledem k jejich ERP, nech se nacházejí ve výhradní ásti pásma pro majáky.

1.2 Poznámky

a) CW je dovoleno v celém úzkopásmovém DX segmentu; výhradn CW ást je 432,000 a0 432,100 MHz. V této ásti pásma vzak m oe být pouíto PSK31.

b) V IARU Region 1 musí být kmito ty pro majáky s ERP v tzím ne0 50 W koordinovány prost ednictvím koordinátora maják IARU Region 1.

c) 1) Operát i ATV nech pouívají, pokud je to moóné, mikrovlnná pásma; mohou vzak pouívat pásma 430 MHz tam, kde je to povoleno. V p ípad ruzení mezi ATV a amatérskou satelitní slu0bou má p ednost satelitní slu0ba.

2) Vysílání ATV v pásmu 430 MHz má místo v segmentu 434,000 - 440,000 MHz. Nosná obrazu nech je pod 434,500 MHz nebo nad 438,500 MHz. Národní organizace nech sd lí svým len m p esné kmito ty s ohledem na zájmy ostatních uívatel (Noord-wijkerhout 1987).

d) Slova ssubregionální (národní) bandplán%ve vztahu k IARU Region 1 VHF/UHF/ mikrovlnným bandplán m znamenají: v pásmech nebo ástech pásma, která není moóno pouívat v celém IARU Region 1, kmito tové plány nech jsou koordinovány na subregionální bázi mezi zem ími, které tato pásma mají pro amatérskou slu0bu p íd leny. Slova snárodní bandplány%se vztahují k pásm m, která jsou povolena jen v jedné zemi (70 MHz), nebo v zemích, které jsou od sebe velmi vzdáleny (Torremolinos 1990).

e) Na konferenci IARU Region 1 v Torremolinos (1990) výstupní pásmo pro lineární p enáze e bylo rozší eno z 432,700 na 432,800 kHz za následujících podmínek:

Stávající pouívání kmito t 432,600 MHz pro RTTY (ASK/PSK) a 432,700 MHz pro FAX má být respektováno p ízizování lineárních p enáze , které vyuívají tyto kmito tové p íd ly.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují ke sloupci sPoužití". Nejde o rezervované kmito ty, ale záleí pln na etice provozovatel pásma, jak budou tato doporu ení dodr0ována.

2.1 Výeobecn

B hem závod a otev ení pásma se doporu uje místní provoz úzkopásmovými módy na kmito tech 432,500 - 432,800 MHz.

2.2 Poznámky

g) V části použití pásma 435 MHz byly určeny následující segmenty pro digitální komunikaci:

- 1) 430,544 - 430,931 MHz pro vstupy převaděčů pro digitální komunikaci s odstupem 7,6 MHz a tomu odpovídající výstupy 437,194 - 438,531 MHz.
- 2) 433,619 - 433,781 MHz a 438,019 - 438,181 MHz.
- 3) 430,394 - 430,581 MHz a 439,794 - 439,981 MHz pro digitální komunikaci linky.

Vzhledem k rozdílným kmitočtovým plánům, zájmům jiných uživatelů a možnému rušení od ISM mohou být uplatněny různé digitální systémy nebo technika, případně subregionální nebo národní zájmy v těchto segmentech.

h) V těchto zemích, kde 433,619 - 433,781 MHz je jediným úsekem pásma 435 MHz, který lze použít pro digitální komunikaci, není nutno používat techniku s kanálovým rozestupem 25 kHz. Je-li v zahraničí používána rozdílná či nekompatibilní technika, je třeba tuto činnost koordinovat mezi zainteresovanými zeměmi, aby se zamezilo vzájemnému rušení.

i) Krátkodobě, v těchto zemích, kde 433,619 - 433,781 MHz je jediný úsek pásma 435 MHz, který lze použít pro digitální komunikaci:

- 1) kanály 432,500, 432,525, 432,550, 432,575, 434,450, 434,475, 434,500, 434,525, 434,550 a 434,575 MHz mohou být použity pro digitální komunikaci;
- 2) použití těchto kanálů nesmí způsobit rušení lineárním přenosem;
- 3) na těchto kanálech nesmí být použity modulární metody, které vyžadují větší odstup kanálů, než je 25 kHz (De Haan 1993).

j) Konference IARU Region 1 v Torremolinos (1990) přijala následující doporučení týkající se kmitočtových segmentů dle poznámky g):

Pro převaděč nebo linku, která je umístěna blíže než 150 km od státních hranic, nechá česká organizace koordinovat tyto a systém se zahraniční českou organizací. Zvláštní pozornost nechá je věnována dobré praxi - použití směrových antén a minimálního nutného výkonu.

Tyto postupy platí též pro experimenty s linkami mimo vícemódové kanály v úseku 438,544 - 438,631 MHz (De Haan).

k) Tyto vícemódové kanály jsou určeny pro experimentování s novými technologiemi (de Haan, 1993).

l) V UK je v úseku kanálů pro převaděče 438,419 - 438,581 MHz možno používat malovýkonové převaděče. Kde je to nutné, kmitočty budou koordinovány se sousedními zeměmi (De Haan 1993).

m) Pokusy s digitálními módy, využívající širokopásmovou techniku v pásmu 435 MHz, mohou být uskutečňovány v těchto zemích, které mají celý 10 MHz plán. Tyto experimenty nechají být uskutečňovány v úseku pro všechny druhy provozu v okolí 434 MHz, s horizontální polarizací a minimálním nezbytným výkonem (Tel Aviv 1996).

n) Toto platí v případě, že není možno použít 144,800 MHz (Davos 2005).

o) Společný úsek DV/FM je pouze pro simplexní použití bez bran pro digitální fonii. Provozovatelé digitální fonie nechají kontrolovat, zda kanál není obsazen FM provozem.

Pásmo 1240 - 1300 MHz

Kmitočet [MHz]	Max. šíře pásma	Druh provozu	Použití
1240,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	1240,000 - 1241,000 Digitální komunikace
			1242,025 - 1242,250 Výstupy převaděčů, kanály RS1-RS10
			1242,250 - 1242,700 Výstup převaděčů, kanály RS11-RS28
			1242,725 - 1243,250 Packet Radio, duplexní kanály RS29-RS50
1243,250			
1243,250	(d)	ATV digitální ATV	1258,150 - 1259,350 Výstup převaděčů, kanály R20-R68
1260,000	(d)	Družicová služba	
1270,000			
1270,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	1270,025 - 1270,700 Vstup převaděčů, kanály RS1-RS28
			1270,725 - 1271,250 Packet Radio, duplexní kanály RS29 - RS50
1272,000			
1272,000	(d)	ATV digitální ATV	
1290,994	20 kHz	Vstup FM převaděčů	Kanálová rozteč 25 kHz
1291,481			Kanály RMO (1291,000) - RM19 (1291,475)
1291,494	(d)	Všechny druhy provozu	Vstup převaděčů, kanály R20 (1293,150) - R68 (1294,350)
1296,000			1296,000 - 1296,025
1296,000	500 Hz	Telegrafie MGM	EME
1296,150			1296,138
1296,150	2700 Hz	Telegrafie SSB MGM	1296,200 Střed aktivity PSK31
			1296,400 - 1296,600 Střed aktivity úzkopásmových provozů
			1296,500 Vstup lineárních přenášeců
			1296,500 Střed aktivity obrazových módů (SSTV, FAX, atd.)
			1296,600 Střed aktivity úzkopásmových datových módů (MGM, RTTY, atd.)
			1296,600 - 1296,700 Výstup lineárních transponderů
			1296,750 - 1296,800 Místní majáky (10 W ERP max.)
1296,800			
1296,800	500 Hz	Telegrafie MGM	Výhradně pro majáky (b)
1296,994			
1296,994	20 kHz	Výstup FM/DV převaděčů	Kanálová rozteč 25 kHz
1297,481			Kanály RMO (1297,000) - RM19 (1297,475)
1297,494	20 kHz	FM/DV (c)	SM20 (1297,500)
			(25 kHz odstup - simplex)
			1297,500 Střed FM aktivity
			1297,725 Volací kmitočty digitální fonie
			1297,900, 1297,925, Simplexní (FM) internetová hlasová brána
			1297,950, 1297,975
	(25 kHz odstup - simplex)		
1297,981			SM39 (1297,975)
1298,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	1298,025 - 1298,975 Výstup převaděčů, kanály RS1-RS9
1299,000			
1299,000	150 kHz	Všechny druhy provozu	Připraveno pro 5 kanálů pro vysoko rychlostní data - středy: 1299,075, 1299,225, 1299,375, 1299,525, 1399,975 (+/- 75 kHz)
1299,750			8 kanálů 25 kHz (možné použití FM/DV) - středy 1299,775 - 1299,975 MHz
1300,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	

1. IARU Region 1 bandplán

Následující poznámky jsou částí oficiálního IARU Region 1 bandplánu pro toto pásmo konferencí IARU Region 1 v Noordwijkerhout (1987) a všechny členské organizace nechť prosazují doporučení uvedená v těchto poznámkách.

1.1 Poznámky

b) V IARU Region 1 jsou kmitočty pro majáky s ERP vztím ne0 50 W koordinovány prost ednictvím koordinátora maják IARU Region 1.

1296,750 - 1296,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemu- sí být koordinovány IARU, ale národní organizace nech to sd lí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

c) V zemích, kde 1298 . 1300 MHz není povoleno pro amatérskou sluObu, m 0e být úsek pro simplexní provoz FM pou0it t0o pro digitální komunikace.

d) 0í e pásma je závislá na národních p edpisech.

e) Spole ný úsek DV/FM je pouze pro simplexní pou0ití bez bran pro digitální fonii. Provozovatelé digitální fonie nech kontrolují, zda kanál není obsazen FM provozem.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují ke sloupci "Použití". Nejde o rezervované kmitočty, ale záleží pln na etice provozovatel pásma, jak budou tato doporu ení dodr0ována.

2.1 Výeobecn

B hem závod a otev ení pásma se doporu uje místní provoz úzkopásmovými módy na kmitočtech 1296,500 . 1296,800 MHz.

Pásmo 2300 - 2450 MHz

Kmitočet [MHz]	Maximální šířka pásma	Druh provozu	Použití
2300,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	2304 - 2306 Úzkopásmový úsek v zemích, kde není možno používat 2320 - 2322 MHz
2320,000			2308 - 2310 Úzkopásmový úsek v HB
2320,000	500 Hz	Pouze telegrafie (c)	2320,000 - 2320,025 EME
2320,150			2320,138 Střed PSK31 aktivity
2320,150	2700 kHz	Telegrafie / SSB (c)	2320,200 Střed SSB aktivity
2320,800			2320,750 - 2320,800 Místní majáky (10 W ERP max.)
2320,800		Telegrafie / MGM	Výhradně pro majáky (c)
2321,000	20 kHz	FM/DV	Hlasový simplex a převaděčové kanály (b)
2322,000			
2322,000		Všechny druhy provozu (b)	2322,000 - 2355,000 ATV
	2355,000 - 2365,000 Digitální komunikace		
	2365,000 - 2370,000 Převaděče		
	2370,000 - 2392,000 ATV		
2400,000			2392,000 - 2400,000 Digitální komunikace
2400,000		Amatérská družicová služba	2427,00 - 2443,00 ATV v případě, že úsek nevyužívají družice
2450,000			

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 2300 ě 2450 MHz

- a) Slova "Sub-regionální (národní) plán pásma" je nutno vysvětlovat následovně :
V pásmech nebo jejich úsecích, která nejsou povolena v celém Regionu 1, nejsou tato pásma nebo jejich úseky koordinována mezi zeměmi, kde jsou povolena. Slova "národní plán pásma" se vztahují k pásmům, která jsou povolena jen v jedné zemi, nebo v zemích od sebe vzdálených. (Torremolinos 1990)
- b) V zemích, kde 2322 - 2400 MHz není povoleno pro amatérskou službu, může být úsek pro simplexní provoz FM a převáděná 2321 - 2322 MHz použita též pro digitální komunikace.
- c) V zemích, kde není povolen úsek pro úzkopásmové provozování 2320 - 2322 MHz, mohou být použity pro úzkopásmové provozování následující úseky:
- 2304 - 2306 MHz,
2308 - 2310 MHz.
- d) 2320,750 - 2320,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechť se sdílí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 3400 - 3410 MHz

Kmitočet [MHz]	Maximální šířka pásma	Druh provozu	Použití
3400,000 3402,000	500 Hz	Telegrafie MGM	3400,100 3400,750 - 3400,800 Střed aktivity Místní majáky (10 W ERP max.)
3400,800 3400,995		Telegrafie MGM	Pouze majáky (e)
3401,000 3402,000	2700 Hz	Všechny druhy provozu	
3402,000 3410,000		Všechny druhy provozu	Družicový downlink (a) (c)

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 3400 ě 3410 MHz

- a) 3400,750 - 3400,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechť se sdílí IARU R1 majákovému koordinátorovi.
- b) Střed aktivity EME byl přesunut z 3456 - 3400,1 MHz, aby bylo harmonizováno použití a aktivita.
- c) Amatérská družicová služba má právo i 3400 - 3410 MHz v Regionech 2 až 3 a v některých zemích Regionu 1.
- d) Kmitočty 3400,750 - 3400,800 MHz mohou být určeny pro místní majáky (max. 10 W ERP) zřízené národními organizacemi.
- e) Viz kapitola o majácích a jejich koordinaci v úseku pásma pro majáky.

Pásmo 5650 - 5850 MHz MMHz

Kmitočet [MHz]	Maximální šířka pásma	Druh provozu	Použití
5650,000	2700 kHz	Všechny druhy provozu	Amatérská družicová služba (vzestupné linky)
5668,000			
5668,000	2700 kHz	Všechny druhy provozu	5668,200 Střed aktivity úzkopásmových provozů (a)
5670,000			Amatérská družicová služba (vzestupné linky)
5670,000		MGM	
5700,000		ATV	
5720,000		Všechny druhy provozu	
5760,000	2700 kHz	Všechny druhy provozu	5760,200 Střed aktivity úzkopásmových provozů (a)
5760,800			Místní majáky (10 W ERP max.)
5760,800		Telegrafie MGM	Pouze majáky
5760,990			
5761,000	2700 kHz	Všechny druhy provozu	
5762,000			
5790,000		Všechny druhy provozu	
5790,000		Všechny druhy provozu	Amatérská družicová služba (sestupné linky)
5850,000			

POZNÁMKY ke kmito tovému plánu 5650 Ě 5850 MHz

- a) Národní organizace jsou vybízeny, aby informovaly své leny, aby preferovali provoz v obou úzkopásmových úsecích.
- b) 5760,750 - 5760,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nech to sd lí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 10 000 - 10 500 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šířka pásma	Druh provozu	Použití
10,000 10,150		MGM	
10,150 10,250		Všechny druhy provozu	
10,250 10,350		MGM	
10,350 10,368		Všechny druhy provozu	
10,368 10,368800	2700 Hz	Všechny druhy provozu	10,368200 Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu 10,368750 - 10,368800 Místní majáky (10 W ERP max.)
10,368800 10,368990			Pouze majáky (b)
10,369 10,370	2700 Hz	Všechny druhy provozu	
10,370 10,450		Všechny druhy provozu	
10,450 10,500		Všechny druhy provozu	10,450 – 10,452 Úzkopásmové druhy provozu v zemích, kde není možný úsek 10,368 – 10,370 Amatérská družicová služba

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 10,0 Ě 10,5 GHz

1. Poznámky

- a) V zemích, kde není povolen úsek pro úzkopásmové provozy 10368 - 10370 MHz, je navrhován jako alternativní úsek 10450 . 10452 MHz
- b) 10368,750 - 10368,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nech to sdílí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 24 000 - 24 250 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šíře pásma	Druh provozu	Použití
24,000 24,048		Všechny druhy provozu	
24,048 24,048800	2700 Hz	Všechny druhy provozu	24,048200 Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu 24,048750 - 24,048800 Místní majáky (10 W ERP max.)
24,048800 24,048995		Všechny druhy provozu	Majáky
24,049 24,050	2700 Hz	Všechny druhy provozu	Amatérská družicová služba + úzkopásmové druhy provozu
24,050 24,250		Všechny druhy provozu	24,125 Přednostní pracovní kmitočety pro širokopásmová zařízení (nepregerované) (a)

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 24,0 - 24,25 GHz

1. Poznámky

- a) Spodních 50 MHz pásma 24 GHz má amatérská a amatérská družicová služba přednostně na primární bázi, zbyvajících horních 200 MHz na bázi sekundární. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části není využíván pouze v těchto případech, když preferovaný úsek nemůže být využit.
- b) 24048,750 - 24048,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechť se sdílí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 47 000 - 47 200 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šíře pásma	Druh provozu	Použití
47,000 47,088		Všechny druhy provozu	
47,088 47,090	2700 Hz	Všechny druhy provozu	47,088200 Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu Amatérská družicová služba
47,090 47,200		Všechny druhy provozu	

Pásmo 75 500 - 81 500 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šířka pásma	Druh provozu	Použití
75,500	2700 Hz	Všechny druhy provozu	Amatérská družicová služba (preferované [1])
76,000			75976,200 MHz Preferovaný střed aktivity úzkopásmových druhů provozu
76,000		Všechny druhy provozu	76032,200 MHz Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu v některých zemích (nepreferované [2])
77,500	2700 Hz	Všechny druhy provozu	77500,200 MHz Preferovaný střed aktivity úzkopásmových druhů provozu v zemích mimo CEPT (nepreferované / preferované [3])
77,501			Amatérská družicová služba
77,501		Všechny druhy provozu	Všechny druhy provozu (preferovaný úsek)
78,000		Všechny druhy provozu	Všechny druhy provozu (nepreferovaný úsek)
78,000		Všechny druhy provozu	Všechny druhy provozu (nepreferovaný úsek)
81,500			

POZNÁMKY ke kmitočetovému plánu 75,5 – 81,5 GHz

1. Poznámky

- 1) Preferováno v těchto zemích CEPT, které přijaly EU35.
- 2) Úsek 77,5 – 78 GHz má amatérská a amatérská družicová služba primární bázi a v úseku 75,5 – 76 GHz primární status díky ECA poznámce EU35 v CEPT zemích. V ostatních zemích pak sekundární statut. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části nech je využíván tehdy, nelze-li použít preferovaný úsek.
- 3) Preferováno v těchto zemích, které nepřijaly EU35.

Pásmo 122 500 - 123 000 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šíře pásma	Druh provozu	Použití
122,250 122,251	2700 Hz	Všechny druhy provozu	Úzkopásmové druhy provozu
122,251 123,000		Všechny druhy provozu	

Pásmo 134 000 - 141 000 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šíře pásma	Druh provozu	Použití
134,000 134,928		Všechny druhy provozu	Amatérská družicová služba
134,928 134,930	2700 Hz	Všechny druhy provozu	134,930 GHz Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu
134,930 136,000		Všechny druhy provozu	
136,000 141,000		Všechny druhy provozu	(nepreferovaný úsek) (a)

POZNÁMKY ke kmitočetovému plánu 134 - 141 GHz

- a) Mezi 134 a 136 GHz má amatérská a amatérská družicová služba právo na primární bázi, zbývající část pásma na bázi sekundární. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části není využíván pouze v těchto případech, kdy0 preferovaný úsek nemůže být využit.

Pásmo 241 000 - 250 000 MHz

Kmitočet [GHz]	Maximální šíře pásma	Druh provozu	Použití
241,000 248,000		Všechny druhy provozu	(nepreferovaný úsek) (a)
248,000 248,001		Všechny druhy provozu	Amatérská družicová služba + Úzkopásmové druhy provozu
248,001 250,000		Všechny druhy provozu	(preferovaný úsek)

POZNÁMKY ke kmito tovému plánu 241 Ě 250 GHZ

- a) Mezi 248 a 250 GHz má amatérská a amatérská družicová služba p id I na primární bázi, zbývající část pásma na bázi sekundární. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části nech je vyu0iván pouze v t ch p ípadech, kdy0 preferovaný úsek nem 0e být vyu0it.

7. PROVOZNÍ PRAXE

Provozní dovednosti

Co znamená:

- **QRL?** - Používá někdo tento kmitočet?
- **CQ DX** - všeobecná výzva pro dálkové spojení
- **CQ SA** - všeobecná výzva pro jihoamerické stanice
- **CQ VK** - všeobecná výzva pro australské stanice
- **CQ DE A35EA PSE UP 5** - všeobecná výzva ze stanice A35EA, prosím volejte o 5 kHz výše; 10 DWN - 10 kHz níže
- **CQ CONTEST** - výzva do závodu
- **I WILL NOT OPERATE WITH OK FOR ONE HOUR** - po dobu 1 hodiny nebudu pracovat s OK stanicemi
- **SHORT PATH** - (zíení) krátká cesta
- **LONG PATH** - (zíení) dlouhá cesta
- **IS THIS FREQUENCY IN USE (OCCUPIED)?** - Je tento kmitočet používán (obsazen)?

Úíení elektromagnetických vln

Pod jakým azimutem se smruje z Prahy p i normálních podmínkách zíení smrem na:
(VKV provoz):

Brno	- 121°	Sn Oku	- 53°
Kle	- 183°	Prad d	- 90°
Klínovec	- 287°	Jezt d	- 30°
Bratislava	- 137°	Berlín	- 347°
Mt. Blanc	- 240°	Pa í0	- 267°

(KV provoz):

VK2, W9, ZS, LU, KH6, JA, KL7, HZ, JT, HK apod.

Praktické CW spojení

Vzor typického spojení:

Stanice OK1AA volá výzvu:

CQ CQ CQ DE OK1AA OK1AA - opakujeme 2 a0 3x a na záv r vyzleme: **PSE K**

Stanici OK1AA volá stanice OK1ZZ:

OK1AA OK1AA DE OK1ZZ OK1ZZ OK1ZZ PSE KN

Odpov stanice OK1AA:

OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA OK1AA = GM DR OM TNX FER CALL = UR RST 589 589 = QTH PRAHA PRAHA ES MY NAME KAREL KAREL = HW? + OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA PSE KN

Odpov stanice OK1ZZ:

OK1AA OK1AA DE OK1ZZ OK1ZZ = R R GM DR KARLE TNX FER ALL = UR RST 599 599 HR IN Kladno = MY NAME JENDA = PSE UR QSL CARD = MY QSL SURE VIA BURO = QRU? + OK1AA DE OK1ZZ PSE KN

Záv re ná relace stanice OK1AA:
OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA = R R ALL OK DR JENDO TNX FER NICE QSO = MY QSL SURE
VIA BUREAU = MY BEST 73 ES HPE CUAGN = GL + OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA PSE KN

Záv re ná relace OK1ZZ:
OK1AA DE OK1ZZ = R ALL FB DR KARLE = VY 73 ES MNI DX = GB + OK1AA DE
OK1ZZ SK

Praktické fone spojení

Výeobecná výzva ze stanice OK1VVV (asi 3x), prosím volejte OK1VVV, p íjem.

OK1VVV, volá t OK1XXX (2x a0 3x), stanice OK1XXX p echází na p íjem.

OK1XXX, odpovídá ti OK1VVV. Dobré odpoledne, milý p íteli, d kuji za zavolání, poslouchám t velmi dob e (59), moje stanoviýt je Praha a jmenuji se Jirka. Jak jsi m p íjal? OK1XXX, OK1VVV p echází na p íjem.

OK1VVV, zde je pro tebe OK1XXX. Dobré odpoledne milý Jirko, výe jsem v po ádku p íjal. Poslouchám t téý 59. Vysílám z Kolína a jmenuji se Milan. Prosím t o zaslání QSL lístku. Jinak pro tebe nic nemám. D kuji ti za spojení a t ýim se, ýe se znovu na pásmu setkáme. Mnoho srde ných pozdrav (73) a brzy na slyýenou. OK1VVV, zde kon í milé spojení OK1XXX. P íjem.

OK1XXX, zde je OK1VVV. Výe p íjato. Milane, QSL ti poýlu a prosím t o zaslání QSL. D kuji ti za spojení a na shledanou. OK1XXX, OK1VVV kon í velmi milé spojení.

Fone spojení v angli tin a n m in

CQ CQ, this is OK1AA calling CQ and standing by.
Allgemeiner Anruf, hier ist OK1AA mit CQ und geht auf Empfang.

Hello OK1AA, this is W1YY calling you.
Achtung OK1AA, hier ruft Sie DJ1ZZ.

W1YY, this is OK1AA returning. Good morning (afternoon). Thank you for the call. Your report is five and nine. My name is Karel and my location is Praha. How did you copy? So the mike back to you. W1YY, OK1AA is listening.
DJ1ZZ, hier kommt OK1AA zurück. Guten Morgen (Tag). Ich danke Ihnen für den Anruf. Der Rapport für Sie ist fünf und neun. Mein Name ist Karel und mein Standort ist Praha. Wie können sie mich aufnehmen? Also das Microfon an Sie zurückgeben. DJ1ZZ, OK1AA geht auf Empfang.

OK1AA, W1YY returning. Good morning dear Karel. Your signal is very strong Q five and S nine. My name is Nick and my location is 20 kilometres east of Boston. I be very happy to receive your QSL-card. My QSL is one hundred percent sure. Thank you very much for an enjoyable QSO and I hope to meet you soon again. OK1AA, W1YY standing by.
OK1AA, DJ1ZZ zurück. Guten Morgen Karel. Ihr Signal ist sehr stark Q fünf und S neun. Meine Name ist Bernd und mein QTH ist Berlin, die Hauptstadt der

Bundesrepublik Deutschland. Ich würde mich über Ihre QSL-Karte sehr freuen. Meine QSL geht hundert prozentig ab senden. Ich danke Ihnen vielmals für ein sehr genussreiches QSO und Ich hoffe Sie bald wieder zu treffen. OK1AA, DJ1ZZ geht auf Empfang.

W1YY, this is OK1AA returning. Dear Nick, thanks for all information. I certainly send you my QSL-card via the bureau. Thank you for a QSO, I wish you good luck and lots of DX. OK1AA is closing down with W1YY.
DJ1ZZ, hier ist OK1AA zurück. Lieber Bernd, Ich danke Ihnen für alle Informationen. Meine QSL-Karte werde ich Ihnen ganz sicher über das Büro schicken. Ich danke Ihnen für das QSO, Ich wünsche Ihnen viel Glück und viel DX. OK1AA endet das schöne QSO mit DJ1ZZ.

C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU

1. ITU PŘEDPISY

Radiokomunikační úmluva je jedním ze základních dokumentů Mezinárodní telekomunikační unie - ITU. Unie byla založena již 17. května 1865 dvaceti evropskými státy, tehdy pod názvem Mezinárodní telegrafní unie. České země stály u jejího zrodu jako součást rakouského mocnářství. Unie je dnes stálou mezinárodní organizací při OSN pro dálkové telekomunikace a správu kmitočtového spektra. Po rozpadu socialistické federace přistoupila samostatná česká republika k Ústavě ITU a k Úmluvě ITU usnesením vlády ČR č. 397/1994 dne 13. srpna 1994, a usnesením vlády ČR č. 819/2000 ze dne 23. srpna 2000 schválila také změnami obou základních dokumentů ITU. Opatření ITU jsou tedy v ČR právně závazná z titulu členství ČR v ITU a v mezích základních dokumentů ITU.

Radiokomunikační úmluva

Stejně jako pro ostatní uživatele rádiových vln je Radiokomunikační úmluva závazná i pro radioamatéry. Radiokomunikační úmluva definuje amatérskou službu jako radiokomunikační službu, která slouží k vlastnímu vzdělávání, vzájemné komunikaci a technickému zkoumání uskutečňovanému amatéry, to je plně autorizovanými osobami, které se zajímají o radio-techniku jedině z osobního zájmu a bez peněžních zájmů. Obdobně je definována i amatérská družicová služba, která k radiové komunikaci používá vesmírné stanice na družicích.

Amatérská stanice je pak definována jako stanice amatérské služby.

lánek 25

Amatérská služba

část I - Amatérská služba

25.1 § 1 Radiová komunikace mezi amatérskými stanicemi v různých zemích může být povolena, jestliže k tomuto způsobu jedna z administrací nevznesla námitky.

25.2 § 2 1) Vysílání mezi amatérskými stanicemi v různých zemích musí být omezeno na komunikaci odpovídající podmínkám amatérské služby, definovaným v čl. 1.56 a poznámky osobního charakteru.

25.2A 1) Vysílání mezi amatérskými stanicemi v různých zemích nesmí být kódováno, aby se zamezilo zveřejnění jeho významu, výjimku mohou mít řídicí signály předem určené z pozemské řídicí stanice na vesmírnou stanici amatérské družicové služby.

25.3 2) Amatérské stanice mohou být použity pro mezinárodní komunikaci pro tyto osoby pouze v nouzových a katastrofálních případech. Administrace mohou stanovit použití těchto provizorií v souladu se zákony.

25.4 zrušeno

25.5 § 3 1) Administrace mohou stanovit, zda osoba žádající o povolení k obsluze amatérské stanice musí nebo nemusí dokázat schopnost vysílat a přijímat texty ve známkách Morseovy abecedy.

25.6 2) Administrace musí ověřit provozní a technickou kvalifikaci každé osoby, která chce obsluhovat amatérskou stanici. Vodítko pro standardy oprávnění mohou najít v současně verzi Doporučení ITU-R M. 1544.

25.7 § 4 Maximální výkon amatérské stanice může stanovit příslušná administrace.

25.8 § 5 1) Všechny související články a nařízení ustanovení, úmluvy a předpisy se vztahují na amatérské stanice.

25.9 2) Během vysílání musí amatérské stanice v krátkých intervalech vysílat svou volací značku.

25.9A Administrace jsou podporovány v tom, aby učinily patřičné kroky k umožnění amatérským stanicím přípravu na komunikaci potřeby k podpoře nouzových situací.

25.9B Administrace může stanovit, zda povolí, nebo nepovolí osobě, která získala licenci obsluhovat amatérskou stanici u jiné administrace, obsluhovat amatérskou stanici, když se tato osoba do území nachází na jejím území. Může stanovit podmínky nebo omezení.

část II - Amatérská družicová služba

25.10 § 6 Ustanovení části I tohoto článku se stejně týkají amatérské družicové služby.

25.11 § 7 Administrace, které povolí amatérské družicové služby vesmírnou stanicí jsou povinny zabezpečit, aby byly zřízeny příslušné pozemské řídicí stanice před jejím vypuštěním, aby případné rušení od stanice amatérské služby mohlo být okamžitě ukončeno (viz 22.1).

Každý typ služby má přidělená kmitočtová pásma. Tento přidělený může být buď na bázi primární nebo sekundární.

Jde-li o sekundární službu, nesmí tato služba působit rušení jiným službám, které na daných kmitočtech pracují na primární bázi.

Jde-li o primární službu, může být toto pásmo této službě přiděleno jako výlučné nebo sdílené s jinou službou.

Jde-li o sdílené pásmo, pak přednost má ta služba, která daný kmitočtový frekvenci používá a druhá služba, pokud má tento kmitočtový frekvenci přidělen na primární bázi, nesmí této službě působit rušení.

Z důvodů přidělování kmitočtů byl svět rozdělen do tří regionů. V jednotlivých těchto regionech se liší kmitočtově přiděleny pro jednotlivé služby. V hrubých rysech si definujeme jednotlivé regiony.

Region 1

zahrnuje Evropu, Afriku, země bývalého Sovětského svazu, Mongolsko a část Blízkého východu včetně Arabského poloostrova. Patří k nim i přilehlé oblasti Atlantiku a Indického oceánu.

Region 2

zahrnuje Severní a Jižní Ameriku a přilehlé oblasti Atlantiku a Pacifiku.

Region 3

zahrnuje zbytek Asie, podstatné části Indického oceánu a Pacifiku, včetně Austrálie a Nového Zélandu.

Pásmo přidělená amatérské služby v 1. Regionu a jejich statut

Následující tabulka uvádí pásma, která byla přidělena amatérské službě. Zároveň je uváděn i mezinárodní statut ostatních služeb, které mají v těchto pásmech kmitočtové přidělení. Národní statut může být poněkud rozdílný a závisí na místních ustanoveních Radiokomunikačního úřadu.

Kmitočtové pásmo [MHz]	Příděl a statut	Pozn.
0,1357 - 0,1378	PEVNÁ, NÁMORNÍ POHYBLIVÁ, amatérská	
1,81 - 1,85	AMATÉRSKÁ	
1,85 - 2,0	PEVNÁ, POHYBLIVÁ (bez letecké POHYBLIVÉ)	3
3,5 - 3,8	PEVNÁ, POHYBLIVÁ, AMATÉRSKÁ	1
7,0 - 7,1	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1, 4
7,1 - 7,2	AMATÉRSKÁ	
10,1 - 10,15	PEVNÁ, amatérská	1
14,0 - 14,25	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
14,25 - 14,35	AMATÉRSKÁ	1, 5
18,068 - 18,168	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
21,0 - 21,45	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
24,89 - 24,99	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
28,0 - 29,7	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	
50,0 - 52,0	ROZHLASOVÁ	9
70,0 - 70,5	PEVNÁ, POHYBLIVÁ (bez letecké pohyblivé)	2
144,0 - 146,0	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
430,0 - 440,0	AMATÉRSKÁ, RADIOLOKACE (v ČR PEVNÁ)	6, 7, 16
1 240 - 1 260	RADIOLOKACE, RADIONAVIGACE, DRUŽICOVÁ RADIONAVIGACE, amatérská	
1 260 - 1 300	RADIOLOKACE, RADIONAVIGACE, amatérská	7
2 300 - 2 450	PEVNÁ, POHYBLIVÁ, radiolokace, amatérská	7, 8
3 400 - 3 410	PEVNÁ	9
5 650 - 5 725	RADIOLOKACE, výzkum vesmíru, amatérská	7
5 725 - 5 850	PEVNÁ DRUŽICOVÁ, RADIOLOKACE, amatérská	10
10 000 - 10 450	PEVNÁ, POHYBLIVÁ, RADIOLOKACE, amatérská	11
10 450 - 10 500	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	
24 000 - 24 050	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	12
24 050 - 24 250	RADIOLOKACE, amatérská, výzkum Země pomocí družic	12
47 000 - 47 200	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	
75 500 - 76 000	PEVNÁ, DRUŽICOVÁ PEVNÁ (sestupný směr), POHYBLIVÁ, ROZHLASOVÁ, DRUŽICOVÁ ROZHLASOVÁ., kosmického výzkumu (sestupný směr)	17
76 000 - 77 500	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	
77 500 - 78 000	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ, radioastronomie, kosmického výzkumu (sestupný směr)	
78 000 - 79 000	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová, radioastronomie, kosmického výzkumu (sestupný směr)	13
79 000 - 81 000	RADIOASTRONOMIE, RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová, kosmického výzkumu (sestupný směr)	
122 250 - 123 000	PEVNÁ, MEZIDRUŽICOVÁ, POHYBLIVÁ, amatérská	14
134 000 - 136 000	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ, radioastronomie	
136 000 - 141 000	RADIOASTRONOMIE, RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	
241 000 - 248 000	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	15
248 000 - 250 000	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	

***) POZNÁMKY ke sloupci B P íd I a statutí**

Sloupec s P íd I a statutí obsahuje seznam všech služeb, které mohou využívat kmitotové pásmo uvedené ve sloupci kmitotové pásmo v MHz.

Rozdíl je mezi službou, která má pásmo přidělené na primární nebo sekundární bázi. Primární služby jsou vyznačeny velkými písmeny, sekundární služby malými písmeny. Primární služba má přednost před sekundární. V případě vzájemného rušení se sekundární služba musí okamžitě přeladit na jiný kmitočet nebo ukončit vysílání.

Primární služby mají vzájemně stejná práva a předpokládá se, že se vzájemně neruší. Totéž platí o vzájemném vztahu sekundárních služeb. Služby, které nejsou v daném pásmu uvedeny, nesmí způsobit rušení ostatním službám. V případě, že způsobí rušení primární nebo sekundární služby, musí okamžitě zastavit vysílání. Opatření mohou být rušeny od těchto služeb.

**** VYSV TLIVKY ke sloupci B Poznámky**

1 - V případě přírodních katastrof mohou být tato pásma dočasně využita pro nouzový provoz, viz Radiokomunikační řád - Rezoluce 640.

2 - Platí poznámka ECA EU9: U vzrůstajícího počtu zemí CEPT, část pásma 70,0 - 70,5 MHz je tělo přidělena amatérské službě na sekundární bázi.

3 - V České republice může po dohodě se sousedními státy administrace povolit amatérské službě až 200 kHz v pásmech 1715 až 1800 kHz a 1850 až 2000 kHz.

4 - V některých afrických státech má pevná služba dodatečný přidělení v pásmu 7000 až 7050 kHz na primární bázi.

5 - V Afghánistánu, Íránu, Pobřeží slonoviny a bývalém SSSR má pevná služba dodatečný přidělení v pásmu 14 250 až 14 350 kHz na primární bázi.

6 - V České republice má pevná služba dodatečný přidělení v pásmu 430 až 440 MHz na primární bázi.

7 - Amatérská druhicová služba může používat pásma 435 až 438 MHz, 1260 až 1270 MHz, 2400 až 2450 MHz a 5650 až 5670 MHz za předpokladu, že neruší ostatní služby. V pásmech 1260 až 1270 MHz a 5650 až 5670 MHz je použití omezeno na směrem - druhice.

8 - Pásmo 2450 ±50 MHz je určeno pro průmyslové, vědecké a lékařské využití (ISM). Rušení způsobené ISM zaizolovanými musí být akceptováno.

9 - Použití je možné na neinterferenční bázi.

10 - 5800 ±75 MHz je ISM pásmo, viz 8.

11 - Pásmo do 10 025 MHz může být využito povrchovými radary na druhicích na sekundární bázi.

12 - 24 125 ±125 MHz je ISM pásmo, viz 8.

13 - Pásmo 78 až 79 GHz může být využito radary na druhicích na sekundární bázi.

14 - Pásmo 122 až 123 GHz může být využito pro ISM, pokud se o tom administrace dohodne se sousedními státy, viz 8.

15 - Pásmo 244 až 246 GHz může být využito pro ISM, pokud se o tom administrace dohodne se sousedními státy, viz 8.

16 - Pásmo 433,05 až 434,79 MHz může být využito pro ISM, pokud na základě dohod se zainteresovanými administracemi o tom národní administrace rozhodne, viz 8.

17 - Amatérská služba je preferována v těchto zemích CEPT, které přijaly ECA poznámku EU35.

2. CEPT P EDPI SY

Doporu ení CEPT T/R 61-01

CEPT radioamatérské povolení

ÚVOD

Doporu ení p íjaté v roce 1985 umo0nilo radioamatér m zemí CEPT b hem krátkých návzt v vysílat z jiných zemí CEPT, ani0 museli získat individuální povolení v navztívené zemi CEPT.

Upravené Doporu ení umo0nilo v roce 1992 ú ast i zemí mimo CEPT na tomto povolovacím systému..

Doporu ení upravené v roce 2003 reflektuje zm ny p ípravované pro konferenci WRC-03, které se týkají lánku 25 Radiokomunika ního ádu. Povinná zkouzka z Morseovy abecedy byla zruzena a po et t íd byl zredukován na jednu.

CEPT,

bere v úvahu,

- a) 0e amatérská slu0ba a amatérská dru0icová slu0ba jsou radiokomunika ní slu0by podle lánku 1 Radiokomunika ního ádu ITU a pln se na n vztahují i dalzí ustanovení Radiokomunika ního ádu ITU, stejn jako národní na ízení,
- b) 0e je nutno harmonizovat povolovací procedury pro krátkodobé pou0ití radioamatérské stanice v zemích CEPT i mimo n ,
- c) 0e povolovací orgány jsou odpov dné, v souladu s lánkem 25 Radiokomunika ního ádu ITU, ov ovat provozní a technickou kvalifikaci osob, které cht jí obsluhovat radioamatérskou stanici,
- d) 0e v souladu s lánkem 25 Radiokomunika ního ádu ITU (rev WRC-03), povolovací orgány mohou stanovit, zda osoba, která chce získat povolení obsluhovat amatérskou stanici, musí prokázat schopnost p íjímat a vysílat texty v Morseov telegrafní abeced ;
- e) 0e schopnost p íjímat a vysílat texty v Morseov telegrafní abeced není vy0adována pro ú ely tohoto Doporu ení;
- f) 0e vydávání krátkodobých povolení pro zahrani ní návzt vníky na základ vzájemných dohod neúm rn zvyzuje práci povolovacích orgán ,
- g) 0e Mezinárodní radioamatérská organizace (IARU) podporuje zjednoduzení proces pro získání krátkodobého povolení pro návzt vníky zemí CEPT i mimo n ,

poznamenává, 0e

toto Doporu ení se nevztahuje na dovoz a vývoz radioamatérských za ízení, ídícími se pouze p ísluznými celními p edpisy,

nakonec poznamenává, 0e

navzdory tomuto Doporu ení, povolovací orgány mají právo vy0adovat v dvoustranných dohodách dalzí po0adavky, pro uznání povolení vydaného zahrani ním povolovacím orgánem,

doporučuje,

- 1) aby povolovací orgány zemí CEPT přijaly zásady pro udělování radioamatérských povolení podle podmínek uvedených v Přílohách I a II, přičemž povolovací orgány navštívených zemí nebudou požadovat správní poplatky ani poplatky za využití spektra,
- 2) aby povolovací orgány zemí, které nejsou členy, souhlasící se zásadami tohoto Doporučení, začaly o účasť v souladu s podmínkami dle Příloh III a IV.

Příloha I

Všeobecné podmínky pro vydání radioamatérského povolení CEPT

1. Všeobecná opatření týkající se radioamatérského povolení CEPT

Radioamatérské povolení CEPT může být součástí národního povolení nebo zvláštní dokument vydaný stejným povolovacím orgánem, a bude stylizován v národním jazyce, němčině, angličtině a francouzštině, bude platit pouze pro neusedlíky po dobu jejich přechodného pobytu v zemi, která přijala Doporučení a to v mezích národních povolení. Toto Doporučení se nevztahuje na držitele přechodných povolení v cizí zemi.

Minimální požadavky na radioamatérské povolení CEPT jsou:

- i) uvedení o čem jde o povolení CEPT;
- ii) prohlášení podle kterého je držitel oprávněn používat amatérskou rádiovou stanici v souladu s Doporučením;
- iii) jméno a adresa držitele povolení;
- iv) volací značka;
- v) platnost;
- vi) vydavatel.

Součástí může být přiložen nebo poskytnut seznam zemí, které přijaly Doporučení.

Povolení CEPT povoluje použít všechna pásma přidělená amatérské a amatérské družicové službě a povolené v zemi, ve které je amatérská stanice použita.

2. Podmínky použití

- 2.1 Na požádání je držitel povolení povinen předložit CEPT radioamatérské povolení oprávněným orgánům v navštívené zemi.

- 2.2 Drůitel povolení musí dodrůovat opat ení Radiokomunika ního ádu ITU, tohoto Doporu ení a p edpis navztívené zem . Navíc musí respektovat vzechna opat ení, která vyplývají z národních i místních podmínek a jsou technického nebo ve ejného charakteru. Zvláztní pozornost je pak nutno v novat r zným kmito tovým p íd l m v rozdílných ITU regíonech.
- 2.3 P í vysílání v navztívené zemí, drůitel povolení musí pouůit národní volací znak, jak je uvedeno v p ílohách II a IV odd lený znakem #+(telegraficky) nebo slovem +stroke+ (telefonicky) od vlastní volací zna ky.
- 2.4 Drůitel povolení nem ůe požadovat ochranu p ed zkodlivým ruzením.

3. VZTAH MEZI CEPT POVOLENÍM A NÁRODNÍM POVOLENÍM

- 3.1 Vztah mezi povolením CEPT a národním povolením v íenských zemích CEPT je uveden v p íloze II.
- 3.2 Vztah mezi povolením CEPT a národním povolením v ne íenských zemích CEPT je uveden v p íloze IV.

Příloha II

TABULKA EKVIVALENCE POVOLENÍ CEPT A NÁRODNÍCH POVOLENÍ
V ČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT

CEPT země	Prefix použitý v navštívené zemi	Národní ekvivalent k CEPT povolení
1	2	3
Albánie		(nepřijato)
Andorra		(nepřijato)
Azerbájdžan		(nepřijato)
Belgie	ON	A
Bosna a Hercegovina	T9	A, B, C ^{2 3}
Bulharsko	LZ	1 a 2
Česká republika	OK	A
Dánsko	OZ	A
Farské ostr.	OY	A
Grónsko	OX	A
Estonsko	ES ⁵	A ⁶ , B ⁶
Finsko	OH	L, P, T, Y
Alandské ostrovy	OH0	L, P, T, Y
Francie	F	E ⁷
Korsika	TK	E ⁷
Guadeloupe	FG	E ⁷
Guyana	FY	E ⁷
Martinique	FM	E ⁷
St-Bartholomey	FJ	E ⁷
St-Pierre/Miquelon	FP	E ⁷
St-Martin	FS	E ⁷
Réunion (Glorieuse, Juan de Nova, Tromelin)	FR	E ⁷
Mayotte	FH	E ⁷
Francouzská Antarktida (Crozet, Kerguelen, St. Paul & Amsterdam, Terre Adélie)	FT	E ⁷
Francouzská Polynésie & Clipperton	FO	E ⁷
Nová Kaledonie	FK	E ⁷
Wallis & Futuna	FW	E ⁷
Holandsko	PA	A, C a F ¹³
Chorvatsko ⁶	9A	CEPT
Irsko ⁹	EL, EJ ¹⁰	CEPT 1 & CEPT 2
Island	TF	G
Itálie	I	General ^{2 3}

CEPT země	Prefix použitý v navštívené zemi	Národní ekvivalent k CEPT povolení
1	2	3
Kypr	5B	Radioamateur Authorisation
Liechtenstein	HB0	CEPT
Litva	LY	A
Lotyšsko	YL	1, 2 ^{2 3 11}
Lucembursko	LX	General
Maďarsko	HA, HG	RHB, RHC
Malta ¹²	9H	A
Moldávie		(nepřijato)
Monako	3A	General ^{2 3}
Německo	DL	1, 2 a A
Norsko	LA	A
Svalbard	JW	A
Polsko	SP	1
Portugalsko	CT7	A, B
Azory	CT8	A, B
Madeira	CT9	A, B
Rakousko	OE	1 (old also 2) ¹
Rumunsko	YO	1 a H
Ruská federace	RA	1 a 2
Řecko	SV, SW ⁸	1 a 2
San Marino		(nepřijato)
Slovensko	OM	E
Slovinsko	S5	A (old 1, 2, 3) ¹⁴
Spojené království	M	FULL
ostrov Man	MD	FULL
Severní Irsko	MI	FULL
Jersey	MJ	FULL
Skotsko	MM	FULL
Guernsey	MU	FULL
Wales	MW	FULL
Španělsko	EA	A
Švédsko ¹⁵	SM, SA	ALL ¹⁶
Švýcarsko	HB9	1, 2, CEPT

CEPT země	Prefix použitý v navštívené zemi	Národní ekvivalent k CEPT povolení
1	2	3
Turecko	TA	A ^{2,3}
Ukrajina	UT	1, 2 ^{2,3}
Vatikán		(nepřijato)

Poznámky pod čarou

- ¹ Existující (staré) třídy 01ö a 02ö byly převedeny na novou třídu 01ö. Držitelé povolení s Morse zkouškou (stará třída 1), která je od 15. září 2003 v pořadacích T/R 61-01 zrušena, mají informaci o Morse zkoušce přidělenou jako poznámku (pro země, které stále Morse vyfukují).
- ² Rovnocennost mezi povolením CEPT a nejvyšší národní třídou k září 2003, tj. před zrušením pořadavku na zkoušku z Morseovy abecedy v T/R 61-01.
- ³ Pro použití KV je stále vyžadována zkouška z Morseovy abecedy.
- ⁴ V současně národní licence a licence CEPT jsou rozdílné. Národní licence obsahuje více dat.
- ⁵ Tento prefix je nutno doplnit číslicí, která určuje region, ze kterého je vysíláno.
- ⁶ Národní třídy A a B odpovídají povolení CEPT a umožňují přístup ke KV pásmům. Zahraniční radioamatéři mohou na území Estonské republiky po dobu trvání sítě využívat práva třídy B bez další zkoušky. Pro třídu A se vyžaduje potvrzení ze zkoušky z Morseovy abecedy (25 znaků za minutu).
- ⁷ Zkouška z Morse se vyžaduje pro použití Morseovy abecedy na KV pásmech.
- ⁸ SV vyfukuje zkoušku z Morse, SW ne.
- ⁹ Držitelé povolení CEPT 1 i CEPT 2 mají plný přístup na KV pásma. CEPT 2 nemá zkoušku z Morse.
- ¹⁰ EJ je speciální prefix, používaný na ostrovech a při zvláštních národních příležitostech.
- ¹¹ Držitelé lotyšského národního povolení nedostávají automaticky povolení CEPT. Za tím účelem musí složit zkoušku, která odpovídá doporučení T/R 61-02 (HAREC).
- ¹² Stále je očekávána revize současně legislativy. V současné době však návštěvníci Malty musí žádat o licenci a volací značku.
- ¹³ Nové licence jsou povolovány jako úplné licence v souladu s CEPT (s poznámkou s nebo bez Morse).
- ¹⁴ Současně (staré) třídy 1, 2 a 3 se převádějí do nové třídy 0Aö. Držitelé m starých povolení s Morse zkouškou (staré třídy 1 a 2), která od 15. září 2003 není v pořadacích T/R 61-01, je informace o Morse zkoušce uváděna v poznámce (pro země, které zkoušku vyfukují).
- ¹⁵ Od 1. října 2004 je amatérská služba vyjmuta z udělování licencí. Výjimky jsou pouze u těch, kteří již mají platné vysvědčení. U nových amatérů se volací značka po 1. říjnu 2004 zapisuje přímo do vysvědčení.
- ¹⁶ Od 1. října 2004 je amatérská služba vyjmuta z udělování licencí. Výjimka může být uplatněna pro každého s radioamatérským vysvědčením.

Příloha IV

TABULKA EKVIVALENCE POVOLENÍ CEPT A NÁRODNÍCH POVOLENÍ V NEČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT

A
PROVOZNÍ VÝSADY V NEČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT PLATNÉ PRO DRŽITELE POVOLENÍ VYDANÝCH V NEČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT V SOULADU S TÍMTO DOPORUČENÍM

Nečlenská země CEPT	Prefix použitý v navštívené zemi	Povolení v nečlenské zemi CEPT odpovídající povolení CEPT	Provozní výsady udělené povolovacím orgánem nečlenské země CEPT držiteli povolení CEPT
1	2	3	4
Australia	VK	Amateur Licence (Amateur Advanced Station)	Part 3, Divisions 1 and 2 of the Radiocommunications (Overseas Amateur Visiting Australia) Class Licence 2008
Canada Newfoundland and Labrador Yukon Territory and Province of Prince Edward Island	VE VO VY		
Israel	4X 4Z	A, B, C	B (General)
Netherlands Antilles (ATN) ¹⁷ Curaçao Bonaire St. Eustatius Saba St. Maarten	PJ2 PJ4 PJ5 PJ6 PJ7		
New Zealand	ZL	General ¹⁸	General ¹⁸
Peru	OA ¹⁹		
South Africa ²⁰	ZS	Restricted and Unrestricted	Unrestricted

Poznámky pod čarou

- ¹⁷ Pofladavek na zkoušku z Morse byl v T/R 61-01 zrušen 15. září 2003. Od té doby, ekvivalence mezi CEPT licencí a národní licencí je ve stavu nového začátku.
- ¹⁸ „General User Radio Licence“ umožní ujet držitelům povolení CEPT vysílat na Novém Zélandu po dobu až 90 dnů na všech amatérských pásmech bez nutnosti získání povolení nebo ohlašovacích povinností.
- ¹⁹ Písmena OA, následovaná číslicí zóny, ze které je v Peru vysíláno, doplněná národní volací značkou operátora.
- ²⁰ Pofladavek na znalost Morseovy abecedy byl v roce 2004 zrušen za jiné pofladavky. Administrace

Doporučení CEPT T/R 61-02

HARMONIZOVANÉ RADIOAMATÉRSKÉ VYSVĚDĚNÍ (HAREC)

ÚVOD

Doporučení, tak jak bylo přijato v roce 1990, umožnilo povolovacím orgánům zemí CEPT udělovat vysvědčení HAREC. Dokument HAREC dokumentuje úspěšné složení radioamatérské zkoušky na základě zkušebního syllabu pro HAREC. Usnadňuje vydání individuálního radioamatérského povolení při delším pobytu v zemi, než je stanoveno v Doporučení CEPT T/R 61-01. Této usnadňuje vydání radioamatérského povolení při návratu do mateřské země při vlastním vysvědčení HAREC.

Doporučení upravené v roce 1994 umožnilo přístup i zemím mimo CEPT. Tato úprava je srovnatelná s rozšířením Doporučení T/R 61-01 i na země, které nejsou členy CEPT.

Revize v roce 2001 snížila požadavky na přijímání a vysílání Morseových znaků z 60 znaků za minutu na 25 znaků za minutu.

Revize v roce 2003 požadavky na přijímání a vysílání Morseových znaků zrušila.

Í Evropská konference administrací pošt a telekomunikací,

uvádějíc,

- o amatérská služba je službou podle článku 1 Radiokomunikačního úmluvy ITU a řízena Radiokomunikačním úmluvou ITU a národními předpisy,
- o povolovací orgány jsou oprávněny v souladu s článkem 25 Radiokomunikačního úmluvy ITU ověřit provozní a technickou kvalifikaci libovolné osoby, která má zájem obsluhovat radioamatérskou stanici,
- o podstatné rozdíly v existujících národních podmínkách a předpisech brání radiokomunikačním aktivitám mimo vlastní zemi,
- o v mezinárodním kontextu IARU podporuje harmonizaci zkušebních úrovní pro amatérskou službu,
- o Doporučení CEPT T/R 61-01 se vztahuje pouze na dohodné použití amatérské stanice v zemích CEPT i mimo ně,
- o země CEPT i nečlenské země CEPT vzájemně usilují o harmonizaci předpisů a záležitostí této vzhledem k nekomerčním a rekreačním aktivitám svých občanů,

poznávají,

- o je vysoce žádoucí stanovit společné úpravy pro radioamatéry, kteří chtějí používat radioamatérskou stanici mimo vlastní zemi,
- o může být nalezena společná úprava ve spleti různých typů radioamatérských povolení a zkoušek, které v zemích CEPT i mimo ně se používají,
- o na základě shody je možno stanovit, které národní typy amatérských povolení a zkoušek jsou stejných vlastností,
- o dobrá zkušenost byla získána při zavádění Doporučení T/R 61-01 při zavádění různých národních typů do CEPT povolení, což vzhledem k minimálním zkušebním standardům je v názoru potíže,
- o přes praktiky tohoto doporučení mají povolovací orgány právo uzavírat dvoustranné dohody při uznávání zahraničních radioamatérských vysvědčení,

doporučení

- a) aby povolovací orgány CEPT vydávaly vzájemně uznávaná vysvědčení HAREC těm, kteří složili úspěšně národní zkoušky, které odpovídají zkoušebním standardům CEPT (viz Příloha 1),
- b) aby povolovací orgány zemí, které nejsou členy CEPT při akceptování tohoto Doporučení, mohly požádat v souladu s podmínkami v Příloze 3 a 4 o přistoupení k tomuto Doporučení,
- c) aby povolovací orgány podílející se na tomto systému souhlasily, vzhledem k národním zákonům a předpisům, s vydáváním národních povolení, která odpovídají standardům zkoušek CEPT, cizincům, kteří vlastní vysvědčení HAREC vydané zahraničním povolovacím orgánem, na dobu delší než tři měsíce,
- d) aby libovolná osoba, která získá vysvědčení HAREC v zemi podílející se na tomto systému, měla právo po návratu do vlasti získat radioamatérské povolení bez následné zkoušky,
- e) aby povolovací orgány zabezpečily, aby informace uvedené v Přílohách 2 a 4 (tedy povolení ekvivalentní úrovni zkoušky CEPT) byly aktuální při změnách národních legislativ.

Prosíme ověřte si webovou stránku úřadu (<http://www.ero.dk>) pro aktualizaci implementace tohoto i ostatních doporučení ECC a ERC

PŘÍLOHA 1

PODMÍNKY PRO VYDÁNÍ VYSVĚDĚNÍ HAREC

- 1.a Vysvědčení HAREC bude vydáno povolovacím orgánem členské země CEPT osobám, které složily národní zkoušku pro amatérské stanice v souladu s kritérii v bodě 2. (Národní povolení, které odpovídá zkoušce ve uvedeno v Příloze 2).
 - 1.b Vysvědčení HAREC bude vydáno povolovacím orgánem nečlenské země CEPT osobám, které složily národní zkoušku pro amatérské stanice v souladu s kritérii v bodě 2. (Národní povolení, které odpovídá zkoušce ve uvedeno v Příloze 4).
 - 1.c Vysvědčení HAREC bude vydáno povolovacím orgánem členské země CEPT na požádání osobám, které složily národní zkoušku pro amatérské stanice v souladu s harmonizovaným zkoušebním syllabem.
 - 1.d Povolení vydané na základě vysvědčení HAREC opravuje k použití všech pásem přidělených amatérské službě a amatérské družicové službě a povolených v zemi, ve které je stanice provozována.
 - 1.e Tedy národních povolení, které odpovídají HARECu a povolení, která udělují povolovací orgány držitelům vysvědčení HAREC jiných zemí, jsou uvedeny v Přílohách 2 a 4.
2. **Kritéria pro národní zkoušky**

Národní zkoušky, které kvalifikují zkoušeného k získání vysvědčení HAREC, musí zahrnovat v předložených testech oblasti, se kterými se radioamatér může setkat u stanice a během její obsluhy. Musí zahrnovat nejméně oblasti **technické, provozní a předpis** (viz zkoušební syllabus).

3. Vysvědčení HAREC

Vysvědčení HAREC musí obsahovat nejméně následující informace v jazyce země, která ho vydala, dále anglickým, francouzským a německým :

- a) konstatování o držitel složil zkoušku, která splňuje požadavky tohoto doporučení,
- b) jméno držitele a datum narození,
- c) datum vydání,
- d) kdo vydal.

Tyto údaje mohou být v národním osvědčení nebo ve zvláštním dokumentu.

3. NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY

Předpisy a vyhlášky jsou uvedeny v plném znění s výjimkou Zákona o elektronických komunikacích, kde jsou uvedeny pouze části, které se týkají amatérské služby.

Zákon č. 127/2005 Sb. o elektronických komunikacích

ČÁST PRVNÍ

ELEKTRONICKÉ KOMUNIKACE

HLAVA I

Úvodní ustanovení

§ 3

§3 (1) Zajišťuje se český telekomunikační úřad (dále jen sÚřad) jako ústřední správní úřad pro výkon státní správy ve věcech stanovených tímto zákonem, v etní regulace trhu a stanovování podmínek pro podnikání v oblasti elektronických komunikací a poštovních služeb[2].

§3 (2) Sídlem Úřadu je Praha.

§3 (3) Úřad je ústřední jednotkou. Úřad má samostatnou kapitolu ve státním rozpočtu České republiky

HLAVA III

Regulace komunikací

Díl 3

Správa rádiového spektra

§ 15

Povinnosti Úřadu

§15 (1) Úřad vykonává k zajištění správy a účelného využívání rádiových kmitotvů správu rádiového spektra, která je v souladu s harmonizačními záměry Evropských společenství (dále jen sSpolečenství). Rádiovým spektrem se rozumí elektromagnetické vlny o kmitotvách od 9 kHz do 3 000 GHz z daného prostoru bez zvláštního vedení.

§15 (2) Správou rádiového spektra se rozumí sestavování návrhu plánu přidělení kmitotvů (národní kmitotvová tabulka) a jeho změny, sestavování plánu využití rádiového spektra, udělování individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitotvů, udělování přidělení rádiových kmitotvů, udělování souhlasu k převodu práv vyplývajících z přidělení rádiových kmitotvů, přidělování volacích značek a identifikačních čísel a kódů, koordinace

rádiových kmitů a kmitových pásem a kontrola využívání rádiového spektra. Úřad v rámci správy rádiového spektra odpovídá za jeho optimální využití.

§15 (3) Úřad vede databázi přidělených rádiových kmitů, vydaných individuálních oprávnění k využívání rádiových kmitů a vydaných přidělených rádiových kmitů, která obsahuje zejména čísla rozhodnutí, kterými byly rádiové kmitotypy přiděleny, v etn době, na kterou byly přiděleny. Databáze je veřejně přístupná způsobem umožňujícím dálkový přístup. Veřejný přístup není k údajům o rádiových kmitotech přidělených

- a) Ministerstvu vnitra pro účely bezpečnosti státu,
- b) Policii České republiky pro účely bezpečnosti státu,
- c) Bezpečnostní informační službou,
- d) Vězeňské službou a justiční stráží České republiky,
- e) Hasičskému záchrannému sboru České republiky,
- f) Ministerstvu obrany pro vojenské účely.

§ 16 Kmitové plány

§16 (1) Plán přidělení kmitových pásem (národní kmitová tabulka) stanoví Ministerstvo vyhláškou.

§16 (2) Plán využití rádiového spektra, popřípadě jeho části, Úřad vydává jako opatření obecné povahy.

§16 (3) Plán přidělení kmitových pásem v souladu se závazky vyplývajícími z mezinárodních smlouvy, kterou je Česká republika vázána, nebo z členství v mezinárodních organizacích obsahuje kmitová pásma pro jednotlivé radiokomunikační služby a rádiová zařízení a obecné podmínky pro využívání kmitů.

§16 (4) Úřad v plánu využití rádiového spektra stanoví technické parametry a podmínky využití rádiového spektra radiokomunikačními službami.

§16 (5) Úřad je oprávněn upravit ve veřejném zájmu využívání rádiového spektra pro poskytování univerzální služby a poskytování veřejně dostupných služeb elektronických komunikací.

§16 (6) Plán využití rádiového spektra a informace o právech, podmínkách, postupech a poplatcích týkajících se využívání rádiového spektra Úřad uveřejní. Úřad tyto informace pravidelně aktualizuje. Údaje o kmitových pásmech vyhrazených v plánu využití rádiového spektra Ministerstvu obrany pro vojenské účely se neveřejují.

§16 (7) Způsob tvorby volacích značek a identifikačních čísel a kódů, jejich používání a druhy radiokomunikačních služeb, pro něž jsou vyžadovány, stanoví prováděcí právní předpis.

§16 (8) Technické a provozní podmínky amatérské radiokomunikační služby stanoví prováděcí právní předpis.

§ 17

Individuální oprávnění k využívání rádiových kmitů

§17 (1) Rádiové kmito ty lze využívat jen na základě individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitů (dále jen oprávnění k využívání rádiových kmitů), nestanoví-li tento zákon jinak. Není-li k využívání rádiových kmitů nezbytné udělit oprávnění k využívání rádiových kmitů, Úřad stanoví podmínky k jejich využívání ve vzeobecném oprávnění.

§17 (2) V případech, kdy je nezbytné udělit oprávnění k využívání rádiových kmitů, Úřad rozhodne o jejich udělení kterémukoli podnikateli zajišťujícímu síť elektronických komunikací nebo poskytujícímu službu elektronických komunikací podle vzeobecného oprávnění nebo podnikateli užívajícímu tyto sítě nebo služby, anebo nepodnikající osobě v souladu s podmínkami zajišťujícími účelné využívání rádiových kmitů, a to na základě jeho písemné žádosti podané Úřadu.

§17 (3) Žádost o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitů musí obsahovat

a) je-li žadatelem

1. podnikající právnická osoba, obchodní firmu nebo název, sídlo, popřípadě sídlo organizace ní složené na území České republiky, a identifikační číslo, bylo-li přiděleno, jméno, příjmení a bydliště osoby oprávněné jednat jménem této právnické osoby,

2. podnikající fyzická osoba, jméno a příjmení, popřípadě obchodní firmu, bydliště, místo podnikání a identifikační číslo, bylo-li přiděleno,

3. nepodnikající osoba, jméno a příjmení, bydliště a datum narození fyzické osoby, nebo název a sídlo, popřípadě sídlo organizace ní složené na území České republiky, popřípadě identifikační číslo právnické osoby,

b) údaje o rádiových kmitotech, které jsou požadovány, včetně jejich technických parametrů, a účel jejich využívání, nejsou-li tyto kmito ty a jejich technické parametry závazně stanoveny mezinárodní smlouvou, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv,

c) návrh požadované volací značky, identifikačního čísla nebo kódu, jsou-li pro daný druh radiokomunikační služby nezbytné,

d) vymezení předpokládaného území využívání rádiových kmitů, je-li pro jejich využívání nezbytné,

e) požadovanou dobu využívání rádiových kmitů.

§17 (4) Rozsah požadovaných údajů podle odstavce 3 písm. b) pro jednotlivé druhy radiokomunikačních služeb stanoví Úřad opatřením obecné povahy.

§17 (5) Žádost o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitotů musí být doložena

a) licenci podle zvláštního právního předpisu[11] nebo smlouvou s držitelem takové licence, požaduje-li žadatel využívání rádiových kmitotů pro zřízení a provoz rozhlasového nebo televizního vysílání (rozhlasová služba),

b) prokazem odborné způsobilosti, je-li tímto zákonem požadován,

c) u osob zapsaných v obchodním rejstříku výpisem ne starším než 3 měsíce, popřípadě ověřenou kopií smlouvy nebo listiny o zřízení nebo založení právnické osoby,

d) u fyzických podnikajících osob a osoby oprávněné jednat jménem právnické osoby výpisem z evidence Rejstříku trestů ne starším než 3 měsíce,

e) osvědčením o zápisu do leteckého rejstříku České republiky, nebo osvědčením o přidělení poznávací značky, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání rádiových kmitotů na palubě letadla,

f) potvrzením Ministerstva dopravy o provedení kmitotové koordinace v rámci leteckých mezinárodních organizací, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání rádiových kmitotů letecké pohyblivé služby[12],

g) osvědčením o zápisu do plavebního rejstříku České republiky, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání rádiových kmitotů na vnitrozemském plavidle[13], nebo do námořního rejstříku České republiky, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání kmitotů na námořním plavidle[14]; zápis plavidla do plavebního rejstříku České republiky je možno rovněž doložit lodním osvědčením[14].

§17 (6) Úřad rozhodne o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitotů bezodkladně. Jedná-li se o rádiové kmitoty vyhrazené pro zvláštní účely v rámci plánu přidělení kmitotových pásem a plánu využití rádiového spektra, rozhodne Úřad ve lhůtě 6 týdnů ode dne podání úplné žádosti. Tuto lhůtu je Úřad oprávněn prodloužit, je-li to nezbytné z důvodu výběrového řízení (§ 21), nejdéle však o 8 měsíců. Lhůty vyplývající z mezinárodních dohod týkajících se využívání rádiových kmitotů nebo orbitálních pozic nejsou tímto dotčeny.

§17 (7) Je-li více žadatelů o udělení oprávnění k využívání stejných rádiových kmitotů, Úřad rozhodne o udělení oprávnění podle pořadí dozrých žádostí; tento postup se neuplatní u žadatelů o povolení k provozu stanic amatérské radiokomunikační služby. Žádá-li žadatel pro účely dokrytí území, na kterém je oprávněn zřítit a provozovat rozhlasové nebo televizní vysílání, o udělení dalšího oprávnění k využívání rádiových kmitotů pro zřízení a provoz rozhlasového nebo televizního vysílání, Úřad si před vydáním rozhodnutí vyžádá od Rady pro rozhlasové a televizní vysílání stanovisko. Neobdrží-li Úřad toto stanovisko do 30 dnů od požádání, platí, že Rada pro rozhlasové a televizní vysílání s udělením oprávnění souhlasí.

§17 (8) Úřad může vydat oprávnění k využívání rádiových kmitotů pro rozhlasovou službu, jen je-li vydána licence podle zvláštního právního předpisu[11] nebo jen se souhlasem Rady pro rozhlasové a televizní vysílání, a to i pro jiné radiokomunikační služby v části rádiového spektra vyhrazené pro rozhlasovou službu.

§17 (9) Ú ad p ednostn rozhodne o ud lení oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t nezbytných k zajít ní innosti orgán Ministerstva vnitra, Bezpe nostní informa ní slu0by, Ú adu pro zahrani ní styky a informace, Policie eské republiky, V ze ské slu0by a justí ní strá0e eské republiky, Hasi ského záchranného sboru eské republiky a jednotek po0ární ochrany, záchranné zdravotní slu0by a celních orgán [15].

§17 (10) Kmito tová pásma vyhrazená v plánu p id lení kmito tových pásem Ministerstvu obrany pro vojenské ú ely mohou být vyuívána pro vojenské ú ely bez rozhodnutí o ud lení oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t .

§17 (11) Ú ad neud lí oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t , jestli0e

a) to vy0aduje bezpe nost státu,

b) to vy0aduje dodr0ení závazk vyplývajících z mezinárodní smlouvy, kterou je eská republika vázána a která byla vyhlázena ve Sbírce zákon nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, anebo z lenství eské republiky v Evropské unii anebo v mezinárodních organizacích,

c) vyuívání po0adovaných rádiových kmito t neumo0 uje plán p id lení kmito tových pásem nebo plán vyuítí rádiového spektra,

d) 0adatel ani na opakovanou výzvu Ú adu a v jím stanovené lh t nep edlo0il úplnou 0ádst o ud lení oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t ,

e) po0adované rádiové kmito ty nejsou k dispozici nebo je nelze zkoordinovat, nebo

f) 0adatel, v p ípad právnícké osoby osoba oprávn ná jednat jejím jménem, není bezúhonný; bezúhonnost se neposuzuje a nedokládá u provozovatel amatérské radiokomunikací slu0by.

§17 (12) Ú ad m 0e rozhodnout, 0e neud lí oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t také 0adateli, který má nedoplatky po lh t splatnosti na pokutách nebo poplatcích ulo0ených podle tohoto zákona.

§17 (13) Podání opravného prost edku proti rozhodnutí podle odstavce 6 nemá odkladný ú inek.

§ 18

Vydání oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t

§18 (1) Ú ad v oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t uvede

a) byla-li 0adatelem

1. podnikající právnícká osoba, obchodní firmu nebo název, sídlo, pop ípad sídlo organizací na území eské republiky, a identifika ní íslo, bylo-li p id leno,

2. podnikající fyzická osoba, jméno a příjmení, popřípadě obchodní firmu, bydliště, místo podnikání a identifikační číslo, bylo-li přiděleno,

3. jiná nepodnikající osoba, jméno a příjmení, bydliště a datum narození fyzické osoby, nebo název a sídlo, popřípadě sídlo organizační složky na území České republiky, popřípadě identifikační číslo právnické osoby,

b) údaje o rádiových kmitočtovém pásmu v etně jejich technických parametrech,

c) označení služby nebo druhu sítě nebo technologie, pro které bylo oprávnění k využívání rádiových kmitočtů uděleno,

d) typ vysílacího rádiového zařízení, pokud je to vyžadováno mezinárodní smlouvou, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, anebo to vyplývá z členství České republiky v mezinárodních organizacích,

e) přidělené volací znaky, identifikační čísla a kódy, jsou-li pro daný druh radiokomunikační služby nezbytné,

f) výši poplatků podle §24, nestanoví-li tento zákon jinak,

g) dobu platnosti oprávnění k využívání rádiových kmitočtů.

§18 (2) Účad m o e v oprávnění k využívání rádiových kmitočtů uložit podmínky týkající se

a) zamezení škodlivé interference a ochrany obyvatel před škodlivými účinky elektromagnetického záření[8],

b) povinností vyplývajících z příslušných mezinárodních dohod o využívání rádiových kmitočtů.

Tyto podmínky Účad m o e stanoví, nestanoví-li je tento zákon, všeobecné oprávnění nebo zvláštní právní předpis.

§18 (3) Doba platnosti oprávnění k využívání rádiových kmitočtů podle odstavce 1 písm. g) musí být přiměřená dané službě elektronických komunikací a v souladu s kmitočtovými plány, harmonizacími záměry Společenství, mezinárodními smlouvami, kterými je Česká republika vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, a bezpečnosti státu. Pokud je oprávnění k využívání rádiových kmitočtů udělováno pro rozhlasové a televizní vysílání, nesmí být doba platnosti kratší než doba, na kterou je udělena licence podle zvláštního zákona.

§18 (4) Bylo-li využívání rádiových kmitočtů harmonizováno na úrovni Společenství a byly-li stanoveny podmínky jejich využívání, rozhodne Účad o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitočtů podnikateli určenému podle pravidel Společenství nebo v souladu s mezinárodní smlouvou, kterou je Česká republika vázána. Jsou-li splněny podmínky

spojené s oprávněním k využívání rádiových kmitů stanovené podle tohoto zákona nebo na jeho základě, nestanoví Úřad v oprávnění žádné další podmínky, které by omezovaly nebo obožovaly využívání rádiových kmitů.

§18 (5) Držitel individuálního oprávnění k využívání kmitů je povinen Úřadu neprodleně oznámit změny skuteností, na základě kterých mu bylo toto oprávnění uděleno.

§ 19

Změna, prodloužení, odstátní a pozbytí platnosti oprávnění k využívání rádiových kmitů

§19 (1) Úřad může rozhodnout o změně oprávnění k využívání rádiových kmitů, vyžaduje-li to

a) dodržení závazků vyplývajících z mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, a nebo z členství České republiky v Evropské unii anebo v mezinárodních organizacích,

b) nezbytné bezpečnosti státu a není-li možné ji zajistit jiným způsobem,

c) změna skuteností, na základě kterých bylo uděleno individuální oprávnění k využívání rádiových kmitů,

d) držitel individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitů žádá změny technických parametrů přiděleného kmitu; žádost o změnu parametrů přiděleného kmitu se považuje za žádost o udělení nového individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitů.

S výjimkou případu uvedeného v písmenu d) Úřad musí o změně takové změny informovat dotčené osoby a poskytnout jim lhůtu 1 měsíc k vyjádření. V případech uvedených v písmenech a) a c) může Úřad tuto lhůtu zkrátit, nejmenší však na 7 dnů. Zkrácení lhůty Úřad odvodí.

§19 (2) Dojde-li ke změně podle odstavce 1 písm. a) a b), hradí efektivně a úplně vynaložené náklady vyvolané touto změnou držitel oprávnění nebo Ministerstvu obrany prostřednictvím radiokomunikačního úřadu Úřad.

§19 (3) Na žádost držitele oprávnění k využívání rádiových kmitů Úřad rozhodne o prodloužení doby platnosti tohoto oprávnění. Pokud tomu nebrání skutečnosti uvedené v odstavci 1 písm. a), Úřad dobu platnosti prodlouží, nejvýše však o dobu uvedenou v oprávnění. Dobu platnosti lze prodloužit opakovaně.

§19 (4) Úřad rozhodne o odstátní oprávnění k využívání rádiových kmitů, jestliže

a) držitel oprávnění přestal splňovat některou z podmínek, na jejichž základě mu bylo oprávnění uděleno, nebo podmínky stanovené zvláštním právním předpisem,

b) držitel oprávnění nesplní povinnosti stanovené tímto zákonem nebo rozhodnutím o udělení oprávnění nebo o změně oprávnění, a nápravu nezjednal ani ve lhůt stanovené Úřadem podle §114, a koliv byl na možnost odnětí oprávnění z tohoto důvodu Úřadem písemně upozorněn,

c) je to nezbytné k dodržení závazků vyplývajících z mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, anebo z členství České republiky v Evropské unii anebo mezinárodních organizacích, anebo vyžaduje-li to bezpečnost státu,

d) držitel oprávnění nevyužíval předepsané kmitočty nepřetržitě po dobu 6 měsíců nebo opakovaně přerušil využívání předepsaných kmitočtů na souhrnnou dobu 12 měsíců v průběhu 2 let anebo je využíval k jiným účelům, než pro které mu byly předepsány; do doby přerušování využívání kmitočtů se nezapočítávají doby nutné pro opravy a údržbu vysílačů rádiových zařízení, nebo doba, kdy efektivnímu využívání kmitočtů bránily odvodně technické překážky; doba užívání kmitočtů se nesleduje u provozovatelů amatérské radiokomunikace sloužící, nebo

e) držitel oprávnění o odnětí požádal.

§19 (5) Rozhodne-li Úřad o odnětí oprávnění podle odstavce 4 písm. d), může odatel požádat znovu o udělení oprávnění nejdříve po uplynutí 6 měsíců ode dne, kdy rozhodnutí o odnětí oprávnění nabylo právní moci.

§19 (6) Úřad o vydání rozhodnutí o odnětí oprávnění k využívání rádiových kmitočtů v kmitočtových pásmech určených výhradně pro rozhlasové a televizní vysílání informuje Radu pro rozhlasové a televizní vysílání.

§19 (7) Oprávnění k využívání rádiových kmitočtů pozbývá platnosti

a) uplynutím doby, na kterou bylo oprávnění k využívání rádiových kmitočtů uděleno,

b) dnem zániku právnické osoby, která je držitelem oprávnění k využívání rádiových kmitočtů, pokud tato nemá právního nástupce,

c) úmrtím fyzické osoby, které bylo uděleno oprávnění k využívání rádiových kmitočtů, nebo

d) dnem, kdy rozhodnutí Úřadu podle odstavce 4 nabylo právní moci.

Práv vyplývajících z předlu rádiových kmitočtů.

§ 24

Poplatky za využívání rádiových kmitočtů

§24 (3) Povinnost platit poplatky podle odstavců 1 a 2 se nevztahuje na držitele oprávnění k využívání rádiových kmitočtů při využívání rádiových kmitočtů pro amatérskou radiokomunikaci sloužící.

§ 25

Krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů

§25 (1) Úřad udělí krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů na základě žádosti na dobu nezbytně nutnou, nejvýše však na dobu nepřesahující 1 měsíc. Krátkodobé oprávnění je určeno pro jednorázové účely, které nelze v dostatečném předstihu předvídat. Lze je udělit, jsou-li požadované kmitočty k dispozici a nedojde-li jejich využíváním ke škodlivé interferenci.

§25 (2) Žádost musí být doručena Úřadu nejméně 3 pracovní dny před požadovaným termínem zahájení využívání rádiových kmitů.

§25 (3) Žadatel o krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů je povinen za právo využívat rádiové kmitočty zaplatit jednorázový poplatek, který je splatný před udělením tohoto oprávnění. Vláda stanoví nařízením výši jednorázového poplatku v rozmezí od 500 Kč do 3 000 Kč za jeden použitelný rádiový kmitočet odstupovaného podle druhu radiokomunikační služby.

§25 (4) Využívání rádiových kmitů zahraničním subjektem na principu vzájemnosti podle mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, nepodléhá jednorázovému poplatku.

§25 (5) Na udělení krátkodobého oprávnění k využívání rádiových kmitů se nevztahuje správní řád.

§25 (6) Udělí-li Úřad krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů v kmitočtových pásmech určených výhradně pro rozhlasové a televizní vysílání, informuje o tom Radu pro rozhlasové a televizní vysílání.

§ 26

Odborná způsobilost

§26 (1) Odborná způsobilost žadatele o oprávnění k využívání rádiových kmitů se vyžaduje pro obsluhu

- a) radiotelefonních, radiotelegrafních nebo jiných vysílacích rádiových zařízeních umístěných na palubách letadel a lodí zapsaných v leteckém, plavebním nebo námořním rejstříku České republiky,
- b) radiotelefonních a radiotelegrafních pozemních vysílacích rádiových zařízeních letecké pohyblivé služby a námořní pohyblivé služby a radiotelefonní služby na vodních cestách,
- c) radiotelefonních a radiotelegrafních pozemních vysílacích rádiových zařízeních provozovaných v pásmu krátkých vln,
- d) vysílacích rádiových zařízeních pro amatérskou radiokomunikační službu.

§26 (2) Obsluhu vysílacích rádiových zařízeních uvedených v odstavci 1 mohou vykonávat osoby, které mají platný průkaz odborné způsobilosti k obsluze těchto zařízení. Je-li držitelem oprávnění k využívání rádiových kmitočtů právnická osoba, je povinna zajistit, aby obsluhu vysílacích rádiových zařízeních prováděla pouze osoba, která má platný průkaz odborné způsobilosti. Tuto způsobilost k obsluze vysílacích rádiových zařízeních ověřuje Úřad zkouškou. Obsluhu mohou vykonávat i osoby, jejichž zvláštní způsobilost k obsluze vysílacích rádiových zařízeních byla Úřadem uznána podle zvláštního právního předpisu.

§26 (3) Žadatel se ke zkoušce podle odstavce 2 přihlašuje písemně u Úřadu. Úřad odateli umožní vykonání zkoušky nejpozději do 3 měsíců od doručení přihlášky.

§26 (4) Žadatel, který prokázal odbornou způsobilost k vykonávání obsluhy vysílacích rádiových zařízeních zkouškou, vydá Úřad průkaz odborné způsobilosti.

§26 (5) Náležitosti přihlášky ke zkoušce podle odstavce 3, obecné podmínky pro vykonání zkoušky, rozsah znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, způsob provádění zkoušek, druhy průkazů odborné způsobilosti a dobu jejich platnosti stanoví prováděcí právní předpis.

Díl 3

Ochrana elektronických komunikací

§ 100

Povinnosti provozovatel

§100 (1) Provozovatelé strojů, přístrojů a zařízení (dále jen „zařízení“), jejichž provozem vzniká vysokofrekvenční energie, jsou povinni zajistit, aby vysokofrekvenční energie těchto zařízení nezpůsobovala rušení provozu elektronických komunikací zařízením a sítí, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikací služeb, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak.

§100 (2) Rušením provozu se rozumí elektromagnetické rušení, které zhoršuje, znemožňuje nebo opakovaně ruší provoz elektronického komunikačního zařízení, sítě elektronických komunikací, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikací služeb.

§100 (3) Dojde-li k rušení provozu elektronického komunikačního zařízení nebo sítě, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikací služeb, je provozovatel za rušení povinen učinit vhodná ochranná opatření. Neprovede-li provozovatel rušení ochranná opatření sám, provede je provozovatel rušeného elektronického komunikačního zařízení nebo sítě na náklady provozovatele rušení.

§100 (4) Vzniklo-li rušení provozu nedodržením podmínek stanovených pro provoz zařízení, nese náklady na ochranná opatření provozovatel tohoto zařízení, jinak nese náklady

provozovatel za ízení pozd ji uvedeného do provozu nebo zm n ného. Pokud ruzené za ízení neodpovídá po0adavk m na elektromagnetickou kompatibilitu, ponese náklady na ochranná opat ení provozovatel tohoto za ízení. Jinak nese tyto náklady provozovatel za ízení pozd ji z ízeného nebo zm n ného.

§100 (5) Dojde-li k ruzení p íjmu rozhlasového nebo televizního vysílání, které je na daném území provozováno provozovatelem vysílání nebo provozovatelem p evzatého vysílání podle zvláztního právního p edpisu, provozem amatérské radiokomunika ní slu0by, je Ú ad oprávn n ulo0it dr0iteli oprávn ní k vyu0ívání rádiových kmto t pro tuto amatérskou radiokomunika ní slu0bu podmínky k odstran ní ruzení. V p ípad , 0e ruzení vzniká pouze vlivem nedostate né elektromagnetické slu itelnosti p íjmacího za ízení, informuje Ú ad provozovatele ruzeného p íjmacího za ízení o mo0ných podmínkách vedoucích k odstran ní ruzení.

§100 (6) Ú ad zjiz uje zdroje ruzení provozu elektronických komunika ních za ízení a sítí, poskytování slu0eb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunika ních slu0eb. V p ípad zjizt ní zdroje ruzení postupuje Ú ad obdobn podle §114. V od vodn ných p ípadech Ú ad vydá p edb 0né opat ení k okam0itému odstavení zdroje ruzení bez p edchozí výzvy.

§100 (7) V p ípad , 0e provozovatel za ízení ruzíciho provoz neodstraní zdroj ruzení provozu ve lh t stanovené mu Ú adem ve výzv nebo v p edb 0ném opat ení, Ú ad rozhodne o odstran ní zdroje ruzení.

§100 (8) Ú ad zjiz uje p ednostn ruzení provozu elektronických komunika ních za ízení a sítí Ministerstva obrany a ozbrojených sil eské republiky, Ministerstva vnitra, Bezpe - nostní informa ní slu0by, Policie eské republiky, Hasi ského záchranného sboru eské republiky, zdravotnické záchranné slu0by, celních orgán a V ze ské slu0by a justní strá0e eské republiky.

§100 (9) Za ruzení provozu elektronických komunika ních za ízení a sítí, poskytování slu0eb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunika ních slu0eb se pova0uje í ruzení zp sobené elektromagnetickým stín ním nebo odrazy elektromagnetických vln stavbami nebo innostmi souvisejícími s provád ním stavby. Provozovatel elektronických komunika ních za ízení a sítí, podnikatel poskytující slu0bu elektronických komunikací nebo provozovatel radiokomunika ních slu0eb, jeho0 provoz je ruzen, je povinen vyzvat vlastníka nebo stavebníka dot ené stavby k uzav ení dohody o vhodných opat eních k odstran ní tohoto ruzení. Nedojde-li k dohod , rozhodne o zp sobu odstran ní ruzení na návrh jedné ze stran a po projednání s Ú adem p ísluzný stavební ú ad podle zvláztního právního p edpisu. Není-li toto rozhodnutí vzhledem k povaze v ci v p sobnosti p ísluzného stavebního ú adu, rozhodne o zp sobu odstran ní ruzení Ú ad. Náklady na odstran ní ruzení stavbami nese vlastník dot ené stavby, náklady na odstran ní ruzení innostmi souvisejícími s provád ním stavby nese stavebník.

§100 (10) Spory o výzi efektivn a ú eln vynalo0ených náklad na ochranná opat ení k odstran ní ruzení rozhodne soud.

HLAVA VI

Státní správa v oblasti elektronických komunikací

Díl 1

Správní úřady v oblasti elektronických komunikací

Státní kontrola elektronických komunikací

§ 113

§113 (1) Úřad vykonává státní kontrolu elektronických komunikací.

§113 (2) Práva a povinnosti zaměstnanců úřadu, vykonávajících státní kontrolu elektronických komunikací (dále jen *spověné osoby*), a osob vykonávajících komunikační činnosti podle tohoto zákona (dále jen *spovinné osoby*) při výkonu státní kontroly elektronických komunikací stanoví zvláštní právní předpis, nestanoví-li tento zákon jinak.

§113 (3) Při výkonu státní kontroly elektronických komunikací úřad kontroluje plnění povinností a podmínek stanovených tímto zákonem, prováděcími právními předpisy, opatřeními obecné povahy, rozhodnutími a rozhodnutími o cenách vydanými na základě tohoto zákona. Úřad dále kontroluje využívání rádiových kmitočetů.

§113 (4) Při kontrole využívání rádiových kmitočetů *spověné osoby* zjistí a doloží dodržování technických parametrů a dalších podmínek stanovených ve všeobecném oprávnění nebo v individuálním oprávnění k využívání rádiových kmitočetů.

§113 (5) Je-li to nezbytně nutné pro identifikaci osob využívajících rádiové kmitočty, jsou *spověné osoby* při kontrole využívání rádiových kmitočetů monitorováním oprávněny se seznamovat s obsahem přenášených zpráv. Jinak se kontrola využívání rádiových kmitočetů provádí jejich monitorováním bez odposlechu a záznamu zpráv. *Pověné osoby* nesmějí obsah přenášených zpráv sdělovat jiným osobám než odesílateli nebo adresáti přenášených zpráv, popřípadě jimi zmocněnému zástupci ani umožnit jiným osobám, aby získávaly informace o obsahu přenášených zpráv.

§113 (6) Kontrola cen spočívá

a) ve zjištění, zda prodávající nebo kupující neporuzují ustanovení tohoto zákona nebo rozhodnutí o cenách vydané úřadem,

b) v ověření správnosti předkládaných podkladů pro potřeby vyhodnocování vývoje cen, regulace cen a pro řízení o porušení ustanovení tohoto zákona nebo rozhodnutí o cenách vydané úřadem.

§113 (7) *Pověné osoby* se prokazují zvláštním průkazem k výkonu státní kontroly elektronických komunikací, ve kterém jsou uvedeny základní identifikační údaje o jeho držiteli, evidenční číslo průkazu a datum vydání. Průkaz musí být opatřen podpisem osoby, která jej vydala, s uvedením její funkce.

§113 (8) Povinná osoba nesmí vykonávat státní kontrolu elektronických komunikací u takové povinné osoby, u níž je osobou blízkou osobám, které mají v povinné osobě postavení, je-li by mohlo ovlivnit nepodjatost povinné osoby.

§113 (9) Vzor pro výkon státní kontroly elektronických komunikací stanoví prováděcí právní předpis.

§ 120 Přestupky

§120 (1) Fyzická osoba se dopustí přestupku tím, že

- a) využívá rádiové kmitočty, pro jejichž využívání je třeba oprávnění k využívání rádiových kmitočtů podle §17 odst. 1, bez tohoto oprávnění,
- b) neoznámí změnu skuteností podle §18 odst. 5,
- c) vykonává obsluhu vysílacího rádiového zařízení bez platného příkazu podle §26,
- d) nesplní jednu nebo více podmínek všeobecného oprávnění nebo oprávnění k využívání rádiových kmitočtů a tyto nedostatky neodstraní ve lhůtu stanovené Úřadem,
- e) uskutečnila zlomyslné volání na číslo tísňového volání (§ 33),
- f) uvede do provozu nebo provozuje přístroj v rozporu s §73,
- g) použije adresu elektronické pošty pro odeslání zprávy nebo zpráv těmto osobám bez souhlasu držitele adresy elektronické pošty (§ 93),
- h) nabídla marketingovou reklamu nebo jiný obdobný způsob nabídky zboží nebo služeb účastníkovi, který uvedl, že si nepřeje být kontaktován za účelem marketingu (§ 96 odst. 3),
- i) porušila zákaz provádění činnosti v ochranném pásmu podle §102 odst. 3 a 4,
- j) porušila zákaz provádění činnosti v ochranném pásmu uvedený v územním rozhodnutí o ochranném pásmu podle §102 odst. 5 nebo §103, nebo
- k) neoznámí Úřadu bezodkladně odstranění zjištěných nedostatků podle §114.

§120 (2) Za přestupek podle odstavce 1 se uloží pokuta do 100 000 Kč.

§ 121

§121 (1) Správní delikty a p estupky podle tohoto zákona projednává Ú ad.

§121 (2) Pokuty vybírá a vymáhá Ú ad. P íjem z pokut je p íjmem státního rozpo tu. P í vybírání a vymáhání uložených pokut se postupuje podle zvlátního právního p edpisu.

§121 (3) Za porušení stejné povinnosti b hem 2 let m ůe Ú ad uložit pokutu a0 do výze dvojnásobku pokuty uvedené v §118 a 120.

§121 (4) Ú ad vede evidenci pravomocných rozhodnutí o pokutách uložených podle tohoto zákona za poslední 4 roky.

HLAVA VIII

Ustanovení o ízení

Díl 1

Obecná ustanovení o ízení

§ 122

Vztah ke správnímu ádu

§122 (1) Není-li tímto zákonem stanoveno jinak, postupuje se v ízení u Ú adu podle správního ádu. Ustanovení správního ádu o moóném zp sobu ukon ení ízení o rozkladu se nepouíje. Pro ú ely složení rozkladové komise se lenové Rady Ú adu, s výjimkou jejího p edsedy, nepovaují za zam stnance úst edního správního ú adu.

§122 (3) Sou asn s uv dom ním ú astník ízení o zahájení ízení o vydání rozhodnutí podle §107 odst. 8 písm. b) bod 3 a0 5 vyzve Ú ad ú astníky ízení k podání vyjád ení v etn návrh d kaz s uvedením, v jaké lh t a jakým zp sobem lze vyjád ení podat. Lh ta nesmí být kratzí ne0 7 dn . K pozd ji podaným vyjád ením nebo návrh m d kaz Ú ad nep íhlíí, s výjimkou vyjád ení a návrh d kaz ke skute nostem, které ú astník bez své viny nemohl ve stanovené lh t uplatnit. Na tuto skute nost musí být ú astník ízení výslovn upozorn n.

§122 (4) Za pr tahy ízení m ůe Ú ad uložit po ádkovou pokutu a0 do výze 100 000 K .

§122 (5) Ú ad je povinen dát ú astník m možnost, aby se p ed vydáním rozhodnutí mohli vyjád it k jeho podkladu i ke zp sobu jeho zjizt ní, pop ípad navrhnout jeho dopln ní.

§122 (8) K novým skute nostem a k návrh m na provedení nových d kaz uvedeným v odvolání nebo rozkladu se p íhlédne jen tehdy, jde-li o takové skute nosti, které by po právní moci rozhodnutí od vod ovaly obnovu ízení.

§ 123
Opravný prostředek

§123 (1) Proti rozhodnutí Úřadu vydanému ve správním řízení lze podat odvolání nebo rozklad, nestanoví-li tento zákon jinak. O rozkladu proti rozhodnutí Úřadu, které v prvním stupni nevydal předseda Rady, rozhoduje předseda Rady.

§123 (2) Pokud v prvním stupni vydal rozhodnutí předseda Rady, při rozhodování o odvolání v Radě nehlasuje

**Vyhláška č. 155/2005 Sb.,
o způsobu tvorby volacích značek, identifikačních čísel a kódů,
jejich používání a o druzích radiokomunikačních služeb, pro které
jsou vyžadovány**

Ministerstvo informatiky stanoví podle § 150 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích) (dále jen zákon) způsob provedení § 16 odst. 7 zákona:

§ 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- a. rádiovým zařízením jeden nebo několik vysílá nebo soubor vysílá a přijímá, včetně jejich poskytlů služeb poskytovaných na daném stanovišti k výkonu dané radiokomunikační služby (dále jen stanice),
- b. pevnou službou radiokomunikační služba mezi stanovenými pevnými body,
- c. pevnou stanicí stanice pevné služby,
- d. základnovou stanicí pozemní stanice pozemní pohyblivé služby,
- e. poběžné stanicí pozemní stanice námořní pohyblivé služby nebo radiotelefonní služby na vnitrozemských vodních cestách,
- f. leteckou stanicí pozemní stanice letecké pohyblivé služby,
- g. pozemní pohyblivou stanicí pohyblivá stanice pozemní pohyblivé služby schopná přemísťování po zemském povrchu uvnitř zemských hranic země nebo svatá,
- h. lodní stanicí pohyblivá stanice námořní pohyblivé služby nebo radiotelefonní služby na vnitrozemských vodních cestách umístěná na plavidle, které není trvale spojeno s pevninou,
- i. letadlovou stanicí pohyblivá stanice letecké pohyblivé služby umístěná na palubě letadla,
- j. amatérskou radiokomunikační službou radiokomunikační služba pro sebezávězťování nebo pro vzájemná spojení prováděná oprávněnými osobami nezávězťově.

- k. námořní pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi pobřežními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti a provozu námořní plavby,
- l. leteckou pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi letadlovými a leteckými stanicemi nebo mezi letadlovými stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti leteckého provozu,
- m. pozemní pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi základnovými stanicemi a pozemními pohyblivými stanicemi nebo mezi pozemními pohyblivými stanicemi navzájem,
- n. radiotelefonní službou na vnitrozemských vodních cestách radiokomunikační služba mezi pobřežními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem nebo mezi pobřežními stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti a provozu vnitrozemské plavby,
- o. volací značka každé poznávací označení stanice, které umožňuje zjistit její totožnost během vysílání,
- p. Q-kódem kódová skupina tří písmen začínající vždy písmenem Q, která má určitý konkrétní, mezinárodně dohodnutý význam.

§ 2 Volací značky

(1) Provozovatelé stanic provozovaných na území České republiky a provozovatelé stanic Českých subjektů provozovaných mimo území České republiky používají při vysílání volací značky, s výjimkou případů uvedených v odstavci 3.

(2) Volací značky jsou mezinárodní, národní a zvláštní.

(3) Bez volací značky lze provozovat

- a. stanice k řízení modelářské a hraček, lékařské radiosondy a zařízení určená k provozu ovládacích nebo měřicích signálů pomocí elektromagnetického pole vytvořeného tímto zařízením,
- b. stanice provozované na základě všeobecného oprávnění (§ 9 zákona).

§ 3 Identifikační čísla a kódy

Identifikační čísla a kódy pro selektivní volání se používají pro potřeby námořní pohyblivé, letecké pohyblivé a pozemní pohyblivé radiokomunikační služby.

§ 4 Tvorba volacích značek

(1) Stejná volací značka nemůže být přidělena dvěma nebo více provozovatelům stanic.

(2) Volací značky se používají tak, aby nemohly být zaměňovány s volacími značkami tis o

vých signál (SOS/MAYDAY), pilnostních signál (XXX/PANPAN), bezpečnostních signálů (TTT/SÉCURITÉ) nebo s kódovými zkratkami Q-kódu.

(3) Při povolání volací značky se přihledne k návrhu Oadatele na povolání urité volací značky uplatněnému při podání Oádosti o oprávnění, je-li návrh Oadatele v souladu s odstavcem 1 a 2 a § 9 a 11.

§ 5 Používání volacích značek

(1) Provozovatel stanice vysílá na začátku a na konci spojení vlastní volací značku. Trvá-li spojení déle než pět minut, za další provozovatel stanice volací značku po pěti minutách.

(2) Provozovatel stanice amatérské radiokomunikace vysílá na začátku a na konci každého spojení vlastní volací značku. Trvá-li spojení déle než deset minut, za další provozovatel stanice vlastní volací značku po deseti minutách.

(3) Neobsluhovaná stanice¹⁾ amatérské radiokomunikace vysílá volací značku v intervalu deseti minut.

(4) Používá-li provozovatel stanice superponovanou mezinárodní volací značku, musí před jejím vysláním vysílat Q-kód sQT%Superponovaná značka je doplňková informace přenášená na pozadí určitého signálu, která přímo nesouvisí s obsahem přenášené informace.

§ 6

(1) V radiotelegrafním provozu provozovatel stanice vysílá mezinárodní volací značku ve formě znaků Morseovy abecedy.

(2) V radiodálhopisném provozu provozovatel stanice vysílá mezinárodní volací značku ve formě znaků mezinárodní telegrafní abecedy.

(3) V radiotelefonním provozu provozovatel stanice jednotlivá písmena a číslice volací značky vyslovuje

- a. ve vnitrostátní radiokomunikace odděleněsky podle hláskovací tabulky uvedené v příloze, číslice následující za písmeny však lze vyslovovat i jako souborná čísla,
- b. v mezinárodní radiokomunikace odděleně anglicky podle hláskovací tabulky uvedené v příloze.

§ 7

Provozovatel stanice vyslovuje slovní výrazy, názvy a jména v národní volací značce jako

jako celá slova. Rejstříkové znaky letadel hláskují esky, pop. anglicky podle hláskovací tabulky uvedené v příloze. Íslice vyslovuje jednotliv; u stanic jiných než letadlových lze vyslovovat několik po sobě jdoucích íslic též jako íslo.

§ 8

Mezinárodní volací znaky

(1) Mezinárodní volací znaky se používají provozovateli stanice v radiotelegrafním provozu, stanice otevřené pro mezinárodní veřejnou korespondenci, stanice amatérské radiokomunikační služby, stanice pokusné nebo jiné stanice, která by mohla působit škodlivou interferencí za hranicemi České republiky; mezinárodní volací znaky se nepoužívají, pokud lze z příjmu vysílání v zahraničí zjistit totožnost stanice i jiným způsobem, například ze zvukového nebo obrazového obsahu vysílání.

(2) Používá-li provozovatel pevné, pozemní nebo rozhlasové stanice v mezinárodní radiokomunikační službě více než jednoho kmitočtu, lze pro každý kmitočet (u pevných stanic pro každou skupinu kmitočtů) použít odlišnou mezinárodní volací znaku.

§ 9

(1) Mezinárodní volací znaky tvoří kombinace písmen, pop. písmen a íslic, při čemž lze použít

- a. písmena: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z,
- b. íslice: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

(2) V mezinárodní volací znance tvoří první dvě písmena vždy dvojice písmen OK nebo OL. Bezprostředně za písmeny nelze použít íslice 0 a 1, s výjimkou volacích znaků stanic amatérské radiokomunikační služby.

(3) Mezinárodní volací znaky pro jednotlivé druhy stanic se používají podle těchto zásad:

- a. pevné stanice: první písmena, z nichž první dvě jsou OK nebo OL, za nimiž mohou následovat nejvýše tři íslice,
- b. základnové stanice: první písmena, z nichž první dvě jsou OL, za nimiž mohou následovat nejvýše tři íslice,
- c. pevné stanice: první písmena, z nichž první dvě jsou OL, za nimiž mohou následovat jedna íslice,
- d. letecké stanice: první písmena, z nichž první dvě jsou OK, za nimiž mohou následovat nejvýše dvě íslice,
- e. pohyblivé pozemní stanice:
 1. první písmena, z nichž první dvě jsou OL, a jedna íslice (v radiotelefonním a radiotelegrafním provozu); jako třetí písmeno není možno použít písmena G, H, L, O, U a V, nebo
 2. písmena OL a první íslice (v radiotelefonním provozu),

- f. lodní stanice:
1. pouze s radiotelefonním provozem: dvojice písmen OL následovaná čtyřmi číslicemi nebo jedním písmenem a čtyřmi číslicemi,
 2. ostatní: čtyři písmena, z nichž první dvě jsou OL a jako třetí se používá u námořních lodí písmeno G nebo H a u vnitrozemských plavidel písmeno L, O, U nebo V,
- b. stanice na lodních záchranných luncích: volací značka lodí, jejíž jsou luny součástí (mateřská loď), a dvě číslice,
- c. letadlové stanice:
1. pět písmen, z nichž první dvě jsou OK a další tři písmena jsou shodná s písmeny registřikové značky letadla,
 2. sedm znaků shodných s registřikovou značkou letadla, z nichž první dva jsou písmena OK, další tři znaky jsou písmena a poslední dva znaky číslice,
 3. šest znaků, z nichž první dva jsou písmena OK a další čtyři číslice pro kluzáky nebo vrtulník (případně s pomocným motorem), nebo
 4. šest znaků, z nichž první tři jsou písmena OKA a další tři číslice pro kluzáky nebo vrtulník (případně s pomocným motorem).
- d. stanice letadlových záchranných lun : volací značka letadla, jehož jsou luny součástí (mateřské letadlo), a jedna číslice,
- e. stanice amatérské radiokomunikační služby: OK0 až OK9 a jedno, dvě nebo tři písmena, nebo OL0 až OL9 a jedno nebo více písmen nebo číslic, písmeno
1. volací značka zařazených OK0 a jedno, dvě nebo tři písmena se používají neobsluhovaným stanicím,
 2. volací značka zařazených OK1 a OK2 a trojice písmen, zařazených písmeny K, O nebo R, se používají klubovým stanicím,
 3. volací značka zařazených OK1 až OK7 a dvě nebo tři písmena, s výjimkou znakové kombinace uvedené v bodě 2, se používají stanicím jednotlivců, které jsou držiteli prokazující odborné způsobilosti HAREC operátora třídy A,²⁾
 4. volací značka zařazených OK8 a dvě nebo tři písmena se používají cizím státním příslušníkům vysílajícím z území České republiky,
 5. volací značka zařazených OK9 a tři písmena se používají stanicím jednotlivců, které jsou držiteli prokazující odborné způsobilosti NOVICE operátora třídy N,
 6. volací značka zařazených OL0 až OL9 a dvě nebo více písmen nebo číslic, písmeno poslední musí být písmeno, se používají stanicím amatérské radiokomunikační služby v rámci krátkodobých oprávnění,
 7. volací značka zařazených OK1 až OK7 nebo OL0 až OL9 a jedno písmeno se používají pouze pro účely mezinárodních amatérských závodů.

(4) Volací značka stanice amatérské radiokomunikační služby používána dříve vydaným oprávněním může být opětovně používána jinému odateli této služby nejdříve po uplynutí pěti let po skončení platnosti původního oprávnění.

§10 Národní volací značka

(1) Národní volací značka se používá provozovateli stanice při provozování radiokomunikační služby výlučně na území České republiky.

(2) Národní volací značka tvoří

- a. kombinace písmen, popřípadě písmen a číslic, odlišná od kombinace používané ve volacích značkách mezinárodních, přičemž lze použít
 1. písmena: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z,
 2. číslice: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9,
- b. jednoslovný výraz, za nímž může následovat číslice; jako slovní výraz nelze použít slovo vulgární nebo matoucí, nebo
- c. název stanice, místní název nebo jméno provozovatele, za nimiž mohou následovat číslice.

(3) Používá-li provozovatel stanice více než jeden kmitočet, lze pro každý kmitočet přidělit odlišnou volací značku.

§11 Zvláštní volací značka

(1) Zvláštní volací značka se používá na žádost provozovatele letadlové nebo lodní stanice, a nebo pro zvláštní charakteristické signály nebo jiné charakteristické znaky vysílání.

(2) Zvláštní volací značka tvoří

- a. u letadlových stanic
 1. mezinárodní volací značka letadlové stanice, již předchází buď radiofonní zkratka provozovatele letadla nebo označení typu letadla,
 2. radiotelefonní zkratka provozovatele letadla, za níž je zařazeno poadové číslo letu, nebo
 3. rejstříková značka, popřípadě zvláštní značka letadla,
- b. u lodních stanic zvláštní značka plavidla, již může být i jméno plavidla, které může předcházet označení druhu plavidla.

§12 Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. května 2005.

Ministr: **Mlynář v.r.**

Poznámky pod čarou:

- 1) Vyhláška č. 156/2005 Sb., o technických a provozních podmínkách amatérské radio-komunikace nísluoby.
- 2) Vyhláška č. 157/2005 Sb., o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílačích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, o způsobu provádění zkoušek, o druzích prokazování způsobilosti a době jejich platnosti.

Příloha k vyhlášce č. 155/2005 Sb.**Hláskovací tabulka**

Písmeno	český	Anglický [výslovnost]
A	Adam	Alpha [alfa]
B	Božena	Bravo [brávou]
C	Cyril Čeněk	Charlie [čárlí]
D	David Děblice	Delta
E	Emil	Echo [ekou]
F	Frantizek	Foxtrot
G	Gustav	Golf
H	Helena	Hotel [houtel]
CH	Chrudim	-
I	Ivan	India [indja]
J	Josef	Juliett [džúljjet]
K	Karel	Kilo [kílou]
L	Ludvík Lubochava	Lima
M	Marie	Mike [majk]
N	Norbert Nina	November [novembr]
O	Oto (Otakar)	Oscar [oskr]
P	Petr	Papa [papá]
Q	Quido [vysl. Kvído]	Quebec [kvíbek]
R	Rudolf Reho	Romeo [roumiou]
S	Svatopluk	Sierra
Š	Šimon	-
T	Tomáš Těznov	Tango [tengou]
U	Urban	Uniform [júnyfórm]
V	Václav	Victor [vyktr]
W	Dvojitě V	Whisky [visky]
X	Xaver	X-Ray [eksrej]
Y	Ypsilon	Yankee [jenky]
Z	Zuzana	Zulu [zúlú]
Ž	Žofie	-

**Vyhláška .156/2005 Sb.,
o technických a provozních podmínkách amatérské
radiokomunikační služby**

Ministerstvo informatiky stanoví podle § 150 odst. 2 zákona . 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích) (dále jen zákon) provedení § 16 odst. 8 zákona:

**ČÁST PRVNÍ
Všeobecná ustanovení**

§ 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí

- a. amatérskou radiokomunikační službou radiokomunikační služba pro sebevzdělávání nebo pro vzájemná spojení prováděná oprávněnými osobami nevydělně,
- b. amatérskou stanicí jeden nebo několik vysílačů nebo soubor vysílačů a přijímačů, včetně jejich poskytnutí na daném stanovišti k výkonu amatérské radiokomunikační služby (dále jen stanice),
- c. provozováním stanice přijímání a vysílání rádiových vln,
- d. volací značkou každé poznávací označení stanice, které umožňuje zjistit její totožnost během vysílání¹⁾,
- e. prokazem odborné způsobilosti HAREC²⁾ (Harmonised Amateur Radio Examination Certificate) prokazem operátora amatérské radiokomunikační služby mající mezinárodní platnost (dále jen prokaz HAREC),
- f. prokazem odborné způsobilosti NOVICE²⁾ prokazem operátora amatérské radiokomunikační služby mající platnost v České republice (dále jen prokaz NOVICE),
- g. operátorem osoba obsluhující stanici,
- h. vedoucím operátorem osoba, která je zapsána v individuálním oprávnění k využití rádiových kmitů vydaném pro klubovou stanici a je držitelem prokaz HAREC,
- i. systémovým operátorem osoba zapsaná v individuálním oprávnění k využití rádiových kmitů vydaném pro neobsluhovanou stanici a je držitelem prokaz HAREC,
- j. operátorem oprávněným provádět dozor osoba, která je držitelem prokaz HAREC, je pověřena vedoucím operátorem k doзору nad výkonem činnosti operátora bez prokaz odborné způsobilosti u klubové stanice a je vedoucím operátorem zapsaná do staničního deníku,
- k. amatérským převaděčem vysílače rádiové zařízení provozované v kmitových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunikační službu, které přijímá vysokofrekvenční signál na určeném kmitočtu a převádí jej na jiný kmitočet, namísto se přijímaný signál znovu vysílá.

- l. amatérským majákem vysílací rádiové za ízení provozované v kmito tových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunika ní slu0bu, slou0ící ke studiu posouzení podmínek z íení rádiových vln a ke kontrole p íjímací ásti amatérské stanice,
- m. paketovým uzlem vysílací rádiové za ízení provozované v kmito tových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunika ní slu0bu, umo0 ující vstup do rádiové síť pro p enos dat mezi stanicemi s výjimkou stanic systému pro automatické p edávání údaj o poloze (APRS - Automatic Position Reporting System),
- n. mezinárodní organizací CEPT (Conférence Européene des Administrations des Postes et des Télécommunications) Evropská konference poztovních a telekomunika ních správ (dále jen sCEPT%),
- o. stanicí jednotlivce stanice, kde dr0itelem oprávn ní je fyzická osoba,
- p. klubovou stanicí stanice, kdy jednu volací zna ku pou0ívá více osob,
- q. maximálním výstupním výkonem zpi kový výkon vysílacího za ízení dodávaný do anténního napáje e.

ÁST DRUHÁ PROVOZNÍPODMÍNKY AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKA NÍ SLU0BY

§ 2

Individuální oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t

- (1) Individuální oprávn ní k vyuívání rádiových kmito t (dále jen s oprávn ní%) pro amatérskou radiokomunika ní slu0bu se ud luje pro
- a. stanicí jednotlivce,
 - b. klubovou stanicí,
 - c. neobsluhovanou stanicí (§ 6).
- (2) Cizí státní p ísluzník je oprávn n na území eské republiky provozovat stanicí bez oprávn ní, jestli0e
- a. je dr0itelem licence CEPT³⁾ nebo jejího ekvivalentu uznaného CEPT,
 - b. pobývá na území eské republiky nep etr0it po dobu kratzí ne0 3 m síce⁴⁾ a
 - c. podobnou výhodu poskytuje ob an m eské republiky rovn 0 stát, jeho0 je p ísluzníkem.
- (3) Cizím státním p ísluzníkem z lenských zemí CEPT se ud luje oprávn ní na základ p edlo0ení pr kazu HAREC nebo jeho ekvivalentu uznaného CEPT.

§ 3

Provozování stanice

- (1) Cizí státní p ísluzník uvedený v § 2 odst. 2, pou0ije p i obsluze stanice svoji domovskou volací zna ku, které p ed adí dvojicí písmen sOK%. Písmena sOK%a domovská volací zna ka jsou odd leny lomítkem s%opop . anglickým slovem sstroke%

(2) Zkušební vysílání musí být prováděno do vhodného nevyzvedajícího odporu, který nahrazuje vstupní impedanci antény (umístěná zátěž 0), s výjimkou nastavení antén a anténních obvodů vysílače.

§ 4 **Třídy operátorů**

(1) Operátor je na základě úspěšného složení zkoušky podle zvláštního právního předpisu zařazen do třídy A nebo do třídy N.

(2) Maximální výstupní výkon ve třídě

- a. P je 750 W v kmitočtových pásmech uvedených v příloze 1 k této vyhlášce v tabulce 1, pokud status uvedený v tabulce nestanoví výkon nižší,
- b. P je 10 W v kmitočtových pásmech uvedených v příloze 1 k této vyhlášce v tabulce 2.

(3) V mezích kmitočtových pásem uvedených v tabulkách přílohy 1 k této vyhlášce může operátor pro jednotlivé druhy provozu použít pouze kmitočtové úseky podle doporučení Mezinárodní radioamatérské unie (IARU - International Amateur Radio Union) pro Region 1.

(4) Na mezinárodním radioamatérském závodě nebo při spojení využívajícím pasivní odraz od mimozemských objektů může operátor třídy A obsluhovat stanici o maximálním výstupním výkonu 1500 W v intravilánu a 3000 W mimo toto území.

(5) Výkony uvedené v odstavcích 2 a 3 nesmí být překročeny v součtu výkonů jednotlivých vysílačů zařízených při jejich současném provozu na jednom kmitočtu a modulovaných z jednoho zdroje.

(6) Maximální výstupní výkon neobsluhované stanice je 50 W.

§ 5 **Klubové stanice**

(1) Operátor, který není držitelem příkazů HAREC nebo NOVICE může obsluhovat klubovou stanici jen v rozsahu třídy N a pod dozorem operátora oprávněného provádět dozor.

(2) Do stančního deníku klubové stanice se zaznamenává jméno a příjmení vedoucího operátora, operátora oprávněného provádět dozor, operátora klubové stanice a údaje o provozu klubové stanice. Údaje o provozu do stančního deníku zaznamenává operátor.

(3) Údaji o provozu v odstavci 2 se rozumí zejména, datum, čas a doba trvání uskutečněního rádiového spojení, použité kmitočtové pásmo, druh provozu, volací značka stanice a stanoviště klubové stanice, se kterou bylo uskutečнено rádiové spojení.

(4) S obsahem oprávnění pro klubovou stanici musí být seznámen každý její operátor.

§ 6 Neobsluhované stanice

Neobsluhovanou stanicí se rozumí amatérský převáděč, amatérský maják nebo paketový uzel.

§ 7 Stanoviště stanice

(1) Držitel oprávnění může stanici trvale provozovat jen na stanovišti uvedeném v oprávnění.

(2) Provozuje-li držitel oprávnění přechodně stanici

- a. z jiného pevného stanoviště mimo stanoviště podle odstavce 1, doplní volací značku o údaj *SP* nebo anglické slovo *portable*
- b. z pohyblivého stanoviště, doplní volací značku o údaj *M* nebo anglické slovo *mobile*

V radioamatérském závodě není doplnění údaje *SP* nebo *portable*/*M* nebo *mobile* povinné.

(3) K provozu stanice na prostědku lodní nebo letecké dopravy je nutný souhlas vlastníka nebo provozovatele tohoto prostědku. Při provozu stanice umístěné na prostědku lodní dopravy doplní operátor volací značku údajem *M/A* na prostědku letecké dopravy údajem *M/A*.

§ 8 Obsah vysílání

(1) Obsahem vysílání nesmí být zpráva mající povahu komerčního, rozhlasového nebo televizního vysílání.

(2) Stanici nelze použít k předávání zpráv těm osobám s výjimkou případů, kdy se jedná o odvrácení bezprostřední hrozícího nebo existujícího nebezpečí pro ohrožení lidského života, zdraví, majetku nebo životního prostředí. V takovém případě je amatérská radiokomunikace slušně považována za těsnou komunikaci a k tomuto účelu může každý operátor využívat všechna kmitočtová pásma určená pro amatérskou radiokomunikaci sloužbu.

(3) Při radioamatérském orientačním běhu lze prostřednictvím vysílacího rádiového zařízení ARDF vysílat pouze mezinárodně používané znaky MO, MOE, MOI, MOS, MOH a MO5 v těchto kmitočtových pásmech:

- a. 3 520 až 3 600 kHz s druhem provozu A1A,
- b. 3 600 až 3 750 kHz s druhem provozu A1A a A2A, nebo
- c. 144,500 až 144,775 MHz a 145,225 až 145,575 MHz s druhem provozu A1A, A2A, F1A a F2A.

(4) Vysílacím rádiovým zařízením ARDF (Amateur Radio Direction Finding) se rozumí vysílací rádiové zařízení omezeného výkonu určené k vysílání majákových signálů pro soutěže a tréninky v radioamatérském orientačním běhu, které je provozované v kmitočtových pásmech uvedených v odstavci 3.

**ČÁST ETÍ
TECHNICKÉ PODMÍNKY AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKACE NÍSLUŽBY**

**§ 9
Požadavky na stanice**

(1) Výkon jednotlivých kmitočtových složek neoddělitelného vyzařování nesmí překročit tyto hodnoty:

Kmitočtový rozsah	Střední výkon	Potlačení nežádoucích složek
9 kHz - 30 MHz		-40 dB, nejvýše však 50 mW středního výkonu
30 MHz - 235 MHz	>25 W	-60 dB, nejvýše však 1 mW středního výkonu
	≤25 W	-40 dB, nejvýše však 25 μW středního výkonu
235 MHz - 960 MHz	>25 W	-60 dB, nejvýše však 20 mW středního výkonu
	≤25 W	-40 dB, nejvýše však 25 μW středního výkonu
960 MHz - 17,7 GHz	>10 W	-50 dB, nejvýše však 100 mW středního výkonu
	≤10 W	Nejvýše 100 μW výkonu
> 17,7 GHz		Co nejnižší podle současného stavu vývoje techniky (RR APS3)

(2) Každá pásma zabraná vysíláním musí odpovídat minimální šířce pásma potřeby pro přenos informace daným druhem provozu.

(3) Během zmanávy vysíláních kmitůtu při provozování stanice nesmí být vyzařována její anténou žádná elektromagnetická energie; tato podmínka se nevztahuje na provozování stanice v rámci družicové amatérské služby.

(4) Výstup vysílače, s výjimkou vysílače s výstupním výkonem menším než 6 W, musí být zakončen nesymetrickým výstupem o impedanci 50 Ω a 100 Ω. Na stanovišti stanice musí být pro účely měření vysílače povolenými osobami státní kontroly elektronických komunikací k dispozici výstupní konektor typu N nebo BNC, popřípadě redukce z výstupu vysílače na tento typ konektoru.

ČÁST TVRTÁ USTANOVENÍ ZÁVĚREČNÁ

§ 10

Provozování stanice, jejíž technické a provozní parametry neodpovídají této vyhlášce, je držitel oprávnění povinen ukončit nejpozději do jednoho měsíce ode dne nabytí účinnosti této vyhlášky.

§ 11

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. května 2005.

Ministr: Mlynář v.r.

Poznámky pod čarou:

1. Vyhláška č. 155/2005 Sb., o způsobu tvorby volacích značek a identifikačních čísel a kódů, jejich používání a druzích radiokomunikačních služeb, pro které jsou vyžadovány.
2. Vyhláška č. 157/2005 Sb., o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, způsobu provádění zkoušek, o druzích právních způsobilostí a době jejich platnosti.
3. Doporučení CEPT T/R 61-01
4. Doporučení CEPT T/R 61-02

Příloha . 1 k vyhlášce . 156/2005 Sb.

OPERÁTORSKÉ TÍDY

Tabulka 1: Operátorská tílda A

Kmito tové pásmo		Status ¹⁾
od	do	
135,70 kHz	137,80 kHz	S ⁰⁾
1 810 kHz	1 850 kHz	P
1 850 kHz	1 890 kHz	NIB ^{IV)}
1 890 kHz	2 000 kHz	NIB ^{VI)}
3 500 kHz	3 800 kHz	P
7 000 kHz	7 100 kHz	
7 100 kHz	7 200 kHz	S ^{VII)}
10,10 MHz	10,140 MHz	S ^{II)}
10,140 MHz	10,150 MHz	S ^{III)}
14 000 kHz	14 350 kHz	P
18 068 kHz	18 168 kHz	
21,00 MHz	21,45 MHz	
24,89 MHz	24,99 MHz	
28,00 MHz	29,70 MHz	
50 MHz	52 MHz	NIB ^{V)}
144 MHz	146 MHz	P
430 MHz	440 MHz	
1 240 MHz	1 300 MHz	S
2 300 MHz	2 450 MHz	
3 400 MHz	3 410 MHz	NIB ^{VI)}

Pokračování:

Kmito tvé pásmo		Status ¹⁾
od	do	
5 650 MHz	5 850 MHz	S
10,00 GHz	10,50 GHz	
24,00 GHz	24,05 GHz	P
24,05 GHz	24,25 GHz	S
47,00 GHz	47,20 GHz	P
75,50 GHz	76,00 GHz	
76 GHz	77,5 GHz	S
77,5 GHz	78 GHz	P
78 GHz	81 GHz	S
122,25 GHz	123 GHz	
134 GHz	136 GHz	P
136 GHz	141 GHz	S
241 GHz	248 GHz	
248 GHz	250 GHz	P

Tabulka 2: Operátorská tída N

Kmito tové pásmo		Status ³⁾
od	do	
1 830 kHz	1 850 kHz	P
1 850 kHz	2 000 kHz	NIB ^{v)}
3 550 kHz	3 700 kHz	P
21,050 MHz	21,200 MHz	
28,050 MHz	28,400 MHz	
144 MHz	146 MHz	
430 MHz	440 MHz	
1 240 MHz	1 300 MHz	S
2 300 MHz	2 450 MHz	
3 400 MHz	3 410 MHz	NIB ^{v)}
5 650 MHz	5 850 MHz	S
10,00 GHz	10,50 GHz	
24,00 GHz	24,05 GHz	P
24,05 GHz	24,25 GHz	S
47,00 GHz	47,20 GHz	P
75,50 GHz	76,00 GHz	
76 GHz	77,5 GHz	S
77,5 GHz	78 GHz	P
78 GHz	81 GHz	S
122,25 GHz	123 GHz	
134 GHz	136 GHz	P
136 GHz	141 GHz	S
241 GHz	248 GHz	
248 GHz	250 GHz	P

*)

P = p ednostní (primární) pásmo,

S = podru0né (sekundární) pásmo:

- a. vysílání nesmí zp sobit zkodlivé interference stanicím p ednostních slu0eb,
- b. nem 0e být nárokována ochrana p ed zkodlivým ruzením stanic p ednostní slu0by,
- c. m 0e být vzak nárokována ochrana p ed zkodlivým ruzením té0e nebo jiné podru0né slu0by,

NIB = na neinterferen ní bázi:

- a. vysílání nesmí zp sobit zkodlivé interference stanicím p ednostních slu0eb,
- b. nem 0e být nárokována ochrana p ed zkodlivým ruzením stanic p ednostní slu0by.

ⁱ⁾ pouze druhy provozu A1A, F1A, G1A

ⁱⁱ⁾ pouze druhy provozu A1A, F1A, G1A, J2A

ⁱⁱⁱ⁾ pouze druhy provozu J1D, J2D, F1D, G1D

^{iv)} povolený výstupní výkon 75 W

^{v)} povolený výstupní výkon 25 W

^{vi)} povolený výstupní výkon 10 W

^{vii)} do 29.3.2009 povolený výstupní výkon 250 W, od 30.3.2009 status P

P íloha . 2 k vyhláyce . 156/2005 Sb.

DRUH PROVOZU

(1) Druh provozu vysílacího rádiového za ízení je ur en:

- a. pot ebnou zí kou kmito ového pásma a
- b. t ídou vysílání.

(2) Pot ebná zí ka kmito ového pásma se vyjad uje ty mi znaky, z nich0 jsou t i íslice vyjad ující zaokrouhlenou hodnotu pot ebné zí ky kmito ového pásma a jedno písmeno. Písmeno zaujímá postavení desetinné árky a zastupuje pou0itou jednotku, p í em0 pot ebná zí ka pásma:

- a. mezi 0,001 Hz a 999 Hz se vyjad í v Hertzech (písmeno H),
- b. mezi 1 kHz a 999 kHz se vyjad í v kilohertzech (písmeno k),
- c. mezi 1 MHz a 999 MHz se vyjad í v megahertzech (písmeno M) a
- d. mezi 1 GHz a 999 GHz se vyjad í v gigahertzech (písmeno G).

P í ozna ení druhu provozu amatérské radiokomunika ní slu0by není údaj o pot ebné zí ce kmito ového pásma povinný.

(3) Třída vysílání je povinný údaj a vyjadřuje se těmi za sebou jdoucími znaky, jejichž význam je:

- a. první znak udává druh modulace hlavní nosné, písmeno je označeno:
 1. Vysílání nemodulované vlny - N
 2. Vysílání, kde je hlavní vlna amplitudově modulována (včetně případů, kde jsou subnosné modulovány úhlovou modulací)
 - a. Dvojitá postranní pásma - A
 - b. Jedno postranní pásmo, plná nosná vlna - H
 - c. Jedno postranní pásmo, nosná vlna omezená nebo s proměnlivou úrovní - R
 - d. Jedno postranní pásmo, potlačená nosná vlna - J
 - e. Nezávislé postranní pásmo - B
 - f. Zbytkové postranní pásmo - C
 3. Vysílání, jehož hlavní nosná vlna je modulována úhlovou modulací
 - a. Kmitotvorná modulace - F
 - b. Fáze modulace - G
 4. Vysílání, jehož hlavní nosná vlna je modulována amplitudově a úhlovou modulací, buď současně, nebo v předem stanoveném pořadí - D
 5. Impulzní vysílání
 - a. Sled nemodulovaných impulzů - P
 - b. Sled impulzů
 - i. Modulovaných amplitudově - K
 - ii. Modulovaných v šířce / trvání - L
 - iii. Modulovaných v poloze / fázi - M
 - iv. Ve kterých je nosná vlna během periody impulzu modulována úhlovou modulací - Q
 - v. Sestávající v kombinaci předcházejících nebo vytvořené jinými prostředky - V
 6. Případy nezahrnuté mezi výše uvedené, ve kterých se vysílání skládá z hlavní nosné modulované buď současně nebo v předem stanoveném pořadí kombinací těchto způsobů: amplitudově, úhlovou modulací nebo impulzní - W
 7. Ostatní případy - X
- b. druhý znak udává povahu signálu modulujícího hlavní nosnou, písmeno je označeno:
 1. Bez modulujícího signálu - 0
 2. Jediný kanál obsahující kvantovanou nebo digitální informaci bez použití modulující subnosné - 1
 3. Jediný kanál obsahující kvantovanou nebo digitální informaci s použitím modulující subnosné - 2
 4. Jediný kanál obsahující analogovou informaci - 3
 5. Dva nebo více kanálů obsahujících kvantovanou nebo digitální informaci - 7
 6. Dva nebo více kanálů obsahujících analogovou informaci - 8
 7. Složená soustava zahrnující jeden nebo více kanálů obsahujících kvantovanou nebo digitální informaci a jeden nebo více kanálů obsahujících analogovou informaci - 9
 8. Ostatní případy - X

- c. t etí znak ozna uje druh informace ur ené k p enesení, p i em0 je ozna eno:
1. Žádná informace - N
 2. Telegrafie (pro p íjem sluchem) - A
 3. Telegrafie (pro automatický p íjem) - B
 4. Faksimile - C
 5. P enos dat, dálkové m ení, dálkové ovládání - D
 6. Telefonie (v etn zvukového rozhlasu) - E
 7. Televize (obraz) - F
 8. Kombinace p edchozích p ípad - W
 9. Ostatní p ípady - X

**Vyhláška .157/2005 Sb.,
o náležitostech p íhlášky ke zkouyce k prokázání odborné
zp sobilosti k obsluze vysílacích rádiových za ízení, o rozsahu
znalostí pot ebných pro jednotlivé druhy odborné zp sobilosti, o
zp sobu provád ní zkouyek, o druzích pr kaz odborné
zp sobilosti a dob jejich platnosti**

Ministerstvo informatiky stanoví podle § 150 odst. 2 zákona . 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o zm n n kterých souvisejících zákon (zákon o elektronických komunikacích) (dále jen zákon) k provedení § 26 odst. 5 zákona:

§ 1

Pro ú ely této vyhlášky se rozumí

- a. rádiovým za ízením jeden nebo n kolik vysíla nebo soubor vysíla a p íjima, v etn jejich p ísluženství pot ebných na daném stanovízti k výkonu dané radiokomunika ní slu0by (dále jen sstanice%),
- b. operátorem stanice osoba obsluhující stanici (dále jen soperátor%),
- c. leteckou pohyblivou slu0bou radiokomunika ní slu0ba mezi letadlovými a leteckými stanicemi nebo mezi letadlovými stanicemi navzájem slou0ící k zajizt ní bezpe nosti leteckého provozu,
- d. letadlovou stanicí pohyblivá stanice letecké pohyblivé slu0by umíst ná na palub letadla,
- e. leteckou stanicí pozemní stanice letecké pohyblivé slu0by,
- f. pozemskou stanicí umíst ná na povrchu Zem nebo v hlavní ásti zemské atmosféry,
- g. letadlovou pozemskou stanicí pohyblivá pozemská stanice dru0icové letecké pohyblivé slu0by umíst ná na palub letadla,
- h. leteckou pozemskou stanicí pozemská stanice dru0icové pevné slu0by nebo dru0icové letecké pohyblivé slu0by umíst ná v pevném bod na souzi k realizaci modula ního spoje pro dru0icovou leteckou pohyblivou slu0bu,

- i. námo ní pohyblivou slu0bou radiokomunika ní slu0ba mezi pob e0ními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem slou0ící k zajizt ní bezpe nosti a provozu námo ní plavby,
- j. radiotelefonní slu0bou na vnitrozemských vodních cestách radiokomunika ní slu0ba mezi pob e0ními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem nebo mezi pob e0ními stanicemi navzájem slou0ící k zajizt ní bezpe nosti a provozu vnitrozemské plavby¹⁾,
- k. lodní stanicí pohyblivá stanice námo ní pohyblivé slu0by nebo radiotelefonní slu0by na vnitrozemských vodních cestách umíst ná na palub plavidla, které není trvale spojeno s pevninou,
- l. pob e0ní stanicí pozemní stanice námo ní pohyblivé slu0by nebo radiotelefonní slu0by na vnitrozemských vodních cestách,
- m. systémem GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) celosv tový námo ní tís ový a bezpe nostní systém zajiz ující rádiové spojení v rámci námo ní pohyblivé slu0by,
- n. amatérskou radiokomunika ní slu0bou radiokomunika ní slu0ba pro sebevzd - lávání nebo pro vzájemná spojení provád ná oprávn nými osobami nevýd le - n ,
- o. radiokomunika ním provozem navazování, vedení a ukon ování rádiového spo - jení,
- p. mezinárodní organizací ITU (International Telecommunication Union) Mezinárod - ní telekomunika ní unie (dále jen sTU%o
- q. mezinárodní organizací CEPT (Conférence Européene des Administrations des Postes et des Télécommunications) Evropská konference poztovních a teleko - munika ních správ(dále jen sCEPT%o
- r. mezinárodní organizací IMO (International Maritime Organization) Mezinárodní námo ní organizace (dále jen sIMO%o
- s. mezinárodní organizací ICAO (International Civil Aviation Organization) Meziná - rodní organizace pro civilní letectví (dále jen sCAO%o
- t. mezinárodní organizací IARU (International Amateur Radio Union) Mezinárodní radioamatérská unie (dále jen sARU%o

§ 2

Druhy pr kaz odborné zp sobilosti

Vydávají se tyto druhy pr kaz odborné zp sobilosti:

- a. vzeobecný pr kaz radiotelefonisty letecké pohyblivé slu0by oprav ující jeho dr0itele k obsluze letadlové stanice, letadlové pozemské stanice, letecké stani - ce nebo letecké pozemské stanice v radiotelefonní slu0b ,
- b. omezený pr kaz radiotelefonisty letecké pohyblivé slu0by oprav ující jeho dr0i - tele k obsluze letadlové stanice nebo letadlové pozemské stanice v radiotele - fonní slu0b vyu0ívající rádiové kmito ty p id lené výhradn letecké pohyblivé slu0b nebo letecké pohyblivé dru0icové slu0b , pokud ovládání vysíla e spo - ívá jen v obsluze jednoduchých vn jzích ovládacích prvk ,
- c. vzeobecný pr kaz operátora námo ní pohyblivé slu0by (GOC - General Opera - tor's Certificate) oprav ující jeho dr0itele k obsluze lodní stanice, lodní pozem - ské stanice nebo pob e0ní stanice vyu0ívající vzeobecná kmito tová pásma sys - tému GMDSS,

- d. omezený pro kaz operátora námo ní pohyblivé slu0by (ROC - Restricted Operator's Certificate) oprav ující jeho dr0itele k obsluze lodní stanice nebo pob e0ní stanice vyu0ívajících kmito tová pásma velmi krátkých vln systému GMDSS,
- e. vzeobecný pro kaz radiotelefonisty pohyblivé radiotelefonní slu0by oprav ující jeho dr0itele k obsluze lodní stanice nebo pob e0ní stanice na vnitrozemských vodních cestách nebo k obsluze lodní stanice v námo ní pohyblivé slu0b ,
- f. omezený pro kaz radiotelefonisty pohyblivé radiotelefonní slu0by oprav ující jeho dr0itele k obsluze lodní stanice nebo pob e0ní stanice na vnitrozemských vodních cestách nebo k obsluze lodní stanice v námo ní pohyblivé slu0b v pob e0ních vodních cestách, pokud ovládání stanice spo ívá jen v obsluze jednoduchých vn jzích ovládacích prvk ,
- g. pro kaz pozemního radiotelegrafisty oprav ující jeho dr0itele k obsluze radiotelegrafní nebo radiotelefonní stanice pozemní radiokomunika ní slu0by vyu0ívající kmito tová pásma krátkých vln,
- h. pro kaz HAREC operátora třídy A oprav ující jeho dr0itele k obsluze stanice amatérské radiokomunika ní slu0by,
- i. pro kaz NOVICE operátora třídy N oprav ující jeho dr0itele k obsluze stanice amatérské radiokomunika ní slu0by,
- j. vzeobecný pro kaz operátora námo ní pohyblivé slu0by (LRC - Long Range Certificate) oprav ující jeho dr0itele k obsluze lodní stanice, vyu0ívající vzechna kmito tová pásma systému GMDSS, která nemá podmínku vybavení systémem GMDSS,
- k. omezený pro kaz operátora námo ní pohyblivé slu0by (SRC - Short Range Certificate) oprav ující jeho dr0itele k obsluze lodní stanice, vyu0ívající kmito tová pásma velmi krátkých vln systému GMDSS , která nemá podmínku vybavení systémem GMDSS.

§ 3

Náležitosti přihlášky ke zkoušce odborné zp sobilosti

- (1) Písemná přihláška ke zkoušce odborné zp sobilosti musí obsahovat
 - a. jméno a příjmení oadatele,
 - b. datum a místo narození,
 - c. státní příslušnost,
 - d. bydliště a
 - e. požadovaný druh odborné zp sobilosti.
- (2) Přihláška ke zkoušce odborné zp sobilosti k obsluze stanic uvedených
 - a. v § 2 písm. c) a d) musí být doložena dokladem o absolvování kurzu systému GMDSS a praktického výcviku v použití komunika ní techniky v rámci systému GMDSS v rozsahu požadavků podle rozhodnutí CEPT²⁾ a mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána,³⁾ který oadateli vystaví zkolici st edisko uznané organizací IMO, a dokladem o dosažení st edního odborného vzd lání,
 - b. v § 2 písm. j) a k) musí být doložena dokladem o absolvování praktického výcviku v použití komunika ní techniky v rámci systému GMDSS v rozsahu požadavků doporu ení CEPT, ⁴⁾ a mezinárodní smlouvy, kterou je Česká Republika vázána,³⁾ který oadateli vystaví zkolici st edisko uznané Ministerstvem dopravy České republiky,

- c. v § 2 písm. a) a) g), j) a k) musí být doložena dvěma fotografiemi; pro technické provedení fotografie se obdobně použije ustanovení zvláštního právního předpisu o požadavcích na technické provedení fotografie pro vydání občanského průkazu.⁵⁾

§ 4

Rozsah znalostí ke zkoušce odborné způsobilosti

- (1) Účastník zkoušky odborné způsobilosti znalostižadatele z
 - a. radiokomunikačních předpisů,
 - b. radiokomunikačního provozu a
 - c. elektrotechniky a radiotechniky.
- (2) Požadované znalosti podle odstavce 1 musí odpovídat standardům znalostí uvedených v doporučeních mezinárodních organizací ITU, CEPT, IMO, ICAO, nebo IARU (Region 1) pro danou odbornou způsobilost.
- (3) Součástí zkoušky k obsluze stanic uvedených
 - a. v § 2 písm. a), c), d), e), j) a k) je ověření komunikace v anglickém jazyce v rozsahu doporučení CEPT,
 - b. v § 2 písm. a) je ověření znalosti letecké frazeologie,
 - c. v § 2 písm. g) je praktická zkouška z telegrafie; na žádostžadatele Účastník může vykonat zkoušku z telegrafie ižadatelem, který požaduje její vykonání v rámci zkoušky k obsluze stanic uvedených v § 2 písm. h) a i).

§ 5

Způsob provádění zkoušek odborné způsobilosti

- (1) Odbornou způsobilost osob k obsluze stanic ověřuje zkoušební komise Účastníky zkoušební komise a jejího předsedu jmenuje a odvolává předseda Rady Účastníky.
- (2) Zkouška před Účastníkem je písemná, pokud tato vyhláška pro konkrétní případy nestanoví i zkoušku ústní nebo praktickou.
- (3) Písemná zkouška se koná formou testu. Otázky v testu musí odpovídat rozsahu znalostí uvedenému v § 4 odst. 2. Ke každé otázce v testu jsou připraveny 3 odpovědi, z nichž jedna je vždy správná. Za správnou zodpovězenou otázku se považuje otázka, u níž byla vybrána a označena jen jedna správná odpověď.
- (4) Ústní zkouška se koná pro ověření znalostí podle § 4 odst. 3 písm. a) a b), praktická pro ověření znalostí podle § 4 odst. 3 písm. c).
- (5) Zkouška se koná zpravidla v sídle Účastníky.

(6) Datum, čas, dobu trvání a místo konání zkoušky vyhlazuje Úřad. Zkouška se může konat nejdříve po uplynutí 30 dnů ode dne jejího vyhlášení.

(7) Úřad vyrozumí písemně uchazeče o datu, času, době trvání a místě konání zkoušky nejméně 14 dnů před dnem před dnem jejího konání.

(8) Znění všech otázek pro písemné testy v jazyce podle odborné způsobilosti podle § 2 v etn správných odpovědí k jednotlivým otázkám a osnovy ústních zkoušek Úřad uveřejňuje na elektronické úřední desce (§ 125 odst. 3 zákona) a na svých webových stránkách.

§ 6

Průběh a hodnocení výsledku zkoušky odborné způsobilosti

(1) Před sedmá zkušební komise řídí zkoušku a sleduje její průběh.

(2) Výsledek zkoušky znalostí podle § 4 odst. 1 a 3 se hodnotí odděleně, stupněm úspěšnosti nebo neúspěšnosti.

(3) Zkouška se zahajuje písemným testem. Je-li žadatel z písemného testu hodnocen stupněm úspěšnosti nesmí pokračovat v další části zkoušky podle § 4 odst. 3. Požadatelem, který neprospěl v písemném testu, o jeho opakování, umožní mu Úřad písemný test opakovat nejdříve za 90 dnů ode dne jeho neúspěšného konání.

(4) Uchazeč zkoušku složil, jestliže prokázal předepsané znalosti a byl hodnocen stupněm úspěšnosti ve zkoušce znalostí podle § 4 odst. 1 a 3.

(5) Pokud uchazeč zkoušku nesložil do doby 6 měsíců ode dne zahájení písemné zkoušky, může vykonat novou zkoušku jen na základě podání nové přihlášky podle § 3.

(6) Výsledek zkoušek zapisuje zkušební komise do protokolu o zkoušce. Vyplněný písemný test, podepsaný žadatelem je přílohou tohoto protokolu. Každý protokol musí být potvrzen podpisem předsedy zkušební komise.

(7) O výsledku zkoušky zkušební komise bezodkladně uchazeče vyrozumí.

§ 7

Vydání průkazů odborné způsobilosti

(1) Prokázáním odborné způsobilosti (§ 26 odst. 4) se rozumí úspěšné vykonání zkoušky.

(2) Průkaz odborné způsobilosti uvedený

- a. v § 2 písm. a) až g) a j) a k) se vydává dvojjazyčně, v českém a anglickém jazyce. Musí obsahovat
 1. jméno a příjmení držitele průkazu,
 2. datum narození držitele průkazu,

3. číslo pr kazu,
 4. ustanovení, že držitel pr kazu prokázal znalosti požadované doporučením ITU, ICAO, IMO nebo CEPT,
 5. datum vydání a dobu platnosti pr kazu,
 6. fotografii držitele pr kazu a jeho podpis,
 7. název Ú adu,
- c. v § 2 písm. h) se vydává v jazyce českém, německém, francouzském a anglickém jazyce. Musí obsahovat
1. jméno a příjmení držitele pr kazu,
 2. datum narození držitele pr kazu,
 3. číslo pr kazu,
 4. ustanovení, že držitel pr kazu prokázal znalosti požadované doporučením CEPT,
 5. datum vydání a dobu platnosti pr kazu,
 6. název Ú adu,
- d. § 2 písm. i) se vydává v českém jazyce. Musí obsahovat
1. jméno a příjmení držitele pr kazu,
 2. datum narození držitele pr kazu,
 3. číslo pr kazu,
 4. datum vydání a dobu platnosti pr kazu,
 5. název Ú adu.

(3) Vzory pr kazu odborné způsobilosti uvedených v § 2 Ú adu uveřejní na elektronické úřední desce.

§ 8

Doba a rozsah platnosti pr kazu odborné způsobilosti

(1) Doba platnosti pr kazu odborné způsobilosti uvedeného

- a. v § 2 písm. h) a i) je neomezená,
- b. v § 2 písm. a) až g) a j) a k) je pět let.

(2) Žadatel o prodloužení doby platnosti pr kazu uvedeného v § 2 písm. a) až g), j) a k) doloží žádost potvrzením, že po dobu platnosti pr kazu vykonával nejméně jeden rok činnost operátora stanice, k jejímu obsluhu je uvedený druh pr kazu třeba.

(3) V případě ztráty, poškození nebo zničení pr kazu odborné způsobilosti vydá Ú ad na základě písemné žádosti jeho držitele duplikát.

§ 9

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. května 2005.

Ministr: **Mlynář v.r.**

Poznámky pod čarou:

- 1) Vyhláška č. 138/2000 Sb., o radiotelefonním provozu na vnitrozemských vodních cestách.
- 2) Rozhodnutí CEPT ERC/DEC/(99)01
- 3) Mezinárodní úmluva o normách výcviku, kvalifikace a strážní služby námořník (STCW), 1978, oznámená pod č. 53/1995 Sb.
- 4) Doporučení CEPT ERC/REC 31-04 a doporučení CEPT ERC/REC 31-05.
- 5) Vyhláška č. 642/2004 Sb., kterou se provádí zákon o obanských případech a zákon o cestovních dokladech.

Vločka . 1 k j. 17 066/2009-613

**Otázky v etn správných odpovědí pro písemné testy zkoušek
pro jednotlivé druhy přípaz odborné zp sobilosti k obsluze
vysílacích rádiových za ízení amatérské radiokomunika ní
služby**

Forma otázek a správných odpovědí je zpracována podle vyhlášky č. 157/2005 Sb., o náležitostech při hlázkách ke zkoušce k prokázání odborné zp sobilosti k obsluze vysílacích rádiových za ízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné zp sobilosti, o způsobu provádění zkoušek, o druzích přípaz odborné zp sobilosti a době jejich platnosti (dále jen vyhláška). Zn ní jednotlivých otázek (oznamovací nebo tázací uvozuující text) a odpovídajících odpovědí je formulováno tak, aby umožnilo jednoznačný výběr jedné správné odpovědi (uvedeno dále) ze tří nabízených možností (bude v příslušných zkoušebních testech).

**Otázky a správné odpovědi pro písemné testy podle druhů přípaz
odborné zp sobilosti:**

(1) Příkaz HAREC operátora třídy A
(podle § 2 písm. h) vyhlášky

Zkoušební otázky a správné odpovědi pro třídu A ě radiokomunika ní píedpisy:

1. Amatérskou radiokomunika ní službou se rozumí:
 - radiokomunika ní služba pro sebevzdělávání a technická studia
2. Stanici amatérské radiokomunika ní služby se rozumí:
 - jedno nebo více vysílacích a přijímacích za ízení v etn písluženství, umožňující komunikaci v amatérských pásmech
3. Obecná ustanovení Radiokomunika ního řádu Mezinárodní telekomunika ní unie (ITU) se týkají:
 - i amatérské služby
4. Maximální výstupní výkon amatérských stanic stanovuje:
 - národní povoloovací orgán

5. Krátkodobé vysílání drůitele oprávnění amatérské slu0by z území jiného státu závisí na:
 - povolovacím orgánu navztíveného státu
6. Česká republika se nachází v regionu podle Mezinárodní telekomunikační unie (ITU):
 - 1
7. Status amatérské radiokomunikační slu0by v jednotlivých radioamatérských pásmech je:
 - r zný
8. Radioamatérská stanice m0e být pou0ita v zájmu t0etí osoby:
 - pro zajiztění komunikace v p ípad p írodních katastrof
9. Po0adavky na zkouzky amatérských stanic ur uje:
 - národní povolovací orgán
10. Tvar volací zna ky radioamatérské stanice je ur en:
 - Radiokomunikačním ádem Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
11. Radiokomunikační ád Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) nepovoluje:
 - t ípísmenný sufix amatérské stanice, který za íná písmenem Q
12. Série mezinárodních volacích znak pro jednotlivé státy p id luje:
 - Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
13. Status pásem p id lených amatérské radiokomunikační slu0b je ur en:
 - Radiokomunikačním ádem Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
14. Česká republika má p id leny série volacích zna ek:
 - OKA a0 OKZ a OLA a0 OLZ
15. Na stanice amatérské dru0icové radiokomunikační slu0by:
 - se vztahují vzechna ustanovení amatérské radiokomunikační slu0by
16. Má-li slu0ba pásmo p id leno na podru0né bázi, pak:
 - vysílání nesmí zp sobit zkodlivé ruzení stanicím p ednostních slu0eb

b) P edpisy Evropské konference poýtovních a telekomunikačních správ (CEPT)

1. Doporučení CEPT T/R 61-02 stanoví:
 - po0adavky na zkouzky pro získání pr kazu odborné zp sobilosti k obsluze stanice amatérské radiokomunikační slu0by
2. V navztívené zemi se pou0ívá volací zna ka, sestávající z:
 - prefixu navztívené zem podle Doporučení T/R 61-01, odd leného znakem % od vlastní volací zna ky
3. Drůitel oprávnění podle p edpis Evropské konference poztovních a telekomunikačních správ (CEPT) m0e ze zahraničí vysílat nep etr0it :
 - 3 m síce
4. V navztívené zemi je nutno dodr0ovat:
 - p edpisy a na ízení navztívené zem
5. V souladu s Doporučením CEPT T/R 61-01 je mo0no krátkodob vysílat:
 - i z ne lenských zemí CEPT které k Doporučení CEPT T/R 61-01 p istoupily
6. Národní volací znak pro navztívenou zemi je dán:
 - Doporučením CEPT T/R 61-01

7. Tídy oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) jsou:
 - pouze jedna třída
8. Syllabus podle Doporučení T/R 61-02 nepožaduje zkoušku pro:
 - ověření znalostí z telegrafie
9. Na základě příkazu odborné způsobilosti HAREC je možno bez zkoušky získat radioamatérské oprávnění v zemích:
 - které přistoupily k Doporučení CEPT T/R 61-02
10. Na oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) nemusí být uvedeno:
 - rodné číslo držitele oprávnění
11. Doporučení T/R 61-01 se vztahuje na:
 - oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT)
12. Na základě Doporučení T/R 61-01 držitel oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT):
 - může vysílat ze země, která k tomuto doporučení přistoupila
13. Příkaz odborné způsobilosti HAREC opravuje:
 - k žádosti o vydání oprávnění k provozu stanice amatérské radiokomunikační služby v zemích, které přistoupily k Doporučení CEPT T/R 61-02
14. Příkaz odborné způsobilosti HAREC vystaví:
 - povolovací orgán na základě úspěšně vykonané zkoušky
15. Země, ze kterých je možno vysílat v souladu s Doporučením CEPT T/R 61-01 jsou uvedeny:
 - v Doporučení CEPT T/R 61-01
16. Doporučení CEPT T/R 61-01 se nevztahuje na:
 - klubové stanice

c) Předpisy vycházející z legislativy České republiky

1. Stanice amatérské radiokomunikační služby lze provozovat:
 - na základě oprávnění, které vydal český telekomunikační úřad
2. Stanovní deník:
 - je požadován pouze u klubových stanic
3. Během zmluvní vysílacího kmitočtu:
 - nesmí být vyzařována žádná energie s výjimkou provozu přes družice
4. Zkušební provoz vysílání musí být:
 - prováděn pouze do umělé zátěže s výjimkou nastavení antén a výstupních obvodů vysílání
5. Při vysílání mimo stanoviště uvedených v oprávnění:
 - doplníme volací značku o písmeno P při provozu z pevného stanoviště
6. Při vysílání mimo stanoviště uvedených v oprávnění:
 - doplníme volací značku o písmeno M při mobilním provozu
7. Použití písmen P a M není na pevném stanovišti povinné:
 - při radioamatérských závodech
8. K radioamatérskému provozu na prostědích lodní a letecké dopravy:
 - je nutný souhlas majitele respektive provozovatele tohoto prostědku

9. Jednotlivé úseky pásem pro různé druhy provozu určuje:
 - doporučení Mezinárodní radioamatérské unie (IARU)
10. Vysílání může obsahovat:
 - radioamatérské zkratky a Q kódy
11. Za obsluhu klubové stanice odpovídá:
 - dozírající operátor
12. Během mezinárodního závodu může operátor třídy A obsluhovat stanici o výkonu:
 - 1,5 kW v zastavěném obytném území
13. Jaká radioamatérská stanice automaticky přenášá signály jiné stanice?
 - převádá
14. Který druh radioamatérské stanice zajímá pouze jednocestnou komunikaci?
 - maják
15. Kdy se mohou v radioamatérském provozu vysílat kódované zprávy?
 - nikdy
16. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít během závodu na kmitočtu 7 105 kHz?
 - 750 W PEP
17. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít na kmitočtu 24 950 kHz?
 - 750 W PEP
18. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít během závodu na kmitočtu 50 105 kHz?
 - 25 W PEP
19. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít během tohoto provozu na kmitočtu 1 820 kHz?
 - 750 W PEP
20. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít na kmitočtu 1 900 kHz?
 - 10 W PEP
21. Oprávnění amatérské radiokomunikace služby má platnost:
 - zpravidla 5 let, pokud není vydáno na dobu kratší
22. Vysílá se pro rádiovou orientaci:
 - vysílají pouze mezinárodně používané znaky MO, MOE, MOI, MOS, MOH a MO5
23. Označení druhu provozu podle Přílohy 2 vyhlásky 156/2005 Sb., o technických a provozních podmínkách amatérské radiokomunikace, určuje:
 - Radiokomunikační řád
24. Vysílací zařízení s výkonem nad 6 W musí být opatřeno:
 - nesymetrickým výstupem o impedanci 50 Ω a 100 Ω
25. Fonický provoz LSB nelze uskutečnit na kmitočtu:
 - 10,14 MHz
26. Fonický provoz USB nelze uskutečnit na kmitočtu:
 - 14,35 MHz
27. Při současném použití více koncových stupňů pro napájení různých antén na stejném kmitočtu:
 - nesmí být překročeny povolené výkony v jejich součtu výkon jednotlivých

- za ízení
28. Operátor, který není držitelem právu HAREC nebo NOVICE může klubovou stanicí obsluhovat:
 - ve třídě N pod dozorem oprávněného operátora
 29. Obsahem vysílání může být:
 - vysílání mezinárodních zkratk a kódů a mezinárodně uznávaných protokolů
 30. K získání právu odborné způsobilosti HAREC není nutno skládat zkoušku:
 - z příjmu a vysílání telegrafie
 31. Výkon jednotlivých složek neoddělitelného vyzařování vysíláče provozovaného v pásmu 6 m:
 - musí být potlačen minimálně o 40 dB, smí být však maximálně 25 μW
 32. Výkon jednotlivých složek neoddělitelného vyzařování vysíláče s výkonem nad 25 W provozovaného v pásmu 2 m:
 - musí být potlačen minimálně o 60 dB, smí být však maximálně 1 mW
 33. Výkon jednotlivých složek neoddělitelného vyzařování vysíláče provozovaného na kmitočtech nižších než 29,7 MHz:
 - musí být potlačen minimálně o 40 dB, smí být však maximálně 50 mW
 34. Výkon jednotlivých složek neoddělitelného vyzařování vysíláče s výkonem nad 25 W provozovaného v pásmu 430 až 440 MHz:
 - musí být potlačen minimálně o 60 dB, smí být však maximálně 20 mW
 35. Na kmitočtu 1840 kHz nelze uskutečnit:
 - SSB spojení
 36. Na kmitočtu 10145 kHz lze provozovat:
 - pouze úzkopásmové datové provozy
 37. Zápis do stanice svého deníku klubové stanice během spojení provádí:
 - operátor
 38. Vlastní volací značka je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení, je-li kratší než 10 minut
 39. Vlastní volací značka při delším spojení je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení a při delším spojení každých 10 minut
 40. Při ohrožení života, zdraví a majetku lze stanici použít k těmto účelům:
 - v libovolných pásmech amatérské radiokomunikační služby
 41. Pro účely státní kontroly musí být na stanici:
 - výstupní konektor zařízení typu N nebo BNC, případně redukce z výstupu vysíláče na jeden z těchto konektorů
 42. Označení druhu provozu podle Přílohy 2 vyhlášky o technických a provozních podmínkách amatérské radiokomunikační služby neurčuje:
 - druh radioamatérského provozu
 43. Mezi neobsluhované stanice nepatří:
 - pozemní stanice amatérské družicové radioamatérské služby
 44. Maximální výstupní výkon neobsluhované stanice může být:
 - 50 W
 45. Neobsluhované stanice používají volací značku, která sestává:
 - z prefixu OK0 a sufixu, který obsahuje jedno, dvě nebo tři písmena
 46. Volací značka klubové stanice sestává:
 - z prefixu OK1 nebo OK2 a sufixu, který má tři písmena, z nichž první je K, O nebo R

47. Mezi jednodenní pásma patří jená amatérské radiokomunikační služby nepatří pásmo:
 - 1810 až 2000 kHz
48. Na neinterferenční bázi má držitel oprávnění třídy A amatérské radiokomunikační služby v České republice povoleno pásmo:
 - 50 až 52 MHz

Zkušební otázky jsou jeny do tří oddílů. Test obsahuje celkem 20 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně :

Oddíl	Počet otázek
a)	4
b)	4
c)	12
Celkem	20

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu A České radiokomunikační provoz:

- a) Rozvrh kmitočtů a druh provozu v radioamatérských pásmech**
- Rozvrh kmitočtů a druh provozu v radioamatérských pásmech se řídí:
 - doporučením Mezinárodní radioamatérské unie (IARU) Region 1
 - V pásmu 1,8 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - 1 840 kHz . 2 000 kHz
 - V pásmu 1,8 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
 - 1 810 kHz . 1 838 kHz
 - V pásmu 1,8 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 1 838 kHz . 1 843 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - 3 600 kHz . 3 800 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je výhradně pro CW DX provoz určen úsek:
 - 3 500 kHz . 3 510 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
 - 3 500 kHz . 3 580 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 3 580 kHz . 3 620 kHz
 - V pásmu 7 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - 7 050 kHz . 7 200 kHz
 - V pásmu 7 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
 - 7 000 kHz . 7 040 kHz
 - V pásmu 7 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 7 040 kHz . 7 060 kHz
 - V pásmu 10 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - FONE provoz není povolen
 - V pásmu 10 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 10 140 kHz . 10 150 kHz

14. V pásmu 14 MHz je výhradn pro CW provoz ur en kmito tový úsek:
- 14 000 kHz . 14 070 kHz
15. V pásmu 14 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 14 101 kHz . 14 350 kHz
16. V pásmu 14 MHz je pro digitální provozy ur en kmito tový úsek:
- 14 070 kHz . 14 099 kHz
17. V pásmu 18 MHz je výhradn pro CW provoz ur en kmito tový úsek:
- 18 068 kHz . 18 095 kHz
18. V pásmu 18 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 18 111 kHz . 18 168 kHz
19. V pásmu 18 MHz je pro digitální provozy ur en kmito tový úsek:
- 18 095 kHz . 18 109 kHz
20. V pásmu 21 MHz je výhradn pro CW provoz ur en kmito tový úsek:
- 21 000 kHz . 21 070 kHz
21. V pásmu 21 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 21 151 kHz . 21 450 kHz
22. V pásmu 21 MHz je pro digitální provozy ur en kmito tový úsek:
- 21 070 kHz . 21 120 kHz
23. V pásmu 24 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 24 931 kHz . 24 990 kHz
24. V pásmu 24 MHz je výhradn pro CW provoz ur en kmito tový úsek:
- 24 890 kHz . 24 915 kHz
25. V pásmu 24 MHz je pro digitální provozy ur en kmito tový úsek:
- 24 915 kHz . 24 929 kHz
26. V pásmu 28 MHz je pro FONE provoz ur en úsek:
- 28 225 kHz . 29 300 kHz
27. V pásmu 28 MHz je výhradn pro CW provoz ur en kmito tový úsek:
- 28 000 kHz . 28 070 kHz
28. V pásmu 28 MHz je pro digitální provozy ur en kmito tový úsek:
- 28 070 kHz . 28 190 kHz
29. Výhradn pro dru0icový %down-link+ je v pásmu 28 MHz ur en úsek:
- 29 300 kHz . 29 510 kHz
30. V pásmu 50 . 52 MHz jsou povoleny vzechny úzkopásmové provozy v úseku:
- 50,1 MHz . 52 MHz
31. V pásmu 50 . 52 MHz je p ímý FM FONE provoz povolen v pásmu:
- 51,410 MHz . 51,590 MHz
32. Pro pouze CW provoz je v pásmu 50 . 52 MHz ur en úsek:
- 50 MHz . 50,1 MHz
33. Pro pouze CW provoz je v pásmu 144 . 146 MHz ur en úsek:
- 144,000 MHz . 144,110 MHz
34. Výhradn pro EME CW provoz je v pásmu 144 . 146 MHz ur en úsek:
- není ur en
35. Výhradn pro provoz p es dru0ice je v pásmu 144 . 146 MHz ur en úsek:
- 145,806 MHz . 146,0 MHz
36. Výhradn pro majáky je v pásmu 144 . 146 MHz ur en úsek:
- 144,400 MHz . 144,490 MHz

37. Výhradn pro majáky je v pásmu 430 . 440 MHz ur en úsek:
- 432,400 MHz . 432,490 MHz
38. V pásmu 430 . 440 MHz jsou všechny druhy provozu povoleny v pásmu:
- 432,5 MHz . 432,975 MHz
39. CW provoz se v pásmu 430 . 440 MHz p ednostn uskute uje v úseku:
- 432,025 MHz . 432,1 MHz
40. Pro CW i SSB provoz je v pásmu 430 . 440 MHz ur en úsek:
- 432,1 MHz . 432,40 MHz

b) Hláskovací abeceda (eská/mezinárodní)

A	Adam / Alpha
B	Božena / Bravo
C	Cyril / Charlie
D	David / Delta
E	Emil / Echo
F	Frantizek / Foxtrot
G	Gustav / Golf
H	Helena /Hotel
I	Ivan / India
J	Josef /Juliett
K	Karel / Kilo
L	Ludvík / Lima
M	Marie / Mike
N	Norbert / November
O	Otakar / Oscar
P	Petr / Papa
Q	Quido / Quebec
R	Rudolf / Romeo
S	Svatopluk / Sierra
T	Tomáz / Tango
U	Urban / Uniform
V	Václav / Victor
W	dvojité V / Whisky
X	Xaver / X-ray
Y	Ypsilon / Yankee
Z	Zuzana / Zulu

c) Provozní dovednosti

1. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z í ení sm ruje z Prahy nejkratším sm rem na Klínovec?
- cca 290°
2. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z í ení sm ruje z Prahy nejkratším sm rem na Sn Ůku?
- cca 50°
3. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z í ení sm ruje z Prahy nejkratším sm rem na Brno?
- cca 120°

4. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Bratislavu?
- cca 135°
5. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Kle ?
- cca 185°
6. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Jezt d?
- cca 26°
7. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Plze ?
- cca 244°
8. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Ústí nad Labem?
- cca 335°
9. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na USA?
- cca 315°
10. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Austráliji:
- cca 85°
11. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Japonsko?
- cca 45°
12. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Karibskou oblast?
- cca 280°
13. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Jihoafrickou republiku?
- cca 175°
14. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Havaj?
- cca 355°
15. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Argentinu?
- cca 240°
16. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek zí ení sm ruje z Prahy nejkratzím sm rem na Madagaskar?
- cca 150°
17. Tís ové volání pro CW provoz je:
- SOS
18. Tís ové volání pro FONE provoz je:
- MAYDAY
19. Volací zna ka FK/DL1YD/p znamená:
- DL1YD vysílá v rámci oprávn ní podle p edpis Evropské konference poztovních a telekomunika ních správ (CEPT) z Nové Kaledonie

20. %0 DWN+ znamená
 - p eladit se o 10 kHz dol
21. stanicemi p edávaný report (RST) znamená:
 - itelnost, sílu signálu a tón
22. P i lad ní po pásmu zaslechnu %QRL+. Znamená to:
 - p ed voláním vzeobecné výzvy se stanice dotazuje, je-li tento kmito et volný
23. P i lad ní po pásmu zaslechnu %Q DX+. Znamená to:
 - stanice chce navázat spojení se vzdálenou stanicí (na KV mimo vlastní kontinent)
24. P i lad ní po pásmu zaslechnu volání %Q SA+. Znamená to:
 - stanice chce navázat spojení se stanicí z jiOní Ameriky
25. P i lad ní po pásmu zaslechnu volání %Q CQ DE TU5BB PSE UP 5 K+. Znamená to:
 - stanice z Pob eOí Slonoviny volá vzeobecnou výzvu a chce být volána o 5 kHz výze
26. Kdy0 stanice pracující na KV dostane report %88+ znamená to:
 - dokonale itelné, 25 μ V na 50 Ω vstupu RX, istý tón s nádechem st ídavé slo0ky
27. Kdy0 stanice pracující na VKV dostane report %99+ znamená to:
 - dokonale itelné, 5 μ V na 50 Ω vstupu RX, zcela istý tón
28. %will not operate with OK stations for one hour+ znamená:
 - stanice nebude pracovat s OK stanicemi 1 hodinu
29. %hort path+ znamená:
 - spojení krátkou cestou zí ení
30. %s this frequency in use?+ znamená:
 - p ed voláním vzeobecné výzvy se stanice dotazuje, je-li tento kmito et volný
31. Kdy0 stanice pracuje z listu, tak to znamená:
 - pracuje podle p edem sestaveného po adí
32. Split provoz znamená:
 - p íjem a vysílání na r zných kmito tech
33. Provoz typu %Packet radio+ se vyu0ívá pro:
 - p enos r zných digitálních informací
34. Radioamatérské majáky jsou ur eny pro:
 - rychlé ur ení stavu podmínek zí ení
35. V radioamatérském RTTY provozu se pou0ívá zpravidla telegrafní rychlost:
 - 45,4 Bd
36. Kmito tový zdvih radioamatérského provozu RTTY je:
 - 170 Hz
37. P i generování RTTY signál o zdvíhu 170 Hz pomocí SSB vysíla e se pou0ívají kmito tové páry:
 - 1275 a 1445 Hz
38. Správn nastavený signál PSK 31 zabírá pásmo ziroké:
 - 31 Hz
39. Modula ní kmito ty u tzv. %packet radia+ o rychlosti 1200 Bd jsou:
 - 1200 a 2200 Hz

40. U tzv. packet radio o rychlosti 9600 Bd se používá modulace:
- FSK

d) Zkratky používané pro dotazy a sdělení (Q kódy)

1. Jsem rušen interferencí:
- QRM
2. Můžete zvýšit výkon?
- QRO?
3. Volá vás:
- QRZ
4. Počkejte a0 vás zavolám:
- QRX
5. Síla vašich signálů kolísá:
- QSB
6. Vysílejte pomaleji:
- QRS
7. Přestaňte vysílat:
- QRT
8. Snižte výkon:
- QRP
9. Jste připraven?
- QRV?
10. Přesný čas = je hodin:
- QTR
11. Nemám pro vás nic nového:
- QRU
12. Jaké je jméno vaší stanice?
- QRA?
13. Potvrzuji příjem:
- QSL
14. Jste zaměněni?
- QRL?
15. Moje poloha je:
- QTH
16. Mám telegram pro vás:
- QTC
17. Můžete předat zprávu stanicím ?
- QSP?
18. Mám vysílat rychleji?
- QRQ?
19. Váš kmitočet kolísá:
- QRH
20. Tón vašeho vysílání je:
- QRI
21. Vaše klíčování je nesrozumitelné:
- QSD
22. Jaký je váš přesný kmitočet?
- QRG?

23. Vzdálenost mezi nazími stanicemi je:
- QRB
24. Jste rušen atmosférickým rušením?
- QRN?
25. Mohu pracovat p ímo (prost ednictvím)?
- QSO?
26. Mám p ejít k vysílání na jiný kmito et?
- QSY?
27. Vysílejte adu V:
- QSV
28. Síla vazich zna ek je:
- QSA
29. M Oete m poslouchat mezi svými zna kami?
- QSK?
30. Nemohu vás p ijímat. Vaze signály jsou velmi slabé:
- QRJ
31. Jaká je íitelnost mých zna ek ?
- QRK?
32. Prosím uv domte jej, Oe ho volám na kHz:
- QRW
33. íslo vazeho po adí je:
- QRY
34. Nala te sv j vysíla p esn na m j kmito et:
- QZF
35. Poslouchám na kmito tu õ . kHz:
- QSX
36. Budu vysílat na kmito tu õ . kHz:
- QSS
37. P íjal jsem nouzový signál:
- QUF
38. P íjal jste vyslaný urgentní signál?
- QUD?
39. Kdy bude vaze stanice op t v provozu?
- QTU?
40. Vysílejte ka0dé slovo dvakrát:
- QSZ

e) Zkratky používané v radioamatérské komunikaci

1. st ídavý proud:
- AC
2. slyzen, slyzeno:
- HRD
3. radioamatér:
- HAM
4. opakovat:
- RPT
5. rádiový kmito et:
- RF

6. automatické řízení úrovně:
 - ALC
7. zvukový kmitočet:
 - AF
8. vysoké napětí:
 - HV, VN
9. vysoký kmitočet:
 - HF
10. přijímač:
 - RX
11. zařízení:
 - RIG
12. vše:
 - ALL
13. automatické řízení zisku:
 - AGC
14. jak?
 - HW?
15. smích:
 - HI
16. report:
 - RPRT
17. velmi vysoký kmitočet:
 - SHF
18. amplitudová modulace:
 - AM
19. opatření, záseň:
 - AGN
20. já:
 - I
21. signály:
 - SIGS
22. anténa:
 - AER, ANT
23. konec vysílání:
 - SK
24. informace:
 - INFO
25. slyšet:
 - AS
26. mezifrekvence/ kdyby:
 - IF
27. domluvené spojení:
 - SKED
28. rušení rozhlasu:
 - BCI
29. stanice:
 - STN

30. jedno postranní pásmo:
- SSB
31. p íkon:
- INPT
32. zázn jový oscilátor:
- BFO
33. slune no:
- SUNNY
34. zavolání, zna ka:
- CALL
35. vysílejte:
- K
36. uzavírám stanici:
- CL
37. nízký kmito et:
- LF
38. krátké vlny:
- SW
39. zpatný operátor:
- LID
40. nazdar, bu zdráv:
- CHEERIO
41. ínitel stojatých vln:
- PSV, SWR
42. zata0eno:
- OVERCAST
43. podmínky pro spojení:
- CONDS
44. teplota:
- TEMP
45. stani ní deník:
- LOG
46. vzeobecná výzva:
- CQ
47. pokus:
- TEST
48. d kuji:
- TNX
49. ruzení televize:
- TVI
50. dlouhý drát, dlouhé vlny:
- LW
51. decibel:
- dB
52. vysíla :
- TX
53. stejnosm rný proud:
- DC

54. zt stí:
- LUCK
55. k:
- TO
56. potkat:
- MEET
57. spodní postranní pásmo:
- LSB
58. Mezinárodní telekomunika ní unie:
- ITU, UIT
59. Mezinárodní radioamatérská unie:
- IARU
60. p ímo:
- DIRECT
61. mikrofon:
- MIKE
62. zítra:
- TMW
63. milý, drahý:
- DR
64. diplom:
- AWARD
65. zpatný, zpatn :
- BD
66. jméno:
- NAME
67. dálkové spojení:
- DX
68. vy, ty:
- U
69. váz, tv j:
- UR
70. elektronický klí :
- ELBUG
71. z, ze:
- DE
72. za:
- FER
73. první:
- FIRST
74. p kný, výborný:
- FB
75. elektronky:
- TBS
76. velmi p kný:
- FB
77. kmito tová modulace:
- FM

78. promi , promi te:
- EXCUS
79. nyní:
- NW
80. jen:
- ONLY
81. přítel:
- OM
82. dobré odpoledne:
- GA
83. dobré ráno:
- GM
84. dobrý večer:
- GE
85. sbohem:
- GB
86. znovu:
- CUAGN
87. koncesovaný:
- LIS
88. vysílá :
- TRCVR
89. nekonesovaný:
- UNLIS
90. transceiver:
- TRX
91. prvek, element:
- EL
92. ultravysoký kmitočet:
- UHF
93. měj:
- my
94. proměnný oscilátor:
- VFO
95. ne:
- NO
96. obálka s adresou a známkou:
- SASE
97. nízkofrekvenční nebo nízký kmitočet:
- NF
98. telegrafie, netlumená vlna:
- CW
99. světový čas koordinovaný:
- UTC
100. velmi vysoký kmitočet:
- VHF
101. v pořádku:
- OK
102. fonie:
- FONE

- 103. přes, prostřednictvím:
- VIA
- 104. operátor:
- OP
- 105. velmi:
- VY
- 106. oscilátor:
- OSC
- 107. pracoval, pracující:
- WKD
- 108. radioamatérská družice:
- OSCAR
- 109. dobrý den:
- GD
- 110. wattů:
- WTTS
- 111. po asi:
- WX
- 112. zt stí, hodn zt stí:
- GL
- 113. oblačno:
- CLOUDY
- 114. vysílá :
- XMTR
- 115. výstupní výkon:
- OUTPUT
- 116. rád, pot zen:
- GLD
- 117. koncový stupeň :
- PA
- 118. manželka:
- XYL
- 119. zpeňkový výkon:
- PEP
- 120. greenwický čas:
- GMT
- 121. sleňna, p ítelkyn :
- YL
- 122. prosím:
- PSE
- 123. dobrou noc:
- GN
- 124. výkon:
- PWR
- 125. srdeňný pozdrav:
- 73
- 126. polibek:
- 88
- 127. zemň , uzemňní:
- GND

- 128. vertikální anténa:
- GP
- 129. správně přijato:
- R
- 130. zmizel:
- 99
- 131. stanovní lístek nezazlul:
- QSLN
- 132. konec relace:
- AR
- 133. přerušit:
- BK
- 134. doufat:
- HPE
- 135. automatické řízení hlasitosti:
- AVC
- 136. mezinárodní odpovídní kupon:
- IRC
- 137. podmínky pro dálkové spojení:
- CONDX
- 138. asi, přibližně :
- ABT
- 139. poloautomatický klíč :
- BUG
- 140. popovídání:
- CHAT
- 141. zde, tady:
- HR
- 142. pokračujte:
- GA
- 143. potvrdit:
- CFM
- 144. a:
- ES
- 145. dolů :
- DWN
- 146. zapsat, porozumět:
- CPI, CPY
- 147. dle kupónu :
- DP
- 148. zůstaňte:
- HPY
- 149. klíč :
- KY
- 150. později na sledanou:
- CUL
- 151. zařádek relace:
- KA
- 152. přizít, dále:
- NEXT

153. nový:
- NEW
154. nic:
- NIL
155. část:
- PART
156. usměrněný stídací proud:
- RAC
157. brzy:
- SN
158. krátkovlnný posluchač:
- SWL
159. jistota:
- SURE
160. množství:
- SUM
161. lituji, bohužel:
- SRI
162. v:
- IN
163. metr:
- MTR
164. blízko, u:
- NR, NEAR
165. síť:
- NET
166. starý kamarád:
- OC
167. přijal, přijato:
- RCVD
168. poslat, zaslat:
- SEND
169. je:
- IS
170. děkuji vám:
- TKU
171. nahoru:
- UP
172. vaze, tvé:
- URS
173. vánoce:
- XMAS
174. krystal:
- XTAL
175. děkuji, díky:
- TKS
176. promiňte:
- XCUS
177. starý hochu:
- OB

- 178. horní postranní pásmo:
- USB
- 179. rušení rádiového kmitočtu:
- RFI
- 180. přecházím na poslech pro určitou stanici:
- KN

f) Používání prefixů ve volacích značkách

- 1. Česká republika:
- OL, OK
- 2. Nizozemsko:
- PA, PI
- 3. Německo:
- DA, DL
- 4. Švédsko:
- SA, SM
- 5. Rakousko:
- OE
- 6. Finsko:
- OF, OJ
- 7. Slovensko:
- OM
- 8. Dánsko:
- OU, OZ
- 9. Polsko:
- SN, SR
- 10. Norsko:
- LA, LN
- 11. Francie:
- F, FD, FC
- 12. Španělsko:
- EA, EH
- 13. Itálie:
- I, IA, IZ
- 14. Švejccko:
- SV, SZ
- 15. Slovinsko:
- S5
- 16. Bulharsko:
- LZ
- 17. Maarsko:
HA, HG
- 18. Rumunsko:
- YO, YR
- 19. Ukrajina:
- UR, UZ
- EM, EO
- 20. Portugalsko:
- CT

21. Rusko:
 - UA . UI
22. Spojené státy americké:
 - K,N,W,AA . AK
23. Estonsko:
 - ES
24. Kanada:
 - VA . VE, VO
25. Litva:
 - LY
26. Austrálie:
 - VK
27. Lotyšsko:
 - YL
28. Japonsko:
 - JA . JS
29. Belgie:
 - ON . OT
30. Brazílie:
 - PP . PY
31. Lucembursko:
 - LX
32. Jihoafrická republika:
 - ZR . ZU
33. Chorvatsko:
 - 9A
34. Argentina:
 - LO . LW
35. Makedonie:
 - Z3
36. Indie:
 - VU
37. ¥výcarsko:
 - HB, HE
38. Ke a:
 - 5Y . 5Z
39. Skotsko:
 - GM, GS
40. Kanárské ostrovy:
 - EA8 . EH8
41. Andorra:
 - C3
42. Azory:
 - CU
43. Baleáry:
 - EA6 . EH6
44. Ceuta:
 - EA9
45. Irsko:
 - EI, EJ

46. Moldavsko:
- ER
47. Etiopie:
- ET
48. B. Iorusko:
- EU . EW
49. Anglie:
- G, GX
50. Ostrov Man:
- GD, GT
51. Severní Irsko:
- GI, GN
52. Jersey:
- GJ, GH
53. Guernsey:
- GU, GP
54. Wales:
- GW, GC
55. Lichtenštejnsko:
- HB0
56. Vatikán:
- HV
57. Sardinie:
- IS0, IM0
58. Svalbardské ostrovy:
- JW
59. Jan Mayen:
- JX
60. Jordánsko:
- JY
61. Alandské ostrovy:
- OH0
62. Market Reef:
- OJ0
63. Grónsko:
- OX
64. Faerské ostrovy:
- OY
65. Dodekanese:
- SV5 . SZ5
66. Kréta:
- SV9 . SZ9
67. Mount Athos:
- SV/A
68. San Marino:
- T7
69. Bosna a Hercegovina:
- E7
70. Turecko:
- TA . TC

71. Island:
- TF
72. Korsika:
- TK
73. Srbsko:
- YT . YU
74. Albánie:
- ZA
75. Gibraltar:
- ZB2
76. Monako:
- 3A
77. Malta:
- 9H
78. Ghana:
- 9G
79. Kuvajt:
- 9K
80. Singapur:
- 9V
81. Botswana:
- A2
82. Omán:
- A4
83. Katar:
- A7
84. Bahrajn:
- A9
85. Tchaj-wan:
- BV
86. ína:
- BY, BT, BZ
87. Chile:
- CA . CE
88. Gambie:
- C5
89. Kuba:
- CM, CO
90. Maroko:
- CN
91. Bolívie:
- CP
92. Uruguay:
- CV . CX
93. Arménie:
- EK
94. Írán:
- EP . EQ
95. Kyrgyzstán:
- EX

96. Tádžikistán:
- EY
97. Guadeloupe:
- FG
98. Nová Kaledonie:
- FK
99. Ekvádor:
- HC . HD
100. Haïti:
- HH
101. Kolumbie:
- HJ . HK
102. Korea:
- HL
103. Thajsko:
- HS
104. Saúdská Arábie:
- HZ
105. Grenada:
- J3
106. Mongolsko:
- JT . JV
107. Portoriko:
- KP4, NP4, WP4
108. Surinam:
- PZ
109. Seychely:
- S7
110. Súdán:
- ST
111. Egypt:
- SU
112. Kostarika:
- TI, TE
113. Kamerun:
- TJ
114. Pob eŕí slonoviny:
- TU
115. Mali:
- TZ
116. Falklandské ostrovy:
- VP8
117. Mexiko:
- XE . XI
118. Sýrie:
- YK
119. Venezuela:
- YV . YY
120. Nový Zéland:
- ZL . ZM

Oddíl	Počet otázek	Hodnocení	Počet otázek v testu	Maximální počet bodů
a)	40	7 bodů	10	70
b)	52	1 bod	52	52
c)	40	5 bodů	10	50
d)	40	5 bodů	10	50
e)	180	2 body	45	90
f)	120	2 body	30	60
Celkem	472		157	372

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu A Ě elektrotechnika a radiotechnika

a) Elektrická, elektromagnetická a rádiová teorie

1. Jednotkou elektrického proudu je:
- ampér
2. Jednotkou elektrického odporu je:
- ohm
3. Elektrický výkon měříme v jednotkách:
- W
4. Kmitočet měříme v jednotkách:
- Hz
5. M (mega) je předpona vyjadřující násobitel základní jednotky:
- 10^6
6. 1833 kHz lze též vyjádřit jako:
- 1,833 MHz
7. Vlnová délka λ , kmitočet f a rychlost šíření světla c spolu souvisí dle vztahu:
- $c = f \cdot \lambda$
8. Výkon P , proud I a odpor R spolu souvisí dle vztahu:
- $P = I^2 \cdot R$
9. Na generátor signálu sinusového průběhu o amplitudě $U_{\max} = 10 \text{ V}$ je připojen zatíňovací odpor o velikosti 10Ω . Výkon, absorbovaný odporem je:
- 5 W
10. Nabitý akumulátor má kapacitu 4 Ah. Dodávat proud 400 mA vydrží:
- 10 hodin

11. Odpořem protěká stejnosm řný proud 2 A a je na n m nap tí 10 V. Velikost odporu je:
- 5 Ω
12. Odebírá-li za řzení z 12 V akumulátoru proud 12 A, je jeho p řkon:
- 144 W
13. Pokud mi protistanice sd řlí, ře m ř signál má malý zdvih, znamená to, ře:
- výkon je dostate řný, ale modulace slabá
14. Jaký výkon bude dopraven ze 100 W vysílá e do antěny, 25 m dlouhým koaxiálním kabelem, který má útlum 12 dB / 100 m:
- 50 W
15. Informace u amplitudov ř modulovaněho signálu je obsařena:
- v libovolném postranním pásmu
16. Který typ modulace m ř amplitudu vysokofrekven řního signálu v závislosti na p řvád řné informaci?
- amplitudová modulace
176. Který typ modulace m ř kmito řet vysokofrekven řního signálu v závislosti na p řvád řném modula řním nap řtí?
- kmito řtová modulace
18. U kterěho typu modulace se okamřitá amplituda vysokofrekven řního signálu m řní v závislosti na p řvád řném modula řním nap řtí?
- u amplitudové modulace
19. Který řonický druh b řného radioamatěského provozu vyřaduje nejmenří ří ř pásma?
- SSB
20. Na VKV pásmech jsou kmito řtově kanály pro FM provoz zirké 12,5 kHz. Jaký pouřijeme kmito řtový zdvih, máme-li nejvyřří modula řní kmito řet 3 kHz?
- 3,25 kHz
21. Jaký druh modulace pouřívá RTTY provoz na KV?
- FSK
22. K řemu slouří p řvodníky AD?
- k p řvodu analogovřch signál ř na digitální
23. Jak je volen vzorkovací kmito řet p ř digitálním zpracování signálu?
- kmito řet je minimální dvojnásobný ře je nejvyřří kmito řet analogové slořky
24. Digitální zpracování signál ř se uskute řuje:
- na kmito řtech řiřřích ře 100 kHz

b) Sou řástky

1. Induk nost cívky m říme v jednotkách:
- H
2. Kapacitu kondenzátoru m říme v jednotkách:
- F
3. 1,5 nF lze ře ř vyřád řit jako:
- 1500 pF
4. Ozna ření hodnoty odporu 1M2 vyřad řuje hodnotu:
- 1200000 Ω

5. Síťový transformátor má primární vinutí s 2200 závity připojené na síť dává napětí 220 V. Na sekundárním vinutí se 100 závity je napětí naprázdno:
 - 10 V
6. Mám-li danou vzduchovou válcovou cívku, její indukčnost lze změnit:
 - vložením mosazné tyčky (jádra)
7. Vloží-li mezi elektrody vzduchového kondenzátoru síťové desky, jeho kapacita se:
 - zvětší
8. Polovodičová dioda zapojená v propustném směru má na anodě:
 - kladný pól
9. Zenerova dioda se chová jako stabilizátor napětí, je-li:
 - zapojená v závěrném směru
10. Pentoda je elektronka, která má:
 - tři mříčky
11. Germaniová dioda má prahové napětí oproti bioné k emíkové:
 - menší
12. Unipolární tranzistory typu FET se vyznačují především:
 - vysokým vstupním odporem
13. Bipolární tranzistor NPN má na:
 - bázi použít polovodič typu P a kolektor se připojuje na kladný pól zdroje
14. Parametr h_{21e} vyjadřuje u bipolárního tranzistoru:
 - proudový zesilovací činitel v zapojení SE
15. Sepnutý tyristor povede proud do okamžiku ne0:
 - napětí mezi anodou a katodou klesne na nulu
16. Bioná k emíková dioda má prahové napětí cca:
 - 0,6 V
17. Jak se chová cívka, připojíme-li k ní síť dává napětí?
 - při zvyšování kmitočtu přivedeného napětí se reaktance zvětšuje
18. Jak se chová kondenzátor, připojíme-li k němu síť dává napětí?
 - při zvyšování kmitočtu přivedeného napětí se reaktance zmenšuje
19. Jaké jsou dvě základní hodnoty k emíkových diod v usměrňovačích zdroje, které nesmí být překročeny?
 - zpětné inverzní napětí a střední proud v propustném směru
20. Jaký je tvar výstupního napětí nefiltrovaného dvoucestného usměrňovače připojeného k odporové zátěži?
 - pulsy o dvojnásobném kmitočtu ne0 má převládající napětí
21. Jednocestný usměrňovač vede elektrický proud během každého cyklu:
 - polovinu doby cyklu
22. Dvoucestný usměrňovač vede elektrický proud během každého cyklu:
 - v průběhu celého cyklu
23. Napětí a proud jsou u ideálních kondenzátorů posunuty a:
 - proud předchází napětí o 90 stupňů
24. Napětí a proud jsou u ideálních induktancí posunuty a:
 - napětí předchází proud o 90 stupňů

c) Elektrické obvody

1. Thompson vztah popisuje chování rezonančního obvodu:
- sériového i paralelního
2. Rezonanční kmitočet daného paralelního LC obvodu lze snížit např.:
- paralelním připojením dalšího kondenzátoru ke stávajícímu
3. Graetzovo zapojení diod je:
- dvoucestný usměrňovač
4. Výsledný odpor R dvou paralelně zapojených odporů R_1 a R_2 je roven:
- $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$
5. Tři paralelně zapojené kondenzátory 10 nF lze nahradit jedním o kapacitě:
- 30 nF
6. Filtrační kondenzátor v zdroji 900 V pro elektronkový koncový stupeň je nutno složit z několika kondenzátorů. Nejvhodnější kombinací je použít:
- 2 ks sériově zapojených kondenzátorů 300 μ F/ 500 V
7. Výsledný odpor dvou paralelně zapojených rezistorů 2 k Ω a 3 k Ω bude:
- 1,2 k Ω
8. π filtr, působící jako dolnofrekvenční propust, sestává:
- z kondenzátorů paralelně ke vstupu a výstupu filtru, propojených cívkou mezi vstupem a výstupem
9. Co se děje při modulování SSB signálu?
- je zkreslený a zabírá větší šířku pásma
10. Jaké součástky jsou použity v jednoduchém filtračním obvodu zdroje?
- kondenzátory a tlumivky
11. Co způsobí kmitání oscilátoru?
- kladná zpětná vazba
12. Základový oscilátor (BFO) slouží:
- k detekci SSB a CW signálů pomocí poměrného detektoru
13. Krystalové harmonické oscilátory generují kmitají na:
- 3. respektive 5. harmonickém kmitočtu
14. Pro se usměrňovací diody u zdrojů překlenují paralelně zapojeným kondenzátorem a odporem?
- k vyhlazení poklesů napětí a ochraně před náhlými zpečením napětí
15. K stabilizaci napětí nízkonapěťových zdrojů slouží:
- Zenerovy diody
16. Impedance ideálního sériového laděného obvodu na rezonančním kmitočtu je:
- 0 Ω
17. Impedance paralelního laděného obvodu na rezonančním kmitočtu je:
- ∞
18. Šířka pásma laděného obvodu závisí na:
- kvalitě Q obvodu
19. Princip PLL syntetizátoru je založen na:
- neustálém porovnávání fáze oscilátoru s fází referenčního oscilátoru řízeného krystalem
20. Lineární výkonový zesilovač nepracuje ve třídě:
- C

d) Rádiové přijímače

1. Ovládací prvek transceiveru označený A^{IT} umožňuje:
 - jemné rozladění kmitočtu přijímače od kmitočtu vysíláče
2. Pro příjem SSB a CW signál lze použít:
 - přímou sintonizaci přijímače
3. Principem komunikací přijímače typu $\text{A}^{\text{p-converter}}$ je:
 - o 1. m. kmitočtu je vyztuženo maximální přijímaný kmitočtu
4. Pro příjem SSB a CW signál nelze použít:
 - superhet bez záložního oscilátoru
5. Superhet pracuje s mezifrekvenčním kmitočtem 455 kHz. Na jakém kmitočtu bude pracovat oscilátor přijímače, je-li přijímaný kmitočtu 3,750 MHz?
 - 4,205 MHz
6. Který stupeň superhetu z přijímaného signálu a místního oscilátoru vytváří mezifrekvenční signál?
 - směšovač
7. Který stupeň přijímače vytváří nízkofrekvenční signál?
 - detektor
8. Směšuje-li přijímač přijímaný signál 14,255 MHz s kmitočtem VFO 13,8 MHz, aby získal mezifrekvenční kmitočtu 455 kHz, vytváří následující signál o kmitočtu:
 - 28,055 MHz
9. S-mětr slouží:
 - k určení síly přijímaných signálů
10. Zrcadlový kmitočtu vzniká:
 - jako produkt směšování
11. Číselné číslo přijímače udává:
 - kolikrát se zhorší poměr signál/zum při jeho průchodu ze vstupu na výstup přijímače
12. Citlivost přijímače udává:
 - velikost vstupního napětí, při kterém je dosaženo požadovaného poměru signál/zum (zpravidla 10 dB)
13. Intermodulační zkreslení vzniká:
 - jako produkt směšování více silných signálů a jejich harmonických
14. Selektivita přijímače je:
 - schopnost vzájemně rozlišit různé signály
15. Umlouvaná zuma (squell) slouží:
 - k uzavření výstupního zesilovače, pokud přijímač nepřijímá užitečný signál
16. Mezifrekvenční zesilovač zesiluje:
 - signály převedené na pevný mezifrekvenční kmitočtu

e) Rádiové vysílání

1. Oscilátor vysílání by měl:
 - mít pokud možno maximální stabilitu kmitů
2. Pro násobení kmitů zpravidla používáme zesilovač ve třídě:
 - C
3. Modulace SSB je odvozena od:
 - amplitudové modulace
4. Modulace SSB je odvozena z amplitudové modulace ve které je:
 - potlačen nosný kmitočet a jedno z postranních pásem
5. Diferenciální klíčování je:
 - způsob klíčování zamezující vzniku nečádného tvaru telegrafní značky (kliků)
6. Za koncový stupeň KV vysílání je vhodné zapojit filtr typu:
 - dolní propust
7. Pokud má protistanice sdělit, že má signál má malý zdvih, znamená to že:
 - výkon je dostatečný, ale modulace slabá
8. Nejzávažnější problémy obsahu sdělovaného brumu ve vysílaném signálu jsou:
 - nedostatečně vyhlazené napájecí napětí, nebo poškozená mikrofonní zábrana
9. Nezbytnou částí telegrafního vysílání je obvod:
 - oscilátoru
10. Koncový stupeň SSB vysílání není vhodné zapojovat ve třídě:
 - C
11. Výkon 100 wattového SSB vysílání ve zpičce modulární obálky je označován jako 100 W:
 - PEP
12. Elektronkové výkonové stupně používají na výstupu především:
 - laděné obvody
13. Tranzistorové výkonové stupně používají na výstupu především:
 - pásmové propusti
14. Potlačení nosné vlny u SSB vysílání uskutečňujeme pomocí:
 - vyváženého modulátoru
15. Potlačení nečádného postranního pásma u SSB vysílání uskutečňujeme obvykle:
 - výběrem čádného postranního pásma pomocí pásmového filtru
16. Kdy dodá vysílání nejvíce energie do zátěže (antény):
 - je-li výstupní impedanace vysílání rovna impedanci zátěže

f) Antény a napájecí vedení

1. Změřená hodnota PSV 1:3 znamená, že se do antény z vysílání přeneslo cca:
 - 75 % výkonu
2. Přímý otevřený dipól pro 3,5 MHz má délku jednoho ramene přibližně:
 - 20 m
3. Vstupní impedanace uzavřeného dipólu ve volném prostoru je přibližně:
 - 300 Ω

4. O správném impedančním poměru napájecího vedení k napájecímu napětí říkáme tehdy, je-li poměr stojatých vln roven:
 - 1 : 1
5. Impedance koaxiálního kabelu je nezávislá na:
 - jeho délce
6. Impedance koaxiálního kabelu je dána:
 - průměrem vnitřního a vnějšího vodiče a typem použitého dielektrika
7. Zkracovací koeficient u vln napájecích vedení vyjadřuje dle:
 - rozdílné rychlosti šíření elektromagnetických vln na vedení a ve volném prostoru
8. Jeden z určujících parametrů použitelnosti vlnovodu jako napájecího vedení je:
 - mezní kmitočet
9. Anténa typu GP (ground plane) má v horizontální rovině kruhový vyzařovací diagram a její polarizace je:
 - vertikální
10. Balun je obvod, kterým se realizuje:
 - přechod ze symetrického vedení na nesymetrické
11. Zisk antény typu Yagi lze zvýšit především:
 - zvýšením počtu prvků
12. Mezi tzv. "malými" kovovými anténami patří anténa typu:
 - quad
13. Jaká opatření musí být učiněna, aby na anténním napájecím vedení nevyzrály stojaté vlny?
 - impedance antény musí být přizpůsobena k charakteristické impedanci napájecího vedení
14. Co znamená výraz "přizpůsobení poměru"?
 - poměr vyzářeného výkonu v hlavním vyzařovacím laloku vzhledem k výkonu vyzářenému v opačném směru
15. Jaké jsou vyzařovací charakteristiky antény typu quad ve srovnání s dipólem?
 - quad má vzhledem k symetrii rovinnost v obou rovinách
16. Jaký tvar má vyzařovací diagram ideálního dipólu ve volném prostoru?
 - má podobu tvaru šlince 8 rotující kolem podélné osy antény

g) šíření rádiových vln

1. Značení vrstev ionosféry směrem od povrchu Země je:
 - D, E, F₁, F₂
2. Sluneční cyklus podléhající se zásadně na šíření elektromagnetických vln má periodu:
 - 11 let
3. Pásmo obvykle vhodné pro dálková spojení v noci jsou zejména:
 - 160 m, 80 m, 40 m
4. Dobrá spojení v pásmu 70 cm jsou obvykle uskutečňována díky:
 - přímé viditelnosti obou stanic

5. Jak se chová ionosféra při velkém potupu slunečních skvrn?
 - pro dálkovou komunikaci jsou použitelné i kmitočty vyšší než 40 MHz
6. Co ovlivňuje radiovou komunikaci s výjimkou zíření při zemní vlnou a přímého paprsku?
 - sluneční aktivita
7. Co se obvykle stane s radiovou vlnou o kmitočtu nižším než MUF, je-li vyslána do ionosféry?
 - její část se vrátí zpět k Zemi
8. Jaký vliv mohou mít geomagnetická bouře na zíření radiových vln?
 - zhorší se zíření krátkých vln
9. Na intenzitu přijímaného signálu nemá vliv:
 - napájecí napětí zdroje
10. Maximální použitelný kmitočet pro spoj Praha - Tokyo je 17 MHz. Které z uvedených pásem nabízí nejlepší podmínky pro spojení?
 - 20 metr
11. Co způsobuje, že KV rozptýlené (scatter) signály zní často zkreslené?
 - rozptýlená energie se do odrazové zóny dostává po různých drahách
12. Který druh zíření umožňuje příjem signálů ve vzdálenostech v tisících nebo umocňuje při zemní vlně a menších než umožňuje ionosférické zíření?
 - rozptyl
13. Jaká je průměrná výška ionosférické vrstvy E?
 - 100 km
14. Proč je ionosférická vrstva F2 nejdlejší z hlediska dálkového zíření?
 - jelikož je to nejvyšší vrstva
15. Při zíření ve volném prostoru ve vzdálenostech v tisících nebo 10? klesá intenzita elektromagnetického pole (mV/m):
 - lineárně v závislosti na vzdálenosti
16. Spojení odrazem od Měsíce (EME) se zpravidla uskutečňuje:
 - v pásmech 3 cm až 6 m

h) Měření elektrických veličin

1. Velikost měřicího rozsahu u ampérmetru lze zvětšit:
 - bočním (paralelní odpor)
2. Vstupní odpor voltmetru by měl být pokud možno:
 - velký
3. Umělá zátěž pro nastavení vysílání by měla mít charakter:
 - čistě ohmický
4. Grid-dip-metr (GDM) nelze použít k:
 - přesnému nastavení klidového pracovního bodu tranzistoru
5. Na osciloskopu je znázorněn sinusový signál, jehož perioda je 20 ms. Jaký je kmitočet znázorněného signálu?
 - 50 Hz
6. Reflektometrický měřič slouží k:
 - určení (nastavení) impedančního obvodu antény
7. Měříme-li odebraný proud, měřicí přístroj připojíme:
 - do série mezi zdroj a spotřebič
8. Spektrální analyzátor prioritně neslouží:
 - k měření napětí stejnosměrných napájecích zdrojů

i) Rušení a odolnost proti rušení

1. Produkty nečádnoucího vyzařování KV vysílá se zpravidla potlačíme:
 - zaazením hornofrekvenční zábrany mezi vysílačem a anténou
2. Jaké součástky je vhodné použít pro potlačení detekce vln signálu na vstupu zesilovače zvuku?
 - blokovací kondenzátory
3. Dojde-li k rušení televizního přijmu vlivem silného KV signálu na vstupu televizního přijímače, zaadíme mezi televizor a anténu:
 - dolnofrekvenční zábrana
4. Jakým způsobem může být minimalizována možnost rušení audiovizuálních přístrojů?
 - zajistit ním správného uzemnění všech částí zařízení
5. Jaký je jeden z hlavních způsobů potlačení bludné vlny energie na stanici?
 - dodržet délku uzemňovacího vodiče co nejkratší
6. Nečádnoucí vyzařování z vysíláče může být způsobeno:
 - špatným stíněním vysílače zařízení
7. Z hlediska možnosti rušení silným signálem je vhodné umístit vysílač anténu:
 - co nejdále od antén televizních a rozhlasových přijímačů
8. Špatně působící antény má vliv na:
 - nečádnoucí vyzařování z napájecího kabelu

j) Bezpečnost elektrických zařízeních

1. V suchém, bezpražném prostoru považujeme za bezpečné napětí 0ivých částí:
 - stejnosměrné do 100 V a střídavé do 50 V
2. Ochranný vodič musí být označen barvou:
 - kombinací modro-zelené
3. Při úrazu elektrickým proudem:
 - vyprostíme postiženého z dosahu elektrického proudu a nedýchá-li zavědeme umělé dýchání
4. Před započetím umělého dýchání z plic do plic je třeba u postiženého:
 - odstranit překážky z ústní dutiny, zaklonit hlavu, sevřít nos
5. Je-li v zařízeních přerušena tavná pojistka:
 - vadnou pojistku vyměníme za novou s předepsanými hodnotami pro příslušný obvod
6. Za bezpečné z hlediska úrazu elektrickým proudem jsou považovány ustálené proudy tekoucí mezi částmi přístupnými při dotyku:
 - stejnosměrné do 10 mA a střídavé do 3,5 mA
7. Antény umístěné na stěze budov nebo samostatně stojící musí být vřody:
 - řádně uzemněny
8. Jímací tyč hromosvodu:
 - nesmí sloužit jako držák antény
9. Prodlužovací kabely pro síťové napětí 230 V mají:
 - 3 vodiče
10. Uzemňovací vodič antény:
 - musí být spojen s hromosvodným systémem

11. Jak umístíme vnitřní anténu:
 - co nejdále od vysílací pozice
12. Jaké bezpečnostní opatření musíme uvnitř při instalaci GP antény:
 - anténu umístíme tak, aby se jí nikdo nemohl dotknout

Zkušební otázky jsou členy do deseti oddílů. Test obsahuje celkem 40 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně :

Oddíl	Počet otázek
a)	6
b)	6
c)	5
d)	4
e)	4
f)	4
g)	4
h)	2
i)	2
j)	3
Celkem	40

**(2) Průkaz NOVICE operátora třídy N
(podle § 2 písm. i) vyhlášky**

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu N České radiokomunikační předpisy

a) Předpisy Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)

1. Amatérskou radiokomunikační službou se rozumí:
 - radiokomunikační služba pro sebevzdělávání a technická studia
2. Stanice amatérské radiokomunikační služby se rozumí:
 - jedno nebo více vysílacích a přijímacích zařízení v etní příslušenství, umožňující komunikaci v radioamatérských pásmech
3. Obecná ustanovení Radiokomunikačního úřadu Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) se týkají:
 - i amatérské služby
4. Maximální výkon amatérských stanic stanovuje:
 - národní povolovací orgán

5. Krátkodobé vysílání drůitele povolení amatérské slu0by z území jiného státu závisí na:
 - povolovacím orgánu navztíveného státu
6. eská republika se nachází v regionu podle Mezinárodní telekomunika ní unie (ITU):
 - 1
7. Status amatérské radiokomunika ní slu0by v jednotlivých radioamatérských pásmech je:
 - r zný
8. Radioamatérská stanice m 0e být pou0ita v zájmu t etí osoby:
 - pro zajít ní komunikace v p ípad p írodních katastrof
9. Po0adavky na zkouzky amatérských stanic ur uje:
 - národní povolovací orgán
10. Tvar volací zna ky radioamatérské stanice je ur en:
 - Radiokomunika ním ádem Mezinárodní telekomunika ní unie (ITU)
11. Radiokomunika ní ád Mezinárodní telekomunika ní unie (ITU) nepovoluje:
 - t ípísmenný sufix amatérské stanice, který za íná písmenem Q
12. Série mezinárodních volacích znak pro jednotlivé státy p id luje:
 - Mezinárodní telekomunika ní unie (ITU)
13. Status pásem p id lených amatérské radiokomunika ní slu0b je ur en:
 - Radiokomunika ním ádem Mezinárodní telekomunika ní unie (ITU)
14. eská republika má p id leny série volacích zna ek:
 - OKA a0 OKZ a OLA a0 OLZ
15. Na stanice amatérské dru0icové radiokomunika ní slu0by:
 - se vztahují vzechna ustanovení amatérské radiokomunika ní slu0by
16. Má-li slu0ba pásmo p id leno na podru0né bázi, pak:
 - vysílání nesmí zp sobit zkodlivé ruzení stanicím p ednostních slu0eb

b) P edpisy Evropské konference poýtovních a telekomunika ních správ (CEPT)

1. Doporu ení CEPT T/R 61-02 stanoví:
 - po0adavky na zkouzky pro získání pr kazu odborné zp sobilosti k obslu-ze stanice amatérské radiokomunika ní slu0by
2. Doporu ení T/R 61-01 se vztahuje na:
 - oprávn ní podle p edpis Evropské konference poztovních a telekomunika ních správ (CEPT)
3. Zem , ze kterých je mo0no vysílat v souladu s Doporu ením CEPT T/R 61- 01 jsou uvedeny:
 - v Doporu ení CEPT T/R 61-01
4. Doporu ení CEPT T/R 61-01 se nevztahuje na:
 - drůitele individuálního oprávn ní t ídy N

c) P edpisy vycházející z legislativy eské republiky

1. Stanice amatérské radiokomunika ní slu0by lze provozovat:
- na základ oprávn ní, které vydal eský telekomunika ní ú ad
2. Stanice deník:
- je požadován pouze u klubových stanic
3. B hem zm ny vysílacího kmito tu:
- nesmí být vyza ována 0ádná energie s výjimkou provozu p es dru0ice
4. Zkušební provoz vysílá e musí být:
- provád n pouze do um lé zát 0e s výjimkou nastavení antén a výstupních obvod vysílá e
5. P i vysílání mimo stanovic uvedených v oprávn ní:
- doplníme volací zna ku o %p+p i provozu z pevného stanovizt
6. P i vysílání mimo stanovic uvedených v oprávn ní:
- doplníme volací zna ku o %m+n+p i mobilním provozu
7. Použití %p+a %m+n není na p echodném stanovizti povinné:
- p i radioamatérských závodech
8. K radioamatérskému provozu na prost edcích lodní a letecké dopravy:
- je nutný souhlas majitele respektive provozovatele tohoto prost edku
9. Jednotlivé úseky pásem pro r zné druhy provozu ur uje:
- doporu ení Mezinárodní radioamatérské unie (IARU)
10. Vysílání m 0e obsahovat:
- radioamatérské zkratky a Q kódy
11. Za obsluhu klubové stanice odpovídá:
- dozírající operátor
12. B hem mezinárodního závodu m 0e operátor t idy N obsluhovat stanice o vý-
konu:
- 10 W PEP
13. Jaká radioamatérská stanice automaticky p enází signály jiné stanice:
- p evád
14. Který druh radioamatérské stanice zajiz uje pouze jednocestnou komuni-
kací?
- maják
15. Kdy se mohou v radioamatérském provozu vysílat kódované zprávy?
- nikdy
16. Jaký je maximální vysílaný výkon který m 0e operátor t idy N použít b hem
závodu na kmito tu 7 105 kHz?
- 0ádný
17. Jaký je maximální vysílaný výkon, který m 0e operátor t idy N použít b hem
b 0ného provozu na kmito tu 1 840 kHz?
- 10 W PEP
18. Jaký je maximální vysílaný výkon, který m 0e operátor t idy N použít na kmi-
to tu 1 900 kHz?
- 10 W PEP
19. Oprávn ní stanice amatérské radiokomunika ní slu0by má platnost:
- zpravidla 5 let, pokud není ud leno na dobu kratší
20. Vysílá e pro rádiový orienta ní b h:
- vysílají pouze mezinárodn pouívané znaky MO, MOE, MOI, MOS, MOH a
MO5

21. Operátor, který není držitelem právu HAREC nebo NOVICE může klubovou stanicí obsluhovat:
 - ve třídě N pod dozorem oprávněného operátora
22. Vysílací zařízení s výkonem nad 6 W musí být opatřeno:
 - nesymetrickým výstupem o impedanci 50 Ω a 100 Ω
23. Obsahem vysílání může být:
 - vysílání mezinárodních zkratk a kódů a mezinárodně uznávaných protokol
24. K získání právu odborné způsobilosti NOVICE není nutno skládat zkoušku:
 - z píjmu a vysílání telegrafie
25. Na kmito tu 1840 kHz nelze uskutečnit:
 - SSB spojení
26. Vlastní volací značka je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení, je-li kratší než 10 minut
27. Vlastní volací značka při delším spojení je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení a při delším spojení každých 10 minut
28. Při ohrožení života, zdraví a majetku lze stanicí použít kritické komunikaci:
 - v libovolných pásmech amatérské radiokomunikační služby
29. Mezi neobsluhované stanice nepatří:
 - pozemní stanice amatérské družicové radioamatérské služby
30. Neobsluhované stanice používají volací značku, která sestává:
 - z prefixu OK0 a suffixu, který obsahuje jedno, dvě nebo tři písmena

Zkušební otázky jsou členěny do tří oddílů. Test obsahuje celkem 14 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně:

Oddíl	Počet otázek
a)	4
b)	1
c)	9
Celkem	14

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu N Ě radiokomunikační provoz

a) Rozvrh kmitočet a druh provozu v radioamatérských pásmech

1. Rozvrh kmitočet a druh provozu v radioamatérských pásmech se řídí:
 - doporučením IARU Region 1
2. V pásmu 1,8 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 1 830 kHz . 2 000 kHz
3. V pásmu 1,8 MHz je celý kmitočetový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 1 840 kHz . 2 000 kHz
4. V pásmu 1,8 MHz je výhradně pro CW provoz třídy A určen kmitočetový úsek:
 - 1 810 kHz . 1 838 kHz
5. V pásmu 1,8 MHz je pro digitální provozův určen kmitočetový úsek:
 - 1 838 kHz . 1 842 kHz
6. V pásmu 3,5 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 3 550 kHz . 3 700 kHz
7. V pásmu 3,5 MHz je kmitočetový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 3 600 kHz . 3 700 kHz
8. V pásmu 3,5 MHz je pro CW DX provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - kmitočetový úsek není určen
9. V pásmu 3,5 MHz je výhradně pro CW provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 3 550 kHz . 3 580 kHz
10. V pásmu 3,5 MHz je pro digitální provozův určen kmitočetový úsek:
 - 3 580 kHz . 3 620 kHz
11. V pásmu 21 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 21 050 kHz . 21 200 kHz
12. V pásmu 21 MHz je kmitočetový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 21 151 kHz . 21 200 kHz
13. V pásmu 21 MHz je výhradně pro CW provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 21 050 kHz . 21 080 kHz
14. V pásmu 21 MHz je pro digitální provozův určen kmitočetový úsek:
 - 21 080 kHz . 21 120 kHz
15. V pásmu 28 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 28 050 kHz . 28 400 kHz
16. V pásmu 28 MHz je kmitočetový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 28 225 kHz . 29 400 kHz
17. V pásmu 28 MHz je výhradně pro CW provoz třídy N určen kmitočetový úsek:
 - 28 150 kHz . 28 190 kHz
18. V pásmu 28 MHz je pro digitální provozův určen kmitočetový úsek:
 - 28 050 kHz . 28 150 kHz
19. Výhradně pro CW provoz je v pásmu 144 . 146 MHz určen úsek:
 - 144,000 MHz . 144,135 MHz
20. Výhradně pro EME CW provoz je v pásmu 144 . 146 MHz určen úsek:
 - není určen
21. Výhradně pro provoz přes družici je v pásmu 144 . 146 MHz určen úsek:
 - 145,806 MHz . 146,0 MHz

22. Výhradn pro majáky je v pásmu 144 . 146 MHz ur en úsek:
- 144,400 MHz . 144,490 MHz
23. Výhradn pro majáky je v pásmu 430 . 440 MHz ur en úsek:
- 432,400 MHz . 432,490 MHz
24. V pásmu 430 . 440 MHz jsou všechny druhy provozu povoleny v úseku:
- 432,5 MHz . 432,975 MHz
25. CW provoz se v pásmu 430 . 440 MHz p ednostn uskute uje v úseku:
- 432,025 MHz . 432,1 MHz
26. Pro CW i SSB provoz je v pásmu 430 . 440 MHz ur en úsek:
- 432,1 MHz . 432,400 MHz
27. Pro provoz t ídy N je v pásmu 1 240 . 1 300 MHz ur en kmito tový úsek:
- 1 240 . 1 300 MHz
28. Pro provoz t ídy N je v pásmu 2 300 . 2 450 MHz ur en kmito tový úsek:
- 2 300 . 2 450 MHz

b) Hláskovací abeceda (eská/mezinárodní)

A	Adam / Alpha
B	Bofena / Bravo
C	Cyril / Charlie
D	David / Delta
E	Emil / Echo
F	Franti-ek / Foxtrot
G	Gustav / Golf
H	Helena /Hotel
I	Ivan / India
J	Josef /Juliett
K	Karel / Kilo
L	Ludvík / Lima
M	Marie / Mike
N	Norbert / November
O	Otakar / Oscar
P	Petr / Papa
Q	Quido / Quebec
R	Rudolf / Romeo
S	Svatopluk / Sierra
T	Tomá- / Tango
U	Urban / Uniform
V	Václav / Victor
W	dvojité V / Whisky
X	Xaver / X-ray
Y	Ypsilon / Yankee
Z	Zuzana / Zulu

c) Provozní dovednosti

1. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Klínovec?
- cca 290°
2. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Sněžnou? (Sněžná)
- cca 50°
3. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Brno?
- cca 120°
4. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Bratislavu?
- cca 135°
5. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Klečovu? (Kleč)
- cca 185°
6. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Ještěd?
- cca 26°
7. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na USA?
- cca 315°
8. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Austrálii?
- cca 85°
9. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek z Prahy nejkratším směrem na Japonsko?
- cca 45°
10. Split provoz znamená:
- příjem a vysílání na různých kmitočtech
11. Tísňové volání pro CW provoz je:
- SOS
12. Tísňové volání pro FONE provoz je:
- MAYDAY
13. stanicemi předávaný report (RST) znamená:
- intenzita, sílu signálu a tón
14. Při ladění po pásmu zaslechne $\%QRX+$. Znamená to:
- při volání vzeobecné výzvy se stanice dotazuje je-li tento kmitočet volný
15. Při ladění po pásmu zaslechne volání $\%QDX+$. Znamená to:
- stanice chce navázat spojení se vzdálenou stanicí (na KV mimo vlastní kontinent)
16. Když stanice pracující na VKV dostane report $\%99+$ znamená to:
- dokonale intenzivní, $5 \mu V$ na 50Ω vstupu RX, zcela stejný tón
17. Provoz typu $\%Packet\ radio+$ se využívá pro:
- přenos různých digitálních informací

18. V radioamatérském RTTY provozu se používá zpravidla telegrafní rychlost:
 - 45,4 Bd
19. Modulace kmitů u tzv. packet radio o rychlosti 1200 Bd jsou:
 - 1200 a 2200 Hz
20. Správně nastavený signál PSK 31 zabírá pásmo široké:
 - 31 Hz

d) Zkratky používané pro dotazy a sdělení (Q kódy)

1. Jsem rušen interferencí:
 - QRM
2. Můžete zvýšit výkon?
 - QRO?
3. Volá vás? :
 - QRZ
4. Počkejte, až vás zavolám:
 - QRX
5. Síla vaších signálů kolísá:
 - QSB
6. Vysílejte pomaleji:
 - QRS
7. Přestaňte vysílat:
 - QRT
8. Snižte výkon:
 - QRP
9. Jste připraven?
 - QRV?
10. Nemám pro vás nic nového:
 - QRU
11. Potvrzuji příjem:
 - QSL
12. Moje poloha je:
 - QTH
13. Vaše klíčování je nesrozumitelné:
 - QSD
14. Jaký je váš přesný kmitočet?
 - QRG?
15. Mohu pracovat s vámi (prostřednictvím):
 - QSO
16. Mám přejít k vysílání na jiný kmitočet?
 - QSY?
17. Jsem rušen atmosférickým rušením:
 - QRN
18. Nemohu vás přijímat. Vaše signály jsou velmi slabé:
 - QRJ
19. Nalaďte svůj vysílač přesně na můj kmitočet:
 - QZF
20. Poslouchám na kmitočtu . . kHz:
 - QSX

e) Zkratky používané v radioamatérské komunikaci

1. stídací proud:
- AC
2. klíč:
- KY
3. radioamatér:
- HAM
4. opakovat:
- RPT
5. děkuji paní:
- DP
6. vysoký kmitočet:
- HF
7. zvukový kmitočet:
- AF
8. vysoké napětí:
- HV, VN
9. automatické řízení zisku:
- AGC
10. přijímač:
- RX
11. zařízení:
- RIG
12. jak?
- HW?
13. signály:
- SIGS
14. amplitudová modulace:
- AM
15. opět, zase:
- AGN
16. anténa
- AER, ANT:
17. konec vysílání:
- SK
18. slyšte:
- AS
19. domluvené spojení:
- SKED
20. blízko, u:
- NR, NEAR
21. stanice:
- STN
22. jedno postranní pásmo:
- SSB
23. příkon:
- INPT

24. záznamový oscilátor:
 - BFO
25. slunce no:
 - SUNNY
26. zavolání, značka:
 - CALL
27. vysíláte:
 - K
28. uzavírám stanici:
 - CL
29. nízký kmitočet:
 - LF
30. lituji, bohužel:
 - SRI
31. zpatný operátor:
 - LID
32. děkuji:
 - TXN
33. přítel stojatých vln:
 - PSV, SWR
34. stanice denník:
 - LOG
35. všeobecná výzva:
 - CQ
36. vysílá :
 - TX
37. rušení televize:
 - TVI
38. dlouhý drát, dlouhé vlny:
 - LW
39. stejnosměrný proud:
 - DC
40. mikrofon:
 - MIKE
41. spodní postranní pásmo:
 - LSB
42. Mezinárodní telekomunikační unie:
 - ITU, UIT
43. Mezinárodní radioamatérská unie:
 - IARU
44. milý, drahý:
 - DR
45. zpatný, zpatně :
 - BD
46. jméno:
 - NAME
47. dálkové spojení:
 - DX
48. vy, ty:
 - U

49. váz, tv j:
- UR
50. elektronický klí :
- ELBUG
51. z, ze:
- DE
52. za:
- FER
53. promı , promı te:
- EXCUS
54. nyní:
- NW
55. z astny:
- HPY
56. velmi p kný:
- FB
57. kmito tov modulace:
- FM
58. zapsat, porozumět:
- CPI, CPY
59. znovu na shledanou:
- CUAGN
60. proměnný oscilátor:
- VFO
61. pitel:
- OM
62. dobré odpoledne:
- GA
63. dobré ráno:
- GM
64. dobrý ve er:
- GE
65. horní postranní pásmo:
- USB
66. automatické ízení hlasitosti:
- AVC
67. telegrafie, netlumen vlna:
- CW
68. ultravysoký kmito et:
- UHF
69. krátkovlnný posluchač :
- SWL
70. pracoval, pracujcı:
- WKD
71. světový as koordinovaný:
- UTC
72. velmi vysoký kmito et:
- VHF
73. velmi:
- VY

74. v po ádku:
- OK
75. po así:
- WX
76. nahoru:
- UP
77. potvrdit:
- CFM
78. výstupní výkon:
- OUTPUT
79. rád, pot zen:
- GLD
80. zt stí, hodn zt stí:
- GL
81. koncový stupe :
- PA
82. zem , uzem ní:
- GND
83. zpi kový výkon:
- PEP
84. greenwi ský as:
- GMT
85. sle na, p ítelkyn :
- YL
86. prosím:
- PSE
87. pokrač ujte:
- GA
88. výkon:
- PWR
89. srde ný pozdrav:
- 73
90. polibek:
- 88
91. správn p ijato:
- R
92. zmizl!:
- 99
93. p eruzit:
- BK
94. nekoncesovaný:
- UNLIS
95. transceiver:
- TRX
96. p íjal, p ijato:
- RCVD
97. zde, tady:
- HR
98. doufat:
- HPE

- 99. poloautomatický klíč :
- BUG
- 100. nic:
- NIL

f) Používání prefix ve volacích značkách

- 1. Česká republika:
- OL, OK
- 2. Nizozemsko:
- PA . PI
- 3. Německo:
- DA . DL
- 4. Švédsko:
- SA . SM
- 5. Rakousko:
- OE
- 6. Finsko:
- OF . OJ
- 7. Slovensko:
- OM
- 8. Dánsko:
- OU . OZ
- 9. Polsko:
- SN . SR
- 10. Norsko:
- LA . LN
- 11. Francie:
- F, FD . FC
- 12. Španělsko:
- EA . EH
- 13. Itálie:
- I, IA . IZ
- 14. Švecko:
- SV . SZ
- 15. Slovinsko:
- S5
- 16. Bulharsko:
- LZ
- 17. Maarsko:
- HA, HG
- 18. Rumunsko:
- YO . YR
- 19. Ukrajina:
- UR . UZ
- EM . EO
- 20. Portugalsko:
- CT

20. Portugalsko:
- CT
21. Rusko:
- UA . UI
22. USA:
- K,N,W,AA . AK
23. Estonsko:
- ES
24. Kanada:
- VA . VE, VO
25. Litva:
- LY
26. Austrálie:
- VK
27. Lotyšsko:
- YL
28. Japonsko:
- JA . JS
29. Belgie:
- ON . OT
30. Brazílie:
- PP . PY
31. Lucembursko:
- LX
32. Jihoafrická republika:
- ZR . ZU
33. Chorvatsko:
- 9A
34. Argentina:
- LO . LW
35. Makedonie:
- Z3
36. Indie:
- VU
37. Švýcarsko:
- HB, HE
38. Keňa:
- 5Y . 5Z
39. Skotsko:
- GM, GS
40. Kanárské ostrovy:
- EA8 . EH8
41. Andorra:
- C3
42. Azory:
- CU
43. Irsko:
- EI, EJ
44. Moldavsko:
- ER

45. Albánie:
- ZA
46. Anglie:
- G, GX
47. Ostrov Man:
- GD, GT
48. Severní Irsko:
- GI, GN
49. Wales:
- GW, GC
50. Malta:
- 9H
51. Dodecanese:
- SV5 . SZ5
52. Kréta:
- SV9 . SZ9
53. Bosna a Hercegovina:
- E7
54. Turecko:
- TA . TC
55. Island:
- TF
56. Srbsko:
- YT . YU
57. Tchaj-wan:
- BV
58. ína:
- BY, BT, BZ
59. Chile:
- CA . CE
60. Nový Zéland:
- ZL . ZM

Oddíl	Počet otázek	Hodnocení	Počet otázek v testu	Maximální počet bod
a)	28	7 bod	7	49
b)	52	1 bod	52	52
c)	20	5 bod	5	25
d)	20	5 body	5	25
e)	100	2 body	25	50
f)	60	2 body	15	30
Celkem	280		109	231

Zkušební otázky a správné odpovědi pro téma N - elektrotechnika a radiotechnika

a) Elektrická, elektromagnetická a rádiová teorie

1. Jednotkou elektrického proudu je:
- ampér
2. Jednotkou elektrického odporu je:
- ohm
3. Elektrický výkon měříme v jednotkách:
- W
4. Kmitočet měříme v jednotkách:
- Hz
5. M (mega) je předpona vyjadřující násobitel základní jednotky:
- 1000000
6. Výkon P, proud I a napětí U spolu souvisí dle vztahu:
- $P = I \cdot U$
7. Vlnová délka λ , kmitočet f a rychlost šíření světla c spolu souvisí dle vztahu:
- $c = f \cdot \lambda$
8. Nabíjí-li akumulátor má kapacitu 4 Ah. Dodává proud 400 mA vydrží:
- 10 hodin
9. Odpořem protéká stejnosměrný proud 2 A a je na něm napětí 10 V. Velikost odporu je:
- 5Ω
10. Odebírá-li zařízení z 12 V akumulátoru proud 12 A je jeho výkon:
- 144 W
11. Který typ modulace měří kmitočet vysokofrekvenčního signálu v závislosti na přiváděné informaci?
- kmitočtová modulace
12. Který typ modulace měří amplitudu vysokofrekvenčního signálu v závislosti na přiváděné informaci?
- amplitudová modulace
13. Který fonický druh provozu vyfilduje nejmenší šířku pásma?
- SSB
14. U kterého typu modulace se okamžitá amplituda vysokofrekvenčního signálu měří v závislosti na přiváděném modulacím napětí?
- u amplitudové modulace
15. Síťové napětí v domovních rozvodech má kmitočet:
- 50 Hz
16. Pro hlasovou komunikaci je dostatečný přenos kmitočet:
- 300 Hz až 3 kHz

b) Součástky

1. Induktivnost cívky měříme v jednotkách:
- H
2. Kapacitu kondenzátoru měříme v jednotkách:
- F
3. 1,5 nF lze též vyjádřit jako:
- 1500 pF

4. Označení hodnoty rezistoru 1M2 vyjadřuje hodnotu odporu:
 - 1200000 Ω
5. Germaniová dioda má prahové napětí oproti běžné křemíkové:
 - menší
6. Polovodičová dioda zapojená v propustném směru má na anodě:
 - kladný pól
7. Pentoda je elektronka, která má:
 - tři mříčky
8. Zenerova dioda se používá:
 - k stabilizaci napětí ve zdrojích

c) Obvody, přijímače a vysíláče

1. Co způsobí kmitání oscilátoru?
 - kladná zpětná vazba
2. Jaké součástky jsou použity v jednoduchém filtračním obvodu zdroje?
 - kondenzátory a tlumivky
3. K stabilizaci napětí nízkonapěťových zdrojů slouží:
 - Zenerovy diody
4. Záznový oscilátor slouží:
 - k detekci SSB a CW signálů pomocí poměrného detektoru
5. Impedance ideálního paralelního laděného obvodu na rezonančním kmitočtu je:
 - ∞
6. Impedance ideálního sériového laděného obvodu na rezonančním kmitočtu je:
 - 0 Ω
7. Ovládací prvek transceiveru označený $\text{MUT} + \text{UMO}$ je:
 - jemné rozladění kmitočtu přijímače od kmitočtu vysíláče
8. Lineární výkonový zesilovač nepracuje ve třídě:
 - C
9. Který stupeň přijímače vytváří nízkofrekvenční signál?
 - detektor
10. Pro příjem SSB a CW signálů lze použít:
 - přímouškový přijímač
11. S-metr slouží:
 - k určení síly přijímaných signálů
12. Pro příjem SSB a CW signálů nelze použít:
 - superhet bez záznového oscilátoru
13. Umlouvání (squelch) slouží:
 - k uzavření výstupu nízkofrekvenčního zesilovače, pokud přijímač nepřijímá užitečný signál
14. Který stupeň u superhetu z přijímaného signálu a místního oscilátoru vytváří mezifrekvenční signál?
 - směrovač
15. Mezifrekvenční zesilovač zesiluje:
 - signály převedené na pevný mezifrekvenční kmitočet
16. Selektivita přijímače je:
 - schopnost vzájemně rozlišit různé signály

17. Oscilátor vysílá elektromagnetické vlny:
 - mít pokud možno maximální stabilitu kmitů
18. Modulační obnos je odvozena z amplitudové modulační, ve které je:
 - přítomen nosný kmit a jedno z postranních pásem
19. Modulační obnos je odvozena od:
 - amplitudové modulační
20. Největší ztráty výkonu obsahují síťového proudu ve vysílaném signálu jsou:
 - nedostatek vyhlazené napájecí napětí, nebo poškození mikrofonní zkrat
21. Pokud má protistanice sdělit, že přijatý signál má malý zdvih, znamená to:
 - výkon je dostatečný ale modulační slabá
22. Přítomnost nosné vlny u SSB vysílá elektromagnetické pomocí:
 - vyváženého modulátoru
23. Nezbytnou součástí telegrafního vysílá elektromagnetické je obvod:
 - oscilátoru
24. Kdy dodá vysílá elektromagnetické nejvíce energie do zatížení (antény)?
 - je-li výstupní impedanční vysílá elektromagnetické rovna impedanci zatížení

d) Antény a napájecí vedení

1. Vstupní impedanční dipólu ve volném prostoru je přibližně:
 - 75Ω
2. Přibližně otevřený dipól pro 3,5 MHz má délku jednoho ramene přibližně:
 - 20 m
3. Konektor PL259 na zapojení slouží k:
 - zapojení antény
4. O správném impedančním přizpůsobení vysílá elektromagnetické k napájecímu hovoříme tehdy, je-li poměr stojatého vlnění roven:
 - 1
5. Anténa typu GP (ground plane) má v horizontální rovině kruhový vyzařovací diagram a její polarizace je:
 - vertikální
6. Dipól na VKV je:
 - kratší než je na KV
7. Zisk antény typu Yagi lze zvýšit především:
 - zvýšením počtu prvků
8. Balun je obvod, kterým se realizuje:
 - přechod ze symetrického vedení na nesymetrické
9. Jaká opatření musí být učiněna, aby na anténním napájecím nevyzrály stojaté vlny?
 - impedanční antény musí být přizpůsobena k charakteristické impedanci napájecí
10. K přizpůsobení antén na KV slouží:
 - anténní přizpůsobovací člen
11. Jaké jsou vyzařovací charakteristiky antény typu Yagi ve srovnání s dipólem?
 - anténa Yagi má vzhledem k rovinnosti
12. Jaký tvar má vyzařovací diagram ideálního dipólu ve volném prostoru?
 - má tvar šestiúhelníku kolmého k anténě

e) Úí ení rádiových vln

1. Zna ení vrstev ionosféry sm rem od povrchu Zem je:
- D, E, F1, F2
2. Slune ní cyklus podílející se zásadn na zí ení elektromagnetických vln má periodu:
- 11 let
3. Co se obvykle stane s rádiovou vlnou o kmito tu níOzím ne0 MUF, je-li vyslána do ionosféry?
- vrátí se zp t k Zemi
4. B Oná spojení v pásmu 2 m jsou obvykle uskute n na díky:
- p ímé viditelnosti obou stanic
5. Na intenzitu p íjímaného signálu nemá vliv:
- napájecí nap tí zdroje
6. Co ovliv uje rádiovou komunikaci s výjimkou zí ení p ízemní vlnou a p ímého paprsku?
- slune ní aktivita
7. Jaká je pr m rná výzka ionosférické vrstvy E?
- 100 km
8. Pro je ionosférická vrstva F2 nejd le0it jzí z hlediska dálkového zí ení?
- proto0e je to nejvyšzí vrstva

f) M ení elektrických veli in

1. Velikost m ícího rozsahu u ampérmetru lze zm nit:
- bo níkem (paralelním odporem)
2. Vstupní odpor voltmetru by m l být pokud možno:
- velký
3. Um lá zát 0 pro nastavení vysíla e by m la mít charakter:
- ist ohmický
4. Grid-dip-metr (GDO) nelze pou0ít k:
- p esnému nastavení klíového pracovního bodu tranzistoru
5. M íme-li odebíraný proud, m ící p ístroj p ipojíme:
- do série mezi zdroj a spot ebi
6. Reflektometrický m stek slou0í k:
- ur ení (nastavení) p ízpo sobení antény
7. Vstupní odpor ampérmetru by m l být pokud možno:
- velmi malý
8. M íme-li nap tí zdroje, m ící p ístroj p ipojíme:
- paraleln ke svorkám zdroje

g) Rušení a odolnost proti rušení

1. Produkty neúspěšného vyzařování KV vysílají zpravidla potlačíme:
 - zaazením hornofrekvenční zábrany mezi vysílačem a anténou
2. Jaké součástky je vhodné použít pro potlačení detekce vlnění signálu na vstupu zesilovače zvuku?
 - blokovací kondenzátory
3. Dojde-li k rušení televize vlivem neúspěšného KV signálu na jeho vstupu zaadíme mezi televizor a anténu:
 - dolnofrekvenční zábrana
4. Jakým způsobem může být minimalizována možnost rušení audiovizuálních přístrojů?
 - zajistit ním správného uzemnění všech částí zařízení
5. Jaký je jeden z hlavních způsobů potlačení bludné vlnění energie na stanici?
 - dodržet délku uzemňovacího vodiče co nejkratší
6. Neúspěšné vyzařování z vysílače může být způsobeno:
 - špatným stíněním vysílače za izení
7. Z hlediska možnosti rušení silným signálem je vhodné umístit anténu:
 - co nejdále od antén televizních a rozhlasových přijímačů
8. Špatné přizpůsobení antény má vliv na:
 - neúspěšné vyzařování z napájecího kabelu

h) Bezpečnost elektrických zařízení

1. V suchém, bezpražném prostoru považujeme za bezpečné napětí 0ivých částí:
 - stejnosměrné do 100 V a střídavé do 50 V
2. Ochranný vodič musí být označen barvou:
 - kombinací žlutě-zelené
3. Při úrazu elektrickým proudem:
 - vyprostíme postiženého z dosahu elektrického proudu a nedýchá-li zavvedeme umělé dýchání, případně masáž srdce
4. Před započetím umělého dýchání z plic do plic je třeba u postiženého:
 - odstranit překážky z ústní dutiny, zaklonit hlavu, sevřít nos
5. Je-li v zařízení přerušena tavná pojistka:
 - vadnou pojistku vyměníme za novou s předepsanými hodnotami pro příslušný obvod
6. Za bezpečné z hlediska úrazu elektrickým proudem jsou považovány ustálené proudy tekoucí mezi částmi přístupnými při dotyku:
 - stejnosměrné do 10 mA a střídavé do 3,5 mA
7. Antény umístěné na stěze budov nebo samostatně stojící musí být vřady:
 - řádně uzemněny
8. Jímací tyč hromosvodu:
 - nesmí sloužit jako držák antény
9. Prodloužovací kabely pro síťové napětí 230 V mají:
 - 3 vodiče

10. Uzemí ovací vodič antény:
- musí být spojen s hromosvodným systémem
11. Jak umístíme vnitřní anténu?
- co nejdále od vysílací pozice
12. Jaké bezpečnostní opatření musíme uvnitř instalaci GP antény?
- anténu umístíme tak, aby se jí nikdo nemohl dotknout

Zkušební otázky jsou členěny do osmi oddílů. Test obsahuje celkem 24 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně:

Oddíl	Počet otázek
a)	4
b)	2
c)	6
d)	3
e)	2
f)	2
g)	2
h)	3
Celkem	24

Vyhodnocení písemné zkoušky

(1) Uchazeo získání prázdné odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikace písemně úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 20 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 16 otázek.

(2) Uchazeo získání prázdné odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikace provozně úspěšně složil, jestliže z celkového maximálního počtu 372 bodů testu z tohoto předmětu získal alespoň 295 bodů.

(3) Uchazeo získání prázdné odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu elektrotechnika a radiotechnika úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 40 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 32 otázek.

(4) Uchazeo získání prázdné odborné způsobilosti podle § 2 písm. i) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikace písemně úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 14 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 11 otázek.

(5) Uchazeo získání prázdné odborné způsobilosti podle § 2 písm. i) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikace provozně úspěšně složil, jestliže z celkového maximálního počtu 231 bodů testu z tohoto předmětu získal alespoň 175 bodů.

(6) Uchazeo získání prázdné odborné způsobilosti podle § 2 písm. i) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu elektrotechnika a radiotechnika úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 24 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 19 otázek.

Praktická zkouška z telegrafie

Uchazejí o práci odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) a i) vyhlášky na vlastní žádost mohou vykonat i praktickou zkoušku z telegrafie, kterou prokazují:

a) schopnost ručně vysílat v Morseově abecedě text v jasné a i rychlosti nejméně 12 (dvanáct) slov za minutu s nejméně jednou neopravenou a s nejméně čtyřmi opravenými chybami,

b) schopnost po dobu tří minut správně přijímat a rukou zapsat v Morseově abecedě text vysílaný v jasné a i rychlosti 12 (dvanáct) slov za minutu s nejméně čtyřmi chybami.

Přijímaný text musí být zapsán latinskými písmeny a arabskými číslicemi, nepřípustné je použití zkratk, telegrafních značek atp., nebo technických pomůcek.

K vysílání lze použít telegrafní klávesnici nebo telegrafní klávesnici poloautomatické, který má nejméně dva ovládací prvky k vytváření teček, čar a mezer; použití plně automatického klávesnice (například s klávesnicí) je nepřípustné.

Za slovo se pro účely určení rychlosti vysílání při této zkoušce považuje slovo "PARIS" následované mezerou mezi slovy.

*TÚ j. 17 066/2009-613
odbor správy kmitového spektra*

Stani ní deník

§ 5 Vyhlásky . 156/2005 Sb. stanoví povinnost vedení stani ního deníku u klubových stanic. Dále stanoví minimální údaje, které se zapisují do stani ního deníku. Forma deníku není stanovena. Z praktického hlediska je možno doporu it i ostatním vedení stani ního deníku. Stani ní zápisník zpravidla obsahuje následující údaje:

<i>Datum</i>	<i>as UTC</i>	<i>Pásmo MHz</i>	<i>Druh provozu</i>	<i>Zna ka p íjímané stanice</i>	<i>RST</i>	<i>Zpráva</i>

U klubové stanice se téo zapisuje, kdo stanici obsluhoval, p ípadn kdo provád í dozor.

Report

Do deníku se zapisuje report, kterým ohodnocujeme kvalitu p íjímaného signálu. Vzeobecn se používá systému RST.

Prvé písmeno R, z anglického readability, ozna uje v p íti stupních íitelnost signál . P í fone provozu se téo používá Q, z anglického quality.

- 1 - zcela ne íitelné
- 2 - ob as íitelné
- 3 - s obtí0emi íitelné
- 4 - íitelné
- 5 - dokonale íitelné

Druhé písmeno S, z anglického strength, ozna uje sílu p íjímaného signálu v devíti stupních.

- a) Jeden S-stupe odpovídá úrov ovému rozdílu 6 dB.
- b) Na pásmech ní0zích ne0 30 MHz odpovídá S 9 signálu o úrovni 50 μ V na vstupu p íjíma e o vstupní impedanci 50 Ω . Ka0dému ní0zímú stupni pak odpovídá v0dy polovi ní nap tí.
- c) Na pásmech vyzzích ne0 30 MHz odpovídá S 9 signálu o úrovni 5 μ V na vstupu p íjíma e o vstupní impedanci 50 Ω . Ka0dému ní0zímú stupni pak odpovídá v0dy polovi ní

S	KV pásma [μ V/50 Ω]	pásma nad 30 MHz [μ V/50 Ω]
9	50	5,00
8	25	2,50
7	12,5	1,26
6	6,3	0,63
5	3,2	0,32
4	1,6	0,16
3	0,8	0,08
2	0,4	0,04
1	0,21	0,02

např. tí:

T etí písmeno T, z anglického tone, označuje kvalitu tónu. Nepoužívá se u fone provozu. Má rovn 0 dev 11 stup .

- 1 - mimo ádn hrubý, sy ivý tón
- 2 - hrubý tón st ídavého proudu
- 3 - tón st ídavého proudu, slab zaznívající
- 4 - tón st ídavého proudu se zázň jem
- 5 - tón zázň je se silnou modulací st ídavého proudu
- 6 - tón zázň je s modulací st ídavého proudu
- 7 - skoro ístý tón se slabou st ídavou slo0kou
- 8 - ístý tón s nepatrným nádechem st ídavé slo0ky
- 9 - zcela ístý tón

Údaj o tónu je možno jezť doplnit písmenem X, má-li charakter krystalového zázň je, p ípadn C, jestli0e cvrliká.



eský radioklub

U Pergamenky 3
170 00 Praha 7 - Holešovice
tel.: 266 722 240
fax: 266 722 242
QSL služba tel.: 266 722 253

Co je eský radioklub (RK)?

Sdružení jiné podle zákona o sdružení občanů. Sdružuje zájemce o všechny radioamatérské činnosti a sporty. Jeho posláním je radioamatérská, sportovní, vzdělávací a kulturní činnost. eský radioklub reprezentuje zájmy svých členů v oficiálním orgánu České republiky a dalších zemích i v oficiálních organizacích domácích, zahraničních i mezinárodních. Jako člen Mezinárodní radioamatérské unie (IARU) zastupuje zájmy svých členů v zahraničí.

Kdo může být členem?

Každý, kdo bude respektovat stanovy.

Jak se stát členem?

1. Vyplnit a podepsat přihlášku. Zájemce mladší než 15 let si ji nechá potvrdit jedním z rodičů nebo zákonným zástupcem.
2. Zaplatit poštovní poukážkou roční příspěvek ve výši 840 Kč. Pro studenty, důchodce, vojáky základní služby a invalidy je výše příspěvku 540 Kč. Děti a mládež, kteří nedosáhnou v daném roce 16 let, platí roční částku 60 Kč. Roční příspěvek poslat na účet 204368309/0800 u České spořitelny v Praze 7, stvrzenku nebo její kopii přiložit k přihlášce. Do rubriky pro variabilní symbol napsat datum svého narození a první čtyřísíť svého PS, např. 0103545030 (datum narození 1. 3. 54 a PS 503 04). (Výše členského příspěvku platí pro rok 2009. V následujících letech je nutno se informovat na sekretariátu ČRK.)
3. Obojí zaslat na adresu v záhlaví. členský průkaz obdrží člen poštou.

Co nabízí ČRK svým členům?

- Hradí za své členy příspěvek IARU.
- Hradí za své členy veškeré náklady na QSL službu.
- Informuje své členy pravidelně o všem, co se týká činnosti ČRK a radioamatérství prostřednictvím klubového časopisu RADIOAMATÉR, který je pro členy zdarma.

Čím pomáhá ČRK svým radioamatérům?

- Přispívá na provoz předání v pásmech VKV.
- Přispívá na vybavení a výstavbu sítí paket rádia.
- Přispívá na některá setkání radioamatérů, na vydávání sborníků a základní literatury.
- Vyhlazuje závody a soutěže na krátkých i velmi krátkých vlnách, podílí se na jejich vyhodnocování a cenách.
- Požičuje pro zájemce kopie technických i jiných článků z časopisů a publikací, které má k dispozici.

● Vysílá radioamatérské zpravodajství v0dy ve st edu v 16.00 hod. UTC pod zna kou OK1CRA v pásmu 80 m okolo 3770 kHz \pm QRM provozem SSB a na VKV provozem FM p es p evád OK0C (Krkonoze) na 145,700 MHz.

Zájemc m o poslucha skou innost, která je vlastn základem radioamatérské provoz- ní praxe, bez ohledu na to, zda jsou leny eského radioklubu i nikoli, p id luje RK bezplatn poslucha ská ísla. Sta í do rubriky "Poslucha ské íslo - RP" napsat "óádám o vydání". Pr kaz poslucha e s p id leným RP íslem obdróíte spolu s lenskou legitimací bezplatn poztou.

Výechny zájemce do naších ad up ímn zve rada RK.

Adresy, které vás budou zajímat:

eský telekomunika ní ú ad
amatérské vysílací rádiové stanice
p. o. box 02
225 02 Praha 025
tel.: 224 004 111
fax: 224 004 830
Internetová adresa: www.ctu.cz

eský radioklub - sekretariát
U Pergamenky 3
170 00 Praha 7
tel.: 266 722 240
Fax: 266 722 242

eský radioklub - QSL služba
P. o. box 69
113 27 Praha 1
tel.: 266 722 253

Paketová BBS: OK1CRA@OK0PPR
E-mail: crk@crk.cz
Internetové stránky RK: <http://www.crk.cz>

Poznámka:

Na adresu eského telekomunika ního ú adu se zasílají p íhlázky ke zkouzkám i óádosti o povolení amatérské vysílací stanice.

Požadavky ke zkouškám operátor amatérských rádiových stanic

Osmé, aktualizované vydání

Vydal český radioklub v roce 2012.

Napsali Ing. Jaroslav Kadlák, OK1BB, Ing. Milož Prostecký, OK1MP a Ing. Josef Žroll, OK1SRD.

Obrázky kreslila Alena Skálová, OK1PUP.

Redakce a grafická úprava Olga Havlízová, OK1DVA, a Petr Havlíz, OK1PFM.

Úprava 8. vydání Ing. Milož Prostecký, OK1MP.

328 stran, 252 obr.

© český radioklub 2012