

2.1. Přenos signálu rádiovým spojem

Jednoduchý rádiový spoj



Obr. 2.1 Jednoduchý rádiový spoj.

$$P_{av} = \eta_{nv} \cdot P_v$$

$$\Pi = P_{av} \cdot G_v / (4\pi r^2)$$

$$P_{ap} = \Pi \cdot S_{ef} = \Pi \cdot \lambda^2 / (4\pi) \cdot G_p \quad P_p = \eta_{np} \cdot P_{ap}$$

výkon na vstupu přijímače

$$P_p = P_v \cdot \eta_{nv} \cdot G_v (\lambda / 4\pi r)^2 W^2 \cdot G_p \eta_{np}$$

$(\lambda / 4\pi r) = W_o$... útlum šíření vln volným prostorem

W ... přídatný útlum při šíření (překážky, déšť apod.)

v decibelech

$$P_{dB} = 10 \cdot \log(P) \quad G_{dB} = 10 \cdot \log(G)$$

$$W_{dB} = 10 \log(W^2) = 20 \cdot \log(W)$$

pak

$$P_p = P_v + \eta_{nv} + G_v + W_o + W + G_p + \eta_{np} \quad [\text{dB}]$$

Vyjádření pomocí intenzity pole E – nižší kmitočty, lineární antény

$$E = \frac{60 \cdot I_m}{r} \cdot F(\varphi, \vartheta) \cdot e^{-jkr} \qquad E = \frac{\sqrt{30 \cdot P_\Sigma \cdot D(\varphi, \vartheta)}}{r}$$

platí
$$P_\Sigma \cdot D(\varphi, \vartheta) = P_v \cdot \eta_{nv} \cdot \eta_{Av} \cdot D(\varphi, \vartheta) = P_{Av} \cdot G_v(\varphi, \vartheta)$$

pro směry mimo maximum záření
$$G(\varphi, \vartheta) = G_{\max} \cdot \left[\frac{F(\varphi, \vartheta)}{F_{\max}} \right]^2$$

na přijímací straně
$$U_i = E \cdot l_{ef} \quad , \quad l_{ef} = \frac{2 \cdot F_{vst}}{k} \quad , \quad U_z \frac{Z_z}{Z_{Ap} + Z_z} \cdot U_i$$

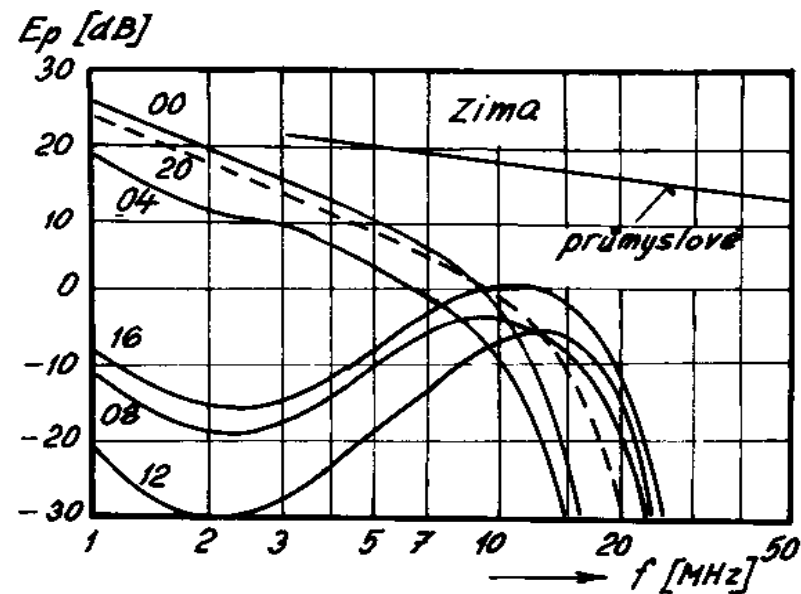
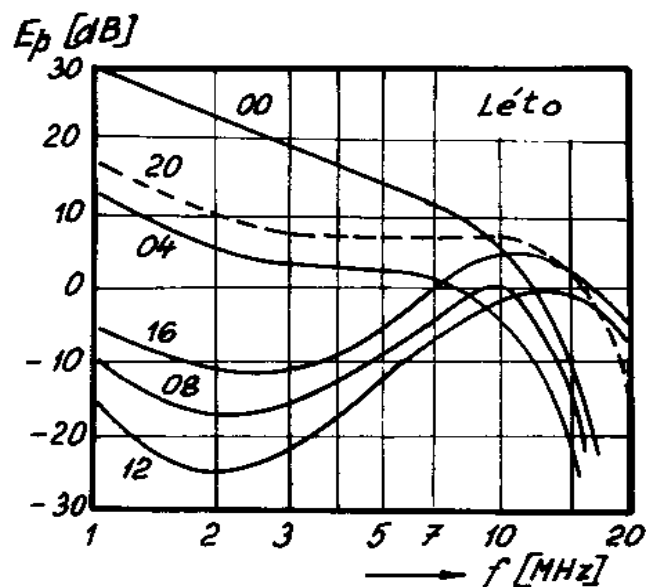
přijímaný výkon
$$P_{Ap} = \frac{(U_i/2)^2}{\operatorname{Re}(Z_{Ap})} = \frac{U_i^2}{4 \cdot \operatorname{Re}(Z_{Ap})} \quad , \quad P_p = \eta_{np} \cdot P_{Ap}$$

2.2 Podmínka rádiového spojení

Kvalitu spoje určuje

- poměr signálu a rušení S/N
- rušení - atmosférické E_p
- průmyslové
- šумы – přijímače, přijaté anténou
- rušivé signály – vysílače aj.
- požadovaný odstup signálu od rušení ξ
- druh provozu, modulace, srozumitelnost ...
- náhodné změny úrovně (únik)
- spolehlivost spojení $S = P[E \geq E_{\min}]$

- činitel spolehlivosti
$$\delta(S) = \frac{E_{med}}{E_{\min}}$$



Druh provozu	Poznámka	ξ [dB]
A1 manuální provoz	Šířka pásma 6 kHz, srozumitelnost 90%, rychlost 10 skupin /min.	0 až -2
A1 rychlotelegraf	80 až 120 slov/min.	+ 4
A3	Šířka pásma 6 kHz, srozumitelnost 90%, hloubka modulace 100%	+ 15
A3	SSB	+ 9
Dálnopis F1	výběrový příjem	- 5
Rozhlas		+ 26 až + 40
Televize		+ 45

2.2.1 Pásmo DV, SV, KV

- nejčastěji AM – demodulace nemění S/N
- atmosférické poruchy - z jihu, elevace $\approx 20^\circ$,
 - do 30 MHz, grafy E_p

- lze omezit přijímací anténou

$$K = \frac{l_{ef}(S)}{l_{ef}(N)} = \sqrt{\frac{D(S)}{D(N)}}$$

podmínka spojení $E \geq E_{min}$

$$\frac{\sqrt{30 \cdot P_{Av} \cdot G_v}}{r} \cdot W \geq \xi \frac{E_p}{\kappa} \cdot \delta(S) \quad \dots \text{ef. hodnoty}$$

vyhovující spojení - $E \geq E_{min}$

- $E \geq E_{nom}$... doporučená hodnota (rozhlas, TV)

vztažné hodnoty $E_o = \frac{\sqrt{30}}{r} \quad [P_{Av} \cdot G_v = 1, \text{ volný prostor}]$

$$E_o = \frac{\sqrt{30}}{r} \cdot W \quad [P_{Av} \cdot G_v = 1, \text{ skutečné šíření}]$$

po logaritmování

$$P_v + \eta_{nv} + G_v + E_o + W \geq E_p + \xi + \delta(S) - \kappa \quad [\text{dB}]$$

2.2.2 Pásmo VKV

(30 – 1000 MHz)

- FM rozhlas, TV, služby
- tepelný šum (atmosférické zanedbatelné)
- S/N před demodulací ($G(\omega) \approx \text{konst.}$, malá B)

a) rozhlas a TV - doporučené minimální úrovně E_{min} - pro danou kvalitu

b) v ostatních případech - srovnání výkonů na vstupu přijímače $P_p \geq P_{min}$

$$P_p \geq P_{\xi} \cdot \xi^2 \cdot \delta(S)^2$$

šumy - přijímače $P_{\xi pr} = k_B \cdot T_p \cdot B \cdot (F-1)$

- antény $P_{\xi a} = k_B \cdot T_a \cdot B$

- ztrát napáječe $P_{\xi n} = k_B \cdot T_n \cdot B \cdot (1-\eta_{np})$

- celkový šum $P_{\xi} = P_{\xi pr} + P_{\xi a} + P_{\xi n}$

a signál
$$P_p = P_v \cdot \eta_{nv} \cdot G_v \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 \cdot W^2 \cdot G_p \cdot \eta_{np}$$

podmínka spojení $P_v + \eta_{nv} + G_v + W_o + W + G_p + \eta_{np} \geq P_{\xi} + \xi + \delta(S)$ [dB]