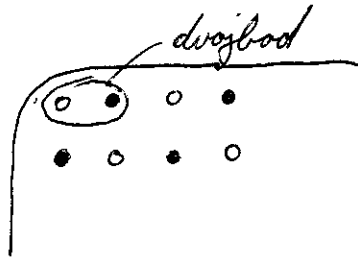


1

Pr 1 Stanove šířky pásma pro přenos TV standard D (625 ř, 4:3, 25 fps)



<http://pitbul.pcland.cz>

$$\underbrace{625 \cdot \frac{4}{3}}_{\text{B/řádek}} \cdot \underbrace{625 \cdot 25 \cdot \frac{1}{2}}_{\text{2B/periodu}} = 6,5 \text{ MHz}$$

Pr 2

šířka kanálu 6 MHz, $\frac{S}{N} = 40 \text{ dB}$

• ČB signál 640 x 480, 25 fps, 256 úrovní
stačí kanál?

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

$$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

$$\frac{S}{N} = 10^4$$

$$\log_2 10001 = \frac{\log 10001}{\log 2}$$

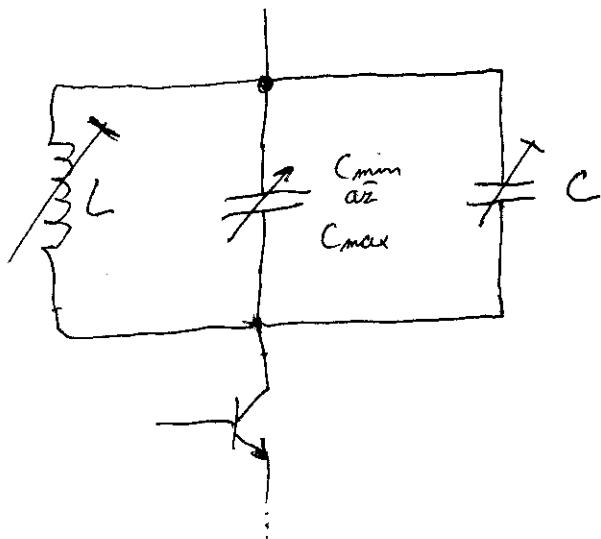
$$C = 6 \cdot 10^6 \cdot \log_2(10001) \approx 79,7 \text{ Mbit/s}$$

$$N_B = 640 \cdot 480 \cdot 25 \cdot 8 = 61,4 \text{ Mbit/s}$$

Px

přelad: úhlopás. rez. kes.

obecně kapacitu C brimem C a ind L , aby
pokryl pásmo $f_{\min}$ až $f_{\max}$



$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$f_{\min} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L(C_{\max} + C)}}$$

$$f_{\max} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L(C_{\min} + C)}}$$

$$f_{\min}^2 = \frac{1}{4\pi^2 L (C_{\max} + C)}$$

$$f_{\max}^2 = \frac{1}{4\pi^2 L (C_{\min} + C)}$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 (C_{\max} + C) f_{\min}^2}$$

$$f_{\max}^2 = \frac{f_{\min}^2 (C + C_{\max})}{C + C_{\min}}$$

$$C f_{\max}^2 + C_{\min} f_{\max}^2 = C f_{\min}^2 + C_{\max} f_{\min}^2$$

$$C(f_{\max}^2 - f_{\min}^2) = C_{\max} f_{\min}^2 - C_{\min} f_{\max}^2$$

$$C = \frac{C_{\max} f_{\min}^2 - C_{\min} f_{\max}^2}{f_{\max}^2 - f_{\min}^2}$$

$$L = \frac{1}{f_{\min}^2 (C_{\max} + C) \cdot 4\pi^2}$$

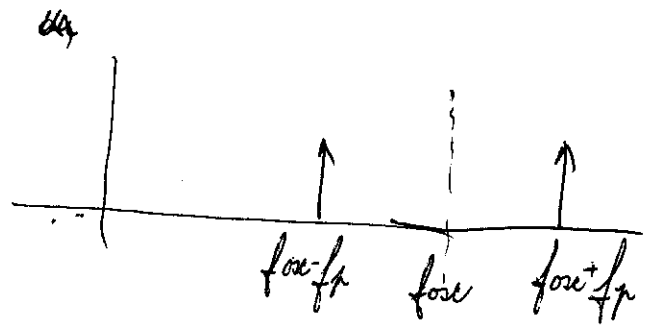
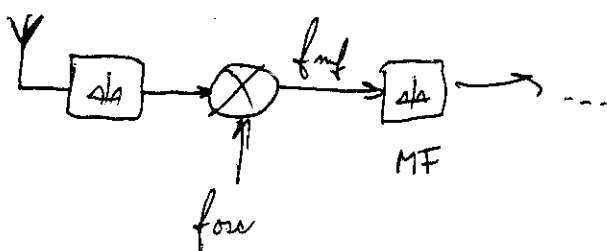
Pr. přij. pásmo 525 - 1605 kHz

mexifrekv. 465 kHz

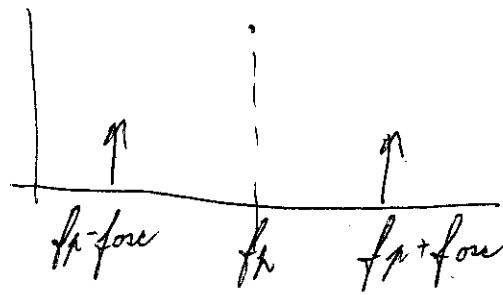
určete dolní a horní kmitočty oscilátoru superheteru,
sděže kmitočty oscilátoru

- menší než kmit. signálu
- větší

určit, v jakém poměru se musí měnit kapacita
lad. kond., pokud oscilátor je laděn LC obvodem
s kmitočtem oscilací daným Thomsonovým
proceem.



24



a) $f_{osc} < f_p$

horni: $f_{osc} = f_p - f_{inf} = 1605 - 465 = 1140 \text{ kHz}$

dolní: $f_{osc} = 625 - 465 = 60 \text{ kHz}$

b) $f_{osc} > f_p$

horni: $f_{osc} = f_p + f_{inf} = 1605 + 465 = 2070 \text{ kHz}$

dolní: $f_{osc} = 625 + 465 = 990 \text{ kHz}$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 L f^2}$$

a) ~~$\frac{C_{min}}{C_{max}}$~~ $\frac{C_{min}}{C_{max}} = \frac{f_{max}^2}{f_{min}^2} = 361$

b) $\frac{C_{min}}{C_{max}} = 4,37$

Pr

Superhet $f_{mf} = 465 \text{ kHz}$, $f_{ps} = 1065 \text{ kHz}$.

kmitočet osc. výst. než kmis. přij. signálu.

Uvěte:

- f_{osc}

- kmitočet křadlového signálu f_k

$$f_{osc} = f_{ps} + f_{mf} = 1530 \text{ kHz}$$

$$f_k = f_{osc} + f_{mf} = 1995 \text{ kHz}$$

křadlové sig. potřeba podacíť křad sa
anténou.

(2)

Pr

FM: $f_c = 100 \text{ MHz}$,

$f_m = 10 \text{ kHz}$ harm. signál $f_{m, \max} = 15 \text{ kHz}$

$f_d = 99,95 \text{ MHz}$ $f_h = 100,05 \text{ MHz}$

výsledný signál

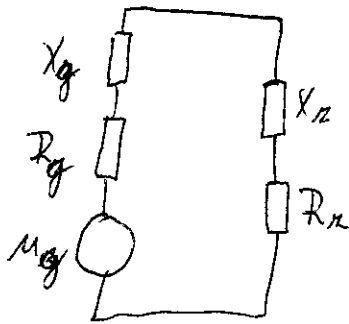
$$\Delta f = f_c - f_d = 50 \text{ kHz}$$

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{50}{10} = 5$$

$$B_{FM} = 2f_{m, \max} (1 + \beta) = 180 \text{ kHz}$$

Pr generator, vnútorná impedancia $R_g = 300 \Omega$,
její imaginární část $X_g = 50 \Omega$

určit reálnou a imaginární část. imp. zátěže
 X_2 a R_2 , aby se největší výkon



$$U_{R2} = U_g - I R_g - I j X_g$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2$$

$$I = \frac{U_g}{\sqrt{(R_g + R_2)^2 + (X_g + X_2)^2}}$$

$$P_{R2} = R_2 I^2 = \frac{U_{R2}^2}{R_2} = \frac{U_g^2}{(R_g + R_2)^2} R_2$$

$$X_2 = -X_g = -50 \Omega$$

$$\frac{d P_{R2}}{d R_2} = U_g^2 \frac{(R_g + R_2)^2 - R_2(2R_g + 2R_2)}{(R_g + R_2)^4} = 0 \rightarrow \text{maximum}$$

$$\Rightarrow R_2 = R_g = 300 \Omega$$

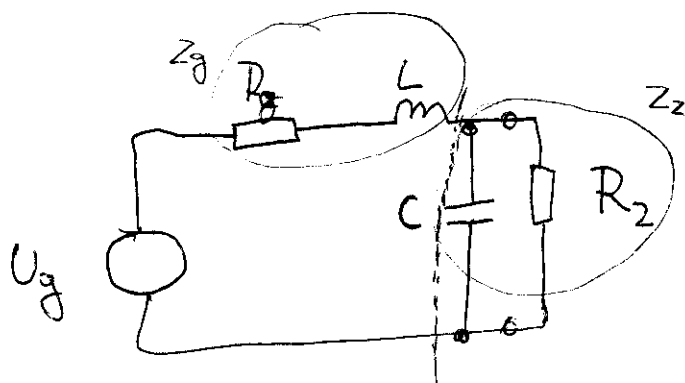
Pr

generátor $R_g = 50 \Omega$, nátež $R_z = 600 \Omega$

$f = 75 \text{ MHz}$

jak pomocí článků γ přizpůsobit?

určit L, C



$$Z_g = R_g + j\omega L$$

$$Z_z = \frac{R_z \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R_z + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\frac{R_z}{j\omega C}}{\frac{jR_z\omega C + 1}{j\omega C}} = \frac{R_z}{jR_z\omega C + 1} \cdot \frac{1 - j\omega R_z C}{1 - j\omega R_z C} =$$

$$= \frac{R_z - j\omega R_z^2 C}{1 + \omega^2 R_z^2 C^2}$$

$$R_g = \frac{R_z}{1 + \omega^2 R_z^2 C^2}$$

$$C = \frac{1}{\omega R_z} \cdot \sqrt{\frac{R_z - R_g}{R_g}} = 11,73 \text{ pF}$$

$$j\omega L = \frac{j\omega R_z^2 C}{1 + \omega^2 R_z^2 C^2}$$

$$L = \frac{R_g}{\omega} \sqrt{\frac{R_z - R_g}{R_g}} = 351,9 \text{ nH}$$

Pr generátor

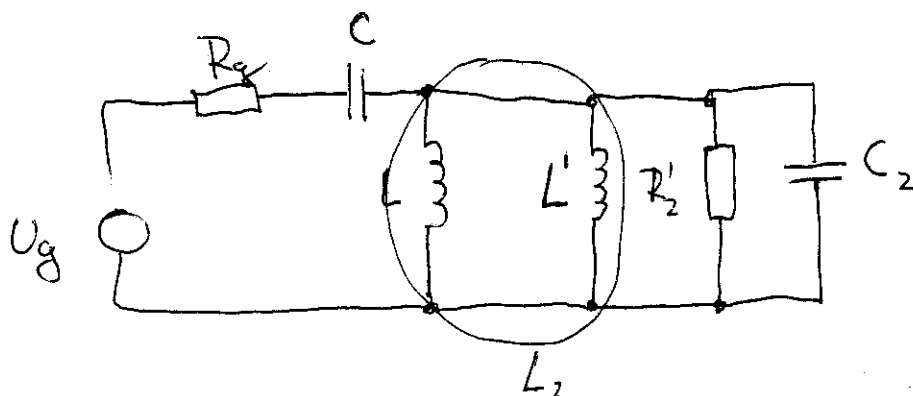
$$R_g = 50 \Omega$$

$$f = 75 \text{ MHz}$$

$$R_2 = 600 \Omega$$

$$C_2 = 40 \text{ pF}$$

prizpůsobit (rezonanční metodou)



$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_2}} \Downarrow$$

$$L' = \frac{1}{(2\pi f)^2 C_2}$$

$$L' = 12,6 \text{ nH}$$

$$Z_g = R_g + \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_2 = \frac{R_2 \cdot j\omega L}{R_2 + j\omega L} \cdot \frac{R_2 - j\omega L}{R_2 - j\omega L} =$$

$$= \frac{R_2^2 j\omega L + R_2 \omega^2 L^2}{R_2^2 + \omega^2 L^2}$$

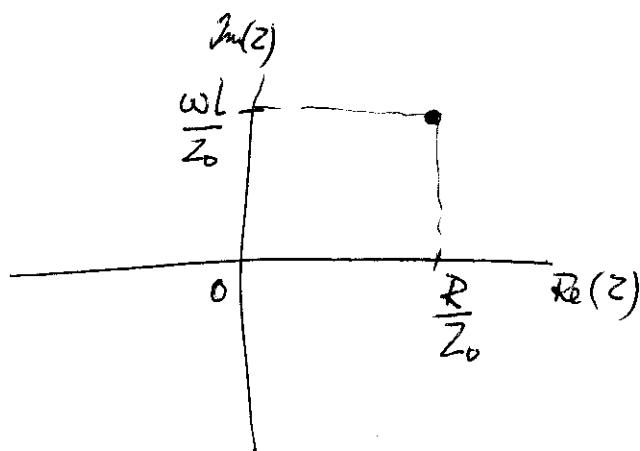
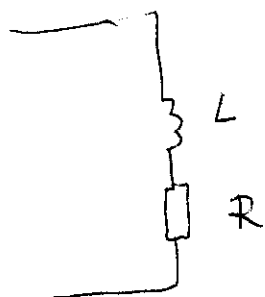
$$L = \frac{R_2}{2\pi f} \sqrt{\frac{R_g}{R_2 - R_g}} \dots = 383,9 \text{ nH}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f \sqrt{R_g(R_2 - R_g)}} \dots = 12,8 \text{ pF}$$

$$L_2 = L' \parallel L = 87,06 \text{ nH}$$

3

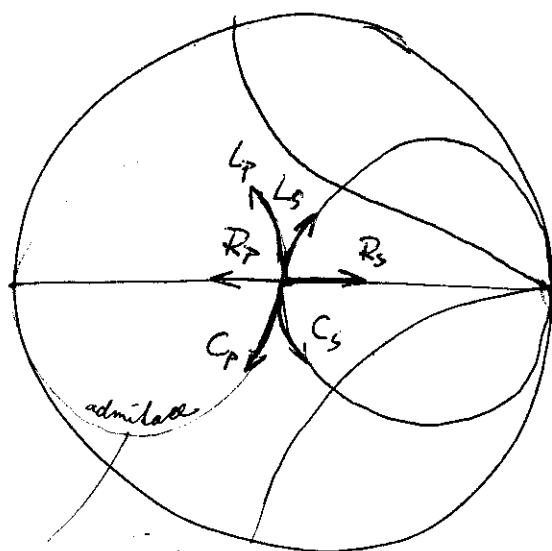
Smithův diagram



Z_0 normovaná impedance

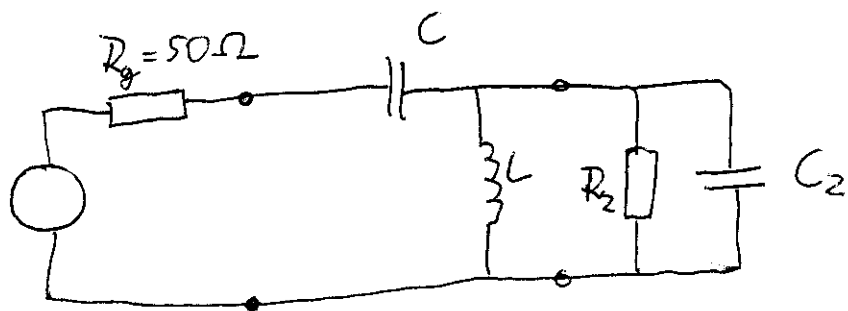
$$\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} = \frac{\frac{Z}{Z_0} - 1}{\frac{Z}{Z_0} + 1} = \frac{z - 1}{z + 1}$$

úhel odrazu



na jednotkách
nemí

PA



$$f = 75 \text{ MHz}$$

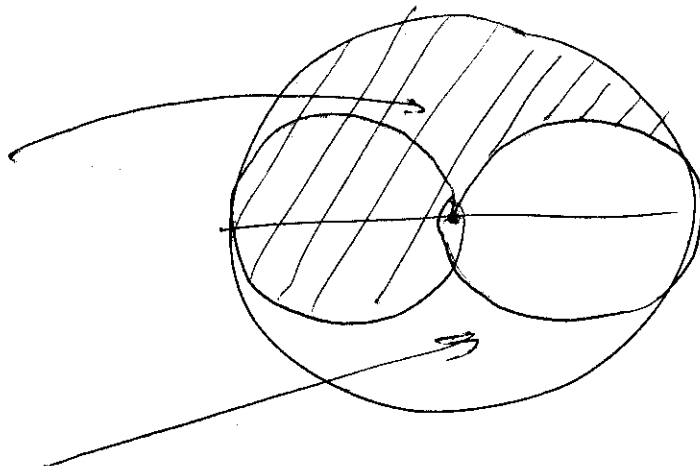
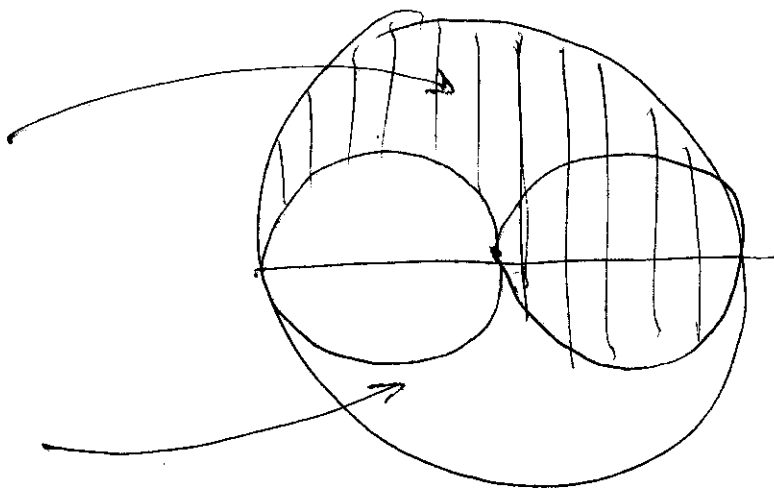
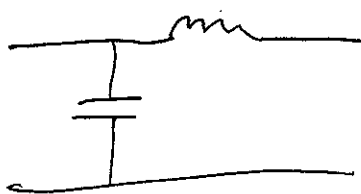
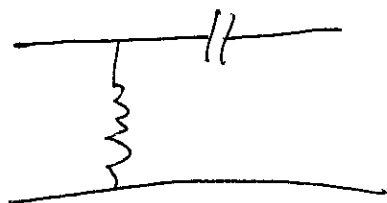
$$Z_0 = R_g = 50 \Omega$$

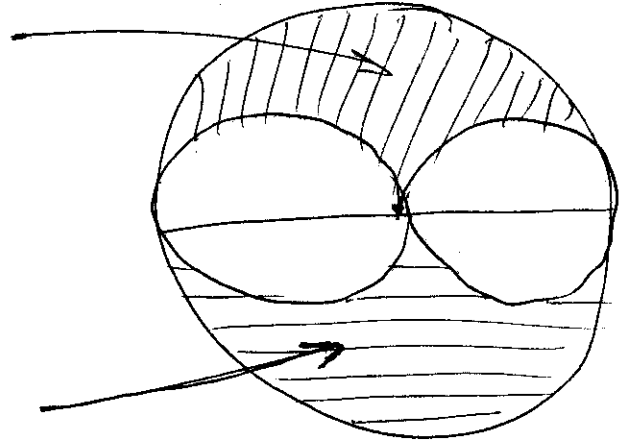
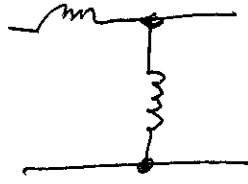
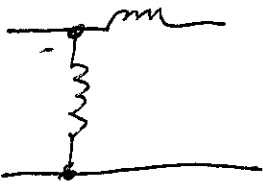
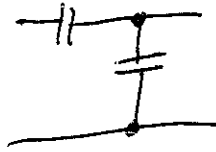
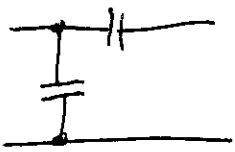
$$R_2 = 600 \Omega$$

$$C_2 = 40 \text{ pF}$$

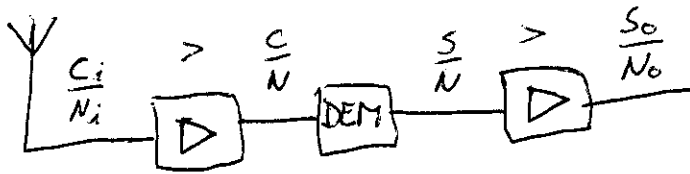
$$L = 87,06 \text{ nH}$$

$$C = 12,8 \text{ pF}$$

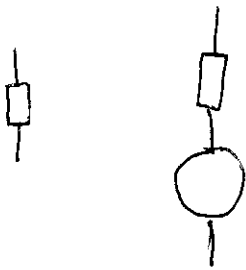




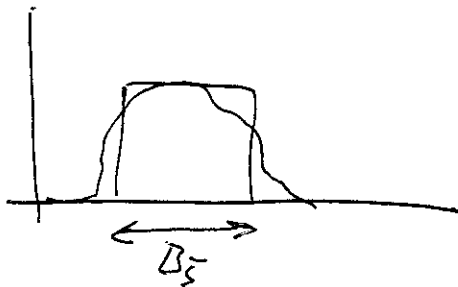
Sum



$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$



$$\bar{n}^{-2} = 4kTB_s R$$



šumové
číslo

$$F = \frac{(S/N)_{\text{input}}}{(S/N)_{\text{output}}}$$

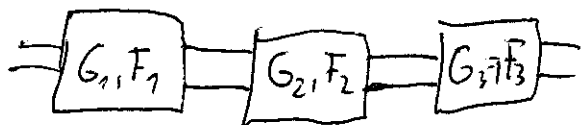
$$F_{\text{dB}} = 10 \log F$$

ekvivalentní
šumová
teplota

$$T_e = T_0 (F - 1)$$

$$T_0 = 290 \text{ K}$$

Razení dvojbraní



Friesův vzorek

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} \dots$$

$$G_1 = G_2 = G_3 = 20 \text{ dB}$$

$$F_1 = 1,2 \text{ dB} \quad F_2 = F_3 = 3 \text{ dB}$$

$$\underline{F = 1,23 \text{ dB}}$$

$$F_1 = F_3 = 3 \text{ dB} \quad F_2 = 1,2 \text{ dB}$$

$$\underline{F = 3,01 \text{ dB}}$$

P_A	$F_A = 1,2 \text{ dB}$	6 dB	M $0,425$
	$F_B = 1,5 \text{ dB}$	20 dB	$0,417$
	$F_C = 1,5 \text{ dB}$	10 dB	$0,458$

$\bar{m}_{\text{min}}, \bar{m}_{\text{max}}$

$$M = \frac{\bar{F} - 1}{1 - \frac{1}{G}}$$

$a b c \quad F = 1,5318 \text{ dB}$
 $b a c \quad F = 1,5130 \text{ dB}$
 $b c a \quad F = 1,5136 \text{ dB}$

7

$\underline{P_A} \quad P(a_1) = 0,6 \quad T_A = 70 \text{ ms}$
 $P(a_2) = 0,7$
 $P(a_3) = 0,3$

symbolová rychlost $\nu_s = \frac{1}{T_A} = 14,3 \text{ Bd (symbolů/s)}$

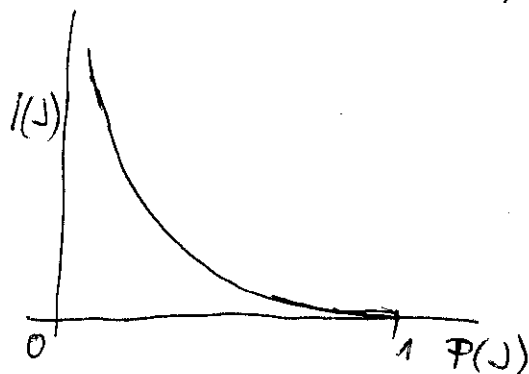
$q = 3 \quad (\text{znaků abecedy})$

$\log_2(3) = 1,585$

bitová rychlost $\nu_b = \nu_s \cdot \log_2(q) = 22,6 \text{ bit/s}$

množství informace generované zdrojem

$$I(j) = -\log_z(P_x(j)) \quad , \text{ pro } z=2 \text{ -- bit (binary unit)}$$



Entropie

Entropie zdroje zpráv

střední množství inf. připadající na jeden symbol

$$H(Z(A)) = H(A) = -(0,6 \log 0,6 + 0,1 \log 0,1 + 0,3 \log 0,3) = 1,2 \%$$

Redundance

$$R(Z(A)) = 1 - \frac{H(Z(A))}{\log_2 9} = 0,183 = 18,3 \%$$

Informační rychlost

stř. množ. inf. gener. zdrojem za s

$$h(Z(A)) = \frac{H(Z(A))}{T_A} = 18,3 \text{ bit/s}$$

Kódování zdroje zpráv

	(1)	(2)
a_1	00	0
a_2	01	10
a_3	11	11

Prefixový kód

Střední délka kódového slova

$$\bar{L}_1 = 2$$

$$\bar{L}_2 = 0,6 \cdot 1 + 0,4 \cdot 2 = 1,4$$

$$T_{x1} = \frac{T_A}{L_1} = 35 \text{ ms}$$

$$T_{x2} = \frac{T_A}{L_2} = 50 \text{ ms}$$

Bitová rychlost

$$h_s(Z(x)) = \frac{1}{T_{x1}} = 28,57 \text{ bit/s}$$

Entropie a redundance kódovaného zdroje zpráv

$$R(Z(x_1)) = \frac{H(A)}{L_1} = 0,352$$

$$R(Z(x_2)) = 0,075$$

Kódování kanálu

- detekce a oprava chyb
- optimální využití kapacity kanálu

kódy - blokové
- konvoluční

Lineární blokové kódy

součet a rozdíl dvou kód. slov. je kódové slovo

$$X = ZG$$

generující matice

Minimální vzdálenost

Hammingova vzdál - počet bitů, ve kterých se slova liší

(9)

Způsoby šíření rádiových vln

- vlna - přímá
- přímá
- ionosférická
- troposférická

Radiokomunikační rovnice

izotropní zářič

$$S = \frac{P_v G_v}{4\pi R^2}$$

$$L_f = \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2 \quad \text{-- úhlum volného prostoru}$$

efektivní plocha $A_e = \frac{\lambda^2 G_v}{4\pi}$

Radiokomunikační rovnice

$$P_{\text{pd}} = S A_e = P_v G_v G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 = \frac{P_v G_r G_r}{L_R}$$

P4 Voyager

drůžice: anténa $r = 3,7 \text{ m}$, $f_d = 8,4 \text{ GHz}$, $P_s = 23 \text{ W}$

Země: 70 m , $f_{u1} = 2,1 \text{ GHz}$, $P_T = 20 \text{ kW}$

signál běží 13 h

včetně ztráty volným prostorem
výkony na příjm. anténě ve W, dBW, dBm

ef. plocha antény je 10% skus. plochy

$$A_{eD} = 8,6 \text{ m}^2$$

$$A_{eZ} = 3079 \text{ m}^2$$

$$\lambda = 14,04 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

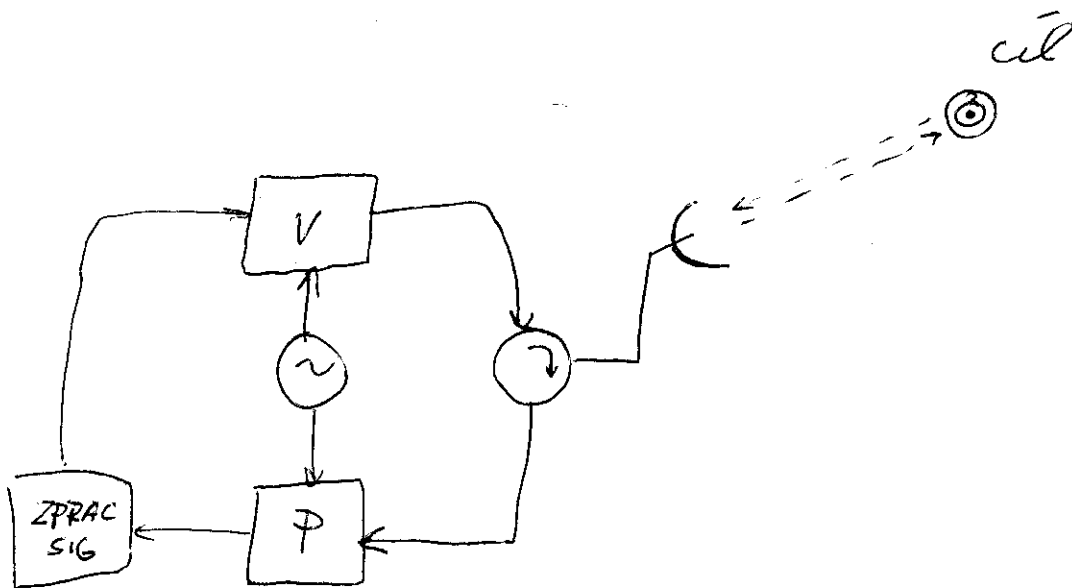
$$\text{třída } L_1 = 314 \text{ dB}$$

$$L_u = 302 \text{ dB}$$

$$P_{pp} = \frac{P_s \cdot A_{es} \cdot A_{ep}}{L_d^2 R^2} = 2,42 \cdot 10^{-18} \text{ W} = -176 \text{ dBW} = -146 \text{ dBm}$$

$$P_{usp} = \frac{P_T \cdot A_{es} \cdot A_{ep}}{L_u^2 R^2} = 1,32 \cdot 10^{-16} \text{ W} = -159 \text{ dBW} = -129 \text{ dBm}$$

Radar



$$P_p = \frac{P_v G_v}{4\pi R^2} \sigma_{ef} \cdot A_{ef}$$

efektivná plocha - lesadla v jednotkách metru

$$P_p = \frac{P_v G_v}{(4\pi)^2 R^4} \sigma_{ef} \cdot A_{ef}$$

$$R = \sqrt[4]{\frac{P_v G_v \sigma_{ef} A_{ef}}{(4\pi)^2}}$$

$$P_{pmin} = \left(\frac{S}{N}\right)_{min} k T_s B$$

Pr

$$P_v = 1 \text{ MW} \quad G = 30 \text{ dB}$$

$$\sigma_{\varphi} = 10 \text{ m}^2 \quad f = 10 \text{ GHz}$$

$$R = 300 \text{ km} \quad \dots \quad P = 5,6 \cdot 10^{-16} \text{ W}$$

$\sim 100 \text{ dB}$

$$R = 1 \text{ km} \quad \dots \quad P = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ W}$$

(M)

Slajdy o předmětu KTR, materiály

Základy r. kom.

Radiový kanál

Kódování kanálu