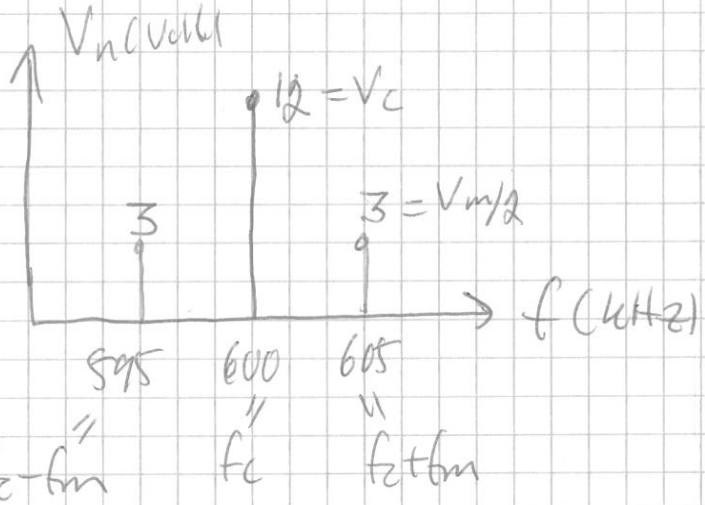
RRY010 Telekommunikation
18/12 – 2012

(1) Se kurslitteratur/föreläsn.anteckn./lab.3

(2) $V_c = 12\,V$, $f_c = 600\,kHz$, $V_m = 6\,V$, $f_m = 5\,kHz$

a)



b) $$\frac{U_{eff}^2}{R} = \frac{1}{2R}\left\{V_c^2 + \left(\frac{V_m}{2}\right)^2 + \left(\frac{V_m}{2}\right)^2\right\}$$

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2}(12^2 + 3^2 + 3^2)} = \underline{\underline{9\,V}}$$

(3) <u>Kretsens övre gren:</u>

Efter 1:a blandaren: $$\frac{V_m}{2}\left\{\cos(\omega_m - \omega_{c0})t + \underbrace{\cos(\omega_m + \omega_{c0})t}_{\text{LP-filtreas bort}}\right\}$$

Efter 2:a blandaren:

$$\frac{V_m}{4}\left\{\cos(\omega_{c1} + \omega_m - \omega_{c0})t + \cos(\omega_{c1} - \omega_m + \omega_{c0})t\right\}$$

Kretsen nedre gren:

Efter 1:a blandaren $\frac{V_m}{2}\left\{\underbrace{\sin(\omega_{c0}+\omega_m)t}_{\text{LP-filtreras bort}} + \sin(\omega_{c0}-\omega_m)t\right\}$

Efter 2:a blandaren $\frac{V_m}{4}\left\{\cos(\omega_{c1}-\omega_{c0}+\omega_m)t - \cos(\omega_{c1}+\omega_{c0}-\omega_m)t\right\}$

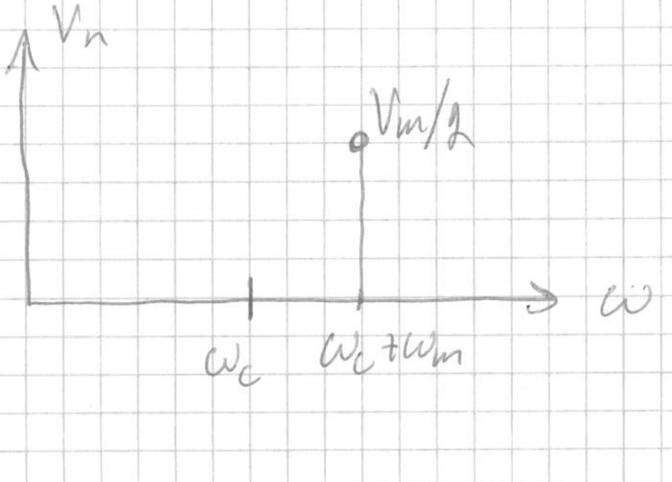
Addera signalerna i båda grenarna:

$$v_{ut} = \frac{V_m}{2}\cos(\omega_{c1}-\omega_{c0}+\omega_m)t$$

$$\left[\cos(\omega_{c1}+\omega_{c0}-\omega_m)t \text{ elimineras}\right]$$

Resultatet är alltså en SSB-SC AM-signal med bärvågsfrekv. $\omega_c = \omega_{c1}-\omega_{c0}$ och övre sidbandet kvar.

Modulatorn implementerar Weavers metod, se texten om AM-modulatorer



(4) a) $f_i(t) = f_c + \Delta f_c \cdot \cos \omega_m t$

(fås genom derivering av FM-signalens argument m.a.p. tiden)

f_c = frekv. hos spektralkomp. mitt i spektrat =
= 90 kHz

f_m = avst. mellan spektralkomp. = 8 kHz

$\Delta f_c = \beta \cdot f_m \Rightarrow \beta$ måste bestämmas

Anv. t.ex. komp. $n = 0, 1, 2$

$$2n \cdot J_n = \beta \cdot [J_{n-1} + J_{n+1}]$$

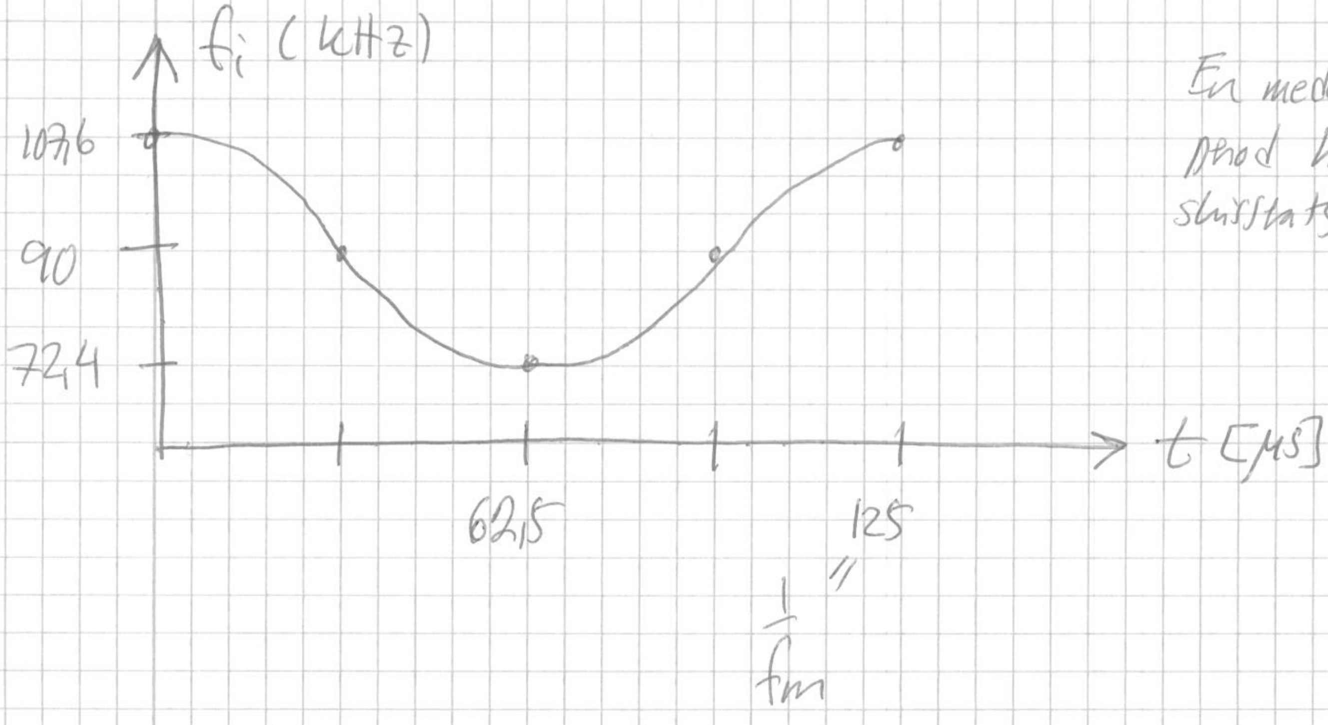
Sätt $n = 1 \Rightarrow \quad 2 \cdot J_1 = \beta \cdot (J_0 + J_2)$

$V_n = V_c \cdot |J_n|$, antag J_n positiva $\Rightarrow$

$$\beta = \frac{2 \cdot V_1}{V_0 + V_2} = \frac{2 \cdot 2{,}78}{0{,}552 + 1{,}975} \approx 2{,}2$$

Inspektion i grafer av J_0, J_1 & J_2 i formelbladet $\Rightarrow$ vid $\beta = 2{,}2$ är alla positiva $\Rightarrow$ OK!

$\Rightarrow \quad \Delta f_c = 2{,}2 \cdot 8 = 17{,}6$ kHz



En meddelande-period har slutstats.

b) $B \simeq 2 f_m (1+\beta) = 51{,}2$ kHz

$\Rightarrow$ komponenterna $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$ inom B.

$$\frac{P_{\text{inom } B}}{P_{\text{hela}}} = \frac{\frac{1}{2R}\{V_0^2 + 2 \cdot V_1^2 + 2V_2^2 + 2V_3^2\}}{\frac{1}{2R} V_c^2} =$$

$V_n = V_{-n}$

$$= \frac{V_0^2 + 2V_1^2 + 2V_2^2 + 2V_3^2}{V_1^2 / |J_1|^2} = \frac{0{,}552^2 + 2 \cdot 2{,}78^2 + 2 \cdot 1{,}975^2 + 2 \cdot 0{,}812^2}{(2{,}78 / 0{,}55)^2}$$

$V_c = \frac{V_1}{|J_1|}$ tex.

$|J_1| \simeq 0{,}55$ ur graf.

$\approx 0{,}974$; 97,4% av FM-signalens medeleffekt finns inom Carsonbandbredden.

5. Se kurslitt./forelesningstegninger

6.

a)

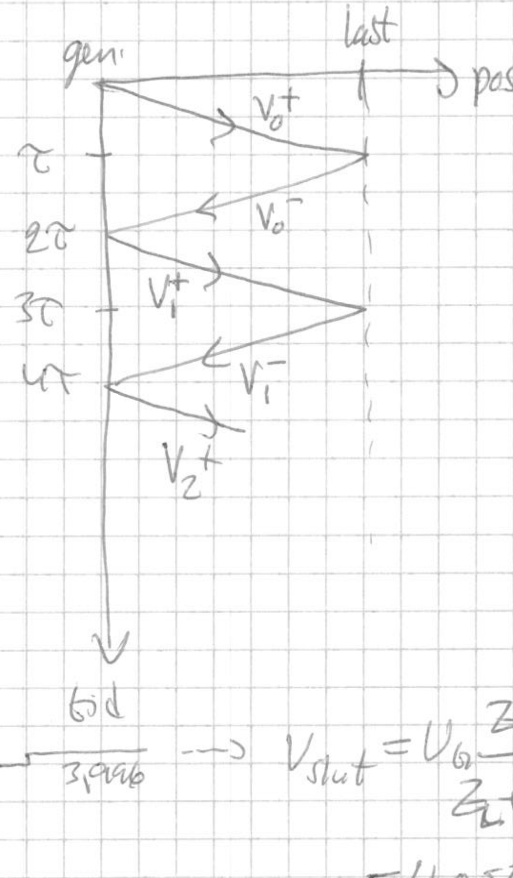
$U_G = 12\,V \qquad Z_0 = 75\,\Omega \qquad \ell = 12\,m$

$Z_G = 50\,\Omega \qquad Z_L = 25\,\Omega$

Løpetiden $\tau = \dfrac{\ell}{v_{vg}} = \dfrac{12}{3 \cdot 10^8} = 4 \cdot 10^{-8}\,s = \underline{\underline{40\,ns}}$

$\Gamma_L = \dfrac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = -\dfrac{1}{2}\,, \quad \Gamma_G = \dfrac{Z_G - Z_0}{Z_G + Z_0} = -\dfrac{1}{5}$

$V_0^+ = U_G \dfrac{Z_0}{Z_0 + Z_G} = \underline{\underline{7{,}2\,V}}$



$V_0^- = V_0^+ \Gamma_L = -3{,}6\,V$

$V_1^+ = V_0^- \Gamma_G = +0{,}72\,V$

$V_1^- = V_1^+ \Gamma_L = -0{,}36\,V$

$V_2^+ = V_1^- \Gamma_G = +0{,}072\,V$

$\dashrightarrow V_{slut} = U_G \dfrac{Z_L}{Z_L + Z_G} = \underline{\underline{4{,}0\,V}}$

b) $I_0^+ = \frac{V_0^+}{Z_0} = \frac{7{,}2}{75} = \underline{\underline{0{,}096\,A}}$

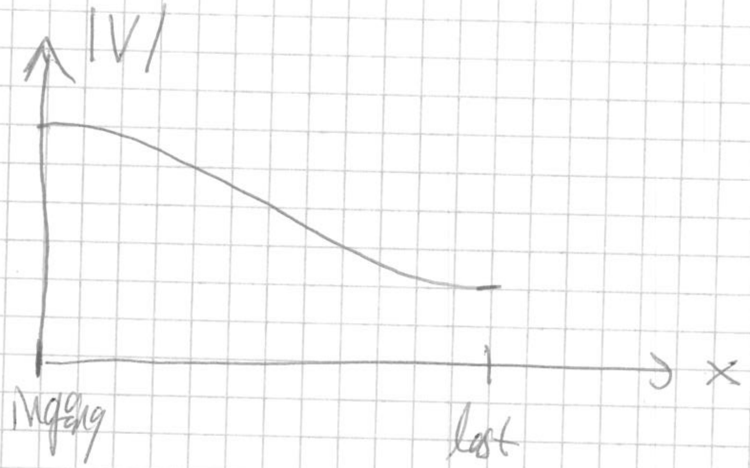
c) $P_{Last} = \frac{V_L^2}{Z_L} = \frac{V_{slut}^2}{Z_L} = \frac{4^2}{25} = \underline{\underline{0{,}64\,W}}$

likspänningssignal

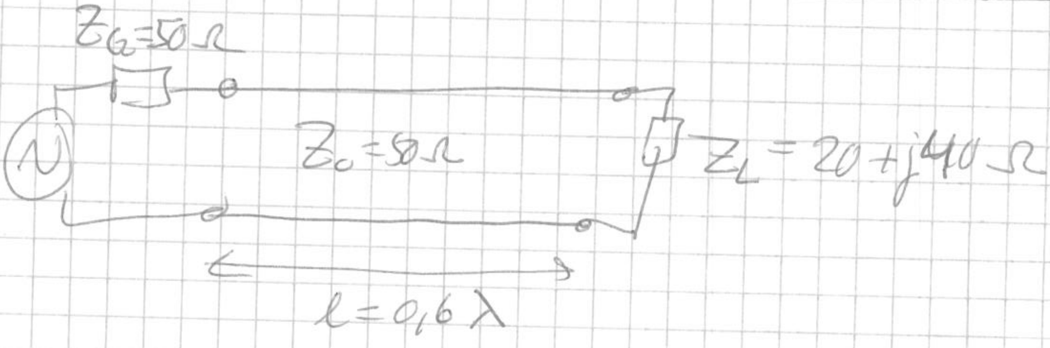
d) $\lambda = 48\,m \Rightarrow l = 0{,}25\lambda$

$Z_L < Z_0 \Rightarrow \Gamma_L < 0 \Rightarrow$ sp. minimum vid last,

ledningslängd $0{,}25\lambda \Rightarrow \frac{1}{2}$ varv i SD $\Rightarrow$ sp. max vid ingången



⑦

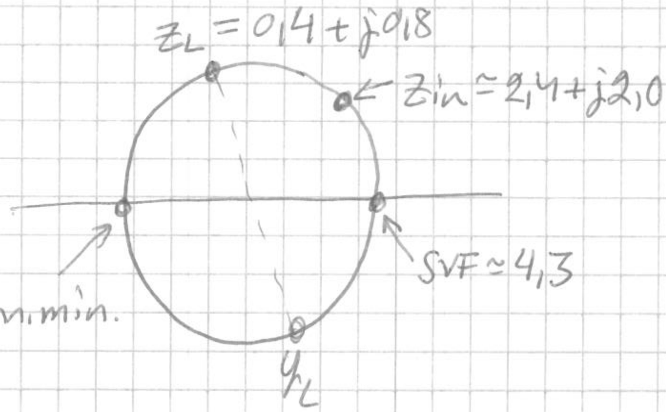


$\left\{ \begin{array}{l} f = 20\,MHz \\ v_{fas} = 2 \cdot 10^8\,m/s \end{array} \right.$

$\rightarrow \lambda = 10\,m$

$|V^+| = 2{,}0$ volt

(toppvärde hos våg som infaller mot lasten) ab) Smithdiagram:



z_{in}: Gå $0{,}6\lambda$ från last mot gen. (medurs)

SVF: skärningspunkt mellan cirkel & realaxel ($z>1$)

Alt. beräkna $|\Gamma_L|$ $\Rightarrow$ $SVF = \dfrac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$ ty $|\Gamma| = |\Gamma_L|$

$(|\Gamma_L| \simeq 0{,}620 \Rightarrow SVF \simeq 4{,}27)$

$$\boxed{\therefore \; Z_{in} = Z_0 \cdot z_{in} \simeq 120 + j100\ \Omega \qquad SVF \simeq 4{,}3}$$

c) spänn.max inträffar vid skärning med realaxeln ($0<z<1$)

$\Rightarrow$ I vårt fall ETT min. $0{,}384\lambda$ ($= 3{,}84$ m) från lasten.

$$|V| = |V^+ + V^-| = |V^+| \cdot |1+\Gamma| \underset{\substack{\uparrow \\ \text{minimum} \\ \Gamma = -|\Gamma|}}{=} |V^+| \cdot (1-|\Gamma|) \simeq \underline{\underline{0{,}76\ V}}$$

d) $\underline{\frac{\lambda}{4}\text{-transf.}}$: Kopplas in där z reell, t.ex i 1:a spänn.max dvs $\underline{0{,}134\lambda}$ från,

$$Z_{0,\text{transf.}} = \sqrt{z_{in\,kopp.} \cdot Z_0 Z_0} = \sqrt{4{,}3 \cdot 50^2} \simeq \underline{\underline{103\ \Omega}}$$

$\underline{\text{Stubbe}}$: övergå till admittanser $\rightarrow y_L$, anslut stubben i punkt där $\mathrm{Re}\, y = 1$, t.ex. $\underline{\underline{0{,}312\lambda}}$ från lasten

$y_{in,stubbe} = -j1{,}6$ $\Rightarrow$ stubblängd $\underline{\underline{0{,}088\lambda}}$