

RPY010 Telekommunikation

Tentamen 12/1-2016

Svar/ Lenta
lös.

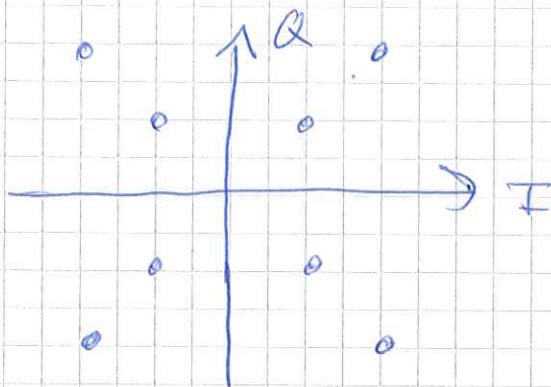
① a) Se kurslitteratur, utdelat material & lab. 3

b) $f_{\text{bit,max}}$ prop. mot $\frac{1}{\text{pulslängd}}$

pulslängd påverkas av moddispersion,
som "drabbar" fiber ~~B~~.

Fiberkärnans diameter mindre i fiber A
 $\Rightarrow$ Endast en mod utbreder sig.

c) 8 symboler representeras av en
kombination av amplituder & faslägen,
tex. 2 amplituder, 4 faslägen:



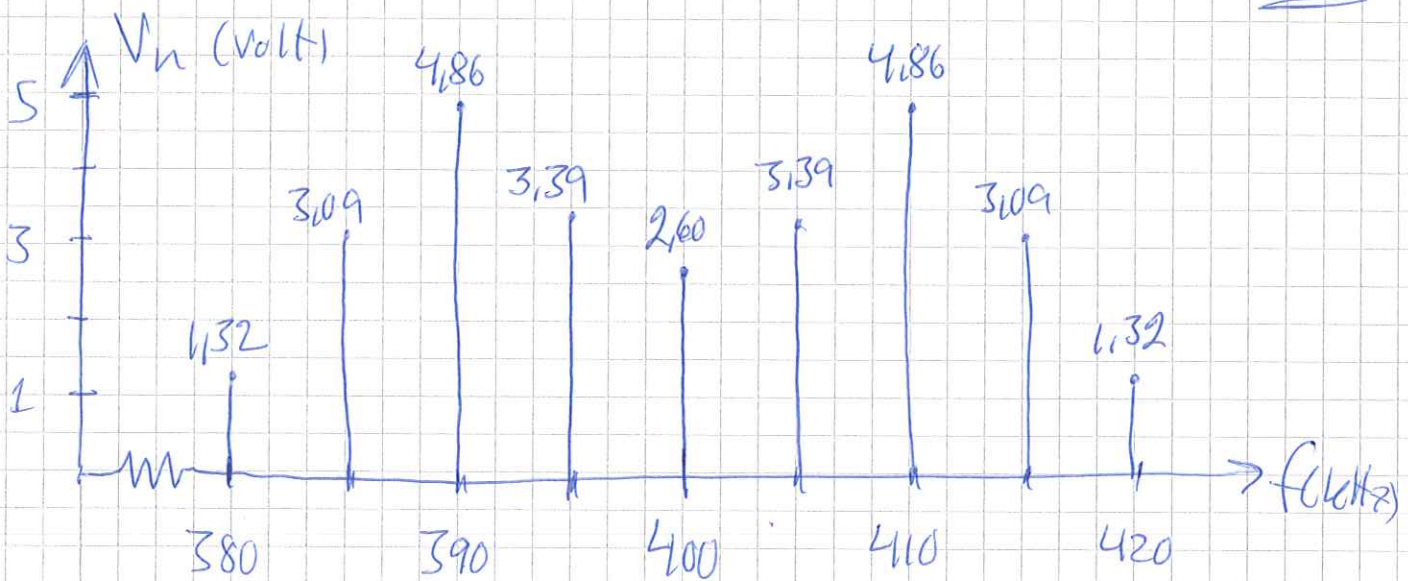
② Spektralkomponenter:
$$\begin{cases} V_n = V_c / J_n(\beta) \\ f_n = f_c + n \cdot f_m \\ n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \end{cases}$$

$V_c = 10 \text{ volt}$, $f_c = 400 \text{ kHz}$

$$V_m(t) = \underset{\substack{\uparrow \\ V_m}}{2,5} \cdot \cos(\underbrace{\pi 10^4 t}_{\substack{\uparrow \\ 2\pi f_m}}) \text{ volt}$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} f_m &= 5000 \text{ Hz} = 5 \text{ kHz} \\ \Delta f_c &= k_o \cdot V_m = 15 \text{ kHz} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \beta = \frac{\Delta f_c}{f_m} = 3$$

$$B \approx 2f_m(1+\beta) = \underline{\underline{40 \text{ kHz}}}$$



③ Graf $\Rightarrow V_{\max} = 12 \text{ volt}$ & $V_{\min} = 4 \text{ volt}$

$$\left. \begin{aligned} V_c + V_m &= V_{\max} \\ V_c - V_m &= V_{\min} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} V_c &= 8 \text{ volt} \\ V_m &= 4 \text{ volt} \end{aligned}$$

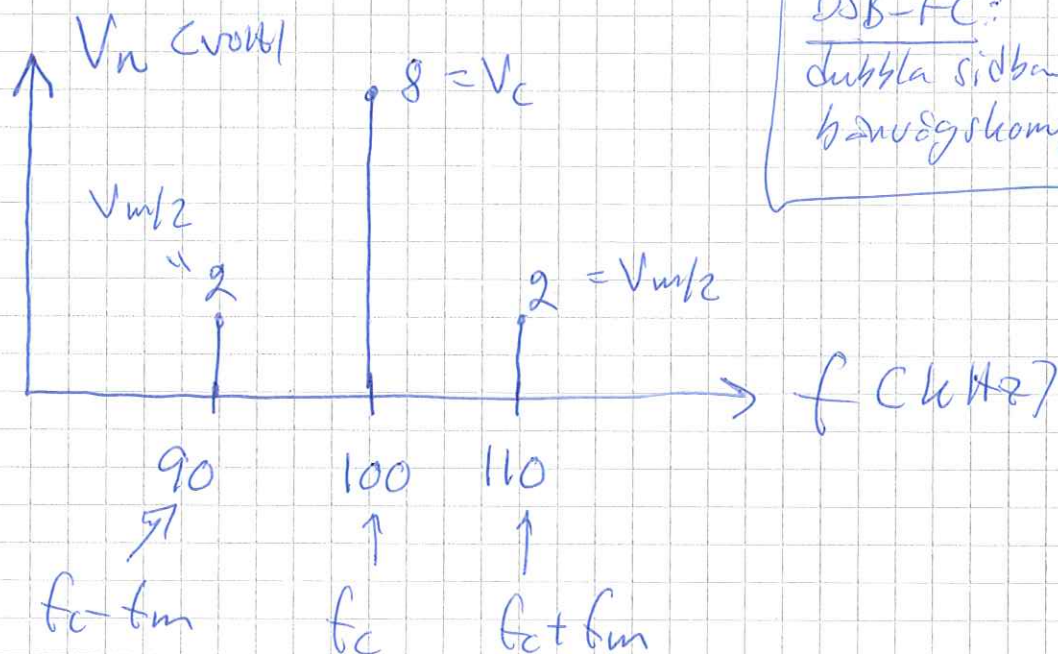
$$T_m = 0,1 \text{ ms} \Rightarrow f_m = 10 \text{ kHz}$$

$$T_c = 0,01 \text{ ms} \Rightarrow f_c = 100 \text{ kHz}$$

envelopens
period

"Snabba variationen i signalen"

a)



DSB-FC:

dubbla sidband & bärerskomponent

b)

$$P = \frac{1}{2R} \left(V_c^2 + \left(\frac{V_m}{2}\right)^2 + \left(\frac{V_m}{2}\right)^2 \right) = \underline{\underline{0,36 \text{ W}}}$$

(4)

$$v_{ut} = v_{in} \cos \omega_c t + v_{in} (\text{fasvriden} - 90^\circ) \cdot \sin \omega_c t$$

$$= V \cdot \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_c t + V \sin \omega_c t \cdot \sin \omega_c t =$$

$$= \frac{V}{2} \left\{ \cos(\omega - \omega_c)t + \cos(\omega + \omega_c)t + \right.$$

$$\left. \cos(\omega - \omega_c)t - \cos(\omega + \omega_c)t \right\} =$$

$$= \frac{V}{2} 2 \cdot \cos(\omega - \omega_c)t = V \cdot \cos(\omega_c - \omega)t$$

• normalt sett $\omega \ll \omega_c$

• cosinus (-vinkel) = cosinus(vinkel)

∴ SSB-SC signal.

ett sidband, ingen effekt på bärersfrekvens

⑤ $v_{\text{avg}} = 0.8 \cdot c_0 = 2.4 \cdot 10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \text{lopfiden}$

$$\tau = \frac{l}{v_{\text{avg}}} = 25 \text{ ns}$$

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{1}{7}$$

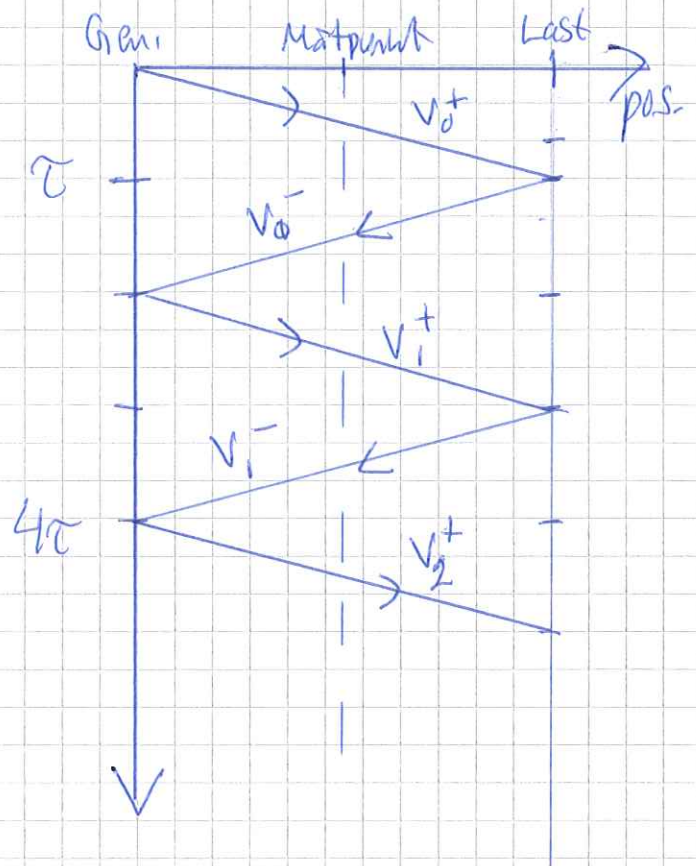
$$\Gamma_G = \frac{Z_G - Z_0}{Z_G + Z_0} = -\frac{1}{5}$$

$$V_0^+ = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_G} U_G = 9.0 \text{ V}$$

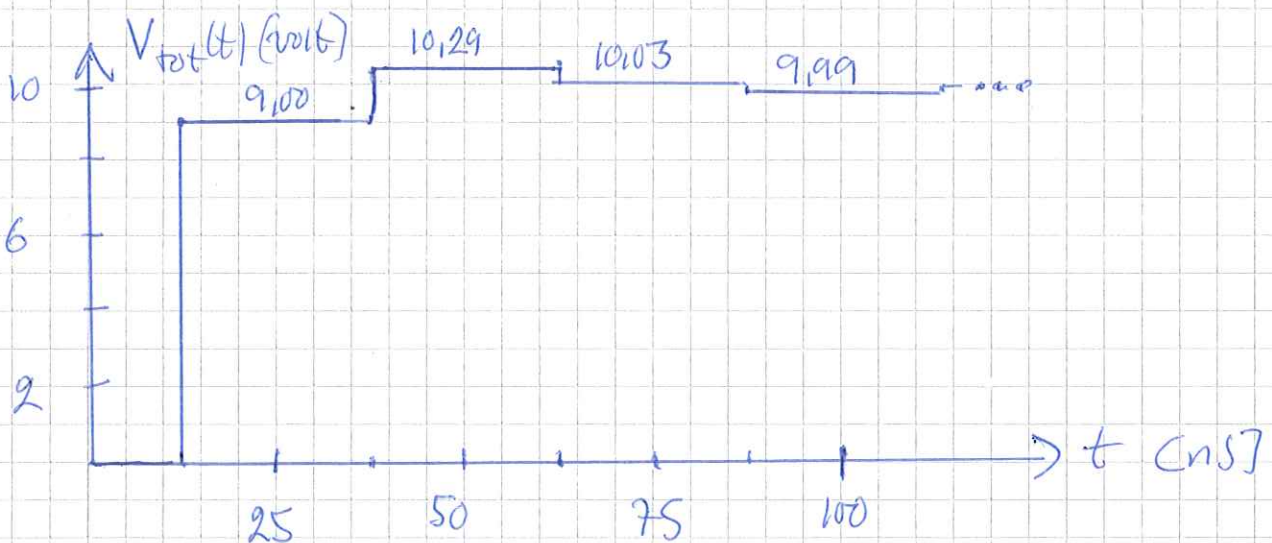
$$V_0^- = \Gamma_L V_0^+ = \frac{9}{7} \text{ V}$$

$$V_1^+ = \Gamma_G V_0^- = -\frac{9}{35} \text{ V}$$

$$V_1^- = \Gamma_L V_1^+ = -\frac{9}{245} \text{ V}$$



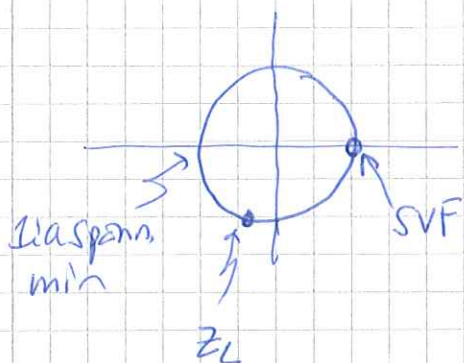
$V_{\text{tot}}(t)$ vid mätpunkten = superposition av alla delvågor som passerat vid tiden t .



b/ $V_{\text{slut}} = \frac{Z_L}{Z_L + Z_G} \cdot U_G = \underline{\underline{10 \text{ volt}}}$

$$\left. \begin{array}{l} Z_L = 20 - j40 \, \Omega \\ Z_0 = 50 \, \Omega \end{array} \right\} \Rightarrow Z_L = \frac{Z_L}{Z_0} = 0,4 - j0,8$$

a) Markera Z_L i Smithdiagr.



Avläsning ger:

$$SVF \approx 4,3$$

avstånd till 1:a spannm'n.

$$\approx \underline{0,115 \lambda}$$

b) $\frac{\lambda}{4}$ -transformator: Gå från last $\rightarrow$ position med reell impedans (ex. vis 1:a spannm'n).

$\Rightarrow$ transf. placeras $\approx 0,115 \lambda$ från last.

Avläs impedanstalet i denna position: 0,23

$$\Rightarrow Z_{0, \text{transf.}} = Z_0 \sqrt{0,23} \approx \underline{24 \, \Omega}$$

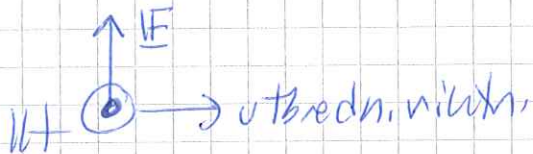
Kortsloten, parallellkopplad stubbe:

Bestäm y_L , gå därifrån till $\text{Re } z = 1$ cirkeln;
1:a möjliga inkopplingsposition blir p' avståndet
 $l_1 \approx 0,043 \lambda$ från last.

I denna pos. är $\text{Im } y = j1,6$, eliminera med
stubbe med $y_{in, \text{stubbe}} = -j1,6 \Rightarrow$ stubbens
längd $l_2 \approx 0,088 \lambda$

⑦ a) TEM-våg = transversell elektromagnetisk våg,
dvs $E \perp H \perp$ utbredningsrikt.

t.ex.



$$b) S_{medel} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \{ E \bar{H} \}$$

der i vårt fall

$$\begin{cases} E = E^+(x) \\ H = H^+(x) = \frac{E^+(x)}{Z_{TEM, \text{vakuum}}} \end{cases}$$

$$\approx \frac{E^+(x)}{376.73}$$

i - x led.
↑
reflekterad våg,
utbredn. i
vakuum

$$\Rightarrow S_{medel} \approx \frac{1}{2 \cdot 376.73} \cdot |E^+|^2 = \frac{|-1 + j0.5|^2}{2 \cdot 376.73}$$

$$= \frac{5/4}{2 \cdot 376.73} \approx 1.66 \cdot 10^{-3} \approx \underline{1.7 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2}$$

c) $Z_{TEM} = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{j\omega\epsilon + \sigma}}$, om förlustfritt så är $\sigma = 0$

$$\Rightarrow Z_{TEM} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad \underline{\text{reellt}}$$

I medium 2 ($x > 0$) har vi:

$$\bar{Z}_{TEM} = \bar{Z}_{TEM, \text{vakuum}} \cdot \frac{1 + \Gamma(0)}{1 - \Gamma(0)}$$

$$\text{där } \Gamma(0) = \frac{E^-(0)}{E^+(0)} = \frac{-1 + j0,5}{2} = -\frac{1}{2} + j\frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow \bar{Z}_{TEM} = \bar{Z}_{TEM, \text{vakuum}} \cdot \frac{\frac{1}{2} + j\frac{1}{4}}{\frac{3}{2} + j\frac{1}{4}}$$

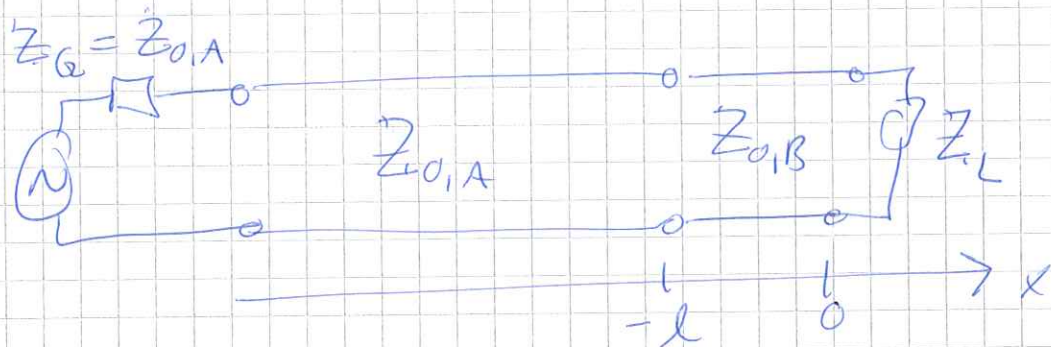
↑
reellt

komplex, har imaginär-
del

$\Rightarrow \bar{Z}_{TEM}$ ej rent reellt $\Rightarrow$ Medium 2
är inte förlustfritt.

[Vill man så kan man räkna vidare
och få fram $Z_{TEM} \approx 138,5 \cdot e^{j36,0^\circ} \Omega$]

(8)



I stationär tillst. är ledning A reflexfri
om $Z_{in}(-l) = Z_{0,A}$

dvs. inimpedansen till ledn. B =
karaktäristiska imp. till ledn. A

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Z_{in,B} = Z_{in}(-l) = Z_{0,B} \frac{Z_L + j Z_{0,B} \tan(\beta l)}{Z_{0,B} + j Z_L \tan(\beta l)} \\ (Z_{0,A} \text{ \& } Z_{0,B} \text{ reella, } Z_L = R_L + j X_L) \\ \text{och } Z_{in,B} = Z_{0,A} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow Z_{0,A} \cdot (Z_{0,B} + j R_L \tan \beta l - X_L \tan \beta l) = Z_{0,B} \cdot (R_L + j X_L + j Z_{0,B} \tan \beta l)$$

Studerar real- och imaginär delar för sig:

$$\text{Re: } Z_{0,A} \cdot Z_{0,B} - Z_{0,A} \cdot X_L \tan \beta l = Z_{0,B} \cdot R_L \quad (1)$$

$$\text{Im: } Z_{0,A} \cdot R_L \tan \beta l = Z_{0,B} \cdot X_L + Z_{0,B}^2 \cdot \tan \beta l \quad (2)$$

Lös ut $\tan \beta l$ ur (1) och sätt in i

$$\tan \beta l = \frac{Z_{0,B} \cdot (Z_{0,A} - R_L)}{Z_{0,A} - X_L}$$

Sätt in detta i (2) och lös ut $Z_{0,B} \Rightarrow$

$$Z_{0,B} = \frac{+}{(-)} \sqrt{Z_{0,A} \cdot R_L - \frac{X_L^2 Z_{0,A}}{Z_{0,A} - R_L}} =$$

negativ rot
förkastas

$$= \sqrt{Z_{0,A} R_L + \frac{X_L^2 Z_{0,A}}{R_L - Z_{0,A}}}$$

$$b) \begin{cases} Z_L = 100 + j50 \, \Omega \Rightarrow R_L = 100 \, \Omega, X_L = 50 \, \Omega \\ Z_{0,A} = 50 \, \Omega \end{cases}$$

Använd formel från deluppg. a) $\Rightarrow Z_{0,B} = \sqrt{3} \cdot 50$

$$\approx 86,6 \approx \underline{\underline{87 \, \Omega}}$$

$$\tan \beta l = \frac{Z_{0,B} \cdot (Z_{0,A} - R_L)}{Z_{0,A} \cdot X_L} = -\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \beta l = \arctan(-\sqrt{3}) \pm n \cdot \pi$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \frac{l}{\lambda} = \frac{1}{2\pi} (\arctan(-\sqrt{3}) \pm n\pi)$$

Givet att längden l är positiv $\Rightarrow$

$$\frac{l}{\lambda} = \frac{1}{2\pi} \left(\underset{\substack{\uparrow \\ \text{reeller i} \\ \text{radianer}}}{\arctan(-\sqrt{3})} + \pi \right) = \frac{1}{3}$$

$$\therefore \underline{l \approx 0,33 \lambda}$$

ALTERNATIV LÖSNING:

Anv. Smithdiagrammet.

$$Z_L = \frac{Z_L}{Z_{0,B}} = \frac{2}{\sqrt{3}} + j \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 1,155 + j 0,577$$

$$Z_{in} = \frac{Z_{in}}{Z_{0,B}} = \frac{Z_{0,A}}{Z_{0,B}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,577$$

