

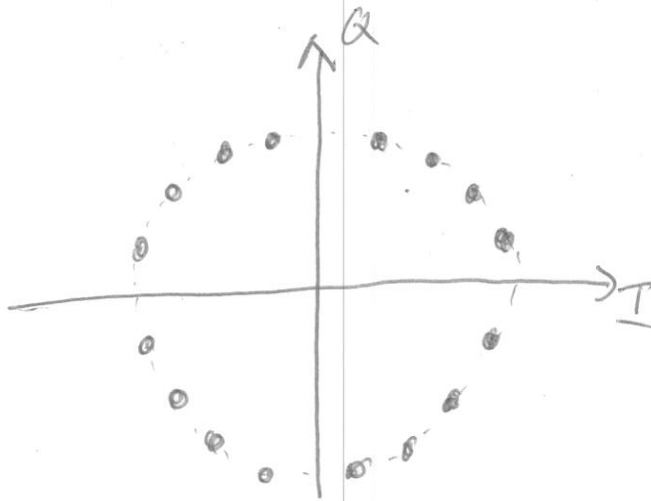
Telekommunikation PRY010

Tentamen 13/12-11

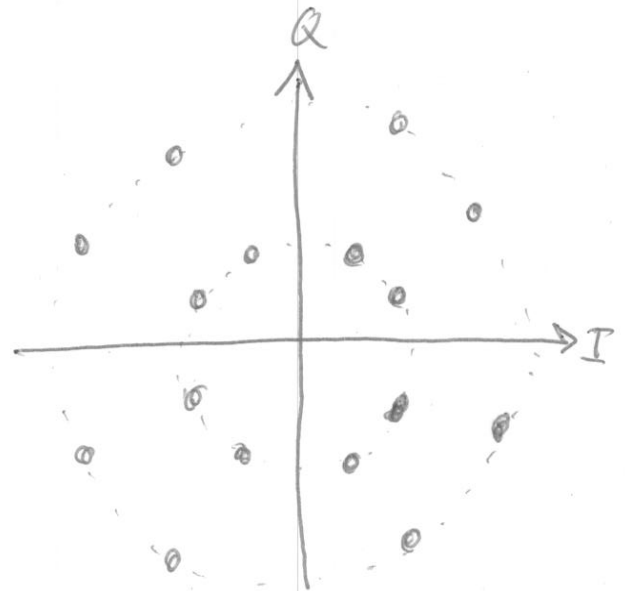
Svar / ~~Kontroll~~ ~~lösningar~~
Lösningar

- ① a) Se lärobok/utdelat material + lab 3.
b) Se föreläsning, anteckningar + lärobok
c) 16 olika symboler (4 bitar) representeras av:
16 olika faslägen om 16-PSK
16 olika kombinationer av fasläge och amplitud
(tex 2 amplituder, 8 faslägen) om 16-QAM

Ex. på konstellationsdiagram:



16-PSK



16-QAM

En punkt representerar en symbol

2)

Spektralkomponenters amplituder ges av:

$$V_n = V_c \cdot |J_n(\beta)|$$

och frekvenser av $f_n = f_c + n \cdot f_m$

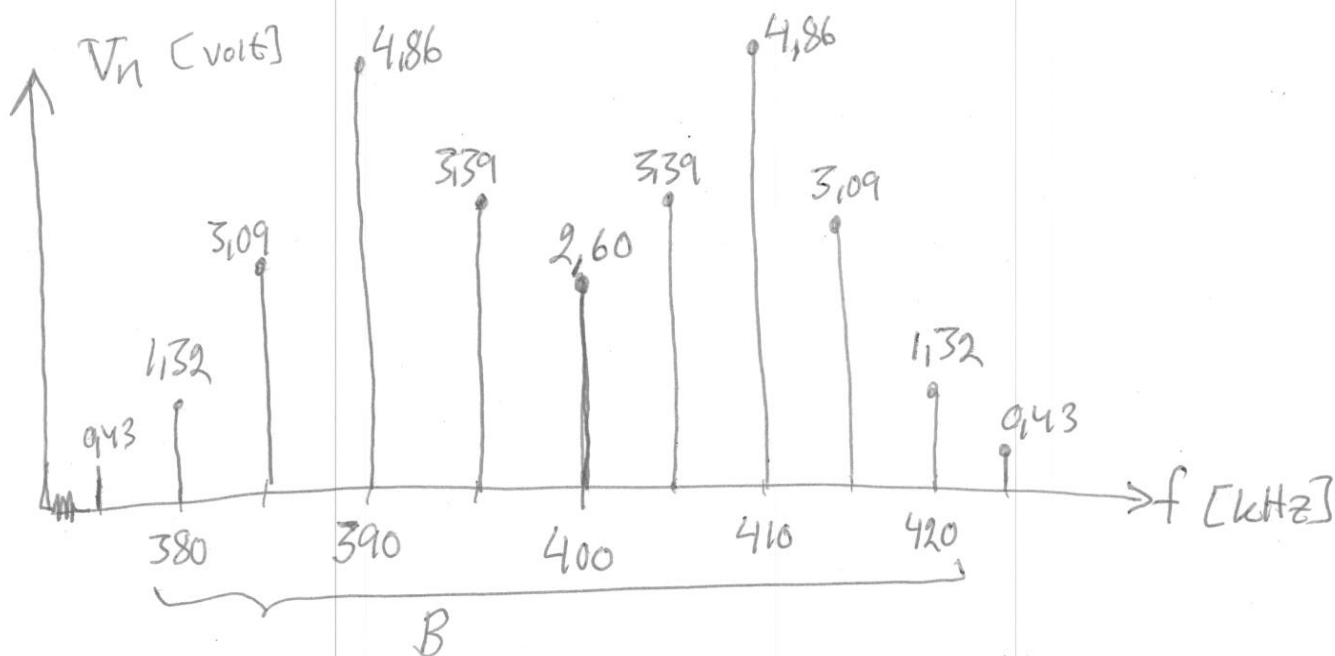
$$V_c = 10 \text{ volt}, f_c = 400 \text{ kHz}$$

$$\text{Medelareflekteringen} \Rightarrow f_m = 5000 \text{ Hz} = 5 \text{ kHz}$$

$$\Delta f_c = k_o \cdot V_m = 6,25 = 15 \text{ kHz}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{\Delta f_c}{f_m} = 3$$

Min tabell för Besselfunktioner & info. enligt ovan färs:

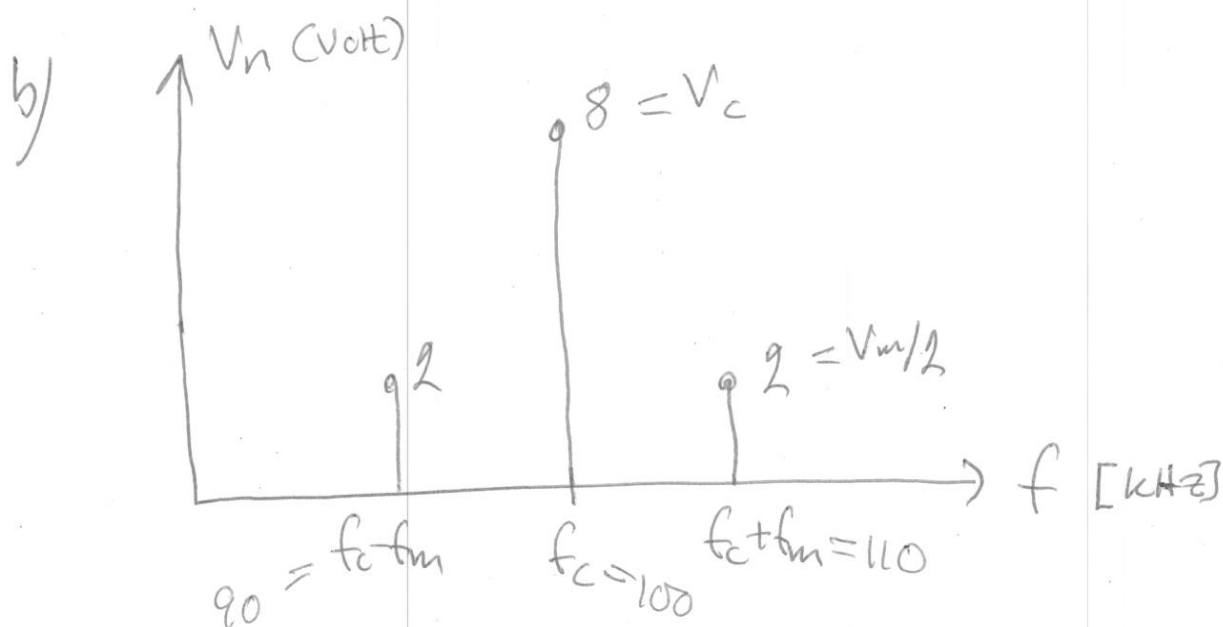


$$B \approx 2f_m \cdot (1 + \beta) = 40 \text{ kHz}$$

③ Ur graf avläses $V_{\max} = 12 \text{ volt}$, $V_{\min} = 4 \text{ volt}$

$$\left. \begin{array}{l} V_c + V_m = V_{\max} \\ V_c - V_m = V_{\min} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 2V_c = V_{\max} + V_{\min} \\ 2V_m = V_{\max} - V_{\min} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} V_c = 8 \text{ volt} \\ V_m = 4 \text{ volt} \end{array}$$

a) $m = \frac{V_m}{V_c} = \underline{\underline{0,5}}$



ur bdfunktionens graf:

enveloppen $\Rightarrow T_m = 0,1 \text{ ms} = 10^{-4} \text{ s} \Rightarrow f_m = 10 \text{ kHz}$

"snabba" variationen $\Rightarrow T_c = \frac{T_m}{10} = 10^{-5} \text{ s} \Rightarrow f_c = 100 \text{ kHz}$

c) $P = \text{summan av effekterna hos de enskilda spektralkomponenterna} = \frac{1}{2 \cdot 100} (8^2 + 2^2 + 2^2) = \underline{\underline{0,36 \text{ watt}}}$

④

a) I-kanal:

$$\begin{aligned} & (-\sin \omega_c t + \cos \omega_c t) \cdot \cos \omega_c t = \\ & = -\sin \omega_c t \cdot \cos \omega_c t + \cos^2 \omega_c t = \\ & = -\frac{1}{2} \sin(2\omega_c t) + \frac{1}{2} (1 + \cos 2\omega_c t) \end{aligned}$$

lågpassfiltrering $\Rightarrow V_{ut,A} = \underline{\underline{\frac{1}{2} \text{ volt}}}$

representerar
logiskt 1:a

Q-kanal:

$$\begin{aligned} & (-\sin \omega_c t + \cos \omega_c t) \cdot \sin \omega_c t = \\ & = -\sin^2 \omega_c t + \cos \omega_c t \cdot \sin \omega_c t = \\ & = -\frac{1}{2} (1 - \cos(2\omega_c t)) + \frac{1}{2} \sin(2\omega_c t) = \\ & = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos(2\omega_c t) + \frac{1}{2} \sin(2\omega_c t) \end{aligned}$$

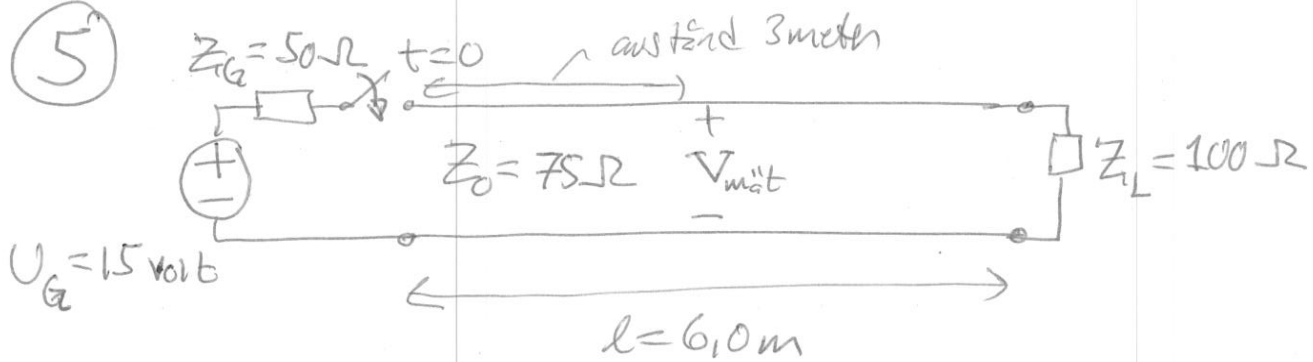
lågpassfiltrering $\Rightarrow V_{ut,B} = \underline{\underline{-\frac{1}{2} \text{ volt}}}$

repr. logiskt
0:a

∴ Symbolen är "10"

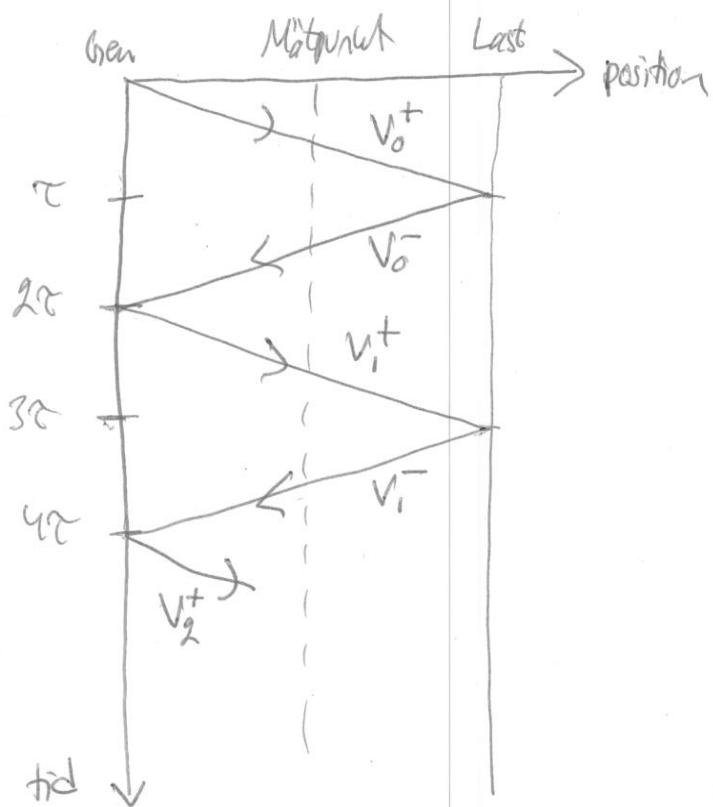
b) Ledningslängd på $\frac{\lambda}{4}$ ger en fäsvridning på -90° , dvs $-\frac{\pi}{4}$ radianer
 $[V(x) = V_0 e^{-j\beta x} = V_0 e^{-j\pi/4} \text{ om } l = \frac{\lambda}{4}]$

5



$$\nu = 0,8 \cdot c_0 = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s} \Rightarrow \tau = \frac{l}{\nu} = \underline{\underline{25 \text{ ns}}}$$

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{1}{7} \approx 0,142857, \quad \Gamma_G = \frac{Z_G - Z_0}{Z_G + Z_0} = -\frac{1}{5} = -0,2$$



$$V_0^+ = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_G} U_G = 9,0 \text{ volt}$$

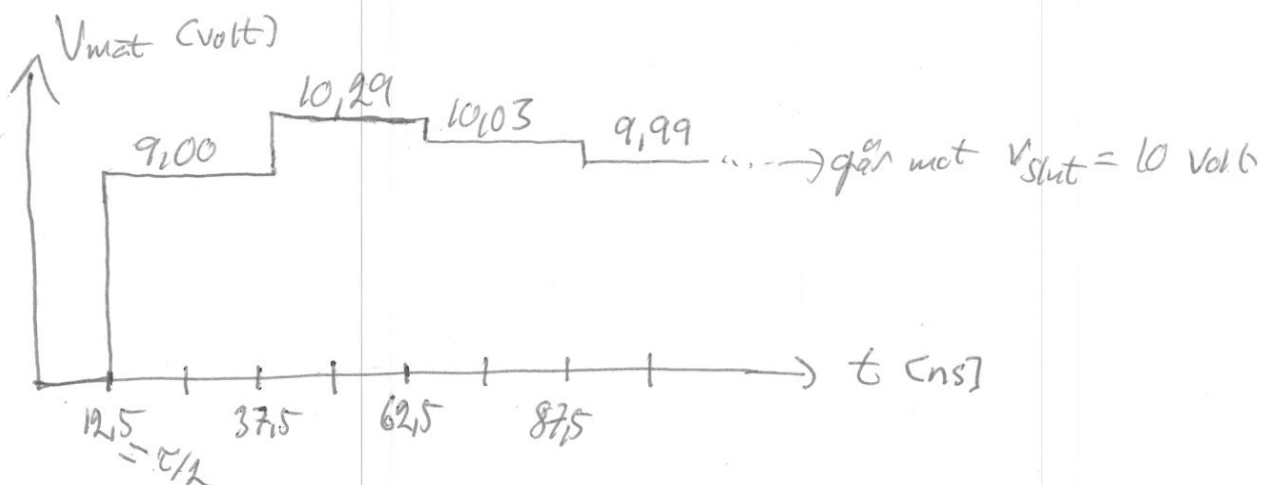
$$V_0^- = \Gamma_L V_0^+ = \frac{1}{7} \cdot 9 \approx 1,29 \text{ volt}$$

$$V_1^+ = \Gamma_G V_0^- = -\frac{1}{5} \cdot 1,29 \approx -0,26 \text{ volt}$$

$$V_1^- = \Gamma_L V_1^+ = \frac{1}{7} \cdot (-0,26) \approx -0,037 \text{ volt}$$

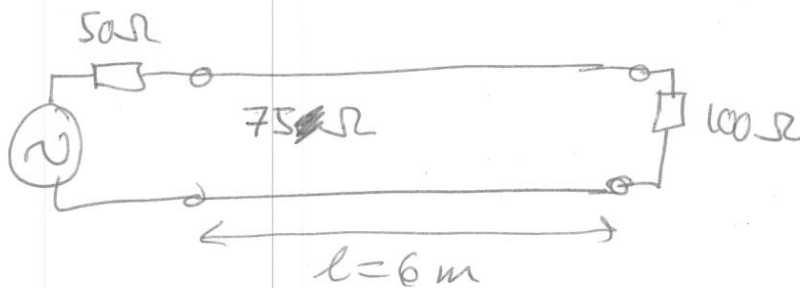
osv...

Adressa vågar när de passerat mät punkten.

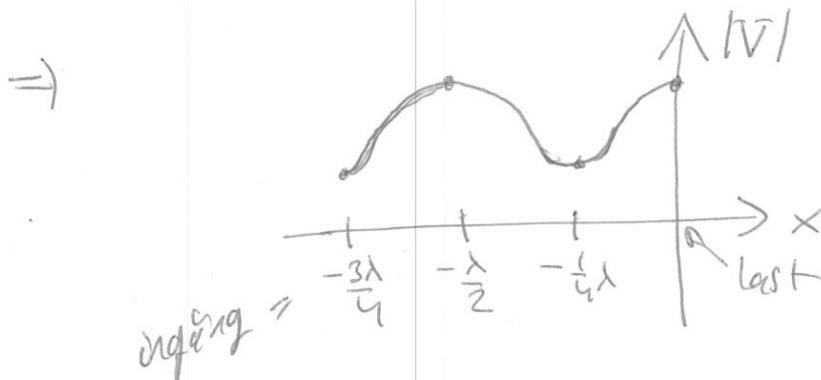


b/ $V_{\text{slut}} = U_G \cdot \frac{Z_L}{Z_L + Z_G} = \underline{\underline{10,0 \text{ volt}}}$ (stationär tillstånd)

c)



Generators felävens så att $\lambda = 8 \text{ m} \Rightarrow l = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \lambda$



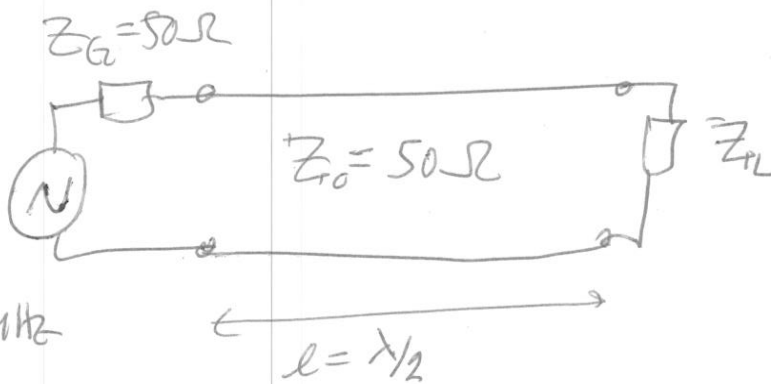
$Z_L > Z_0 \Rightarrow P_L > 0 \Rightarrow \max |V|$ vid last.

$|V|$ = samma vid last & $x = -\frac{\lambda}{2}$ pga periodicitet på $\lambda/2$ för stående vågor

sträckan från $-\frac{\lambda}{2}$ till $-\frac{3\lambda}{4}$ motsv. en $\frac{\lambda}{4}$ leder,

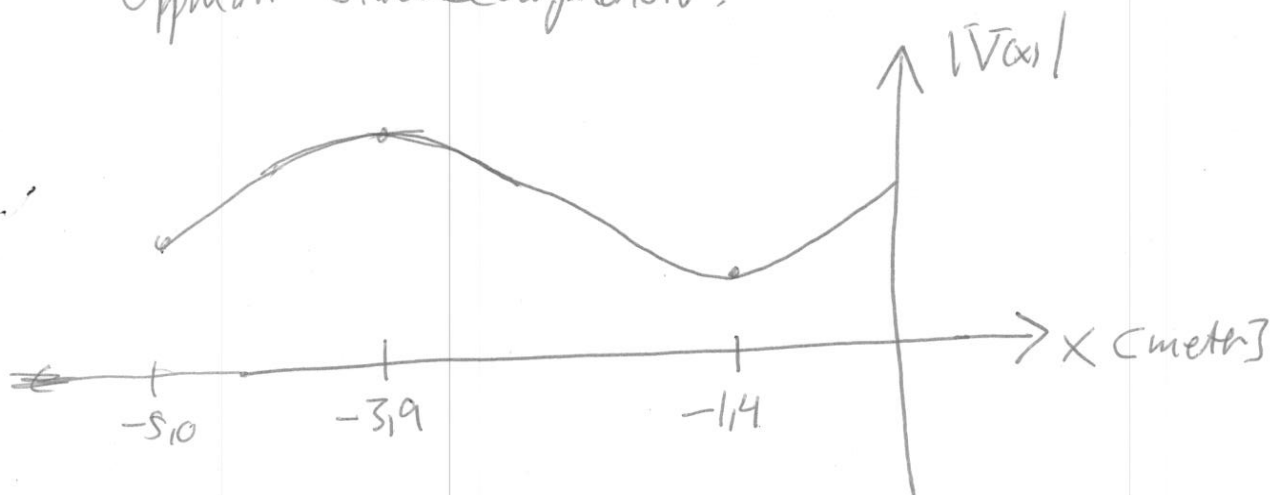
$\Rightarrow |V|_{\min}$ vid $-\frac{3\lambda}{4}$ ty $|V|_{\max}$ vid $-\frac{\lambda}{2}$.

6



a) Mot last infällande våg har toppvärdet 2 volt.

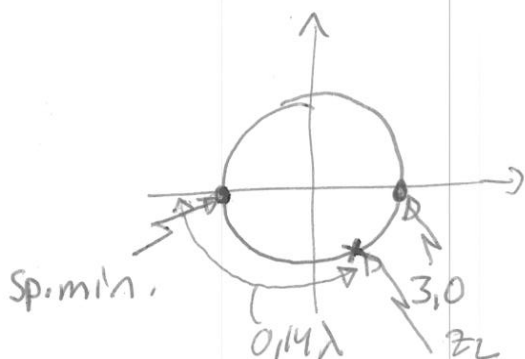
Uppmätt stående vågmönster:



avst. mellan $V_{\max}$ & $V_{\min}$ är $\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4 \cdot (3.9 - 1.4) = 10 \text{ meter}$

$\Rightarrow$ 1:a minimum ligger 0.14λ från lasten

Använd detta för att m.h.a. Smithdiagrammet bestämma Z_L .
Markera först in $SVF = 3.0$ och rita cirkeln!



Avläsning ger $Z_L \approx 0.72 - j0.92$

$$\Rightarrow \underline{\underline{Z_L = Z_0 \cdot Z_L \approx 36 - j46 \Omega}}$$

b) Totala spänningen i position x :

$$V(x) = V^+(0) e^{-\gamma x} + V^-(0) e^{+\gamma x}$$

$x=0$ lastposition.

Förfluttfri ledning $\Rightarrow \gamma = j\beta$

Ersätt också $\frac{V^-}{V^+}$ med $\Gamma \Rightarrow$

$$V(x) = V^+(0) e^{-j\beta x} \cdot (1 + \Gamma(0) e^{j2\beta x})$$

där $\Gamma(0) = \Gamma_L = |\Gamma_L| e^{j\theta}$

Bestäm $|V(x)|_{\min}$!

$$|V(x)| = \underbrace{|V^+(0)|}_{= 2 \text{ volt}} \underbrace{|e^{-j\beta x}|}_{= 1} \underbrace{|1 + |\Gamma_L| \cdot e^{j\theta} \cdot e^{j2\beta x}|}_{\text{Varier mellan } 1 - |\Gamma_L| \text{ \& } 1 + |\Gamma_L|}$$

$|V_{\text{infall}}| = 2 \text{ volt}$
enl. uppg.

Varier mellan
 $1 - |\Gamma_L|$ & $1 + |\Gamma_L|$
beroende på $\theta + 2\beta x$

$$\Rightarrow |V(x)|_{\min} = 2 \cdot 1 \cdot (1 - |\Gamma_L|)$$

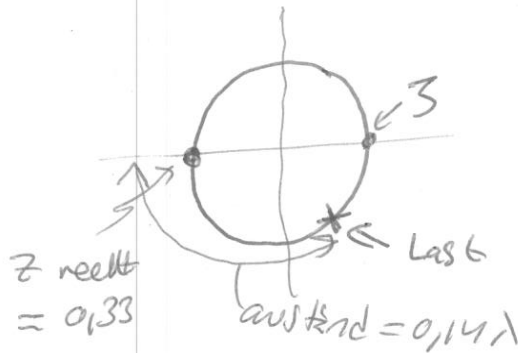
$|\Gamma_L| = 0,5$ (ur Smithdiagrammet)

$$\Rightarrow \underline{\underline{|V(x)|_{\min} = 1,0 \text{ volt}}}$$

c) Impedanspassa.

$\frac{\lambda}{4}$ -transf. : Gå från last till punkt med reellt impedans tal

tex.



⇒ inkopplingspunkt: $0,14\lambda$ från lasten

$$Z_{i0, \text{transf.}} = \sqrt{0,33 \cdot Z_0 \cdot Z_0} \approx \underline{\underline{29 \Omega}}$$

Parallellkoppl. kortsluten stubbe : tex $0,054\lambda$

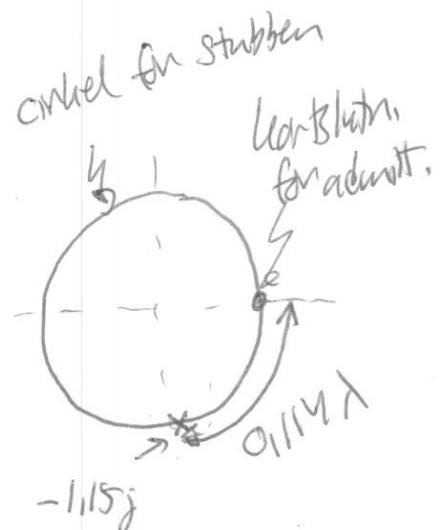
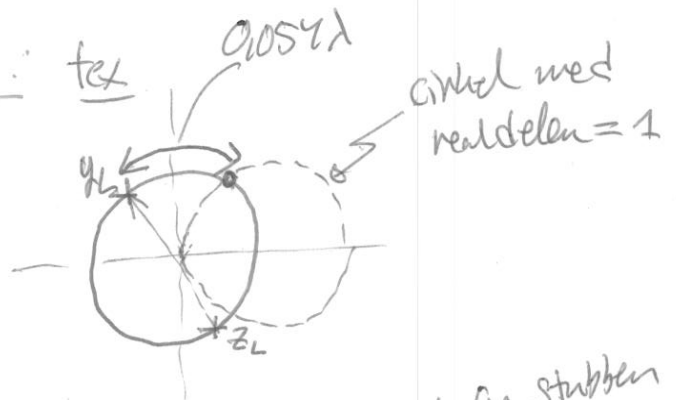
• övergå till admittansen

• Gå till punkt med realdelen = 1, avst. är $0,054\lambda$ från lasten

• Läs av punktens imaginärdel ($1,15j$)

• Stubbens inadmittans ska vara $-1,15j$

⇒ Markera i Smithdiagr. och gå till kortslut. ⇒ $0,114\lambda$



∴ inkoppl. punkt: $0,054\lambda$ från last
stubb längd: $0,114\lambda$

6 b 2C För $Z_L = 60 + j65 \Omega$ (om b a ej löses)

Markera $Z_L = 1,2 + j1,3$ i Smithdiagram

$\Rightarrow$ samma ständevägcirkel som för $Z_L = 36 - j46 \Omega$

Samma metoden som tidigare används.

$$\Rightarrow |V(x)|_{\min} = 1 \text{ volt} \quad \text{ty} \quad |r_L| \leq 0,5$$

$\frac{\lambda}{4}$ -transf. Inkoppl. punkt $0,07\lambda$ från last.
 $Z_{0,transf.} \approx 87 \Omega$

Stubbe: Inkoppl. punkt: $0,234\lambda$ från last.
Stubblängd: $0,114\lambda$.

$$(7) \quad v_{\text{fas}} = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta}$$

där $\beta = \text{Im } \gamma$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} =$$

$$= \sqrt{(4,8 \cdot 10^{-3} + j 2\pi \cdot 1 \cdot 280 \cdot 10^{-9}) j 2\pi \cdot 1 \cdot 113 \cdot 10^{-12}}$$

$$\approx 1,84608 \cdot 10^{-6} e^{j 45,0105^\circ}$$

$$\beta = \text{Im } \gamma \approx 1,84608 \cdot 10^{-6} \sin 45,0105^\circ \approx 1,3056 \cdot 10^{-6} \text{ rad/meter}$$

$$\Rightarrow v_{\text{fas}} \approx \frac{2\pi \cdot 1}{1,3056 \cdot 10^{-6}} \approx \underline{\underline{4,8 \cdot 10^6 \text{ m/s}}}$$