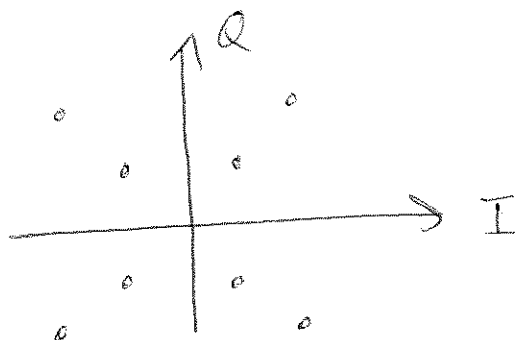


Telekommunikation PRY040

43/1-2025

① a) tex.



kombination av
amplitud- och
fasmodulation.

b) invers diskret fouriertransform

c) Enveloppen hos SSB-SC följer inte meddelandet
⇒ Signalen kan inte demoduleras med en
enveloppedetektor

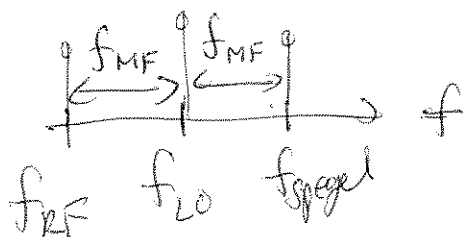
d) tex. • komponent med icke-linjär ström-spännings-
karaktäristik (diod, transistor)
• Ringmodulator

se detaljer i
kurslitteratur/
anteckningar

e) Signaler med f_{RF} & $f_{spiegel}$ ger upphov till

samma wellenfrequens $f_{MF} = |f_{LO} - f_{RF}| = |f_{LO} - f_{spiegel}|$

tex

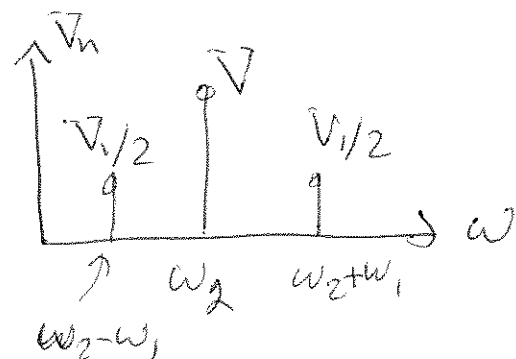


⇒ se detaljer i
kurslitteratur/
anteckningar

$$\begin{aligned}
 \textcircled{2} \quad u_{ut} &= (\bar{V} + v_1) \cos \omega_2 t = (\bar{V} + V_1 \cos \omega_1 t) \cos \omega_2 t = \\
 &= \bar{V} \cdot (1 + m \cdot \cos \omega_1 t) \cos \omega_2 t \\
 &\quad \uparrow \\
 &\text{Satt } m = \frac{V_1}{\bar{V}}
 \end{aligned}$$

das ein AM-Signal der typen DSB-FC

$$\underline{B = 2\omega_1}$$



$\textcircled{3}$ Ur spektrum ablesen:

$$\bar{V}_c = 8,0 \text{ volt}, \quad \bar{V}_m = 2 \cdot 3 = 6,0 \text{ volt}$$

$$f_c = \underline{400 \text{ kHz}}, \quad f_m = 412 - 400 = 400 - 388 = \underline{12 \text{ kHz}}$$

$$m = \frac{V_m}{V_c} = \frac{6}{8} = \underline{0,75}$$

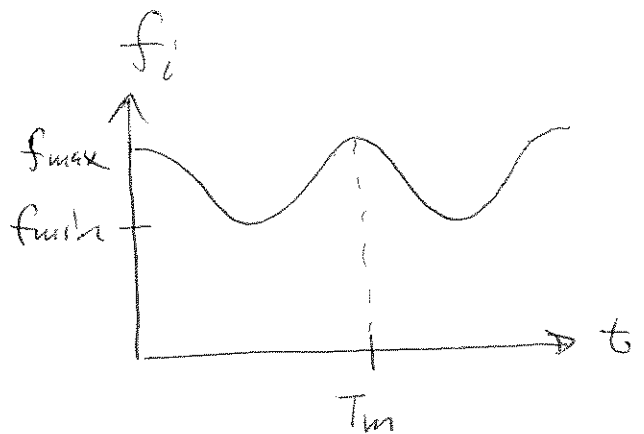
$$P_{\text{medel}} = \frac{1}{2R} \left(V_c^2 + \left(\frac{V_m}{2} \right)^2 + \left(\frac{V_m}{2} \right)^2 \right) = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R}$$

$$\Rightarrow U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{2} (8^2 + 3^2 + 3^2)} \approx \underline{6,4 \text{ volt}}$$

$$(4) a) B \approx 2f_m \cdot (1+\beta)$$

or graf: $T_m = 0,5 \mu s$

$$\Rightarrow f_m = \frac{1}{T_m} = 2 \text{ MHz}$$



$$\left. \begin{array}{l} f_{\max} = f_c + \Delta f_c \\ f_{\min} = f_c - \Delta f_c \end{array} \right\} \Rightarrow f_c = \frac{1}{2} (f_{\max} + f_{\min}) = 10 \text{ MHz}$$

$$\Delta f_c = \frac{1}{2} (f_{\max} - f_{\min}) = 4 \text{ MHz}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{\Delta f_c}{f_m} = 2 \Rightarrow B \approx \underline{\underline{12 \text{ MHz}}}$$

b) or tabell f_c alt 10,1 statst da $\beta=2$

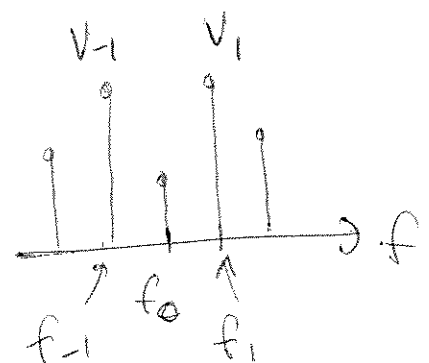
$$\left. \begin{array}{l} \Rightarrow V_{-1} = V_1 = V_c |J_1(2)| \\ f_1 = f_c + f_m \\ f_{-1} = f_c - f_m \end{array} \right\} \text{ gelten f\"ur den st\"arkste spektralkomponente (erne)}$$

$$P_{\text{mittel}} = \frac{V_c^2}{2R} \Rightarrow V_c = 10 \text{ volt}$$

$$\Rightarrow V_{-1} = V_1 = 10 \cdot 0,5767 \approx \underline{\underline{5,77 \text{ volt}}}$$

$$f_1 = 10 + 2 = \underline{\underline{12 \text{ MHz}}}$$

$$f_{-1} = 10 - 2 = \underline{\underline{8 \text{ MHz}}}$$



⑤ a) $V_{in,I} = \cos \omega_1 t$
 $V_{in,Q} = \cos \omega_2 t$ $\Rightarrow V_{IQ}$ för två
 (fasvridna) DSB signaler

∴ Två meddelanden överförs
 på samma bär våg

"kvadratur-AM"

b) $V_{in,I}$ & $V_{in,Q}$ pulståg med $\pm 1V$ nivåer

$$\Rightarrow V_{IQ} = \underbrace{V_{in,I}}_{\pm 1} \cdot \cos \omega_c t + \underbrace{V_{in,Q}}_{\pm 1} \cdot \sin \omega_c t$$

$\Rightarrow$ olika kombinationer av $+1V$ & $-1V$ ger
 V_{IQ} med samma amplitud men olika fasläge
 4 olika komb. möjliga $\Rightarrow$ ^{digital} fasmodulation med 4 st.
 faslägen $\Rightarrow$ QPSK

⑥ a) Grafen visar dämpningen som funktion av λ .

b) Minima intäffen vid ca. $1,13 \mu\text{m}$ & $1,55 \mu\text{m}$.

c) $1,13 \mu\text{m}$ ^{dämp-}minimat är även ett minimum för komatisk dispersion.

⑦ $\tau = \frac{l}{v} = 50 \text{ ns}$, $\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{1}{2}$, $\Gamma_G = \frac{Z_G - Z_0}{Z_G + Z_0} = -\frac{1}{3}$

$t = 20 \text{ ns}$: ingen våg har passerat mätpunkten mitt på ledningen $\Rightarrow \underline{V_{\text{mitten}} = 0}$

$t = 140 \text{ ns}$: V_0^+ , V_0^- , V_1^+ har passerat mätpunkten $\Rightarrow$
 $V_{\text{mitten}} = V_0^+ + V_0^- + V_1^+ = V_0^+ \cdot (1 + \Gamma_L + \Gamma_L \Gamma_G)$
 $V_0^+ = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_G} \cdot U_G \approx 6,6667 \text{ volt}$

$\Rightarrow \underline{V_{\text{mitten}} \approx 8,89 \text{ volt}}$

$t = 100 \text{ ms}$: "lång tid" sedan start $\Rightarrow$ stationär tillstånd
 $\Rightarrow \underline{V_{\text{mitten}} \approx V_{\text{slut}} = \frac{Z_L}{Z_L + Z_G} \cdot U_G \approx 8,57 \text{ volt}}$

$$\textcircled{8} \quad Z_L = \frac{Z_L}{Z_0} = 1,6 - j3$$

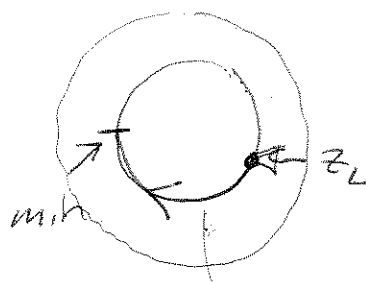
a) Avläs SVF från Smithdiagrammet: $SVF \approx 7,7 \approx \underline{8}$

$$b) |V_L| = |V_0^+| \cdot |1 + \Gamma_L| \approx 2 \cdot 1,72 = \underline{\underline{3,4 \text{ volt}}}$$

$$\Gamma_L \approx 0,78 \cdot e^{-j29,5^\circ}$$

↑
in Smithdiag.

c) Strömmax. infaller vid spänn. min, där vid impedans minimum



$$\text{ströklängd} = 0,5 - 0,291 = \underline{\underline{0,209\lambda}}$$

$$\lambda = \frac{v_{fas}}{f} = 10 \text{ m} \Rightarrow \underline{\underline{2,09 \text{ m}} \text{ från lasten}}$$

d) Stubbe: Smithdiag $\Rightarrow$ inkoppling $l_1 = \underline{\underline{0,154\lambda}}$ från lasten

$$y_{in, stubbe} \approx -j2,35 \Rightarrow \text{stubb längd} \approx \underline{\underline{0,064\lambda}}$$

e) Om stubbens $Z_0 \neq$ ledn. $Z_0 \Rightarrow$ Läs av im-del av $y_{ledn.}$ vid inkoppl. $\Rightarrow y_{ledn.} = +j2,35 \cdot \frac{1}{Z_{0, ledn.}} = j0,047 \text{ siemens}$

$$\text{Normera för stubben} \Rightarrow y_{in, stubbe} = -y_{ledn.} \cdot Z_{0, stubbe} = -j4,7$$

$\Rightarrow$ Detta ligger närmare kortslutn. än $-j2,35$

$\Rightarrow$ Stubben blir kontare.

f) $\frac{\lambda}{4}$ -transformator: Inkopplat där $Z = \text{reell} \Rightarrow$

i vårt fall vid 1:a spinn: $d = 0,209 \lambda$

Antas $Z_{\text{inkoppl.}} \approx 0,13$

$$\begin{aligned} Z_{0,\text{trans.}} &= \sqrt{Z_{0,\text{ledn.}} \cdot Z_{\text{inkoppl.}}} = Z_{0,\text{ledn.}} \sqrt{Z_{\text{inkoppl.}}} \\ &= 50 \cdot \sqrt{0,13} \approx \underline{\underline{18 \Omega}} \end{aligned}$$

g) Plattledning $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ där $L \propto \mu = \mu_r \mu_0$
 $C \propto \epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$

$\Rightarrow Z_0$ är proportionell mot $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$

$Z_{0,\text{trans.}} < Z_{0,\text{ledn.}} \Rightarrow \epsilon_{r,\text{trans.}} > \epsilon_{r,\text{ledning}}$

$$\textcircled{9} \quad \gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

$$V(x) = V(0) \cdot e^{-\alpha x} \cdot e^{-j\beta x}$$

$$\alpha = \operatorname{Re} \gamma \quad \beta = \operatorname{Im} \gamma \quad v_{\text{fas}} = \frac{\omega}{\beta}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \sqrt{(0,5 + j 10^7 2\pi 2,5 \cdot 10^{-7})(0 + j 10^7 2\pi 10^{-10})} \\ &= \sqrt{-\pi^2 \cdot 10^{-2} + j \pi 10^{-3}} \approx \sqrt{9,8746 \cdot 10^{-2} e^{j 178,18^\circ}} \\ &\approx \underline{\underline{0,314239 \cdot e^{j 89,088^\circ}}} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \alpha \approx 4,999 \cdot 10^{-3} \text{ Np/m}$$

$$\beta \approx 0,3142 \text{ rad/m}$$

$$a) \quad |V(100)| = |V(0)| \cdot e^{-\alpha \cdot 100} \approx \underline{\underline{1,8 \text{ volt}}}$$

$$b) \quad v_{\text{fas}} = \frac{\omega}{\beta} \approx \underline{\underline{2,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}}}$$