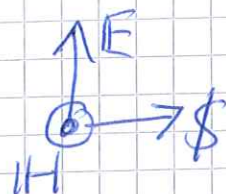


RRY010 Telecommunication

9/1-2018

① a, b, c) Se kurslitteratur/kursmaterial

d) $E \perp H$, $S = E \times H \Rightarrow E \times H$

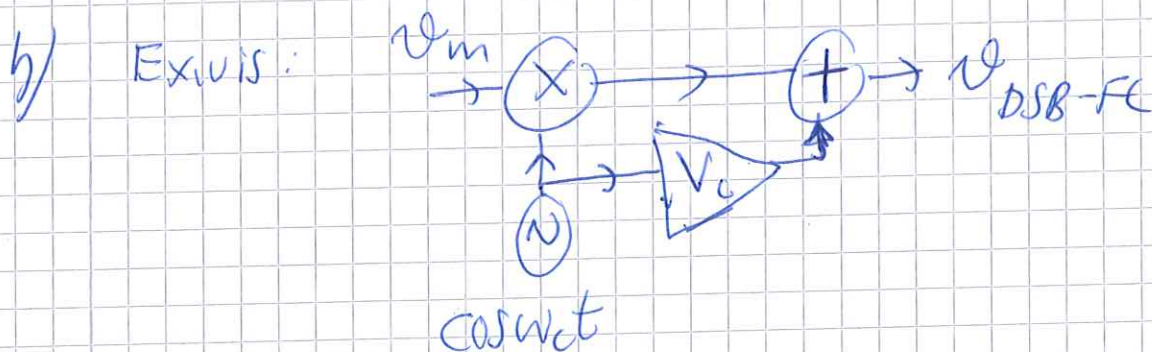


$$S_{medel} = \frac{1}{2} \frac{\hat{E}^2}{Z_{TEM}} \approx \frac{100^2}{2 \cdot 376,73} \approx \underline{\underline{13,3 \text{ W/m}^2}}$$

② a) $P_{medel} = \frac{1}{2R} \cdot \{15^2 + 4^2 + 4^2\} \approx \underline{\underline{1,7 \text{ W}}}$

$$B = 2 \cdot f_m \Rightarrow f_m = \underline{\underline{4,0 \text{ kHz}}}$$

$$m = \frac{V_m}{V_c} = \frac{2 \cdot \text{sidbandsamplitud}}{V_c} = \frac{2 \cdot 4}{15} \approx \underline{\underline{0,53}}$$



③ a) $B \approx 2 f_m (1 + \beta) \approx \underline{16 \text{ kHz}}$

$\beta = 3$ (utlösar en tidsfunktion)

b)
$$\left. \begin{aligned} \Delta f_c &= K_o \cdot V_m \\ \Delta f_c &= \beta \cdot f_m \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_m = \frac{\beta f_m}{K_o} = \underline{0,75 \text{ volt}}$$

(f_m utlösar en tidsfunktion)

c) Andel av effekten hos 500 kHz komponent =

$$= \left(\frac{V_2}{V_c} \right)^2 = |J_2(\beta)|^2 \approx 0,4861^2 = \underline{0,24}$$

↑
anv. Besselkbell

$f_c = 500 \text{ kHz}$

⇒ 500 kHz har $n=2$ d.v. $f_m = 2 \text{ kHz}$

$$P_2 = \frac{1}{2} \frac{V_2^2}{R} \quad \& \quad P_{\text{FM-signal}} = \frac{1}{2} \frac{V_c^2}{R}$$

④ a) $v = \text{Re} \{ (I + jQ) e^{j\omega_c t} \} = I \cos \omega_c t - Q \sin \omega_c t$

I & Q kan vara $\pm 1 \text{ V}$ vardera ⇒ 4 olika symboler med samma amplitud men olika färläge kan konstrueras

⇒ QPSK - modulation

b)
$$\left. \begin{aligned} Q &= +1 \text{ V (logisk 1:a)} \\ I &= -1 \text{ V (logisk 0:a)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \underline{v = -\cos \omega_c t - \sin \omega_c t}$$

⑤ Signalen innan RC-länken:

$$\begin{aligned} V &= 2 \cos(\omega t - \varphi) \cdot \sin \omega_{LO} t = \\ &= 2 \cdot \frac{1}{2} \left\{ \sin(\omega_{LO} t + \omega t - \varphi) + \right. \\ &\quad \left. \sin(\omega_{LO} t - (\omega t - \varphi)) \right\} = \\ &= \sin(2\omega t - \varphi) + \sin \varphi \\ &\quad \uparrow \\ &\quad \omega = \omega_{LO} \end{aligned}$$

Efter RC-länken, som filterar bort höga frekvenser (brytfrekv. för detta lågpåsfiltter är $\omega_c = \frac{1}{RC}$ dvs ω_{LO}) :

$V_{ut} \approx \sin \varphi$ dvs. en likspänningsnivå som beror av fasskillnaden mellan insignal & LO.

$$|\varphi| \ll 1 \text{ rad} \Rightarrow \boxed{V_{ut} \approx \varphi}$$

Kretsen är alltså en fasdetektor,

som kan användas i VCO, PLL kretsar i exv. fas- & frekv. modulation/demod.
(se kurslitter.)

⑥ a) Z_L reell, Z_0 reell $\Rightarrow \frac{\lambda}{4}$ -transf. kan anslutas direkt till lasten.

$$Z_{0, \text{transf.}} = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L} \approx \underline{\underline{122,5 \Omega}}$$

b) Mikrostrip med $t=0$: $Z_{0, \text{strip}} \approx \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1,41}} \ln \left(\frac{5,98h}{0,8W} \right)$

$$\Rightarrow W = \frac{5,98h}{0,8} e^{\frac{-\sqrt{\epsilon_r + 1,41} \cdot Z_{0, \text{strip}}}{87}} \approx \underline{\underline{0,7535 \text{ mm}}}$$

$$\lambda = \frac{v_{\text{fas}}}{f} = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}} \cdot f} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{0,475 \cdot 4,4 + 0,67} \cdot 2 \cdot 10^9}$$

$$\approx 0,0903 \text{ m} \Rightarrow l_{\text{transf.}} = \frac{\lambda}{4} \approx \underline{\underline{22,6 \text{ mm}}}$$

⑦ a) $Z_L \approx 0,533 + j1,6 \Rightarrow$ Smithdiagram ger
 $\text{SUF} \approx 7 \rightarrow 8$

$$b) \Gamma_{\text{ingång}} \approx 0,76 \cdot e^{-j156^\circ} \approx -0,64 - j0,31$$

$$|V_{\text{tot, ingång}}| = |V_0^+| / |1 + \Gamma_{\text{ingång}}| =$$

$$= \frac{V_G}{2} \sqrt{(1 + \text{Re} \Gamma_{\text{ingång}})^2 + (\text{Im} \Gamma_{\text{ingång}})^2}$$

$$\approx \underline{\underline{0,88 \text{ volt}}} \quad (\text{dvs ca. } 0,9 \text{ V})$$

8)



$\tau = \frac{12}{2 \cdot 10^8} = 60 \text{ ns} \Rightarrow$ Mätpunkterna ligger motsvarande
40 ns från generator (ingång) & 20 ns från lasten

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = 0,6$$

$$\Gamma_G = \frac{Z_G - Z_0}{Z_G + Z_0} = -\frac{1}{3}$$

$$V_0^+ = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_G} \cdot V_G = 8,0 \text{ V}$$

$$V_0^- = \Gamma_L V_0^+ = 4,8 \text{ V}$$

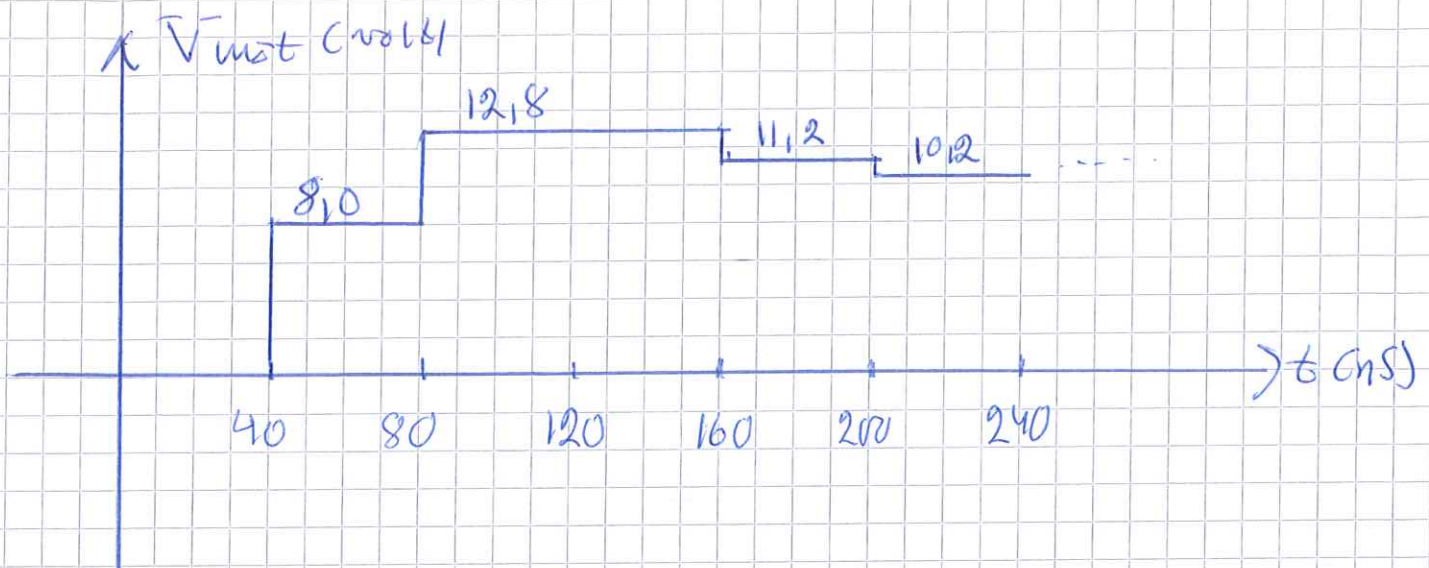
$$V_1^+ = \Gamma_G V_0^- = -1,6 \text{ V}$$

$$V_1^- = -0,96 \text{ V}$$

$$V_2^+ = +0,32 \text{ V}$$

$$V_2^- = -0,192 \text{ V}$$

$$V_3^+ \approx -0,064 \text{ V}$$



b) Avmagnetiserad induktor $\Rightarrow$ "Avbrott" när färdig
 vägporten enlärder $\Rightarrow \Gamma_L = +1 \Rightarrow V_{mst} = V_0^+ \cdot (1 + \Gamma_L)$
 $= \underline{16 \text{ volt vid } 80 \text{ ns}}$

Efter lång tid $\Rightarrow$ Induktorn fullt magnetiserad
 $\Rightarrow$ "kortslutning" $\Rightarrow \Gamma_L = -1 \Rightarrow$
 $V_{mst} = \underline{0 \text{ volt}}$



Spänn. vid viss utgång =
 interferens med Väg A & B

IN $\rightarrow$ UT3: Väg A & B har lika lång gångväg $\Rightarrow$ vägskillnad = null
 konstruktiv interferens (A & B i fä) $\Rightarrow V_{IN} = \frac{1}{2} V_{UT3}$

IN $\rightarrow$ UT1: Vägskillnad för A & B $= 1,25\lambda - 0,25\lambda = 1\lambda$
 $\Rightarrow$ A & B i fä $\Rightarrow V_{UT1} = 2 \cdot V_{IN} = \underline{V_{UT3}}$

IN $\rightarrow$ UT2: Vägskillnad för A & B $= 1,0\lambda - 0,5\lambda = 0,5\lambda$
 $\Rightarrow$ A & B 180° ur fä $\Rightarrow \underline{V_{UT2} = 0}$