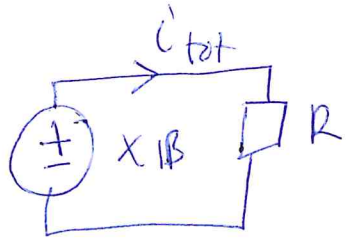
SEE035, tentamen 3/1 2022

kortare lösn./svar

(1) a/ $\Phi_E = Q_{innesluten} = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$\Rightarrow \quad Q_3 = +2\,\mu C$

b/



Magnetfältet avtar i styrka

$\Rightarrow i'_{ind}$ ↺

(samriktat med likströmmen från källan om polaritet hos källan enl. figur.)

$i'_{tot} = i'_{källa} + i'_{ind}$

$i'_{källa} = \dfrac{U_0}{R} = 0{,}1\ A$

$i'_{ind.} = \dfrac{U_{ind}}{R}$ med $U_{ind} = -\dfrac{d\Phi}{dt} = \dfrac{4}{(1+1000t)^{3/2}}$

$t = 1\ ms \Rightarrow U_{ind} = \sqrt{2}$ volt $\Rightarrow i'_{ind} \approx 0{,}0283\ A$

$\Rightarrow \quad i'_{tot} \approx 0{,}128\ A$ ↺

(om källa vänds med motsatt polaritet så blir

$i'_{tot} \approx 0{,}717\ A$ ↻)

c) $P = 2W$, $R_{last} = 75\,\Omega$ $\Rightarrow$ $I = \sqrt{\frac{P}{R_{last}}} \simeq 0{,}1633\ A$

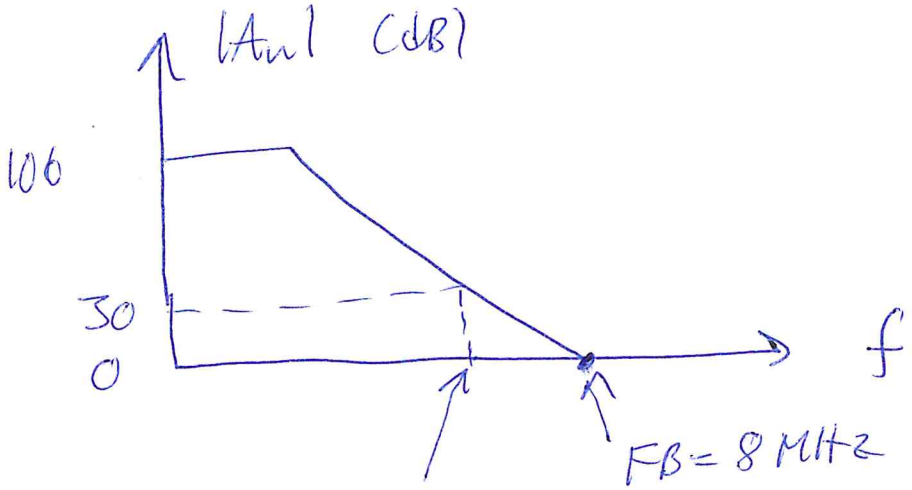
↑ Likström

$$\begin{cases} B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} & \text{för } r_i < r < r_y \\ B = 0 & \text{för } r > r_y \end{cases}$$

$\Rightarrow$ $r = 1{,}5\ mm \Rightarrow B \simeq 2{,}18 \cdot 10^{-5}\ T \simeq \underline{22\ \mu T}$

$r = 2{,}5\ mm \Rightarrow B = 0\ T$

d)



$$f_{åve} = \frac{FB \cdot 1}{10^{30/20}} \simeq 253\ kHz$$

∴ 200 kHz signalen begränsas ej av FB-produkten

- slew rate: $|u_{ut}|_{max} = 10^{30/20} \cdot |u_{in}|_{max}$

$$\left|\frac{du_{ut}}{dt}\right|_{max} = 10^{1{,}5} \cdot |u_{in}|_{max} \cdot \omega \leq SR$$

$$\Rightarrow \quad |u_{in}|_{max} = \frac{10 \cdot 10^6}{10^{1,5} \cdot 2\pi \cdot 2 \cdot 10^5} \approx 0,2516 \text{ volt}$$

$\Rightarrow$ ger $|u_{out}|_{max} \approx 7,96\,V$ < matchingsporn.

$\therefore$ $|u_{in}|_{max}$ dvs $\hat{u}_{in} \approx \underline{0,25\,V}$

e) $NI = R \cdot \Phi$

$$R = \frac{1}{\mu_0 A} \cdot \left\{ \frac{4,5 - \delta}{\mu_{r,ferrit}} + \delta \right\} \approx 6,472 \cdot 10^6 \text{ 1/H}$$

$B_{gap} \approx B_{ferrit} = 0,2\,T \Rightarrow \Phi = B \cdot A = 4 \cdot 10^{-5}$ Wb

$\Rightarrow$ $\underline{N \approx 172 \text{ varv}}$

f) $R_{last} = |R + j\omega L| = |120 + j132| \approx \underline{178\ \Omega}$

$$|I| = \frac{|U_{IN}|}{|Z_{tot}|} = \frac{5}{|120 + 175 + j132|}$$

$\Rightarrow$ $P = \frac{1}{2} R_{last} \cdot |I|^2 \approx \underline{21\,mW}$

(2) $\omega \to 0$: $Z = R$ graf ge $R = 2\,\Omega$

$0 << \omega << \omega_R$: $|Z| \simeq \omega L$ graf ge

$$L \simeq \frac{20}{5 \cdot 10^3} = 4\ mH$$

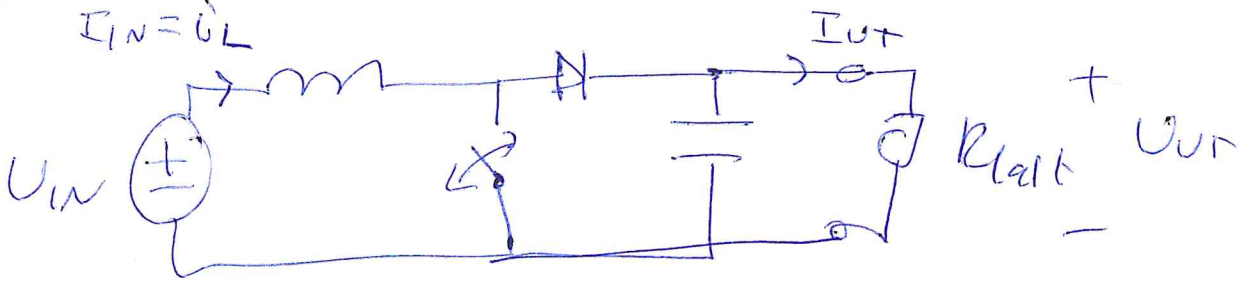
$\omega >> \omega_R$: $|Z| \simeq \frac{1}{\omega C}$ graf ge

$$C \simeq \frac{1}{2 \cdot 10^6 \cdot 1} = 500\ nF$$

---

(3) Step-up omvandlare ($U_{UT} > U_{IN}$)

a)



b) $U_{UT} = \frac{U_{IN}}{1-\delta} \Rightarrow \delta = \frac{U_{UT} - U_{IN}}{U_T}$

$\Rightarrow$ $\frac{4}{6} \leq \delta \leq \frac{5}{6}$

c/ Effekt bevarar (inga förluster antas):

$$U_{IN} \cdot I_{IN} = U_{UT} \cdot I_{UT} \Rightarrow i_{L,medel} = \frac{U_{UT}}{U_{IN}} \cdot I_{UT}$$

(I_{IN} = $i_{L,medel}$)

$$= \frac{I_{UT}}{1-\delta}$$

$U_{UT} = 6\,V$, $I_{UT} = 100\,mA$ $\Rightarrow$ $\delta = 0{,}8$ & $i_{L,medel} = 0{,}5\,A$

kontinuerlig mod $\Rightarrow$ $\frac{1}{2}\Delta i_L \leq i_{L,medel}$

$$L \cdot \left|\frac{\Delta i_L}{\Delta t}\right| = |u_L| \Rightarrow L \geq \frac{|u_L|\,\Delta t}{2 \cdot i_{L,medel}} = 96\,\mu H \simeq 100\,\mu H$$

tex TTL-logic: $u_L = 6\,V$, $\Delta t = \delta \cdot T$

d/ ripel hos u_{UT}: min. upp- & urladdn av kondensatorn.

(4) Från småsignalschema fås:

$R_{in} = R_1 // R_2$

$R_{ut} = R_D$

$A_u = -g_m \cdot R_D$ (med $g_m = \frac{dU_{GS}}{dI_D}\Big|_{vilopunkten} = k(U_{GSQ} - U_T)$)

a/ $R_D = R_{ut} = \underline{470\ \Omega}$

Vilopunktsbestämning: $\frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_{DD} = U_{GSQ} + R_S I_{DQ}$

$I_{DQ} = \frac{k}{2}(U_{GSQ} - U_T)^2$

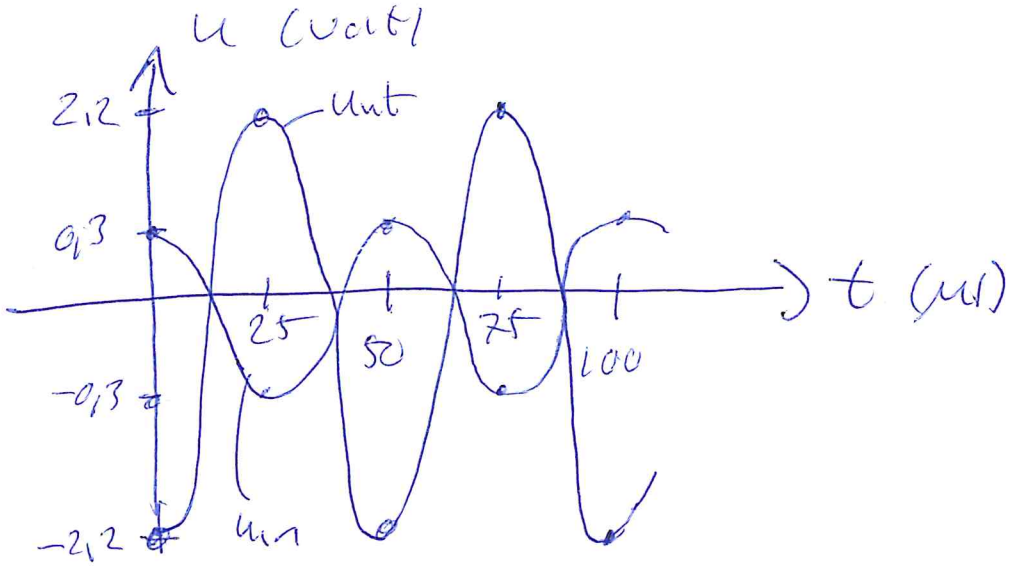
$\Rightarrow I_{DQ} = 12{,}5\ mA$ & $R_2 \approx \underline{82\ k\Omega}$

b/ $R_{in} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \approx \underline{6{,}3\ k\Omega}$

c/ $g_m = k(U_{GSQ} - U_T) \approx 0{,}0158\ A/V \Rightarrow A_u \approx -7{,}43$ gånger

$\Rightarrow u_{ut} = A_u \cdot u_{in} \approx -2{,}2 \cdot \cos(40 \cdot 10^3 \pi t)$ volt

($u_{in} = 0{,}3 \cdot \cos(40 \cdot 10^3 \pi t)$ volt)



d) C_4 "stör" ⇒ största delen av tidsvarierande strömmen genom source passerar genom C_4 till jord, medan DC-strömmen går genom R_S

⇒ Spänn. över R_S = vilopunktsvärdet + liten tidsvarierande del

= potentialen vid source

∴ Potentialen vid source ≈ $I_{DQ} \cdot R_S \approx 0{,}41$ Volt

(tidsv. del bortfall)

Kan räknas ut att ha amplituden ≈ 10 mV

(5) a/ $Z = R_1 + j\omega L_1 + \dfrac{R_2 \dfrac{1}{j\omega C_1}}{R_2 + \dfrac{1}{j\omega C_1}} = \ldots =$

$$= R_1 + j\omega L_1 + \frac{R_2 (1 - j\omega C_1 R_2)}{1 + (\omega C_1 R_2)^2}$$

$$\text{Im } Z = 0 \; ; \quad \omega L_1 = \frac{\omega C_1 R_2^2}{1 + (\omega C_1 R_2)^2}$$

dar $\omega \neq \omega_r$

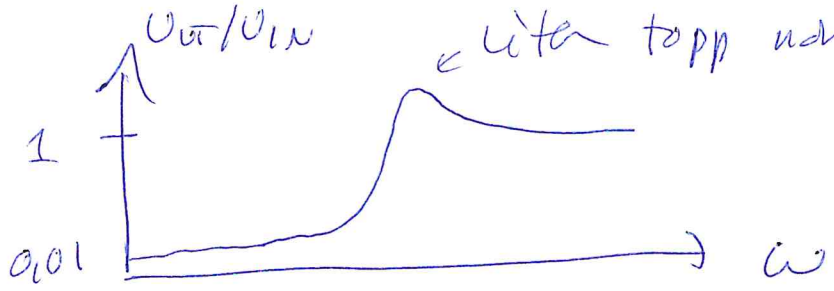
$$\Rightarrow \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \cdot \sqrt{1 - \frac{L_1}{C_1} \cdot \frac{1}{R_2^2}}$$

$$\simeq 1{,}44 \cdot 10^5 \text{ rad/s} \quad \text{vilket motsvarar}$$

$$f_r \simeq 23 \text{ kHz}$$

b/ $\omega \to 0 \Rightarrow U_{UT} \simeq \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_{IN} = 0{,}01 \, U_{IN}$

$\omega \to \infty \Rightarrow U_{UT} \simeq U_{IN}$ (R_2 kortsluts av C_1)



$\Rightarrow$ Litet topp nära ω_n

$\therefore$ Högpassfilter

c) U_{UT} över R_1 istället:

$\omega \to 0$: $U_{UT} \approx \frac{R_1}{R_1+R_2} U_{IN} = 0{,}1 \cdot U_{IN}$

(som tidigare...)

$\omega \to \infty$: C_1 ledtråd

L_1 avbryt $\Rightarrow$ strömmen ≈ 0 $\Rightarrow$

spänning över $R_1 \approx 0$

$\therefore$ Litet "topp" nära ω_n

$\therefore$ Bandpassfunktion