SEE035 Ellära och elektronik

tentamen 24/10 2022 svar/~~[illegible]~~ lösn.

① a/ $Z_2 = R_2 = |Z_1| = \sqrt{150^2 + (6 \cdot 10^4 \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-3})^2} \approx \underline{248\ \Omega}$ $(248{,}4)$

$P_2 = \frac{1}{2} R_2 |I|^2 \simeq \underline{\underline{0{,}14\ W}}$ (I praktiken väljs 250 Ω)

$$|I|^2 = \left|\frac{U_{källa}}{Z_1 + Z_2}\right|^2 = \frac{15^2}{(150+248)^2 + (60 \cdot 3{,}3)^2} \simeq 1{,}137 \cdot 10^{-3}\ A^2$$

b/ cirkulation av $\mathbb{E} = -\frac{d\Phi_{magn}}{dt} = 0$

cirkulation av $\mathbb{H} = \underbrace{I_{omsluten}}_{4-1=3\ A} + \underbrace{\frac{d\Phi_{elektr}}{dt}}_{=0} = 3\ A$

$I_{omslutn}$: ⊙ ⇒ cirkulationen orienteras moturs (högerhandregel)

∴ cirk. av $E = 0$

cirk. av H = 3 ampere moturs

c) $u_{in} = 0{,}8 \cos(3\pi 10^5 t)$ volt

$u_{ut} = A_u \cdot u_{in} = \underbrace{10^{20/20}}_{10 \text{ gånger}} \cdot u_{in} = 8 \cdot \cos(3\pi 10^5 t)$ volt

$SR \geq \left|\frac{du_{ut}}{dt}\right|_{max} = 8 \cdot 3\pi 10^5 \simeq 7{,}5 \cdot 10^6$ V/s $\approx$

$= \underline{\underline{7{,}5 \text{ V}/\mu s}}$

FB-produkt $= A_u \cdot f = 10 \cdot 1{,}5 \cdot 10^5 = \underline{\underline{1{,}5 \text{ MHz}}}$

sätt till signalens frekv. $\frac{3\pi 10^5}{2\pi}$ Hz

∴ OP-kretsen ska ha $SR > 7{,}5$ V/µs

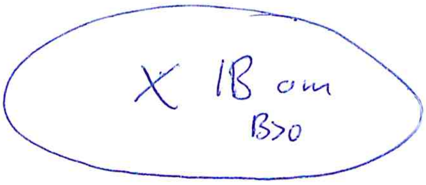
FB > 1,5 MHz

(gärna högre då brytpunkten i Bodediagram är egentligen 3 dB lägre i amplitud)

d) $B > 0 \Rightarrow$ riktat ⊗

$B(t) = B_0 \cdot e^{-(\frac{t}{\tau})^2} \cdot \sin \omega t$

$B_0 = 0{,}01$ T, $\tau = 0{,}02$ s, $\omega = 10^4$ rad/s



slingan: $\begin{cases} \text{area } A = 0{,}05 \text{ m}^2 \\ \text{resistans } R = 20\ \Omega \end{cases}$

$$i_{ind} = \frac{U_{ind}}{R} \quad ; \quad U_{ind} = -\frac{d\phi_{magn}}{dt} \underset{\substack{\uparrow \\ \text{konst. area}}}{=} -A\frac{dB}{dt}$$

$$\frac{dB}{dt} = B_0 e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^2} \cdot \left\{ -\frac{2t}{\tau^2} \cdot \sin\omega t + \omega \cdot \cos\omega t \right\}$$

$$\Rightarrow |U_{ind}(0)| = A B_0 \omega \cdot \cos\omega t$$

$$\Rightarrow |i_{ind}(0)| = \frac{A B_0 \omega \cdot 1}{R} = \frac{0{,}05 \cdot 0{,}01 \cdot 10^4}{20} = \underline{\underline{0{,}25 \text{ ampere}}}$$

vid $t=0$: $\frac{dB}{dt} > 0$, $B<0$ d.v.s. ⊙ precis innan $t=0$
$B>0$ d.v.s. ⊗ precis efter $t=0$

∴ B ökar in i pappets plan (⊗) vid $t=0$
∴ ΔB ⊗
⇒ Lenz lag ger i_{ind} cirkulera **moturs**

e) $S = \frac{E \cdot B}{\mu} = \frac{U}{r \ln\left(\frac{r_y}{r_i}\right)} \cdot \frac{I}{2\pi r} = \frac{U^2/R}{2\pi r^2 \ln\left(\frac{r_y}{r_i}\right)}$

$\uparrow$

$E \perp B$

i området mellan ledarna.

$r = r_y \Rightarrow U = \sqrt{2\pi \, r_y^2 \ln\left(\frac{r_y}{r_i}\right) \cdot R \cdot S}$

$= \sqrt{2\pi \, (2{,}5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \ln\left(\frac{2{,}5}{0{,}8}\right) \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^5}$

$\approx 14{,}96$ volt

$\Rightarrow E = \frac{U}{r_i \ln\left(\frac{r_y}{r_i}\right)} \approx \underline{1{,}64 \cdot 10^4 \text{ V/m}}$

$\uparrow$

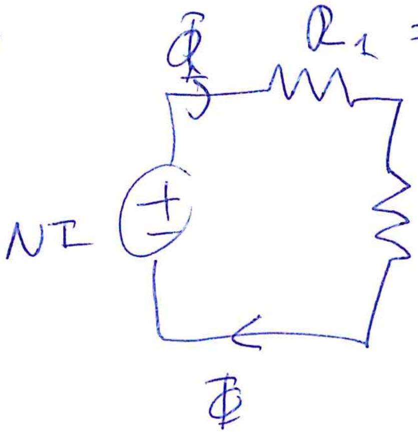
precis utanför innerledare

$r = r_i$

medan. $\underline{E = 0}$ utanför ytterledaren.

f) Strömmen genom kondensator är s.k. "förskjutningsström" som utgörs av ett <u>tidsvarierande elektriskt fält</u>

2) a)



$R_1 = \frac{l_{järn}}{\mu_{järn} \cdot A} = \frac{0{,}24-0{,}002}{2800 \cdot 4\pi 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} \approx 1{,}515 \cdot 10^{5}\ 1/H$

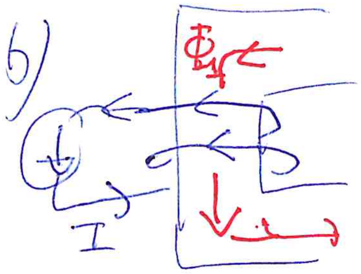
$R_2 = \frac{\delta}{\mu_0 A} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} \approx 3{,}183 \cdot 10^{6}\ 1/H$

$NI = R_{tot} \cdot \Phi = (R_1 + R_2)\Phi \Rightarrow \Phi \approx 7{,}197 \cdot 10^{-5}$ Wb

$\Phi = B \cdot A = \mu H \cdot A \Rightarrow$ I gapet är Φ & B samma som i järn, medan $\mu = \mu_0$

$\Rightarrow H_{gap} = \frac{\Phi}{\mu_0 \cdot A} \approx 1{,}15 \cdot 10^{5}$ ampere/meter

b)



arhilagen ⇒ magn flöde riktat ↓ genom lindningen

⇒ ~~arh~~ Φ_1 arh. moturs i den delen av kretsen

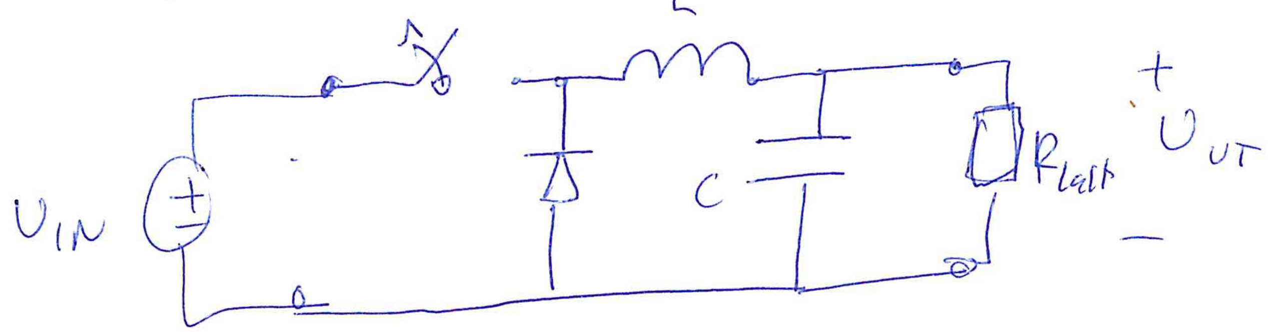
Gauss lag för magnetiskt flöde genom sluten yta

⇒ $\Phi_{IN} = \Phi_{UT}$ i exvis området där "X" markerat ⇒ $\Phi_2 + \Phi_3 = \Phi_1$

3

a/

$f_{sw} = 50$ kHz



$U_{UT} = 5V$, $U_{IN} = 24V \Rightarrow$ step down omv.

b/ $R_{last} = 25\,\Omega \Rightarrow I_{medel} = I_{UT} = \dfrac{U_{UT}}{R_{last}} = 0{,}2\,A$

för induktor

kontinuerlig drift $\Rightarrow i_L > 0$ hela tiden

$i_{L,min} = I_{medel} - \frac{1}{2}\Delta i_L \Rightarrow \Delta i_L = 0{,}4\,A$

(som mest)

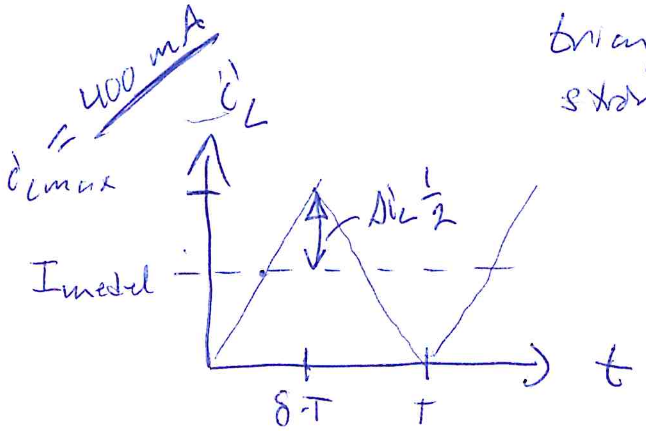
$u_L = L\dfrac{di}{dt} \Rightarrow L = \dfrac{u_L \cdot \Delta t}{\Delta i_L} \approx 2\cdot 10^{-4}\,H = 200\,\mu H$

triangelformad ström

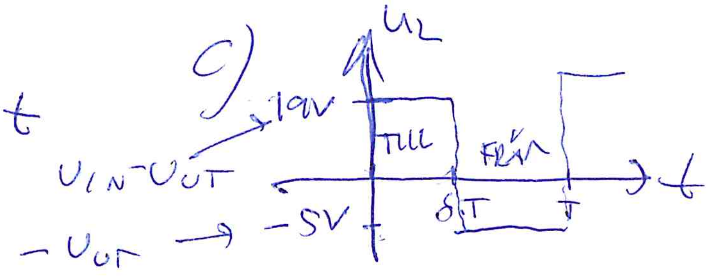
om TILL-läge:

$u_L = U_{IN} - U_{UT} = 19\,V$

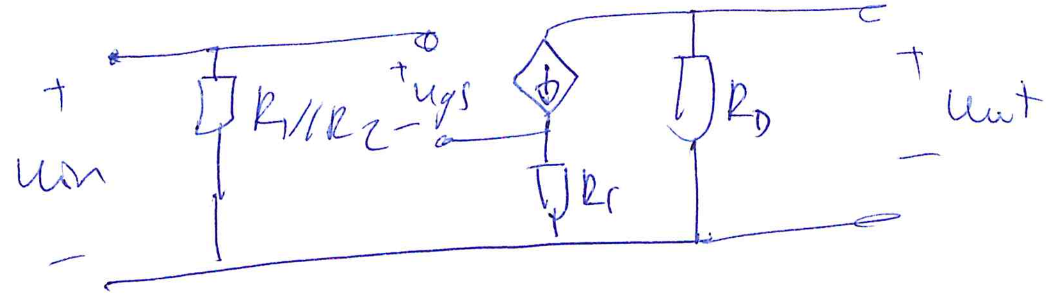
$\Delta t = \delta \cdot T = \dfrac{U_{UT}}{U_{IN}} \cdot \dfrac{1}{f_{sw}} \approx 4{,}167\cdot 10$



c)



④ a) $R_{ut} = R_D$ i denna koppling $\Rightarrow \underline{\underline{R_D = 1{,}2\ k\Omega}}$



<u>småsignalschema</u> ↑

$$\begin{cases} \dfrac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_{DD} = U_{GSQ} + R_S I_{DQ} & (1) \\ I_{DQ} = \dfrac{k}{2}(U_{GSQ} - U_T)^2 & (2) \end{cases}$$

(2) $\Rightarrow$ $U_{GSQ} \simeq 3{,}033\ V$ $\Rightarrow$ ins. i (1) ger:

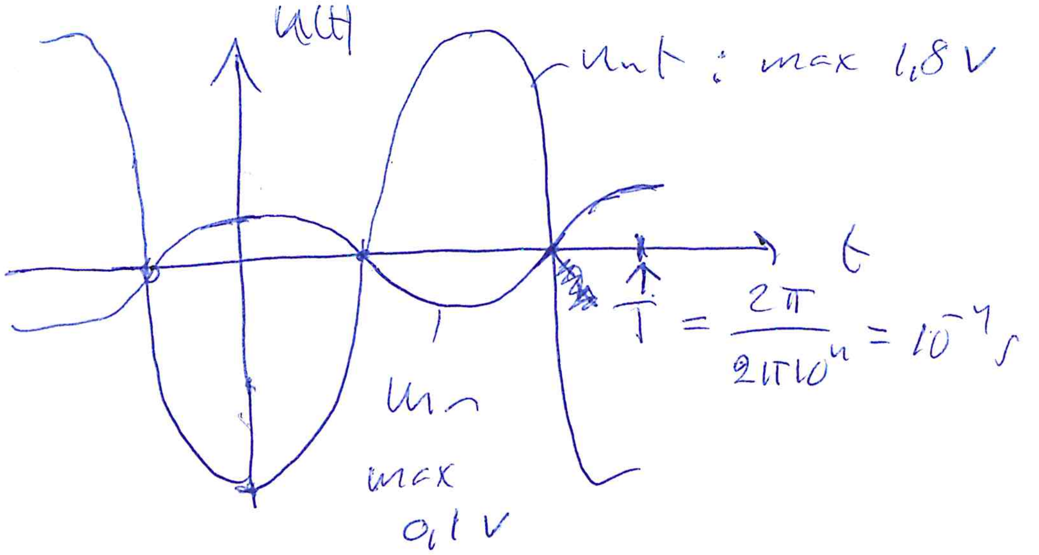
$\underline{\underline{R_1 \simeq 330\ k\Omega}}$

b) $u_{ut} = A_u \cdot u_{in} = \dfrac{-g_m R_D}{1 + g_m R_S} \cdot u_{in}$

med $g_m = \sqrt{2k\, I_{DQ}}$ eller $g_m = k(U_{GSQ} - U_T)$

$\Rightarrow$ $g_m \simeq 0{,}03\ A/V$ $\Rightarrow$ $A_u \simeq -18{,}09$ gånger

$\Rightarrow$ $\underline{u_{ut} \simeq -1{,}8 \cdot \cos(2\pi 10^4 t)\ \text{volt}}$



Uut & Uin får förskjutna 180° rel. varandra

c) C_3 ansluts // R_S ⇒ ingen skillnad DC-mässigt ⇒ vilopunkt oförändrad

dock kortsluts R_S via C_3 AC-mässigt

⇒ $g_m R_S$ termen i A_u försvinner

⇒ $A_u = -g_m R_D$ dvs ökning hos $|A_u|$

⇒ $|\hat{u}_{ut}|$ öka

d) Mät upp samhörande värden på U_{GS} & I_D.

Anpassa linje till $\sqrt{I_D} = \sqrt{\frac{k}{2}}(U_{GS} - U_T)$

⇒ riktn.koeff $= \sqrt{\frac{k}{2}}$ ⇒ k

skärning med spän.axel ⇒ U_T

Se lab1 & lab3!

5

a) $\omega = \omega_r$ när Z_{tot} reell.

$$Z_{tot} = R_0 + \frac{R_2 \cdot \left(j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}\right)}{R_2 + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = \dots =$$

$$= R_0 + \frac{R_2 \cdot \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right)^2}{R_2^2 + \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right)^2} + j \boxed{\frac{R_2^2 \cdot \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right)}{R_2^2 + \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right)^2}}$$

imaginära delen

$$\mathrm{Im}\, Z_{tot} = 0 \iff R_2^2\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \simeq 9{,}01 \cdot 10^4 \text{ rad/s}$$

$$f_r \simeq \underline{\underline{14{,}3 \text{ kHz}}}$$

b) Vid resonans: $j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1} = 0$ dvs "kortslutning"

$\Rightarrow$ all ström genom L_1 & C_1

ingen ström genom R_2

v.g.v →

$\hat{i}_1 = \frac{\hat{u}_{in}}{R_0} = \frac{3}{50} = 0{,}06\ A =$ (amplitud)

$= \underline{\underline{60\ mA}}$

genom L & C.

$\hat{i}_2 = 0$ (genom resistor)

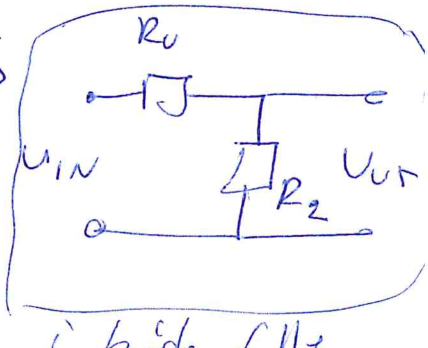
c) $|U_{UT}| = \frac{|U_{IN}| \cdot |Z_{12}|}{|Z_{tot}|}$

där $|Z_{12}| = R_2 // (j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1})$

vid $\omega = \omega_r$: $j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$ kortslutar $\Rightarrow$ spänn. = noll

$\Rightarrow |U_{UT}| = 0$

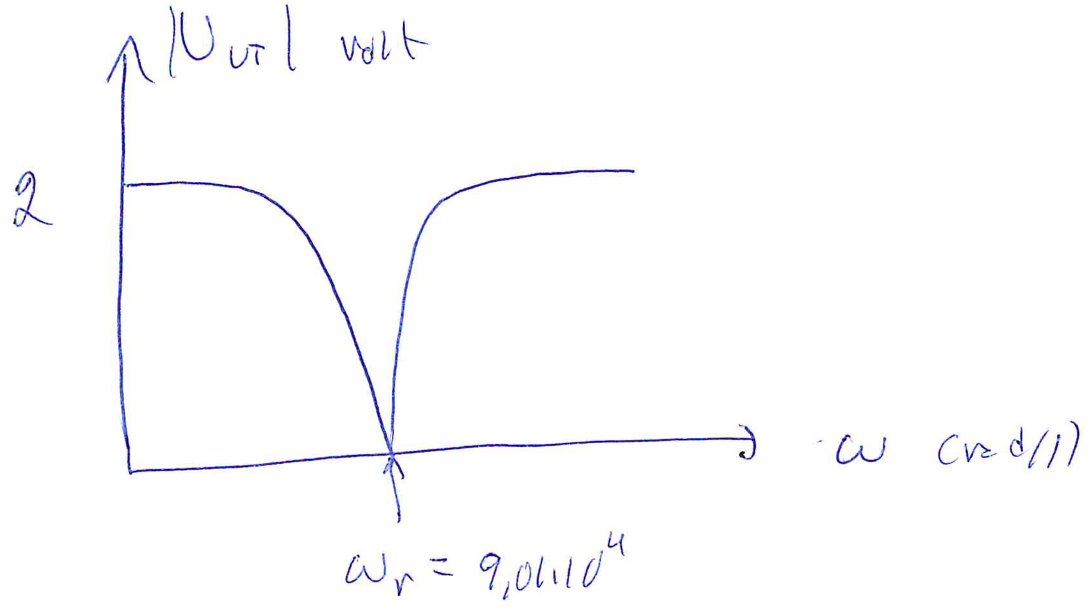
$\omega << \omega_r \Rightarrow \frac{1}{j\omega C_1}$ avbrott $\Rightarrow$



$\omega >> \omega_r \Rightarrow j\omega L_1$ avbrott $\Rightarrow$

i båda fallen

$\Rightarrow |U_{UT}| = \frac{R_2}{R_0 + R_2} |U_{IN}| = 2V$ ~~topp~~ amplitud



∴ bandstoppfilter (se lab.2)