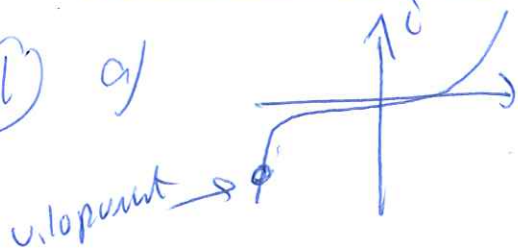
Tenta SEE035 28/10 2019 — kortsvar/lösn.

(1) a)



T.ex. lampa: t.ex. i spänningsstabiliseringskrets

b) "Förskjutningsströmmen" $\frac{dD}{dt} \neq 0$ dvs $\varepsilon \frac{dE}{dt} \neq 0$.

c) Kapacitans mellan lindningsvarven $\Rightarrow Z \propto \frac{1}{\omega}$ ...

a, b, c: Se mer detaljer i kurslitt.

d) $\Phi_E = Q_{innesluten} = 10^{-9} - 4 \cdot 10^{-9} + 5 \cdot 10^{-9} = \underline{\underline{2 \cdot 10^{-9}\ C}}$

$\Phi_E > 0 \Rightarrow$ riktat ut ur området

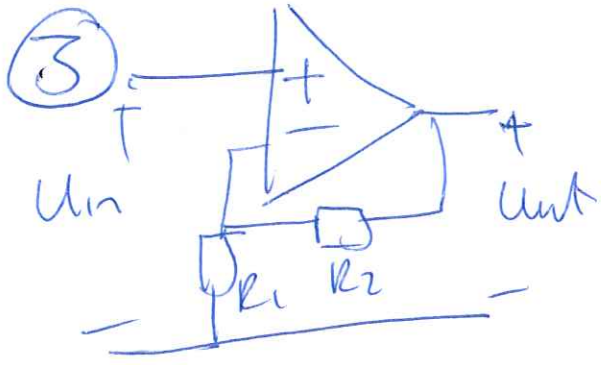
---

(2) $R = |20 + j\omega L| = \sqrt{20^2 + (3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-3})^2} \approx \underline{\underline{36\ \Omega}}$

$P = \frac{1}{2} R |I|^2$ & $|I|^2 = \frac{U^2_{generator}}{|20 + R + j\omega L|^2} \Rightarrow \underline{\underline{P \approx 71\ mW}}$

---

(3)



$A_u = 32\ dB \hat{=} 10^{32/20} \approx 398$ gånger

$u_{in}(t) = 0{,}2 \cdot \sin(1{,}5 \cdot 10^4 t) +$

$0{,}1 \cdot \sin(6{,}0 \cdot 10^5 t)$ volt

Bestäm Slew rate, FB-produkt, $\hat{u}_{ut,max}$ & DC-nivå på V_{ZO}

$\Rightarrow$ krav på OP. Se sedan vilken/vilka OP som uppfyller kraven.

- $SR = \left.\frac{du_{ut}}{dt}\right|_{max} \approx 39{,}8 \cdot (0{,}2 \cdot 15 \cdot 10^4 + 0{,}1 \cdot 6 \cdot 10^5)$

  ↑ sinusarna har olika ω ⇒ tot. max ≈ summan av de två från individ. max.

  $\approx 2{,}5 \cdot 10^6$ V/s

  $= 2{,}5$ V/µs lägsta av OP

- $f_{övre} \cdot |A_{ul}| = \frac{6 \cdot 10^5}{2\pi} \cdot 39{,}8 \approx 3{,}8 \cdot 10^6$ Hz

  ⇒ FB > 3,8 MHz lägsta av OP

- $\hat{u}_{ut,max} \approx 39{,}8 \cdot 0{,}3 \approx 11{,}9$ V ⇒ $\hat{u}_{ut,max} > 12$ V

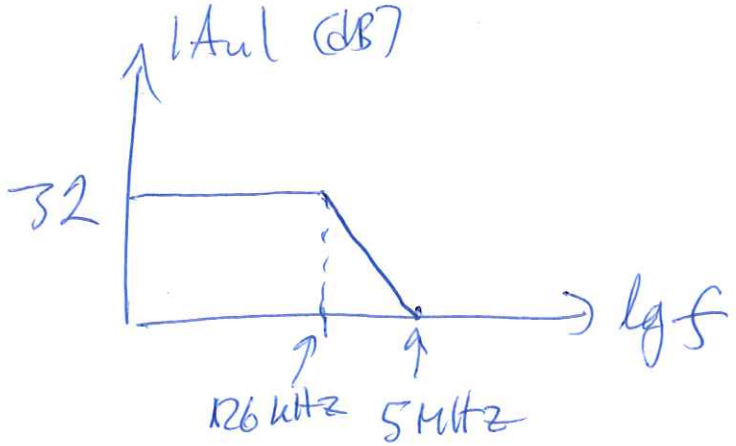
  ↑ se dista vid SR

  lägsta av OP

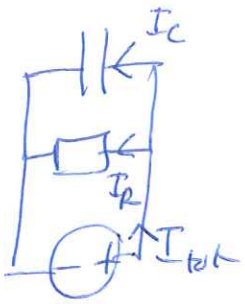
- V_{IO} ⇒ DC-nivå = $|V_{IO} \cdot 39{,}8| \leq 0{,}5$ V

  ⇒ $|V_{IO}| < 13$ mV lägsta av OP.

- Sammantaget uppfylls alla krav av endast OP3.



(4) a)



$$I_R = \frac{U}{R}$$

$$I_C = \frac{U}{1/j\omega C} = j\omega C \cdot U = e^{j90^\circ}\omega C U$$

$|I_R| = 3\ mA$

$|I_{tot}| = 6\ mA$

$\Rightarrow$ I_C är $\underline{\underline{\pm 90^\circ}}$ fas förskjuten relativt I_R.

b) Godhetstalet $Q = 2\pi \dfrac{\text{Upplagrad energi (max)}}{\text{Energiutv. i resistor (1 period)}} =$

$$= 2\pi \frac{\frac{1}{2} C |U|^2}{\frac{1}{2}\frac{|U|^2}{R} \cdot T} = \omega C \cdot R$$

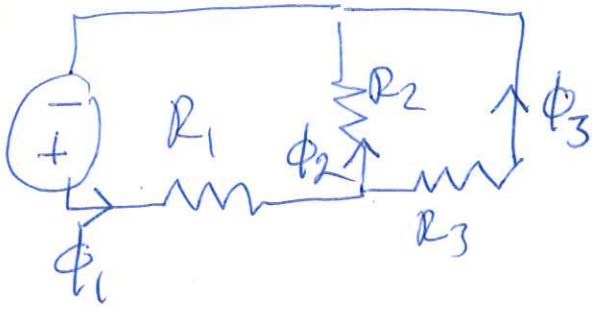
men $\omega C = \left|\dfrac{I_C}{U}\right|$ & $R = \left|\dfrac{U}{I_R}\right| \Rightarrow Q = \left|\dfrac{I_C}{I_R}\right|$

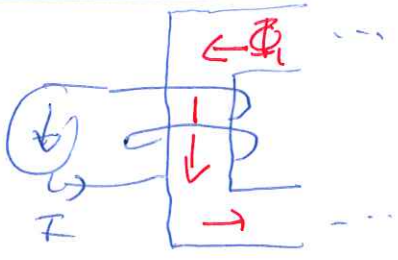
$|I_{tot}|^2 = \sqrt{|I_R|^2 + |I_C|^2} \Rightarrow |I_C| = 3\cdot\sqrt{3}\ mA$

$\Rightarrow$ $\underline{\underline{Q = \sqrt{3}}}$

---

(5) a)





cirkulationslagen $\Rightarrow$ Φ_1 motsurs. (se fig.)

$$R_{tot} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}, \quad \Phi_1 = \frac{NI}{R_{tot}}, \quad B_1 = \frac{\Phi_1}{A}$$

$$R_1 = \frac{l_1}{\mu A}, \quad R_2 = \frac{l_2}{\mu A}, \quad R_3 = \frac{l_3}{\mu A}$$

$l_1 = l_3 = 0{,}18\ m$
$l_2 = 0{,}06\ m$
$\mu = 2 \cdot 10^3 \cdot 4\pi 10^{-7}\ H/m$
$A = 2 \cdot 10^{-4}\ m^2$

$\Rightarrow R_{tot} \simeq 4{,}476 \cdot 10^5\ 1/H$

$\Phi_1 \simeq 8{,}94 \cdot 10^{-5}\ Wb$

$B_1 \simeq 0{,}447\ T \simeq \underline{0{,}45\ T}$

b) Luftgap $\Rightarrow R_3$ ökar kraftigt $\Rightarrow \Phi_3$ minskar kraftigt

$$\Rightarrow \Phi_2 \simeq \Phi_1 = \frac{NI}{R_1 + R_2}$$

Φ_1 minskar lite för med deluppg. a, men Φ_3 minskar även mer

$\therefore \Phi_2$ ökar $\Rightarrow$ $\underline{B_2 \text{ ökar}}$ ⟸

---

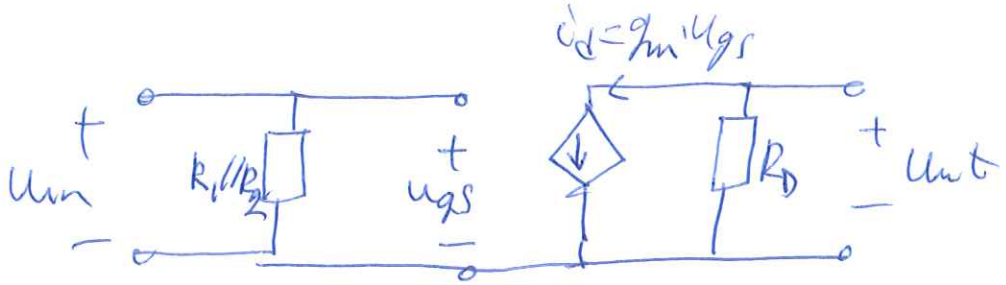
(6) a) $$R_D = \frac{V_{DD} - U_{DSQ}}{I_{DQ}} = \frac{12-6}{8 \cdot 10^{-3}} = \underline{750\ \Omega}$$

$$I_{DQ} = \frac{k}{2}(U_{GSQ} - U_T)^2 \Rightarrow U_{GSQ} \simeq 1{,}7828\ V$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD} = U_{GSQ} \Rightarrow R_2 \simeq \underline{68\ k\Omega}$$

$(\Rightarrow R_{in} = R_1 // R_2 \simeq 58\ k\Omega > 50\ k\Omega$ ok!$)$

b)



$$A_u = \frac{u_{ut}}{u_{in}} = -\frac{R_D g_m u_{gs}}{u_{gs}} = -g_m R_D \simeq -42{,}43 \text{ gånger}$$

$$g_m = \left.\frac{dI_D}{dU_{GS}}\right|_Q = k(U_{GSQ} - U_T) \simeq 0{,}05657 \text{ A/V}$$

$U_{DSQ} = 6\text{ V}$, $V_{DD} = 12\text{ V}$

$$\Rightarrow \hat{u}_{in,max} = \frac{\hat{u}_{ut,max}}{|A_u|} = \frac{6}{42{,}43} \simeq \underline{0{,}14 \text{ V}}$$

c) $U_T = 1{,}5 \pm 0{,}1 \text{ V} = 1{,}4\text{V} \rightarrow 1{,}6\text{V}$

$\Rightarrow \pm 6$ V marginal för $\hat{u}_{ut}$ innan $U_{DSQ} \pm \hat{u}_{ut}$ överstiger V_{DD} eller går under 0 volt...

$$\Rightarrow g_m = \sqrt{2k I_{DQ}} \simeq 0{,}0366 \rightarrow 0{,}0766 \text{ A/V}$$

$$I_{DQ} \simeq 3{,}3 \rightarrow 14{,}7 \text{ mA}$$

$\Rightarrow |A_u| \simeq 27{,}4$ gånger $\rightarrow 57{,}4$ gånger $\Rightarrow$ avviker för mycket

($U_T = 1{,}4$V, $U_T = 1{,}6$V)

$\therefore$ förstärkning ej längre samma. Dessutom ändrad vilopunkt $I_{DQ} \Rightarrow U_{DSQ}$ ändrad $\Rightarrow$ ändrad DC-nivå vid drain $\Rightarrow \hat{u}_{ut}$ har inte längre samma svängrum, innan distorsion fås.

d) Anslut R_S C_S mellan source & jord.

(7) a) $|i_{Diod}|_{max} = |i_L|_{max} = i_{L\,medel} + \frac{1}{2}|\Delta i_L| =$

$= I_{Ut}|_{max} + \frac{1}{2}|\Delta i_L| = \frac{U_{UT}}{R} + \frac{1}{2}\frac{|u_L|\,\Delta t}{L}$

TILL-läge: $u_L = U_{IN} - U_{UT} = 18$ volt, $\Delta t = \delta \cdot T$

FRÅN-läge: $u_L = -U_{UT} = -12$ volt, $\Delta t = (1-\delta)\,T$

$\delta = \frac{U_{UT}}{U_{IN}} = 0{,}4$, $T = \frac{1}{f_{switch}} = \frac{1}{60 \cdot 10^3}$

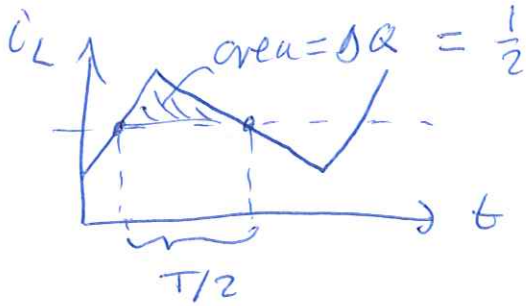
$\Rightarrow |\Delta i_L| \simeq 0{,}3077$ A, $I_{Ut}|_{max} = 2{,}4$ A (R=5Ω ⇒ max. ström)

$\therefore |U_{Diod}|_{max} \simeq 2{,}55$ A

$|U_{Diod}|_{max} = U_{IN} = 30$ V

$\Rightarrow$ Dioden väljs så att den tål > 2,55 A ström & > 30 V (back)spänning.

b) i_C = tidsvarierande delen av i_L, dvs "ripplet"



area $= \Delta Q = \frac{1}{2}\Delta i_L \cdot \frac{T}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\Delta i_L \cdot T}{8} = \frac{\Delta i_L}{8 f_{switch}}$ (triangel)

Spänningsripple pga upp- & urladdning $\Delta U_{ut} = \Delta U_C = \frac{\Delta Q}{C}$

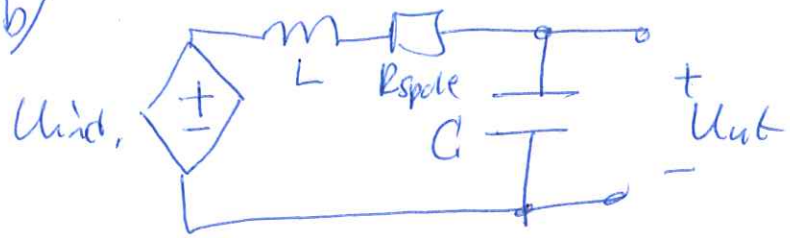
$\Rightarrow C = \frac{\Delta Q}{\Delta U_{ut}} = \frac{\Delta i_L}{8 \cdot f_{switch}} \cdot \frac{1}{\Delta U_{ut}} \simeq 6{,}4\ \mu F$

$\therefore$ Kapacitansen väljs till > 6,4 µF

(8) a) $R_{last} \to \infty$ $\Rightarrow$ Strömmen i kretsen = noll
C ej inkopplad $\Rightarrow$ $\hat{u}_{ut} = \hat{u}_{ind.} = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right|_{max} = N\omega\hat{\Phi}$

$= 200 \cdot 2\pi \cdot 2{,}40 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6} \simeq \underline{\underline{2{,}51 \text{ volt}}}$

b)



Seriresonans $\Rightarrow$ Max. u_{ut} : $\omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow C \simeq 7{,}9161 \cdot 10^{-6}$ F
(ty max ström ger!) $\simeq 7{,}9\ \mu$F

$U_C = \frac{I}{j\omega C}$

$$\hat{u}_{ut} = \left| \frac{\frac{1}{j\omega C} \cdot U_{ind.}}{R_{spole} + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} \right| = \frac{|U_{ind}|}{\omega C R_{spole}} = \frac{\hat{u}_{ind}}{\omega C R_{spole}} \simeq 5{,}03 \cdot \hat{u}_{ind.}$$

↑ som i deluppg a

$j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = 0$ vid resonans

$\therefore$ $\hat{u}_{ut}$ här $\simeq 5$ gånger högre när kondensatorn ansluten.

c) $\otimes \Phi$ • $\frac{d\Phi}{dt} > 0 \Rightarrow$ Ind. ↺ enl. cirkulationslagen
(Δφ ×, Lenz ...)
• $\mathbb{H}$ samriktat med Φ

$\Rightarrow$

$\$ = \mathbb{E} \times \mathbb{H}$ riktat radiellt in mot cirkelcentrum $\Rightarrow$ energin i cirkeln ökar.