

① a) $Z_b = \bar{Z}_0 = \underline{30 + j10 \Omega}$

b) $P_b = \frac{1}{2} R_b |I|^2$ med $R_b = |Z_b| \approx 31,62 \Omega$

och $|I|^2 = \left| \frac{U}{Z_0 + R_b} \right|^2 \approx 9,237 \cdot 10^{-3} \text{ ampere}^2$ ger

$P_b \approx 0,146 \approx \underline{0,115 \text{ W}}$

② a) Resistiv: $\omega \approx \omega_0$ & $\omega = 0$

Induktiv: $0 < \omega < \omega_0$

Kapacitiv: $\omega_0 < \omega$

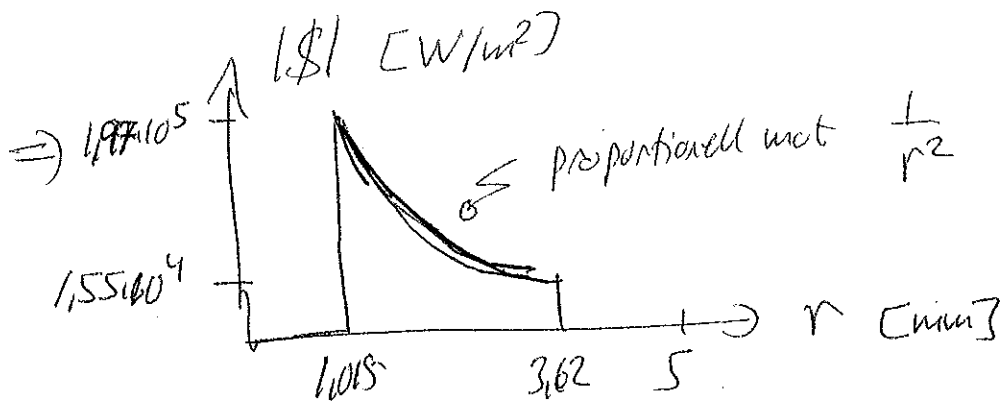
b) Modell för spole: R i tråden, L då magnetfält bildas kring strömförande tråd, C pga laddningsfördelning som ger E-fält mellan tråddens ytor.

③ a) Poyntingvektorn beskriver effekttätheten (= energi per sekund & tvärsnitt i m²) hos energin som överförs m.h.a. elektromagnetiskt fält. Vektorn ger både storlek & riktning hos detta "flöde" av energi.

b) $|E| = \frac{U}{r \ln(\frac{r_y}{r_i})}$, $|B| = \frac{\mu I}{2\pi r} = \frac{\mu U/R}{2\pi r}$

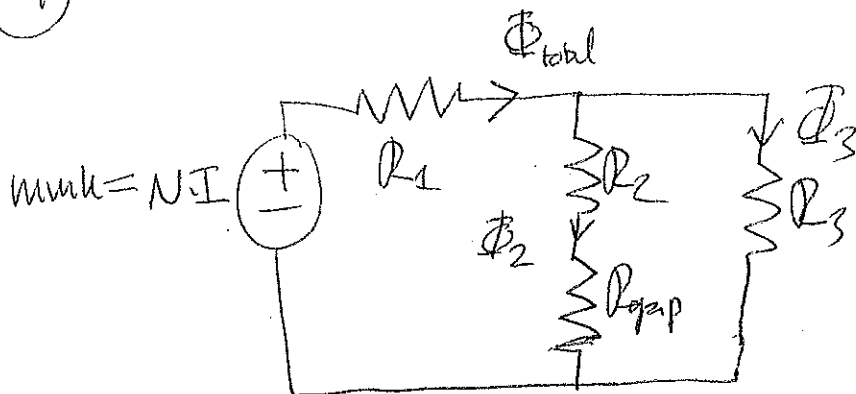
$E \perp B \Rightarrow |S| = \frac{|E||B|}{\mu} \approx \frac{0,203}{r^2} \text{ watt/m}^2$ (notera att $r_i = 1,015 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, $r_y = 3,62 \cdot 10^{-3} \text{ m}$)
↑
mellan r_i & r_y

$$\left. \begin{array}{l} E=0 \text{ för } r < r_i \text{ och } r > r_y \\ B=0 \text{ för } r > r_y \end{array} \right\} \Rightarrow S=0 \text{ för } r < r_i \text{ \& } r > r_y$$

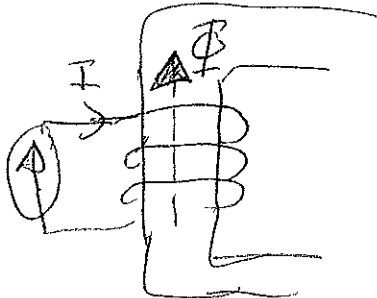


$\therefore \text{Max} = 2 \cdot 10^5 \text{ W/m}^2 \text{ \& } \text{min} \approx 1,6 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2$
 inne i koaxialledningen.

4) Elvärldens besökschema:



Riktningen för Φ_{total} ($= \Phi$ genom spolen) får med höger-
 handregeln för ström och dess eget magnet fält:
 tummen i strömrikt, fingrarna ger fältets cirkulationsrikt.



$$\Phi_{\text{total}} = \frac{NI}{R_{\text{total}}} \quad (\text{Hopplunds lag})$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_3 // (R_2 + R_{\text{gap}}) \quad \text{med}$$

$$R_1 = \frac{l_1}{\mu \cdot A} = \frac{3,0104}{2500 \cdot 4\pi 10^{-7} \cdot 2,110^{-4}} \approx 1,91 \cdot 10^5 \text{ V/henry}$$

$$R_3 = R_1$$

$$R_2 = \frac{0,104 - 0,1001}{2500 \cdot 4\pi 10^{-7} \cdot 2,110^{-4}} = 0,325 R_1$$

$$R_{\text{gap}} = \frac{0,1001}{4\pi 10^{-7} \cdot 2,110^{-4}} \approx 20,83 R_1$$

$$\Rightarrow R_{\text{total}} \approx 3,7335 \cdot 10^5 \text{ V/henry} \Rightarrow \Phi_{\text{total}} \approx \underline{\underline{3,2 \cdot 10^{-3} \text{ weber}}}$$

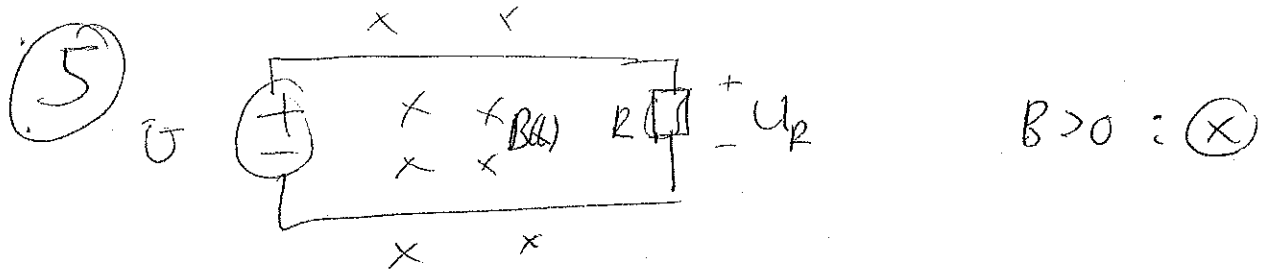
$$b) \quad H = \frac{B}{\mu} = \frac{\Phi/A}{\mu} \Rightarrow \Phi \text{ & } \mu \text{ spelar roll!} \\ (\text{A samma överallt})$$

$$\Phi_3 \approx \Phi_{\text{total}} \quad \text{ty } R_2 + R_{\text{gap}} \gg R_3 \Rightarrow H_3 \approx H_1$$

$$\Phi_2 \approx \frac{\Phi_{\text{total}}}{20} \quad (R_{\text{gap}} = 20 \text{ ggr högre)} \quad \text{men } \mu = \frac{\mu_{\text{ järn}}}{2500}$$

$$\Rightarrow H_{\text{gap}} \text{ blir störst pga lågt } \mu \text{ (även om lågt } \Phi).$$

∴ Gapet har högst magn. fältstyrka.

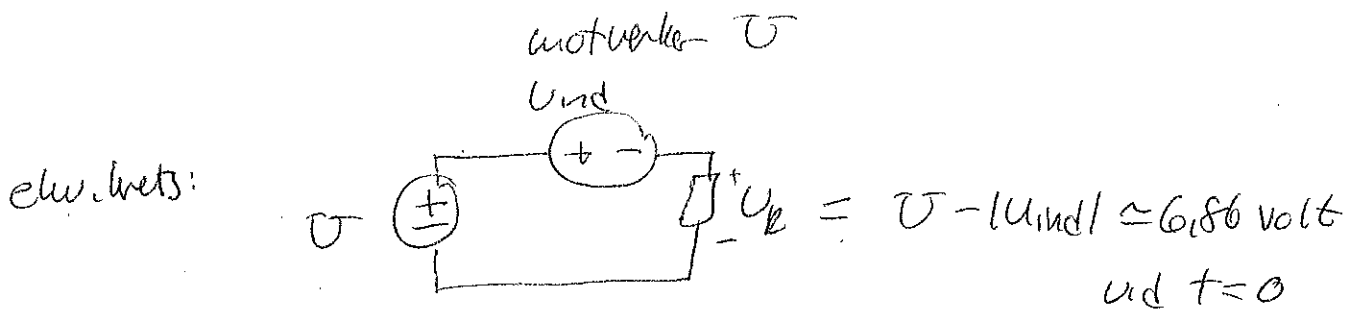


$U_R =$ summen av U & U_{ind} . Polaritet hos U_{ind} spelar roll.

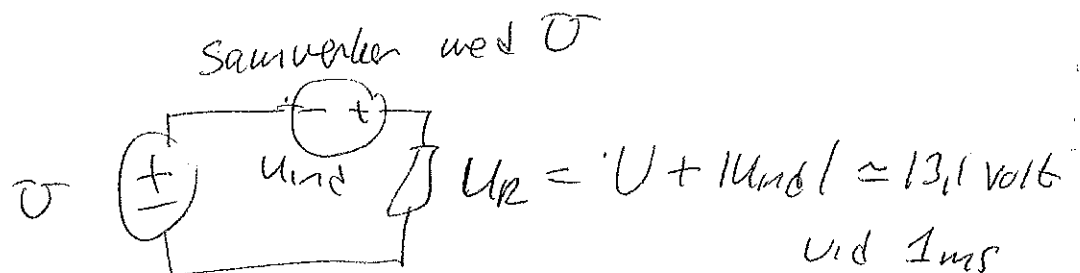
$$|U_{ind}| = \frac{d\Phi}{dt} = A \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right| = A \cdot \hat{B} \omega \cdot \cos \omega t =$$

$$= 11 \cdot \cos(1000\pi t)$$

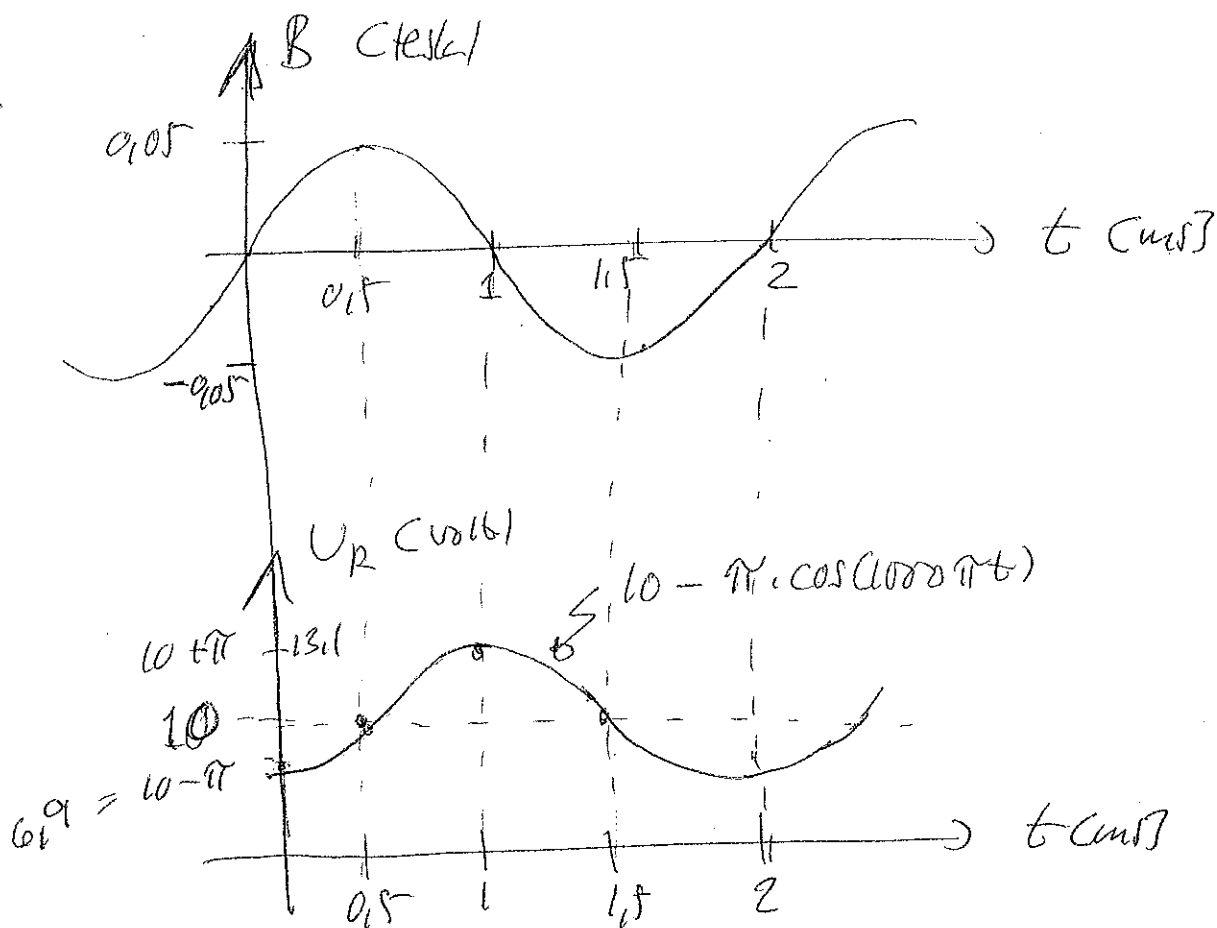
$0 < t < 0.5 \text{ ms}$: $B \otimes$, $\Delta B \otimes \Rightarrow -\Delta B \odot \Rightarrow I$ clockwise



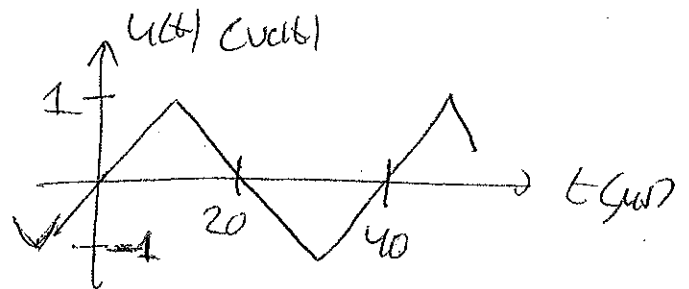
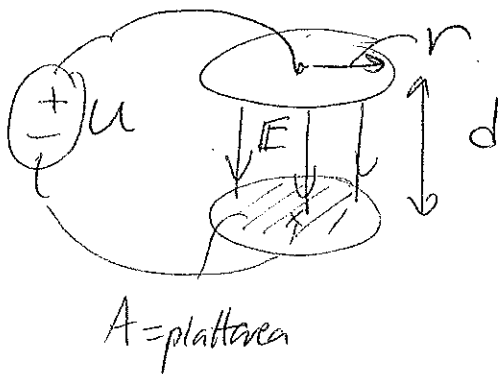
$0.5 \text{ ms} < t < 1 \text{ ms}$: $B \otimes$, $\Delta B \odot \Rightarrow -\Delta B \otimes \Rightarrow I$ clock. $\curvearrowright$



0.5 ms ...



⑥ $P = |\mathcal{E}| \cdot \text{montelytans area} = \frac{|\mathcal{E}| |\mathcal{B}|}{\mu} \cdot 2\pi r \cdot d$



$$|\mathcal{E}| = \frac{U}{d}, \quad |\mathcal{B}| = \frac{\mu \dot{Q}}{2\pi r}$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{\text{ledn}} + \dot{Q}_{\text{förskyning}} = \frac{U}{R} + \epsilon A \frac{d\mathcal{E}}{dt} = \frac{U}{R} + \frac{\epsilon A}{d} \frac{dU}{dt}$$

dan $A = \pi r^2$ och $R = \frac{d}{\sigma \cdot A}$

$$\Rightarrow P = \dots = \frac{A}{d} \left(\sigma u^2 + \epsilon u \cdot \frac{du}{dt} \right)$$

↑
pga 'varig'
ström mellan
plattorna de
resistansen ej
ändring.

⇓
resistiv effektöverföring,
lämpas in flöde hela
tiden.

↑ pga E-fältets tidsvariationer
& tillhörande cirkulerande
B-fält

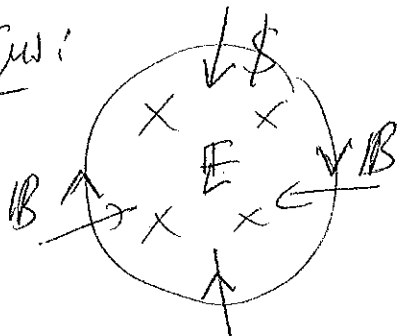
⇓
energi pendlar W/UT
in området

$$t = 5 \mu s: \frac{du}{dt} = \frac{1}{10^{-5}} = 10^5 \text{ V/s}, u = 0,5 \text{ V} \Rightarrow P = \underline{\underline{29,4 \mu W}}$$

$$t = 35 \mu s: \frac{du}{dt} = 10^5 \text{ V/s}, u = -0,5 \text{ V} \Rightarrow P = \underline{\underline{26,2 \mu W}}$$

Effektflöde pga. tidsvarierande E:

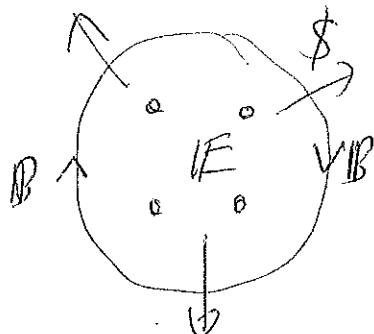
t = 5 μs:



\$ redreter W. ty:

$$E \otimes, \Delta E \otimes \Rightarrow IB \otimes$$

t = 35 μs:



\$ redreter UT ty:

$$E \otimes, \Delta E \otimes \Rightarrow IB \otimes$$

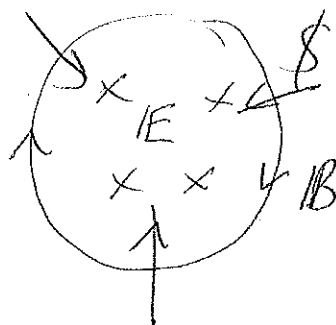
Bestning ges:

27,8 μW W/UT

∴ Effekt pendlar W/UT
in området

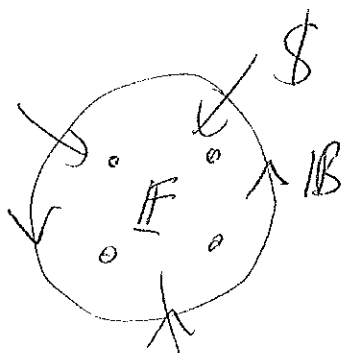
Effektflöde p.g. ledningsströmmen.

$t = 5 \mu s$:



Ström = samviktad med E
p.g. \$ r-dreht in.

$t = 35 \mu s$:



Ström = samviktad med E
p.g. att \$ r-dreht in.

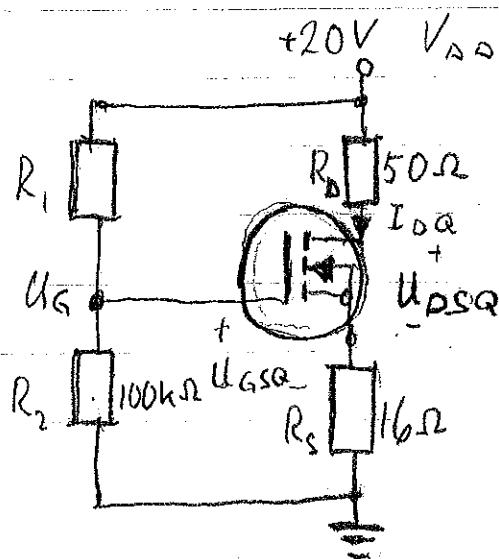
(Beräkning giv:
 $15.7 \mu W$)

∴ Effekt matas hela tiden
in i området

Svar: Vid tiden $5 \mu s$ är nettoeffekten
 $29 \mu W$ in i området, medan vid
tiden $35 \mu s$ är nettoeffekten $26 \mu W$
ut ur området.

$$\left(\begin{array}{l} 27.8 \mu W \text{ in/ut p.g. } \frac{dE}{dt} \neq 0 \\ 15.7 \mu W \text{ in p.g. } \oint \sigma E \neq 0 \end{array} \right)$$

7. Beräkningsschema för vilopunkten:



$$I_D = \frac{k}{2} (U_{GS} - U_T)^2$$

$$U_T = 2,0 \text{ V}$$

$$k = 0,3 \text{ A/V}^2$$

Transkonduktansen

$$g_m = \frac{dI_D}{dU_{GS}} = k(U_{GS} - U_T)$$

a/
$$g_m = k(U_{GSQ} - U_T) = k \cdot \sqrt{\frac{2I_{DQ}}{k}} = \sqrt{2kI_{DQ}} \Rightarrow I_{DQ} = \frac{g_m^2}{2k}$$

$$g_m = 0,3 \text{ A/V} \Rightarrow I_{DQ} = \frac{0,3^2}{2 \cdot 0,3} = 0,15 \approx 150 \text{ mA}$$

b/
$$U_{DSQ} = V_{DD} - I_{DQ}(R_D + R_S) = 20 - 0,15(50 + 16) = 10,1 \text{ V}$$

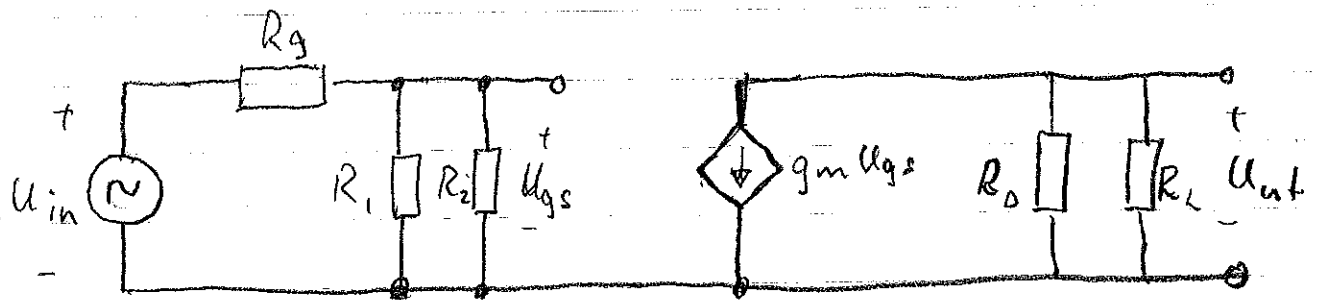
c/
$$U_G = R_S \cdot I_{DQ} + U_{GSQ} = R_S I_{DQ} + \sqrt{\frac{2I_{DQ}}{k}} + U_T =$$

$$= 16 \cdot 0,15 + \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,3}} + 2,0 = 5,4 \text{ V} = \frac{R_2 \cdot V_{DD}}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} + 1 = \frac{V_{DD}}{5,4} \Rightarrow R_1 = R_2 \left(\frac{20}{5,4} - 1 \right) = 100 \cdot 10^3 \cdot 2,7 = 270 \text{ k}\Omega$$

d/ Inresistansen är
$$R_1 \parallel R_2 = \frac{10^3}{\frac{1}{270} + \frac{1}{100}} = 73 \text{ k}\Omega$$

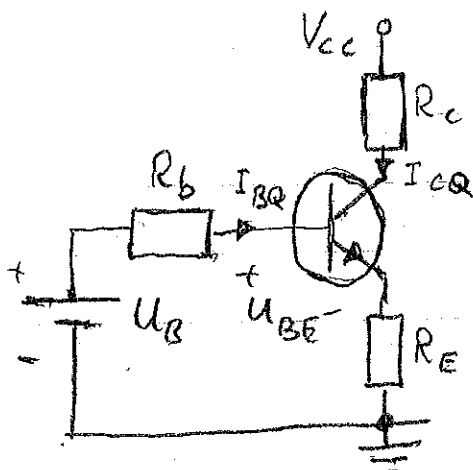
7e/ Beräkningsschema för småsignalförstärkningen:



$$\left. \begin{aligned} U_{out} &= -g_m U_{gs} \cdot (R_D \parallel R_L) \\ U_{gs} &= \frac{(R_1 \parallel R_2) \cdot U_{in}}{R_g + (R_1 \parallel R_2)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{U_{out}}{U_{in}} = - \frac{g_m (R_1 \parallel R_2) (R_D \parallel R_L)}{R_g + (R_1 \parallel R_2)}$$

$$R_1 \parallel R_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = 73 \text{ k}\Omega \quad R_D \parallel R_L = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50}} = 25 \Omega \Rightarrow \frac{U_{out}}{U_{in}} = - \frac{0,373 \cdot 25}{10 + 73} = -6,6$$

8. a/ Beräkningsschema för vilopunkten



$$U_B = \frac{R_2 \cdot V_{cc}}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 16}{68 + 10} = 2,05$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

$$R_b = R_1 \parallel R_2 = 8,72 \text{ k}\Omega$$

$$U_B - R_b \cdot I_{BQ} - U_{BE} - (I_{BQ} + I_{CQ}) R_E = 0$$

$$U_B - U_{BE} = R_b \cdot \frac{I_{CQ}}{\beta} + R_E \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) I_{CQ}$$

$$I_{CQ} = \frac{U_B - U_{BE}}{\frac{R_b}{\beta} + R_E \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)} = \frac{2,05 - 0,7}{\frac{8,72 \cdot 10^3}{150} + 680 \left(1 + \frac{1}{150}\right)}$$

Approximativt:

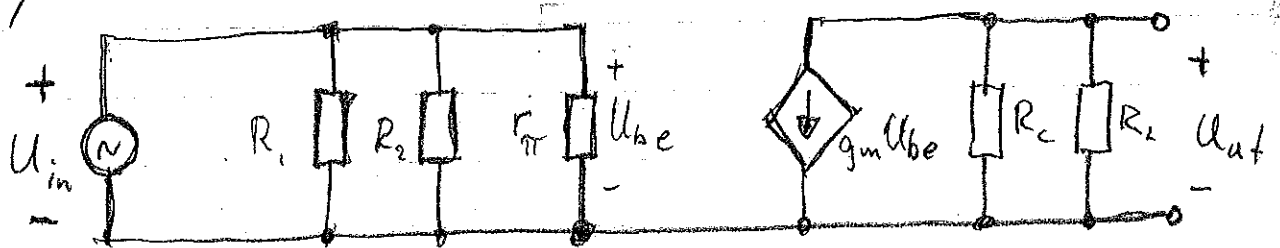
$$\begin{aligned} I_{CQ} &\approx \frac{U_B - 0,7}{R_E} \\ &= \frac{2,05 - 0,7}{680} = 2,0 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow I_{CQ} = 1,82 \text{ mA}$$

8 b/

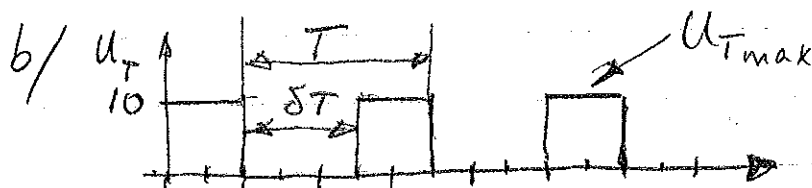
Transkonduktansen $g_m = \frac{\beta}{r_\pi} = 40 \cdot I_{CQ} =$
 $= 40 \cdot 1,82 \cdot 10^{-3} = 72,8 \text{ mA/V}$

c/

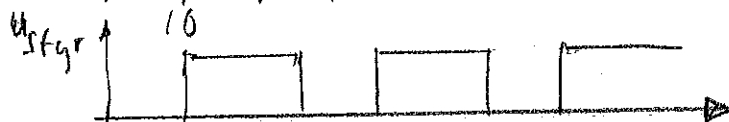


d/ Förstärkningen $\frac{U_{ut}}{U_{in}} = - \frac{g_m U_{be} (R_c // R_L)}{U_{in}} =$
 $= - g_m (R_c // R_L) = - 72,8 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10^3}{\frac{1}{3,3} + \frac{1}{10}} = - 18,1 \text{ ggr}$

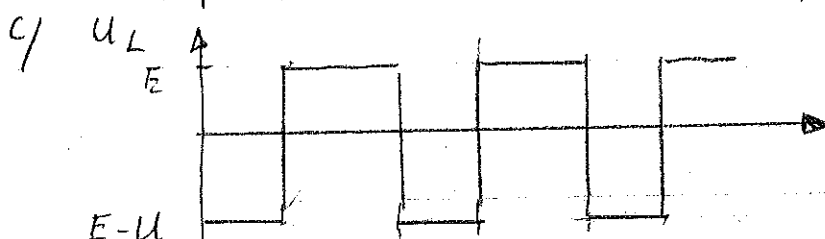
9. a/ Omvandlaren är en U_p -converter (Boost)



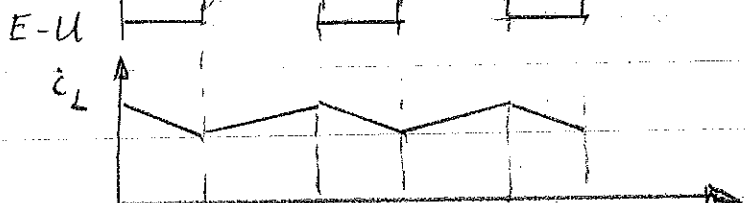
e/ $U_{ut} \approx U_{Tmax} =$
 $= 10 \text{ V}$
 (9,3 med diod)



f/ $U_{ut} = \frac{E}{1-\delta}$



där $\delta = \frac{3}{5} \Rightarrow$



$E = (1-\delta) U_{ut} =$
 $= \frac{2}{5} \cdot U_{ut} = 4 \text{ V}$
 (3,72V med diod)