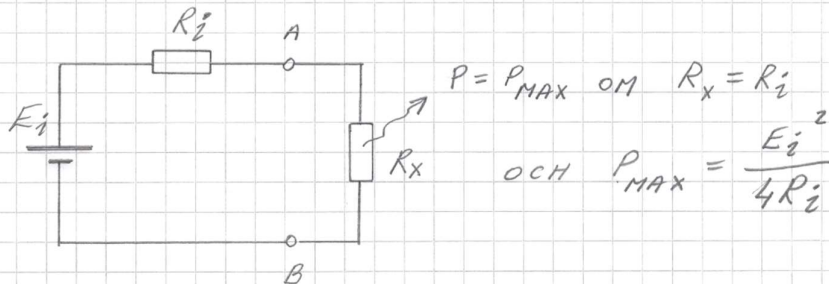
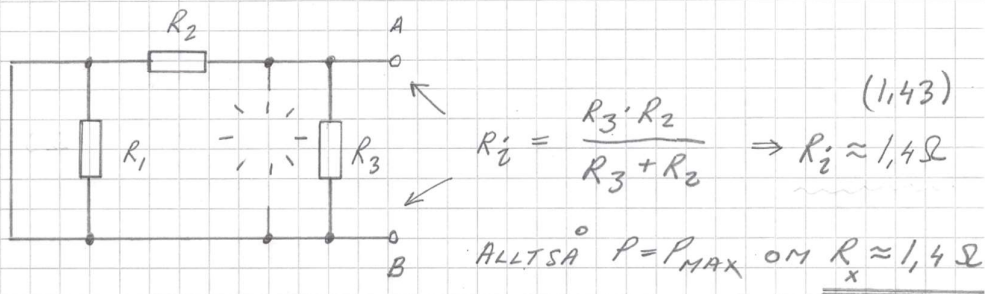


Lösningförslag till tentamen TSFS13 Elektroteknik 2023-06-02

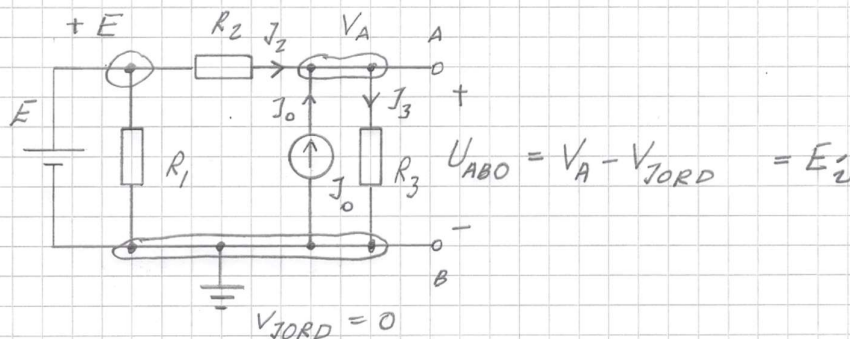
1. FÖR ATT LÖSA DEN HÄR UPPGIFTEN BEHÖVER TVÄRPOLESSATSEN ANVÄNDAS.



- a) NOLLSTÄLL ALLA STRÖM- OCH SPÄNNINGSKÄLLOR, BERÄKNA  $R_i$  MELLAN A OCH B.



- b)  $E_i = U_{ABO}$  (TVÄRPOLENS TOMGÅNGSSPÄNNING)



$$J_2 + J_0 - J_3 = 0 \Rightarrow \quad (5,43)$$

$$\frac{E - V_A}{R_2} + J_0 - \frac{V_A - 0}{R_3} = 0 \Rightarrow V_A \approx +5,4 \text{ V}$$

$$P_{MAX} = \frac{E_i^2}{4R_i} \Rightarrow \underline{\underline{P_{MAX} \approx 5,2 \text{ W}}}$$

2a)

OM KONDENSATORN ÄR  
BORTKOPPLAD

$$I = \frac{U}{R + j\omega L}$$

$$I = \frac{230\sqrt{2} \cdot e^{j0^\circ}}{24 + j100\pi \cdot 0,10} = 5,8\sqrt{2} e^{-j53^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{i(t) = 5,8\sqrt{2} \sin(100\pi t - 53^\circ) \text{ A}}$$

$$P = R \cdot I^2 \rightarrow P = 24 \cdot 5,8^2 \approx \underline{0,81 \text{ kW}}$$

$$Q = Q_L = \omega L \cdot I^2 \rightarrow Q = 100\pi \cdot 0,10 \cdot 5,8^2 \approx \underline{1,1 \text{ kVAR}}$$

2b) Om kondensatorn är  
inkopplad

$$Q = Q_L - Q_C \text{ där}$$

$$Q_C = \frac{U^2}{X_C} = \frac{1}{X_C} = \frac{1}{\omega C} = \omega C U^2$$

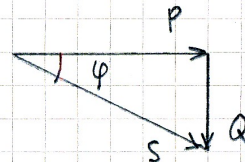
$$Q_C = 314 \cdot 150 \cdot 10^{-6} \cdot 230^2 = 2,5 \text{ kVAR}$$

$$Q = 1,1 - 2,5 = \underline{\underline{-1,4 \text{ kVAR}}}$$

Strömmen genom R och L  
påverkas inte då C kopplas in  
dvs. P är densamma som förut.

$$\underline{P = 0,81 \text{ kW}}$$

SKENBARA EFFEKTEN



$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow S \approx 1,6 \text{ kVA}$$

$$S = U \cdot I \Rightarrow 1,6 \cdot 10^3 = 230 \cdot I \rightarrow I = 7,0 \text{ A}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} \rightarrow \varphi \approx -60^\circ$$

$$\varphi = \arg U - \arg I \quad -60^\circ = 0^\circ - \arg I$$

$$\rightarrow \arg I = 60^\circ$$

$$\text{ALLTSÅ } \underline{\underline{i(t) \approx 7,0 \sqrt{2} \sin(100\pi t + 60^\circ) \text{ A}}}$$



3a)

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\hat{U}_1}{\hat{U}_2} \quad \text{DÄR} \quad \hat{U}_2 = U_C + 2 \cdot 0,70 \text{ V}$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{230\sqrt{2}}{15 + 1,4} \approx 20 \quad (19,8)$$

3b) "ÖVRE LÄGET"  $\rightarrow$ 

$$U_2 = U_{ut} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4}$$

$$5,6 = 6,6 \cdot \frac{R_3 + R_4}{30000 + R_3 + R_4} \rightarrow$$

$$R_3 + R_4 = 168000 \Omega$$

"NEDRE LÄGET"  $\rightarrow$ 

$$U_2 = U_{ut} \cdot \frac{R_4}{R_2 + R_3 + R_4}$$

$$5,6 = 13,2 \cdot \frac{R_4}{30000 + 168000} \rightarrow$$

$$\underline{R_4 = 84 \text{ k}\Omega} \quad \rightarrow \quad \underline{R_3 = 84 \text{ k}\Omega}$$

SPÄNNINGEN "ÄR NOLL MELLAN PLUS- OCH MINUSINGÅNGEN PÅ OPERATIONSFÖRSTÄRKAREN."

$$3c) \quad U_{OP} - U_{BE} = U_{ut} \rightarrow U_{OP} = U_{ut} + U_{BE}$$

↑  
0,70 V

$$U_{ut} = 6,6 \text{ V} \rightarrow U_{OP} = \underline{7,3 \text{ V}}$$

$$U_{ut} = 13,2 \text{ V} \rightarrow U_{OP} = \underline{13,9 \text{ V}}$$

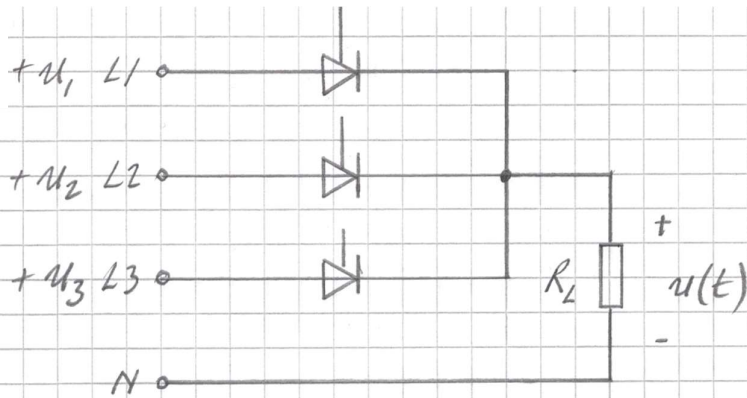
3d)  $I_{R1} = I_Z$  TY STRÖMMEN IN TILL  
OP'NS PLUSINGÅNG ÄR NOLL.

$$R_1 = \frac{U_{R1}}{I_{R1}} = \frac{U_{in} - U_Z}{I_Z}$$

$$R_1 = \frac{15 - 5,6}{0,030} = 313 \Omega$$

VÄLJ  $R_1$  STRAX UNDER  $313 \Omega$

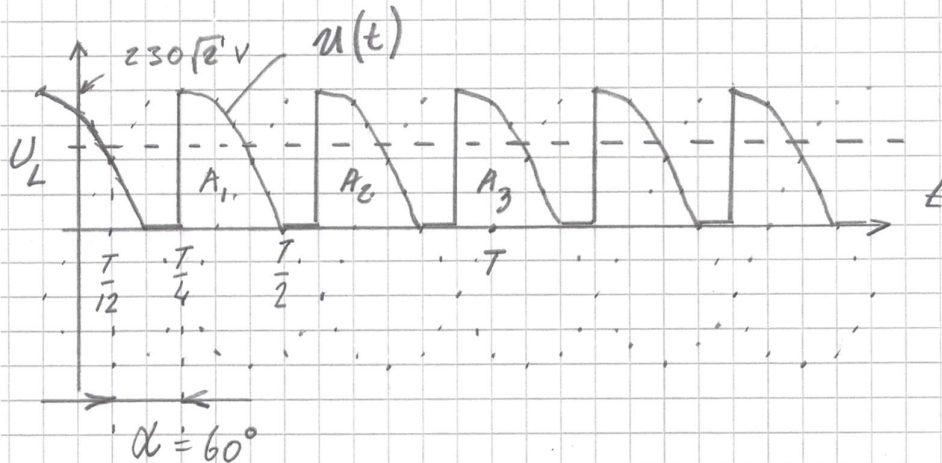
4a)



$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow T = 20 \text{ ms}$$



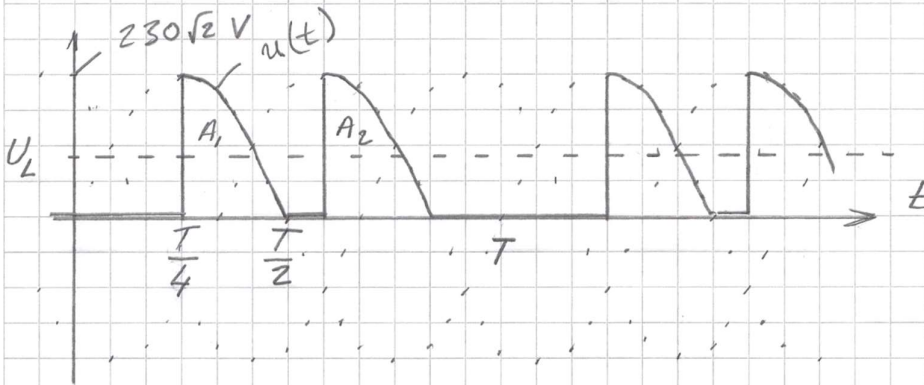
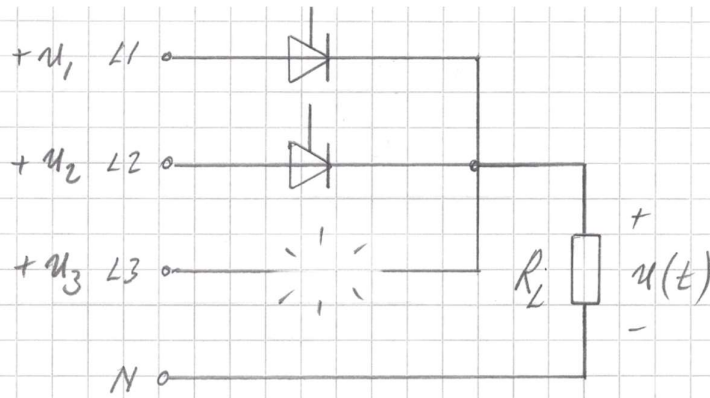
$$\underline{U_L} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \left| A_1 = A_2 = A_3 \right| =$$

$$= \frac{3}{T} \int_{T/4}^{T/2} u(t) dt = \frac{3}{T} \int_{T/4}^{T/2} 230\sqrt{2} \sin(\omega t) dt =$$

$$= \left| T = \frac{2\pi}{\omega} \right| = \frac{3\omega}{2\pi} \cdot 230\sqrt{2} \left[ \frac{-\cos(\omega t)}{\omega} \right]_{\frac{\pi}{2\omega}}^{\frac{\pi}{\omega}} =$$

$$= 155,3 \left[ -\cos \pi + \cos \frac{\pi}{2} \right] = \underline{155 \text{ V}} \quad (155,3)$$

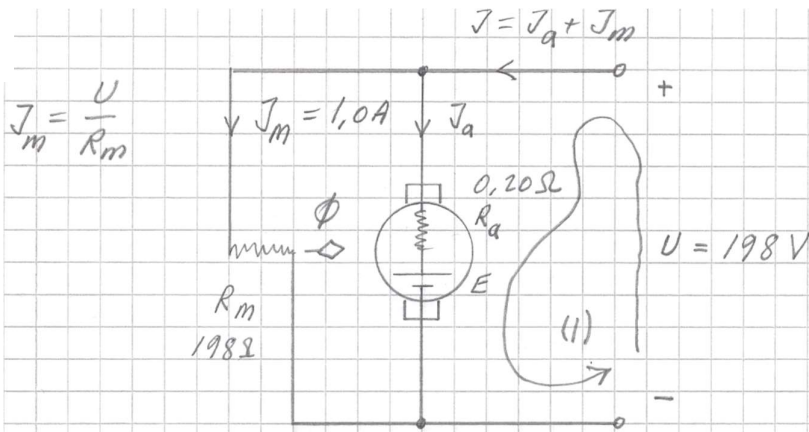
4b)



$$\underline{U_L} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = |A_1 = A_2| = \frac{2}{T} \int_{T/4}^{T/2} u(t) dt =$$

$$= \dots \approx \underline{104 \text{ V}} \quad (103,5)$$

5.



FALL I (TOMGÅNG)      FALL II (BELASTNING)

$J_{aI} = 4,0 A$

$J_{aII} = 49 A$

$n_I = 985 \text{ RPM}$

$n_{II} = ?$

$\Phi_I = \Phi$

$\Phi_{II} = 0,97 \Phi$

$\eta = ?$

$M_a = ?$

$+U - R_a J_a - E = 0 \dots (1)$

FALL I  $\Rightarrow +198 - 0,20 \cdot 4,0 - E_I = 0 \Rightarrow E_I = 197,2 V$

FALL II  $\Rightarrow +198 - 0,20 \cdot 49 - E_{II} = 0 \Rightarrow E_{II} = 188,2 V$

$\frac{E_I}{E_{II}} = \frac{\cancel{X} \cdot \cancel{\Phi} n_I}{\cancel{X} \cdot 0,97 \cancel{\Phi} n_{II}} \Rightarrow \frac{197,2}{188,2} = \frac{985}{0,97 n_{II}}$

$\Rightarrow \underline{\underline{n_{II} = 969 \text{ RPM}}}$

$\eta = \frac{P_{2a}}{P_1} = \frac{P_1 - P_F}{P_1} \dots (2)$

$P_1$  = TILLFÖRD EFFEKT

$P_{2a}$  = AVGIVEN EFFEKT PÅ UTGÅENDE MOTORAXEL

$P_F$  = FÖRLUSTER



$$P_F = P_{FM} + P_{FB} + P_{FO} \dots (3)$$

$P_{FM}$  = FÖRLUST I MAGNETISERINGSLEDNINGEN

$P_{FB}$  = BELASTNINGSFÖRLUST I ANKARET

$P_{FO}$  = FRIKTION OCH VENTILATION

$$P_1 = U J_{II} \rightarrow P_1 = 198 \cdot 50 = 9900 \text{ W}$$

$$P_{FM} = R_m \cdot J_m^2 \rightarrow P_{FM} = 198 \text{ W}$$

$$P_{FB} = R_a \cdot J_{aII}^2 \rightarrow P_{FB} = 0,20 \cdot 49^2 = 480,2 \text{ W}$$

$$P_{FO} = E_I \cdot J_{aI} \Rightarrow P_{FO} = 197,2 \cdot 4,0 = 788,8 \text{ W}$$

$$(3) \Rightarrow P_F = 1467 \text{ W}$$

$$(2) \Rightarrow \underline{\underline{\eta = 0,85}} \quad (85\%)$$

$$P_{2a} = M_a \cdot \frac{2\pi n_{II}}{60} \dots (4)$$

$$P_{2a} = P_1 - P_F \rightarrow P_{2a} = 8433 \text{ W}$$

$$(4) \Rightarrow 8433 = M_a \cdot \frac{2\pi \cdot 969}{60}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{M_a = 83 \text{ Nm}}}$$