

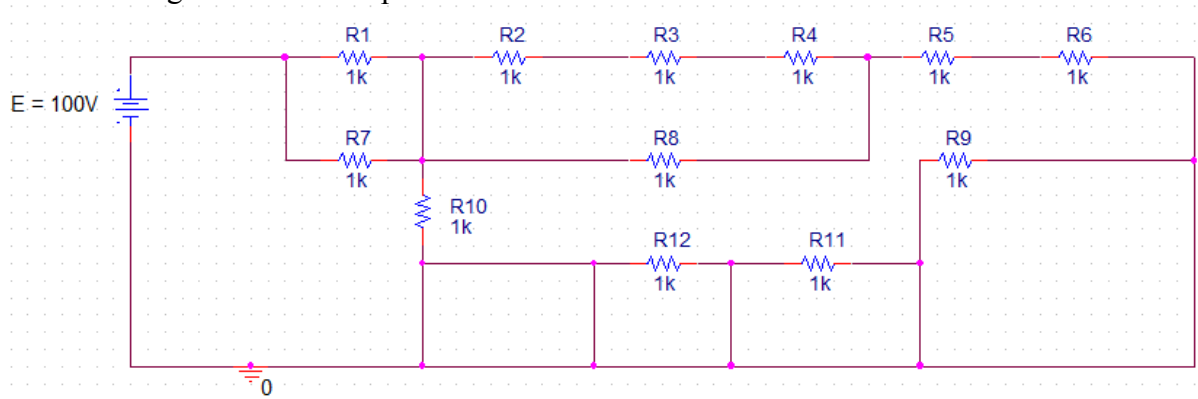


Tentamen

Kurs:	Ellära
Kursnummer:	HE1027
Moment:	TEN1
Program: åk:	Elektroteknik åk1 (TIELA) Medicinsk teknik åk1 (TIMEL)
Examinator:	Elias Said Tel. nr. 08-790 4819
Rättande lärare:	Elias Said
Datum: Tid:	2019-03-14 kl. 14:00 – 18:00
Hjälpmedel:	Utdelat formelblad samt räknare.
Omfattning och betygsgränser	Tentamen består av 7 uppgifter. För godkänt krävs 10 poäng av totalt 24 möjliga poäng. Betygsgränser: För betyg A, B, C, D, E krävs 22, 19, 16, 13 respektive 10 poäng. För betyget Fx krävs 9 poäng. <i>Fx är underkänt betyg, men med möjlighet till komplettering. Om kompletteringen är godkänd rapporteras betyget E, annars rapporteras F.</i>
Övrig information:	- Namn och personnummer skall anges på varje inlämnat skrivpapper. - Blad- och uppgiftsnummer skall anges på varje inlämnat skrivpapper. - Lämna endast in en uppgift på varje papper. - Redovisade lösningar skall vara fullständiga och lätta att följa. - Tydliga kommentarer.

Uppgift 1. [4p] (Denna uppgift kan du som är godkänd på KS hoppa över)

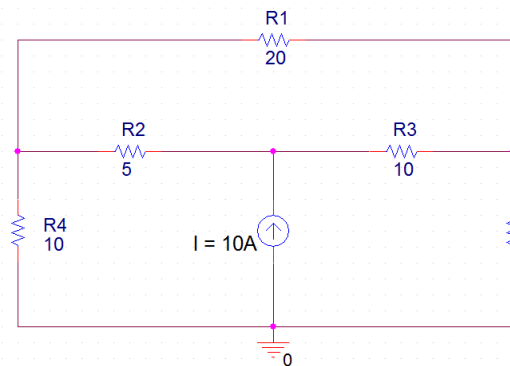
Beräkningar skall utföras på nedanstående krets.



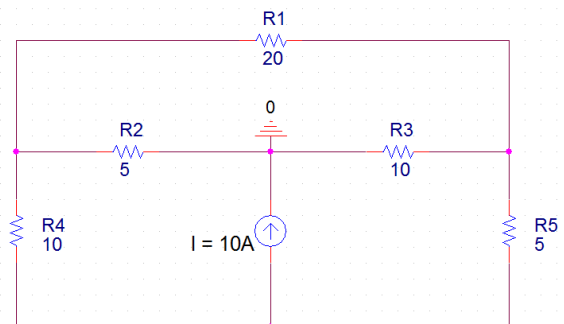
- Beräkna kretsens totala ström. (2p)
- Bestäm effektutveckling hos resistorn R10. (2p)

Uppgift 2. [4p]

Betrakta nedanstående kretsarna, krets A och krets B. Alla resistansvärden är angivna i Ohm.



Krets A

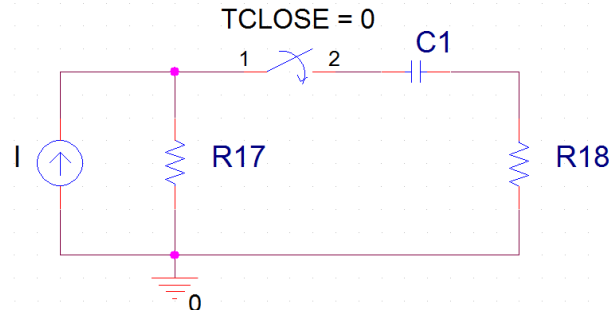


Krets B

- Bestäm spänningsfallet över strömkällan samt strömmen genom resistor R1 i krets A. (3p)
- Om jordpunkten flyttas till en annan position som i krets B, vad blir strömmen genom resistor R1 nu. Svaret skall motiveras. (1p)

Uppgift 3. [2p]

Vid tiden $t = 0$ sluts kontakten i kretsen bredvid. Kondensatorn $C = 0,1 \mu\text{F}$ är initialt oladdad. Resistorerna $R_{17} = 20 \text{ k}\Omega$ och $R_{18} = 30 \text{ k}\Omega$ samt strömskällan ger strömmen $I = 7,5 \text{ mA}$.



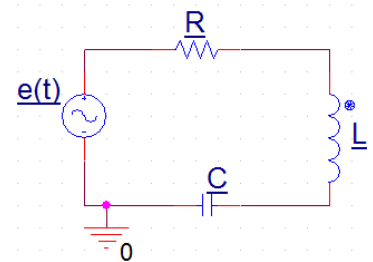
Ställ upp uttrycket för strömmen $i_C(t)$ genom kondensatorn samt spänningsfallet $u_C(t)$ över kondensatorn för $t \geq 0$ (markerad i kretsen som TCLOSE).

Uppgift 4. [2p]

Strömmen som flyter genom komponenterna R , L och C i kretsen bredvid är $i(t) = \sin(500t - 15^\circ) \text{ A}$.

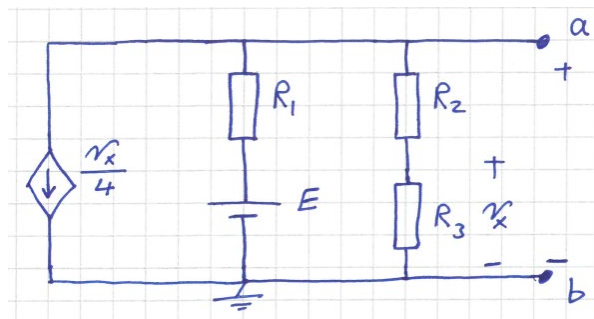
Bestäm spänningen $e(t)$ av spänningskällan om

$R = 100 \Omega$, $L = 0,3 \text{ H}$ och $C = 40 \mu\text{F}$.



Uppgift 5. [4p]

I följande krets har den beroende strömkällan strömmen $\frac{v_x}{4}$ där v_x är spänningen över resistorn R_3 (markerad i kretsen).



Låt terminal b vara jordad, $E = 15 \text{ V}$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 15 \Omega$ samt $R_3 = 5 \Omega$ och bestäm Thévenins ekvivalent krets med avseende på terminalerna a och b.

Uppgift 1.

R_9 , R_{11} och R_{12} är kortslutna.

- $R_{56} = R_5 + R_6 = 2 \text{ k}\Omega$
- $R_{17} = R_1 // R_7 = 0,5 \text{ k}\Omega$
- $(R_2 + R_3 + R_4) // R_8 = 3 \text{ k} // 1 \text{ k} = 0,75 \text{ k}\Omega = R_{ers1}$

$$\Rightarrow R_{ers1} + R_{56} = 2,75 \text{ k}\Omega = R_{ers2}$$

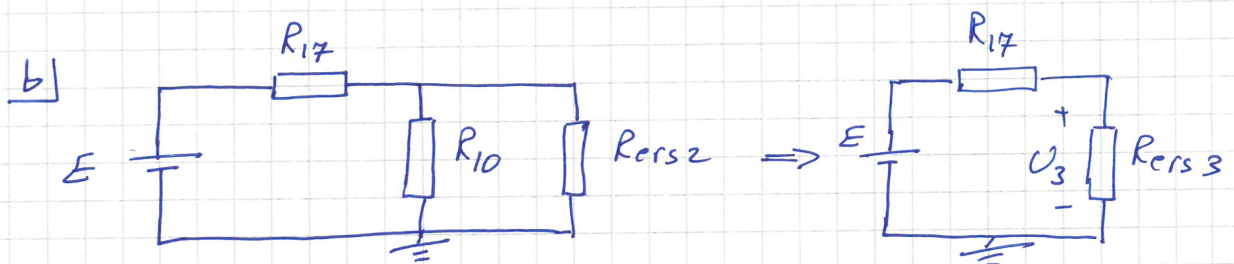
$$R_{ers2} // R_{10} = 2,75 \text{ k} // 1 \text{ k} = 0,7333 \text{ k}\Omega = R_{ers3}$$

$$R_{total} = R_{17} + R_{ers3} = 0,5 \text{ k} + 0,733 \text{ k} = 1,233 \text{ k}\Omega$$

$$\Rightarrow \text{total ström: } I_{total} = \frac{E}{R_{total}}$$

$$I_{total} = \frac{100 \text{ V}}{1,233 \text{ k}\Omega} = 81,08 \text{ mA}$$

a) SVAR: $I_{total} = 81,1 \text{ mA}$



spänningsdelning ser: $U_3 = E \frac{R_{ers3}}{R_{17} + R_{ers3}}$

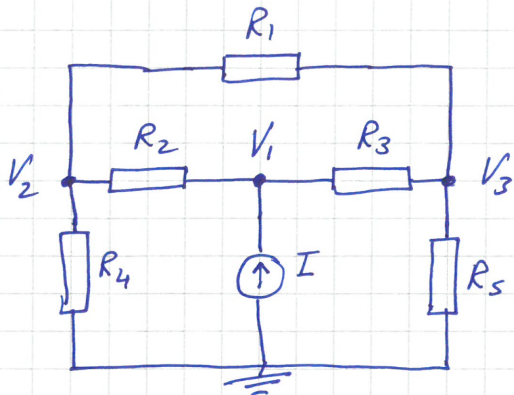
$$U_3 = 100 \frac{0,7333 \text{ k}}{0,5 \text{ k} + 0,7333 \text{ k}} = 59,458 \text{ V} = U_{R_{10}}$$

Effektutveckling hos $R_{10} = \frac{U_{R2}^2}{R_{10}} = \frac{(59,458 \text{ V})^2}{1 \text{ k}\Omega} = 3,535 \text{ W}$

SVAR: $P_{R_{10}} = 3,5 \text{ W}$

Uppgift 2

a)



Nodanalys i noderna
 V_1 och V_2 samt V_3
 ger:

$$\bullet V_1: \frac{V_1 - V_2}{R_2} + \frac{V_1 - V_3}{R_3} = I$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) V_1 - \frac{1}{R_2} V_2 - \frac{1}{R_3} V_3 = I$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{10}\right) V_1 - \frac{1}{20} V_2 - \frac{1}{10} V_3 = 10 \text{ A}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{10} V_1 - \frac{1}{20} V_2 - \frac{1}{10} V_3 = 10$$

$$\Rightarrow \boxed{3V_1 - 2V_2 - V_3 = 100}$$

$$\bullet V_2: \frac{V_2 - V_3}{R_1} + \frac{V_2 - V_1}{R_2} + \frac{V_2}{R_4} = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{R_2} V_1 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}\right) V_2 - \frac{1}{R_1} V_3 = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{5} V_1 + \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}\right) V_2 - \frac{1}{20} V_3 = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{5} V_1 + \frac{7}{20} V_2 - \frac{1}{20} V_3 = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{-4V_1 + 7V_2 - V_3 = 0}$$

$$\bullet V_3: \frac{V_3 - V_2}{R_1} + \frac{V_3 - V_1}{R_3} + \frac{V_3}{R_5} = 0$$

$$-\frac{1}{R_3} V_1 - \frac{1}{R_1} V_2 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5}\right) V_3 = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{10} V_1 - \frac{1}{20} V_2 + \frac{7}{20} V_3 = 0 \Rightarrow \boxed{-2V_1 - V_2 + 7V_3 = 0}$$

(3)

Följande ekvationssystem har erhållits.

$$\begin{cases} 3V_1 - 2V_2 - V_3 = 100 \\ -4V_1 + 7V_2 - V_3 = 0 \\ -2V_1 - V_2 + 7V_3 = 0 \end{cases}$$

lösning av Ekv. Sys. ger:

$$V_1 = 72,73V$$

$$V_2 = 45,45V$$

$$V_3 = 27,27V$$

- spänningsfallet över strömkällan $= V_1 = 72,7V$
 $\Rightarrow U_{0A} = 73V$

- Strömmen genom R_1 : $I_{R_1} = \frac{V_2 - V_3}{R_1}$
 $I_{R_1} = \frac{45,45 - 27,27}{20} A = 0,909 A$

b) Om jordpunkten flyttas kommer potentialerna i noderna att ändras men strömmen genom R_1 förblir densamma.

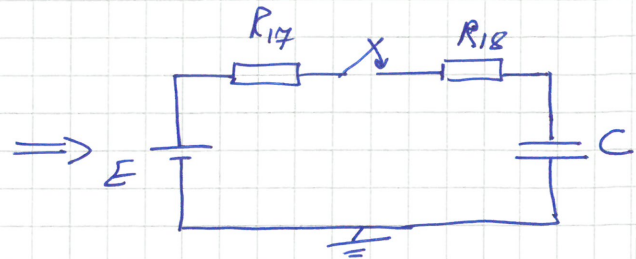
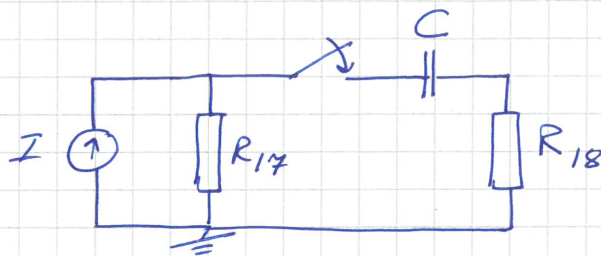
$$V_2 = -27,27V \quad \text{och} \quad V_3 = -45,45V$$

$$I_{R_3} = \frac{-27,27V - (-45,45V)}{20} = 0,909 A$$

Alltså flyttning eller ändring av jordpunkten ger ändring i ~~nod~~ nodpotentialer i kretsen medan strömmen genom komponenterna påverkas ej.

Uppg. 8 + 4

(5)



$$E = R_{17} I = 20k \cdot 7,5m$$

$$E = 150 V$$

$$\Rightarrow \text{Tids konstant: } \tau = (R_{17} + R_{18}) C$$

$$\tau = (20k + 30k) \cdot 0,1 \mu = 5ms.$$

- Strömmen vid kortslutningsögonblicket:

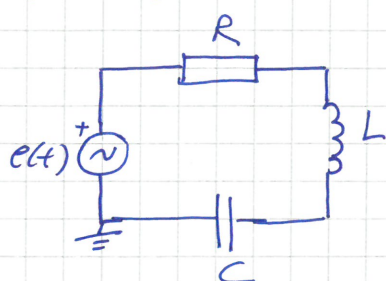
$$I = \frac{E}{R_{17} + R_{18}} = \frac{150V}{50k} = 3mA$$

$$\Rightarrow i_C(t) = 3mA e^{-\frac{t}{5m}} [A]$$

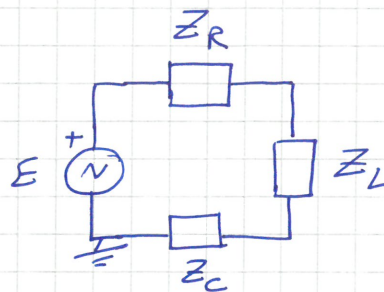
$$u_C(t) = 150V \left(1 - e^{-\frac{t}{5m}}\right) [V]$$

Uppgift 5

⑥



$\Rightarrow$



• $i(t) = \sin(500t - 15^\circ) \text{ A} \iff \cancel{I} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ A} \angle -15^\circ$

• $Z_R = 100 \Omega = 100 \Omega \angle 0^\circ$

$Z_L = j\omega L = j500 \cdot 0,3 = j150 = 150 \Omega \angle 90^\circ$

$Z_C = -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{500 \cdot 40 \mu\text{F}} = -j50 = 50 \Omega \angle -90^\circ$

$\Rightarrow Z_{\text{total}} = Z_R + Z_L + Z_C$
 $= 100 + j150 - j50 = 100 + j100 \Omega$

$E = I \cdot Z_{\text{total}} = \cancel{100} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ A} \angle -15^\circ \right) (141,42 \angle 45^\circ)$

$E = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 141,42 \text{ V} \angle -15^\circ + 45^\circ$
 $= \frac{141,42}{\sqrt{2}} \text{ V} \angle 30^\circ$

$\Rightarrow e(t) = 141 \sin(500t + 30^\circ) \text{ V}$

Uppgift 6

Beroende källan kan inte nollställas.

$$\Rightarrow R_{Th} = \frac{E_{Th}}{I_N}$$

① Nodanalys vid terminal a ger:

$$\frac{V_x}{4} + \frac{V_a - E}{R_1} + \frac{V_a}{R_2 + R_3} = 0$$

$$V_x = V_a \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot V_a + \frac{1}{R_1} V_a + \frac{1}{R_2 + R_3} V_a = \frac{E}{R_1}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{5}{15 + 5} + \frac{1}{20} + \frac{1}{15 + 5} \right) V_a = \frac{15}{20}$$

$$= \left(\frac{5}{80} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right) V_a = \frac{15}{20}$$

$$\frac{13}{80} V_a = \frac{15}{20} \Rightarrow V_a = \frac{60}{13} V = 4,62 V$$

$$\Rightarrow E_{Th} = V_a = \frac{60}{13} V \quad E_{Th} = 4,62 V$$

② Bestämning av I_N .

Kortslutning av terminaler ger $V_x = 0$

$\Rightarrow$ Beroende källan ersätts med ett avbrott.

$$\Rightarrow I_N = \frac{E}{R_1} = \frac{15V}{20\Omega} = \frac{3}{4} A$$

$$R_{Th} = \frac{E_{Th}}{I_N} = \frac{\frac{60}{13}}{\frac{15}{20}} = \frac{80}{13} \Omega = 6,15 \Omega$$

Uppgift 7

- Strömmen genom R_1 :

$$I_{R_1} = \frac{V_1 - V_2}{Z_{R_1}} = \frac{10V \angle 0^\circ - 5V \angle 0^\circ}{5\Omega \angle 0^\circ}$$

$$\Rightarrow I_{R_1} = 1A \angle 0^\circ //$$

Nodanalys tillämpas för att bestämma övriga strömmarna.

$$\frac{V - V_1}{Z_C} + \frac{V - V_2}{Z_L} + \frac{V}{Z_{R_2}} = 0$$

$$\left(\frac{1}{Z_C} + \frac{1}{Z_L} + \frac{1}{Z_{R_2}} \right) V = \frac{V_1}{Z_C} + \frac{V_2}{Z_L}$$

$$\left(\frac{1}{j} + \frac{1}{-j} + \frac{1}{1} \right) V = \frac{10V \angle 0^\circ}{-j} + \frac{5V \angle 0^\circ}{j}$$

$$V = \frac{10V \angle 0^\circ}{1\Omega \angle -90^\circ} + \frac{5V \angle 0^\circ}{1\Omega \angle 90^\circ}$$

$$= 10V \angle 90^\circ + 5V \angle -90^\circ$$

$$= j10 - j5 = j5 = 5V \angle 90^\circ$$

$$I_{R_2} = \frac{V}{Z_{R_2}} = \frac{5V \angle 90^\circ}{1\Omega \angle 0^\circ} = 5A \angle 90^\circ //$$

$$I_C = \frac{V - V_1}{Z_C} = \frac{5V \angle 90^\circ - 10V \angle 0^\circ}{1\Omega \angle -90^\circ}$$

$$I_C = 11,18A \angle -117^\circ //$$

$$I_L = \frac{V - V_2}{Z_L} = \frac{5V \angle 90^\circ - 5V \angle 0^\circ}{1\Omega \angle 90^\circ} = 7,07V \angle 45^\circ //$$

Uppg. ft 7

①

a) Reaktiv effekt hos varje del-belastning:

$$\bullet Q_1 = P_1 \tan(\arccos \frac{0,80}{1}) = 3,75 \text{ kVAR}$$

$$\bullet Q_2 = P_2 \tan(\arccos \frac{0,707}{1}) = 5,0 \text{ kVAR}$$

$$\bullet Q_3 = P_3 \tan(\arccos \frac{0,5}{1}) = 4,33 \text{ kVAR}$$

$$\bullet Q_4 = P_4 \tan(\arccos \frac{1}{1}) = 0 \text{ VAR.}$$

⇒ Total Aktiv effekt P_{total}

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 13,5 \text{ kW}$$

⇒ Total Reaktiv effekt Q_{total}

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 13,08 \text{ kVAR.}$$

⇒ Skenbar effekt $S = 13,5 \text{ kW} + j13,08 \text{ kVAR}$

$$S = 18,8 \text{ kVA} \angle 44,1^\circ$$

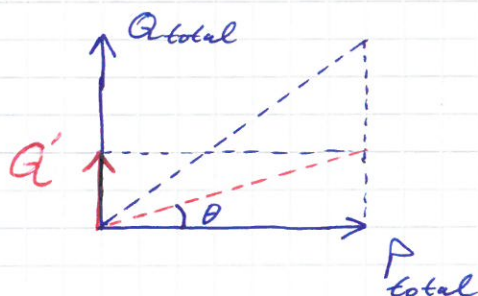
$$S = U_c \cdot I_c^* \Rightarrow I_c^* = \frac{S}{U_c}$$

(2)

$$\Rightarrow I_e^* = \frac{18,8 \text{ kVA} \angle 44,1^\circ}{220 \text{ V} \angle 0^\circ}$$

$$I_e^* = 85,5 \text{ A} \angle 44,1^\circ$$

$$\Rightarrow |I_e|_{\text{effektiv}} = \underline{\underline{85,5 \text{ A}}}$$

b)

$$\cos \theta = 0,9$$

$$\Rightarrow \theta = 25,8^\circ$$

Q' den reaktiva effekten som motsvarar $\cos \theta = 0,9$.

$$\Rightarrow Q' = P_{\text{total}} \cdot \tan(\arccos 0,9)$$

$$Q' = 6,538 \text{ kVAR}$$

$$\Rightarrow Q_c = Q_{\text{total}} - Q' =$$

$$Q_c = 13,08 \text{ kVAR} - 6,538 \text{ kVAR} \\ = 6,541 \text{ kVAR}$$

(3)

Den kopplade kondensatorn skall kompensera för reaktiva effekten

$$Q_c = 6,54 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = \frac{U_e^2}{X_c} \quad , \quad X_c = \frac{1}{\omega C}$$

$$\Rightarrow C = \frac{Q_c}{U_e^2 \cdot \omega} =$$

$$C = \frac{6,54 \text{ kVAR}}{220V^2 \cdot 2\pi \cdot 50 \text{ Hz}} =$$

$$C = 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ F}$$

$$\text{SVAR: } C = 430 \text{ } \mu\text{F}$$