



Tentamen i Ellära (HE1027)

- Rättande lärare: Maksims Kornevs
Tel. nr. 0760884993
- Examinator: Elias Said
- Datum och tid: 2021-05-31 kl. 8:00 – 12:00
- Hjälpmedel: Räknare
Två A4 sidor (ett blad) med handskrivna anteckningar (inga kopior).
- Omfattning: 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.
Fx är underkänt betyg, men med möjlighet till komplettering. Om kompletteringen är godkänd rapporteras betyget E, annars rapporteras F.
- Övrig information: Lösningarna måste vara skrivna med läsbar handstil.
Ange namn och personnummer på varje sida.
Ange blad- och uppgiftsnummer på varje sida.
Redovisade lösningar skall vara fullständiga och lätta att följa.
Tydliga kommentarer.

Uppgift 1 [4p]

Totala resistansen för kretsen bestämdes som:

$$R_{AB} = ((7\Omega + 5\Omega) // 4\Omega + 1\Omega) // (2\Omega + 3\Omega // 6\Omega) + 8\Omega$$

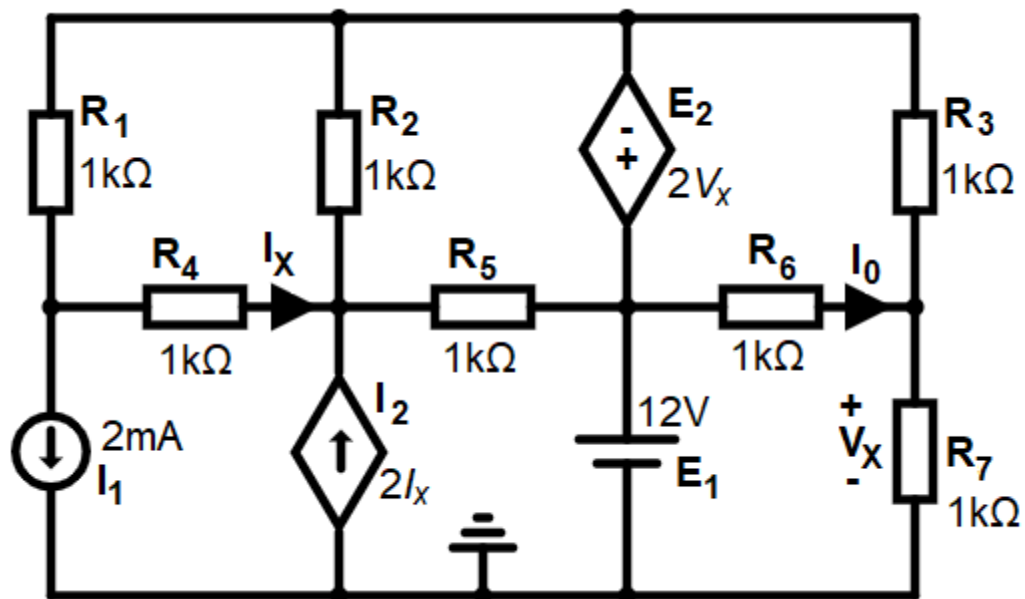
där // betyder att motstånden är parallella och + betyder att motstånden är i serie. Bygg en krets som representeras av denna ekvation [2p]. Bestäm hur stor laddning passerar på 2.5 sekunder genom 8Ω -motståndet [1p]. Bestäm spänningen över 4Ω motstånd [1p].

A total resistance for the circuit was calculated as seen above, where // means that resistors are in parallel and + means that resistors are in series. Build a circuit that is represented by this equation [2p]. Calculate how much charge passes in 2.5 seconds through the 8Ω resistor [1p]. Calculate voltage drop at the 4Ω resistor [1p].

Uppgift 2 [4p] (Denna uppgift kan du som är godkänd på KS-1 hoppa över)

Bestäm strömmen I_0 i kretsen nedan.

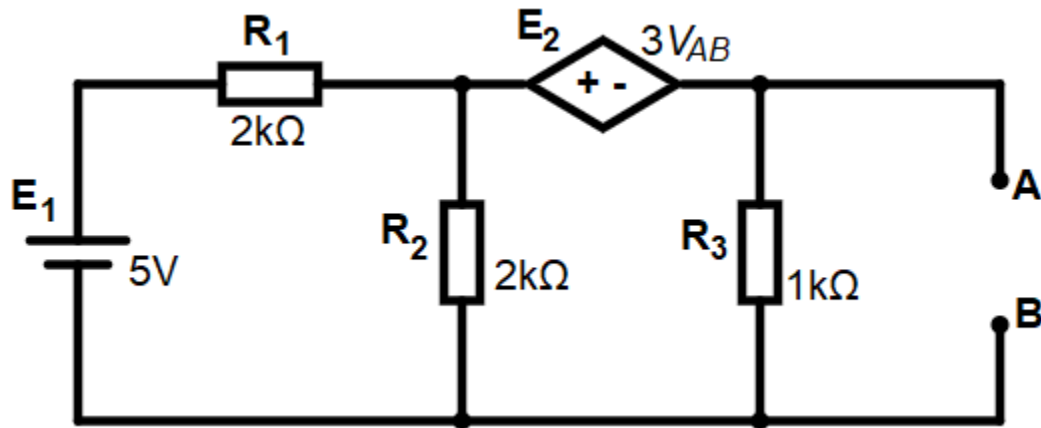
Calculate the current I_0 in the circuit below.



Uppgift 3 [3p]

En resistor ansluts mellan **A** och **B** nedan. Bestäm maximalt möjlig effektutveckling i denna.

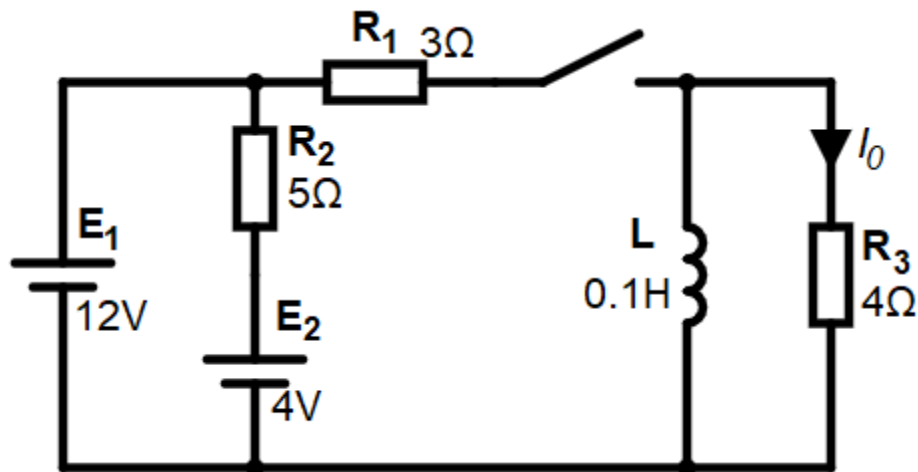
A resistor is connected between **A** and **B** below. Determine the maximum possible power that this resistor can have.



Uppgift 4[4p]

Vid tiden $t=0$ sluts kontakten i kretsen nedan. Bestäm $i_o(t)$.

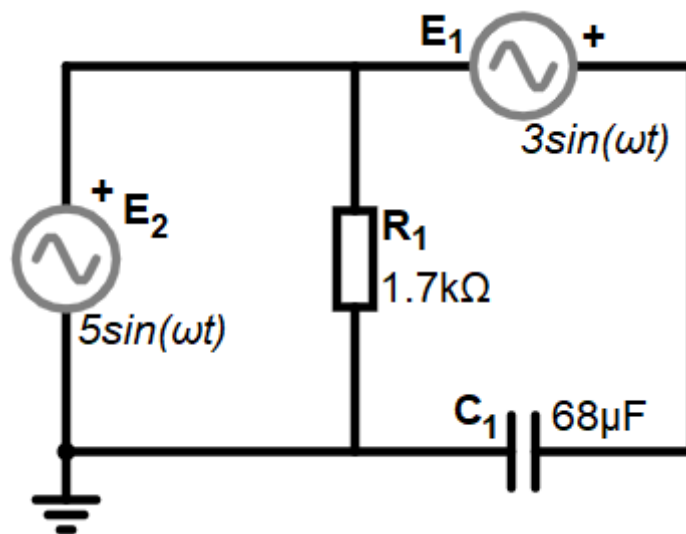
At time $t=0$, the switch is closed in the circuit. Determine $i_o(t)$.



Uppgift 5 [4p] (Denna uppgift kan du som är godkänd på KS-2 hoppa över)

Bestäm V_{C1} om $f=50\text{Hz}$ och om $f=\infty\text{Hz}$ [1p]. Rita ett diagram över förändring av V_{C1} baserat på frekvensen. Se till att du har rätt max- och minivärden för V_{C1} [1p], korrekt brytpunkt om relevant [1p]. Presentera diagrammet ordentligt (korrekt skala, namn på axlar osv) [1p].

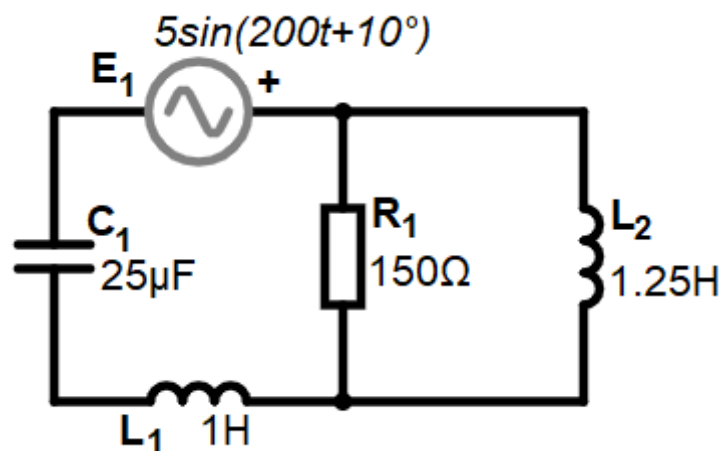
Calculate V_{C1} if $f=50\text{Hz}$ and if $f=\infty\text{Hz}$ [1p]. Draw a plot of change of V_{C1} based on frequency. Make sure you have proper maximum and minimum values of V_{C1} [1p], a proper breaking point if any [1p]. The graph should be presented properly (proper scale, name of axes, etc) [1p].



Uppgift 6 [2p]

Bestäm spänningen och strömmen genom spolen L_2 i sinusform.

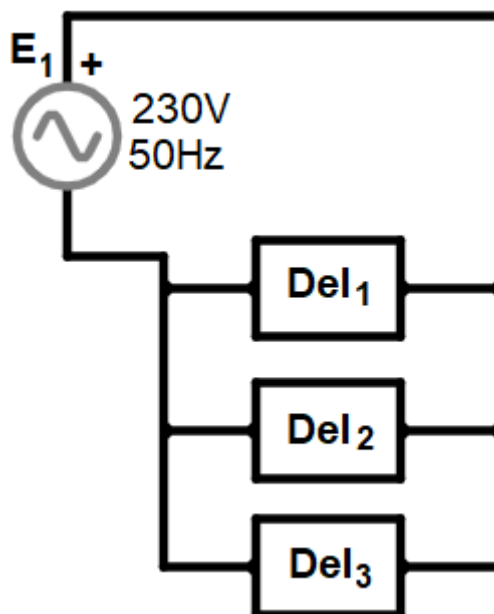
Find voltage and current through the inductor L_2 in sinusoid form.



Uppgift 7 [3p]

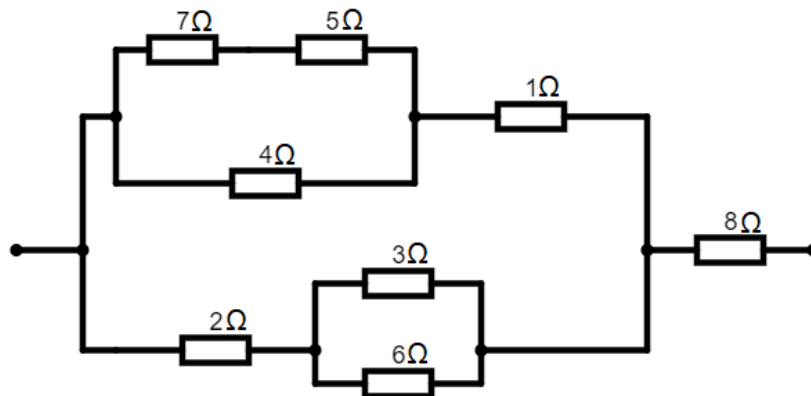
Tre delar är anslutna till strömkällan. Del 1 förbrukar 50kW med 40kVAR reaktiv induktiv effekt. Del 2 förbrukar 40kW och har en effektfaktor på 0.8 (induktiv). Del 3 har 10kW och 12kVAR (kapacitiv). Bestäm den skenbara effekten för varje del, total skenbar effekt, och total effektfaktor [1.5p]. Utvärdera effekten av kapacitansen som är kopplad parallellt vilket höjer effektfaktorn till 0.95 [1.5p].

Three parts are connected to the power source. Part 1 consumes 50kW with 40kVAR reactive inductive power. Part 2 consumes 40kW and has a power factor of 0.8 (inductive). Part 3 has 10kW and 12kVAR (capacitive). Determine the apparent power for each part, total apparent power, and total power factor [1.5p]. Evaluate the power of the capacitance that is connected parallel which will raise the power factor to 0.95 [1.5p].



SVAR

Uppgift 1



$$R_{AB} = 10\Omega$$

$$I_{8\Omega} = V_{\text{Total}} / R_{AB} = V / 10 = 0,1\text{V [A]}$$

$$Q = I \cdot t = 0,1\text{V} \cdot 2,5 = 0,25\text{V [coulombs]} = 0,25\text{V} \cdot 6.242 \cdot 10^{18} = 1.56 \cdot 10^{18}\text{V [electrons]}$$

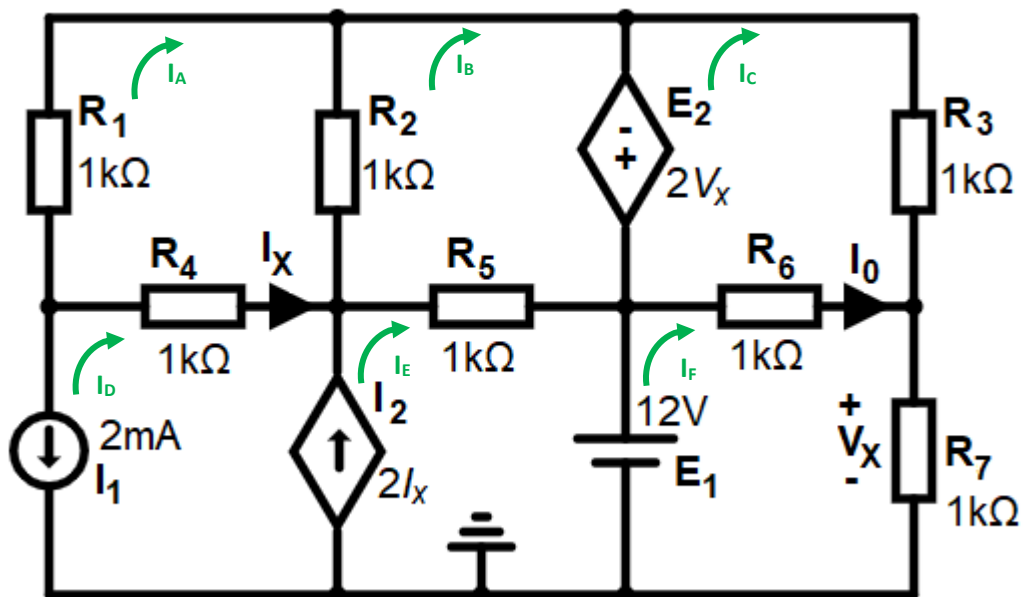
$$V_{((7\Omega+5\Omega)/4\Omega+1\Omega)/(2\Omega+3\Omega/6\Omega)} = V_{((7\Omega+5\Omega)/4\Omega+1\Omega)} = V - I_{8\Omega} \cdot 8\Omega = V - 0,8\text{V} = 0,2\text{V}$$

$$I_{((7\Omega+5\Omega)/4\Omega+1\Omega)} = 0,2 / (12 / 4 + 1) = 0,2\text{V} / 4 = 0,05\text{V}$$

$$V_{4\Omega} = V_{(7\Omega+5\Omega)/4\Omega} = 0,2\text{V} - I_{1\Omega} \cdot 1\Omega = 0,2\text{V} - 0,05\text{V} = 0,15\text{V}$$

2)

Mesh method



$$\text{Loop } I_A: -I_A \cdot R_1 - R_2(I_A - I_B) - R_4(I_A - I_D) = 0$$

$$\boxed{-3k \cdot I_A + 1k \cdot I_B + 1k \cdot I_D = 0}$$

$$\text{Loop } I_B: -R_2(I_B - I_A) + E_2 - R_5(I_B - I_E) = 0$$

$$E_2 = 2 \cdot V_X = 2 \cdot R_7 \cdot I_F$$

$$-R_2(I_B - I_A) + 2 \cdot R_7 \cdot I_F - R_5(I_B - I_E) = 0$$

$$\boxed{-2k \cdot I_B + 1k \cdot I_A + 1k \cdot I_E + 2k \cdot I_F = 0}$$

$$\text{Loop } I_C: -E_2 - R_3 \cdot I_C - R_6(I_C - I_F) = 0$$

$$E_2 = 2 \cdot V_X = 2 \cdot R_7 \cdot I_F$$

$$-2 \cdot R_7 \cdot I_F - R_3 \cdot I_C - R_6(I_C - I_F) = 0$$

$$\boxed{-2k \cdot I_C - 1k \cdot I_F = 0}$$

$$\text{Loop } I_D: \boxed{I_D = -2m}$$

$$\text{Loop } I_E: I_E = I_D + I_2 = I_D + 2 \cdot I_X = I_D + 2(I_D - I_A)$$

$$I_E = 3 \cdot I_D - 2 \cdot I_A$$

$$\boxed{I_E = -6m - 2 \cdot I_A}$$

$$\text{Loop } I_F: E_1 - R_6(I_F - I_C) - R_7 \cdot I_F = 0$$

$$\boxed{12 - 2k \cdot I_F + 1k \cdot I_C = 0}$$

$$I_A = -0.0000571429 = 57\mu A$$

$$I_B = 0.00182857 = 1.8mA$$

$$I_C = -0.0024 = -2.4mA$$

$$I_D = -0.006 = -6mA$$

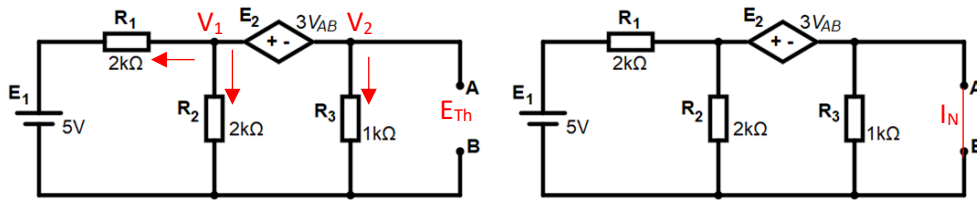
$$I_E = -0.00588571 = -5.9mA$$

$$I_F = 0.0048 = 4.8mA$$

$$\boxed{I_0 = I_F - I_C = 4.8 - (-2.4) = 7.2mA}$$

Uppgift 3

We must find E_{Th} and I_N because of dependent source.



$$V_2 = V_{AB} = E_{Th}$$

$$\begin{aligned} -\frac{V_1 - 5}{R_1} - \frac{V_1}{R_2} - \frac{V_2}{R_3} &= 0 \\ -\frac{V_1}{2k} + \frac{5}{2k} - \frac{V_1}{2k} - \frac{V_2}{1k} &= 0 \\ -V_1 + 5 - V_1 - 2 \cdot V_2 &= 0 \\ \boxed{2 \cdot V_1 + 2 \cdot V_2 = 5} \end{aligned}$$

$$V_2 + 3V_{AB} = V_1 \rightarrow V_2 + 3V_2 = V_1 \rightarrow \boxed{V_1 = 4V_2}$$

$$V_1 = 2V \text{ and } E_{Th} = V_2 = 0.5V$$

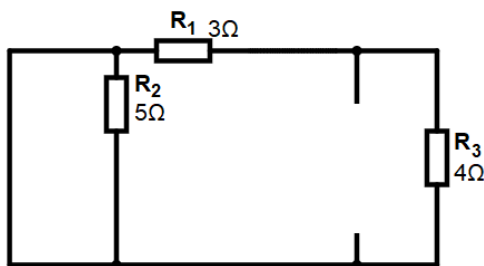
If we short A and B to calculate I_N , then V_2 becomes 0, and also E_2 is zero, as $3V_{AB} = 3 \cdot 0 = 0$. Therefore V_1 also is 0, which means R_2 and R_3 are now shorted so $I_N = E_1/R_1 = 5/2000 = 2.5mA$.

Now we can find R_{Th} as $E_{Th}/I_N = 0.5/2.5m = 200\Omega$.

$$P_{max} = \frac{E_{Th}^2}{4 \cdot R_{Th}} = \frac{0.5^2}{4 \cdot 200} = 312.5\mu W$$

Uppgift 4

The voltage over L and R_3 will be the same. Then we can find I_0 as $v_L(t)/R_3$.



To find $v_L(t)$ we need R_{Th} . After the switch is closed, the circuit will look like this to calculate R_{Th} . R_2 is shorted, and R_1 and R_3 are in parallel. So $R_{Th} = 3//4 = 1.714\Omega$.

Voltage at the node above R_2 and before R_1 is 12V, so resistor R_2 and E_2 can be ignored.
 $R_{Total} = R_1 + R_3 = 7\Omega$. $I_{Total} = 12/7 = 1.714A$.
 $E_{Th} = V_{R3} = I_{Total} \cdot R_3 = 1.714 \cdot 4 = 6.857V$.

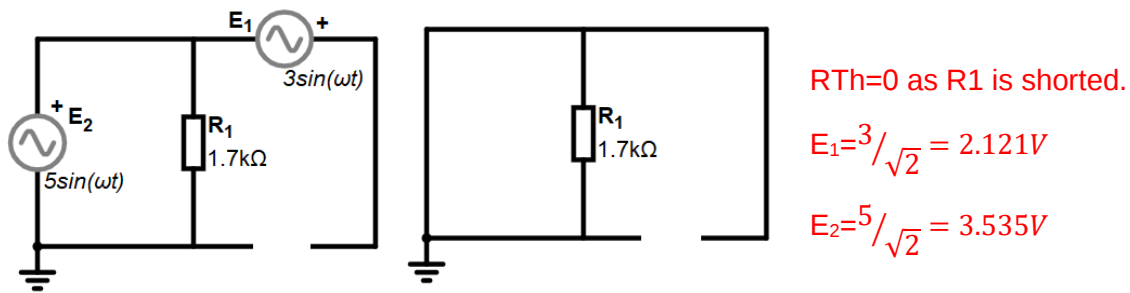
$$v_L(t) = E_{Th} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i_L(t) = \frac{E_{Th}}{R_3} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E_{Th}}{R_3} \cdot e^{-\frac{t}{L/R_{Th}}} = \frac{6.857}{4} \cdot e^{-\frac{t}{0.1/1.714}}$$

$$\boxed{i_L(t) = 1.714 \cdot e^{-\frac{t}{0.058}}}$$

Uppgift 5

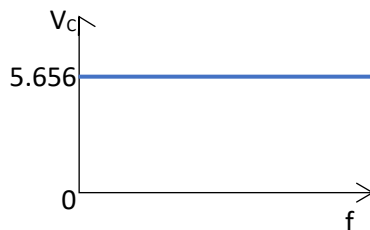
Because all calculations are about C1, it is wise to create simplified circuit equivalent (Thevenin).



$E_{Th} = E_1 + E_2 = 5.656V$

As there is no other components except voltage source and a capacitor, it means that $V_C = E_{Th} = 5.656V$ despite the frequency.

So $V_C(50Hz) = 5.656V$, $V_C(\infty Hz) = 5.656V^1$ and there is no breaking point.



Uppgift 6

$$X_{C_1} = \frac{1}{200 \cdot 25 \cdot 10^{-6}} = 200\Omega$$

$$X_{L_1} = 200 \cdot 1 = 200\Omega$$

$$X_{L_2} = 200 \cdot 1.25 = 250\Omega$$

$$E_1 = \frac{5}{\sqrt{2}} \angle 10^\circ = 3.535 \angle 10^\circ$$

Since X_{C_1} and X_{L_1} are in series they cancel each other. So $V_{L_2} = E_1$ and $I_{L_2} = \frac{E_1}{X_{L_2}}$.

$$\boxed{v_{L_2} = 5 \sin(200t + 10^\circ)}$$

$$I_{L_2} = \frac{3.535 \angle 10^\circ}{250 \angle 90^\circ} = 0.014 \angle 10^\circ - 90^\circ = 0.014 \angle -80^\circ$$

$$\boxed{i_{L_2} = 0.02 \sin(200t - 80^\circ)}$$

¹ Practically at $f = \infty Hz$, other environments will affect the circuit, and the V_C will be different.

Uppgift 6

Del 1: $P=50\text{kW}$, $Q=40\text{kVAR}$ (inductive), $S=\sqrt{P^2 + Q^2}=64031\text{VA}$

Del 2: $P=40\text{kW}$, $S=P/\cos\Theta=40\text{k}/0.8=50\text{kVA}$, $Q=\sqrt{S^2 - P^2}=30\text{kVAR}$ (inductive)

Del 3: $P=10\text{kW}$, $Q=-12\text{kVAR}$ (capacitive), $S=\sqrt{P^2 + Q^2}=15621\text{VA}$

$P_{\text{total}}=50\text{k}+40\text{k}+10\text{k}=100\text{kW}$

$Q_{\text{total}}=40\text{k}+30\text{k}-12\text{k}=58\text{kW}$

$S_{\text{total}}=\sqrt{P^2 + Q^2}=115602\text{VA}$

$\cos\Theta= P_{\text{total}}/S_{\text{total}}=100/115.602=0,865$ (inductive)

$S_{\text{wanted}}= P_{\text{total}}/0,95=105263\text{VA}$

$Q_{\text{wanted}}=\sqrt{S^2 - P^2}=32868\text{VAR}$

$\Delta Q=58000-32868=25132\text{VAR}$

$$X_c = \frac{230V^2}{\Delta Q} = \frac{230V^2}{25132} = 2.10492\Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 2.10492} = 1.5\text{mF}$$