

TENTAMEN

ELK202

Elektronik Grundläggande
Salstentamen

Datum	2023-04-29
Tid	9:15 – 13:15
Examinator	Eric Windhede
Lärare	Nour Almardoud och Eric Windhede
Besök	Ja, från kl. 10:30
Telefon	0520-223377
Hjälpmedel	Valfri formelsamling samt bifogade blad i slutet. Valfri räknedosa.
Antal uppgifter	13
Antal sidor	5
Max poäng	52
Betygsgränser	$\geq 26p$ (50%) $4 \geq 39p$ (75%) $5 \geq 47p$ (90%)
Resultat anslås	senast 2023-05-20

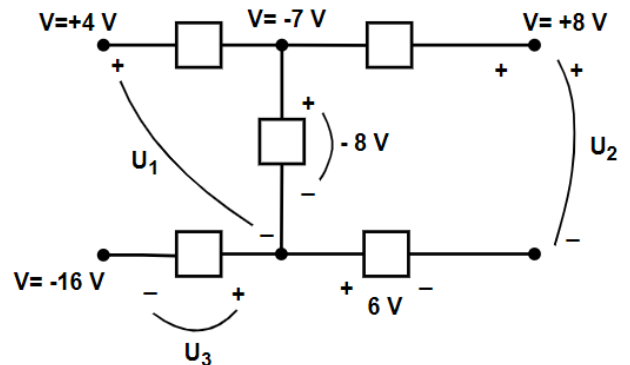
Ange anonymitetskod och sidnummer på samtliga lösa blad som du lämnar in.

Lycka till!

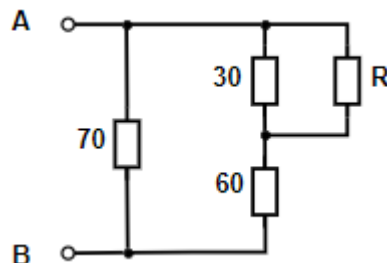
1. Lös uppgifterna nedan med Kirchhoffs lagar. (4p)

a) Till en knutpunkt går de två strömmarna 12 A och -7,0 A in till knutpunkten.
De tre strömmarna 4,0 A och 6,5 A samt strömmen I ut ur knutpunkten.
Bestäm strömmen I till storlek och tecken.

b) I figuren till höger finns tre stycken okända spänningar, U_1 , U_2 och U_3 .
Vissa spänningar är givna och potentialen i vissa punkter också utsatta.
Bestäm de okända spänningarna



2. Hur stor ska resistansen, R , var i kretsen nedan för att resistans mellan polerna AB, d.v.s. R_{AB} , ska bli 35Ω ? Resistansvärdena i figuren är angivna i enheten Ω . (4p)
(Ledning. Du kan först kalla parallellkopplingen mellan R och 30 något och först beräkna detta)



3. DC-kretsen till höger har komponentvärden enligt nedan. (4p)

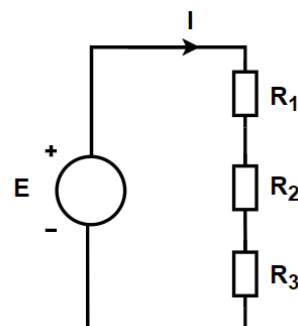
$$E = 5,0 \text{ V}$$

$$R_1 = 100 \Omega$$

$$R_2 = 25 \Omega$$

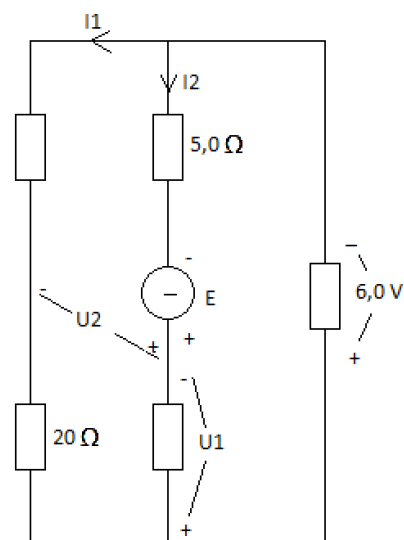
$$R_3 = 70 \Omega$$

- a) Beräkna strömmen, I , och ange svaret i mA.
b) Beräkna spänningen över resistor R_2 .
c) Beräkna effekten i resistor R_2 .
d) Beräkna effekten som spänningsgeneratoren avger.



4. Följande gäller DC- kretsen till höger. (4p)
Notera att två resistorvärden är okända.
 $I_1 = 0.20 \text{ A}$, $I_2 = 0.50 \text{ A}$ och $E = 16 \text{ V}$
Bestäm:

- a) U_1
b) U_2



5. Följande gäller för AC-kretsen till höger.

(4p)

$$e(t) = 100 \cdot \sin(\omega t) \text{ V (Momentanvärde)}$$

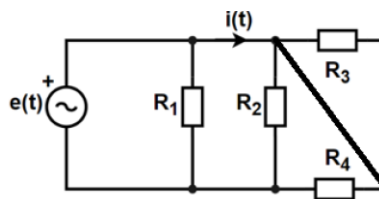
$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R_1 = 20,0 \, \Omega$$

$$R_2 = 65,0 \, \Omega$$

$$R_3 = 42,5 \, \Omega$$

$$R_4 = 23,5 \, \Omega$$



- Beräkna kretsens ersättningsresistans.
- Beräkna strömmen $i(t)$. (dvs. momentanvärdet av strömmen)
- Vi vill nu ange resistansen R_2 som en *konduktans*, G_2 , istället. Beräkna G_2 .
- Beräkna effekten som utvecklas i resistor R_3

6. Tvåpolen nedan består av en DC-spänningskälla och 5 resistorer.

(4p)

$$E = 100 \text{ V}$$

$$R_1 = 4,2 \text{ k}\Omega$$

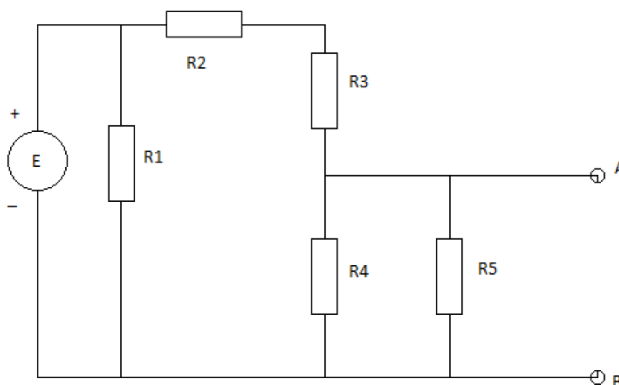
$$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_L = 10 \text{ k}\Omega$$

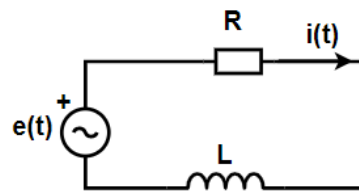


- Bestäm den ekvivalenta spänningstvåpolen till AB.
- Anslut nu resistorn $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ till AB och beräkna spänningen över R_L

7. Följande frågor handlar om AC-kretsen till höger.

(4p)

I a) och b) frågorna nedan ska du välja något av alternativen 1-3. För att få poäng på varje delfråga krävs att rätt alternativ är ikryssat och att du kort motiverat ditt val. Motivering kan ges utifrån resonemang med ritad Impedanstriangel eller utifrån lämpliga formler.



- Om R ökas gäller följande för fasförskjutningen, φ , mellan $e(t)$ och $i(t)$:
 - 1) Storleken på φ ökar
 - 2) Storleken på φ minskar
 - 3) Storleken φ är oförändrad
- Om L ökas gäller följande för fasförskjutningen, φ , mellan $e(t)$ och $i(t)$:
 - 1) Storleken på φ ökar
 - 2) Storleken på φ minskar
 - 3) Storleken φ är oförändrad

8. Nedan ser du en AC-krets med tillhörande komponentvärden.

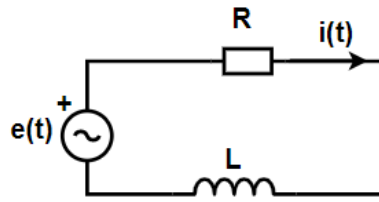
(4p)

$$e(t) = 20 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi f \cdot t) \text{ V}$$

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

$$L = 20 \text{ mH}$$

$$R = 8,0 \Omega$$



- Beräkna reaktansen hos induktorn.
- Beräkna kretsens totala impedans Z .
- Beräkna kretsens fasvinkel φ .
- Hur mycket reaktiv effekt förbrukar induktorn?

9. En växelströmsmotor är märkt med effekten 2,0 kW och effektfaktorn $\cos\varphi_1 = 0,68$ induktiv, Se fig. 1 nedan.

(5p)

Spänningen (effektivvärdet)

är $U = 230 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$.

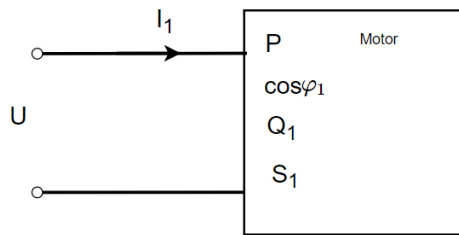


Fig.1

- Beräkna strömmen, I_1 , den skenbara effekten, S_1 , och den reaktiva effekten Q_1 i fig. 1 ovan.

- Nu faskompenseras motorn genom att kondensatorn, C ansluts enligt figur 2 nedan. Beräkna kondensatorns kapacitans, så att totala effektfaktorn blir 0,95. Beräkna även den ström som nu går till motor plus kondensator, dvs. I_2 i figur 2. Rita även en effektriangel som förtydligar dina beräkningar.

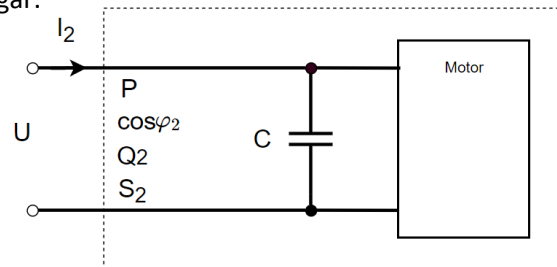


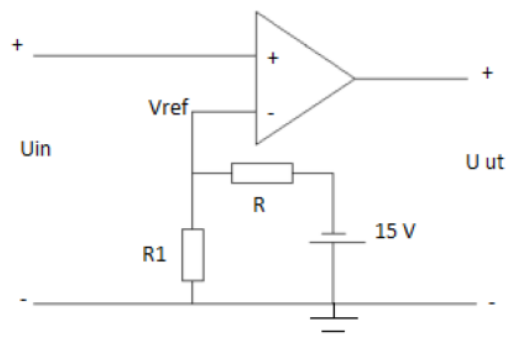
Fig.2

10. Nedan ser du en krets med en ideal operationsförstärkare med matningsspänningen $\pm 15 \text{ V}$. $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

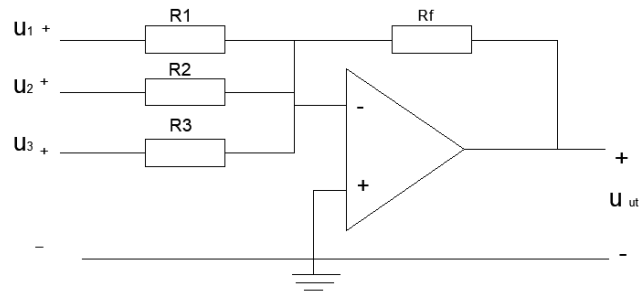
(3p)

- Är OP-kopplingen en *komparator*-koppling eller en *förstärkar*-koppling?
Motivera hur du avgör detta.

- Beräkna V_{ref} om $R = 12,0 \text{ k}\Omega$



11. Nedan ser du en krets med en ideal operationsförstärkare med matningsspänningen $\pm 15\text{ V}$. (4p)



- a) Tag fram det matematiska sambandet mellan u_{ut} och u_{in} , dvs. u_{ut} "som funktion av" u_{in} . OBS att du ska visa med beräkningar hur du kommer fram till sambandet, inte endast skriva sambandet. Använd egenskaperna som ideal OP har.
- b) Beräkna u_{ut} om $u_1 = 0.5\text{ V}$, $u_2 = 0.2\text{ V}$, $u_3 = 0.5\text{ V}$ och $R_1 = R_2 = 12,0\text{ k}\Omega$ och $R_3 = R_f = 10,0\text{ k}\Omega$
12. a) Rita en helvågs-likriktarbrygga. Kretsen ska innehålla: (4p)
- En AC-spänningskälla med utsatt referensriktning (+)
 - "Rätt antal" dioder
 - En resistor som den likriktade strömmen går genom (rita även ut positiv riktning på strömmen genom resistorn som stämmer med din referensriktning på AC-källan)
 - En glättningskondensator inkopplad över resistorn.
- b) I kretsen du ritade i a)-uppgiften gäller följande:
- $\hat{u}_R = 10\text{ V}$ (spänningskällans toppvärde)
 $f = 100\text{ Hz}$
 $R = 2,0\text{ k}\Omega$, $C = 200\text{ }\mu\text{F}$
Beräkna *rippelspänningen*, Δu , över resistorn.
13. Följande frågor handlar om elsäkerhet. (4p)
- a) Förklara principen för hur en *jordfelsbrytare* fungerar.
- b) Beskriv principen för vad som får en *säkring* att lösa ut och bryta en strömkrets.
- c) Om en människa utsätts för strömgenomgång i kroppen kan detta vara farligt. Beskriv kort vad som är "farligast" i detta sammanhang – likström eller växelström? Motivera även kort varför.
- d) För en växelspänningsanläggning gäller att om spänningen överstiger 1 000 V kallas detta en högspänningsanläggning och om spänningen är mindre än 1 000 V kallas det för en lågspänningsanläggning. Beskriv vad som gäller för det liknande begreppet "starkström".

Formelblad Elteknik M

Allmänt

Ohms lag:	$u(t) = R \cdot i(t)$
Kirchhoffs 1:a lag:	$\sum i_n = 0$ i en förgreningspunkt
Kirchhoffs 2:a lag:	$\sum u_n = 0$ runt en sluten slinga
Effekt [W]:	$p(t) = u(t) \cdot i(t)$
Energi [J, Ws]:	$W = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt$
Medeleffekt[W]:	$P_{medel} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{1}{T} \int_T p(t) dt$

Sinusformade växelförlopp

Vinkelfrekvens [rad/s]:	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ $f = \frac{1}{T}$
Ström [A]:	$\begin{cases} i(t) = \hat{i} \cdot \sin(\omega \cdot t + \alpha) \\ \bar{i} = \hat{i} \cdot e^{j\alpha} = \hat{i} \angle \alpha \\ \bar{I} = I \cdot e^{j\alpha} = I \angle \alpha \quad , \quad \hat{i} = \sqrt{2} \cdot I \end{cases}$
Spänning [V]:	$\begin{cases} u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega \cdot t + \beta) \\ \bar{u} = \hat{u} \cdot e^{j\beta} = \hat{u} \angle \beta \\ \bar{U} = U \cdot e^{j\beta} = U \angle \beta \quad , \quad \hat{u} = \sqrt{2} \cdot U \end{cases}$
Fasvinkel [rad, °]:	$\varphi = \beta - \alpha$
Impedans [Ω]:	$\frac{\bar{U}}{\bar{I}} = \bar{Z} = R + jX = Z \cdot e^{j\varphi} = Z \angle \varphi$
Reaktans [Ω]:	$ X_L = \omega \cdot L \quad , \quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$
Serieresonanskrets:	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C} \right)^2} , \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$ $R = Z \cos \varphi, \quad X = Z \sin \varphi, \quad Q = P \tan \varphi$

Enfaseffekt

Medeleffekt [W]:	$P = UI \cos \varphi = \bar{P}^2 = \frac{U_R^2}{R}$
Reaktiv effekt [VAr]:	$Q = UI \sin \varphi = \bar{X}^2 = \frac{U_X^2}{X}$
Skenbar effekt [VA]:	$S^2 = P^2 + Q^2$ $P_{tot} = P_1 + P_2 + \dots$ $Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + \dots$

Symmetriska trefassystem

Spänningssamband:	$U_h = \sqrt{3} \cdot U_f$		
Effekt [VA] ,[W] ,[VAr]:	$S = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_l$	$P = S \cdot \cos \varphi$	$Q = S \cdot \sin \varphi$
Trefas Y-koppling:	$I_l = I_{str} = \frac{U_f}{Z}$		
Trefas D-koppling:	$I_{str} = \frac{U_h}{Z}$	$I_l = \sqrt{3} \cdot I_{str}$	
D-Y-omvandling:	$\bar{Z}_D = 3 \cdot \bar{Z}_Y$		

Ytterligare några samband

Parallellkoppling av resistorer:	$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
Specialfall (2 stycken):	$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
Parallellkoppling av 2 impedanser:	$\bar{Z}_{tot} = \frac{\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}$
Spänningsdelning:	$U_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_2}$
Strömgrening:	$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
Tvåpolsomvandling:	$E_0 = I_k \cdot R_0$ $I_k = \frac{E_0}{R_0}$
Polspänning (aktiv tvåpol):	$U = E - R_i \cdot I$
Potentialsamband:	$U_{AB} = V_A - V_B$ $V_A = V_B + U_{AB}$

Likriktare

Rippel vid glättning med kondensator: $\Delta U = \frac{I \cdot \Delta t}{C}$

OP-förstärkare

Inverterande koppling:	$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$
Icke inverterande koppling:	$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$
Summatorkoppling:	$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = -R_0 \left[\frac{u_1}{R_1} + \frac{u_2}{R_2} + \frac{u_3}{R_3} + \dots \right]$
	$U_{ut} = -\frac{R_3}{R_1} \cdot U_1 - \frac{R_3}{R_2} \cdot U_2$

Boolsk algebra

1a. $A + 0 = A$

2a. $A + 1 = 1$

3a. $A + A = A$

4a. $A + \bar{A} = 1$

5. $\bar{\bar{A}} = A$

6a. $A + B = B + A$

7a. $(A + B) + C = A + (B + C)$

8a. $A + BC = (A + B)(A + C)$

9a. $A + AB = A$

10a. $A + \bar{A}B = A + B$

11a. $\overline{AB + \bar{A}C + BC} = \overline{AB + \bar{A}C}$

12a. $\overline{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n$

1b. $A \cdot 1 = A$

2b. $A \cdot 0 = 0$

3b. $A \cdot A = A$

4b. $A \cdot \bar{A} = 0$

6b. $A \cdot B = B \cdot A$

7b. $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$

8b. $A(B + C) = AB + AC$

9b. $A(A + B) = A$

10b. $A(\bar{A} + B) = AB$

11b. $\overline{(A + B)(\bar{A} + C)(B + C)} = \overline{(A + B)(\bar{A} + C)}$

12b. $\overline{A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n} = \bar{A}_1 + \bar{A}_2 + \dots + \bar{A}_n$

Transformator

Omsättning:

$$m = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$$

Trafo-lagar:

$$\frac{U_1}{U_2} = m \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{m} \quad Z_{\text{ekv}} = m^2 \cdot Z_b$$

Allmänt elmotorer

Vinkelhastighet och moment:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \quad M = \frac{P}{\omega}$$

Verkningsgrad:

$$\eta = \frac{P_{\text{ut}}}{P_{\text{in}}} = \frac{P_{\text{in}} - P_f}{P_{\text{in}}} = \frac{P_{\text{ut}}}{P_{\text{ut}} + P_f}$$

Effektomvandling:

$$1 \text{ hk} = 735 \text{ W}$$

Likströmsmotorn

Inducerad spänning:

$$E = k_E \cdot n \cdot \Phi = k_M \cdot \omega \cdot \Phi$$

Elektrodynamiskt moment:

$$M = k_M \cdot I_a \cdot \Phi$$

Asynkronmotorn

Synkront varvtal:

$$n_s = \frac{2}{p} \cdot f \cdot 60 \quad \omega_s = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n_s}{60}$$

Eftersläpning:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \quad n = n_s \cdot (1 - s)$$

Effektförbrukning och axeleffekt:

$$P_f = P_{\text{Cu1}} + P_{\text{Fe1}} + P_{\text{Cu2}} + P_{\text{fr}} \quad P_{\text{axel}} = P_2 - P_{\text{fr}}$$

Effektsamband:

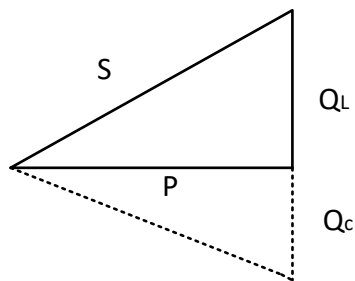
$$P_{\text{Cu2}} = s \cdot P_{12} \quad P_2 = (1 - s) \cdot P_{12} \quad P_2 = \frac{1 - s}{s} \cdot P_{\text{Cu2}}$$

Moment:

$$M_{\text{axel}} = \frac{P_{\text{axel}}}{\omega} \quad M_{\text{el}} = \frac{P_2}{\omega} = \frac{P_{12}}{\omega_s} \quad M_{\text{el}} \sim U_1^2$$

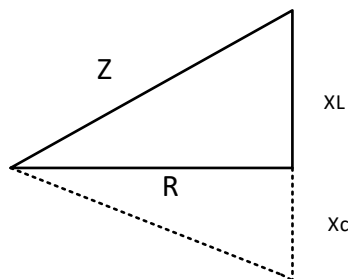
Kompletterande blad

Effekt trefas



$$P = 3 \cdot \frac{U_f^2}{R} \text{ alt } P_f = \frac{U_f^2}{R} \text{ alt } P_{tot} = 3P_f$$

Impedanstriangel



$$\hat{Z} = \frac{\hat{U} \sin(\omega t + \beta)}{\hat{I} \sin(\omega t + \alpha)} = \frac{\hat{U}}{\hat{I}} \quad | \quad \varphi$$

Faskompensering

$$Q_c = Q_2 - Q_1$$

$$Q_c = -\frac{U^2}{X_c} = -U^2 \cdot \omega C$$

$$C = -\frac{Q_c}{U^2 \cdot \omega}$$

Zenerdioden

$$I_{Z \max} = \frac{P_{Z \max}}{U_Z}$$

$$I_{\max} = \frac{U_{\max} - U_Z}{R}$$