

# ÖVNINGSEXEMPEL

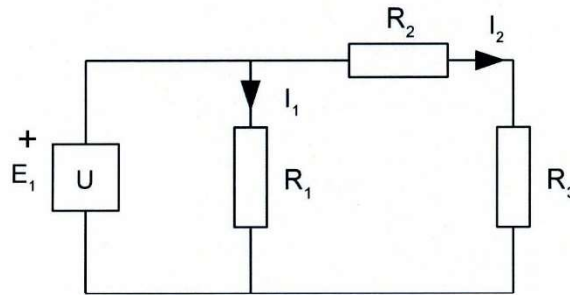
speciellt framtagna för kursen TSFS13 Elektroteknik

Sivert Lundgren

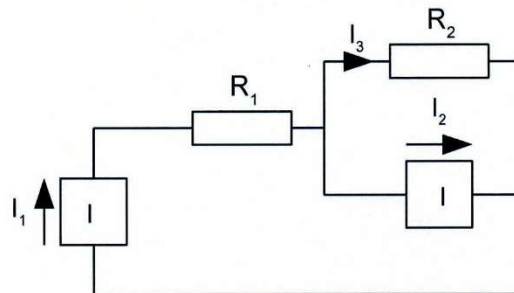


# Likström

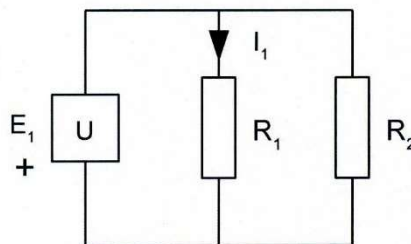
01. Bestäm strömmarna  $I_1$  och  $I_2$  om:  $E_1=12V$ ,  $R_1=R_2=40\Omega$  och  $R_3=20\Omega$ .



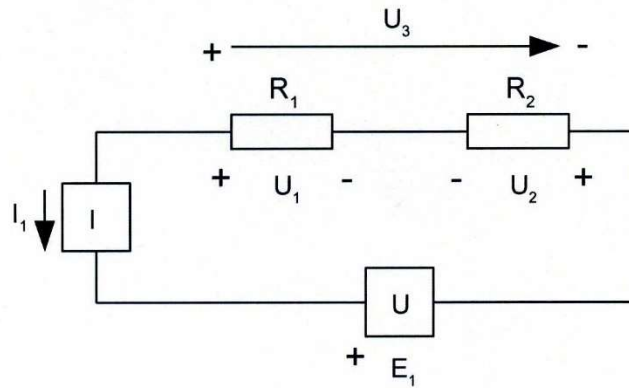
02. Bestäm strömmen  $I_3$  om:  $I_1=10\text{mA}$ ,  $I_2=5\text{mA}$ ,  $R_1=10\text{k}\Omega$  och  $R_2=22\text{k}\Omega$ .



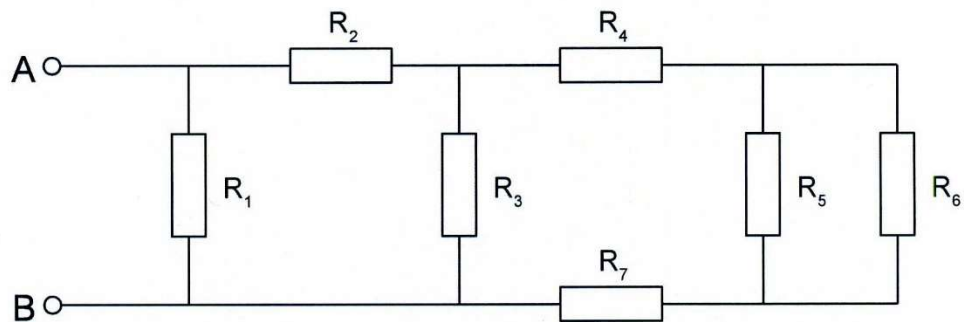
03. Uttryck strömmen  $I_1$ .



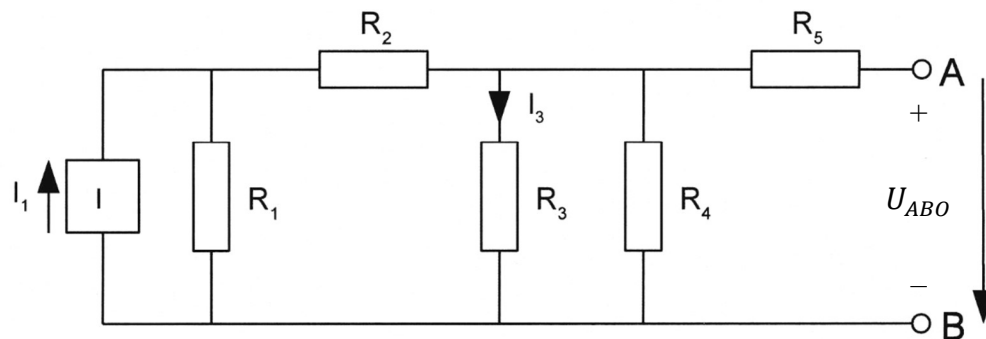
04. Bestäm spänningarna  $U_1$ ,  $U_2$  och  $U_3$  om:  $E_1=9V$ ,  $I_1=12mA$  och  $R_1=9 \cdot R_2=180\Omega$ .



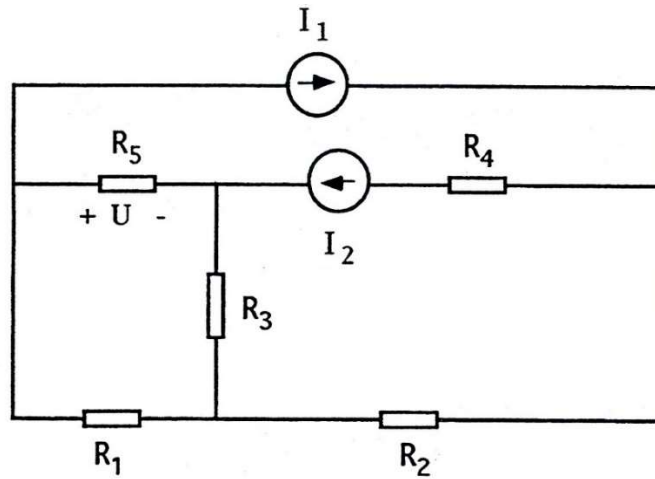
05. Bestäm resistansen mellan A och B om:  $R_1=12k\Omega$ ,  $R_2=R_3=R_7=10k\Omega$ ,  $R_4=R_5=6.8k\Omega$  och  $R_6=4.7k\Omega$ .



06. Bestäm  $I_3$  och  $U_{ABO}$  om:  $R_1=R_3=R_5=4.7k\Omega$ ,  $R_2=R_4=15k\Omega$  och  $I_1=50mA$ .

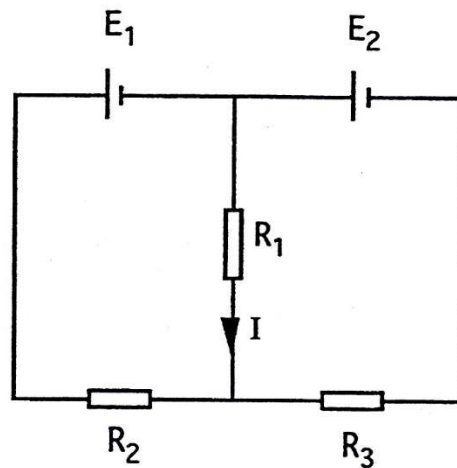


07. Bestäm spänningen  $U$  över  $R_5$ .



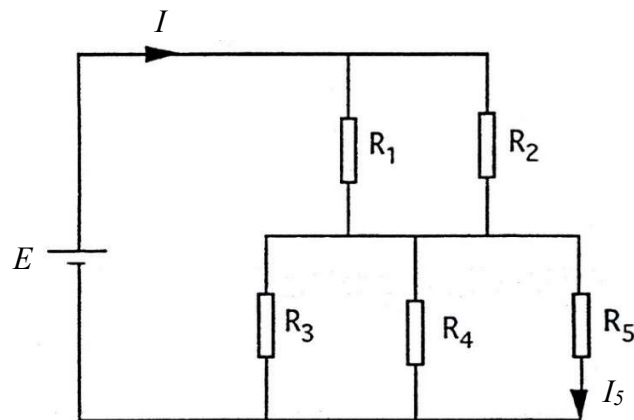
$$\begin{aligned} I_1 &= 12 \text{ A} \\ I_2 &= 3,0 \text{ A} \\ R_1 &= 3,0 \Omega \\ R_2 &= 2,0 \Omega \\ R_3 &= 10 \Omega \\ R_4 &= 5,0 \Omega \\ R_5 &= 20 \Omega \end{aligned}$$

08. Beräkna strömmen  $I$  genom resistorn  $R_1$ .



$$\begin{aligned} E_1 &= 4,0 \text{ V} \\ E_2 &= 2,0 \text{ V} \\ R_1 &= 10 \Omega \\ R_2 &= 100 \Omega \\ R_3 &= 25 \Omega \end{aligned}$$

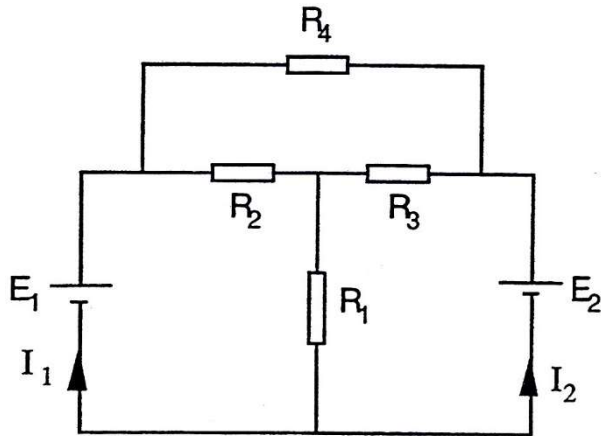
09.



$$\begin{aligned} I &= 10 \text{ A} \\ R_1 &= 4,0 \Omega \\ R_2 &= 6,0 \Omega \\ R_3 &= 8,0 \Omega \\ R_4 &= 12 \Omega \\ R_5 &= 10 \Omega \end{aligned}$$

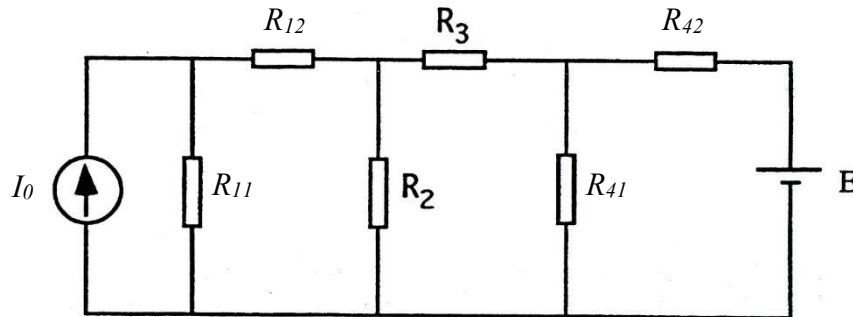
- Bestäm strömmen  $I_5$ .
- Bestäm spänningen  $E$ .

10. Beräkna strömmarna  $I_1$  och  $I_2$  i figuren nedan.



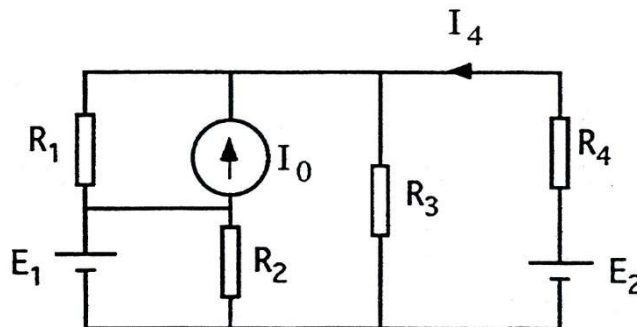
$$\begin{aligned} E_1 &= 10 \text{ V} \\ E_2 &= 12 \text{ V} \\ R_1 &= 1,0 \, \Omega \\ R_2 &= 2,0 \, \Omega \\ R_3 &= 8,0 \, \Omega \\ R_4 &= 10 \, \Omega \end{aligned}$$

11. Sök strömmen genom  $R_2$ .



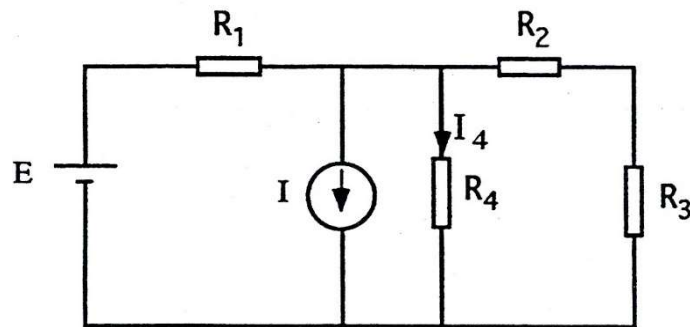
$$\begin{aligned} I_0 &= 2,0 \text{ A} \\ E &= 8,0 \text{ V} \\ R_{11} &= 4,0 \, \Omega \\ R_{12} &= 4,0 \, \Omega \\ R_2 &= 8,0 \, \Omega \\ R_3 &= 7,0 \, \Omega \\ R_{41} &= 2,0 \, \Omega \\ R_{42} &= 2,0 \, \Omega \end{aligned}$$

12. Beräkna strömmen  $I_4$ .



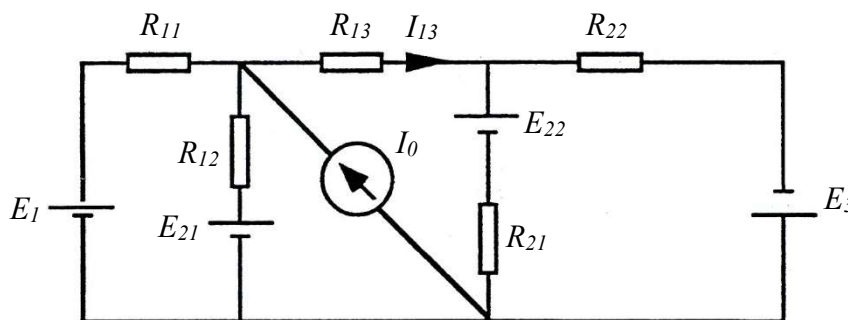
$$\begin{aligned} E_1 &= 1,5 \text{ V} \\ E_2 &= 12 \text{ V} \\ I_0 &= 1,5 \text{ A} \\ R_1 &= 3,0 \, \Omega \\ R_2 &= 7,0 \, \Omega \\ R_3 &= 6,0 \, \Omega \\ R_4 &= 2,0 \, \Omega \end{aligned}$$

13. Beräkna strömmen  $I_4$ .



$$\begin{aligned} E &= 5,0 \text{ V} \\ I &= 3,75 \text{ A} \\ R_1 &= 4,0 \ \Omega \\ R_2 &= 2,0 \ \Omega \\ R_3 &= 6,0 \ \Omega \\ R_4 &= 4,0 \ \Omega \end{aligned}$$

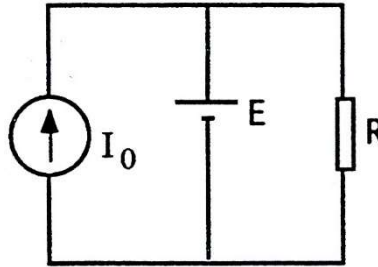
14. Två batterier med emk  $E_1 = 5,00 \text{ V}$  och  $E_2 = 10,0 \text{ V}$  och inre resistans  $R_1 = 17,0 \ \Omega$  respektive  $R_2 = 50,0 \ \Omega$  är parallellkopplade med lika poler åt samma håll. Det sammansatta batteriet sluts genom ett yttre motstånd  $R_y$ . Hur stort skall detta väljas, för att strömstyrkan genom det ena batteriet skall bli dubbelt så stor som genom det andra?
15. De båda batterierna med sina respektive inre resistanser i uppgift 14 kan ersättas med en ekvivalent tvåpol bestående av en enda emk  $E_i$  i serie med en resistor  $R_i$ .
- Bestäm  $E_i$  och  $R_i$ .
  - Tvåpolen som beskrivs ovan kallas Théveninekvivalent. Gör om den till en Nortonekvivalent (en strömkälla parallell med en resistor).
16. Bestäm strömmen  $I_{13}$  i kretsen nedan.



$$\begin{aligned} E_1 &= 3,0 \text{ V} \\ E_{21} &= 2,0 \text{ V} \\ E_{22} &= 2,0 \text{ V} \\ E_3 &= 6,0 \text{ V} \\ I_0 &= 1,0 \text{ A} \\ R_{11} &= 1,0 \ \Omega \\ R_{12} &= 1,0 \ \Omega \\ R_{13} &= 1,0 \ \Omega \\ R_{21} &= 2,0 \ \Omega \\ R_{22} &= 2,0 \ \Omega \end{aligned}$$

17. Tre resistorer  $R_1$ ,  $R_2$  och  $R_3$  är kopplade i serie med en spänningskälla. Spänningen över  $R_1$  är  $20 \text{ V}$ , effektutvecklingen i  $R_2$  är  $25 \text{ W}$  och  $R_3$  har resistansen  $2,0 \ \Omega$ . Beräkna spänningskällans emk om strömmen är  $5,0 \text{ A}$ .

18. Beräkna hur mycket effekt som avges till  $R$  av källorna  $I_0$  respektive  $E$ .

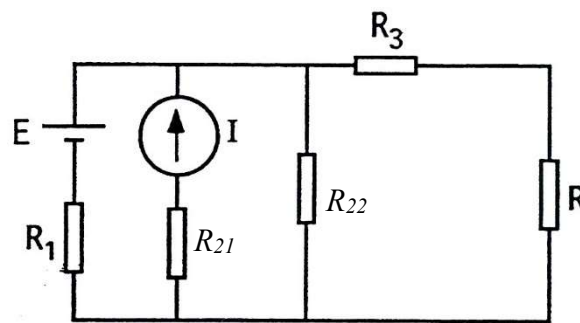


$$I_0 = 0,40 \text{ A}$$

$$E = 10 \text{ V}$$

$$R = 20 \Omega$$

19. Bestäm den maximala effekt som kan erhållas i  $R$  och det värde som  $R$  då har.



$$E = 4,0 \text{ V}$$

$$I = 2,0 \text{ A}$$

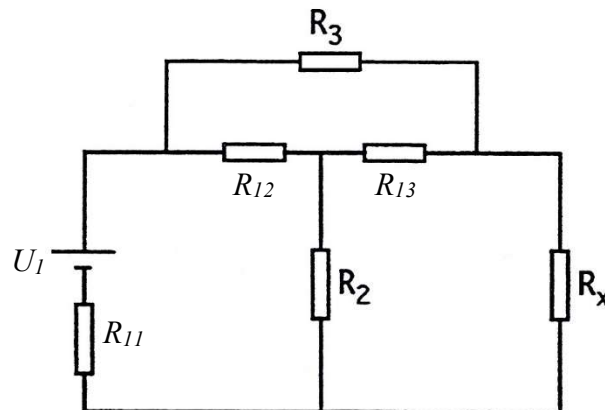
$$R_1 = 2,0 \Omega$$

$$R_{21} = 4,0 \Omega$$

$$R_{22} = 4,0 \Omega$$

$$R_3 = 8,0 \Omega$$

20. Hur stor skall resistansen  $R_x$  vara för att effektutvecklingen i detta motstånd skall bli så stor som möjligt?



$$U_1 = 16 \text{ V}$$

$$R_{11} = 10 \Omega$$

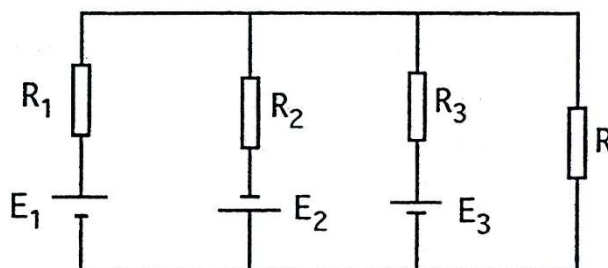
$$R_{12} = 10 \Omega$$

$$R_{13} = 10 \Omega$$

$$R_2 = 40 \Omega$$

$$R_3 = 36 \Omega$$

21. Sök den maximala effekt som kan erhållas i  $R$ .



$$E_1 = 1,5 \text{ V}$$

$$E_2 = 2,5 \text{ V}$$

$$E_3 = 3,5 \text{ V}$$

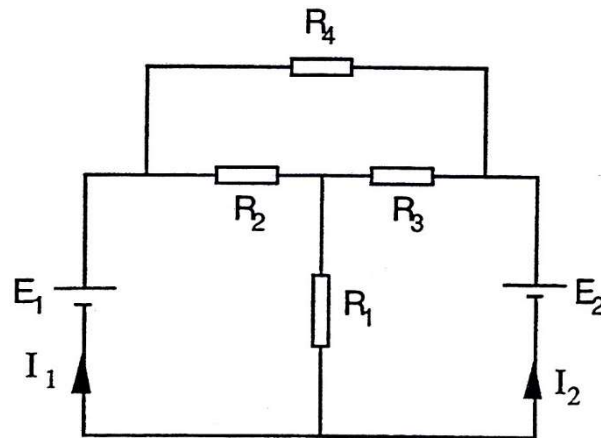
$$R_1 = 3,0 \Omega$$

$$R_2 = 5,0 \Omega$$

$$R_3 = 7,0 \Omega$$



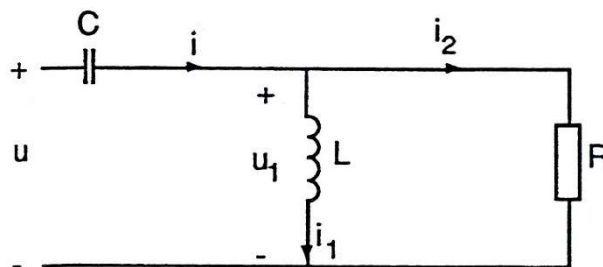
22. Beräkna strömmarna  $I_1$  och  $I_2$  i figuren nedan.



$$\begin{aligned} E_1 &= 10 \text{ V} \\ E_2 &= 12 \text{ V} \\ R_1 &= 1,0 \Omega \\ R_2 &= 2,0 \Omega \\ R_3 &= 8,0 \Omega \\ R_4 &= 10 \Omega \end{aligned}$$

## Växelström

23. En spole med resistansen  $8,00 \Omega$  och induktansen  $31,8 \text{ mH}$  är seriekopplad med en kondensator på  $1590 \mu\text{F}$ . Komponenterna är anslutna till en växelspanning på  $100 \text{ V}$ ,  $50,0 \text{ Hz}$ . Beräkna strömmen genom kretsen samt dess fasvinkel om spänningen tas som referens (riktstorhet).
24. En spole med reaktansen  $6,00 \Omega$  och resistansen  $8,00 \Omega$  är parallellkopplad med en kondensator på  $318 \mu\text{F}$ . Det hela är anslutet till  $220 \text{ V}$ ,  $50,0 \text{ Hz}$ . Beräkna strömmen i den gemensamma ledningen samt dess fasvinkel om spänningen tas som referens (riktstorhet).
25. Beräkna  $i$ ,  $i_1$ ,  $i_2$  och  $u_1$  i kopplingen nedan om  $u(t) = 10\sqrt{2} \sin(1000t) \text{ V}$ . Rita visardiagram över  $i$ ,  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $u$  och  $u_1$ .



$$\begin{aligned} R &= 100 \Omega \\ L &= 50 \text{ mH} \\ C &= 20 \mu\text{F} \end{aligned}$$

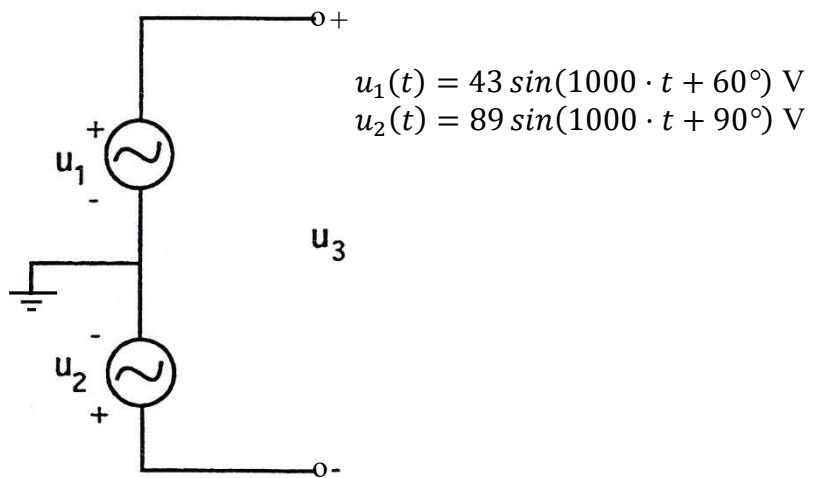
26. Ett motstånd med ren resistans, en kondensator och en spole som kan ses som en ren induktans, är i serie anslutna till en växelspanning. Vid strömmen  $2,00 \text{ A}$  i kretsen är spänningen över motståndet  $100 \text{ V}$ , spänningen över kondensatorn  $200 \text{ V}$  och spänningen över spolen  $300 \text{ V}$ . Beräkna spänningen över hela kretsen samt fasvinkeln mellan denna spänning och strömmen.

27. Två impedanser  $Z_1 = 8,0 + j \cdot 6,0 \Omega$  och  $Z_2 = 12 - j \cdot 16 \Omega$  är seriekopplade och anslutna till 220 V växelspanning.

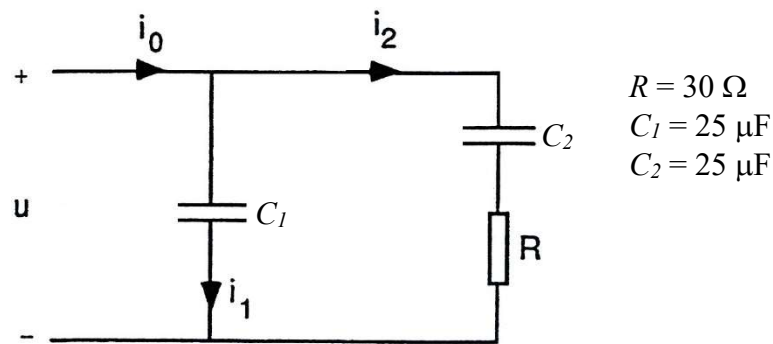
a) Beräkna strömmen genom impedanserna och ge resultatet dels i formen  $I = a + j \cdot b$  och dels i formen  $I = \hat{I} \cdot e^{j\alpha}$ . Använd spänningen som referens (riktstorhet).

b) Bestäm fasskillnaden mellan  $u_1$  och  $u_2$  där  $u_1$  är spänningen över den första impedansen och  $u_2$  över den andra.

28. Växelspanningarna  $u_1(t)$  och  $u_2(t)$  är ihopkopplade enligt figuren nedan. Bestäm tidsuttrycket för  $u_3(t)$ .

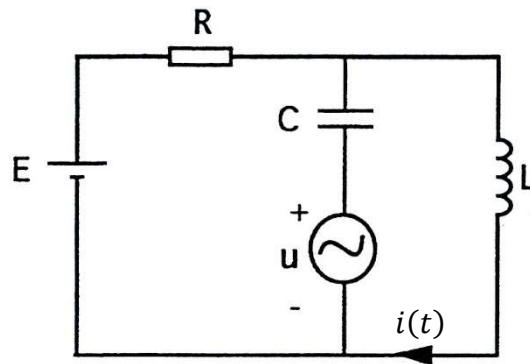


29. a) Sök  $u$ ,  $i_1$  och  $i_0$  om  $i_2(t) = 1,0\sqrt{2} \sin(1000 \cdot t + 90^\circ) \text{ A}$ .



b) Vad händer med  $u$ ,  $i_1$  och  $i_0$  om  $C_1$  byts ut mot en induktans  $L$  på 40 mH? Strömmen  $i_2$  är densamma som i a-uppgiften.

30. Bestäm strömmen  $i(t)$  i nedanstående krets.



$$R = 10 \Omega$$

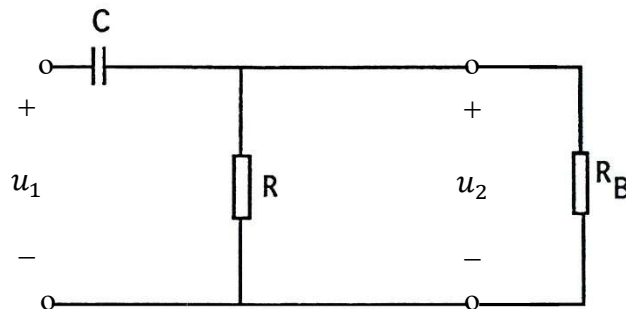
$$L = 20 \text{ mH}$$

$$C = 100 \mu\text{F}$$

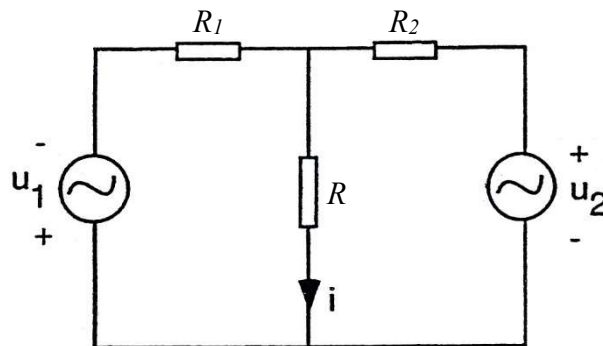
$$u(t) = 5,0\sqrt{2} \sin(1000 \cdot t) \text{ V}$$

$$E = 10 \text{ V}$$

31. En enkel RC-länk består av en kondensator med kapacitansen  $C = 0,10 \mu\text{F}$  och ett motstånd med resistansen  $R = 20 \text{ k}\Omega$ . Den belastas rent resistivt med  $R_B = 20 \text{ k}\Omega$ . Inspänningen  $u_1$  är sinusformad. Dess effektivvärde  $U_1$  är  $10 \text{ V}$  och frekvensen är  $100 \text{ Hz}$ . Beräkna utspänningens effektivvärde  $U_2$  och fasskillnaden mellan ut- och inspänning. Vilken spänning ligger före i fas? Rita ett skalenligt visardiagram.



32. Två spänningar  $u_1(t) = 30\sqrt{2} \sin(\omega t) \text{ V}$  och  $u_2(t) = 60 \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ V}$  verkar på samma krets som figuren nedan visar. Bestäm strömmen  $i(t)$ .

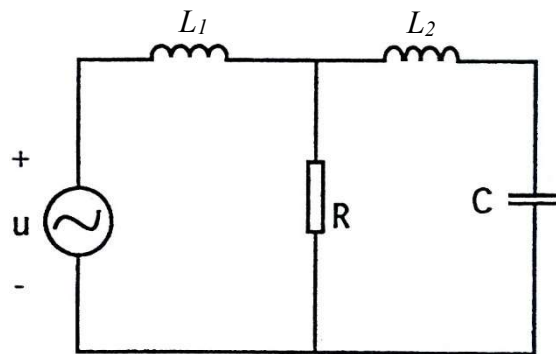


$$R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega$$

$$R = 1,0 \text{ k}\Omega$$

33. Beräkna den aktiva och reaktiva effekten som utvecklas i kretsen nedan.



$$R = 3,0 \, \Omega$$

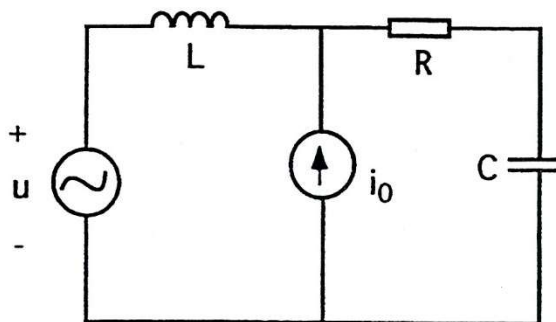
$$\omega L_1 = 2,0 \, \Omega$$

$$\omega L_2 = 2,0 \, \Omega$$

$$\frac{1}{\omega C} = 1,0 \, \Omega$$

$$u(t) = 4,0\sqrt{2} \sin(\omega t) \, \text{V}$$

34. Bestäm den effekt som avges av strömkällan  $i_0$  i nedanstående koppling.



$$R = 100 \, \Omega$$

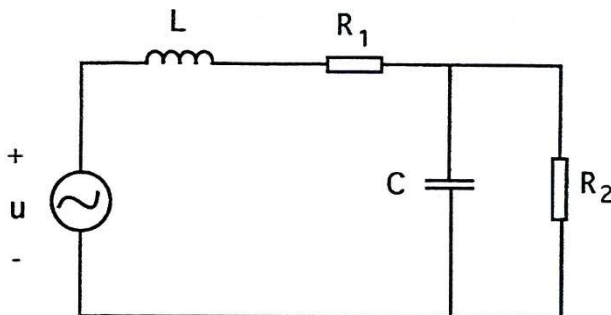
$$L = 20 \, \text{mH}$$

$$C = 1,0 \, \mu\text{F}$$

$$u(t) = 100\sqrt{2} \sin(10000t) \, \text{V}$$

$$i_0(t) = 2,0\sqrt{2} \sin(10000t) \, \text{A}$$

35. Spänningskällan  $u$  avger 3,0 W. Hur stor del av denna effekt utvecklas i  $R_2$ ?



$$R_1 = 200 \, \Omega$$

$$R_2 = 200 \, \Omega$$

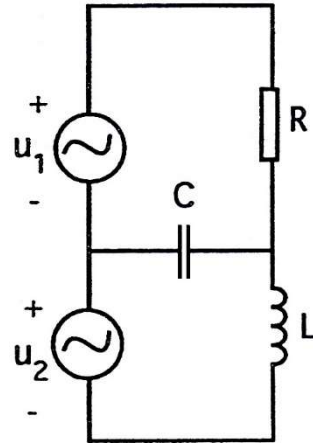
$$L = 100 \, \text{mH}$$

$$C = 1,0 \, \mu\text{F}$$

$$\omega = 5000 \, \text{rad/s}$$

36. En spole med resistansen  $4,0 \, \Omega$  och reaktansen  $3,0 \, \Omega$  är ansluten till 100 V, 50 Hz. Beräkna strömmen samt den aktiva, reaktiva och skenbara effekten som tas upp av spolen.

37. Bestäm den aktiva effekten som avges av spänningskällan  $u_1$  nedan.



$$R = 200 \, \Omega$$

$$L = 1,0 \, \text{H}$$

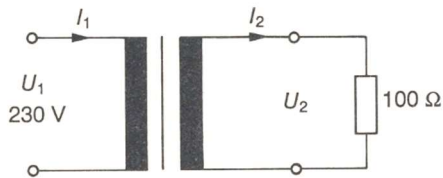
$$C = 200 \, \mu\text{F}$$

$$u_1(t) = 100\sqrt{2} \sin(100 \cdot t) \, \text{V}$$

$$u_2(t) = 100\sqrt{2} \sin(100 \cdot t + 90^\circ) \, \text{V}$$

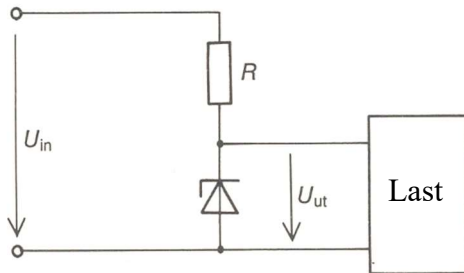
## Elektronik - Strömförsörjning

38. En ideal transformator har spänningsomsättningen  $240 \, \text{V}/24 \, \text{V}$ . Den ansluts till ett  $230 \, \text{V}$ -nät och belastas med  $100 \, \Omega$ .

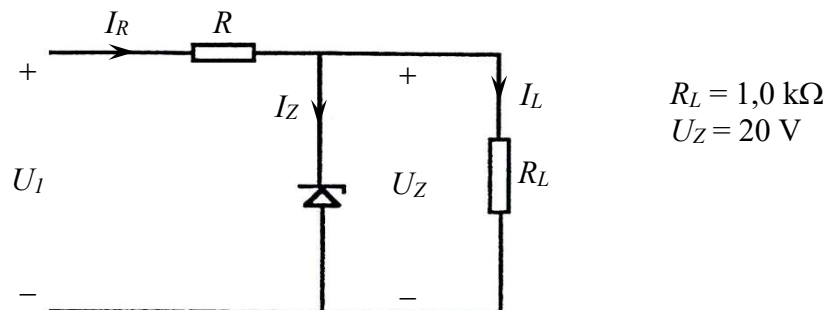


- a Hur stor är spänningen  $U_2$ ?
- b Hur stora är strömmarna  $I_2$  och  $I_1$ ?
- c Vilken impedans  $Z_1 = \frac{U_1}{I_1}$  "känner" nätet?
39. En ideal transformator belastades på sekundärsidan med en resistans på  $5,0 \, \Omega$ . Matningen av transformatorn skedde med en växelspanningskälla på  $50 \, \text{V}$  via en resistor på  $25 \, \Omega$ . Beräkna strömmen i sekundärlindningen om primärlindningen hade 100 varv och sekundärlindningen 20 varv.
40. En tvåpuls likriktarbrygga (Graetz brygga) ansluts till  $220 \, \text{V}$ ;  $50,0 \, \text{Hz}$  och matar en resistiv last  $R_L$ . Rita figur på kopplingen och beräkna likspänningsnivån  $U_L$  (likriktade medelvärde) samt likströmmen  $I_L$  genom lasten om  $R_L = 10,0 \, \Omega$ . Försumma spänningsfallet i likriktarbryggan.

41. För parallellregulatorn i nedanstående figur gäller att inspänningen är 20 V, utspänningen 12 V och maximal uttagbar ström 0,50 A.
- Ange lämpligt värde på diodens zenerspänning.
  - Beräkna R:s största möjliga resistans för att regulatorn skall fungera.
  - Hur stor blir effektutvecklingen i R?
  - Vid vilken belastningsgrad blir effektförlusten maximal i zenerdioden?
  - Hur stor blir maximala effektförlusten i zenerdioden?

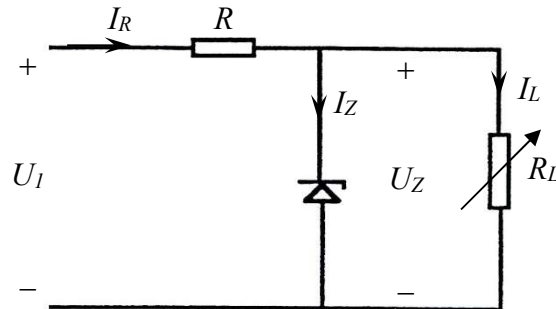


42. Spänningen  $U_I$  varierar mellan 23 och 28 V i kretsen nedan. Beräkna det lägsta tillåtna värdet på  $R$  så att strömmen i zenerdiodens backriktning inte överskrider 60 mA. Vad blir då strömmen för  $U_I = 23$  V?

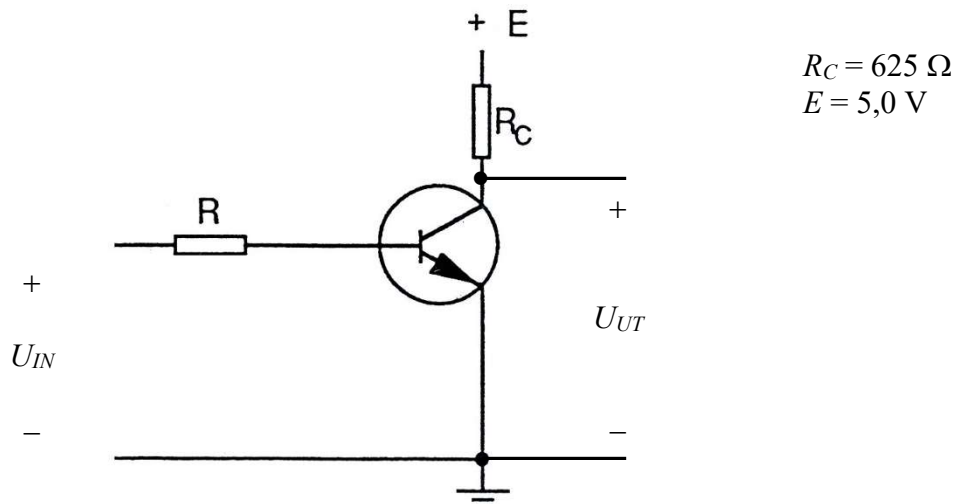


43. En transformator med märkeffekten 80 VA har spänningsomsättningen 230 V / 30 V.
- Vilka märkströmmar har lindningarna?
  - Om lämplig strömtäthet i lindningarna kan sättas till  $3 \text{ A/mm}^2$ , vilken blir då trådarean i respektive lindning?
44. En transformator har på primärsidan lindningsresistansen  $1000 \Omega$  och på sekundärsidan  $1,0 \Omega$ . Då primärlindningen seriekopplas med ett motstånd på  $5000 \Omega$  och ansluts till 220 V samtidigt som sekundärsidan kortsluts av en amperemeter med resistansen  $0,50 \Omega$ , blir sekundärströmmen 0,90 A. Beräkna transformatorns omsättning.

45. En zenerdiod med  $U_Z = 10 \text{ V}$  används för att stabilisera spänningen över en variabel last  $R_L$ . Den pålagda spänningen  $U_I$  varierar mellan 13 och 16 V. Belastningsströmmen  $I_L$  varierar mellan 10 och 85 mA. För att spänningsstabiliseringen skall fungera tillfredställande får inte strömmen i zenerdiodens backriktning underskrida 15 mA. Beräkna det högsta tillåtna värdet på  $R$ .

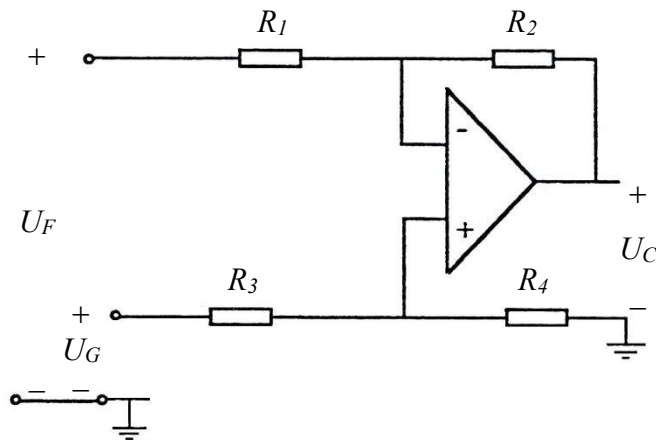


46. Transistorn i nedanstående switch har strömförstärkningsfaktorn  $h_{FE} = 50$  och när kollektorström flyter är  $U_{BE} = 0,70 \text{ V}$ . Man vill dimensionera  $R$  så att transistorn säkert bottenar för  $U_{IN} = 5,0 \text{ V}$  och tar som kriterium för detta att basströmmen skall vara dubbelt så stor som vad som krävs för bottening. Hur stort  $R$  skall väljas? För vilka värden på  $U_{IN}$  bottenar transistorn överhuvudtaget?



47. Temperaturen i en ugn har länge kontrollerats med ett termoelement som anslutits till en galvanometer. Termoelementet kan betraktas som en ekvivalent tvåpol med inre resistans  $26,7 \Omega$  och emk  $28 \text{ mV}$  vid ugnens korrekta drifttemperatur. Då den ursprungliga känsliga galvanometern gått sönder, vill man istället mäta termoemk med ett annat instrument vars mätområde är  $0 - 5 \text{ V}$ . För att mätsystemet skall fungera måste därför en förstärkare läggas mellan termoelementet och mätinstrumentet.
- Rita upp ett kopplingschema för utrustningen. Man disponerar valfria motstånd och en operationsförstärkare som kan betraktas som ideal. Förstärkningen skall vara så stor att instrumentet gör fullt utslag för  $50 \text{ mV}$  termoemk.
  - Vilken är ugnens korrekta drifttemperatur om fullt utslag på instrumentet motsvarar en ugnstemperatur på  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

48. Beräkna  $U_C$  hos nedanstående förstärkarkrets. Operationsförstärkaren får betraktas som ideal.



$$R_1 = 2,0 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 50 \text{ k}\Omega$$

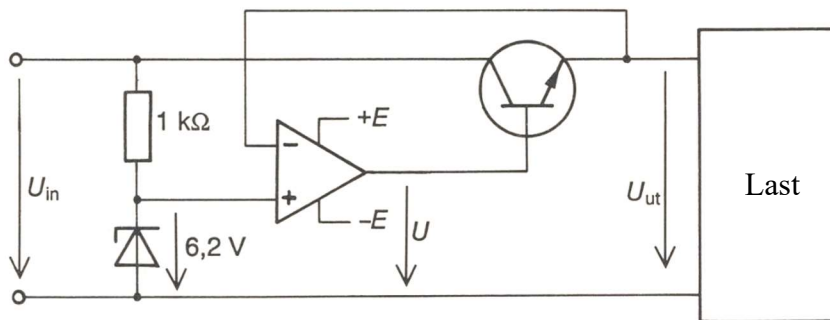
$$R_3 = 2,0 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$U_F = -37 \text{ mV}$$

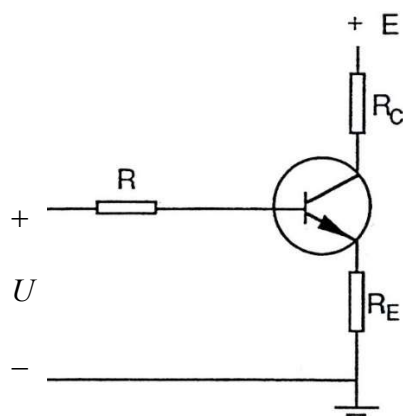
$$U_G = +83 \text{ mV}$$

- 49.



Ange för serieregulatoren enligt figuren ovan:

- utspänningen  $U_{ut}$
  - ett rimligt minimivärde på inspänningen  $U_{in}$
  - spänningen  $U$  på operationsförstärkarens utgång.
50. För vilka värden på den pålagda spänningen  $U$  bottenar respektive upphör transistorn att leda i kopplingen nedan?



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

$$R_C = 1,0 \text{ k}\Omega$$

$$R_E = 1,0 \text{ k}\Omega$$

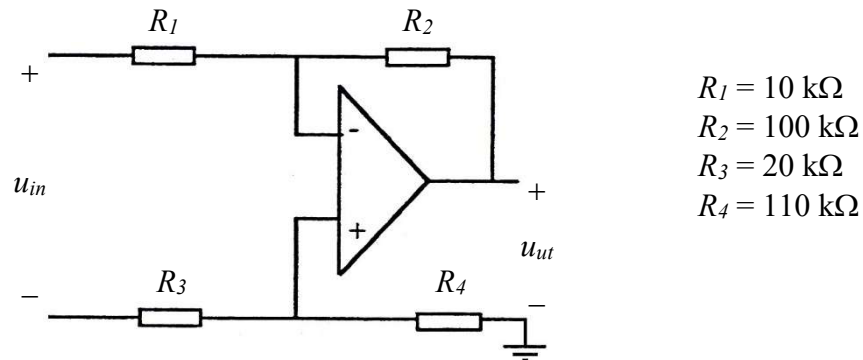
$$E = 10 \text{ V}$$

$$U_{BE} = 0,70 \text{ V}$$

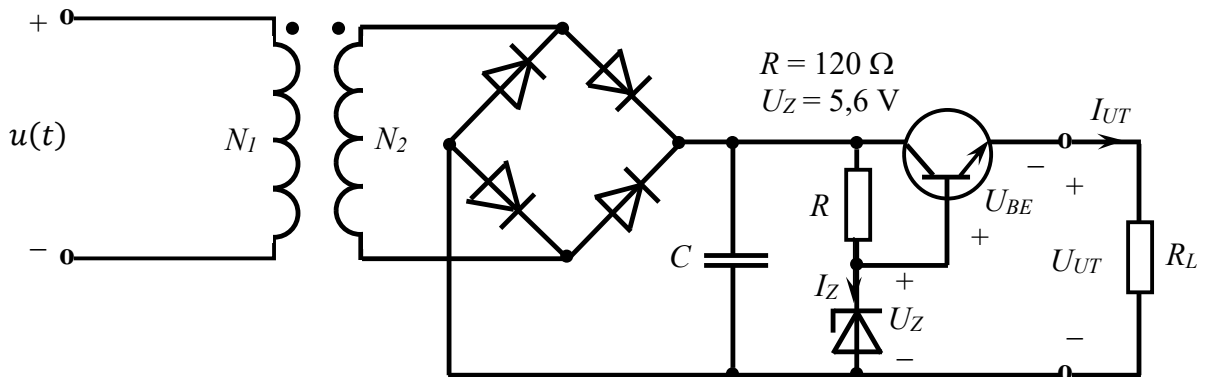
$$h_{FE} = 20$$



51. Beräkna spänningsförstärkningen i nedanstående koppling om operationsförstärkaren får betraktas som ideal.

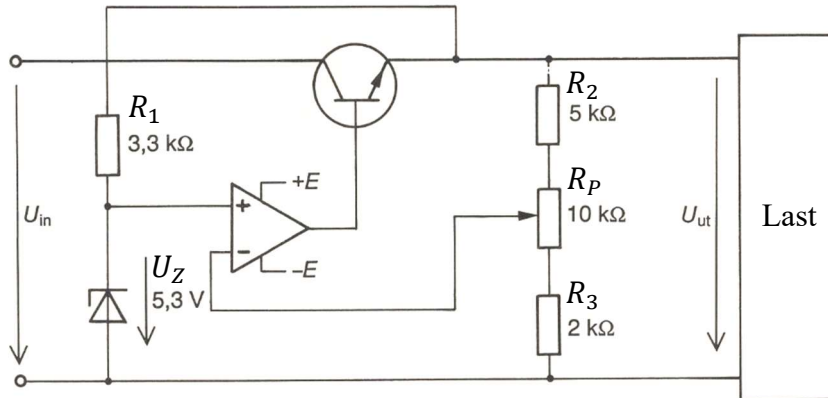


52. En strömförsörjningsenhet som omvandlar nätspänning till likspänning är uppbyggd enligt schemat nedan. Nätspänningen ges av uttrycket  $u(t) = 230\sqrt{2} \sin(100\pi t)$  V.



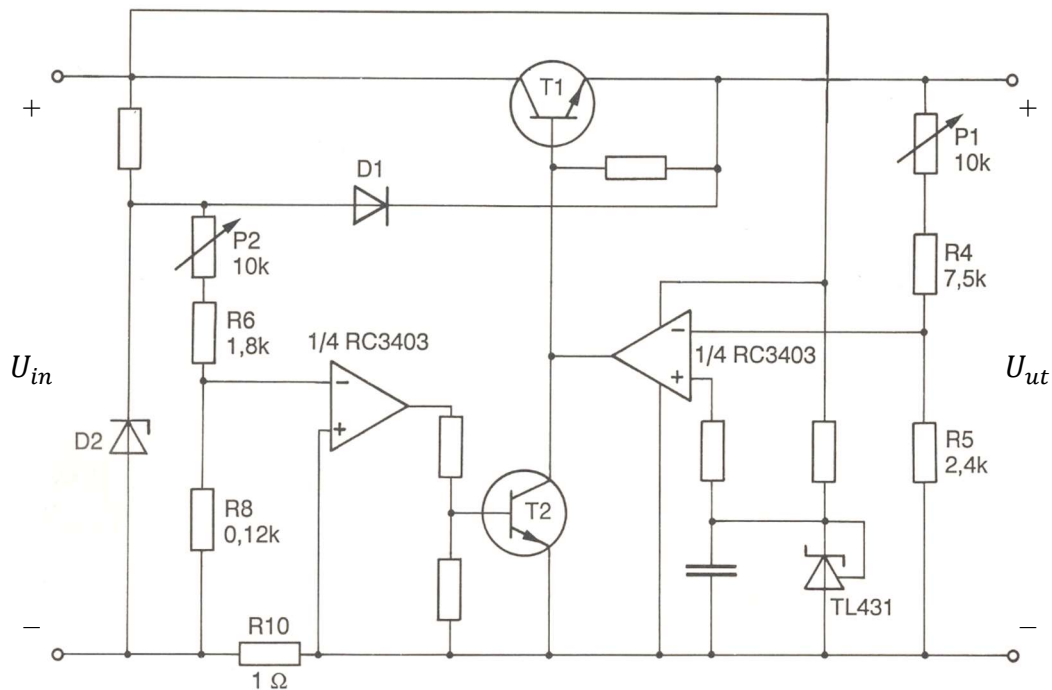
- Vilken omsättning  $N_1 / N_2$  måste transformatorn ha, för att spänningen över glättningskondensatorn  $C$  skall bli cirka 8,0 V? När likriktardioderna leder är deras framspänningsfall 0,70 V.
- Vilken utspänning  $U_{UT}$  får man ut om enheten inte överbelastas? För transistorn gäller att strömförstärkningsfaktorn  $h_{FE} = 99$  och  $U_{BE} = 0,70$  V.
- Zenerdioden förlorar sin spänningsstabiliserande funktion om  $I_Z$  understiger 10 mA. Vilken är den maximala strömmen  $I_{UTmax}$  som kan tas ut, utan att  $U_{UT}$  sjunker?

53. Schemat nedan visar en serieregulator med kontinuerligt varierbar utspänning.



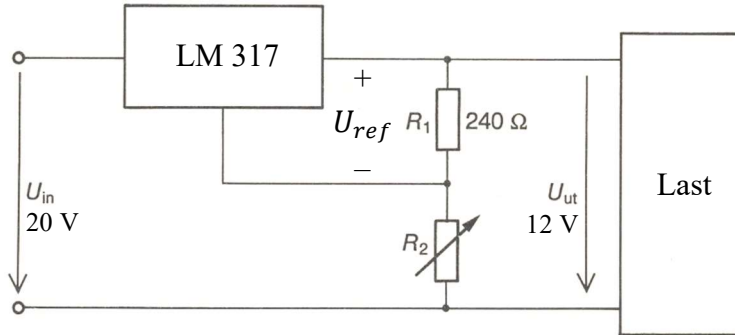
- Beräkna inställningsområdet, d v s  $U_{utmax}$  till  $U_{utmin}$ .
- Ange ett rimligt minimivärde på  $U_{in}$  så att hela inställningsområdet kan utnyttjas.
- Beräkna maximal effektförlust i zenerdioden.
- Beräkna maximal effektförlust i transistorn om uttagen ström är 0,25 A. Antag att  $U_{in}$  är 46 V.
- Ange varför det är olämpligt att utelämna 2 kΩ-resistorn.
- Vad händer om man råkar förväxla ingångarna på op:n?

54. Schemat visar en serieregulator med strömbegränsningsfunktion.



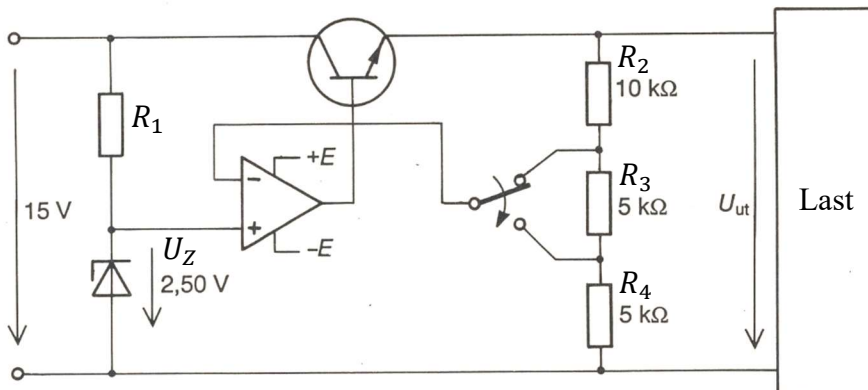
- Inom vilka gränser kan  $U_{ut}$  ställas in om referensspänningen för TL431 är 2,5 V?
- Zenerspänningen för D2 är 10 V. Inom vilka gränser kan strömbegränsningen ställas?
- Vilken funktion har D1?

55. En trebensregulator LM 317 med TO-220-kapsel (T-kapsel) används för att ge en stabil utspänning av god kvalitet.



Använd databladet på nästa sida för att lösa följande uppgifter.

- Vilket värde skall ställas in på  $R_2$ ?
  - Är det möjligt att öka strömuttaget till 1,5 A?
  - Antag att inspänningen har en överlagrad brumspänning med topp-till-toppvärdet 0,50 V. Till vilket värde reduceras brumspänningen i denna koppling?
56. Schemat nedan visar en serieregulator med omkopplingsbar utspänning.
- Vilka två utspänningar kan ställas in?
  - Beräkna maximal effektförlust i transistorn då uttagen ström är 0,5 A.



# Operationsförstärkare LM 117, 217, 317

## absolute maximum ratings

Power Dissipation	Internally limited
Input–Output Voltage Differential	40V
Operating Junction Temperature Range	
LM117	–55°C to +150°C
LM217	–25°C to +150°C
LM317	0°C to +125°C
Storage Temperature	–65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

## electrical characteristics (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	LM117/217			LM317			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Line Regulation	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , (Note 2)		0.01	0.02		0.01	0.04	%/V
Load Regulation	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $10\text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq I_{\text{MAX}}$ $V_{\text{OUT}} \leq 5\text{V}$ , (Note 2) $V_{\text{OUT}} \geq 5\text{V}$ , (Note 2)		5	15		5	25	mV
			0.1	0.3		0.1	0.5	%
Adjustment Pin Current			50	100		50	100	$\mu\text{A}$
Adjustment Pin Current Change	$10\text{ mA} \leq I_L \leq I_{\text{MAX}}$ $2.5\text{V} \leq (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}) \leq 40\text{V}$		0.2	5		0.2	5	$\mu\text{A}$
Reference Voltage	$3 \leq (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}) \leq 40\text{V}$ , (Note 3) $10\text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq I_{\text{MAX}}$ , $P \leq P_{\text{MAX}}$	1.20	1.25	1.30	1.20	1.25	1.30	V
Line Regulation	$10\text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq I_{\text{MAX}}$ , (Note 2)		0.02	0.05		0.02	0.07	%/V
Load Regulation	$10\text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq I_{\text{MAX}}$ , (Note 2) $V_{\text{OUT}} \leq 5\text{V}$ $V_{\text{OUT}} \geq 5\text{V}$		20	50		20	70	mV
			0.3	1		0.3	1.5	%
Temperature Stability	$T_{\text{MIN}} \leq T_j \leq T_{\text{MAX}}$		1			1		%
Minimum Load Current	$V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 40\text{V}$		3.5	5		3.5	10	mA
Current Limit	$V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \leq 15\text{V}$ K and T Package H Package $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 40\text{V}$ K and T Package H Package		1.5	2.2		1.5	2.2	A
			0.5	0.8		0.5	0.8	A
				0.4			0.4	A
				0.07			0.07	A
RMS Output Noise, % of $V_{\text{OUT}}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $10\text{ Hz} \leq f \leq 10\text{ kHz}$		0.003			0.003		%
Ripple Rejection Ratio	$V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$ , $f = 120\text{ Hz}$ $C_{\text{ADJ}} = 10\mu\text{F}$		65			65		dB
			66	80		66	80	dB
Long-Term Stability	$T_A = 125^\circ\text{C}$		0.3	1		0.3	1	%
Thermal Resistance, Junction to Case	H Package		12	15		12	15	$^\circ\text{C/W}$
	K Package		2.3	3		2.3	3	$^\circ\text{C/W}$
	T Package					5		$^\circ\text{C/W}$

**Note 1:** Unless otherwise specified, these specifications apply  $-55^\circ\text{C} \leq T_j \leq +150^\circ\text{C}$  for the LM117,  $-25^\circ\text{C} \leq T_j \leq +150^\circ\text{C}$  for the LM217 and  $0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$  for the LM317;  $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$  and  $I_{\text{OUT}} = 0.1\text{A}$  for the TO-5 package and  $I_{\text{OUT}} = 0.5\text{A}$  for the TO-3 package and TO-220 package. Although power dissipation is internally limited, these specifications are applicable for power dissipations of 2W for the TO-5 and 20W for the TO-3 and TO-220.  $I_{\text{MAX}}$  is 1.5A for the TO-3 and TO-220 package and 0.5A for the TO-5 package.

**Note 2:** Regulation is measured at constant junction temperature. Changes in output voltage due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Note 3:** Selected devices with tightend tolerance reference voltage available.

# Facit

- $I_1 = \frac{E_1}{R_1} = 0.3 \text{ A}$  ,  $I_2 = \frac{E_1}{R_2 + R_3} = 0.2 \text{ A}$
- KCL ger:  $I_1 - I_2 - I_3 = 0 \Rightarrow I_3 = I_1 - I_2 = 5 \text{ mA}$
- $I_1 = \frac{-E_1}{R_1}$  (Referensriktningen för spänningen över  $R_1$  är omvänd mot strömmen.)
- $U_1 = -I_1 \cdot R_1 = -2.2 \text{ V}$  ,  $U_2 = I_1 \cdot R_2 = 0.24 \text{ V}$   
KVL medsols från vänstra änden av  $R_1$  ger:  $-U_3 - U_2 + U_1 = 0 \Rightarrow U_3 = U_1 - U_2$
- $R_x = R_5 // R_6 + R_4 + R_7$  ,  $R_y = R_3 // R_x + R_2$  ,  $R_{AB} = R_y // R_1$  .  
Eller i ett enda uttryck:  $R_{AB} = ((R_5 // R_6 + R_4 + R_7) // R_3 + R_2) // R_1 = 7.0 \text{ k}\Omega$
- $I_3$  : Om strömmen genom  $R_2$  kan bestämmas, kan  $I_3$  bestämmas med strömdelningslagen:  
 $R_s = (R_3 // R_4) + R_2$  ,  $I_{R_2} = I_1 \frac{R_1}{R_1 + R_s} \approx 10.1 \text{ mA}$   
Och slutligen:  $I_3 = I_{R_2} \frac{R_4}{R_4 + R_3} \approx 7.7 \text{ mA}$   
 $U_{ABO}$  : Observera att  $I_{R_5} = 0$  , vilket medför att  $U_{R_5} = 0$  och därmed är  $U_{ABO} = I_3 \cdot R_3 = 36 \text{ V}$  .
- 40 V
- 27 mA
- a) 3,2 A    b) 56 V
- $I_1 = 2,8 \text{ A}$ ;  $I_2 = 1,2 \text{ A}$
- 0,50 A
- 2,0 A
- 1,0 A
- 22  $\Omega$  eller 134  $\Omega$
- a)  $E_i = 6,27 \text{ V}$ ;  $R_i = 12,7 \Omega$   
a)  $I_0 = 494 \text{ mA}$ ;  $R_i = 12,7 \Omega$
- 2,0 A
- 35 V
- $P_0 = 4,0 \text{ W}$ ;  $P_E = 1,0 \text{ W}$

19.  $P_{MAX} = 0,76 \text{ W}; R = 9,3 \Omega$

20.  $18 \Omega$

21.  $92 \text{ mW}$

22.  $I_1 = 2,8 \text{ A}; I_2 = 1,2 \text{ A}$

23.  $8,85 \text{ A}; -45,0^\circ$

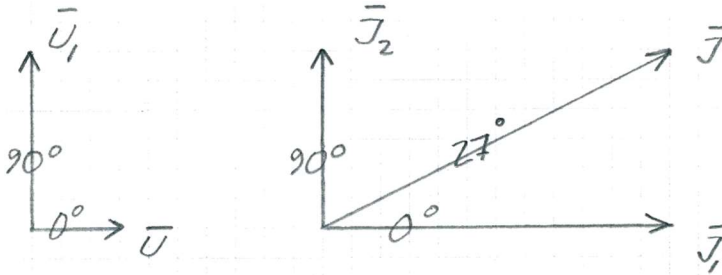
24.  $19,7 \text{ A}; 26,6^\circ$

25.  $i(t) \approx 0,45\sqrt{2} \sin(1000t + 27^\circ) \text{ A}$

$$i_1(t) \approx 0,40\sqrt{2} \sin(1000t) \text{ A}$$

$$i_2(t) \approx 0,20\sqrt{2} \sin(1000t + 90^\circ) \text{ A}$$

$$u_1(t) \approx 20\sqrt{2} \sin(1000t + 90^\circ) \text{ V}$$



26.  $141 \text{ V}; 45,0^\circ$

27. a)  $8,8\sqrt{2} + j4,4\sqrt{2} \text{ A}; 9,8\sqrt{2} \cdot e^{j27^\circ} \text{ A}$

b)  $90^\circ$

28.  $u_3(t) \approx 56 \sin(\omega t - 64^\circ) \text{ V}$

29. a)  $u(t) = 50\sqrt{2} \sin(1000t + 37^\circ) \text{ V}$

$$i_1(t) \approx 1,3\sqrt{2} \sin(1000t + 127^\circ) \text{ A}$$

$$i_0(t) \approx 2,1\sqrt{2} \sin(1000t + 110^\circ) \text{ A}$$

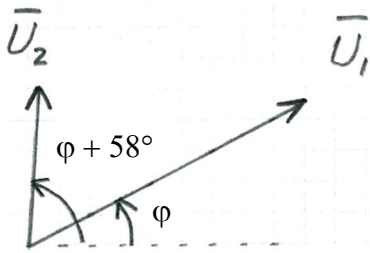
b)  $u(t) = 50\sqrt{2} \sin(1000t + 37^\circ) \text{ V}$

$$i_1(t) \approx 1,3\sqrt{2} \sin(1000t - 53^\circ) \text{ A}$$

$$i_0(t) \approx 0,75\sqrt{2} \sin(1000t) \text{ A}$$

30.  $i(t) \approx 1,0 + 0,22\sqrt{2} \sin(1000t - 27^\circ) \text{ A}$

31.  $U_2 = 5,3 \text{ V}$ ;  $u_2$  ligger  $58^\circ$  före  $u_1$ .



32.  $i(t) = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ mA}$

33.  $P \approx 0,56 \text{ W}$ ;  $Q \approx 5,5 \text{ VAr}$

34.  $0,80 \text{ kW}$

35.  $1,0 \text{ W}$

36.  $I = 20 \text{ A}$ ;  $P = 1,6 \text{ kW}$ ;  $Q = 1,2 \text{ kVAr}$ ;  $S = 2,0 \text{ kVA}$

37.  $60 \text{ W}$

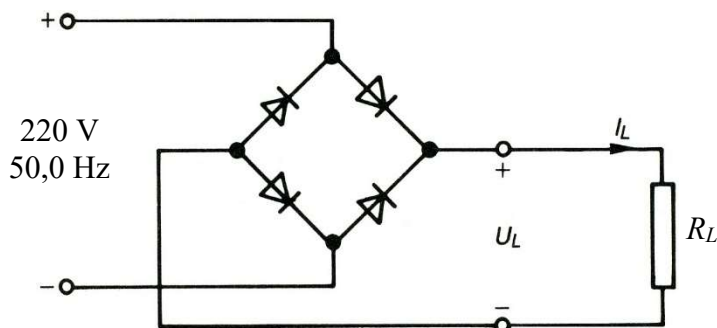
38. a Nedsidans spänning:  $U_2 = U_1 \cdot \frac{1}{k}$  där  $k = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$   
 $U_2 = 230 \text{ V} \cdot \frac{24}{240} = 23 \text{ V}$

b  $I_2 = \frac{U_2}{k}$        $I_2 = \frac{23 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,23 \text{ A}$   
 $I_1 = \frac{I_2}{k}$        $I_1 = 0,23 \text{ A} \cdot \frac{24}{240} = 0,023 \text{ A} = 23 \text{ mA}$

c  $Z_1 = \frac{U_1}{I_1} = k^2 \cdot R \Rightarrow Z_1 = \frac{230 \text{ V}}{0,023 \text{ A}} = 10000 \Omega = 10 \text{ k}\Omega$

39.  $1,7 \text{ A}$

40.  $U_L = 198 \text{ V}$ ;  $I_L = 19,8 \text{ A}$



41. a 12 V  
 b  $R = \frac{U_{in} - U_Z}{I_{max}} = 16 \Omega$   
 c  $P_R = I^2 \cdot R = 4 \text{ W}$   
 d När uttagen ström är 0 A (x = 0%)  
 e  $P_Z = U_Z \cdot I_{Zmax} = 6 \text{ W}$

42.  $R = 0,10 \text{ k}\Omega ; I_Z = 10 \text{ mA}$

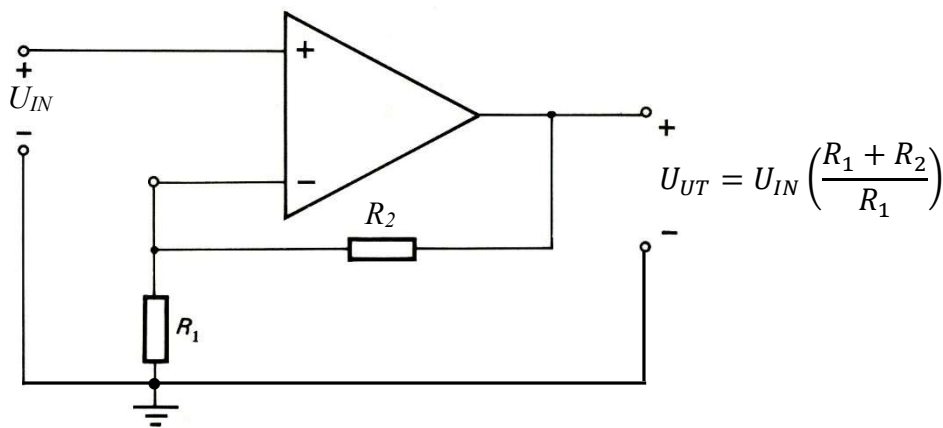
43. a Nominella strömmen på  
 uppsidan  $I_{1n} = \frac{S_n}{U_{21n}}$   
 $I_{1n} = \frac{80 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 0,35 \text{ A}$   
 nedsidan  $I_{2n} = \frac{80 \text{ VA}}{30 \text{ V}} = 2,7 \text{ A}$   
 b Uppsidan: arean = 0,12 mm<sup>2</sup>  
 Nedsidan: arean = 0,90 mm<sup>2</sup>

44. 133 eller 30

45. 30  $\Omega$

46.  $R \approx 13 \text{ k}\Omega ; U_{IN} > 2,8 \text{ V}$

47.



$U_{UT} = 5,0 \text{ V}$  om  $U_{IN} = 50 \text{ mV} \Rightarrow$  Välj exempelvis  $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$  och  $R_2 = 99 \text{ k}\Omega$

48. 3,0 V

49. a 6,2 V  
 b 6,7 V (6,2 V +  $U_{CEmin}$ )  
 c 6,9 V (6,2 V + 0,7 V)



50. Transistorn bottenar för  $U > 8,3 \text{ V}$  och upphör att leda för  $U < 0,70 \text{ V}$

51.  $-7,0$

52. a) 35 b) 4,9 V c) 1,0 A

53. a 45 V  $-7,5 \text{ V}$

b 46 V (45 V + 0,5 V)

c  $5,3 \text{ V} \cdot \frac{45 \text{ V} - 5,3 \text{ V}}{3,3 \text{ k}\Omega} = 64 \text{ mW}$

d  $0,25 \text{ A} \cdot (46 \text{ V} - 7,5 \text{ V}) = 9,6 \text{ W}$

e När potentiometern ställs i sitt nedersta läge (= läget för max utspänning) kommer op:n att bottena och reglerfunktionen att upphöra.

f Transistorn strypps

54. a  $2,5 \text{ V} = U_{\text{ut}} \cdot \frac{2,4 \text{ k}\Omega}{2,4 \text{ k}\Omega + 7,5 \text{ k}\Omega + P1}$

$P1 = 0$  ger  $U_{\text{ut}} = 10,3 \text{ V}$

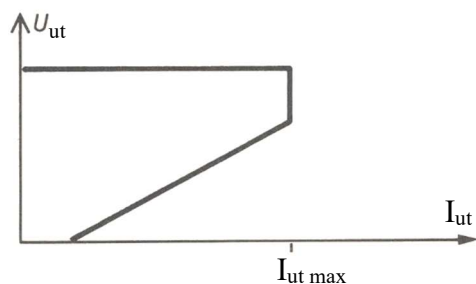
$P1 = 10 \text{ k}\Omega$  ger  $U_{\text{ut}} = 20,7 \text{ V}$

b  $U_{R8} = U_Z \cdot \frac{R_8}{P2 + R_6 + R_8}$ ;  $U_{R1} = U_{R8}$ ;  $I_{\text{ut}} = \frac{U_{R10}}{R_{10}}$

$P2 = 0$  ger  $I_{\text{ut}} = 625 \text{ mA}$

$P2 = 10 \text{ k}\Omega$  ger  $I_{\text{ut}} = 101 \text{ mA}$

c "Semi Foldback": Då strömgränsfunktionen slår till, börjar T1 stryppas. Först hålls strömmen konstant och  $U_{\text{ut}}$  sjunker tills dioden D1 börjar leda. Detta sker då  $U_{\text{ut}} = U_Z - 0,7 \text{ V}$ . T1 strypps helt och strömmen stängs av.



55. a  $1,25 \text{ V} = \frac{12 \text{ V} \cdot 240 \Omega}{R_2 + 240 \Omega}$  ger  $R_2 = 2064 \Omega$ . Välj t ex 5 k $\Omega$ :s pot.

b Ja, databladet anger "Current Limit" då  $U_{\text{in}} - U_{\text{ut}} < 15 \text{ V}$  till 2,2 A (min 1,5 A). Gäller K och T kapsel

c Topp-till-toppspänningen blir cirka 0,3 mV.  
Ripple Rejection Ratio = 65 dB

56. a 10 V och 5,0 V  
b  $0,5 \text{ A} \cdot (15 \text{ V} - 5 \text{ V})$  ger 5,0 W