

Tentamen (TEN1)

TMEL08 Eltekniska system

Tid: 21 augusti 2025, klockan 8–12

Sal: TER3

Lärare: Sivert Lundgren

Tentamen består av 6 uppgifter à 10 poäng fördelade på två delar. Del A omfattas av uppgift 1 – 3 och Del B av uppgift 4 – 6. För full poäng krävs att lösningarna är fullständiga och välmotiverade.

Hjälpmedel: Räknedosa och **ett** egenhändigt sammanställt A4-papper med valfritt innehåll, skrivet på båda sidor. A4-papperet är personligt och får ej överlåtas till någon annan under pågående tentamen.

Bedömningskriterium för betyg 3: Minst 12 poäng på Del A och minst 12 poäng på Del B.

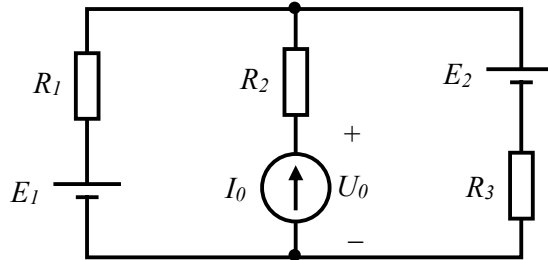
Bedömningskriterium för betyg 4: Som för betyg 3 men minst 36 poäng på hela tentamen.

Bedömningskriterium för betyg 5: Minst 48 poäng på hela tentamen.

Efter skrivtiden kommer lösningsförslag att finnas tillgängligt på kurshemsidan <https://www.isy.liu.se/edu/kurs/TMEL08/>. Visning sker senast 10 arbetsdagar efter tentamensdagen vid ISY:s studerandeexpedition där också eventuella klagomål framförs skriftligt. Om klagomålen skall kunna beaktas måste tentamen kvarstanna där.

Del A

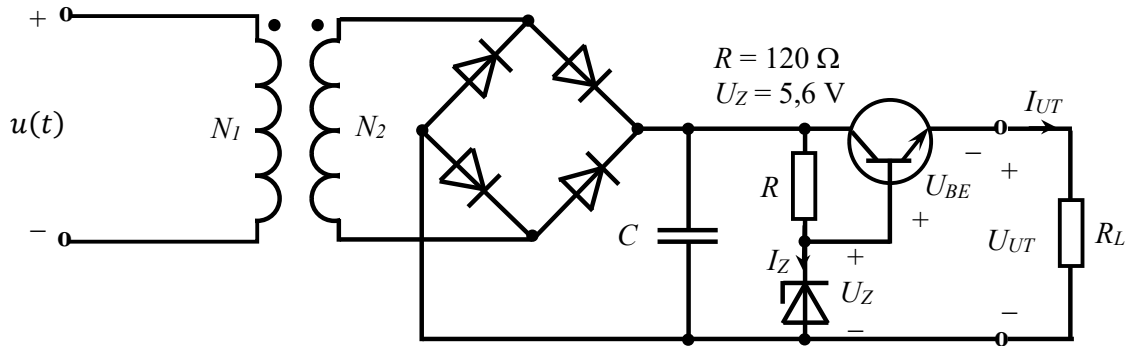
1. Beräkna spänningen U_0 som genereras av strömkällan I_0 nedan.



$$\begin{aligned} E_1 &= 25 \text{ V} \\ E_2 &= 10 \text{ V} \\ I_0 &= 5,0 \text{ mA} \\ R_1 &= 1,0 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 1,0 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1,0 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

(10 p)

2. En shuntmagnetiserad likströmsmotor är ansluten till en konstant spänning 198 V. När motorn körs i tomgång drar den 5,0 A från nätet och varvtalet blir då 985 rpm. Resistansen i rotorkretsen är $0,20 \Omega$ och i magnetiseringskretsen 198Ω . När motorn belastas med ett visst moment drar den 50 A från nätet. Man kan räkna med att flödet på grund av ankarreaktionen minskar med 3,0 % vid denna ström. Beräkna för detta fall varvtalet n , verkningsgraden η och belastningsmomentet M_a . (10 p)
3. 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.

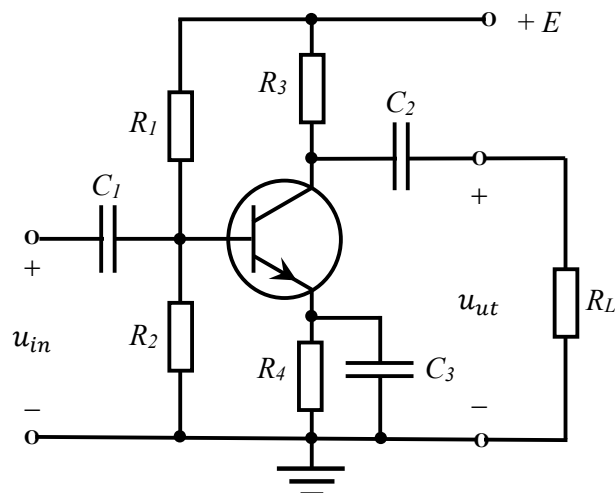


Transformatorn och likriktarbryggan är avpassade så att spänningen över glättningskondensatorn C blir 8,0 V. Kondensatorn är tillräckligt stor för att vi skall kunna betrakta spänningen över den som konstant. Framspänningsfallet för dioderna i likriktarbryggan är 0,70 V.

- a) Vilken är strömförsörjningsenhetens utspänning U_{UT} om den inte överbelastas? För transistorn gäller att strömförstärkningsfaktorn $h_{FE} = 99$ och $U_{BE} = 0,70 \text{ V}$. (3 p)
- b) Zenerdioden förlorar sin spänningsstabiliserande funktion om I_Z understiger 10 mA. Vilken är den maximala strömmen $I_{UT\max}$ som kan tas ut från strömförsörjningsenheten, utan att U_{UT} sjunker? (3 p)

- c) Bestäm R_1 och R_4 i förstärkarsteget nedan så att transistorn får vilopunkten $I_C = 4,0 \text{ mA}$ och $U_{CE} = 4,0 \text{ V}$.

(4 p)



$$\begin{aligned} E &= 20 \text{ V} \\ R_2 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 2,0 \text{ k}\Omega \\ R_L &= 4,0 \text{ k}\Omega \\ U_{BE} &= 0,70 \text{ V} \\ h_{FE} &= 100 \\ h_{11} &= 500 \Omega \\ h_{12} &\approx 0 \\ h_{21} &= 100 \\ h_{22} &\approx 0 \Omega^{-1} \end{aligned}$$

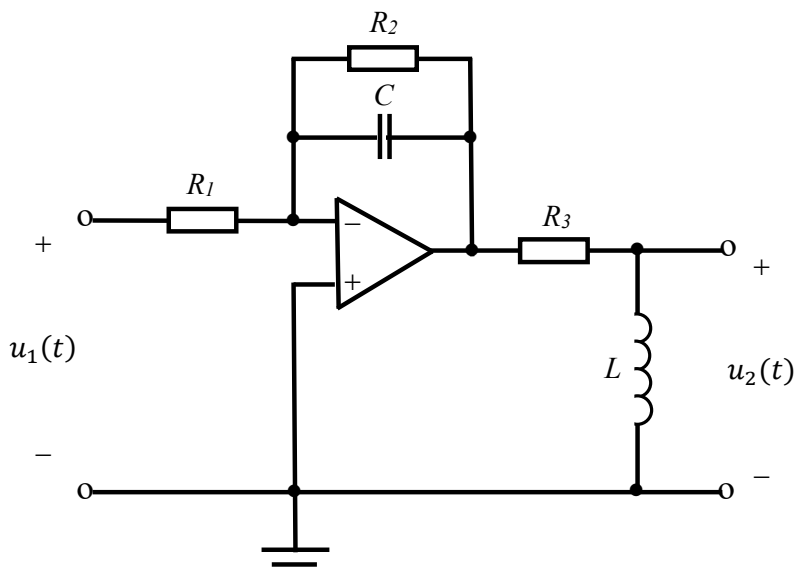
Del B

- 4a) Vilken omsättning $\frac{N_1}{N_2}$ har transformatorn i uppgift 3? Betrakta transformatorn som ideal.
- 4b) Rita ekvivalent småsignalschema och bestäm förstärkarstegets spänningsförstärkning i uppgift 3c). Kondensatorerna är tillräckligt stora för att kunna ses som kortslutningar för aktuella signalfrekvenser.

(3 p)

(7 p)

5.



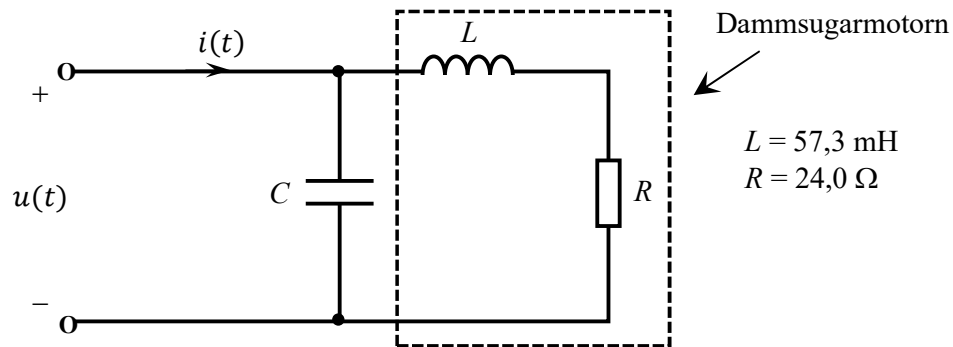
$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 100 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1,0 \text{ k}\Omega \\ L &= 0,63 \text{ H} \\ C &= 160 \text{ pF} \end{aligned}$$

- a) Ange uttrycket för förstärkningen (överföringsfunktionen). Operationsförstärkaren är ideal.
- b) Rita ett Bodediagram (endast amplitudkurvan) och bestäm övre och undre gränshäns-frekvenserna ($f_{\bar{o}}$ och f_u).

(5 p)

(5 p)

6. En tillverkare vill faskompensera en dammsugare så att den reaktiva effekten försvinner och strömförbrukningen blir minimal. Detta sker genom att parallellkoppla dammsugarmotorn (L i serie med R i figuren nedan) med en kondensator C . Dammsugaren ansluts till ett vanligt vägguttag med spänningen $u(t) = 230\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ V.



- Bestäm strömmen $i(t)$ innan dammsugaren faskompenseras. (2 p)
- Beräkna dammsugarens aktiva, reaktiva och skenbara effekt innan faskompensering. (3 p)
- Beräkna värdet på C så att den reaktiva effekten försvinner. (3 p)
- Bestäm strömmen $i(t)$ efter faskompensering. (2 p)