

Tentamen (TEN1)

TMEL08 Eltekniska system

Tid: 13 januari 2023, klockan 14–18

Plats: TER1, U14

Lärare: Sivert Lundgren

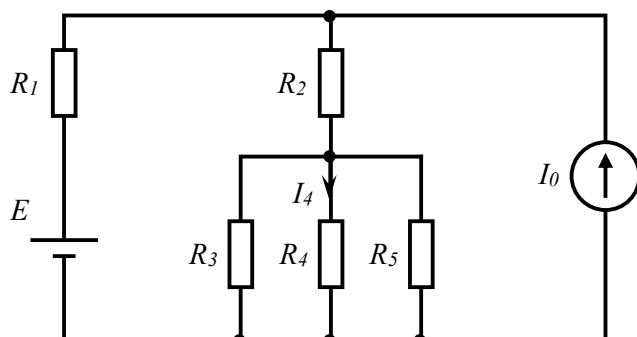
Tentamen består av 6 problem à 10 poäng. För full poäng krävs att lösningarna är fullständiga och välmotiverade.

Hjälpmedel: Räknedosa, Laplace-transformer som bifogas längst bak i tentamen samt 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.

Betygsgränser: 0-26 poäng – UK
27-38 poäng – 3
39-48 poäng – 4
49-60 poäng – 5

Efter skrivtiden kommer lösningsförslag att finnas tillgängligt på kurshemsidan. Visning sker senast 10 arbetsdagar efter tentamensdagen vid ISY:s studerandeexpedition där också eventuella klagomål framförs skriftligt. Om klagomålen skall kunna beaktas måste tentan lämnas kvar där.

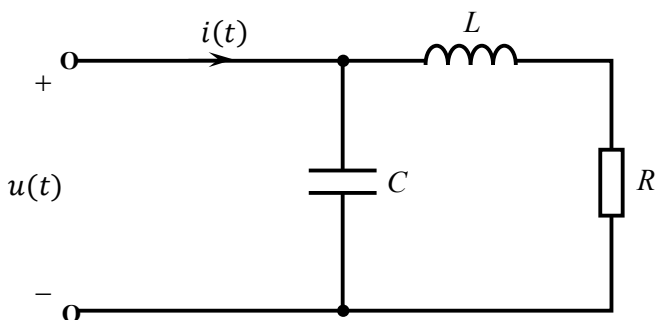
1. Beräkna strömmen I_4 .



$$\begin{aligned} E &= 12 \text{ V} \\ I_0 &= 12 \text{ mA} \\ R_1 &= 1,0 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 1,0 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 6,0 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 4,0 \text{ k}\Omega \\ R_5 &= 12 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

(10 p)

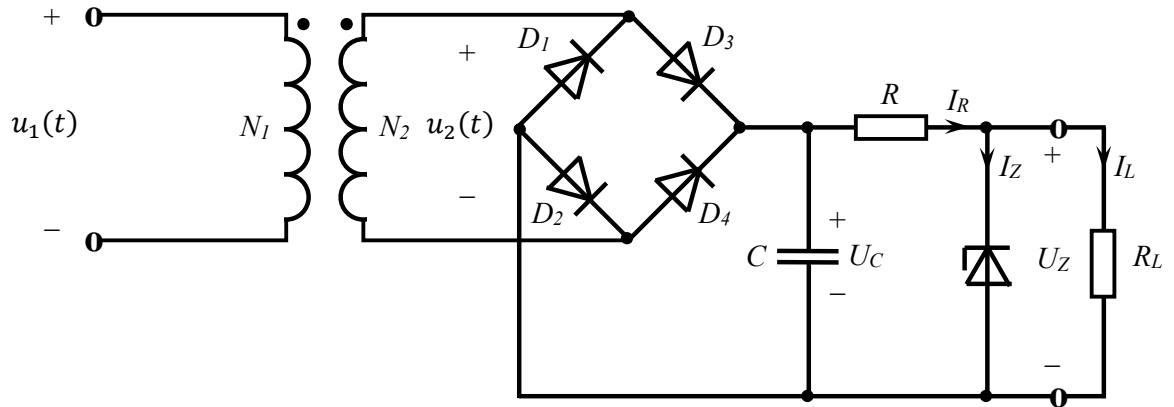
2. En tillverkare vill faskompensera en dammsugare så att den reaktiva effekten försvinner och strömförbrukningen blir minimal. Detta sker genom att parallellkoppla dammsugarmotorn (L i serie med R i figuren nedan) med en kondensator C . Dammsugaren ansluts till ett vanligt vägguttag med spänningen $u(t)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



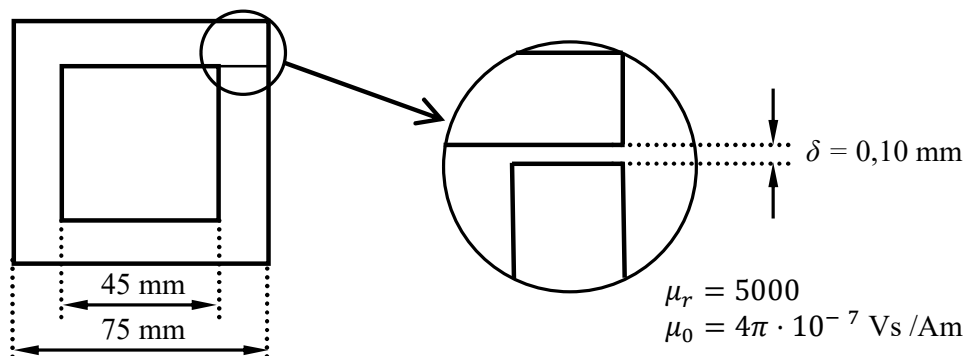
$$\begin{aligned} L &= 57,3 \text{ mH} \\ R &= 24,0 \Omega \end{aligned}$$

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

3. Nedanstående koppling matas med nätspanningen $u_1(t) = 230\sqrt{2} \sin(100\pi t)$ V.



- a) Bestäm lindningsvarvtalet N_2 på transformatorn så att spänningen på dess sekundärsida blir $u_2(t) = 20 \sin(100\pi t)$ V. Transformatorn får betraktas som ideal. Primärsidan har lindningsvarvtalet $N_1 = 1500$. (2 p)
- b) Kopplingen matar en last R_L som förbrukar en maxström $I_L = 500$ mA. Det innebär att R inte får vara för stor utan att lasten garanterat kan få 500 mA samtidigt som zenerspänningen U_Z håller sig konstant. U_Z är konstant så länge zenerströmmen I_Z inte underskrider 100 mA. Men å andra sidan om R_L kopplas bort och R har för lågt värde kommer I_Z att öka kraftigt med risk för att zenerdioden bränns sönder. Enligt fabrikanter är zenerdiodens maxeffekt $P_{Zmax} = 10$ W. Mellan vilka värden kan R väljas om $U_Z = 12$ V? Likriktardiodernas framspänningsfall är 0,70 V. (4 p)
- c) Vid ett tillfälle fungerar kopplingen dåligt beroende på att ett luftgap δ uppkommit i transformatorns järnkärna, se figur nedan.



Järnkärnans tvärsnittsarea är kvadratisk. Med hur många procent minskar det magnetiska flödet i järnkärnan till följd av luftgapet? Försumma luftgapsspridningen och antag att strömstyrkan i transformatorns primärlindning är densamma före som efter luftgapets uppkomst. (4 p)

4. Kondensatorerna i förstärkarsteget nedan är tillräckligt stora för att kunna ses som kortslutningar för aktuella signalfrekvenser.

$$E = 12 \text{ V}$$

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

$$R_3 + R_4 = 390 \Omega$$

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

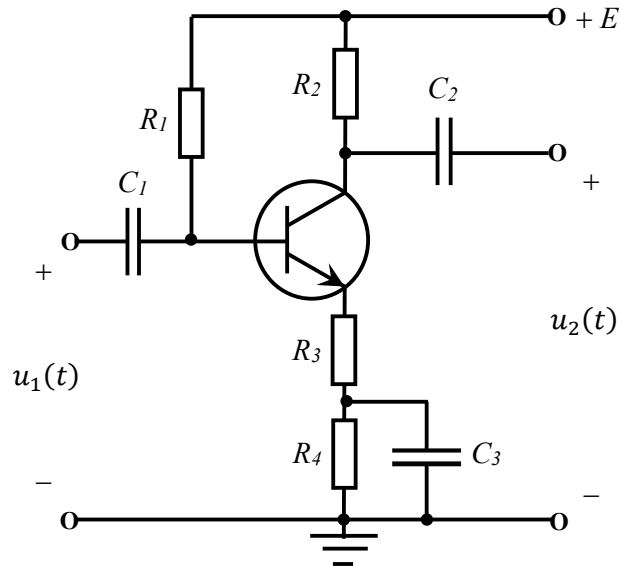
$$h_{FE} = 200$$

$$h_{11} = 2,0 \text{ k}\Omega$$

$$h_{12} \approx 0$$

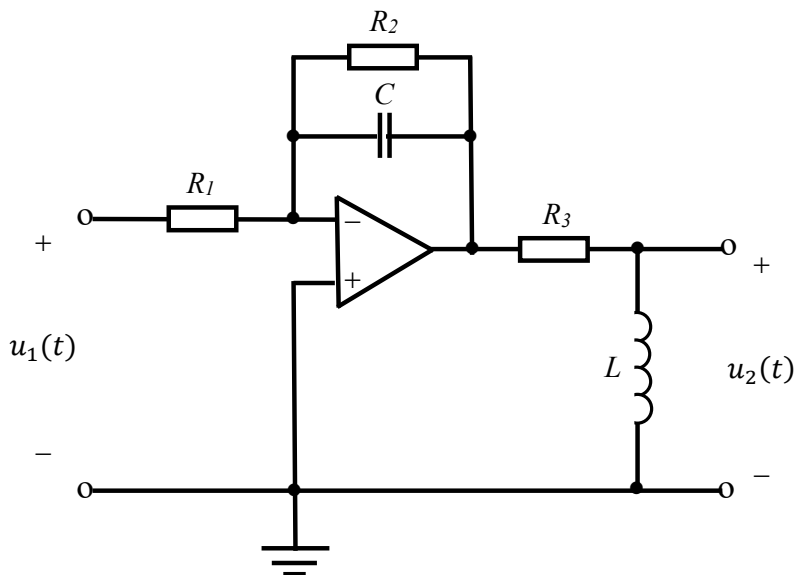
$$h_{21} = 200$$

$$h_{22} \approx 0 \Omega^{-1}$$



- a) Bestäm R_1 så att kollektorströmmen I_C blir 4,0 mA. (3 p)
- b) Hur stor blir spänningen U_{CE} mellan kollektorn och emittern då I_C är 4,0 mA? (3 p)
- c) Vilka värden ska R_3 och R_4 ha för att spänningsförstärkningen ska bli 50 ggr? (4 p)

5.



$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

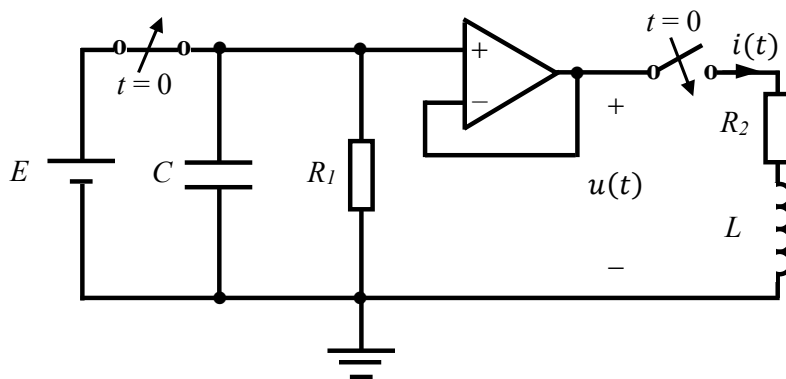
$$R_3 = 1,0 \text{ k}\Omega$$

$$L = 0,63 \text{ H}$$

$$C = 160 \text{ pF}$$

- a) Ange uttrycket för förstärkningen (överföringsfunktionen). Operationsförstärkaren är ideal. (5 p)
- b) Rita ett Bodediagram (endast amplitudkurvan) och bestäm övre och undre gränzfrequenserna ($f_{\bar{o}}$ och f_u). (5 p)

6. Stationärt tillstånd råder i kretsen nedan då $t < 0$. Bestäm $u(t)$ och $i(t)$ efter det att den vänstra brytaren öppnats och den högra stängts samtidigt vid $t = 0$. Operationsförstärkaren är ideal.



$$\begin{aligned} E &= 9,0 \text{ V} \\ C &= 10 \text{ } \mu\text{F} \\ L &= 200 \text{ mH} \\ R_1 &= 1,0 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

(10 p)

Laplacetransformer

Formler:

$$F(s)$$

$$F(s-a)$$

$$e^{-as} \cdot F(s)$$

$$\frac{1}{s} \cdot F(s)$$

$$s \cdot F(s) - f(0)$$

$$s^n \cdot F(s) - s^{n-1} \cdot f(0) - \dots - f^{(n-1)}(0)$$

$$\frac{dF(s)}{ds}$$

$$\int_s^\infty F(p) dp$$

Funktioner:

$$1$$

$$\frac{1}{s}$$

$$\frac{1}{s^n}$$

$$\frac{1}{s+a}$$

$$\frac{s}{s^2+b^2}$$

$$\frac{b}{s^2+b^2}$$

$$\frac{s+a}{(s+a)^2+b^2}$$

$$\frac{b}{(s+a)^2+b^2}$$

$$\frac{s+a}{(s+a)^2-b^2}$$

$$\frac{b}{(s+a)^2-b^2}$$

$$f(t)$$

$$e^{at} \cdot f(t)$$

$$\sigma(t-a)f(t-a)$$

$$\int_0^t f(\tau) d\tau$$

$$f'(t)$$

$$f^{(n)}(t)$$

$$-t \cdot f(t)$$

$$\frac{f(t)}{t}$$

$$\delta(t)$$

$$\sigma(t)$$

$$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!}$$

$$e^{-at}$$

$$\cos(bt)$$

$$\sin(bt)$$

$$e^{-at} \cdot \cos(bt)$$

$$e^{-at} \cdot \sin(bt)$$

$$e^{-at} \cdot \cosh(bt)$$

$$e^{-at} \cdot \sinh(bt)$$