



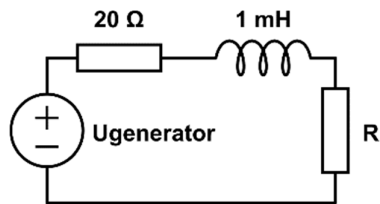
# CHALMERS

## TENTAMEN

<b>KURSNAMN</b>	<b>Ellära och elektronik</b>
<b>PROGRAM</b>	<b>Elektroteknik, 180 hp Årskurs 2 / Läsperiod 1</b>
<b>KURSBETECKNING</b>	<b>SEE 035</b>
<b>EXAMINATOR</b>	<b>Arto Heikkilä</b>
<b>TID FÖR TENTAMEN</b>	<b>28 oktober 2019, kl. 08.30-12.30</b>
<b>HJÄLPMEDEL</b>	<b>Chalmersgodkänd räknare och till tentamenstesens bifogade formelblad</b>
<b>ANSV LÄRARE</b>	<b>Arto Heikkilä Tel. 031-772 5723, mob. 073-028 4378 Besöker tentamen ca kl. 10 och 11.30</b>
<b>DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning</b>	<b>Resultaten skickas till inrapportering senast 2019-11-18. Tidpunkt för frågor angående rättning meddelas via kurshemsidan för SEE035.</b>
<b>ÖVRIG INFORMATION</b>	<b>Betygsgränser: betyg 3: 16 p, betyg 4: 24 p, betyg 5: 32 p. Maximalt kan 40 poäng uppnås på denna tentamen.</b>
	<b>Kom ihåg: Hela beräkningsgången skall redovisas och använda formler skall motiveras (det räcker <i>inte</i> med att <i>enbart</i> skriva ett svar). Vid grafitning skall axlar graderas och enheter sättas ut. Var vänlig och skriv tydligt och rita tydliga figurer! Skriv tentamenskoden på varje blad som du lämnar in. Behandla inte två eller flera uppgifter på ett och samma blad.</b>

**TÄNK PÅ ATT I SAMTLIGA UPPGIFTER VISA HELA  
LÖSNINGSGÅNGEN OCH MOTIVERA DINA LÖSNINGAR/SVAR**

1. **Delfrågorna i denna uppgift är oberoende av varandra.**
- a) Skissera ström-spänningskaraktistiken för en zenerdiod. Markera in en typisk vilopunkt vid normaldrift. Ge exempel på användningsområde för zenerdioder. (2p)
- b) Förklara mekanismen bakom en ideal kondensators förmåga att "leda ström". (1p)
- c) Förklara orsaken till att impedansen för en icke-ideal induktor börjar minska när frekvensen är tillräckligt hög. (1p)
- d) Ett slutet, icke-ledande, område innehåller tre punktladdningar:  $+1,0 \text{ nC}$ ,  $-4,0 \text{ nC}$  respektive  $+5,0 \text{ nC}$ . Hur stort är det elektriska flödet genom områdets begränsningsyta? Är flödet riktat ut ur eller in i området? (2p)
2. Välj  $R$  så att maximal effekt utvecklas i den. Beräkna den maximala effekten.  
 $U_{generator}(t) = 4,0 \sin(30\,000 t)$  volt. (3p)



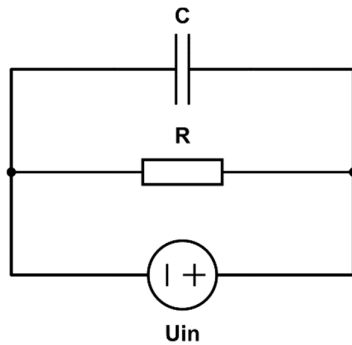
3. En operationsförstärkare (OP) ska användas i en *icke-inverterande* förstärkarkoppling med spänningsförstärkningen  $32 \text{ dB}$ . Förstärkaren ska kunna korrekt hantera insignalen:  $u_{in}(t) = 0,2 \sin(1,5 \cdot 10^4 \cdot t) + 0,1 \sin(6,0 \cdot 10^5 \cdot t) \text{ V}$ . Utsignalen ska inte heller ha en eventuell likspänningsnivå på mer än  $0,5 \text{ V}$ . Utred vilken/vilka av operationsförstärkarkretsarna nedan kan användas och rita ett Bodediagram för din färdiga krets. (3p)

	<b>OP 1</b>	<b>OP 2</b>	<b>OP 3</b>
<b>Slew rate</b>	<b>20 V/<math>\mu\text{s}</math></b>	<b>1,0 V/<math>\mu\text{s}</math></b>	<b>8,0 V/<math>\mu\text{s}</math></b>
<b>FB-produkt</b>	<b>1,0 MHz</b>	<b>10 MHz</b>	<b>5,0 MHz</b>
<b>Input offset voltage</b>	<b>&lt;2 mV</b>	<b>&lt;10 mV</b>	<b>&lt;5 mV</b>
<b>Råförstärkning</b>	<b>106 dB</b>	<b>106 dB</b>	<b>106 dB</b>
<b>Max.utspänning</b>	<b>+/- 12 V</b>	<b>+/- 15 V</b>	<b>+/- 14 V</b>

4. Studera kretsen nedan. Mätning med oscilloskop visar att amplituden hos strömmen genom resistor och spänningskälla är 3,0 mA respektive 6,0 mA. Källan är inställd på sinusformad signal med frekvensen 10 kHz.

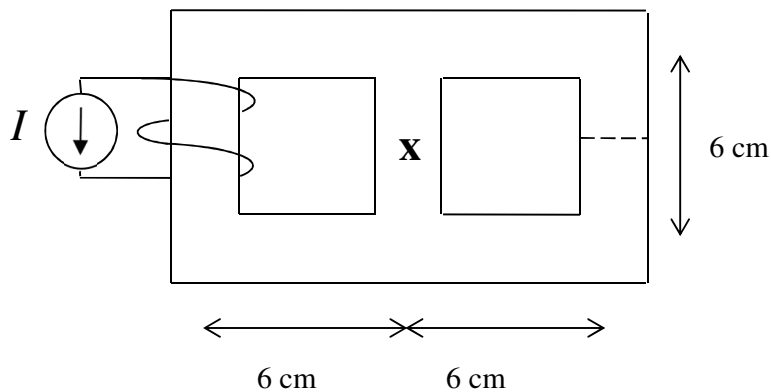
a) Hur stor är fasvridningen hos strömmen genom kondensatorn om strömmen genom resistorn används som referens? (1p)

b) Bestäm kretsens godhetstal. (2p)



5. En magnetisk krets består av en mmk-källa och en järnkärna (relativ permeabilitet  $\mu_r = 2000$ , tvärsnittsarea  $2,0 \text{ cm}^2$ , övriga mått enligt Figur). Magnetfältet alstras av en 400 varvs lindning som matas med 0,1 A likström.

Anmärkning till Figuren: Beteckningen "X" och den streckade linjen berör endast deluppgift b.

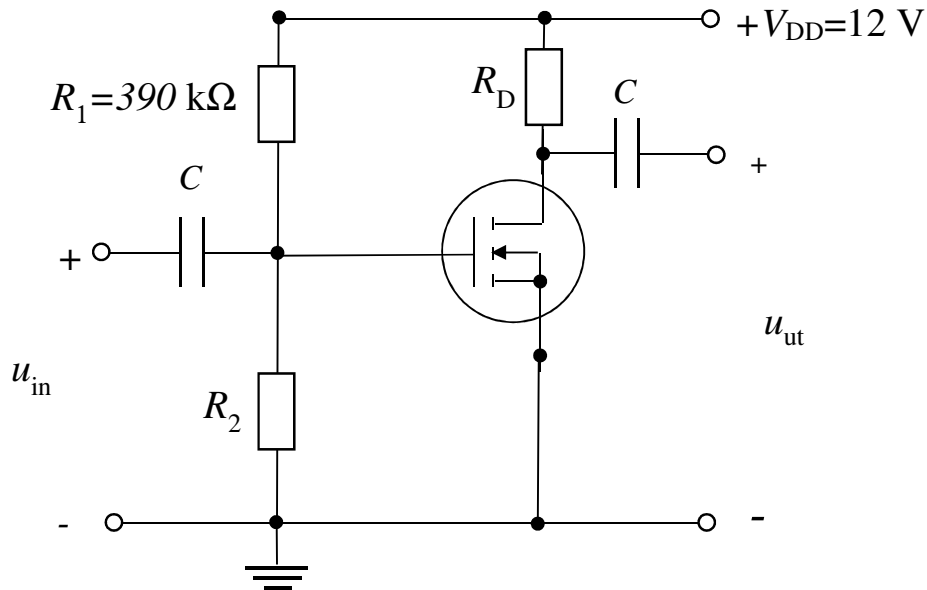


a) Bestäm magnetiska flödestätheten (riktning och storlek) genom lindningen. (2p)

b) Ett luftgap ska introduceras i kretsen längs den streckade linjen. Kommer magnetiska flödestätheten genom position X att öka, minska eller vara oförändrad? (1p)

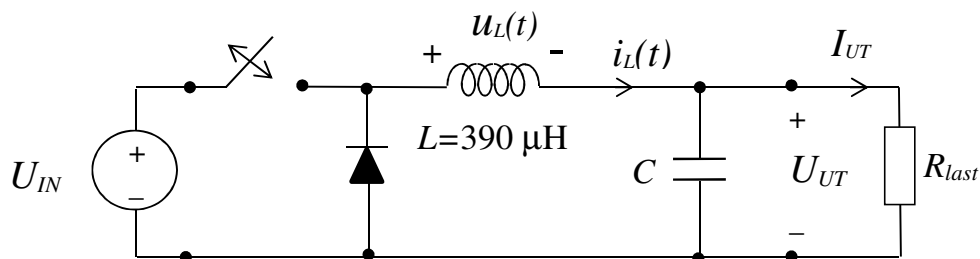
6. Ett transistorförstärkarsteg har ett krettschema enligt nedan. Transistorn har tröskelspänningen  $1,5\text{ V}$  och transkonduktansparametern  $k = 0,2\text{ A/V}^2$ . Kretsen skall uppfylla följande specifikation:

$$R_{in} > 50\text{ k}\Omega, I_{DQ} \approx 8,0\text{ mA}, U_{DSQ} \approx \frac{V_{DD}}{2}.$$



- Dimensionera resistorena  $R_2$  och  $R_D$  så att specifikationen uppfylls. (3p)
- Hur hög amplitud kan insignalen ha utan att utsignalen distorderas? (3p)
- Utred hur mycket förstärkningen förväntas variera om tröskelspänningen kan avvika  $\pm 0,1\text{ V}$  från det angivna värdet? Håll andra komponentvärden &  $U_{GSQ}$  oförändrade. Kan man vänta sig andra problem utöver en eventuell förstärkningsändring? (3p)
- Hur kan kretsen modifieras så att vilopunkten (och därmed även förstärkningen) blir mindre känslig för variationer hos transistorens parametrar? (2p)

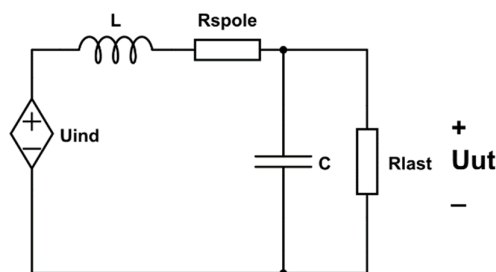
7. Studera schemat för en DC/DC-omvandlare enligt nedan. Brytaren arbetar med switchfrekvensen 60 kHz. Inspänningen och utspänningen är 30 V respektive 12 V. Lasten kan variera mellan 5  $\Omega$  och 100  $\Omega$ . Upp- och urladdning av kondensatorn ska bidra maximalt med 100 mV till utspänningsrippel.



- a) Vilka krav ställs på val av diod (hur hög ström och spänningen måste den tåla)? (2p)
- b) Dimensionera kondensatorns kapacitans. (2p)

8. Ett system för induktiv signalöverföring ska konstrueras. Sändardelen genererar ett i tid sinusformat magnetflöde (amplitud  $10^{-6}$  weber, frekvens 2,0 kHz) som genomkorsar den 200-varviga mottagarpolens öppning (4,0 cm<sup>2</sup>).

Mottagardelens beräkningsschema:



Källan  $U_{ind}$  representerar den av sändarens magnetfält över mottagarpolen inducerade spänningen,  $L \approx 0,8$  mH är mottagarens självinduktans. Spolen har en liten ekvivalent serieresistans  $R_{spole} \approx 2 \Omega$ . Lasten är höghmig,  $R_{last} \rightarrow \infty$ .

- a) Antag först att kondensatorn inte är inkopplad. Beräkna utsignalens amplitud. (2p)
- b) Anslut  $C$  och bestäm dess värde så att  $U_{ut}$  blir maximal. Hur många gånger högre  $U_{ut}$  erhålls jämfört med deluppgift a? (3p)
- c) Figuren nedan visar mottagarpolens öppning. Vid en viss tidpunkt är magnetflödet riktat enligt krysset och ökar i styrka. Skissa orienteringen hos det elektriska fältet och Poyntingvektorn precis innanför spolen. (2p)

