



CHALMERS

TENTAMEN

KURSNAMN	Ellära och elektronik
PROGRAM	Elektroteknik, 180 hp Årskurs 2 / Läsperiod 1
KURSBETECKNING	SEE 035
EXAMINATOR	Arto Heikkilä
TID FÖR TENTAMEN	3 januari 2023, kl. 8.30-12.30
HJÄLPMEDEL ANSV LÄRARE	Chalmersgodkänd räknare och till tentamenstesens bifogade formelblad Arto Heikkilä Tel. 031-772 5723, mob. 073-028 4378 Besöker tentamen ca kl. 9.30 och 11.30
DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning	Resultaten skickas till inrapportering senast 2023-01-24. Tidpunkt för frågor angående rättning meddelas via kurshemsidan för SEE035.
ÖVRIG INFORMATION	Betygsgränser: betyg 3: 16 p, betyg 4: 24 p, betyg 5: 32 p. Maximalt kan 40 poäng uppnås på denna tentamen.
	Kom ihåg: Fullständiga lösningar skall redovisas och använda formler skall motiveras (det räcker alltså <i>inte</i> med att <i>enbart</i> skriva ett svar, det leder till poängavdrag även om svaret skulle vara korrekt). Vid grafitning skall axlar graderas och storheter samt enheter sättas ut. Var vänlig och skriv tydligt och rita tydliga figurer! Lösningarna ska vara tydliga och lätta att följa. Skriv tentamenskoden på varje blad som du lämnar in.

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

1. Delfrågorna i denna uppgift är oberoende av varandra

- a) En ideal spänningskälla (amplitud 11 V, vinkelfrekvens 40000 rad/s) är ansluten till två seriekopplade impedanser Z_1 och Z_2 . Den första impedansen är $Z_1 = 150 + \frac{4 \cdot 10^6}{j\omega} \Omega$. Den andra impedansen Z_2 är en resistor (R). Bestäm värdet på R , så att maximal effektutveckling sker i denna resistor. Resultatet behöver inte beräknas. (2p)

Om Z_2 istället fick väljas fritt, skulle effekten i lasten bli högre, lägre eller lika hög (än i den resistiva lasten enligt ovan)? (1p)

- b) Ett kvadratisk område i papprets plan genomkorsas av två samriktade konstanta strömmar på 2 A respektive 3 A (båda riktade upp ur pappret). Inom området finns också två orörliga laddade kulor med +6 nC respektive -8 nC laddning. Hur stor och vilken orientering har det sammanlagda elektriska flödet respektive det sammanlagda magnetiska flödet genom en tänkt sluten yta som omsluter detta kvadratiske område? (2p)

- c) Insignalen $u(t) = 0,25 \cos(2\pi ft)$ V ska hanteras utan distorsion av en operationsförstärkare (slew rate 10 V/ μ s, FB-produkt 3 MHz) kopplad som en icke-inverterande förstärkare (spänningsförstärkning 34 dB). Hur hög frekvens kan insignalen ha? (2p)

- d) En 4,0 m lång koaxialledning med innerledarradien 0,8 mm och ytterledarradien 2,5 mm. Isoleringmaterialet mellan ledarna har relativa permittiviteten $\epsilon_r = 2,25$ och relativa permeabiliteten $\mu_r = 1,00$. Ledningen förbinder en likspänningskälla med en 50 Ω last. Effekttätheten precis innanför ytterledaren är $2,0 \cdot 10^5$ W/m².

Skissera en graf som visar hur magnetiska flödestäthetens storlek varierar med avståndet från innerledarens centrum. (3p)

2. En likströmskälla (0,6 A), en lindning (400 varv) och en järnkärna med ett luftgap utgör en magnetisk krets, se Figur 1. Järnkärnan har medelomkretsen 25 cm, tvärsnittsarean $4,5 \text{ cm}^2$ och relativa permeabiliteten 2200. Ett luftgap (vidd 1,5 mm) är placerat vid den streckade linjen. Bestäm styrkan och riktningen hos magnetiska flödestätheten i luftgapet. (3p)

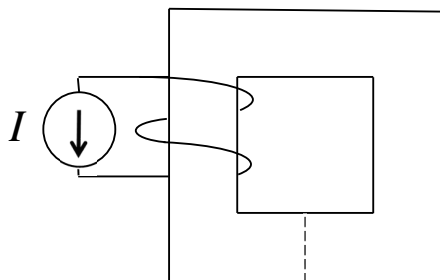


Fig. 1 "Kopplingsschema" för magnetiska kretsen i uppgift 2.

3. En sluten ledande slinga (area $0,04 \text{ m}^2$, resistans 20 ohm) är placerad i papprets plan. Slingan genomkorsas av ett magnetfält med $B(t) = B_0 \sin^2(\omega t)$ där $B_0 = 0,02 \text{ T}$, och $\omega = 10^3 \text{ rad/s}$. När magnetfältet är positivt så är det riktat rakt upp ur papprets plan. Studera den i slingan inducerade strömmens styrka (d.v.s. absolutbeloppet): Bestäm dess högsta och lägsta värde. Vilken riktning har strömmen när maxvärdet antas för första gången efter tiden noll? (4p)
4. I en kretskonstruktion har man behov av +12 V likspänningsnivå, men tillgänglig spänningskälla har +20 V som utspänning. En switchad DC/DC-omvandlare med switchfrekvensen 50 kHz används för att lösa problemet. En $330 \mu\text{H}$ induktor ingår i kretsen. Omvandlaren ansluts till en last med resistansen 30 ohm.
- Rita ett ekvivalent kretsschema för omvandlaren. (2p)
 - Rita en graf av strömmen genom induktorn som funktion av tiden. Ange i vilket intervall brytaren är sluten respektive öppen. (2p)
 - Redogör kortfattat för någon mekanism som leder till rippel hos utspänningen. (1p)

5. Kretsschemat för ett transistorförstärkarsteg visas i Fig.2.

Transistorparametrar: Bestäms från mätdata (se deluppgift a)

Komponentvärden: $R_1 = 250 \text{ k}\Omega$, $R_D = 330 \text{ }\Omega$, $R_S = 33 \text{ }\Omega$, $C_1 = C_2 = 680 \text{ nF}$

Vilopunkt: Spänningen mellan gate och source ska vara 1,91 V

Insignal: $u_{in}(t)$ är sinusformad i tid och har amplituden 0,3 V och frekvensen 12 kHz

Utsignal: $u_{ut}(t)$

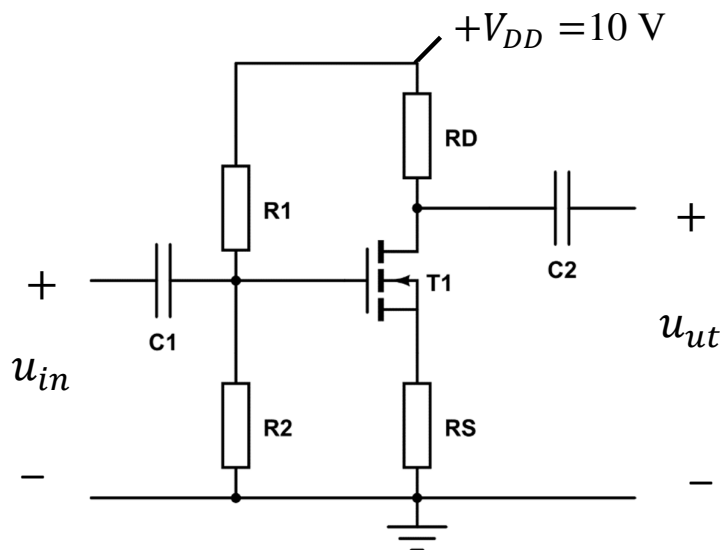


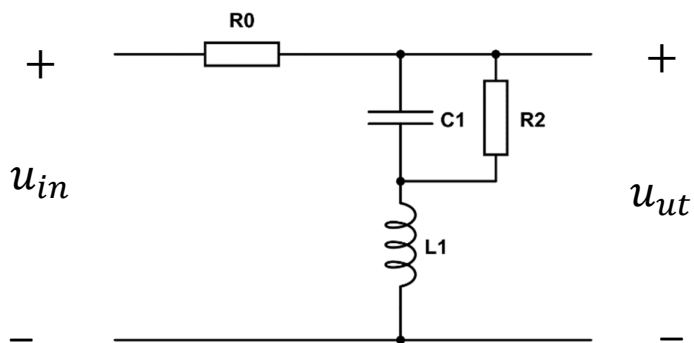
Fig. 2 Kretsschema för transistorförstärkarsteget.

- a) Innan inkoppling i kretsen i Fig.2 har man gjort en separat mätstudie av transistoren. Samhörande värden på strömmen genom drain och spänningen mellan gate och source uppmättes. Analys av mätdata ledde till följande samband:
 $\sqrt{I_D} \approx 0,316 U_{GS} - 0,474$ där I_D anges i ampere och U_{GS} i volt.

Bestäm transistorens transkonduktansparameter och tröskelspänning. (2p)

- b) Bestäm värdet på R_2 så att korrekt vilopunkt erhålls. (2p)
- c) Beräkna hur stor likströmseffekt utvecklas i själva transistoren (förlusteffekten). (2p)
- d) Beräkna förstärkarens utresistans. (1p)
- e) Skissera i samma figur grafer av u_{in} och u_{ut} som funktion av tiden. Rita två perioder. (3p)
- f) En $220 \text{ }\Omega$ lastresistor ansluts till förstärkarstegets utgång. Hur påverkas utsignalens amplitud (ökar, minskar, oförändrad)? (2p)

6. Studera följande krets.



Komponentvärden: $R_0 = 50 \Omega$, $C_1 = 100 \text{ nF}$, $L_1 = 680 \mu\text{H}$,

Insignalen (u_{in}) är en ideal växelspanningskälla inställd på amplituden 1,0 V.

- Låt $R_2 \rightarrow \infty$. Bestäm kretsens resonansfrekvens och maximala strömmen genom R_0 . Vilket typ av filter är kretsen? (3p)
- För vilka värden på R_2 fås ingen resonans? Vilken typ av filter är kretsen då? (3p)