

ELTEKNIK (LEU 460)

Övningstentor läsåret 2016/17

Tillåtna hjälpmedel:

Typgodkänd räknare

Till tentamenstesens bifogade formelblad (samma som använts under kursen)

Betygsgränser:

Betyg 3: 16-23 poäng

Betyg 4: 24-31 poäng

Betyg 5: 32-40 poäng

Bonuspoängen från laborationerna (hösten 2016) adderas till resultatet för tentamen i oktober 2016, december 2016 och augusti 2017.

Kom ihåg: Hela beräkningsgången skall redovisas och använda formler skall motiveras. Vid grafitning skall axlar graderas och enheter sättas ut. Var vänlig och skriv tydligt och rita tydliga figurer! **Se också utdelad examinationsinformation!**

Övrig information:

Lösningsförslag/svar till uppgifter kommer att finnas på kurshemsidan.

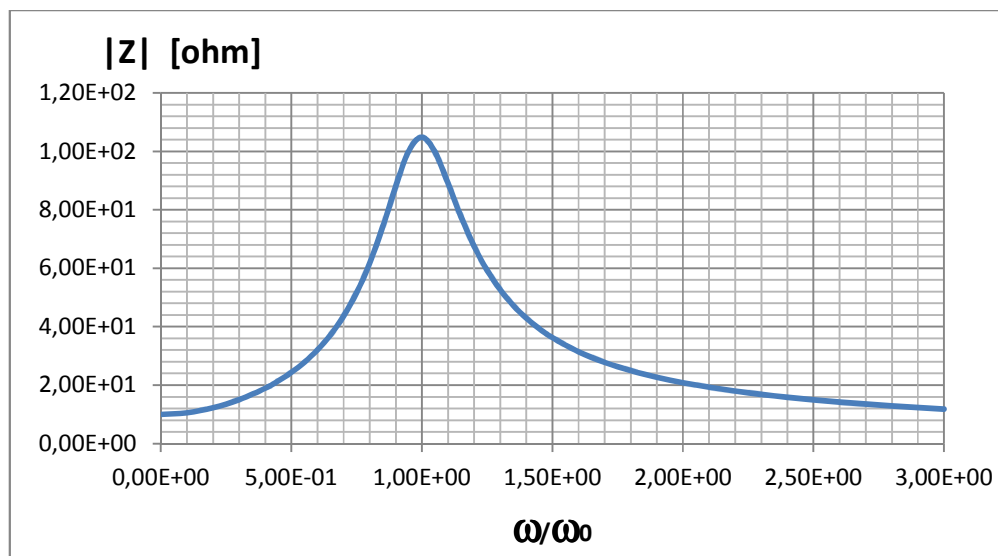
TENTAMEN 19/10-2011

1. En växelspänningskälla med toppvärdet 6,0 volt, vinkelfrekvensen 8000 rad/s och inre impedansen $Z_0 = 30 - j10 \, \Omega$ är ansluten till en lastimpedans Z_b .

a) Z_b kan väljas fritt. Bestäm Z_b så att effektanpassning råder. (1p)

b) Z_b är rent rell. Beräkna effektutvecklingen i lasten vid anpassning. (2p)

2. Betrakta en krets bestående av en parallellkoppling av två impedanser Z_1 och Z_2 . Z_1 är en ideal kondensator och Z_2 är en seriekoppling av en ideal induktor och en ideal resistor. Grafen nedan visar hur absolutbeloppet av kretsens impedans varierar med vinkelfrekvensen. Impedansaxeln är graderad i ohm och vinkelfrekvensaxeln i ω/ω_0 där $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.



a) Ange i vilken del av grafen (vilket/vilka vinkelfrekvensintervall) som kretsen är huvudsakligen resistiv, kapacitiv respektive induktiv. Motivera ditt svar! (2p)

b) Vilken "verklig" komponent (spole, kondensator, resistor) brukar modelleras med denna typ av koppling? Ange också ursprunget för R , L , C för denna komponent. (2p)

3. En 1,5 m lång koaxialledning har följande data: innerledardiameter 2,03 mm, ytterledarens innerdiameter 7,24 mm, isoleringsmaterialet har $\epsilon_r=2,3$ och $\mu_r=1,00$. Ledningen är kopplad till en 9,0 volts likspänningskälla med + polen ansluten till innerledaren. En $50\ \Omega$ resistor är ansluten till ledningens andra ände.

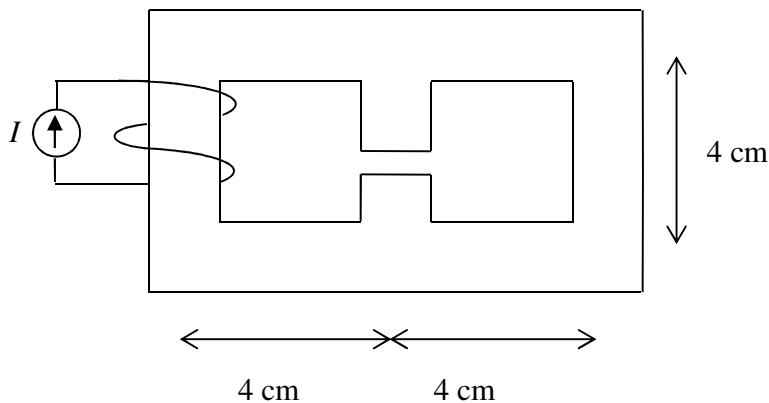
a) Vad är "Poyntingvektorn" ett mått på? Förklara i ord! (1p)

b) Bestäm Poyntingvektorns storlek som funktion av r , där r är avståndet från innerledarens centrum. Redovisa resultatet för intervallet $r=0$ mm till 5 mm i form av en graf. (2p)

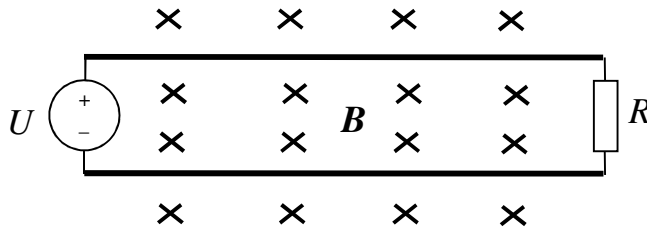
4. Betrakta en magnetisk krets enligt nedanstående figur. Strömgeneratoren ($I=3,0$ ampere) matar en spole (400 varv) med likström. Luftgapet är 1,0 mm. Järnkärnan har tvärsnittsarean $2,0\text{ cm}^2$ och relativa permeabiliteten 2500.

a) Bestäm magnetiska flödet (storlek och riktning) genom spolen. (3p)

b) Var i kretsen finner man den högsta nivån på den magnetiska fältstyrkan? Du behöver inte göra en fullständig beräkning utan det räcker att du för ett resonemang i ord och stöder det med nödvändiga formler. (1p)



5. En resistor ($25\ \Omega$) är ansluten till en likspänningskälla ($U=10\text{ V}$). Kretsen genomkorsas dessutom av ett *extern*t magnetfält (B).

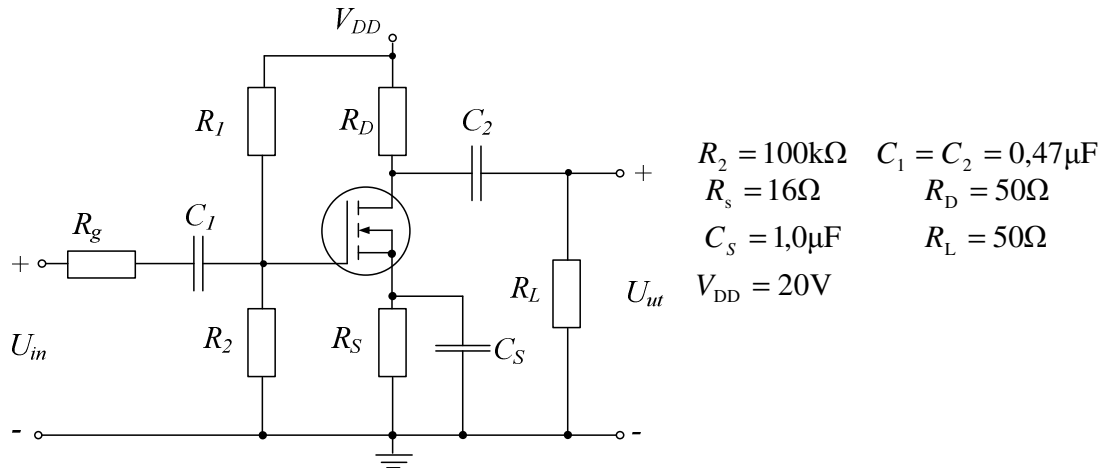


Det externa magnetfältets flödestäthet har en *sinusformad* tidsvariation, $B(t)$. Periodtiden är $2,0\text{ ms}$ och toppvärdet är $0,05\text{ T}$. Slingans area är $0,02\text{ m}^2$. Magnetfältet är riktat enligt figuren då $B > 0$. Vid tiden noll är $B = 0$ och på väg att bli positiv. Skissera två grafer, en som visar tidsvariationen av det externa B -fältet och en som visar tidsvariationen av spänningen över resistorn. Tidsaxeln i båda graferna ska ha samma skala. (3p)

6. Ett cylinderformat område har två lika stora cirkulära metallplattor som "lock" och "botten". Plattorna är anslutna till en spänningskälla. Avståndet mellan plattorna är $5,0\text{ mm}$ och radien för en platta är 10 cm . Materialet mellan plattorna har konduktiviteten $10^{-6}\text{ siemens/meter}$ och relativa permittiviteten 10 .

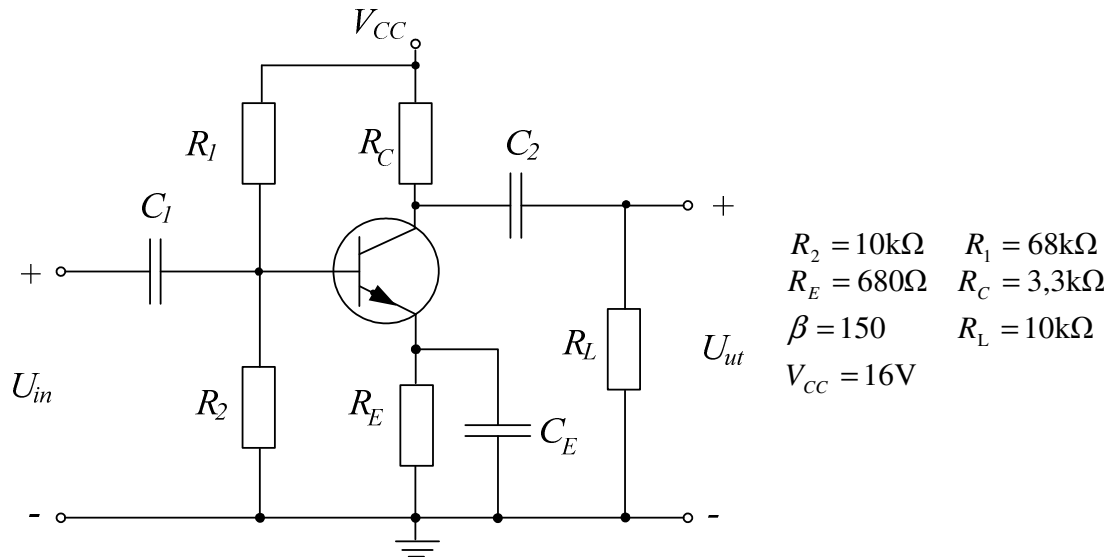
Spänningskällan ger en i tid *triangelformad* signal. Topp-till-toppvärdet är $2,0\text{ volt}$ och perioden är $40\ \mu\text{s}$. Vid tiden noll är spänningen noll. Beräkna effekten som flödar genom området mantelyta vid tiden $t = 5\ \mu\text{s}$ respektive $35\ \mu\text{s}$. Ange också om det är ett inflöde eller utflöde (motivera!) (3p)

7. En N-kanal MOS-transistor med strömkonstanten $k = 300 \text{ mA/V}^2$ och tröskelspänningen $2,0 \text{ V}$ skall användas i nedanstående förstärkarsteg. Alla kondensatorer är kopplingskondensatorer som kan antas vara kortslutningar vid den aktuella AC-frekvensen.



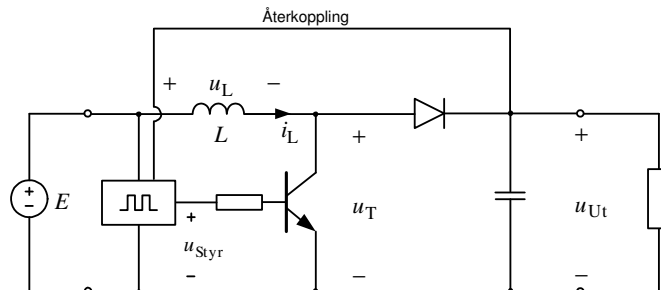
- Bestäm lämplig vilopunkt I_{DSQ} och U_{GSQ} så att transistorn får en transkonduktans $g_m = 0,3 \text{ A/V}$. (2p)
- Hur stor blir spänningen U_{DSQ} i vilopunkten? (1p)
- Beräkna lämpligt värde på R_1 för att ge rätt vilopunkt. (2p)
- Hur stor blir förstärkarstegets inresistans (efter kondensatorn C_1)? (1p)
- Hur stor blir förstärkningen U_{ut}/U_{in} om $R_g = 10 \text{ k}\Omega$. (2p)

8. Ett förstärkarsteg med bipolartransistor är kopplat enligt nedanstående figur. Alla kondensatorer är kopplingskondensatorer som kan antas vara kortslutningar vid den aktuella AC-frekvensen.

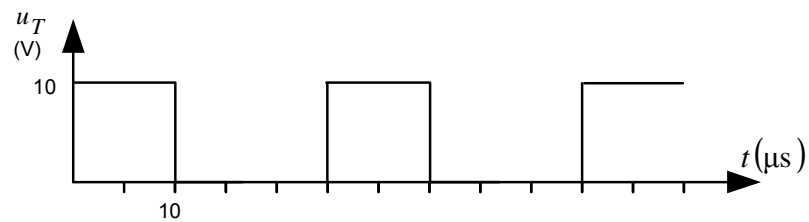


- Hur stor är kollektorströmmen I_{CQ} i vilopunkten? (2p)
- Beräkna transistorens transkonduktans i vilopunkten. (1p)
- Gör ett beräkningsschema för att beräkna småsignalförstärkningen. (2p)
- Beräkna förstärkarstegets spänningsförstärkning (1p)

9. I kretsen nedan visas en switchande omvandlare.



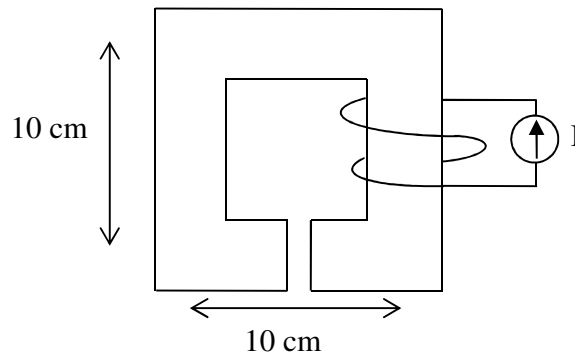
Vid ett visst tillfälle kan man registrera följande spänning u_T :



- Vad kallas denna typ av omvandlare? (1p)
- Skissa utseendet för spänningen u_{Styr} . (1p)
- Skissa utseendet för spänningen u_L . (1p)
- Skissa utseendet för strömmen i_L . (1p)
- Hur stor är spänningen u_{Ut} ? (1p)
- Hur stor är spänningen E ? (1p)

TENTAMEN 25/10-2012

1. Studera magnetiska kretsen i nedanstående figur. Likströmskällan matar lindningstråden (200 varv) med strömmen 3,0 A. Järnkärnan har tvärsnittsarean $4,0 \text{ cm}^2$ och relativa permeabiliteten 2000. Hur stort skall luftgapet vara så att den magnetiska flödestätheten i gapet blir 0,3 T? Ange riktningen för det magnetiska flödet. (3p)



2. Skissera en typisk ström-spänning kurva för följande diodtyper:

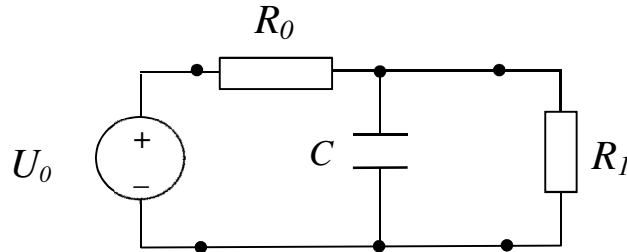
a) vanlig kiseldiod,

b) Zenerdiod.

Markera i respektive graf exempel på vilopunkt vid normal drift.

(2p)

3. En växelspänningskälla med toppvärdet 9,0 volt och frekvensen 8000 Hz är ansluten till nedanstående krets där $R_0 = 50 \, \Omega$, $C = 1 \, \mu\text{F}$. Resistansen R_I kan varieras.

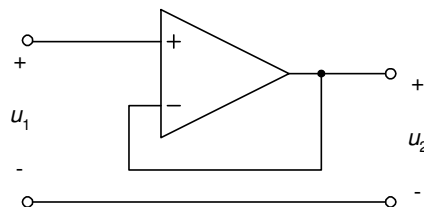


a) Beräkna maximala effektutvecklingen i R_I . (3p)

b) En $400 \, \mu\text{H}$ induktor ansluts parallellt med kondensatorn. Kretsen kommer då att vara mycket nära resonans. (motivera att så är fallet). Ungefär vilket toppvärde har spänningen över R_0 ? (2p)

c) Kondensatorn i kretsen ovan antas vara ideal. Hur ser en enkel modell för en icke-ideal kondensator ut? Rita ekvivalent schema och förklara ursprunget för de olika egenskaperna. (2p)

4. Betrakta en operationsförstärkare (OP) kopplad som en spänningsföljare:

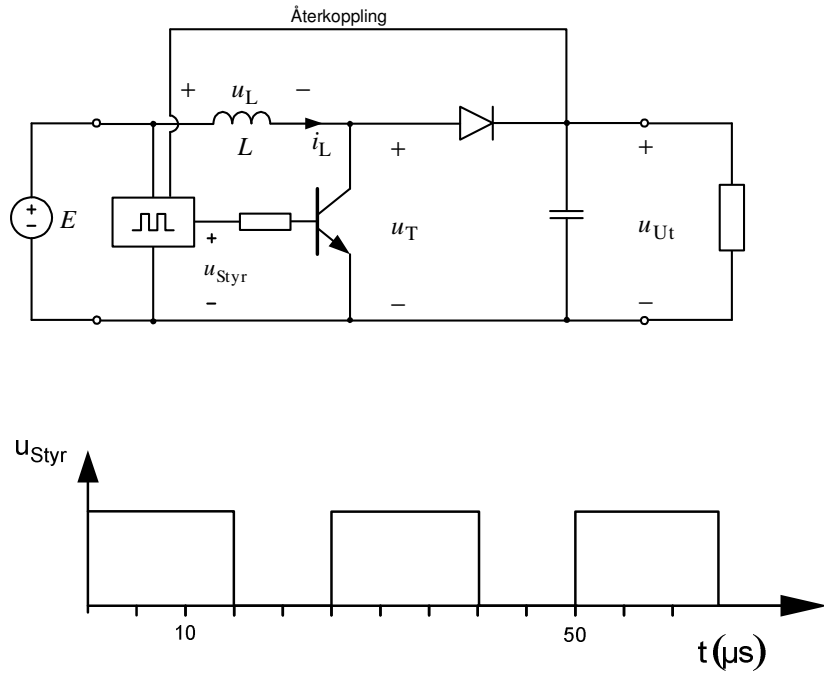


Data för OP: slew rate $15 \, \text{V}/\mu\text{s}$, FB-produkten (unity gain bandwidth) $10 \, \text{MHz}$, aktuell matningsspänning $\pm 12 \, \text{V}$.

a) Insignalen har en sinusformad tidsvariation med frekvensen $240 \, \text{kHz}$. Utsignalen skall också vara sinusformad. Bestäm utsignalens maximala amplitud. (1p)

b) Kopplingen ändras till en icke-inverterande förstärkare med $46 \, \text{dB}$ spänningsförstärkning vid låga frekvenser. Bestäm kopplingens övre gränsfrekvens. (2p)

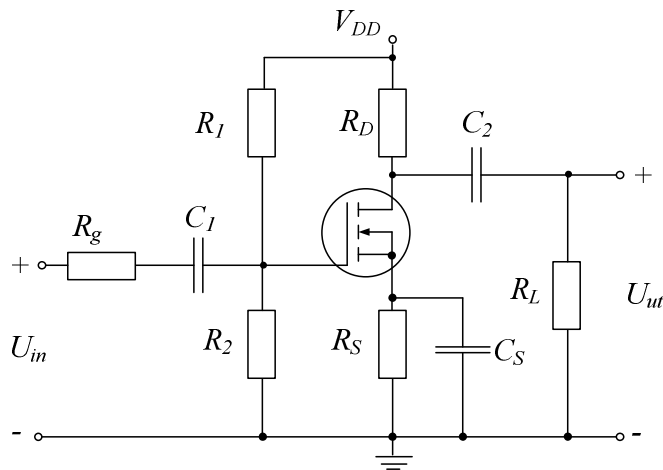
5. I kretsen nedan visas en switchande DC/DC omvandlare. Komponenterna antas vara ideala. Spänningen E är 4,0 V, induktorns induktans är $100\ \mu\text{H}$. Kondensatorn har kapacitansen $4,7\ \mu\text{F}$. En $20\ \Omega$ belastning är ansluten till utgången. Grafen visar styrsignalen till switchtransistorn.



a) Bestäm omvandlarens utspänning u_{U_t} . (2p)

b) Induktorströmmens medelvärde är 1,25 A. Skissera en graf som visar hur strömmen genom induktorn varierar med tiden. Gradera axlarna. (3p)

6. En N-kanal MOS-transistor med strömkonstanten $k = 400 \text{ mA/V}^2$ och tröskelspänningen $2,5 \text{ V}$ skall användas i nedanstående förstärkarsteg. Alla kondensatorer är kopplingskondensatorer som kan antas vara kortslutningar vid den aktuella AC-frekvensen.



$$V_{DD}=18 \text{ V}, R_D=100 \text{ } \Omega, R_1=120 \text{ k}\Omega, C_S=3,3 \text{ } \mu\text{F}, C_1=0,68 \text{ } \mu\text{F}, C_2=0,68 \text{ } \mu\text{F}$$

- Bestäm I_{DSQ} och U_{GSQ} så att transistorens transkonduktans i vilopunkten blir $g_m = 0,25 \text{ A/V}$. (2p)
- Välj U_{DSQ} till halva matningsspänningen. Dimensionera R_S och R_2 så att önskad vilopunkt erhålls. (2p)
- Hur stor blir förstärkningen U_{ut}/U_{in} om $R_g = 15 \text{ k}\Omega$ och R_L är ett avbrott. Om du inte löste deluppgift b, så härleder du istället en formel för förstärkningen. (2p)
- Om lastresistorn ändras till $R_L=100 \text{ } \Omega$, kommer förstärkningen att öka, minska eller vara oförändrad? Inga detaljerade beräkningar krävs, men svaret skall motiveras i ord! (1p)

Antag nu att kondensatorn vid source (C_S) tas bort. I deluppgift e & f krävs inga detaljerade beräkningar, men svaren skall motiveras ordentligt i ord!

- Kommer vilopunkten att ändras? (1p)
- Kommer småsignalförstärkningen (U_{ut}/U_{in}) att öka, minska eller vara oförändrad? (1p)

7. En 2,0 m lång koaxialledning har följande data: innerledardiameter 1,0 mm, ytterledarens innerdiameter 6,0 mm, isoleringsmaterialiet har $\epsilon_r=2,0$ och $\mu_r=1,00$. Ledningen är kopplad till en 24,0 volts likspänningskälla med + polen ansluten till innerledaren. En last i form av en $75\ \Omega$ resistor är ansluten till ledningens andra ände.

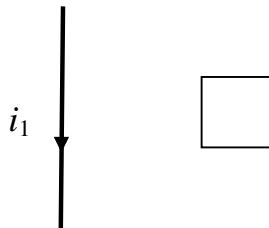
a) Bestäm magnetiska flödestäthetens storlek som funktion av r , där r är avståndet från innerledarens centrum. Redovisa resultatet för intervallet $r=0$ mm till 4 mm i form av en graf. (2p)

b) Gör nu antagandet att resistansen hos innerledaren inte är noll. Då utvecklas effekt inte bara i lasten utan även i ledaren. Bestäm ungefärligt värde på effektlödet (riktning och storlek) hos denna "förlusteffekt" vid innerledarens yta!

Ledningen är av koppar ($\sigma = 5,8 \cdot 10^7$ S/m, $\mu_r = 1$) (2p)

c) Om ledningen istället matas med växelström med frekvensen 10 MHz (effektivvärde=24 volt), kommer ledningens förlusteffekt att vara högre än, lägre än eller lika stor som deluppgift b? Detaljerade beräkningar behöver ej utföras, förklara ditt resonemang i ord! (1p)

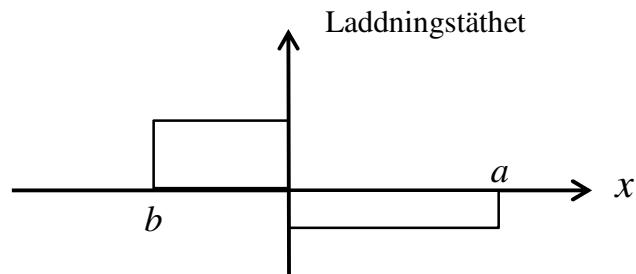
8. En strömförande lång rak ledare och en slinga ligger orienterade enligt figuren nedan. Strömmen (i_1) i den raka ledaren är noll ampere vid tiden noll, *ökar* sedan rätlinjigt till 3,0 ampere under tidsintervallet 200 μ s och hålls därefter konstant på denna nivå. Slingans resistans är $0,03\ \Omega$. Avståndet från ledaren till slingans mittpunkt är 1,0 m och slingan är en kvadrat med sidan 1,0 cm och har 600 varv tråd.



Rita en graf som visar hur den i slingan inducerade strömmens storlek varierar som funktion av tiden. Bestäm också strömmens riktning. (3p)

Ledtråd: Eftersom slingan är så liten jämfört med avståndet till ledaren, så kan du anta att den magnetiska flödestätheten har samma värde inom hela slingan vid en given tidpunkt.

9. Laddningstäthetsfördelningen i utarmningsområdet (spärrskiktet) hos PN-övergången i en diod visas i följande graf:



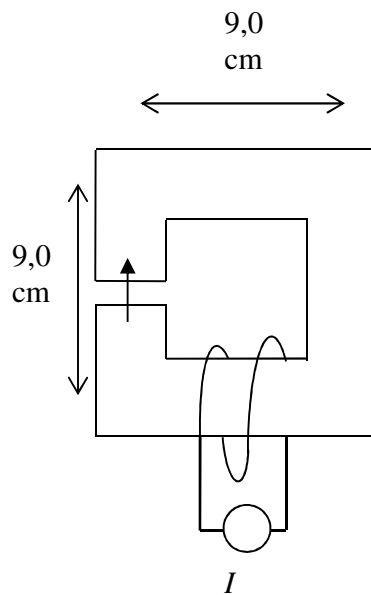
a) Ange vilken del av området är p-dopad, respektive n-dopad. Motivera! (1p)

b) I vilken position är elektriska fältstyrkan högst? Du kan anta att E -fältet är noll i områdena utanför laddningsfördelningen (d.v.s. $x < b$ och $x > a$). Detaljerade beräkningar behövs inte, men argumentera ordentligt för ditt svar! (2p)

TENTAMEN 23/10-2013

1. Studera magnetiska kretsen i nedanstående figur. Likströmskällan matar lindningstråden (850 varv) med strömmen 2,0 A. Järnkärnan har tvärsnittsarean $3,0 \text{ cm}^2$ och relativa permeabiliteten 2800. Luftgapet är 1,5 mm.

- a) Magnetiska flödet i gapet är riktat enligt pilen. Avgör strömriktningen. (1p)
- b) Bestäm magnetiska flödestätheten i gapet. (2p)
- c) Beräkna magnetiska fältstyrkan inne i järnkärnan. (1p)



2. En växelspanningskälla med toppvärdet 10 volt och inre resistansen $R_0=50 \Omega$ är ansluten till en krets bestående av följande seriekopplade komponenter: En 47 mH induktor, en 47 nF kondensator och en 150Ω resistor.

Beräkna maximala effektutveckling i 150Ω resistorn. (3p)

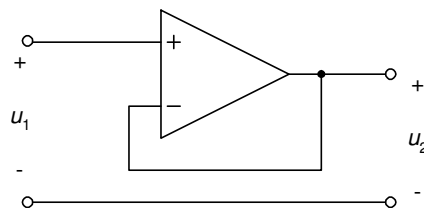
3. Följande två delfrågor är helt oberoende av varandra.

a) Förklara fysikaliska orsaken till att en kondensator kan börja uppföra sig som en induktor vid höga frekvenser!

(1p)

b) Redogör i ord för Gauss lag för det elektriska fältet. Illustrera med en figur! (1p)

4. Betrakta en operationsförstärkare (OP) kopplad som en spänningsföljare:



Data för OP: slew rate $16 \text{ V}/\mu\text{s}$, FB-produkt (unity gain bandwidth) 8 MHz , råförstärkning $220\,000$ gånger, aktuell matningsspänning $\pm 14 \text{ V}$.

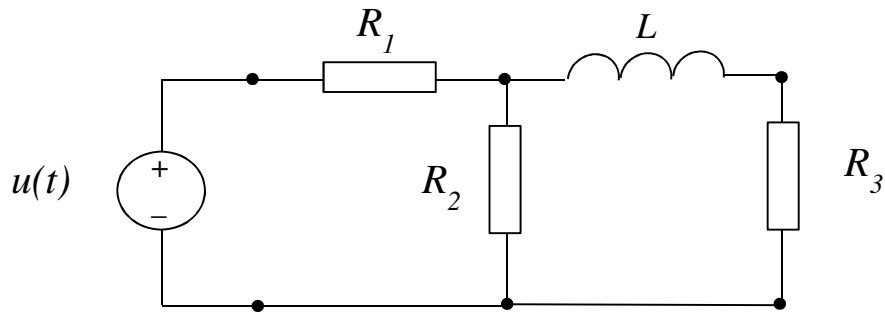
a) Insignalen är ett spänningssteg som vid tiden $t=0$ ändras från 0 volt till $+5 \text{ volt}$. Skissera i samma graf insignalen U_1 och utsignalen U_2 som funktion av tiden. (1p)

b) Kopplingen ändras till en icke-inverterande förstärkare med en insignal som har en sinusformad tidsvariation. Förstärkarkopplingens övre gränshfrekvens blir 50 kHz . Rita en graf som visar denna förstärkarens spänningsförstärkning ($|A_u|$) som funktion av frekvensen.

Ange förstärkningen i dB och använd en logaritmisk skala även för frekvensen. Markera tydligt på axlarna värdena för maximal förstärkning och övre gränshfrekvens.

(2p)

5. I kretsen nedan har växelspänningskällan toppvärdet 4,0 volt och frekvensen 20 kHz. komponentvärdena är $R_1=75\ \Omega$, $R_2=100\ \Omega$ och $L=560\ \mu\text{H}$.



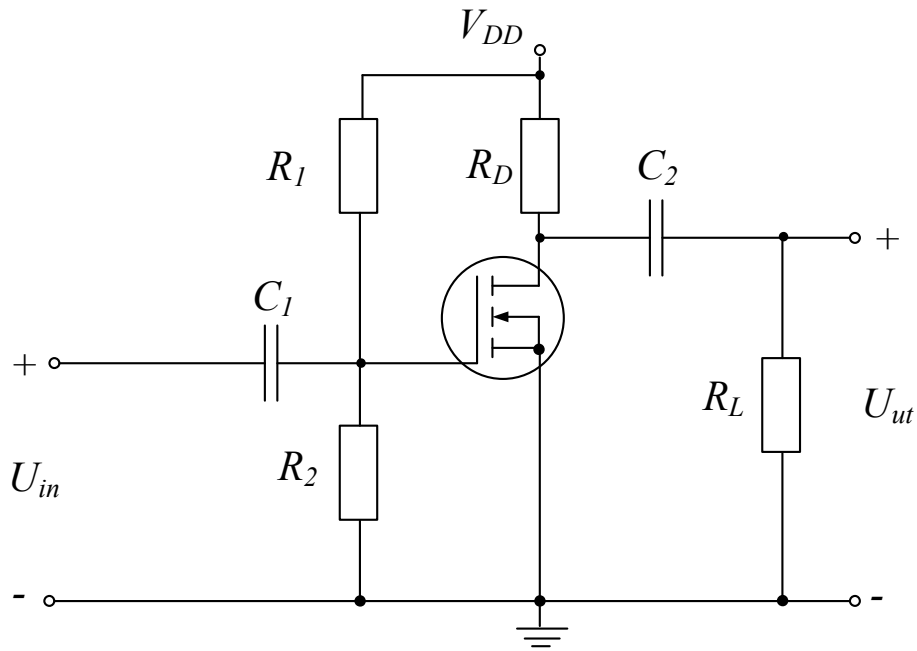
Dimensionera R_3 så att effektutvecklingen i den blir den största möjliga. (3p)

6. En 3,0 m lång koaxialledning har följande data: innerledarradie 1,0 mm, ytterledarradie 3,0 mm, isoleringsmaterialet har $\epsilon_r=2,0$ och $\mu_r=1,00$. Ledningen är kopplad till en likspänningskälla med + polen ansluten till innerledaren. En last i form av en $50\ \Omega$ resistor är ansluten till ledningens andra ände. E -fältets maximala värde i ledaren är $8 \cdot 10^4\ \text{V/m}$.

Bestäm Poyntingvektorns storlek som funktion av r , där r är avståndet från innerledarens centrum. Redovisa resultatet för intervallet $r=0\ \text{mm}$ till $5\ \text{mm}$ i form av en graf.

(3p)

7. Ett förstärkarsteg är kopplat enligt nedanstående figur:

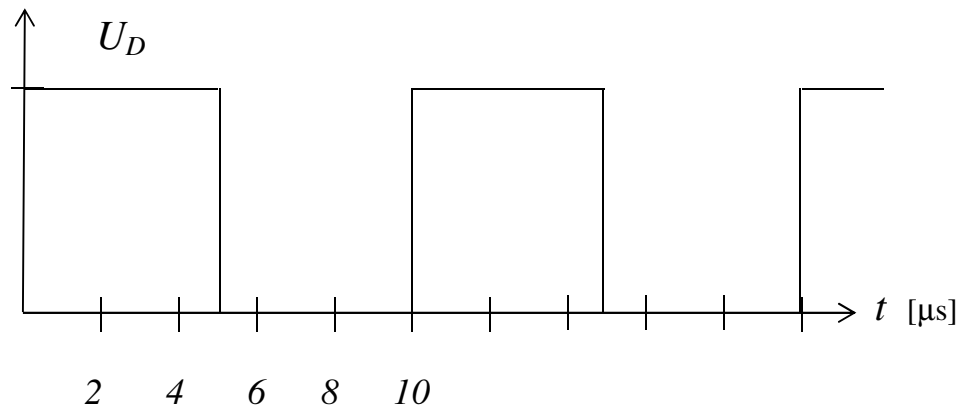
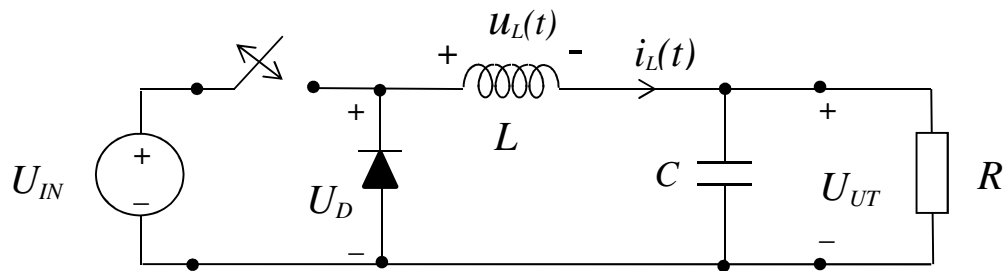


$V_{DD} = 12 \text{ V}$, $R_1 = 560 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 220 \text{ k}\Omega$, $R_D = 820 \text{ }\Omega$, $R_L = 5 \text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$.
Transistorn har tröskelspänningen $+3,0 \text{ V}$ och strömkonstanten 100 mA/V^2 .

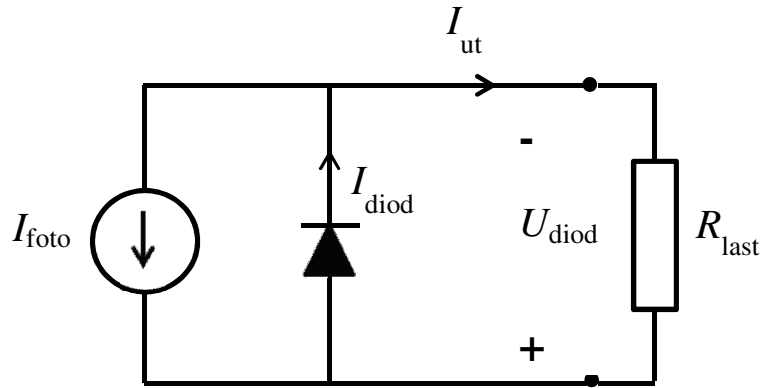
- Beräkna vilopunkten (I_{DQ} , U_{GSQ} , U_{DSQ}). (3p)
- Är transistorens vilopunkt i det mättade området? Motivera ordentligt! (1p)
- Signalen $U_{in}(t) = 0,1 \cdot \sin(2\pi \cdot 5000 \cdot t)$ volt ansluts till förstärkarens ingång. Beräkna $U_{ut}(t)$. (3p)
- Förklara hur du genom mätningar bestämmer kretsens inresistans. Illustrera din förklaring med ett kopplingsschema. (2p)

8. Switchande DC/DC omvandlaren i schemat nedan har utspänningen 5,0 V. De ingående komponenterna har följande värden: kapacitans=390 μF , induktans=100 μH , belastningsresistans=15 Ω . Grafen visar spänningen över dioden (som antas vara ideal) som funktion av tiden.

- Mellan vilka värden varierar spänningen över induktorn? (2p)
- Bestäm största värdet av strömmen genom induktorn. (2p)
- Kondensatorn har en ekvivalent serieresistans på 0,2 Ω . Hur stort spänningsrippel ger detta hos utspänningen? (1p)
- Vilken switchfrekvens används i denna koppling? (1p)

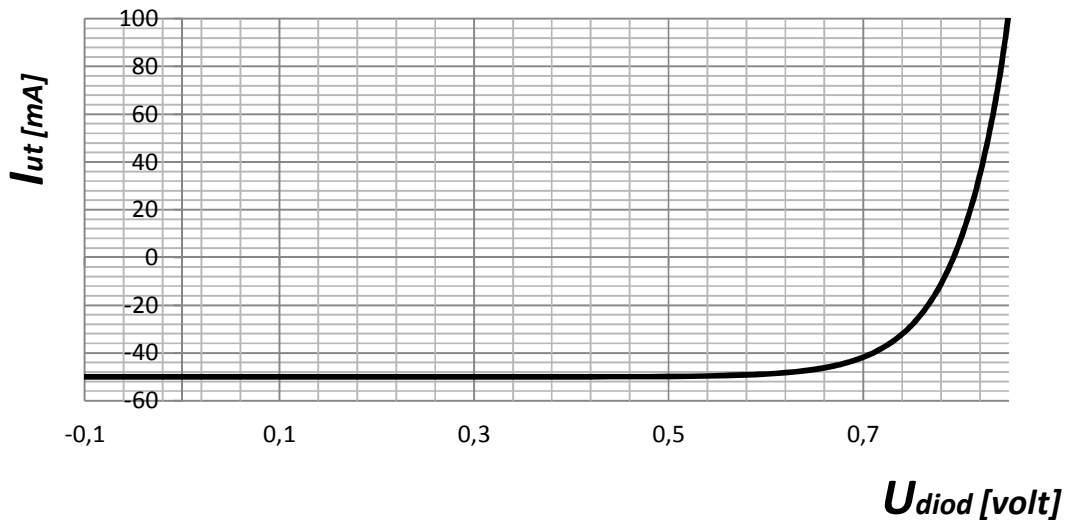


9. I figuren nedan visas en enkel kretsmodell för en solcell (fotovoltaisk cell). Strömkällan representerar den extra ström, I_{foto} , som det mot cellen infallande ljuset genererar, I_{diod} är strömmen enligt den "vanliga" diodekvationen. Dioden kan anses vara ideal. Resistorn R_{last} är en belastning som anslutits till cellen.



Grafen nedan visar hur strömmen I_{ut} beror av spänningen över dioden.

Bestäm ett ungefärligt värde på R_{last} så att maximal effekt utvecklas i den! (3p)

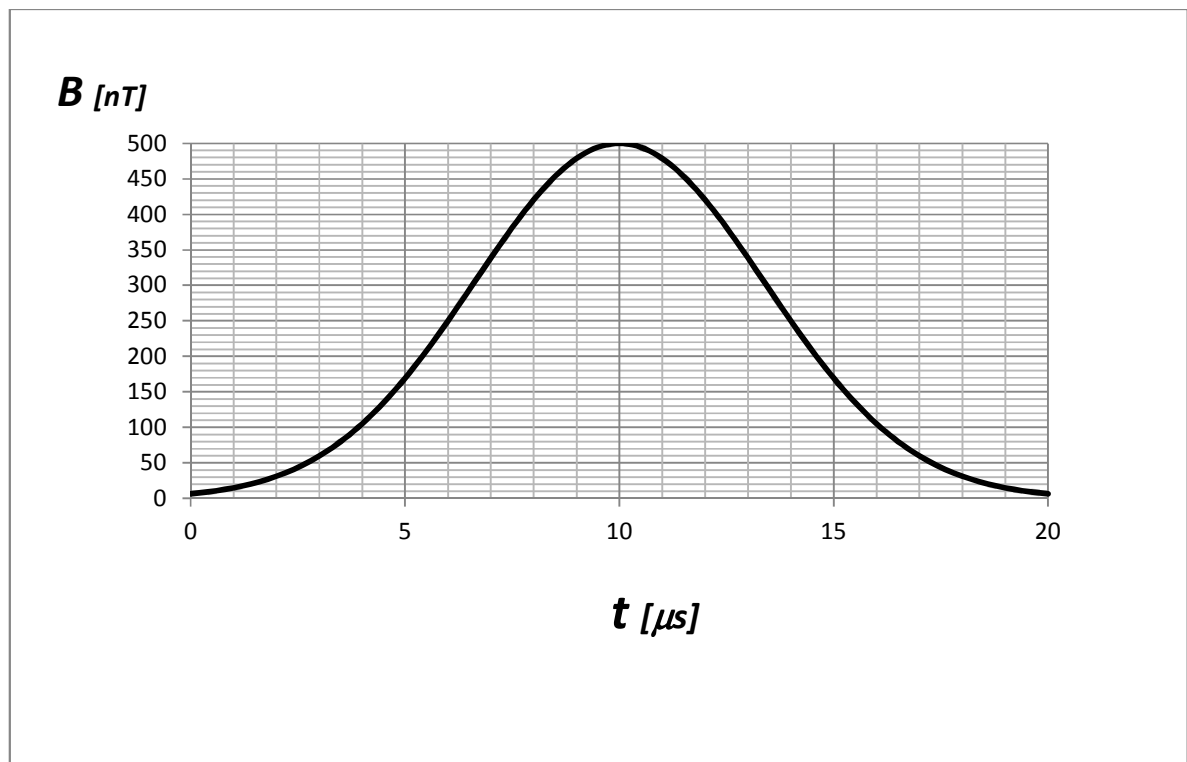


10. En sluten cirkelformad slinga med öppningsarean $1,0 \text{ m}^2$ och sammanlagda resistansen $0,1 \Omega$ ligger med öppningen i papprets plan. En elektromagnetisk puls passerar genom slingan. Pulsens magnetfält är orienterat så att det pekar rakt upp ur pappret.

Flödestätheten som funktion av tiden visas i grafen. För denna puls gäller att $B(t) = \hat{B} \cdot e^{-\ln 2 \cdot (t-t_0)^2 / \tau^2}$ med toppvärdet $\hat{B} = 500 \text{ nT}$, tidpunkten när pulsens max inträffar $t_0 = 10 \mu\text{s}$, och (halva) pulsbredden $\tau = 4,0 \mu\text{s}$.

Gör en *ungefärlig* skiss av den i slingan inducerade strömmen som funktion av tiden. Markera särskilt in tidpunkter för strömmens eventuella extremvärden och nollställena. Uppskatta nivån för extremvärdena.

Förklara ditt resonemang! Ange och motivera ordentligt strömriktningen! (4p)



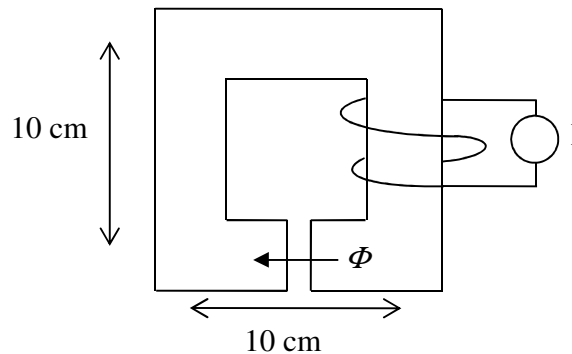
TENTAMEN 29/10-2014

1. Delfrågorna i denna uppgift är oberoende av varandra.

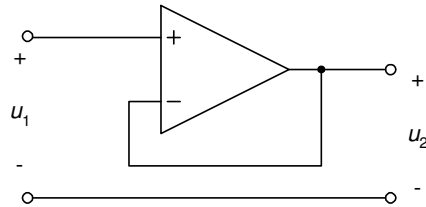
- a) En ideal växelspanningskälla (amplitud 3 V, vinkelfrekvens 10^3 rad/s) är ansluten till en seriekoppling av en resistor ($22\ \Omega$), en induktor (33 mH) och ytterligare en resistor (variabel resistans R). Bestäm R så att maximal effekt utvecklas i den. (2p)
- b) En ideal växelspanningskälla med sinusformat tidsberoende (toppvärde 10 volt) är ansluten till en seriekoppling av en resistor ($33\ \Omega$), en induktor (33 mH) och en kondensator (330 nF). Bestäm kretsens Q -värde vid resonans. (2p)
- c) Rita ett ekvivalent kretsschema för en icke-ideal kondensator och skissera en graf för hur absolutbeloppet för dess impedans varierar med frekvensen. Förklara grafens utseende! (3p)
- d) Rita ström-spänningsgraf för en solcell och ange vilopunkten då cellen avger maximal effekt. (2p)

2. Studera magnetiska kretsen i nedanstående figur. Likströmskällan matar lindningstråden (600 varv) med strömmen 1,2 A. Järnkärnan har tvärsnittsarean $3,0\text{ cm}^2$ och relativa permeabiliteten 2800. Magnetiska flödestätheten i gapet är 0,4 T.

- a) Ange strömriktningen så att magnetiska flödet genom gapet riktas enligt pilen i figuren. (1p)
- b) Bestäm luftgapets vidd. (2p)

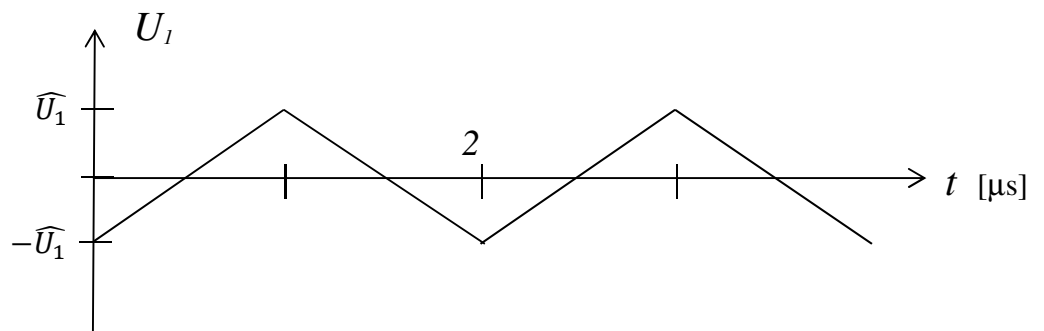


3. En operationsförstärkare (OP) är kopplad som en spänningsföljare:

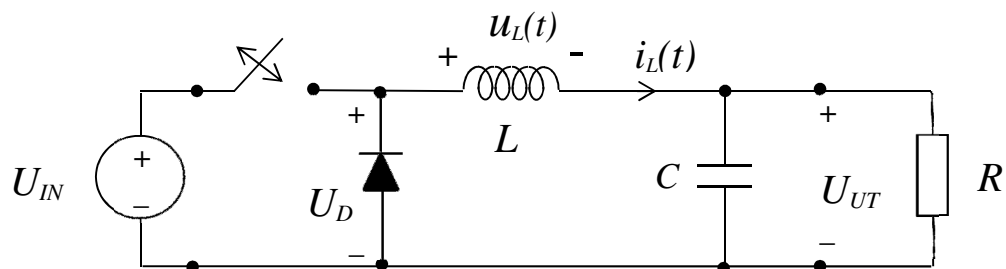


Data för OP: slew rate 5 V/ μ s, FB-produkt (unity gain bandwidth) 8 MHz, aktuell matningsspänning ± 14 V.

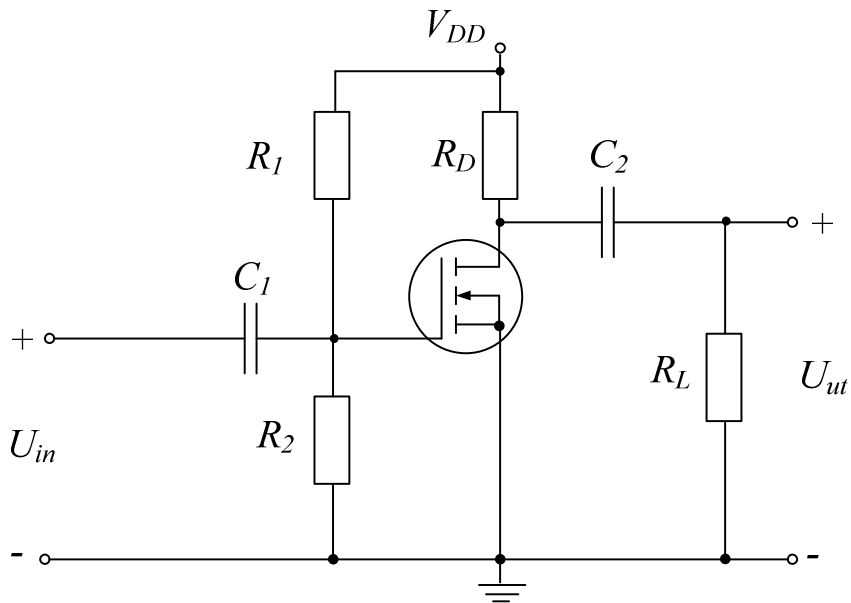
Insignalen U_I har en triangelformad tidsvariation med perioden 2 μ s. Utsignalen skall vara en kopia av insignalen. Hur hög amplitud ($\widehat{U}_1$) kan insignalen tillåtas ha? (2p)



4. Betrakta en DC/DC-omvandlare som har inspänningen 18 V, utspänningen 6,0 V, switchfrekvensen 50 kHz, $L=150$ μ H, samt $C=470$ μ F. Strömmen genom lastresistansen är 300 mA. Skissera grafer som visar tidsvariationen hos spänningen över och strömmen genom induktorn. Gradera axlarna. Båda graferna skall ha samma skala på tidsaxeln. (4p)

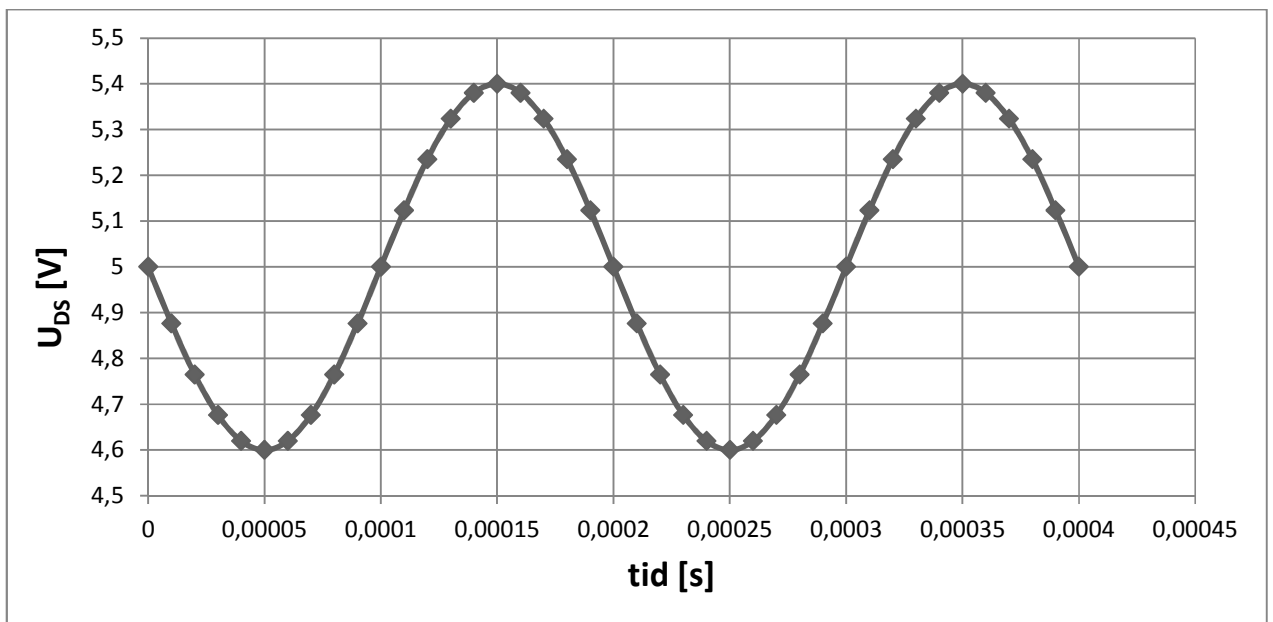


5. Ett förstärkarsteg är kopplat enligt nedanstående figur:



$$V_{DD} = 10 \text{ V}, R_1 = 680 \text{ k}\Omega, R_2 = 270 \text{ k}\Omega, R_D = 82 \text{ }\Omega, C_1 = C_2 = 33 \text{ }\mu\text{F}.$$

Insignalen är $U_{in} = 0,02 \cdot \sin(\pi 10^4 t)$ volt. Med lasten R_L bortkopplad (öppen utgång) mättes spänningen mellan drain och source; resultatet redovisas i grafen nedan.



- a) Beräkna vilopunkten (I_{DQ} , U_{GSQ} , U_{DSQ}). (3p)
- b) Beräkna transistorens tröskelspänning och strömkonstant. (3p)
- c) Om utgången belastas med $R_L = 82 \Omega$, vad blir amplituden hos $U_{ut}(t)$? (1p)
- d) Förklara hur du genom mätningar bestämmer kretsens utresistans. Illustrera din förklaring med ett kopplingsschema. (2p)

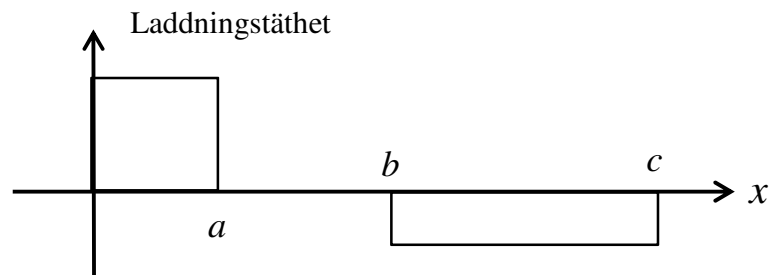
6. I en plattledning är avståndet mellan plattorna 1 mm och plattornas bredd 1 cm. Isolermaterialet mellan plattorna har $\epsilon_r = 9$ och $\mu_r = 1$. Ledningen ansluts till en 3,3 V likspänningskälla som resulterar i en 20 mA ström.

- a) Beräkna Poyntingvektorn (riktning och storlek) i området mellan plattorna. Rita en figur som illustrerar ditt svar. (3p)
- b) Ungefär hur stor är Poyntingvektorn i området utanför plattorna? (1p)

7. Delfrågorna i denna uppgift är oberoende av varandra.

- a) En cirkulär slinga med 20 varv ledning är placerad i papprets plan och genomkorsas av en signal med ett magnetflöde som pekar rakt upp ur pappret och ökar med 10^{-2} Wb/s. Slingan har omkretsen 25 cm och resistansen $4,0 \Omega$. Bestäm den i slingan resulterande elektriska fältstyrkan och strömmen (storlek och riktning). (3p)
- b) En koaxialledning är ansluten till en spänningskälla (konstant amplitud, varierbar frekvens) och en resistiv last. Skissera en graf av magnetiska flödestätheten som funktion av avståndet från innerledarens centrum i två fall: 1) frekvensen är noll, d.v.s. likspänning; 2) frekvensen är ”hög”. Förklara grafernas utseende! (2p)

8. Grafen nedan visar en endimensionell laddningstäthetsfördelning. Totala laddningen är noll.



a) Skissera hur den elektriska fältstyrkan varierar som funktion av x . Antag att E -fältet är noll i områdena $x < 0$ och $x > c$.

Detaljerade beräkningar behövs inte, men argumentera ordentligt för utseendet hos din graf! (3p)

b) Vilken position i intervallet $0 \leq x \leq c$ har högst potential? Motivera ditt svar! (1p)

TENTAMEN 28/10-2015

1. En växelspänningskälla med toppvärdet 8,0 volt, vinkelfrekvensen 4000 rad/s och inre impedansen $Z_0 = 50 + j80 \, \Omega$ är ansluten till en resistiv belastning R_b . Beräkna effektutvecklingen i lasten då effektanpassning råder. (3p)

2. En ideal växelspänningskälla med sinusformat tidsberoende (toppvärde 5,0 volt) är ansluten till en seriekoppling av en resistor ($33 \, \Omega$), en induktor (33 mH) och en kondensator (330 nF). Vid vilken frekvens inträffar den högsta spänningen över resistorn? Hur stor är kretsens bandbredd? (3p)

3. Delfrågorna i denna uppgift är oberoende av varandra.

a) Skissera ström-spänningskaraktistiken för en fotodiod och markera in en typisk vilopunkt vid normaldrift. Beskriv hur grafen ändras om den mot dioden infallande ljusets intensitet ökar. (2p)

b) Förklara vad som avses med Halleffekten och ge ett exempel på en praktisk tillämpning av den. (2p)

c) Förklara orsaken till att resistansen hos en ledare är frekvensberoende. (1p)

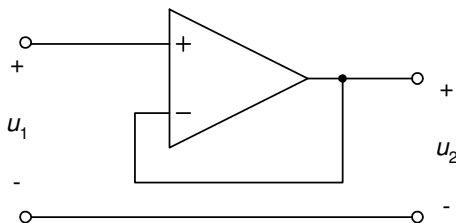
d) Ett cirkulärt område (radie 1,0 cm) genomkorsas av strömmen 3,0 A samt ett tidsvarierande elektriskt flöde som ökar med 2,0 C/s. Området är i papprets plan; både strömmen och elektriska fältet är riktade rakt upp ur planet. Beräkna magnetiska fältstyrkan vid områdets rand (storlek och riktning). (2p)

4. En 1,5 meter lång koaxialledning förbinder en likspänningskälla (inställd på 25,0 volt) med en $75 \, \Omega$ resistor. Källans pluspol är ansluten till innerledaren och minuspolen till ytterledaren. Innerledardiametern är 2,0 mm och ytterledarens innerdiameter är 8,0 mm. För isoleringsmaterialet mellan ledarna gäller att $\epsilon_r = 4,0$ och $\mu_r = 1,00$.

Bestäm Poyntingvektorns storlek vid avstånden 0,5 mm respektive 3,0 mm från innerledarens centrum. Ange också dess riktning (illustrera med en figur!) (3p)

5. Delfrågorna i denna uppgift, som handlar om tre olika operationsförstärkar-kopplingar, är oberoende av varandra.

- a) En operationsförstärkare (OP) kopplas som en *spänningsföljare*:

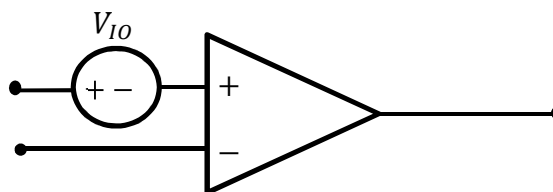


Matningsspänningen till OP:n är ± 14 V. Mätningar visar att en insignal med amplituden 5,0 V kan maximalt ha frekvensen 600 kHz innan utsignalen distorderas. Beräkna denna OP:s slew rate. (1p)

- b) En operationsförstärkare kopplas som en *icke-inverterande* förstärkare med förstärkningen 40 dB vid låga frekvenser. Övre gränsfrekvensen är 40 kHz. Vid vilken frekvens blir förstärkningen 0 dB? (1p)

- c) En *inverterande* förstärkarkoppling med förstärkningen -50 gånger har som aktiv komponent en OP med en input offset spänning (V_{IO}) på 2 mV. Offset spänningen modelleras som en likspänningskälla på plusingången av en ideal OP. Se figur nedan! [Förstärkarkopplingens övriga komponenter, så som resistorer, är inte visade i bild.]

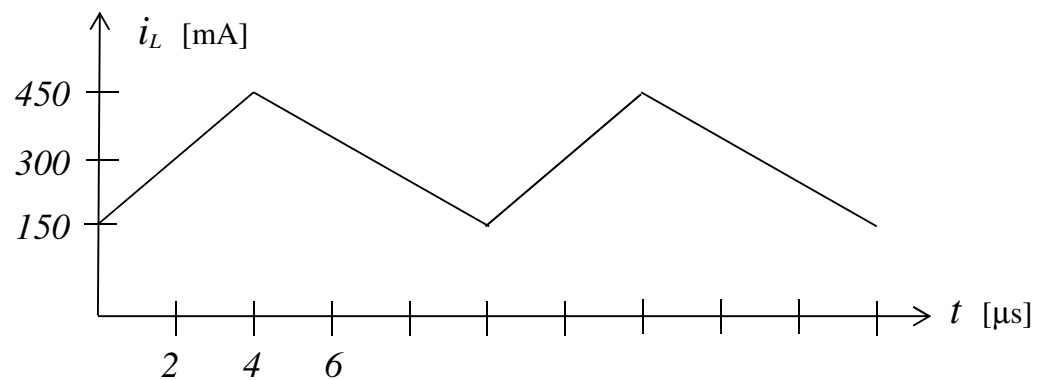
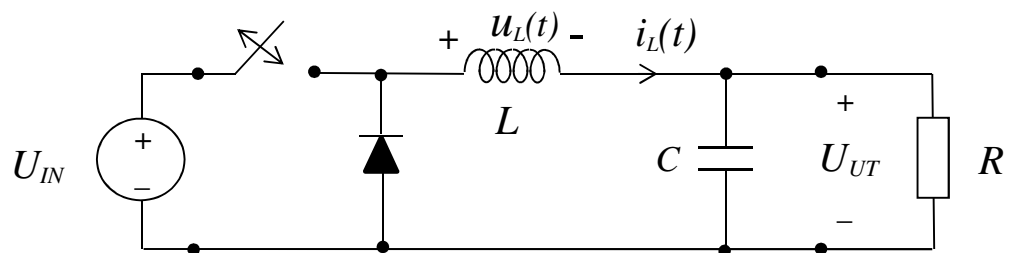
Hur stor blir utsignalen om insignalen är noll volt? (3p)



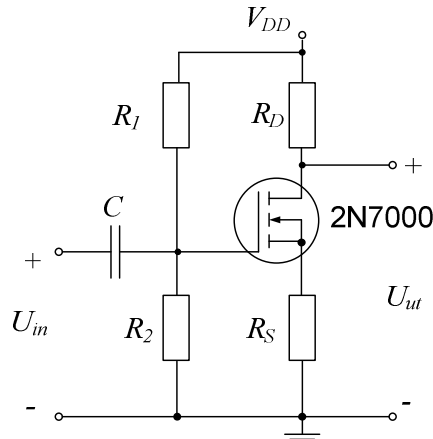
6. I kretsen nedan visas en switchande DC/DC omvandlare. Spänningen U_{UT} är 4,5 V, kondensatorns kapacitans är 220 μF och belastningens resistans är 15 Ω . Grafen visar induktorströmmen som funktion av tiden.

a) Mellan vilka värden varierar spänningen över induktorn? (2p)

b) Bestäm induktorns induktans. (2p)



7. NMOS-transistorn i nedanstående koppling har tröskelspänningen $U_T = 1,5 \text{ V}$ och strömkonstanten $k = 400 \text{ mA/V}^2$.



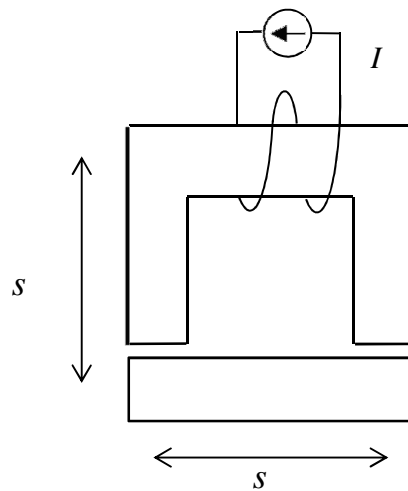
- Resistanserna har valts så att drainströmmen i vilopunkten är $I_{DQ} = 60 \text{ mA}$. Bestäm transistorens transkonduktans i vilopunkten. (2p)
- Förklara hur man genom mätning bestämmer förstärkarens utresistans. Illustrera ditt svar med ett kopplingsschema. (2p)
- Rita förstärkarens småsignalschema och härled en formel för spänningsförstärkningen. (3p)

8. Betrakta en kvadratisk (sidlängd $s = 10 \text{ cm}$) elektromagnet som består av en järnkärna (U-kärna och ett ok) med två gap (SE FIGUR PÅ NÄSTA SIDA). Magnetfältet genereras med en likströmskälla ($I = 2,0 \text{ ampere}$) som matar en spole (500 varv). I de två gapen mellan U-kärnan och oket finns tunna skivor av ett isolermaterial med tjockleken $1,0 \text{ mm}$ och $\mu_r = 1,0$. Järnkärnan har tvärsnittsarean $2,25 \text{ cm}^2$ och relativa permeabiliteten 1500.

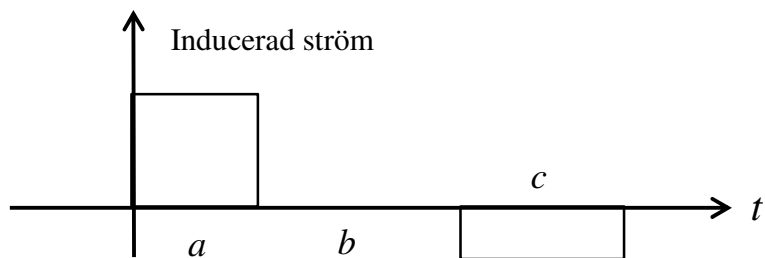
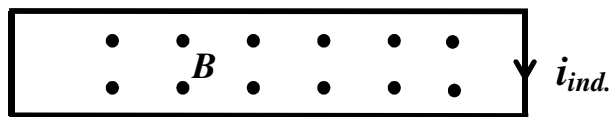
Bestäm magnetens lyftkraft.

(3p)

Ledning: $F_{lyft} = \frac{B^2 A_{gap}}{2\mu_0}$ där A_{gap} är gapens sammanlagda tvärsnittsarea.



9. En ledande slinga (med lite resistans i ledningen) i papprets plan genomkorsas av ett externt magnetfält (som är konstant i rummet men kan variera i tid). I grafen visas hur den i slingan inducerade strömmen varierar med tiden. Vid $t=a$ är magnetfältet riktat upp ur pappret. Inducerade strömmen räknas positiv när den cirkulerar medurs. Studera slingan vid de tre tidpunkterna a , b resp. c .



- a) Vid vilken tid är det magnetiska flödets förändringstakt som högst? (1p)
- b) Vid vilken tid är magnetiska flödet genom slingan som störst? (1p)

10. En spänningskälla inställd på triangelvåg (topp-toppvärde 1,0 V, period 0,4 ms, vid $t=0$ är $u=0$ och positivt ökande) ansluts till en kondensator som vi modellerar som en parallellkoppling av en kapacitans och en resistans. Sammanlagda strömmen registreras och redovisas i grafen nedan. [De streckade linjerna förtydligar strömnivån i koordinatsystemet.]

Bestäm kondensatorns kapacitans och resistans.

(3p)

