

Tentamen i Krets- och mätteknik, fk - ETEF15

Institutionen för elektro- och informationsteknik
LTH, Lund University

2015-10-29
8.00 - 13.00

Uppgifterna i tentamen ger totalt 60. Uppgifterna är inte ordnade på något speciellt sätt. Läs därför igenom alla uppgifter innan du börjar lösa dem. Några uppgifter är uppdelade i deluppgifter. Av totalt 60 möjliga poäng fordras minst 30 för godkänt.

Tillåtna hjälpmedel:

- Formelsamling i krets- och mätteknik
- Räknare

Observera!

- För att rättning av lösning skall komma i fråga fordras att den är läslig samt klart och tydligt uppställd.
- Glöm inte att skriva namn och personnummer på alla blad.

Lycka till!
Bertil Larsson

1. För en differentialförstärkare med insignalerna v_1 och v_2 mäts utsignalen v_{ut} i två fall:

1) När insignalerna är lika $v_1 = v_2 = 5V$ och 2) när $v_1 = 5.005V$ och $v_2 = 4.995V$.

(a) Ange v_{DM} och v_{CM} för fall 2 (2 p)

(b) När insignalerna är lika $v_1 = v_2 = 5V$ blir utsignalen $v_{ut} = 100mV$. När insignalerna är $v_1 = 5.005V$ och $v_2 = 4.995V$ blir utsignalen $v_{ut} = 300mV$. Bestäm A_{DM} och A_{CM} (4 p)

(c) Vilket $CMRR$ har förstärkaren? (2 p)

(d) Ingången på mätsystem är ofta differentiell. Vad är vinsten med differentiell ingång i dessa sammanhang? (2 p)

2. En symmetrisk belastning med impedanserna Z ansluts till ett trefasnät med spänningen V_e (effektivvärde). För fasspänningen v_{L1} , som kan skrivas:

$$v_{L1}(t) = V_e \cos(\omega t)$$

blir linjeströmmen:

$$i_{L1}(t) = I_e \cos(\omega t - \frac{\pi}{3})$$

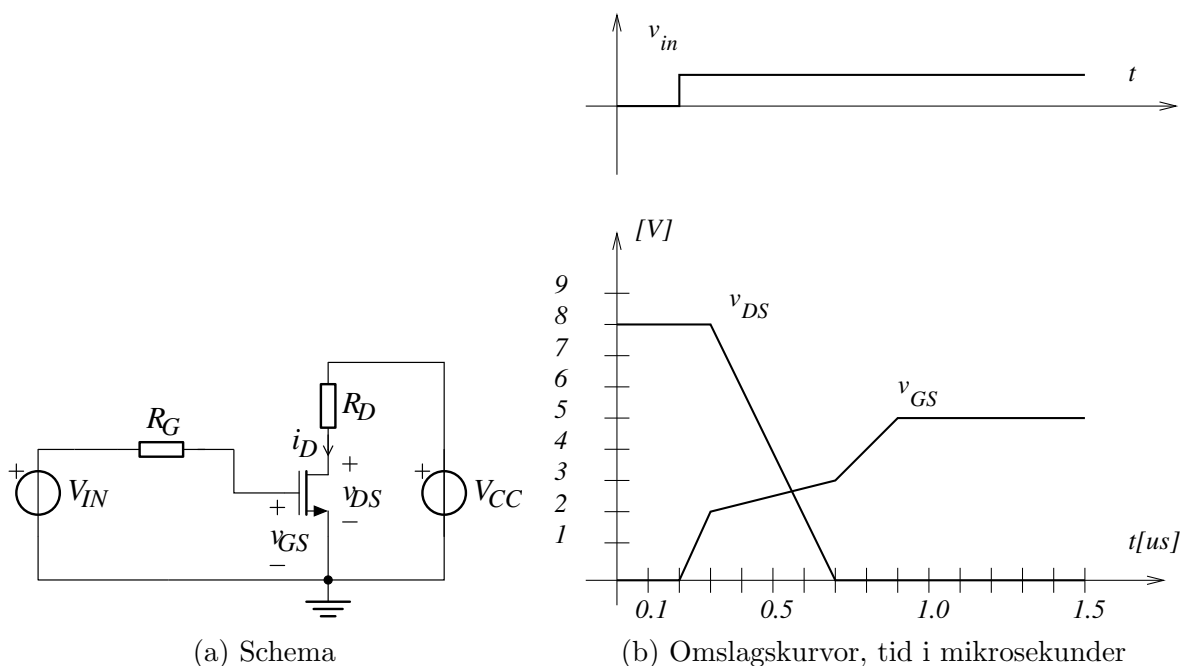
(a) Bestäm impedanserna Z . (3 p)

(b) Bestäm den aktiva effekten i en av belastningsimpedanserna, Z , uttryckt i V_e och I_e (3 p)

(c) Ange ett uttryck för värdet och vilken typ av komponent som kan kopplas in parallellt med alla Z för att få trefasnätet till att förbruka rent aktiv effekt. (4 p)

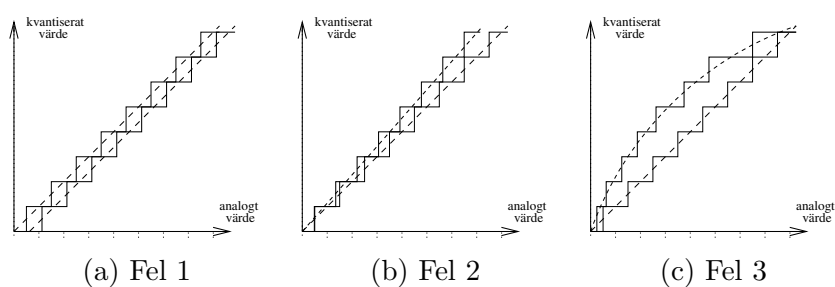
(d) Vad blir strömmen i varje fasledare efter komponenterna i uppgift 2c kopplats in? (3 p)

3. Figur 1b visar kurvor för en switchkoppling med FET-transistor, figur 1a.



Figur 1: Switchkoppling och omslagskurvor

- (a) Vilket värde har V_{CC} i kopplingen och vilket ungefärligt värde har V_{IN} då transistorn leder fullt ut? (3 p)
- (b) Ekvationen för drainströmmen i_D är $i_D = k(v_{GS} - V_{TR})^2$. Vilket värde har transistorns tröskelspänning, V_{TR} , enligt kurvorna. (3 p)
- (c) Vilken stigtid, t_r , har drainströmmen, i_D ? (2 p)
- (d) Förklara de olika delarna i kurvan för v_{GS} : $0.2 - 0.3\mu s$, $0.3 - 0.7\mu s$ och $0.7 - 0.9\mu s$ (3 p)
- (e) Ange någon åtgärd i schemat i figur 1a för att få ett snabbare omslag. (2 p)
4. Grafikkorten i dagens datorer innehåller DA-omvandlare för de tre färgsignalerna Röd, Grön och Blå (RGB). Kraven på dessa omvandlare växlar beroende på vilken upplösning som valts på skärmen, dvs hur finkornig bilden blir. Ett exempel är grafikkort som klarar upplösningen: 1900×1080 pixlar med bildfrekvensen 75Hz. Denna specifikation innebär att DAomvandlaren måste leverera en analog spänning var sjätte nanosekund ($1/(75 * 1900 * 1080 = 6.5ns)$). Åtta-bitars DAomvandlare används och utsignalen, videosignalen, ligger i området 0-1V.
- (a) Vilken är den minsta spänningsändring som utsignalen kan ha? Visa hur du kommit fram till ditt svar. (3 p)
- (b) Vid DA-omvandling används ett lågpassfilter efter DA-omvandlarkretsen. Varför använder man ett sådant filter? (2 p)
- (c) Vid AD-omvandling används också ett lågpassfilter men då före omvandlaren. Varför använder man ett sådant filter? (2 p)
- (d) En AD-omvandlare kan ha olika fel i omvandlingen. Motsvarande fel finns även i DA-omvandlare. I figur 2 visas tre olika feltyper. Ange vilka fel det är fråga om. (6 p)



Figur 2: Statiska fel i omvandlare

5. För produkter som säljs inom EU finns flera begrepp när det gäller regelverket. Förklara eller beskriv vad ett EU-direktiv, en harmoniserad standard och vad CE-märket innebär och hur de förhåller sig till varandra. Nämn också vem som utfärdar/ansvarar för innehållet i dessa. (5 p)
6. För trådbunden internet finns olika kategorier för kablarna. En Cat-6 kabel har partvinade ledare och även en metallfolie som hölje under den yttre plastmanteln. Beskriv anledningen till den uppbyggnaden. (6 p)

1 Svar

- 1a $v_{DM} = v_1 - v_2 = 5.005 - 4.995 = 10mV$. $v_{CM} = (v_1 + v_2)/2 = 5.000V$
- 1b Då insignalerna är lika finns bara v_{CM} och utsignalen är då endast $A_{CM}v_{cm} = 100mV$. $A_{CM} = 100mV/5V = 0.02$. När insignalerna är olika finns både CM- och DM-delen i utsignalen. $v_{ut} = A_{DM}v_{DM} + A_{CM}v_{cm} = 300mV$. Ur detta fås $A_{DM} = (300 - 100mV)/10mV = 20$.
- 1c $CMRR = A_{DM}/A_{CM} = 20/0.02 = 1000(60dB)$
- 1d Differentiell ingång kan reducera störningar som kommer in lika mycket på ledningarna. Vid subtraktionen försvinner det mesta då.
- 2a I komplex notation blir $V = V_e$ och $I = I_e e^{-j\pi/3}$ $Z = V/I = \frac{V_e}{I_e} e^{j\pi/3}$ ($Z^* = \frac{V_e}{I_e} e^{-j\pi/3}$)
- 2b $S_{L1} = VI^* = VV^*/Z^* = |V_e|^2/Z^* = V_e^2/(\frac{V_e}{I_e} e^{-j\pi/3}) = V_e I_e e^{j\pi/3} = V_e I_e (\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}) = P + jQ$.
 $P = \frac{V_e I_e}{2}$ ($Q = V_e I_e \frac{\sqrt{3}}{2}$)
- 2c Vi vill ta bort Q med en lika stor negativ reaktiv effekt, $Q_x = -Q$. Eftersom Q är positiv är lasten induktiv och det krävs alltså en kondensator för att neutralisera Q .
 $S_C = \frac{|V_e|^2}{(\frac{1}{j\omega C})^*} = \frac{V_e^2}{(j\frac{1}{\omega C})} = -j\frac{V_e^2}{(\frac{1}{\omega C})} = -jV_e^2 \omega C$ [VAR] = $-Q$. $C = V_e I_e \frac{\sqrt{3}}{2}/V_e^2 \omega = I_e \frac{\sqrt{3}}{2}/V_e \omega$
- 2d Nu är effekten i lasten rent resistiv: $S = VI^* = P$. $|I| = I = \frac{P}{V_e} = \frac{I_e}{2}$
- 3a När transistorn inte leder är $V_{DS} = V_{CC} = 8V$. Transistorn leder fullt vid tiden $0.7\mu s$. Då är $V_{in} = 3V$.
- 3b Transistorn börjar leda vid $0.3\mu s$. Detta sker då V_{GS} överstiger $V_{TR} = 2V$ enligt formeln.
- 3c Då drainströmmen stiger minskar V_{DS} . Stigtiden är egentligen från 10-90% dvs $0.8 * (0.7 - 0.3) = 0.32\mu s$ men $0.4\mu s$ godtas också.
- 3d $0.2 - 0.3\mu s$: V_{GS} stiger, men har inte uppnått V_{TR} . Inkapacitansen i transistorn är liten och det går snabbt att ladda upp den via R_G . $0.3 - 0.7\mu s$: Då transistorn börjar leda minskar V_{DS} och inkapacitansen förstoras med millereffekten, uppladdningen går långsammare då mycket ström ska tas via R_G . $0.7 - 0.9\mu s$: Nu ligger V_{DS} stilla och millereffekten inverkar ej längre och drainströmmen har uppnått maxvärdet i kretsen. Eftersom transistorns gate inte tar någon ström stiger spänningen till insignalens maxspänning.
- 3e Genom att minska R_G eller koppla en liten kondensator parallellt med R_G kan mer ström tryckas in i transistorns gate och omslaget går fortare.
- 4a $V_{LSB} = V_{fs}/2^N = 1/2^8 = 3.9mV$
- 4b Lågpasfilter är till för att jämna ut de snabba förändringarna mellan de olika nivåerna.
- 4c AD-omvandlaren måste ta tillräckligt många sample per period. Då måste högre frekvenser förhindras att nå AD-omvandlaren annars inträffar vikningsdistortion.

- 4d Vid AD- och DA-omvandling vill man att det ska vara ett linjärt samband mellan den analoga signalen och det binära tal som beskriver den analoga signalen. En fördubbling av signalen ska alltså ge ett dubbelt så stort binärt tal.
- (a) Fel 1: Offsetfel. Det innebär att det finns ett konstant fel adderat till talen i omvandlaren. Typiskt ligger alla digitala värden för högt med samma värde, d.v.s. det analoga värdet 0 ger inte det digitala värdet 0000..0 ut.
 - (b) Fel 2: Förstärkningsfel. Det är en linjär förändring av värdet, d.v.s. proportionell mot det analoga värdet - skalan är fel.
 - (c) Fel 3: Linjäritetsfel. Felet innebär att de digitala talen avviker från det ideala på ett olinjärt sätt.
- 5 EU-direktiv är en generell beskrivning av vad EU-länderna ska uppfylla för krav, t.ex. vad gäller störningar (EMC). Ufärdas av EU där alla EU-länder är representerade. En harmoniserad standard är en nationell standard som uppfyller ett EU-direktiv. Därmed får en apparat säljas i hela EU om den uppfyller ett lands harmoniserade standard. Den nationella (harmoniserade) standarden ansvarar varje lands standardiseringsinstitut för. CE-märkning är declaration of conformity d.v.s. varje produkt som marknadsförs i EU ska ha ett intyg där tillverkaren garanterar att produkten uppfyller alla relevanta standarder för en sådan produkt inom EU. Det är upp till tillverkaren/(försäljningsorganisationen vid import) att upprätta denna dokumentation och att genomföra alla tester nödvändiga för att uppfylla direktiven.
- 6 Båda sätten är för att minimera påverkan från yttre störningar. Partvinning minskar effekten av påstrålade magnetiska fält eftersom i varje par av öglor tar de inducerade spänningarna ut varandra. Skärmning är främst för att minska påverkan från elektriska fält.