

Tentamen i Elektronik - ETIA01

Institutionen för elektro- och informationsteknik
LTH, Lund University

2015-10-21
8.00 - 13.00

Uppgifterna i tentamen ger totalt 60 poäng. 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 kretsteknik
- Räknare

Observera!

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

Lycka till!

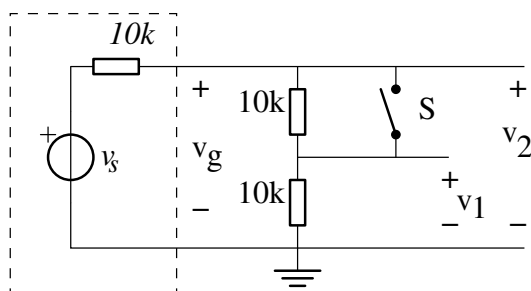
1. Några frågor kopplade till laborationerna.

- (a) På labbänken finns både multimeter och oscilloskop. Ange i vilka mätsituationer som man väljer de olika instrumenten och motivera varför de är bättre i den beskrivna mätningen. (Minst en mätning för varje instrument) (3 p)
- (b) Vilken in- och utimpedans har en spänningsförstärkare idealt? Motivera ditt svar. (2 p)
- (c) En spänningskälla med sinusformad spänning är kopplad i serie med R och C . Med multimeter mäter du spänningarna över respektive komponent och får resultatet enligt tabellen.

Komponent	spänning
Källa	1V
R	0,7V
C	0,7V

Om man summerar spänningarna så blir spänningen över komponenterna större än spänningen från källan. Vad beror det på? (3 p)

2. Figur 1 visar en koppling som används för att generera inspänningar till en lab om differentialförstärkare. S är en strömbrytare som laboranten kan manövrera och $v_s = 1V$. (Beteckningen v_g i figuren är samma som v_2)



Figur 1: Nät för att generera CM- och DMsignaler

- (a) Med S sluten, vad blir v_1 och v_2 ? (3 p)
- (b) Med S öppen, vad blir v_1 och v_2 ? (3 p)
- (c) Med S öppen och v_1 och v_2 är insignaler till en differentialförstärkare vad blir då $v_{in,DM}$ och $v_{in,CM}$? (3 p)
- (d) Förstärkaren har dimensionerats för förstärkningen $A_{DM} = 10$ och enligt databladet är $CMRR$ 60dB. Vad blir utsignalen med insignalerna i uppgift 2c? (4 p)

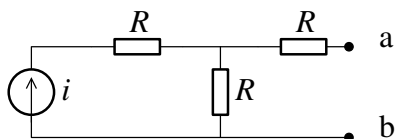
3. En strömkälla, $i(t)$, som lämnar sinusformad ström ansluts till några resistorer enligt figur 2.

(a) Bestäm Theveninekvivalenten i nodparet a-b i figur 2 (5 p)

(b) En kondensator C ansluts mellan noderna a och b . Bestäm överföringsfunktionen mellan Theveninspänningen, V_{TH} och spänningen v_C med kondensatorn ansluten. $H(j\omega) = \frac{V_{a-b}}{V_{TH}}$ (Räkna nu i frekvensplanet) (2 p)

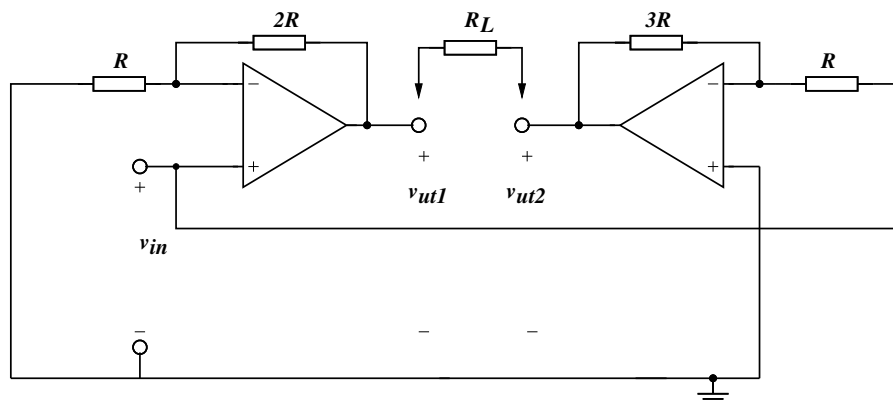
(c) Rita BODEdiagrammen för H . Normera diagrammen så att brytpunkten, f_b , har frekvensen 1. Diagramblad finns sist i tentamenshäftet. Gradera axlarna för att få poäng. (4 p)

(d) En signal, $i(t) = I \sin(2\pi f_b t)[A]$, med amplituden $I = 1A$ och den normerade frekvensen $f_b = 1Hz$ ansluts. Vilken amplitud och fasvridning har då $V_{a-b}(t)$ om $R = 2\Omega$? (2 p)



Figur 2: Nät med strömkälla

4. Kopplingen i figur 3 består av två stycken OPförstärkare. Du får anta att det är ideala OP.



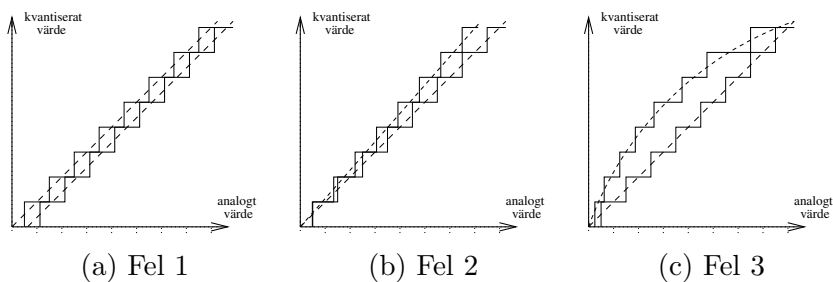
Figur 3: Koppling med två OP

(a) Bestäm v_{ut1} på första OPns utgång som funktion av v_{in} (4 p)

(b) Bestäm v_{ut2} som funktion av v_{in} . (4 p)

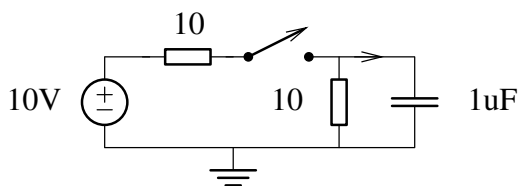
(c) En resistor R_L ansluts mellan utgångarna enligt figuren. Bestäm ett uttryck för strömmen i resistorn som funktion av V_{in} (2 p)

5.



Figur 4: Statiska fel i omvandlare

- (a) En AD-omvandlare kan ha olika fel i omvandlingen. I figur 4 visas tre olika feltyper. Ange vilka fel det är fråga om och på vilket sätt de kan åtgärdas. (4 p)
- (b) Du vill omvandla ett digitalt tal till analog spänning där minsta ändringen är 1mV och största värdet är 2,5V. Hur många bitar ska AD-omvandlaren minst ha? (2 p)
- (c) Beskriv vad vikning (aliasing) innebär och hur man undviker det. (2 p)
6. I figur 5 är en likspänningskälla kopplad till två 10Ω resistorer och en kondensator. Vid tiden $t = 0$ sluts strömbrytaren. Kondensatorn har ingen laddning före tiden $t = 0$.



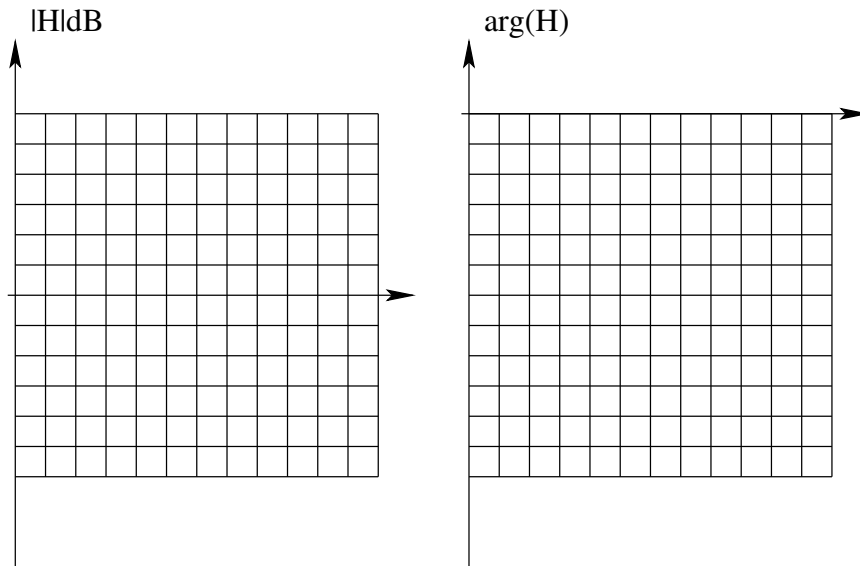
Figur 5: Krets med strömbrytare

- (a) Vad blir slutvärdet på spänningen över kondensatorn, $1\mu F$, lång tid efter $t = 0$? (2 p)
- (b) Ge ett uttryck för spänningen över kondensatorn, v_C , för $t \geq 0$ (3 p)
- (c) Efter tiden t_0 , där $t_0 \gg \tau$, öppnas strömbrytaren. Ge ett uttryck för spänningen v_C över kondensatorn för $t \geq t_0$ (3 p)

Glöm inte att lämna in den här sidan

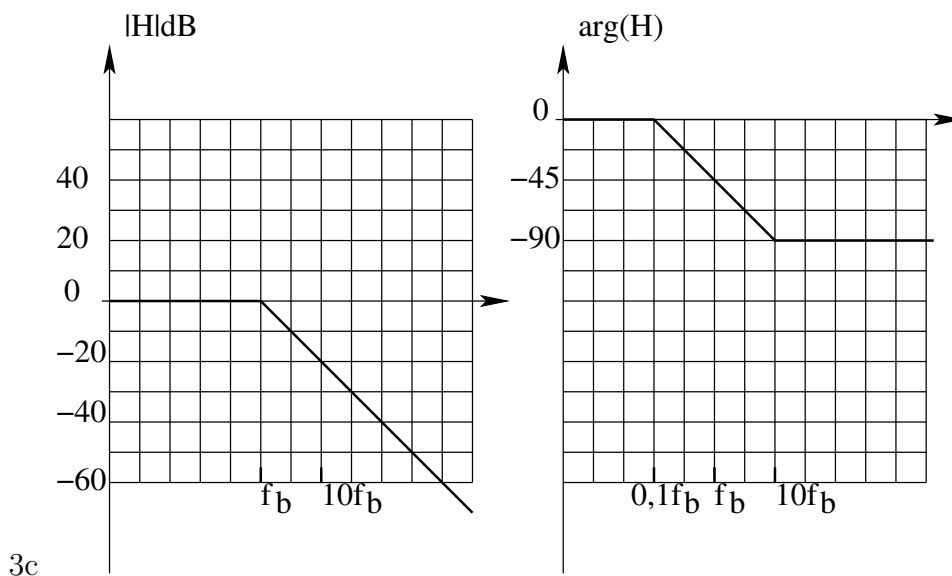
Namn:.....

Diagram till uppgift 3



Svar

- 1a Enkelt kan man säga att mätningar av likspänningar och likströmmar gör man bäst med den digitala multimetern, medan periodiska signaler gör sig bäst på oscilloskopet. Fördelar med multimetern är att den har bättre noggrannhet och är mindre och lättare att handskas med. Batteridriften gör den oberoende av nätspänningen. Den är fri från jord och yttre anslutningar och kan alltså användas till att mäta potentialen mellan två valfria punkter i en koppling. Fördelen med oscilloskopet är att man ser hur tidsberoendet är och att man kan studera signaler med högt frekvensinnehåll. (Det finns även batteridrivna instrument, som är en kombination av ett digitalt oscilloskop och en multimeter.)
- 1b Inimpedans: hög, utimpedans: låg. Spänningsförstärkaren mäter spänningen på ingången och skall därför inte ta någon ström från källan. Utsignalen är en spänning och den skall vara oberoende av vilken ström som tas ut till lasten.
- 1c De olika spänningarna är färförskjutna i förhållande till källan. Mätning med multimeter visar effektivvärdet ($\hat{V}/\sqrt{2}$). En korrekt mätning med oscilloskop i ett och samma tidsögonblick ger rätt svar.
- 2a S kortsluter en resistor. Spänningsdelning, $v_1 = v_2 = 10k/(10k + 0 + 10k) * v_s = 1/2V$
- 2b Spänningsdelning, $v_1 = 10k/(10k + 10k + 10k) * v_s = 1/3V$ $v_2 = (10k + 10k)/(10k + 10k + 10k) * v_s = 2/3V$
- 2c $v_{in,DM} = v_2 - v_1 = 1/3V$ $v_{in,CM} = (v_2 + v_1)/2 = (2/3V + 1/3V)/2 = 0,5V$
- 2d $CMRR=60dB$ betyder att $CMRR = 1000 = A_{DM}/A_{CM}$. $A_{CM} = 10/10^3 = 0.01$. $v_{ut} = A_{DM}v_{in,DM} + A_{CM}v_{in,CM} = 10 * 1/3 + 0.01 * 0.5 = 3.3383V$
- 3a $v_{TH}(t) = i(t) * R$, $R_{TH} = 2R$
- 3b Övergå till 1) Utnyttja Theveninekvivalenten. $V_{a-b} = IR * \frac{1}{1+j\omega 2RC}$. $H(j\omega) = \frac{V_{a-b}}{V_{TH}} = \frac{1}{1+j\omega 2RC}$ eller 2) Räkna på den ursprungliga kretsen och med strömgrening. $V_{a-b} = I * \frac{R}{(R+R+\frac{1}{j\omega C})} * \frac{1}{j\omega C} = I * R/(1+j\omega 2RC)$. $H(j\omega) = 1/(1+j\omega 2RC)$



- 3d I brytpunkten är amplituden $1/\sqrt{2}$ av insignalen. $v_{a-b} = 0.7V_{TH} = 0.7 * I * R = 0.7 * 1 * 2 = 1.4V$ och fasvridningen är -45 grader.
- 4a Ickeinverterande spänningsförstärkare med $A = 1 + 2R/R = 3$. $v_{ut1} = 3v_{in}$
- 4b Inverterande spänningsförstärkare med $A = -3R/R = -3$. $v_{ut2} = -3v_{in}$
- 4c Spänningen mellan v_{ut1} och v_{ut2} är $v_{ut1} - v_{ut2} = 3v_{in} - (-3v_{in}) = 6v_{in}$. $I_R = 6v_{in}/R_L$
- 5a Vid AD-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. Felet åtgärdas med addition av felet till insignalen t.ex. med en OP.
- (b) Fel 2: Förstärkningsfel. Det är en linjär förändring av värdet, d.v.s. proportionell mot det analoga värdet - skalan är fel. Felet åtgärdas med korrigeringsfaktor t.ex. med en OP.
- (c) Fel 3: Linjäritetsfel. Felet innebär att de digitala talen avviker från det ideala på ett olinjärt sätt. Felet kan endast åtgärdas med omvandlingstabell i den digitala domänen. Viss förbättring kan nås med bästa passning med samma åtgärder som ovan.
- 5b $V_{LSB} = 1mV$ och $V_{fs} = 2.5V$. $V_{LSB} = V_{fs}/2^N$ $N = \log_2(V_{fs}/V_{LSB}) = 11.3$ 12 bitar är nödvändigt.
- 5c Vikning (aliasing) innebär att man tar för få sampel per period av signalen. Detta innebär att man inte kan återskapa signalen korrekt igen. Vikning undviks genom att begränsa frekvensinnehållet i signalen med ett lågpasfilter, analogt av uppenbara skäl.
- 6a Gör en Theveninekvivalent av källan och resistorerna: $v_{TH} = 10V/2$ och $R_{TH} = R \parallel R = 5\Omega$. Spänningen över kondensatorn blir $5V$ efter lång tid.
- 6b $v_C(t) = 5(1 - e^{t/\tau_1})$ där $\tau_1 = R_{TH}C$
- 6c Nu är endast en 10Ω resistor kvar i kretsen. Tiden startar vid t_0 . $v_C(t) = 5Ve^{(t-t_0)/\tau_2}$ där $\tau_2 = 10C$