

FYS1210 Løsningsforslag

Eksamen V2018

Morgan Kjølervakken

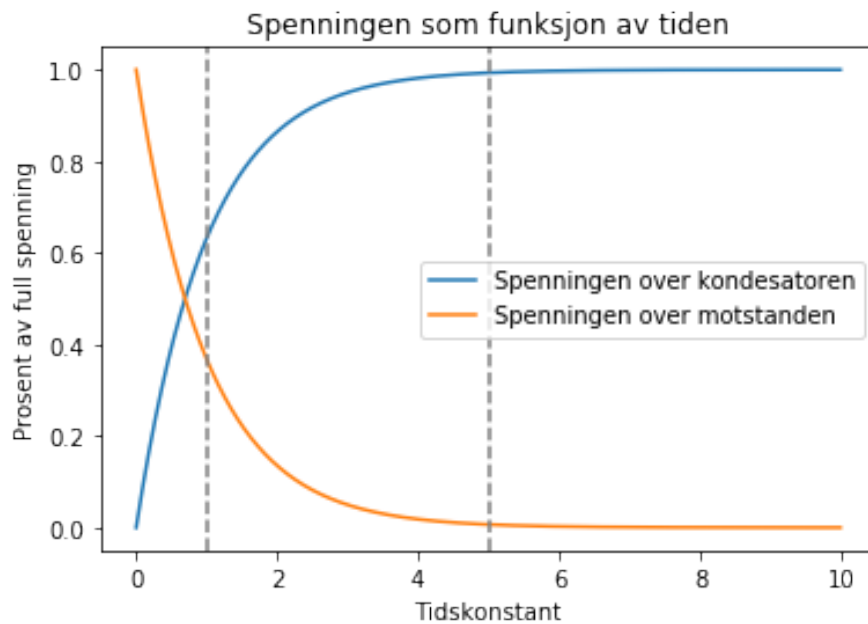
Oppgave 1

Kondensatorer og filtre (totalt 5 poeng)

1 a.

(1 poeng)

Beskrivelse av hvordan kondensatoren lades opp er gitt av differensial likningen $V = \frac{1}{C} \int Idt$. For et RC nettverk har vi den analytiske løsningen $V = V_s(1 - e^{-t/RC})$. I lab 2 ble en slik krets simulert. Krav til besvarelse er en skisse hvor RC og 5RC er merket og som omtrentlig viser den eksponentielle oppladningen.



1 b.

(0,5 poeng)

Når kretsen brytes vil det ikke gå noe strøm i kretsen kondensatoren vil beholde alle ladningsbærene og spenning vil være uforandret.

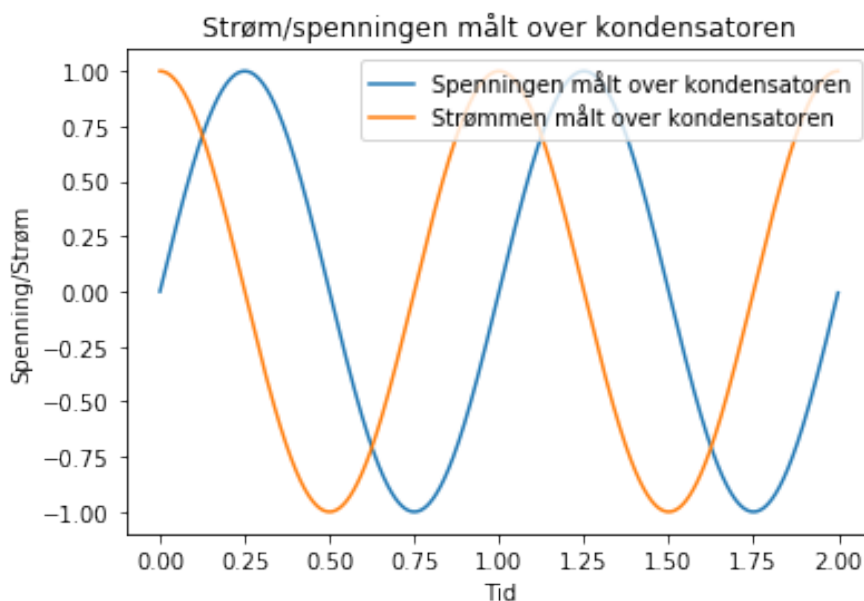
1 c.

(0,5 poeng)

Vi har et lavpass filter som lar lave frekvenser passere.

1 d.
(1 poeng)

Skisse



Krav til besvarelse er en skisse hvor man viser at spenningen er 90 grader forsinket i forhold til strømmen.

1 e.
(1 poeng)

Grensefrekvensen er gitt ved $f_g = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 15,9 \text{ Hz}$
Vi har 3dB demping i dette punktet.

1 f.
(1 poeng)

Den totale motstand for strømmen i en krets med motstand og reaktans. I en serie RC - krets er den totale impedansen være vektorsummen av R og jX_C Finner reaktansen til kretsen for 10Hz

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \text{ Hz} \cdot 10 \mu\text{F}} = 1,6 \text{ k}\Omega$$

Finner Impedansen

$$Z = \sqrt{X_c^2 + R^2} = \sqrt{(1,6 \text{ k}\Omega)^2 + (1 \text{ k}\Omega)^2} = 1,9 \text{ k}\Omega$$

I og med at figuren viste en frekvens på 1Hz vil dette også telle som riktig svar. ($Z = 16 \text{ k}\Omega$)

Oppgave 2

Operasjonsforsterkere (totalt 6 poeng)

2 a.
(1 poeng)

Vi har en inverterende forsterker hvor spenningsforsterkningen gitt ved:

$$|A_v| = \frac{R_f}{R_s}$$

Hvor $R_s = R_1 = 1k\Omega$ og $R_f = R_2 = 100k\Omega$

$$|A_v| = \frac{R_2}{R_1} = \frac{100k\Omega}{1k\Omega} = 100 = 40dB$$

2 b.

(1 poeng)

Den totale forsterkningen er produktet av forsterkningen mellom trinn 1 og trinn 2 (summen hvis man regner i dB)

$$|A_{vtotal}| = |A_{vtrinn1}| |A_{vtrinn2}|$$

Trinn 1 er allerede regnet ut i oppgave a.

Trinn 2 er en ikke inverterende forsterker hvor spenningsforsterkningen gitt ved:

$$|A_{vtrinn2}| = \frac{R_3}{R_4} + 1 = \frac{18}{2} + 1 = 10 = 20dB$$

$$|A_{vtotal}| = |A_{vtrinn1}| |A_{vtrinn2}| = 100 * 10 = 1000 = 60dB$$

2 c.

(1 poeng)

Det forsterkertrinnet som har størst forsterkning, trinn 1, vil begrense kretsen først. Forsterkningen til operasjonsforsterkeren faller med 20 dB pr. dekada. Med en forsterkning på 100 finner vi knekkpunktet ved å gå to dekadere tilbake fra $GBW=1MHz$ som gir 10kHz.

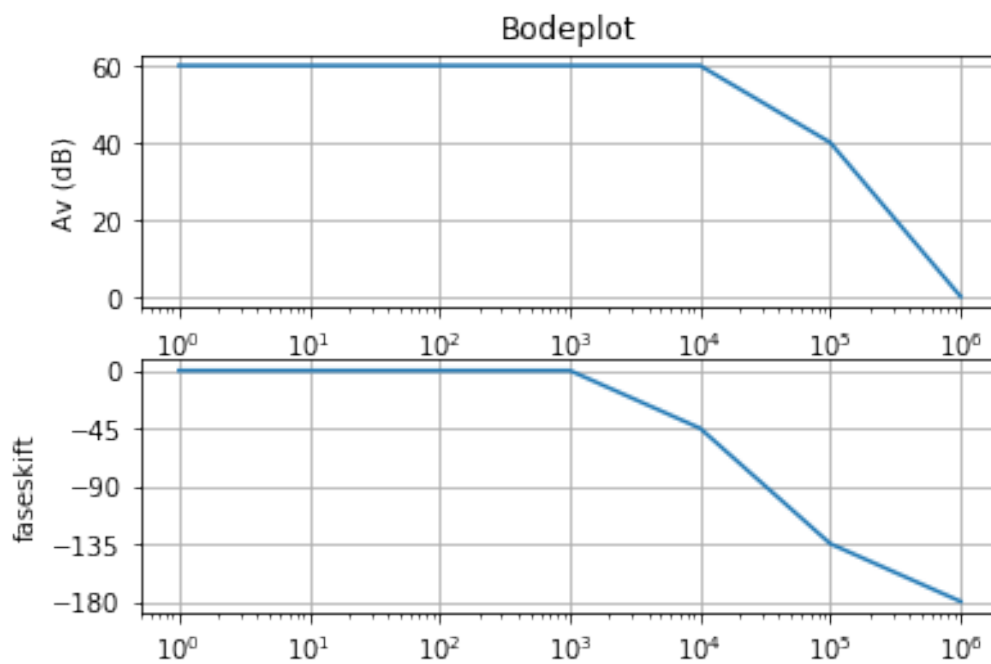
2 d.

(1 poeng)

Forsterkningen til trinn 1 ved 10 kHz er 40 dB Dvs. signalet i AA = 0,5 volt / 100 = 5 mV. (Dette svaret gir 0,5 poeng)

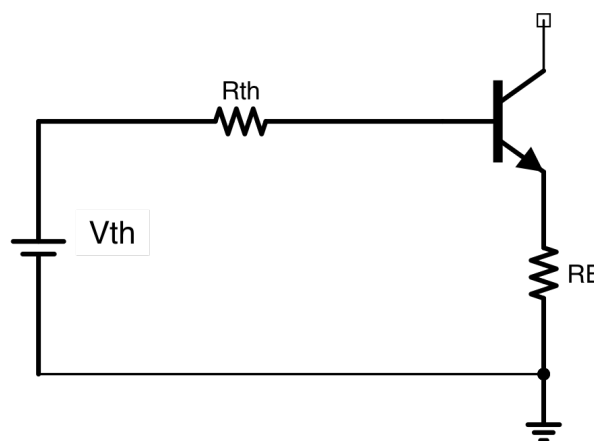
Vi vet også at forsterkningen har falt 3 dB. i knekkpunktet. Dvs at forsterkningen er redusert med en faktor 0,707 som gir $A_v \approx 70$ og gir en spenning som gir 7mV. (Dette svaret gir 1 poeng)

2 e.
(2 poeng)



Oppgave 3 Transistorforsterker (totalt 8 poeng)

3 a.
(1 poeng)



Finner Thevenin spenningen

$$V_{th} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} V_{cc}$$

$$V_{th} = \frac{3k}{3k + 9k} 24V$$

$$V_{th} = 6V$$

Finner Thevenin motstanden

$$R_{th} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9k3k}{9k + 3k} = 2,25k\Omega$$

3 b.

(1 poeng)

Denne oppgaven kan løses med ved bruk av Thevenin eller ved en forenklet beregning.

Thevininberegning

Spenningen inn på basen er gitt ved Thevenin spenningen $V_{th} = 6V$ og fallet gjennom tilsvarende spenningsfall finner vi da gjennom summen av spenningsfallet over base-emitter i transistoren $0,7V$ og spenningsfallet over emitter motstanden.

$$V_{th} = V_{R_{th}} + V_{be} + V_e$$

$$V_{th} = I_b R_{th} + 0,7V + I_b(\beta + 1)$$

$$6V = I_b R_{th} + 0,7V + I_b(\beta + 1)R_e$$

Løser mhp I_b

$$I_b = \frac{5,3}{201 \cdot 3K + 2,25k} = 8,75\mu A$$

$$I_c = i_b \cdot \beta = 1,75mA$$

Forenklet beregning

Spenningen på basen er gitt av en spenningsdeling.

$$V_b = \frac{R_2}{R_2 + R_1} V_{cc} = \frac{3k}{3k + 9k} 24V = 6V$$

$$V_b = V_{be} + V_e$$

$$V_e = 6V - 0,7V$$

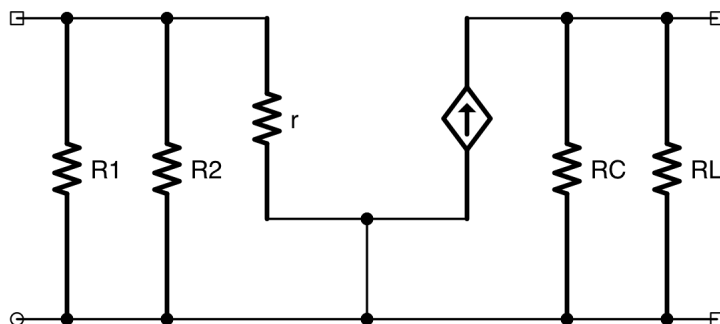
$$R_e I_e = 5,3V$$

som gir

$$I_e = 5,3/3K\Omega = 1,77mA$$

for $\beta = 200$ vil basestrømmen være liten og $I_c \approx I_e \approx 1,77mA$

3 c.
(1 poeng)



3 d.
(1 poeng)

Transkonduktansen

$$g_m = \frac{I_c}{V_T} = \frac{2\text{mA}}{25\text{mV}} = 80\text{mS}$$

Den dynamiske inngangsmotstanden

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{200}{80\text{mS}} = 2,5\text{k}\Omega$$

3 e.
(1 poeng)

$$A_v = -g_m R_C \parallel R_L = 80\text{mS} \cdot 3\text{k}\Omega = -240$$

3 f.
(1 poeng)

$$A_v = -g_m \frac{R_C \parallel R_L}{R_E} = -80\text{mS} \frac{3\text{k}\Omega}{3\text{k}\Omega} = -1$$

3 g.
(1 poeng)

Emittermotstanden bidrar til å stabilisere kretsen mot f.eks tempepraturdrift, men spenningsforsterkningen reduseres betydelig. Ved å avkoble emittermotstanden med en kondensator øker man spenningsforsterkningen for AC signalene samtidig som man bevarer en stabil bias.

3 h.
(1 poeng)

Den første kondensatoren sørger for at en eventuell DC komponent i inngangssignalet blir fjernet. Den andre kondensatoren sørger for at DC ikke går gjennom lasten, men kun det forsterkede inngangssignalet.

Oppgave 4

Digitalteknikk (totalt 3 poeng)

4 a.
(1 poeng)

Summen er 1101 som tilsvarer desimaltallet 13.

4 b.
(1 poeng)

Sannhetstabeller for NAND og NOR.

A	B	NAND	NOR
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0

4 c.
(1 poeng)

