

Bokmål / Nynorsk / English

NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

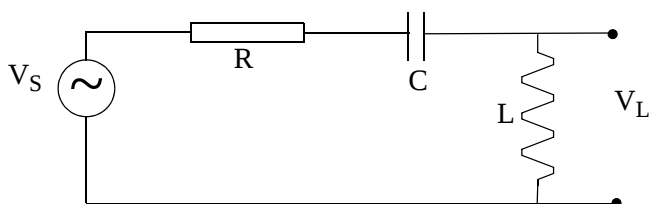
Steinar Raaen, tel.482 96 758

Eksamen TFY4185 Måleteknikk

Lørdag 17. desember 2011

Tid: 09.00-13.00

Tillatt ved eksamen / permitted at exam: Alternativ C / Alternative C
Godkjend lommekalkulator / Approved pocket calculator
K. Rottman: Mathematical formulas (or similar)
Engelsk ordbok / English dictionary

Oppgave 1 / Oppgave 1 / Problem 1

Figuren viser en RLC-krets med $R = 10 \, \Omega$, $C = 20 \, \mu\text{F}$, og $L = 10 \, \text{mH}$. Kretsen drives av en harmonisk vekselspenning V_S med vinkelfrekvens ω . Spenningene over motstanden R , kondensatoren C og spolen L er henholdsvis V_R , V_C og V_L .

- Finne den komplekse impedansen for kretsen og beregne strømmen i kretsen. Anta at V_S har amplitude $100 \, \text{V}$ og vinkelfrekvens $\omega = 1000 \, \text{s}^{-1}$. Angi tallsvar med amplitude og fase.
- Beregn amplitude og phase for hver av spenningene V_R , V_C , og V_L , og tegn et viserdiagram i det komplekse plan.
- Finne Thevenin og Norton ekvivalentene til kretsen. Vis ekvivalentkretsene.

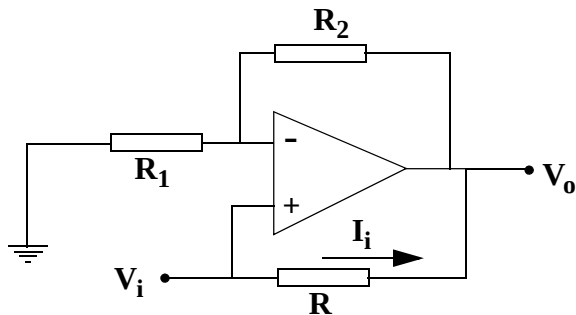
Figuren viser ein RLC-krets med $R = 10 \, \Omega$, $C = 20 \, \mu\text{F}$, og $L = 10 \, \text{mH}$. Kretsen drivs av ein harmonisk vekselspenning V_S med vinkelfrekvens ω . Spenningane over motstanden R , kondensatoren C og spolen L er henholdsvis V_R , V_C og V_L .

- Finne den komplekse impedansen for kretsen og berekn strømmen i kretsen. Anta at V_S har amplitude $100 \, \text{V}$ og vinkelfrekvens $\omega = 1000 \, \text{s}^{-1}$. Angi talsvar med amplitude og fase.
- Berekn amplitude og phase for kvar av spenningane V_R , V_C , og V_L , og tekn eit viserdiagram i det komplekse planet.
- Finne Thevenin og Norton ekvivalentane til kretsen. Vis ekvivalentkretsane.

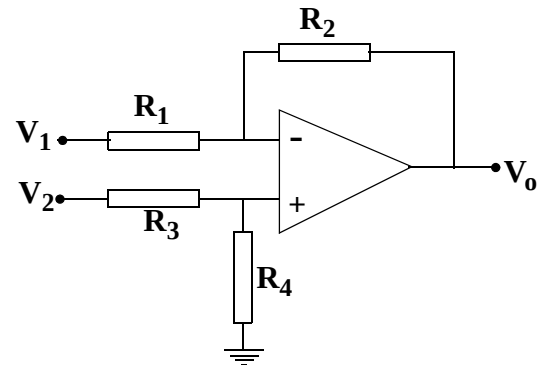
The figure shows a RLC-circuit with $R = 10 \, \Omega$, $C = 20 \, \mu\text{F}$, and $L = 10 \, \text{mH}$. The circuit is driven by an harmonic AC voltage V_S with angular frequency ω . The voltages over the resistor R , capacitor C and the solenoid L are V_R , V_C and V_L , respectively.

- Find the complex impedance for the circuit and calculate the current in the circuit. Assume that V_S has amplitude $100 \, \text{V}$ and angular frequency $\omega = 1000 \, \text{s}^{-1}$. Give numeric answers using amplitude and phase.
- Calculate the amplitude and phase for each of the voltages V_R , V_C , and V_L , and draw a phasor diagram in the complex plane.
- Find the Thevenin and Norton equivalents of the circuit. Show the equivalent circuits.

Oppgave 2 / Oppgave 2 / Problem 2



Krets 1 / Circuit 1

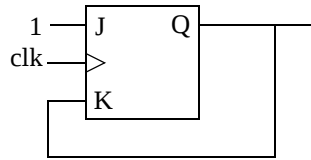


Krets 2 / Circuit 2

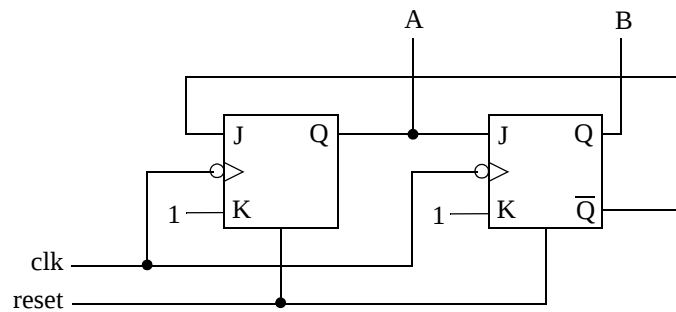
- a) Operasjonsforsterkeren i krets 1 har inngangssignal V_i og utgangssignal V_o . Finn transferfunksjon og inngangsimpedans for krets 1. Anta at operasjonsforsterkeren er ideell.
- b) I krets 2 har forsterkerkretsen V_1 og V_2 som inngangssignal og V_o som utgangssignal. Anta ideell operasjonsforsterker. Hvilke relasjoner må være oppfylt mellom R_1 , R_2 , R_3 og R_4 for at forsterkeren skal være en differanseforsterker med forsterkning 100?

- a) Operasjonsforsterkaren i krets 1 har inngangssignal V_i og utgangssignal V_o . Finn transferfunksjon og inngangsimpedans for krets 1. Anta at operasjonsforsterkaren er ideell.
- b) I krets 2 har forsterkarkretsen V_1 og V_2 som inngangssignal og V_o som utgangssignal. Anta ideell operasjonsforsterkar. Hvilke relasjonar må være oppfylde mellom R_1 , R_2 , R_3 og R_4 for at forsterkaren skal vere ein differanseforsterkar med forsterkning 100?

- a) The operational amplifier in circuit 1 has input signal V_i and ouput signal V_o . Find the transfer function and input impedance for circuit 1. Assume an ideal operational amplifier.
- b) In circuit 2 the amplifier circuit has V_1 and V_2 as input signals and V_o as output signal. Assume ideal operational amplifier. Which relations must be fulfilled for R_1 , R_2 , R_3 and R_4 in order for the amplifier to be a differential amplifier of gain 100?

Oppgave 3 / Oppgåve 3 / Problem 3

Figur 1 / Figure 1



Figur 2 / Figure 2

- Det sendes klokkepulsar inn på JK-vippa i Figur 1. Hvordan oppfører utgangen Q seg?
- Hvordan kan en JK-vippe endres til en D-vippe?
- Det sendes et pulstog inn på klokkeinnngangene i Figur 2. Hva er funksjonen til kretsen?
- Gitt det logiske uttrykket

$$Y = AB + AC + \bar{B}C$$

Forenkle uttrykket mest mulig.

- Det sendes klokkepulsar inn på JK-vippa i Figur 1. Korleis oppfører utgangen Q seg?
- Korleis kan ei JK-vippe endras til ei D-vippe?
- Det sendes eit pulstog inn på klokkeinnngangane i Figur 2. Kva er funksjonen til kretsen?
- Gjeve det logiske uttrykket

$$Y = AB + AC + \bar{B}C$$

Forenkle uttrykket mest mulig.

- Clock pulses are sent to the clock input of Figure 1. How does the output Q behave?
- How can a JK flip-flop be transformed into a D flip-flop?
- A puls train is impinging on the clock inputs of Figure 2. What is the function of this circuit?
- Given the logical expression

$$Y = AB + AC + \bar{B}C$$

Simplify the expression as much as possible.

Løsningsskisse - eks. 17. desember 2011

Oppg.1

a)

$$Z = R + \frac{1}{j\omega C} + j\omega L = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = 10 - j40[\Omega] = \hat{Z}e^{j\varphi}$$

$$\hat{Z} = 41,2[\Omega]$$

$$\varphi = \text{atan}\left(-\frac{40}{10}\right) = -76^\circ$$

$$I = \frac{V_s}{Z} = \frac{V_s}{\hat{Z}}e^{-j\varphi} = \frac{V_s^0}{\hat{Z}}e^{j(\omega t - \varphi)} = \hat{I}e^{j(\omega t - \varphi)}$$

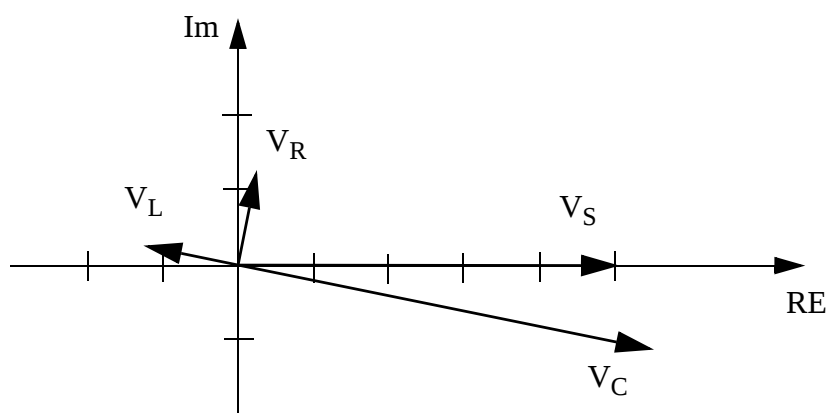
$$\hat{I} = 2,43 \quad \text{og} \quad \theta = -\varphi = 76^\circ$$

b)

$$V_R = RI = \hat{R}\hat{I}e^{j(\omega t + 76^\circ)} = 24,3e^{j(\omega t + 76^\circ)} = \hat{V}_Re^{j(\omega t + 76^\circ)}$$

$$V_C = \frac{I}{j\omega C} = \frac{-jI}{\omega C} = \frac{I}{\omega C}e^{-j90^\circ} = \frac{\hat{I}}{\omega C}e^{j(\omega t + 76^\circ - 90^\circ)} = 121,5e^{j(\omega t - 14^\circ)} = \hat{V}_Ce^{j(\omega t - 14^\circ)}$$

$$V_L = j\omega LI = \omega L\hat{I}e^{j(\omega t + 76^\circ + 90^\circ)} = 24,3e^{j(\omega t + 166^\circ)} = \hat{V}_Le^{j(\omega t + 166^\circ)}$$

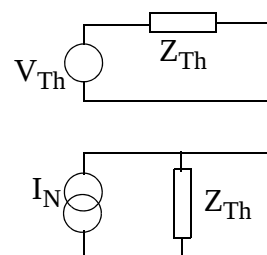


Merk at $V_S = V_R + V_L + V_C$ (vektorsummen)

c)

$$Z_{Th} = Z_N = j\omega L \parallel \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) = \frac{-\omega^2 LCR + j\omega L}{1 - \omega^2 LC + j\omega RC}$$

$$V_{Th} = \frac{j\omega L V_s}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \quad \text{og} \quad I_N = \frac{V_{Th}}{Z_{Th}}$$



Oppg.2

a)

$$V_{pluss} = V_{minus} = V_i \Rightarrow \frac{V_i}{R_1} = \frac{V_o}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_{inn} = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_i}{\frac{V_i - V_o}{R}} = \frac{-R}{\frac{V_o - V_i}{V_i}} = \frac{-R}{1 + \frac{R_2}{R_1} - 1} = -\frac{RR_1}{R_2}$$

b)

$$\frac{V_o - V_{minus}}{R_2} = \frac{V_{minus} - V_1}{R_1} \quad \text{og} \quad \frac{V_2 - V_{pluss}}{R_3} = \frac{V_{pluss}}{R_4} \quad \text{og} \quad V_{pluss} = V_{minus}$$

$$V_{minus} = \frac{R_1 V_o + R_2 V_1}{R_1 + R_2} \quad \text{og} \quad V_{pluss} = \frac{R_4 V_2}{R_3 + R_4}$$

$$\frac{R_1 V_o + R_2 V_1}{R_1 + R_2} = \frac{R_4 V_2}{R_3 + R_4} \quad \text{dermed} \quad V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} \frac{R_4}{R_1} V_2 - V_1 \frac{R_2}{R_1}$$

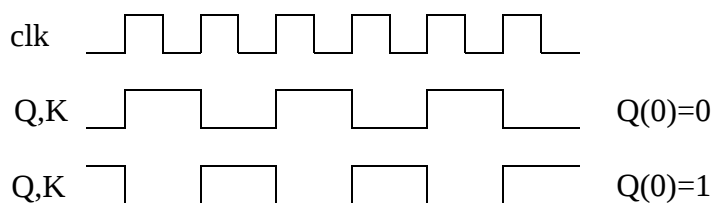
$$\text{videre} \quad V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \left\{ \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) V_2 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 \right\}$$

$$\text{differanseforsterker} \quad \frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{dermed} \quad V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1) = 100(V_2 - V_1) \quad \text{hvis} \quad \frac{R_2}{R_1} = 100$$

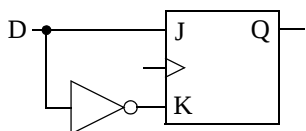
Oppg.3

a)



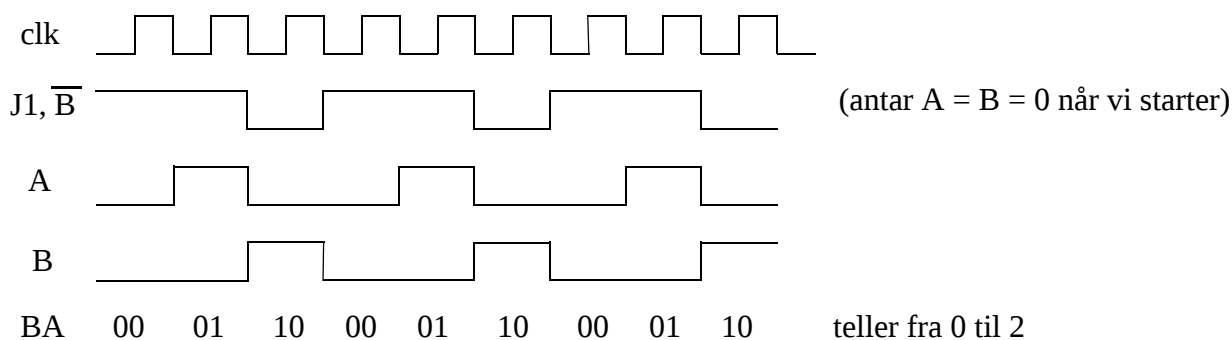
dvs. deler klokkefrekvensen på 2

b)



D-vippe fra JK-vippe

c)



d)

$$Y = AB + AC + \overline{B}C$$

A	B	C	AB	AC	$\overline{B}C$	Y
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1

Y		AB			
		00	01	11	10
C	0	0	0	1	0
	1	1	0	1	1

Karnaugh diagram

som gir $Y = AB + \overline{B}C$