

# UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i                    INF130 — Anvendt elektronikk

Eksamensdag:            3. juni 2002

Tid for eksamen:        9–13

Oppgavesettet er på 4 sider.

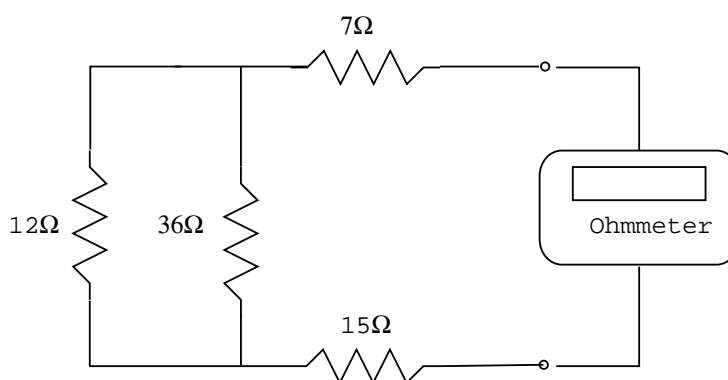
Vedlegg:                 ingen

Tillatte hjelpemidler: Alle trykte og skrevne samt kalkulator

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

## Oppgave 1    Motstander (vekt 15%)

I denne oppgaven skal det bestemmes motstandsekvivalenter.



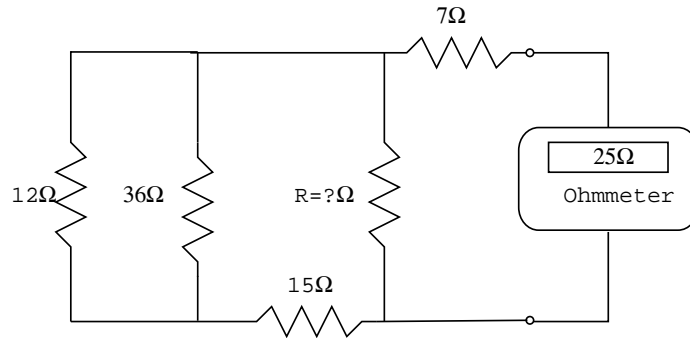
Figur 1: Kretsskjema 1

### 1-a

Hva måler ohmmeteret i kretsskjema 1? Hva blir den ekvivalente motstanden?

(Fortsettes på side 2.)

## 1-b



Figur 2: Kretsskjema 2

Hva må verdien av motstanden  $R$  i kretsskjema 2 være når ohmmeteret viser  $25\Omega$ ?

## 1-c

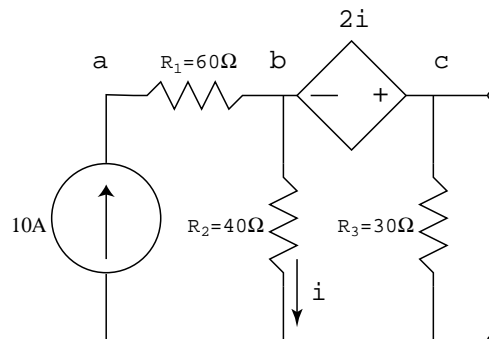
Vi erstatter ohmmeteret i kretsen fra forrige oppgave med en spenningskilde på  $V_s = 30V$ . Tegn opp kretsen på nytt med spenningskilden og angi polariteten på kilden (+ og -).

## 1-d

I kretsen fra forrige oppgave settes  $R = 12\Omega$ . Bestem strømmen,  $I_L$ , som lastes fra spenningskilden  $V_s$ .

## Oppgave 2 Ekvivalente kretser (vekt 20%)

## 2-a



Figur 3: Kretsskjema 3

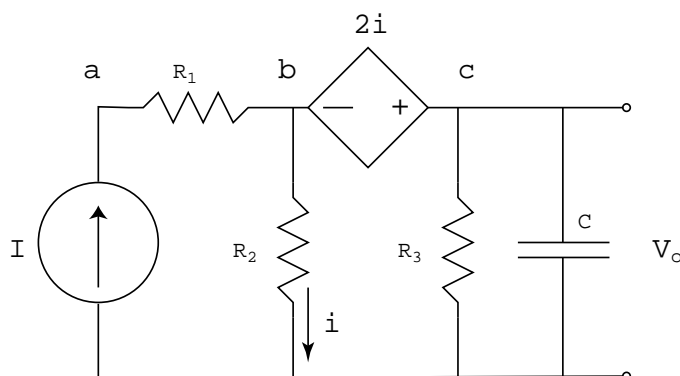
Bestem en Thévenin ekvivalent krets for kretsen i kretsskjema 3.

(Fortsettes på side 3.)

### Oppgave 3 Energilagring (vekt 25%)

I denne oppgaven antar vi at kretsen blir stimulert med et sinus-signal.

#### 3-a



Figur 4: Kretsskjema 4

Finn et symbolsk uttrykk for utgangsspenningen,  $V_O$ , i kretsen som er vist i kretsskjema 4. Anta at kretsen blir påtrykket en periodisk strøm  $I = \cos(\omega t)$ .

#### 3-b

Anta følgende verdier på komponentene i kretsskjema 4:  $R_1 = 60\Omega$ ,  $R_2 = 40\Omega$ ,  $R_3 = 30\Omega$ ,  $C = 1mF$ ,  $\omega = 80rad/s$  og bestem både fasevinkel og amplitude på utgangssignalet,  $V_O$  i forhold til inngangssignalet som er gitt ved  $I = \cos(\omega t)$ . Skriv utgangssignalet som en trigonometrisk funksjon.

### Oppgave 4 Digitalteknikk

#### 4-a Forenkling (vekt 10 %)

En krets har inngangene a,b,c,d og en utgang gitt av funksjonen:

$$F = ab'c' + a'c'd' + a'cd' + a'bd + ab'c$$

Forenkl funksjonen ved å bruke Karnaugh-diagram og implementer den med et minimalt antall 2-input NAND-porter. Anta at inngangssignalene finnes i både invertert og ikke-invertert utgave. Kan funksjonen ytterligere forenkles ved å ta i bruk en XOR-port med 2 innganger? Vis hvordan dette eventuelt kan gjøres.

(Fortsettes på side 4.)

#### **4-b Multiplekser (vekt 5 %)**

Benytt en 8 x 1 multiplekser (8 datainnganger, 3 styrelinjer og 1 utgang) til å realisere funksjonen i punkt 4-a.

#### **4-c PLA (vekt 5 %)**

Vis hvordan funksjonen i punkt 4-a kan realiseres med en Programmable Logic Array (PLA).

#### **4-d Tilstandsmaskin (vekt 20 %)**

Du skal i denne oppgaven designe en synkron tilstandsmaskin (sekvensiell krets) ved å bruke D-vipper. Kretsen skal på utgangene fungere som en teller med følgende tellesekvens: 0 - 2 - 4 - 6 - 1 - 3 - 5 - 7 - 0 - 2... Kretsen skal i tillegg ha en utgang som indikerer om nåværende tellerverdi på utgangene er et partall eller oddetall. Bruk så få komponenter som mulig. Tegn skjema for kretsen du designer.

## Løsningsforslag inf130 eksamen V-2002

Opg 1a)

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{36} = \frac{4}{36} = \frac{1}{9} \Rightarrow 9\Omega$$

som gir motstand

$$7 + 9 + 15 = \underline{\underline{31\Omega}}$$

Den ekvivalente motstanden til kretsen blir da  $31\Omega$

opg 1b)

Parallellmotstand til R er:

$$9 + 15 = 24\Omega$$

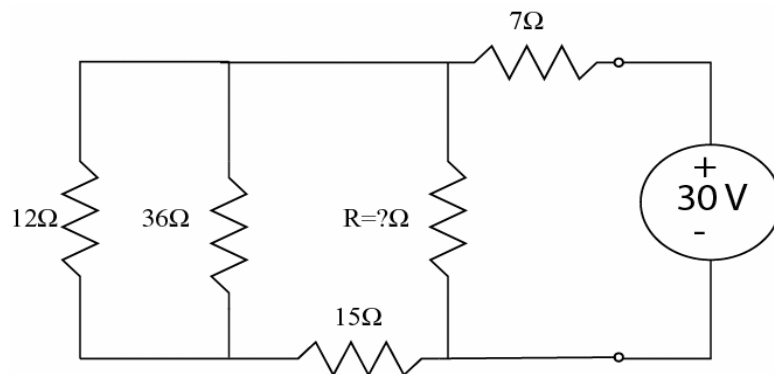
Hvis ohmmeteret viser  $25\Omega$  må:

$$R \parallel 24 = 25 - 7 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{24} = \frac{1}{18} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{18} - \frac{1}{24} = \frac{24 - 18}{18 \cdot 24} = \frac{6}{18 \cdot 24} = \frac{1}{72} \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{R = 72\Omega}}$$

opg 1c)



opg 1d)

setter  $R=12\Omega$  og finner parallellmotstand:

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{3}{24} = \frac{1}{8} \Rightarrow 8\Omega$$

Den ekvivalente lastmotstand blir da:

$$8 + 7 = 15\Omega$$

som gir strømmen:

$$I_L = \frac{30}{15} = \underline{\underline{2A}}$$

opg 2a)

Bestemmer ulastet utgangsspenning:

$$i = \frac{v_b}{40} \quad \text{og} \quad v_c = v_b + 2i = v_b + 2 \frac{v_b}{40} = v_b + \frac{v_b}{20}$$

bruker KCL i noden b når nodene b og c betraktes som en supernode:

$$10 - \frac{v_c}{30} - \frac{v_b}{40} = 0$$

setter inn for  $v_c$  og får

$$10 - \frac{1}{30} \left( v_b + \frac{v_b}{20} \right) - \frac{v_b}{40} = 0 \Rightarrow v_b = \frac{1000}{6} V$$

finner da:

$$v_c = v_b + \frac{v_b}{20} = \frac{1000}{6} + \frac{1000}{6} \frac{1}{20} = \underline{\underline{175V}}$$

Bestemmer Theveninmotstand ved en kjent last f. eks. 1A:

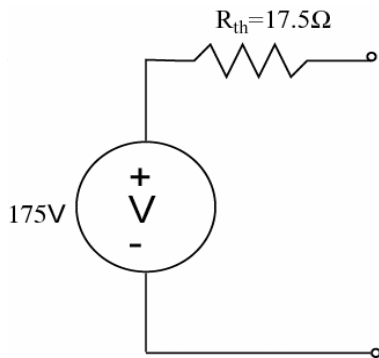
$$10 - \frac{v_c}{30} - \frac{v_b}{40} - 1 = 0$$

$$10 - \frac{1}{30} \left( v_b + \frac{v_b}{20} \right) - \frac{v_b}{40} - 1 = 0 \Rightarrow v_b = 150V$$

$$v_c = v_b + \frac{v_b}{20} = 150 + 150 \frac{1}{20} = \underline{\underline{157,5V}}$$

som gir spenningsfallet 17.5V med 1A last og Theveninekvivalent motstand blir da

$$R_{th} = \frac{17.5}{1} = \underline{\underline{17.5\Omega}}$$



opg 3A)

Lar

$$Z_P = R_3 \parallel C \Rightarrow \frac{1}{Z_P} = \frac{1}{R_3} + j\omega C = \frac{1 + j\omega CR_3}{R_3} \Rightarrow Z_P = \frac{R_3}{1 + j\omega CR_3}$$

og  $Z_1 = R_1, Z_2 = R_2$

bruger igjen KCL i b

$$I_{in} - \frac{v_c}{Z_2} - \frac{(v_b + 2i)}{Z_P} = 0$$

har

$$i = \frac{v_b}{Z_2} \text{ og } v_c = v_b + 2i = v_b + 2 \frac{v_b}{Z_2}$$

setter inn

$$I_{in} - \frac{v_c}{Z_2} - \frac{\left(v_b + 2 \frac{v_b}{Z_2}\right)}{Z_P} = 0$$

som gir

$$v_b = \frac{Z_2 Z_P}{Z_2 + Z_P + 2} I_{in}$$

vi har

$$V_O(t) = v_c = v_b + 2 \frac{v_b}{Z_2} = \frac{Z_2 + 2}{Z_2} \frac{Z_2 Z_P}{Z_2 + Z_P + 2} I_{in} = \frac{(Z_2 + 2) Z_P}{Z_2 + Z_P + 2} I_{in}$$

setter inn

$$V_O(t) = \frac{(Z_2 + 2) Z_P}{Z_2 + Z_P + 2} I_{in} = \frac{(R_2 + 2) \left( \frac{R_3}{1 + j\omega CR_3} \right)}{R_2 + \frac{R_3}{1 + j\omega CR_3} + 2} I_{in} = \frac{R_3 (R_2 + 2)}{R_3 + R_2 + 2 + R_3 (R_2 + 2) j\omega C} I_{in}$$

Har verdiene  $R_1 = 60, R_2 = 40, R_3 = 30, C = 0.001F, \omega = 80\text{rad} / s$  gir:

$$\begin{aligned}V_o(t) &= \frac{30(40+2)}{30+40+2+30(40+2)0.001 \cdot 80j} I_{in} = \frac{1260}{72+100.8j} I_{in} \\ &= \frac{1260}{72^2+100.8^2} (72-100.8j) I_{in} = 0.082(72-100.8j) I_{in} \\ &= \underline{\underline{5.91-8.27j I_{in}}}\end{aligned}$$

som polarkoordinater

$$r = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{5.91^2 + 8.27^2} = 10.16$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) = \arctan\left(\frac{-8.27}{5.91}\right) = -54.45^\circ$$

$$\underline{\underline{V_o = 10.16 \cos(80t - 54.54^\circ)}}$$