

Fy1 - Elektrisitet - 04.04.14

Løsningsskisser

Oppgave 1

Trekk forbindelseslinjer som viser sammenhenger mellom det som står på venstre og høyre side: (Bare *enkelt*-linjer, ikke *flere* linjer fra/til samme punkt på noen av sidene.)

Elektrisitet:

Viser korrekt sortering:

Venstre side:		Høyre side:
Erter i et rør	_____	Strøm
Potensiell energi	_____	Spenning
Ohm	_____	Resistans
Coulomb	_____	Ladning
Faraday	_____	Kapasitans
Kirchhoff	_____	Kretslover
Joules lov	_____	$W = RI^2t$

Oppgave 2

I en ledning passerer en ladning $Q = 13$ C hvert tverrsnitt av ledningen i løpet av $t = 25$ s.

Hvor stor er strømstyrken i ledningen?

$$\text{Definisjon av strømstyrke: } I = \frac{Q}{t} = \frac{13}{25} = 0.52 \text{ [A]}$$

Oppgave 3

I en strømkrets går det en strøm $I = 0.15$ Ampere i $t = 25$ sekunder.

- Hvor stor ladning passerer et tverrsnitt av ledningen i denne tiden?
- Hvor mange elektroner passerer et tverrsnitt av ledningen i denne tiden?
- Strømkretsen består kun av en spenningskilde på $U = 5$ V og en lyspære. Hva er resistansen i lyspæren?
- Hvor mye energi bruker lyspæren hvert minutt?

a) Definisjon av strømstyrke: $I = \frac{Q}{t} \Leftrightarrow Q = It = 0.15 \cdot 25 = 3.75 \approx 3.8$ [C]

b) Antall elektroner: $n = \frac{Q}{e} = \frac{3.75}{1.6 \cdot 10^{-19}} \approx 2.3 \cdot 10^{19}$

c) Ohms definisjon av resistans: $R = \frac{U}{I} = \frac{5}{0.15} \approx 33$ [Ω]

d) Energi: $E = PT = UIt = 5 \cdot 0.15 \cdot 60 \approx 45$ [J]

(Eller $E = RI^2t$ eller $E = \frac{U^2}{R}t$)

Oppgave 4

Vi har tre motstander $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$ og $R_3 = 5 \Omega$.

Ved å koble en, to eller tre av disse motstandene sammen kan vi lage koblinger med ulike resistans.

a) Hva er samlet resistans for en seriekobling av alle tre motstandene?

b) Hva er samlet resistans for en parallellkobling av R_2 og R_3 .

c) Hva er samlet resistans når R_1 er koblet i serie med en parallellkobling av R_2 og R_3 ?

a) Seriekobling: $R_{123} = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 3 + 5 = 10$ [Ω]

b) Parallellkobling: $\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_3 + R_2}{R_2 R_3} = \frac{5+3}{3 \cdot 5} = \frac{8}{15}$
): $R_{23} = \frac{15}{8} = 1.875 \approx 1.9$ [Ω]

c) Serie- og parallellkobling: $R_{123} = R_1 + R_{23} = 2 + 1.9 = 3.9$ [Ω]

Jeg har rundt av til 2 gjeldende siffer i denne oppgaven, men burde selvfølgelig ha gjort dette klart ved å oppgi $R_1 = 2.0 \Omega$, $R_2 = 3.0 \Omega$ og $R_3 = 5.0 \Omega$.

Oppgave 5

Den elektriske bilen Tesla har en batteripakke som fulladet inneholder energien $E = 85$ kWh. Vi regner med at dette rekker til å kjøre 40 mil.

a) Vi antar at batteriet er tomt og vi lader en time med spenning 230 Volt og strømstyrke 32 Ampere. Hvor langt kan vi da kjøre?

b) Hvor mange timer tar det å full-lade batteriet med en spenning på 230 V og en strømstyrke 10 A?

a) Energiforbruk per mil: $f = \frac{85 \text{ kWh}}{40} \approx 2.1$ [kWh/mil]

(Med ca. kr. 0.90/kWh betyr dette en drivstoffutgift per mil på under 2 kroner. Med bensin vil vi bruke ca. 0.8 liter på en mil, til 15 kr/liter, altså ca. 12 kroner. Med andre ord 10 kroner spart per mil.)

Energi oppladet på en time:

$$E_1 = Pt = UIt = 230 \cdot 32 \cdot 1 = 7360 \text{ [Wh]} = 7.4 \text{ [kWh]}$$

$$\text{Vi kan da kjøre: } s = \frac{E_1}{f} = \frac{7.4}{2.1} \approx 3.5 \text{ [mil]}$$

(Kunne også har regnet med Joule hele veien:

$$E_1 = 7360 \cdot 60 \cdot 60 = 2.65 \cdot 10^7 \text{ [J]} \text{ og } f = \frac{85000 \cdot 60 \cdot 60}{40} = 7.65 \cdot 10^6 \text{ [J/mil]}$$

$$\text{Gir samme svar: } s = \frac{E_1}{f} = \frac{2.65 \cdot 10^7}{7.65 \cdot 10^6} \approx 3.5 \text{ [mil])}$$

b) Oppladet energi, UIt , må være lik energien når fulladet, $E = 85 \text{ [kWh]}$:

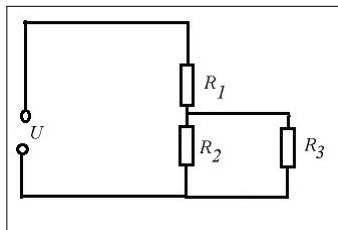
$$UIt = E \Leftrightarrow t = \frac{E}{UI} = \frac{85 \text{ [kWh]}}{230 \cdot 10 \text{ [W]}} = \frac{85000 \text{ [kWh]}}{2300 \text{ [kW]}} \approx 37 \text{ [h]}$$

(Eventuelt med Joule hele veien:

$$t = \frac{E}{UI} = \frac{85000 \cdot 60 \cdot 60}{230 \cdot 10} \text{ [J/W]} = 133040 \text{ [s]} = \frac{133040}{60 \cdot 60} \text{ [timer]} \approx 37 \text{ [timer])}$$

Oppgave 6

Regn ut strømstyrke gjennom alle motstander og spenninger over alle motstander i kretsen i figuren under:



$$U = 12 \text{ V}, R_1 = 2 \Omega, R_2 = 3 \Omega \text{ og } R_3 = 5 \Omega.$$

Slår sammen og lager erstatningsmotstander:

$$R_2 \parallel R_3 : R_{23} = 1.88 \text{ [\Omega]} \quad (\text{Se oppgave 4b!})$$

$$R_1 \text{ i serie med } R_{23} : R_{123} = 2 + 1.88 = 3.88 \text{ [\Omega]}$$

Strømstyrke i hovedkretsen og gjennom R_1 :

$$I_1 = \frac{U}{R_{123}} = \frac{12}{3.88} = 3.092 \approx 3.1 \text{ [A]}$$

$$\text{Spenning over } R_1: U_1 = R_1 I_1 = 2 \cdot 3.1 = 6.2 \text{ [V]}$$

Spenning over R_2 og R_3 etter Kirchoffs spenningslov:

$$U = U_1 + U_{23} \Leftrightarrow U_{23} = U - U_1 = 12 - 6.2 = 5.8 \text{ [V]}$$

$$\text{Strømstyrke gjennom } R_2: I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{5.8}{3} \approx 1.9 \text{ [A]}$$

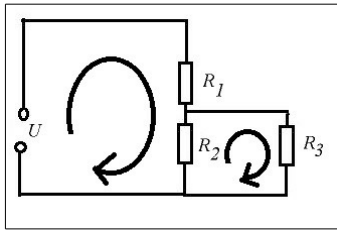
$$\text{Strømstyrke gjennom } R_3: I_3 = \frac{U_2}{R_3} = \frac{5.8}{5} \approx 1.2 \text{ [A]}$$

(Kontroll:

$$\text{Kirchoffs strømlov i knutepunkt: } I_1 = I_2 + I_3$$

Vi ser at $I_2 + I_3 = 1.9 + 1.2 = 3.1$, som stemmer med utregnet verdi for I_1 .)

Kan også regne med sløfeloventene som i figur 9-27 side 306 i læreboken, men det er lettere å regne feil her, så på enkle kretser er det tryggere å regne med sammenslåtte erstatningsmotstander som vist over.



$$\text{Knutepunkt: } I_1 = I_2 + I_3 \quad \Rightarrow \quad I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

Spenningslov i hovedsløyfe:

$$U = R_1 I_1 + R_2 I_2 \Rightarrow 2I_1 + 3I_2 = 12 \quad (2)$$

Spenningslov i sidesløyfe:

$$0 = -R_2 I_2 + R_3 I_3 \Rightarrow 3I_2 - 5I_3 = 0 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ ganger ligning (1) minus ligning (2) gir: } & -5I_2 - 2I_3 = -12 \\ \text{Eller: } & 5I_2 + 2I_3 = 12 \quad (4) \end{aligned}$$

5 ganger ligning (3) minus 3 ganger ligning (4) gir:

$$-31I_3 = -36 \Leftrightarrow I_3 = \frac{-36}{-31} = 1.16 \approx 1.2 \text{ [A]}$$

$$\text{Innsatt i (3): } I_2 = \frac{5}{3}I_3 = \frac{5}{3} \cdot 1.16 = 1.93 \approx 1.9 \text{ [A]}$$

$$\text{Og insatt i (1): } I_1 = I_2 + I_3 = 1.2 + 1.9 = 3.1 \text{ [A]}$$

$$\begin{aligned} \text{Ohms lov gir da: } & U_2 = R_2 I_2 = 3 \cdot 1.93 \approx 5.8 \text{ [V]} \\ \text{(Kontroll: } & U_3 = R_3 I_3 = 5 \cdot 1.16 = 5.8 \text{ [V])} \end{aligned}$$

$$\text{Og videre: } U_1 = R_1 I_1 = 2 \cdot 3.1 = 6.2 \text{ [V]}$$

$$\text{(Kontroll: } U = U_1 + U_2 = 5.8 + 6.2 = 12.0 \text{ [V])}$$