

SIF4012 og MNFFY103 høst 2002: Sammendrag uke 40

(Alonso&Finn 24.6, 25.10, 24.7, 24.8 + litt utenom A&F)

Kobling av flere motstander og kapasitanser

Motstander:

To motstander R_1 og R_2 i serie er ekvivalent med en enkelt motstand $R = R_1 + R_2$

To motstander R_1 og R_2 i parallell er ekvivalent med en enkelt motstand $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$

Kapasitanser:

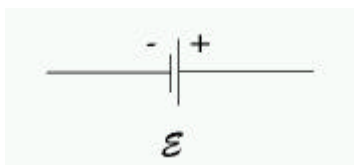
To kapasitanser C_1 og C_2 i serie er ekvivalent med en enkelt kapasitans $C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$

To kapasitanser C_1 og C_2 i parallell er ekvivalent med en enkelt motstand $C = C_1 + C_2$

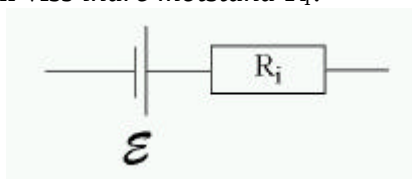
Likestrømkretser

Trenger en *spenningskilde* for å opprettholde en stasjonær (dvs tidsuavhengig) strøm i en elektrisk krets. Spanningskilden leverer *elektromotorisk spenning* (ems) $\mathcal{E}$, dvs den sørger for å tilføre ladningsbærerne den energien som går "tapt" som varme pga *motstand* i kretsen.

Kretssymbol for likespenningskilde:



En *reell* spenningskilde har alltid en viss *indre motstand* R_i :



Når en slik spenningskilde kobles til en motstand R , får vi en strømstyrke $I = \mathcal{E} / (R_i + R)$, og et totalt effekttap $P = (R_i + R)I^2$ som fordeler seg på den indre motstanden ($R_i I^2$) og motstanden i selve kretsen ($R I^2$). Legg merke til at potensialforskjellen mellom spenningskildens "terminaler" (evt "poler") er lik $\mathcal{E}$ når den ikke driver noen strøm, men at den faller til $\mathcal{E} - R_i I$ når den driver en strøm I gjennom en ytre krets.

En *ideell* spenningskilde har $R_i = 0$.

Beregninger på elektriske kretser. Kirchhoffs regler.

1. Strømregelen

$\sum_j I_j = 0$ i alle knutepunkt i en elektrisk krets, pga *ladningsbevarelse*: I motsatt fall ville vi få

oppbygning av elektrisk ladning i knutepunktet. Vanlig fortegnskonvensjon: Positiv I ut av knutepunktet.

2. Spanningsregelen

$\sum \text{spenningsfall} = 0$ rundt alle lukkede sløyfer i en elektrisk krets, pga *energibevarelse*: En ladningsbærer blir ikke tilført netto energi på en hel runde ved stasjonære forhold.

Fortegnskonvensjon: Positivt spenningsfall over en motstand R når vi går med strømmens retning.

Negativt spenningsfall over en spenningskilde når vi går fra lavt (-) til høyt (+) potensial.

Opplading og utlading av kondensator i RC-krets

Spenningsfall over motstanden:

$$V_R = RI = R \frac{dQ}{dt} = R\dot{Q}$$

Spenningsfall over kondensatoren:

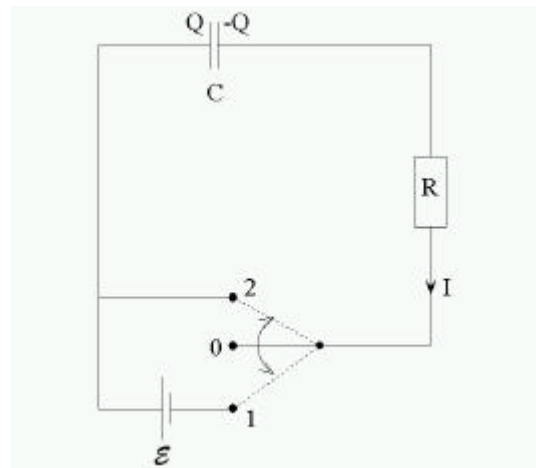
$$V_C = \frac{Q}{C}$$

Bryterposisjoner:

0: Åpen krets, $I=0$ (for $t<0$)

1: E tilkoblet (ved $t=0$)

2: E frakoblet (etter "lang tid")



Opplading:

Kirchhoffs spenningsregel

$$\Rightarrow -E + \frac{Q}{C} + R\dot{Q} = 0$$

$$\Rightarrow R\dot{Q} + \frac{1}{C}Q = E$$

Løsning: $Q(t) = EC(1 - e^{-t/RC})$ (med initialbetingelse $Q(0)=0$)

$$I(t) = \dot{Q}(t) = \frac{E}{R} e^{-t/RC}$$

"Tidsskala" for hvor lang tid det tar å lade opp kondensatoren til sin maksimale verdi EC : $\tau=RC$

Utlading (bryter fra 1 til 2 når vi har ventet så lenge at $Q=EC$):

Kirchhoffs spenningsregel

$$\Rightarrow \frac{Q}{C} + R\dot{Q} = 0$$

Løsning: $Q(t) = ECe^{-t/RC}$ (med initialbetingelse $Q(0)= EC$)

$$I(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/RC}$$

Merk: Null *likestrøm* (DC, "direct current") gjennom en kondensator, dvs ingen strøm av ladede partikler (elektroner) gjennom kondensatoren, fordi vi har en *isolator* mellom kondensatorplatene. Strømmen $I(t)$ svarer her til opplading/utlading av kondensatoren.

Nytt tema:

Magnetisk vekselvirkning

Eksperiment 1: To parallelle (nøytrale) strømførende ledere i innbyrdes avstand a tiltrekker hverandre med en kraft $F = k I I' / a$ pr lengdeenhet. (Frastøtning dersom I og I' i motsatt retning.)

Eksperiment 2: En strømførende leder tiltrekker partikkel i avstand a med ladning q og hastighet v langs lederen med en kraft $F = k q v I / a$. (Frastøtning dersom v i motsatt retning av I .)

Nøytrale ledere $\Rightarrow$ null elektrisk kraft! Så hvor kom den "nye" kraften fra!?

Med utgangspunkt i 1) elektrostatikk og 2) relativitetsteori skal vi se at vi får en *magnetisk* kraft som vi etterhvert skal assosiere med et *magnetfelt* $\mathbf{B}$, på samme måte som vi assosierte den *elektriske* kraften med et *elektrisk felt* $\mathbf{E}$.