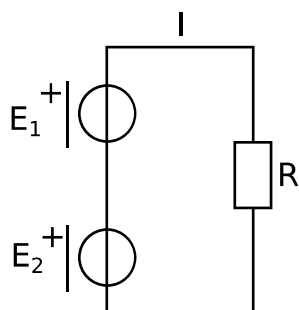


2011-(03)mar-25: dag 3

1.3 — Några strömkretssatser

Superpositionssatsen



Beräkna de delströmmar varje EMK (elektromagnetisk kraft) alstrar individuellt medan de andra emk:arna sätts till noll och lämnar en resistansfri strömpassage.

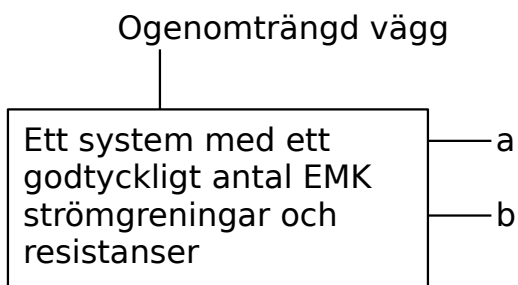
$$I = I_1 + I_2$$

$$I' = \frac{E_1}{R}$$

$$I'' = \frac{E_2}{R}$$

Tvåpolssatsen

Räknesätt där en komplicerad apparat förenklas till en enkel krets med två anslutningar.



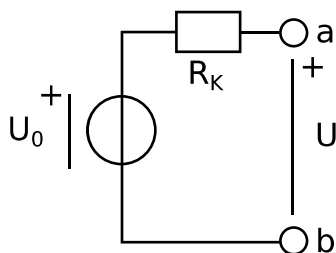
Kan modularas som en spänningsekvivalent eller ström ekvivalent krets.

Spänningsekvivalenta

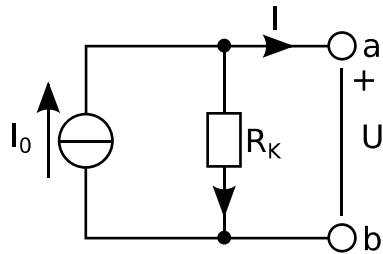
Kirchhoffs spänningslag

$$U = U_0 - I \cdot R_K$$

$$I = \frac{U_0 - I \cdot R_K}{R_K}$$



Strömekvivalenta



$$I_0 = I + \frac{U}{R_K}$$

Experimentiell bestämning av tvåpolsekvivalenten

Behöver två olika fall, det vill säga två olika U & I .

Enklast: (Dock inte alltid möjligt)

1)

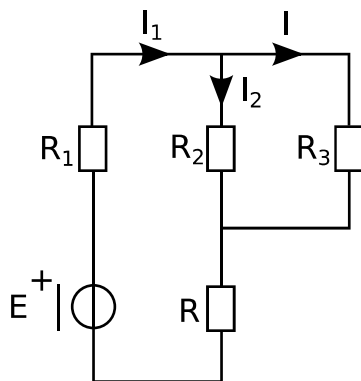
Kortslut a & b med en amperemeter.
Vet då att $U = 0$ samt I .

2)

Mäta tomgångsspänningen, det vill säga koppla en
voltmeter mellan a & b då vet vi att $I = 0$ samt U
omvänd ordning i vissa fall beror på krets.

Kan nu bestämma R_K & U_0 alternativt R_K & I_0 .

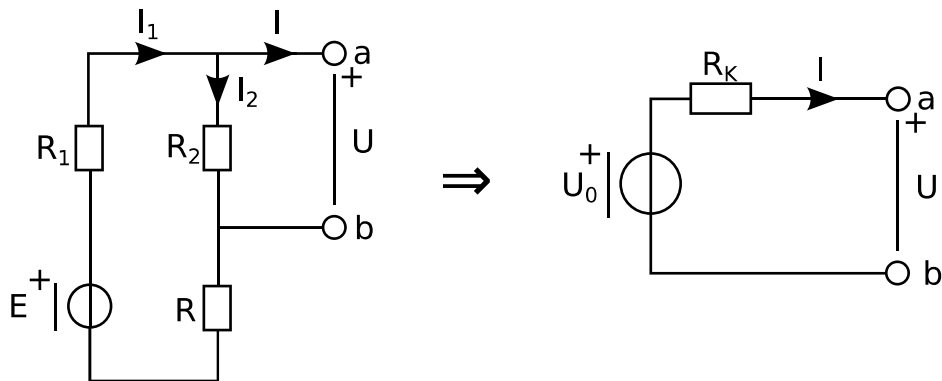
1.22



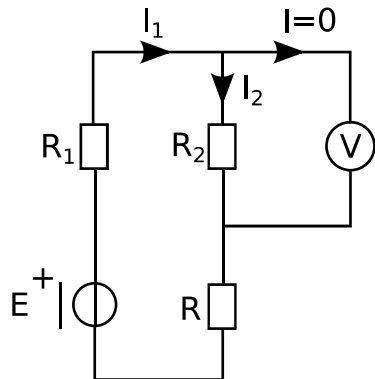
$$\begin{aligned} E &= 30V \\ R_1 &= 5\Omega \\ R_2 &= 20\Omega \\ R_3 &= 25\Omega \\ P &= 2W \end{aligned}$$

Sökt: R

Idé: Använd tvåpolssatsen spänningsekvivalent



1) Mät med voltmeter över a & b, $I = 0$



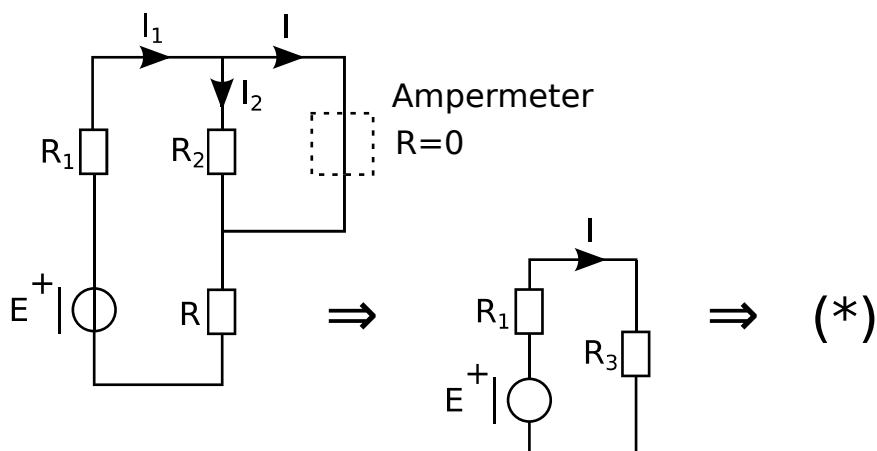
Spänningsdelning

$$U = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 12V$$

$$U = U_0 - R_K \cdot I \Rightarrow 12V \Rightarrow U_0 = 12V$$

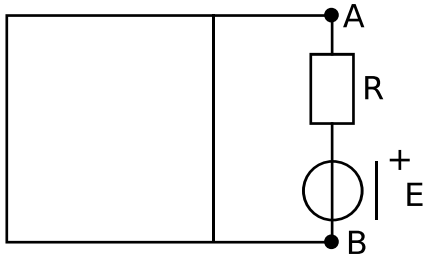
$$I = 0$$

2) Mäter med ampermeter mellan a & b



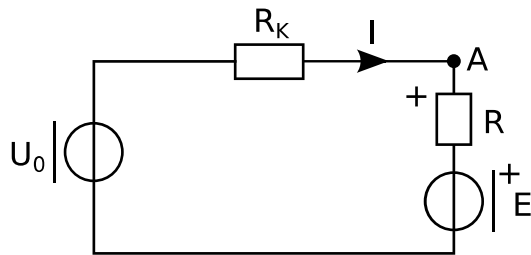
$$\left. \begin{array}{l} U = I \cdot R = 0 \\ I_2 = \frac{U}{R_2} = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = I + I_2 = I$$

Okända tvåpolsnättaggregat



- ① $R_1 = 10\Omega$, $E_1 = 10V$ & $I_1 = 1A$
- ② $R_2 = 20\Omega$, $E_2 = 10V$ & $I_2 = 0,8A$
- ③ $R_3 = 10\Omega$, $E_3 = 0$ & $I_3 = ?$

Idé: Tvåpolssatsen spänningsekvivalent



Kirchhoffs spänningslag

$$U_0 = I \cdot R_K - I \cdot R - E = 0 \quad (1)$$

$$(1) \Rightarrow \begin{cases} U_0 = (R_K + R_1) \cdot I_1 + E_1 & (2) \\ U_0 = (R_K + R_2) \cdot I_2 + E_2 & (3) \\ U_0 = (R_K + R_3) \cdot I_3 + E_3 & (4) \end{cases}$$

Tre obekanta
(U_0 , R_K , I_3),
tre ekvationer

$$E_1 = E_2 \quad (5)$$

$$(2), (3) \text{ \& } (5) \Rightarrow (R_K + R_1) \cdot I_1 = (R_K + R_2) \cdot I_2 \Rightarrow R_K = \frac{R_2 \cdot I_2 - R_1 \cdot I_1}{I_1 - I_2} = 30\Omega$$

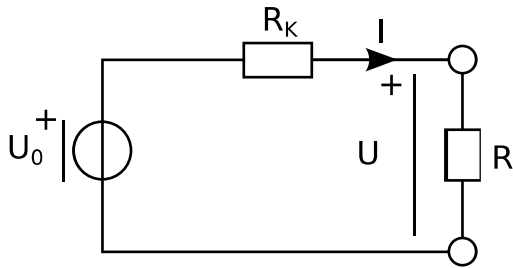
$$(2) \quad U_0 = (R_K + R_2) \cdot I_2 + E_2 = 50V$$

$$(4) \Rightarrow I_3 = \frac{U_0 - E_3}{R_K + R_3} = 1,25A$$

$$(*) \Rightarrow I = \frac{E}{R_1 + R_3} = 1A$$

$$\underline{U_0} = U_0 - \frac{I}{R_K} \Rightarrow R_K = \frac{U_0}{I} = 12\Omega$$

$$P_R = U \cdot R$$



$$(2) \quad U_0 = I \cdot R_K + I \cdot R = I \cdot (R_K + R) \Rightarrow I = \frac{U_0}{R_K + R}$$

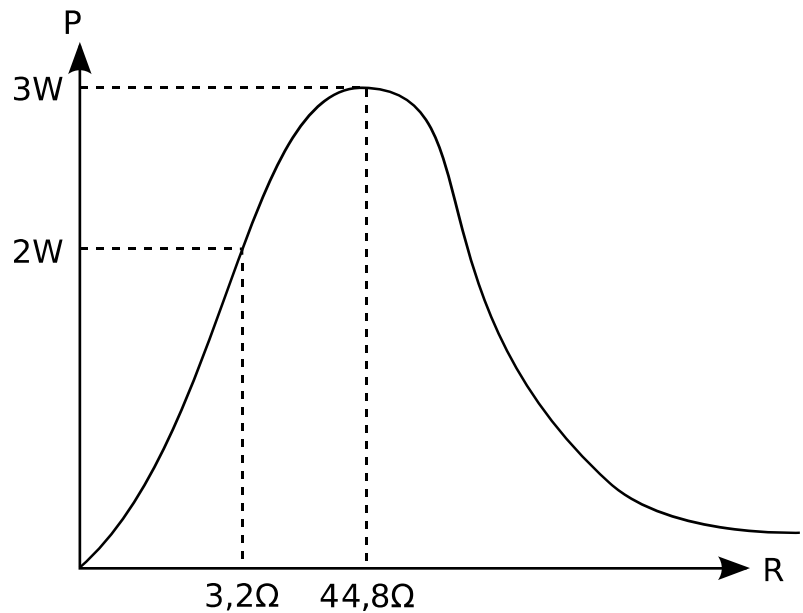
$$(1) \ \& \ (2) \quad \Rightarrow P_R = R \cdot \left(\frac{U_0}{R_K + R} \right)^2 \Rightarrow P_R \cdot (R_K + R)^2 = R \cdot U_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_R \cdot (R_K^2 + 2R_K R + R^2) - R \cdot U_0^2 = 0 \Rightarrow R^2 + \left(2R_K - \frac{U_0^2}{P_R} \right) \cdot R + R_K^2 = 0 \Rightarrow$$

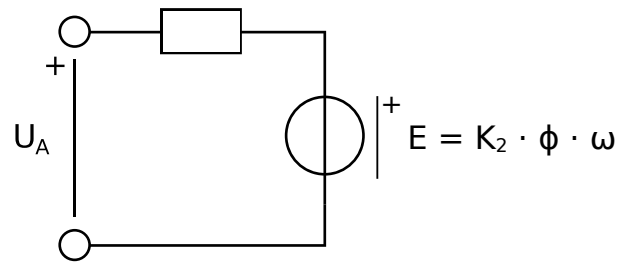
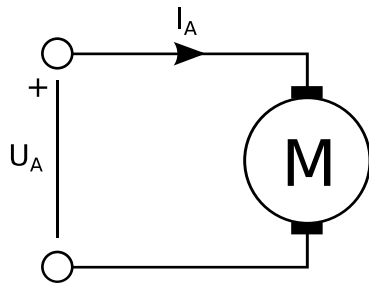
$$\Rightarrow R = \frac{U_0^2}{2P_R} - R_K \pm \sqrt{\left(\frac{U_0^2}{2P_R} - R_K \right)^2 - R_K^2} =$$

$$= \begin{cases} 3,2\Omega \\ 44,8\Omega \end{cases}$$

$$P_R = R \cdot \left(\frac{U_0}{R_K + R} \right)^2$$



Likströmsmotorer



U_A — ankarspänning

I_A — anakarströmm

R_A — ankarresistans/rotorresistans
(sammanlagda elektriska resistansen i motorn)

K_2 — maskinkaraktäristiska konstanten

ϕ — magnetiska flödet

ω — vinkelfrekvens (varvtal i radianer per sekund)

Kirchhoffs spänningslag:

$$U_A = R_A \cdot I_A + K_2 \cdot \phi \cdot \omega$$

Grundläggande formel för
likströmsmotorer.

Elektriska effekten i motorn:

$$P_{EL} = U_A \cdot I_A = R_A \cdot I_A^2 + K_2 \cdot \phi \cdot \omega \cdot I_A$$

Mekanisk effekt:

$$P_{axel} = \underbrace{M \cdot \omega}_{\text{Moment}} = \underbrace{K_2 \cdot \phi}_{\text{Momentkonstanten}} \cdot \omega \cdot I_A \quad [\text{N}] \text{ (Newton)}$$

Moment

Momentkonstanten

Förlustefekten:

$$P_{\text{förlust}} = R_A \cdot I_A^2 \quad (\text{värmeeffekt})$$

$$F = m \cdot a$$

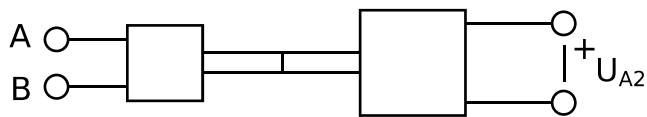
$$P = F \cdot v = M \cdot \omega$$

Går att strycka ω

$M = K_2 \cdot \phi \cdot I_A$ — Det vill säga moment proportionellt med ström.

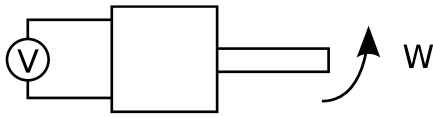
Hur mäter man motorparametrarna ($K_2\phi$ & R_A)?

Anslut motorn  till två strömkällor.



$\omega = \omega_1 = \omega_2$ Kan mätas med tacometer (mäter i RPM (varv per minut)).

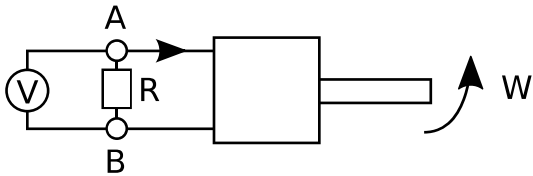
$$\omega = \frac{\text{RPM} \cdot 2\pi}{60} \quad [\text{rad/s}]$$



Koppla voltmeter mellan A och B $\Rightarrow U_A$

$$U_A = R_A \cdot I_A + K_2 \cdot \phi \cdot \omega \Rightarrow \{I_A = 0\} \Rightarrow K_2 \cdot \phi = \frac{U_A}{\omega}$$

R_A kvar.



Koppla ihop A och B med en resistans R och mät spänningen över resistansen $\Rightarrow U_A$ ges.

$$I_A = \frac{U_A}{R}$$

$$U_A = R_A \cdot I_A + K_2 \cdot \phi \cdot \omega = R_A = \frac{U_A - K_2 \cdot \phi \cdot \omega}{I_A}$$