

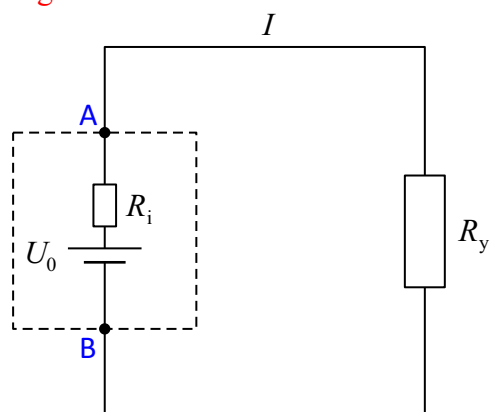
## Ohms udvidede lov

*Ohms udvidede lov* anvendes i forbindelse med *spændingskilder*. Loven kaldes undertiden også for *Ohms 2. lov*. En spændingskilde kan for eksempel være et simpelt batteri. Herpå står ofte anført en spænding, også kaldet *hvilespændingen*. På batteriet nedenfor står der 1,5 V. Det underlige er så, at man ikke altid kan regne med, at batteriet kan levere denne spænding. Det bliver især tydeligt, når der trækkes meget strøm ud af batteriet, fx ved at aflade det gennem en lille ydre modstand. Problemet er, at der altid går noget energi til spilde inde i selve batteriet – det kan ikke undgås. Konkret giver det sig til kende ved at batteriet bliver lidt varmt.

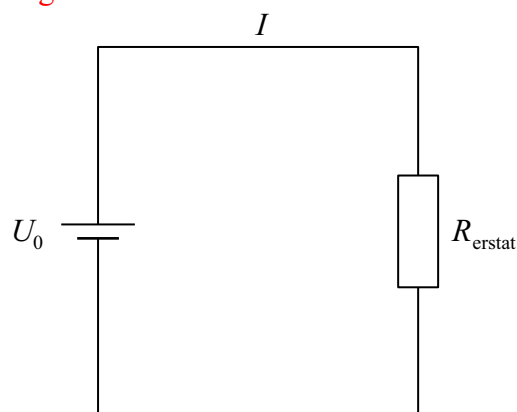


Vi kan forsøge at *modellere* tabet i batteriet ved at forestille os, at der inde i batteriet sidder en lille *indre* modstand  $R_i$ , som er konstant, altså ikke afhænger af strømmen gennem batteriet. Figur 1 nedenfor illustrerer situationen, hvor vi tilslutter batteriet til en *ydre* modstand  $R_y$ .

Figur 1



Figur 2



Batteriet er den stiplede kasse. Polerne herpå er A og B. Spændingsforskellen mellem disse poler betegner vi *polspændingen*  $U_p$ . For at finde sammenhængen mellem polspændingen og hvilespændingen gør vi følgende observation: Kredsløbet i figur 1 består af en *serieforbindelse* tilsluttet en fast spændingskilde på  $U_0$ . Erstatningsmodstanden i kredsløbet er derfor  $R_{\text{erstat}} = R_i + R_y$ . Ohms lov anvendt på erstatningsmodstanden giver derefter  $U_0 = I \cdot R_{\text{erstat}} = I \cdot (R_i + R_y)$ , jf. figur 2.

Bruger vi ohms lov på figur 1 har vi desuden, at  $U_p = I \cdot R_y$ . Vi har altså følgende:

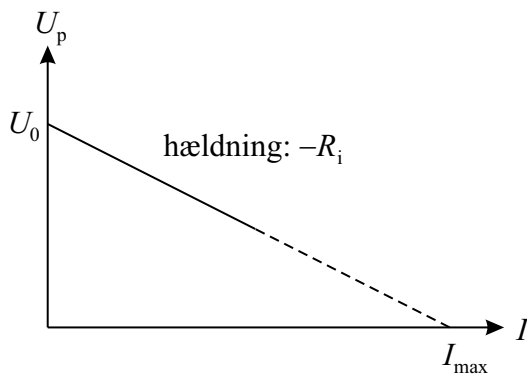
$$U_0 = I \cdot (R_i + R_y) = I \cdot R_i + I \cdot R_y = I \cdot R_i + U_p$$

Og trækker vi  $R_i \cdot I$  fra på begge sider af lighedstegnet, får vi:  $U_p = -R_i \cdot I + U_0$ . Vi har altså følgende formler:

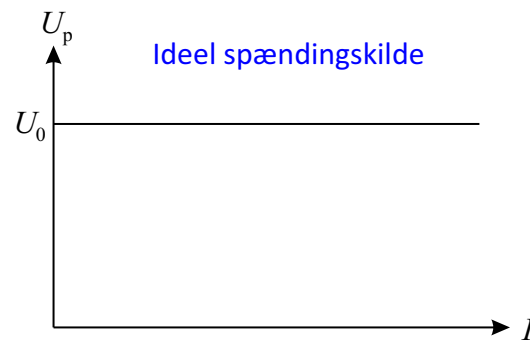
<p>(1) <math>U_0 = I \cdot (R_i + R_y)</math>  (2) <math>U_p = I \cdot R_y</math>  (3) <math>U_p = -R_i \cdot I + U_0</math></p>
--

Formel (3) viser, at polspændingen  $U_p$  aftager lineært med strømstyrken  $I$  (sammenlign med  $y = a \cdot x + b$ , hvor  $U_p$  svarer til  $y$  og  $I$  svarer til  $x$ )

Figur 3



Figur 4



Vi ser at hældningskoefficienten  $a$  svarer til  $-R_i$  og konstantleddet  $b$  svarer til  $U_0$ . Den maksimale strømstyrke, der kan trækkes ud af batteriet kaldes  $I_{\max}$ .

Figur 3 viser altså, at polspændingen aftager, jo mere strøm, der trækkes ud af batteriet. Havde man derimod haft en *ideel spændingskilde*, altså en spændingskilde uden tab, så ville karakteristikken have set ud som på figur 4.

### Bemærkning

Spændingskilder, som med god tilnærmelse adlyder modellen er: Batterier, spændingskuber fra laboratoriet samt et "vandkraftværk", jf. fysikøvelse. En spændingskilde, hvor modellen *ikke* kan bruges, er *solceller*. Her vil polspændingen være næsten den samme i et vist strøminterval og derefter falde brat! (se evt. Orbit BA side 39).

En anden ting: Den ydre modstand ovenfor gør det ud for en *strømbruger*, altså den genstand, som batteriet eller strømkilden skal levere strøm. Det kan være en lygte, en CD-afspiller, en hårtørrer, etc. Disse repræsenterer hver især en modstand, som dog ikke behøver være konstant.