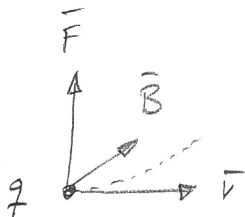


Magnetiska storheter

Flödestäthet



Lorentz' kraftlag

$$\frac{N}{C} \cdot \frac{C}{q} = \frac{m/s}{q} \times \overset{T}{B}$$

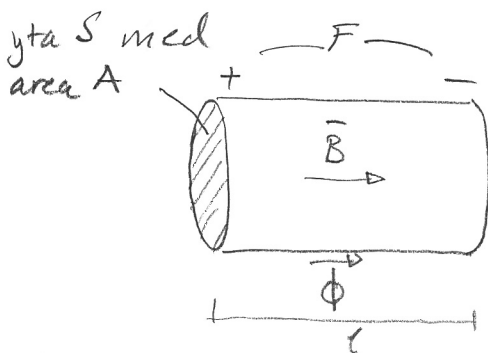
$$F \propto q, v, B$$

Def. Flödestätheten \vec{B} def. till riktning och storlek av \vec{F} och anges i [Tesla = T].

(Jordmag. 10^{-4} T, stavmag. 10^{-2} T, motor 1.5 T)

Jmf: med elektrisk strömtäthet [A/m²]

Magnetiskt flöde



Def Magnetiskt flöde $\phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{a} =$

$$= / \text{homogent } \vec{B} / = B \cdot A \quad [\text{Weber} = \text{Wb}]$$

Jmf: med elektrisk ström [A]

Magnetomotorisk kraft (mmk) (jmf, emk, spänning [V])

Def Den magnetiska potentialskillnad som orsakar ett flöde kallas

magnetomotorisk kraft \mathcal{F} [Ampere = A = A·varv]

Magnetisk fältstyrka (jmf elektrisk fältstyrka [V/m])

Def: mmk-fall/längdenhet kallas för

magnetisk fältstyrka \vec{H} [A/m]

$$H = \frac{\mathcal{F}}{l} \Leftrightarrow \mathcal{F} = H \cdot l$$

Permeabilitet (magn. ledningsförmåga)

Def: För material där sambandet

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$$

råder kallas μ för materialets induktans
permeabilitet [Henry/m = $\frac{H}{m}$]

$\mu = \mu_0 \mu_r$ där $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$ permeabiliteten för vakuum (luft)

μ_r = relativ permeabilitet

$\mu \geq \mu_0$ alltid \Rightarrow inga magn. isolatorer

μ_r för stål 2000 - 80000

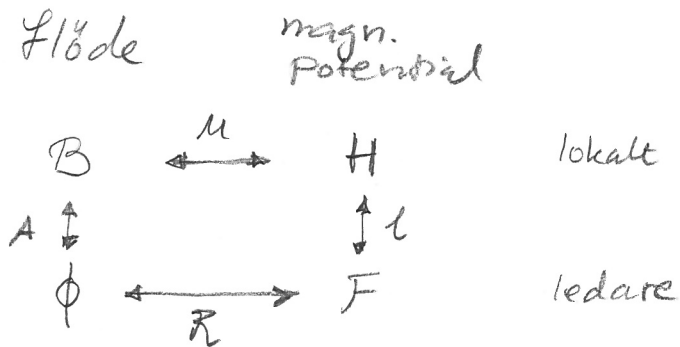
Reluktans (jmf resistans \mathcal{R})

Def $\mathcal{R} = \frac{F}{\phi}$ $\left[\frac{A}{Wb} = Vs \right]$

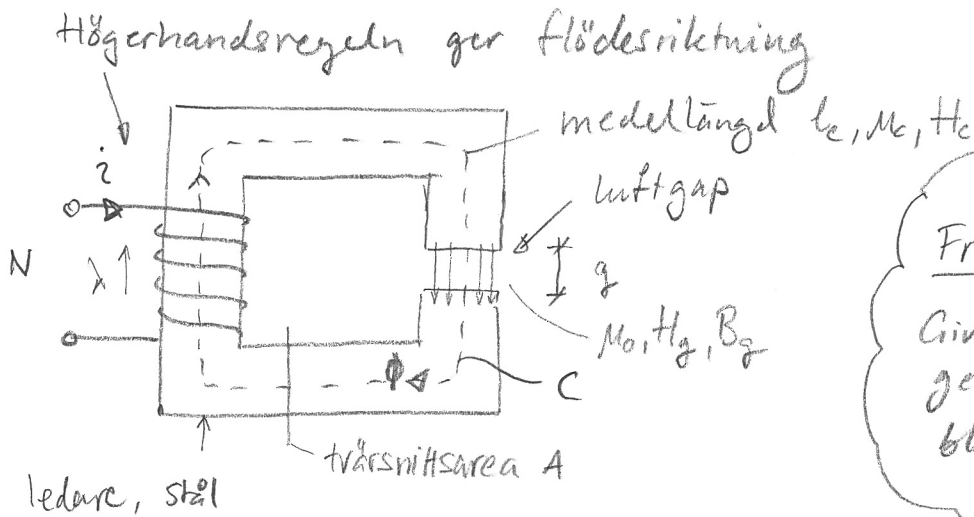
Ohms lag för magnetism

$$F = \phi \cdot \mathcal{R} \quad (\text{jmf } U = I \cdot R)$$

Sammanfattning



Magnetiska kretsar



Fråga
 Givet i och geometri vad blir Φ ?

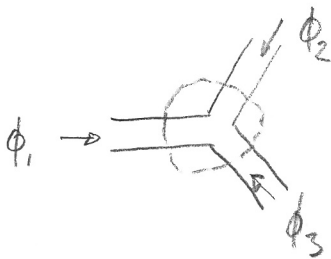
Antagande

- homogent flöde (ledare, luftgap)
- allt flöde följer ledarna

Kretslagar

Strömlagen

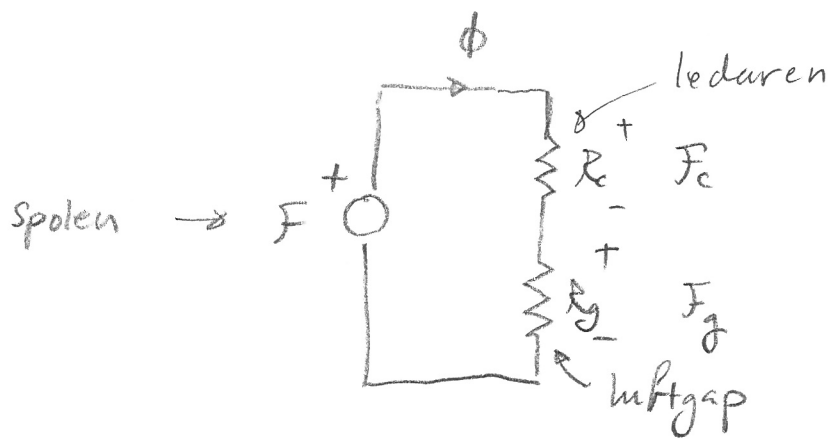
Summan av in- och ut-flödena till en sluten volym = 0



$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$$

$$(jmf \quad I_1 + I_2 + I_3 = 0)$$

Magnetiske modell



Spänningslagen $\sum \text{mmk-fall i slutet slinga} = 0$

$$F - F_c - F_g = 0$$

Mmk genererad av spolen

$$F = \text{total ström genom } C = N \cdot i$$

(högerhandsregeln ger tecken)

Reluktanser

$$R_g = \frac{F_g}{\phi} = \frac{H_g \cdot g}{B_g \cdot A} = \frac{g}{\mu_0 \cdot H_g} = \frac{g}{\mu_0 A}$$

$$R_c = \frac{l_c}{\mu_c \cdot A}$$

Ofra gäller att $R_g \gg R_c$ och då försummas stålets reluktans, dvs $R_c = 0$ eller $\mu_c \rightarrow \infty$.

Ex: Flödet i kretsen då järnets reluktans försummas.

$$\begin{array}{ccc} \mathcal{F} & - & \mathcal{F}_c & - & \mathcal{F}_g & = & 0 & \Leftrightarrow \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & & \\ \mathcal{F} = Ni & & \mathcal{F}_c = \phi R_c = 0 & & \mathcal{F}_g = \phi R_g & & & \\ & & \underbrace{= 0} & & & & & \end{array}$$

$$Ni = \phi R_g \Leftrightarrow$$

$$\phi = \frac{Ni}{R_g} = \frac{N \mu_0 A}{g} \cdot i$$

Spolar

Def: Sammanlänkade flöde $\lambda = N \cdot \phi$ [Wb · varv = Vs]

Ex: Spolens sammanlänkade flöde är

$$\lambda = N \cdot \phi = \frac{N^2 \mu_0 A}{g} \cdot i$$

Def: Om $\lambda \sim i$ för en spole så kallas

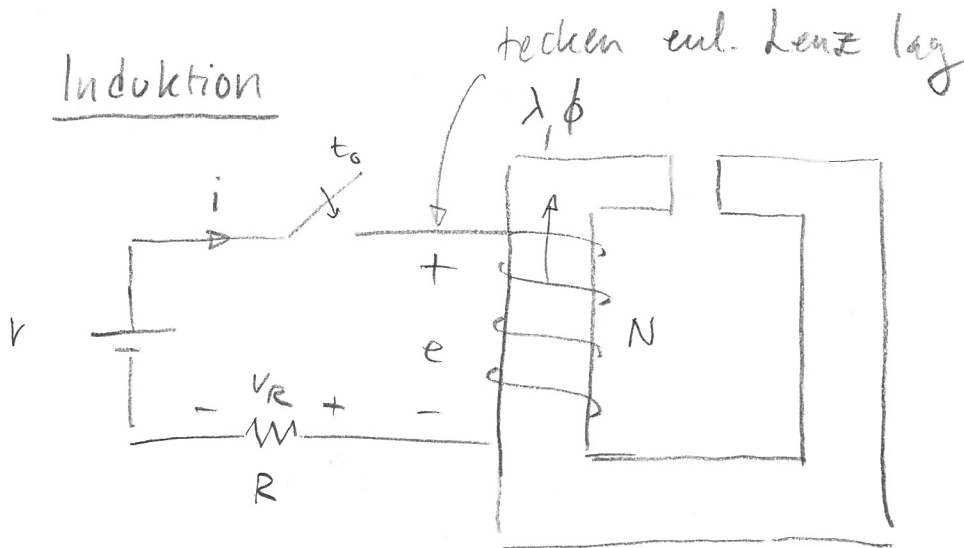
$$L = \frac{\lambda}{i} \quad \left[H = \frac{Wb}{A} \right]$$

för induktans.

Notera: Gäller för magn. kretsar med linjära material eller med dominerande luftgap.

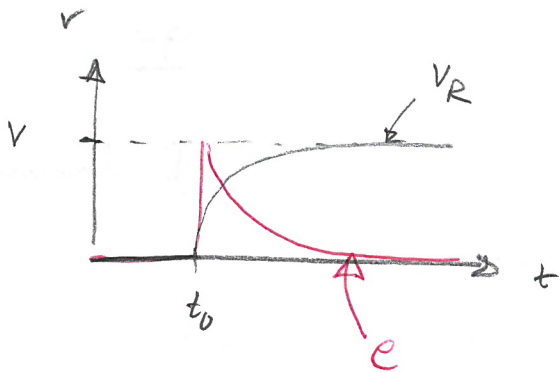
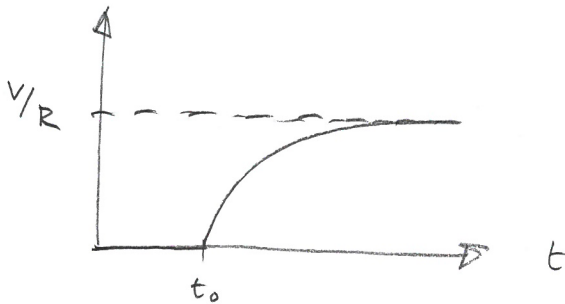
Ex: Spolens induktans är $L = \frac{\lambda}{i} = \frac{N^2 \mu_0 A}{g}$ — konstruktionsparam. oberoende av ström

Induktion



$$i \sim \lambda \sim \phi$$

$$\lambda = Li = N\phi$$



$$V_R = R \cdot i$$

$$V = e + V_R \Leftrightarrow$$

$$e = V - V_R$$

Faradays lag

$$e = \frac{d\lambda}{dt}$$

Pålagd spänning kan förändra flödet:

$$\lambda(t) = \lambda(0) + \int_0^t e(\tilde{t}) d\tilde{t}$$

Magnetisk energi W i spolen

$p = e \cdot i > 0 \Rightarrow$ elektrisk energi omvandlas till magn. energi

$$W = \frac{1}{2} Li^2$$