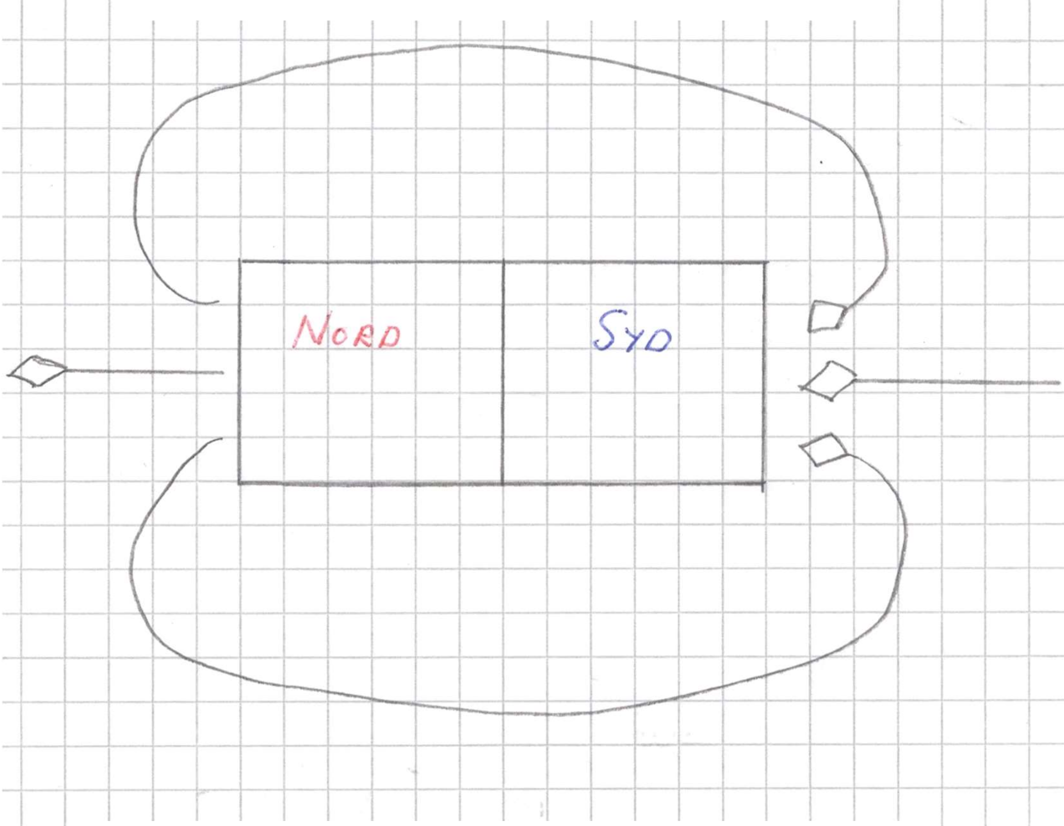
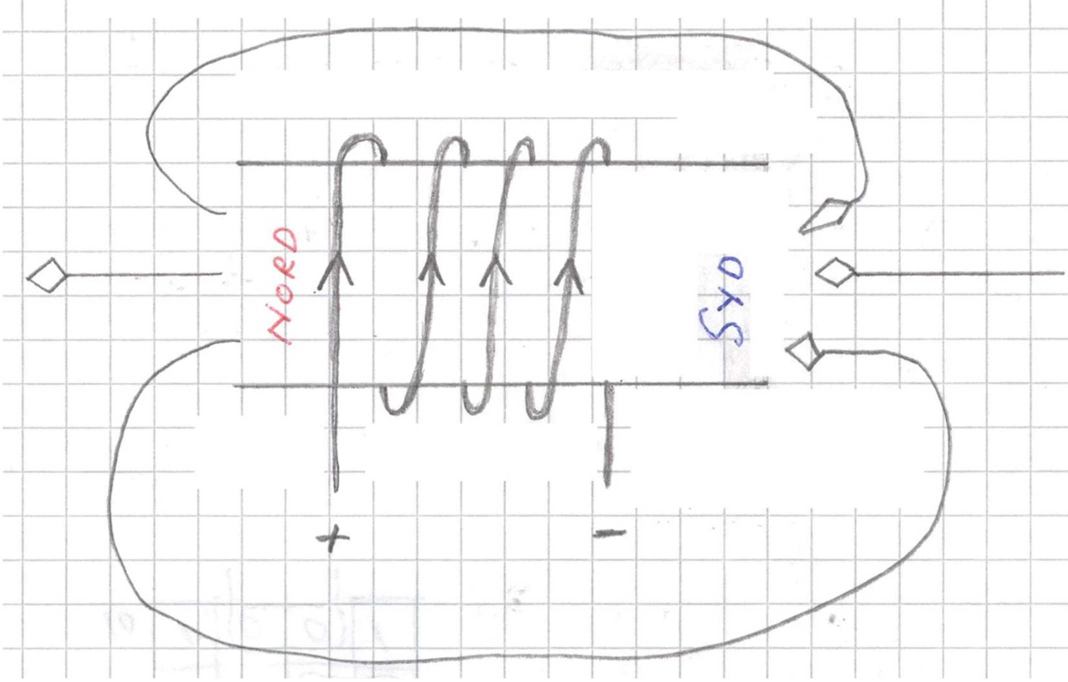
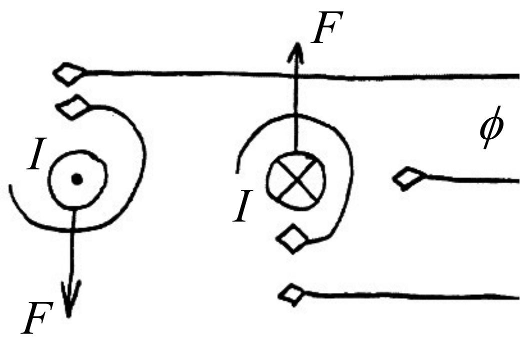
Permanentmagnet



Elektromagnet



I figuren nedan ses två strömförande ledningar där strömmen I kommer ut från den vänstra ledaren och in i den högra. De två ledarna är placerade vinkelrätt mot det magnetiska flödet ϕ som kommer in från höger.



P.g.a. strömmen i de två ledarna alstras också ett roterande magnetiskt flöde som skruvar sig likt en korkskruv runt sina ledare. Av figuren framgår att ett förstärkt flöde uppstår på ovansidan av den vänstra ledaren, varvid den blir påverkad av en kraft F riktad nedåt. För den högra ledaren gäller det motsatta. Storleken på dessa krafter ges av sambandet:

$\boxed{F = B \cdot I \cdot l}$ där B = magnetiska flödestätheten[1]
l = den längd av ledaren som är doppad i magnetfältet

Magnetiska flödestätheten ges i sin tur av:

$\boxed{B = \frac{\phi}{A}}$ där ϕ = magnetiska flödet[2]

A = tvärsnittsarea

Det fysikaliska fenomenet som beskrivs ovan, utnyttjas exempelvis i elektriska motorer. Då är det flera strömförande ledare som befinner sig i magnetfältet samtidigt och samverkar för att ge motorn tillräckligt med kraft. Det innebär att:

$F = B \cdot I \cdot l \cdot N$ där N = antalet ledare i magnetfältet

Om istället en strömlös ledare dras genom magnetfältet med hastigheten v induceras en spänning E mellan dess ändar. Denna spänning beräknas med formeln:

$\boxed{E = B \cdot v \cdot l}$

Det här fenomenet utnyttjas i elgeneratorer. Om man önskar få ut högre spänning från generatorn, seriekopplas flera ledningar. N styck ledningar ger utspänningen:

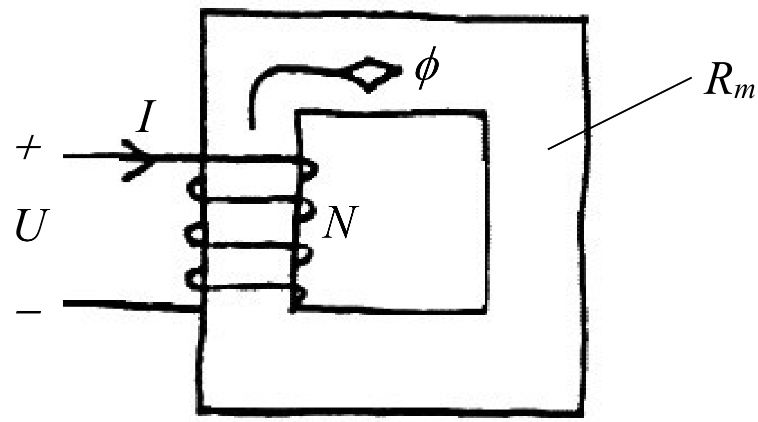
$E = B \cdot v \cdot l \cdot N$

---

[1] Mäts i Vs/m^2, Wb/m^2 eller T (Tesla)
[2] Mäts i Vs eller Wb (Weber)

Hopkinsons och Ampères lagar

Om en spole lindas runt en järnkärna och man ansluter den till en spänning, ger den uppkomna strömmen upphov till ett magnetiskt flöde enligt figuren nedan:



Det magnetiska motståndet R_m i järnkärnan kallas reluktans[3]. Om man sågar upp ett litet luftgap i järnkärnan ökar reluktansen, med påföljd att flödet minskar. Beteendet påminner lite om hur elektrisk ström uppför sig i en sluten elektrisk krets. När vi räknar på elektriska kretsar använder vi Ohms lag. ”Ohms lag” för den magnetiska kretsen kallas Hopkinsons lag och lyder:

$\boxed{N \cdot I = R_m \cdot \phi}$ där N = antalet lindningsvarv hos spolen

Produkten mellan N och I kan sägas vara den magnetiska spänningen och kallas magnetomotorisk kraft, mmk Jämför med elektromotorisk kraft, emk i den elektriska kretsen. ϕ motsvarar ström och R_m resistans. Storleken på R_m beror på järnkärnans magnetiska egenskaper, dess medellängd l och tvärsnittsarean A. Reluktansen kan därför tecknas:

$\boxed{R_m = \frac{l}{\mu \cdot A}}$ där μ = permeabiliteten[4]

Permeabiliteten är ett mått på magnetisk ledningsförmåga. Den varierar från material till material. och beräknas med formeln:

$\boxed{\mu = \mu_r \cdot \mu_o}$ där μ_r = permeabilitetstalet

μ_o = permeabiliteten för vakuum $(4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am)

Permeabilitetstalet för gaser är ungefär detsamma som för vakuum dvs. ≈ 1 medan det för stål kan ligga någonstans mellan 10^3 och 10^4.

Lös räkneexempel A5.15

[3] Mäts i A/Vs
[4] Mäts i Vs/Am

För permeabiliteten gäller också att:

$\boxed{\mu = \frac{B}{H}}$ där H = magnetiska fältstyrkan[5]

Hopkinsons lag kan därför även skrivas:

$\boxed{N \cdot I = H \cdot l}$

$$N \cdot I = H \cdot l = \frac{B}{\mu} \cdot l = \frac{\emptyset}{\mu \cdot A} \cdot l = \emptyset \cdot R_m$$

Visa detta!

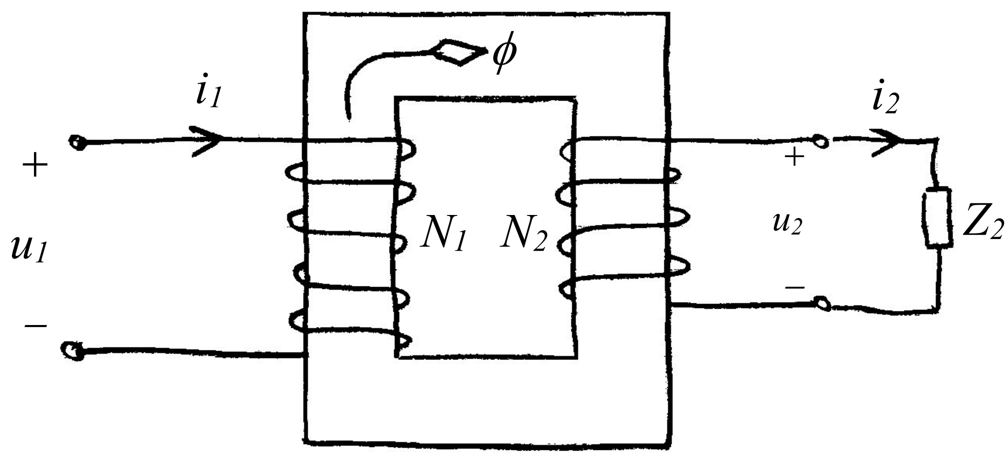
Egentligen kommer Hopkinsons lag från Ampères lag. Ampère tecknade ett generellare uttryck för den magnetiska kretsen:

$$N \cdot I = \oint H_s \cdot ds$$

Låt oss säga att Ampéres lag är ett mer teoretiskt sätt att beskriva den magnetiska kretsen medan Hopkinsons lag är ett enklare uttryck som med fördel kan användas i praktiska sammanhang.

Transformatorn

Transformatorn är ett exempel på en magnetiskt kopplad krets där två spolar lindats på samma järnkärna.



Spolarna kallas för primärlindning och sekundärlindning med lindningsvarvtalen N_1 respektive N_2. Till primärlindningen kopplas inspänningen u_1 varvid ett magnetiskt flöde ϕ uppstår i järnkärnan. Till följd därav induceras också en spänning u_2 i sekundärlindningen. Belastningen Z_2 i sin tur ger upphov till strömmarna i_2 och i_1. Om transformatorn är ideal (förlustfri) så blir förhållandet mellan spänningarnas effektivvärden och lindningsvarvtalen detsamma:

[5] Mäts i A/m

$$\boxed{\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}}$$ där $\frac{N_1}{N_2} =$ transformatorns omsättningstal

För den förlustfria transformatorn gäller också att ineffekten är densamma som uteffekten:

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \;\Rightarrow\; \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \;\Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}}$$

Om de föregående två inringade sambanden sätts samman, fås:

$$\frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_1}{N_2}$$

Enligt Ohms lag är:

$$Z_2 = \frac{U_2}{I_2}$$

och transformatorns inimpedans på primärsidan

$$Z_1 = \frac{U_1}{I_1}$$

Med detta insatt i det sammansatta uttrycket fås:

$$\boxed{\frac{Z_1}{Z_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2}$$