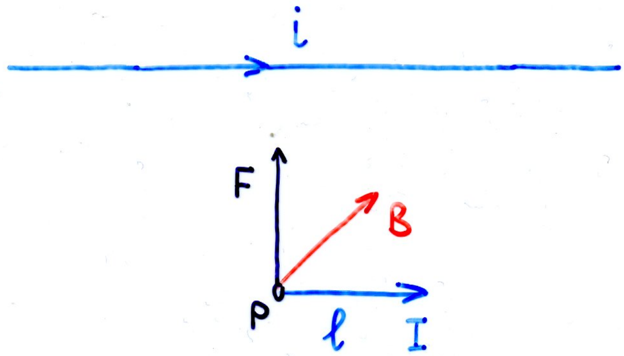
FENOMENI INTERNI ALL'INDUTTORE

INDUTTORE PIÙ SEMPLICE: CONDUTTORE PERCORSO DA CORRENTE i (CIRCUITO CHIUSO) IN UN MEZZO OMOGENEO E ISOTROPO



SU UN CONDUTTORE ESPLORATIVO, PARALLELO AL PRIMO, DI LUNGHEZZA l E PERCORSO DALLA CORRENTE I, IN OGNI PUNTO P AGISCE LA FORZA DI INTENSITÀ

$$F = B(P)\, l\, I$$

$$[B] = \frac{[N]}{[A][m]} = \frac{[N][m]}{[A][m^2]} = \frac{[W][s]}{[A][m^2]} = \frac{[V \cdot s]}{[m^2]} = \frac{[Wb]}{[m^2]} = [T]$$

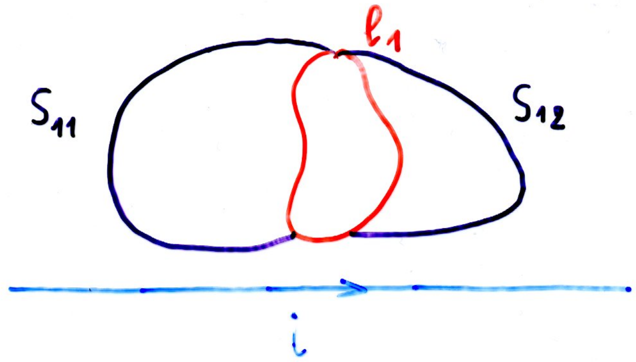
$\vec{B}$ SI DEFINISCE INDUZIONE MAGNETICA O DENSITÀ DI FLUSSO MAGNETICO. DIREZIONE E VERSO SONO TALI CHE:

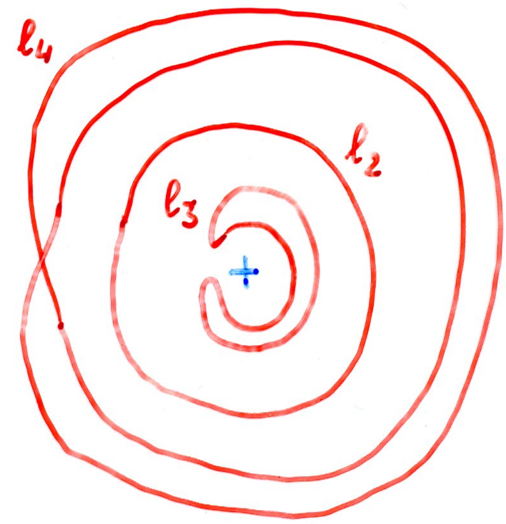
$$\vec{F} = \vec{l}\, I \times \vec{B}$$ secondo la regola della vite destrorsa

LEGGE DI LORENTZ

CAMPO MAGNETICO

NEL MEZZO IN CUI È SITUATO L'INDUTTORE HA SEDE UN CAMPO VETTORIALE DESCRITTO DA $\bar{B}$ E RAPPRESENTATO DALLE SUE LINEE DI FORZA





CONSIDERIAMO QUATTRO LINEE CHIUSE, A CIASCUNA DELLE QUALI SI APPOGGIANO DUE SUPERFICI APERTE S_{11} E S_{12}

- l_1 È ESTERNA AL CONDUTTORE
- l_2 CONCATENA UNA VOLTA IL CONDUTTORE
- l_3 NON CONCATENA IL CONDUTTORE
- l_4 CONCATENA DUE VOLTE IL CONDUTTORE

NE DEDUCIAMO LE PROPRIETÀ DEL CAMPO MAGNETICO IN FORMA INTEGRALE

FLUSSO | CIRCUITAZIONE

	FLUSSO	CIRCUITAZIONE	
ℓ_1	$\int_{S_{11} \cup S_{12}} \bar{B} \cdot \bar{n} \, dS = 0$	$\oint_{\ell_1} \bar{B} \cdot \bar{t} \, dl = 0$	NON CONCATENA i
ℓ_2	IDEM	$\oint_{\ell_2} \bar{B} \cdot \bar{t} \, dl = \mu i$	CONCATENA i UNA VOLTA
ℓ_3	IDEM	$\oint_{\ell_3} \bar{B} \cdot \bar{t} \, dl = 0$	NON CONCATENA i
ℓ_4	IDEM	$\oint_{\ell_4} \bar{B} \cdot \bar{t} \, dl = 2\mu i$	CONCATENA i DUE VOLTE

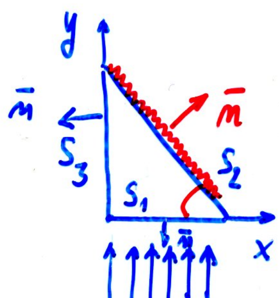
CONCLUSIONI

1) PER QUALUNQUE S (APERTA) APPOGGIATA ALLA LINEA (CHIUSA) ℓ SI HA CHE IL FLUSSO MAGNETICO

$$\phi = \int_S \bar{B} \cdot \bar{n} \, dS$$

È COSTANTE IN VALORE ASSOLUTO

$$[\phi] = \frac{[Wb]}{[m^2]} [m^2] = [Wb]$$



$\Phi_{S_3}(B) = 0$ $\quad \bar{B} \perp \bar{n}$

$\bar{B} = (0, B)$ $\quad \Phi_{S_1}(B) = B S_1 = \Phi_{S_2}(B)$

2) LA CIRCUITAZIONE DI $\bar{B}$ LUNGO UNA QUALUNQUE LINEA (CHIUSA) ℓ È

$$\oint_{\ell} \bar{B} \cdot \bar{t} \, d\ell = N \mu i$$

- N NUMERO DI CONCATENAMENTI DI ℓ CON i

  (N=0 ⇒ CIRCUITAZIONE NULLA)

SI DEFINISCE

$$Ni = M$$ FORZA MAGNETOMOTRICE

$[M] = [A]\,[\cancel{\text{spire}}]$

adimensionale

- μ PERMEABILITÀ MAGNETICA (È UNA GRANDEZZA CHE DERIVA DALLE PROPRIETÀ FISICHE DEL MEZZO)

$$[\mu] = \frac{[Wb]}{[m^2]}[m]\frac{1}{[A]} = \frac{[V]\,[s]}{[m]\,[A]} = \frac{[\Omega]\,[s]}{[m]} = \frac{[H]}{[m]}$$

ACCANTO AL CAMPO $\bar{B}$ SI PUÒ INTRODURRE IL VETTORE

$$\bar{H} = \frac{\bar{B}}{\mu}$$

CHE ESPRIME L'INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO

$$[H] = \frac{[Wb]}{[m^2]}\,\frac{[m]}{[H]} = \frac{[V]\,[s]}{[m^2]}\,\frac{[m]}{[\Omega]\,[s]} = \frac{[A]}{[m]} \;\cancel{[\text{spire}]}$$

PERTANTO $\oint_{l} \bar{H}\cdot\bar{t}\,dl = Ni = M$ LEGGE DI AMPÈRE

INDIPENDENTE DALLA PERMEABILITÀ DEL MEZZO

CORRISPONDENTEMENTE, SI POSSONO DEFINIRE LE

PROPRIETÀ DEL CAMPO MAGNETICO
IN FORMA DIFFERENZIALE

1) PER UNA SUPERFICIE S CHIUSA CHE RACCHIUDE IL VOLUME V SI HA:

$$\int_{S=\partial V} \bar{B}\cdot\bar{n}\,dS = \int_V \nabla\cdot\bar{B}\,dV = 0$$

DONDE:

$$\nabla\cdot\bar{B} = 0$$ EQ.NE DI MAXWELL DELLA DIVERGENZA

IL CAMPO MAGNETICO È SOLENOIDALE, OVVERO LE LINEE DI INDUZIONE SONO CHIUSE (AL FINITO O ALL'INFINITO)

2) PER UNA SUPERFICIE S APERTA CHE SI APPOGGIA ALLA LINEA ℓ CHIUSA VALE:

$$\oint_{\ell=\partial S} \bar{H}\cdot\bar{t}\, d\ell = \int_S (\nabla \times \bar{H})\cdot\bar{n}\, dS = NI = M = \int_S \bar{J}\cdot\bar{n}\, dS$$

DONDE:

DENSITÀ DI CORRENTE CONCATENATA $\left(\frac{A}{m^2}\right)$

$$\nabla \times \bar{H} = \bar{J}$$

EQ.NE DI MAXWELL DEL ROTORE

DENSITÀ DI CORRENTE CONCATENATA $\left(\frac{A}{m^2}\right)$

IL CAMPO MAGNETICO È ROTAZIONALE, OVVERO LE LINEE DI FORZA DI $\bar{H}$ SI AVVOLGONO VORTICOSAMENTE ATTORNO AI CONDUTTORI PERCORSI DA CORRENTE

PERMEABILITÀ MAGNETICA

GRANDEZZA CHE CARATTERIZZA I MATERIALI

$$\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7}\ Hm^{-1} \cong 1.256\ 10^{-6}\ Hm^{-1}$$ NEL VUOTO

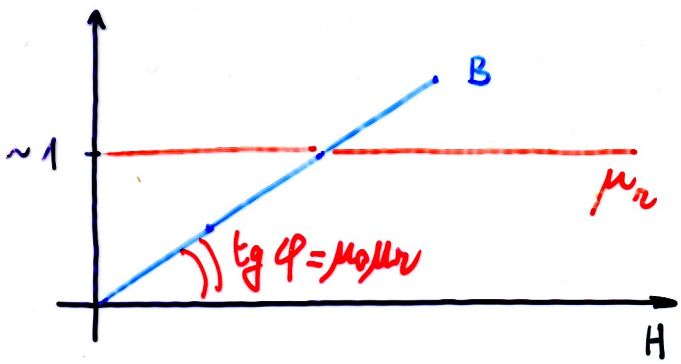
$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$ PERMEABILITÀ RELATIVA NELLA MATERIA

CONOSCIAMO DUE CATEGORIE DI

MATERIALI MAGNETICI

1) MATERIALI CON PERMEABILITÀ COSTANTE (NON VARIA AL VARIARE DI H)

- PARAMAGNETICI $\mu_r > 1$ (RAME, ALLUMINIO), $\mu_r \sim 1$
- DIAMAGNETICI $0 < \mu_r \ll 1$ (SUPERCONDUTTORI)



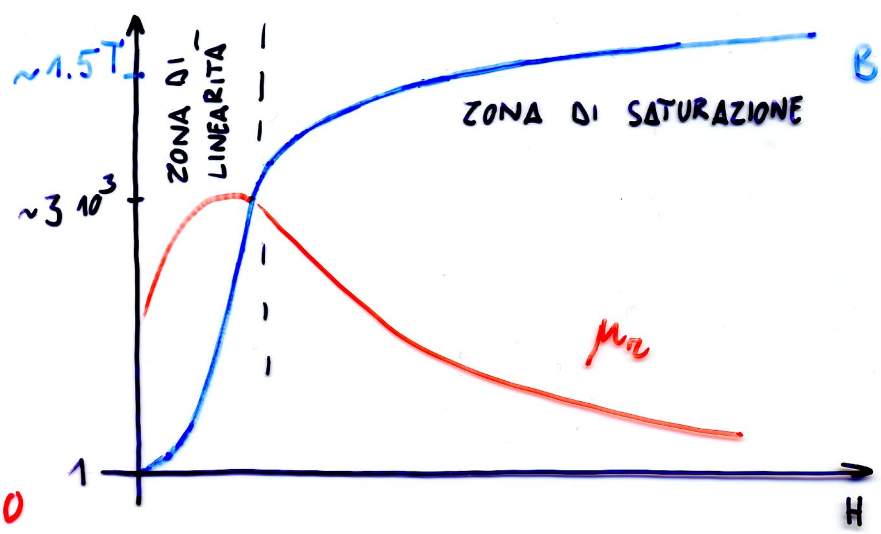
2) MATERIALI CON $\mu_r \gg 1$ (10^3 E PIÙ) E VARIABILE (VARIA AL VARIARE DI H)

- FERROMAGNETICI

(DOMINI DI WEISS)

DOMINI MAGNETICI ELEMENTARI

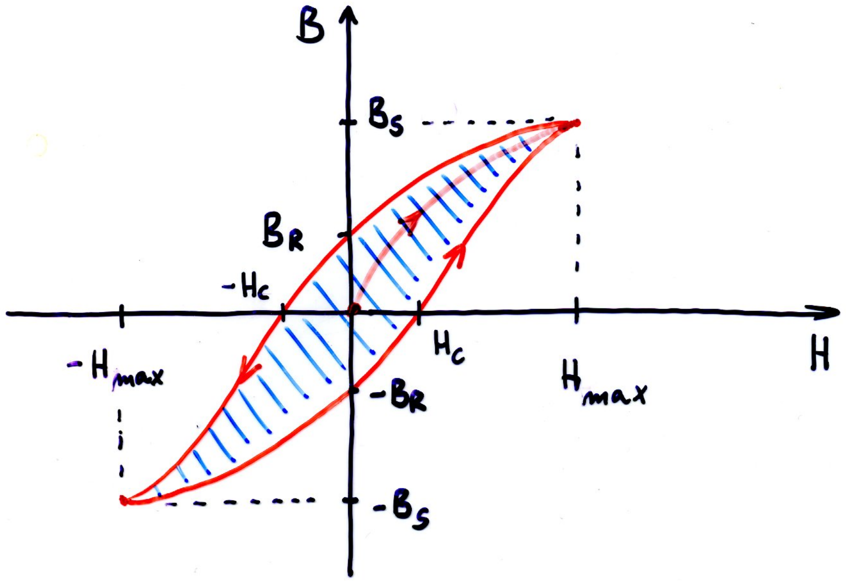
SOGGETTI AL CAMPO ESTERNO



B E H SONO UNIDIREZIONALI

SE B E H SONO BIDIREZIONALI (PERIODICI ALTERNATI)

SI HA IL CICLO DI ISTERESI MAGNETICA



H_C CAMPO COERCITIVO

B_S INDUZIONE MASSIMA

B_R RIMANENZA

QUANDO IL MATERIALE È SOLLECITATO DA H PERIODICO ALTERNATO, B SEGUE IL CICLO E IL MATERIALE SI SURRISCALDA. L'AREA CORRISPONDE ALL'ENERGIA SPECIFICA DISSIPATA IN CALORE. DAL PUNTO DI VISTA DIMENSIONALE:

$$[B][H] = \frac{[V][s]}{[m^2]} \frac{[A]}{[m]} = \frac{[J]}{[m^3]}$$

I MATERIALI FERROMAGNETICI SERVONO A CONVOGLIARE LE LINEE DI FLUSSO. ESSENDO $\mu_r \gg 1$ CONSENTONO DI OTTENERE, A PARI H, CAMPI B E QUINDI FLUSSI Φ MOLTO ELEVATI (QUALCHE Wb/m^2).