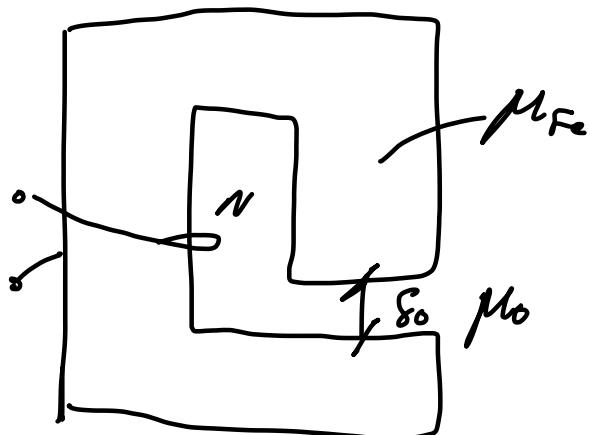


Lecione 20



$$W = \frac{1}{2} L_{11} i_1^2 + \frac{1}{2} L_{22} i_2^2 + L_m i_1 i_2$$

$$L_{12} = L_{21} = L_m$$

$$\begin{cases} \Psi_1 = L_{11} i_1 + L_m i_2 \\ \Psi_2 = L_{22} i_2 + L_m i_1 \end{cases}$$

Variabile di Stato $\Psi = iL$

Se L costante allora i è variabile di stato per sistemi dinamici

$$iV = i \cdot \frac{d\Psi}{dt}$$

$$\int iV dt = \int i d\Psi = \int \frac{\Psi}{L} d\Psi = \frac{1}{2} \frac{\Psi^2}{L} = W(\Psi)$$

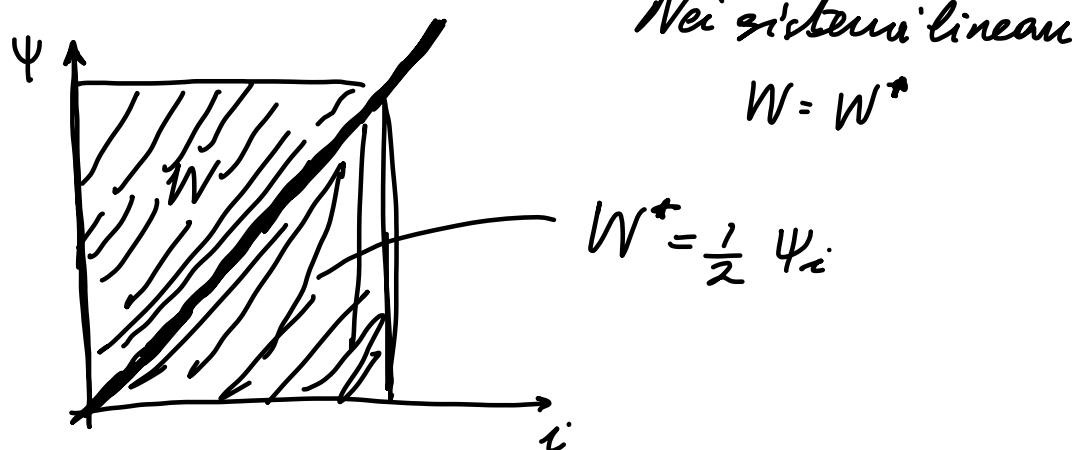
variabile
di stato
del circuito

✓
altra cosa per
la corrente

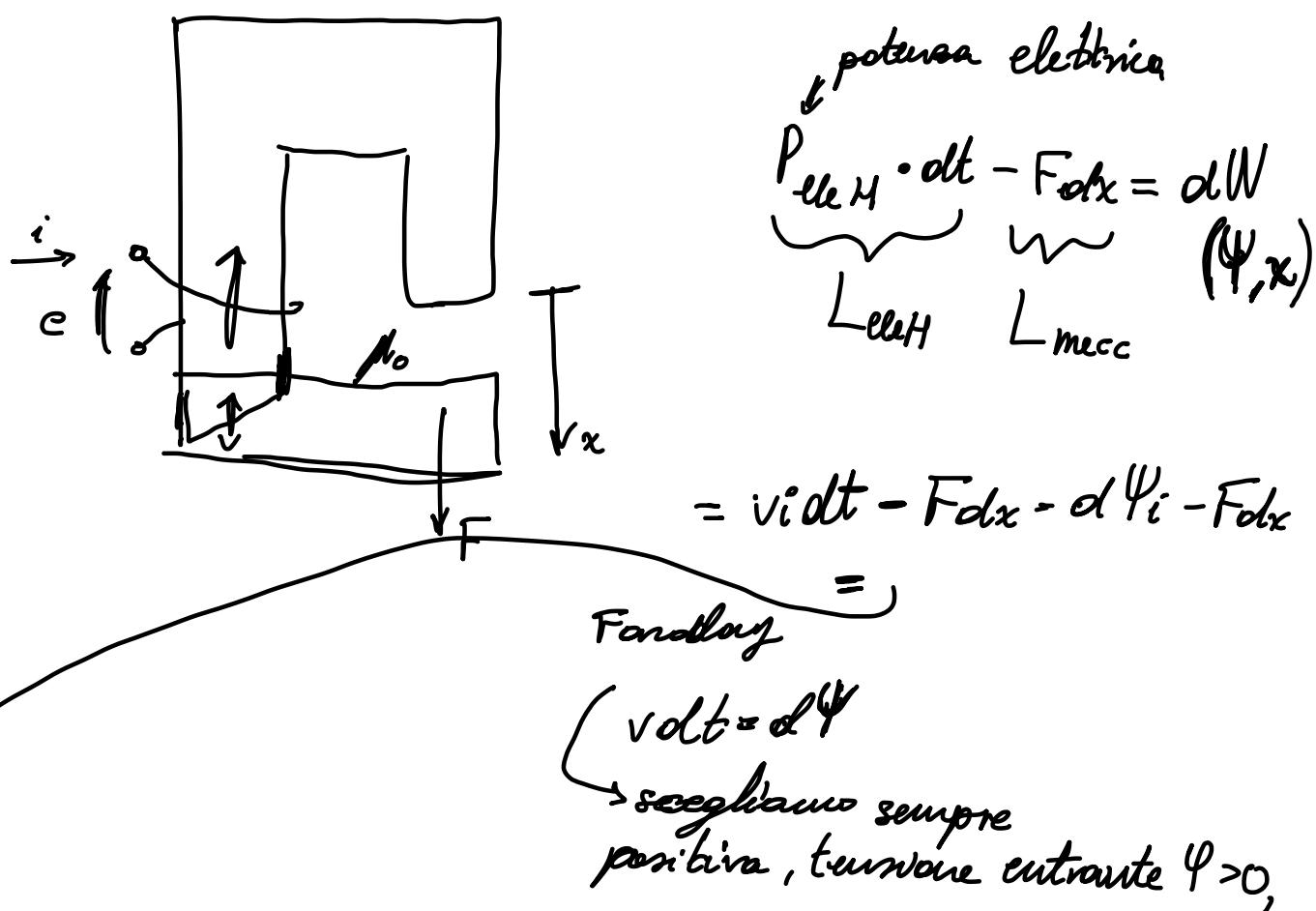
$$\frac{1}{2} C i^2 \rightarrow W^*(i) = \Psi_i - W(\Psi) \xrightarrow{\frac{1}{2} \frac{\Psi^2}{L}}$$

Tratt ormai di Legendre

Coenergia



Per trovare la forza però c'è differenza tra W e W^*

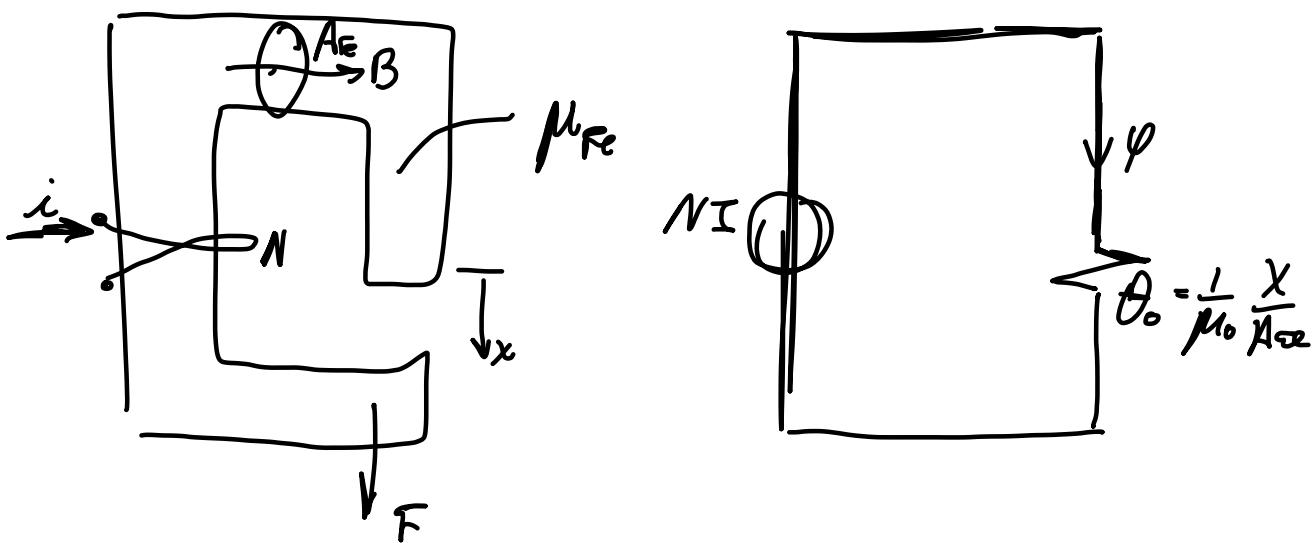


tennere negativa $\Psi < 0$

$$\Rightarrow = \frac{\partial W}{\partial \Psi} d\Psi + \frac{\partial W}{\partial x} dx = i d\Psi - F dx$$

$$\frac{\partial W}{\partial \Psi} = i \quad F = -\frac{\partial W}{\partial x}$$

Quando vale l'energia?



$$\Psi = NP \quad L = \frac{\Psi}{i} = \frac{N^2}{\Theta} = \frac{N^2}{\frac{x}{\mu_0 A_{Fe}}} = \frac{\mu_0 A_{Fe} N^2}{x}$$

$$\Rightarrow N = \frac{1}{2} \frac{\Psi^2}{L} = \frac{1}{2} \frac{\Psi^2}{\frac{\mu_0 A_{Fe}}{x}}$$

$$F = -\frac{\partial W}{\partial x} = -\frac{1}{2} \frac{\Psi^2}{\mu_0 A_{Fe}} x = -\frac{1}{2} \frac{N^2 \Psi^2}{N^2 \mu_0 A_{Fe}} x = \frac{1}{2} \frac{\Psi^2}{\mu_0 A_{Fe}} x$$

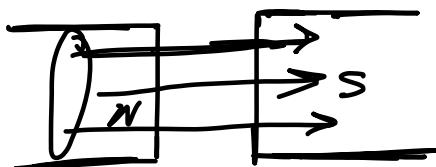
$$F = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 A_{Fe}}$$

Dato che $\Phi = \vec{B} \cdot A_{Fe}$

$$\Rightarrow F = \frac{-B^2}{2\mu_0} A_{Fe}$$

se x preso nella direzione sbagliata
Va opposto a x, attira i due pezzi di ferro

Generiamo cambi come:



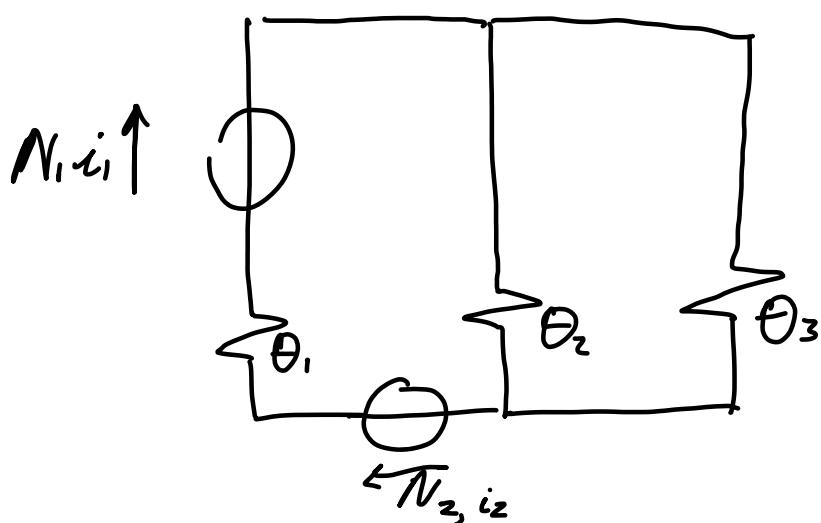
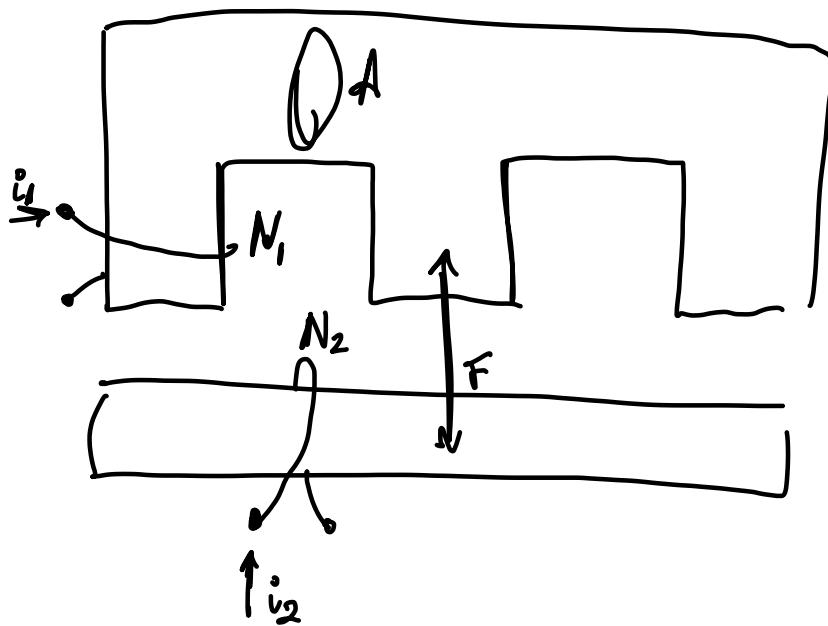
*Modello solo le attrazioni
per minimizzare si può mettere il paramagnetico*

$$P = \text{Pressione Magnetica} = \frac{B^2}{2\mu_0} \approx \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} \approx 50000 \frac{N}{m^2}$$

$$= 500 \frac{kN}{m^2}$$

I don't know if it will work now

$$\downarrow \\ \frac{50 \text{ ton}}{m^2}$$



$$\Phi_1 \rightarrow B_1 = \frac{\Phi_1}{A}$$

$$\Phi_2 \rightarrow B_2 = \frac{\Phi_2}{A}$$

$$\Phi_3 \rightarrow B_3 = \frac{\Phi_3}{A}$$

$$F = \frac{B_1^2}{2\mu_0} A + \frac{B_2^2}{2\mu_0} A + \frac{B_3^2}{2\mu_0} A$$

← Più legate alla realtà

Per evitare più calcoli usiamo Ψ direttamente:

$$= \frac{\Psi_1^2}{2\mu_0 A} + \frac{\Psi_2^2}{2\mu_0 A} + \frac{\Psi_3^2}{2\mu_0 A} = 1 \cdot 10^2 \Rightarrow \frac{N}{m^2}$$

$$\sigma = \frac{E_0^2 E^2}{2E_0} = E_0 \frac{E^2}{2}$$

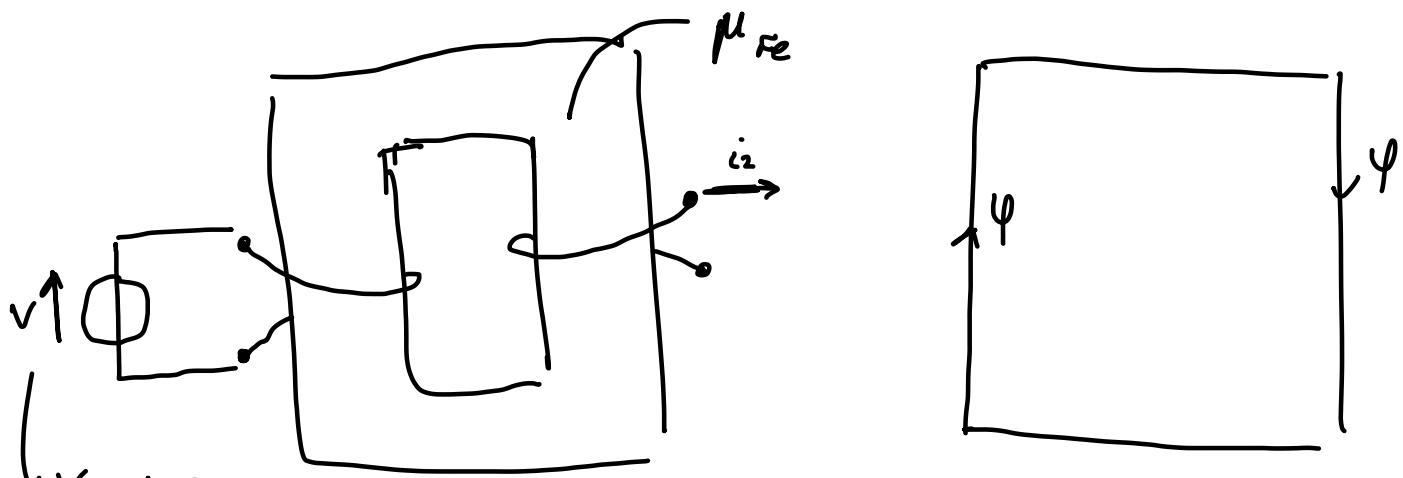
$D = \epsilon E$

Pressione elettrica $\rightarrow \sigma = \frac{D^2}{2E_0}$

Per aria secca 1000 V/mm per che passi la corrente

$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$, data questa relazione il campo magnetico riesce a generare grandi forze invece i sistemi elettrici no

Trasformatori \rightarrow togliendo l'aria



Variabile nel tempo

$$v_1 = \frac{d\Psi_1}{dt}$$

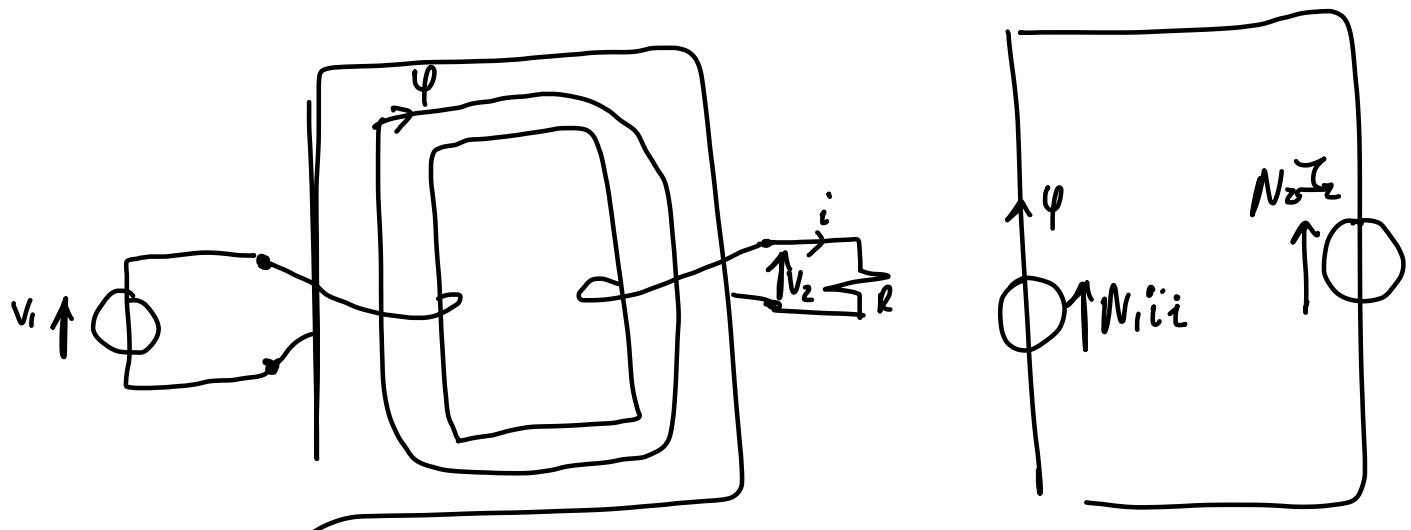
$$\Psi_1 = \int \text{volt} \hookrightarrow \text{Sincosiale}$$

ficcia perché
sappiamo
 B , ma è
piuttosto
per noi Ψ

$$= N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$V_2 = \frac{d\Phi}{2} = N_2 \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}}$$

Trasformatore



Cambiando il numero di spire possiamo aumentare la tensione

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow V_1 i_1 = V_2 i_2$$

c'è perdite minime così è molto conveniente usarlo.

