

# INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

diando una nel tempo il flusso del campo magnetico

① STUDIO  $\vec{B}$  generato da una bobina percorsa da una  $i = i_0 \sin \omega t$  sfruttando il fenomeno dell'induzione



che metteremo dentro a scopire  $\vec{B}$ : iniziamo dal centro troveremo  $\mathcal{E}_{em} = -\frac{d\Phi}{dt}$

$$= -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot \vec{n} \, dS \quad [\text{dove } \vec{n} \text{ è il vettore } \perp S]$$

area sottesa dalla bobina esploratrice

il campo  $\vec{B} = f(r) \hat{i} \hat{u}_z$   
 FUNZIONE DELLA SPINA R  
 VERTICALE AL PIANO DELLA SPINA

$$= -\frac{d}{dt} \int_S f(r) \hat{i} \cdot \hat{u}_z \cdot \hat{u}_n \cdot dS$$

$$\mathcal{E}_{em} = \mathcal{E} = -\frac{di}{dt} \int_S f(r) \hat{u}_z \cdot \hat{u}_n \cdot dS$$

PROPORT. ALLA CORRENTE CHE CIRCOLA IN  $\perp$

io  $i = i_0 \cos \omega t$

- $\mathcal{E}$  ha un andamento temporale di tipo coseno...

- se  $\vec{u}_n \perp \vec{u}_z \Rightarrow \mathcal{E} = 0$   
 cioè non posso mettere la bobina di spina



- val max se  $\vec{u}_n \parallel \vec{u}_z \parallel \vec{B}$

$\mathcal{E}_{max}$

- se mettiamo  $\vec{u}_n \parallel \vec{u}_z$  e  $S_2$  volte più di rispetto  $S_1 \Rightarrow i_2 \rightarrow 0$

Allora  $\int_S f(r) \hat{u}_z \cdot \hat{u}_n \, dS = 1$

$\mathcal{E} = f(r) \cdot S \Rightarrow \mathcal{E}$  proporz. a  $f(r)$

$\Downarrow$

$\mathcal{E}$  dipende dalla posizione e in maniera proporzionale al  $f(r)$  cioè a  $|\vec{B}| \Rightarrow$  spost. 2 e ved. dove è max e dove min

freq. = 100 Hz

Ampiezza = 3V

• stessa frequenza, ma sfasata di  $\frac{\pi}{2}$  rispetto a (1)

quindi  $\mathcal{E}_{max}$  se  $i = 0$  (è la  $i$  che pendeva max e max la derivata di  $i$ )

Spostando  $\vec{B}$  ai lati  $\Rightarrow$  aumenta  $\mathcal{E}$  mentre al centro diminuisce

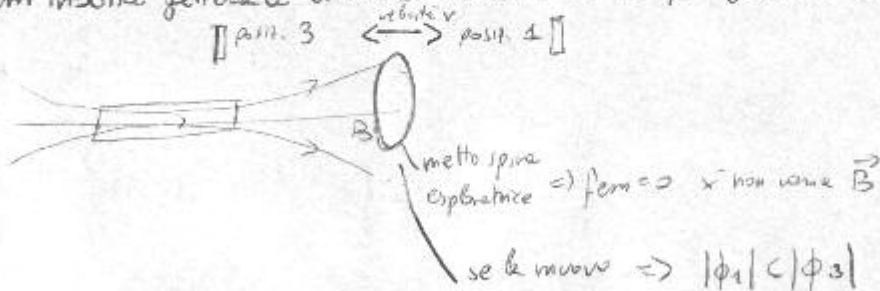
• se tiro fuori  $\vec{B}$  il segnale si inverte di  $180^\circ$  e il dipolo

il vettore di  $\vec{B}$  ha segno opposto (e non cambiare basta ribaltare anche  $\vec{B}$ )

se l'albitum del centro  $\vec{B}$   $\vec{f}_{em} \rightarrow 0 \Rightarrow$  aumentare  $\vec{B}$  misure dei elementi  
 se le spine di 2 infatti  $\mathcal{E} = - \frac{di}{dt} N \int_S P(\vec{r}) \vec{u}_2 \vec{u}_1 - dS$   
 n° spine

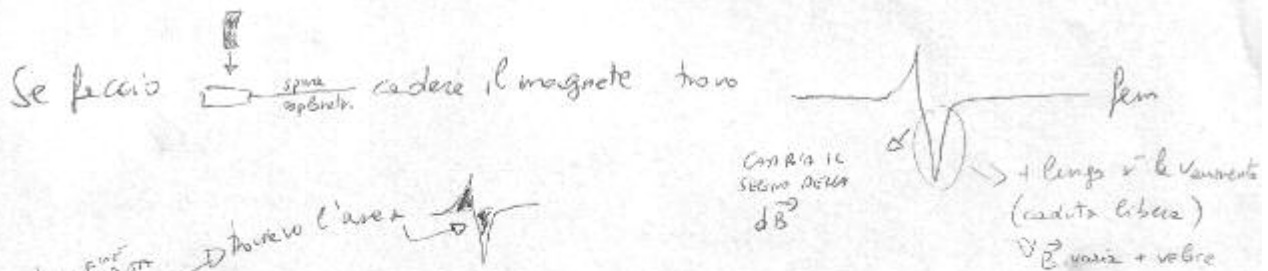
② chi fa muovere le cariche in 2? il campo elettrico variabile nel tempo generato da  $\vec{B}$  di 1  
 ↳ rotazionale (cioè con circuiti  $\neq 0$ )

fem indotta generata da un  $\vec{B}$  costante nel tempo (usiamo un magnete)



se  $v \neq 0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{-d\phi | \vec{B}_{magnete} |}{dt} \neq 0$

se aumenta  $v \Rightarrow$  aumenta  $\mathcal{E}$  (non sinusoidale!)

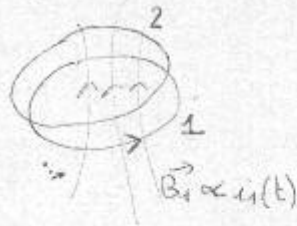


$t_1$  fine caduta  
 $t_0$  inizia a cadere magneti  
 $\int_{t_0}^{t_1} \mathcal{E}(t) dt = \int_{t_0}^{t_1} - \frac{d\phi}{dt} dt = [-\phi \vec{B}]_{t_0}^{t_1} = \phi B(t_0) - \phi B(t_1) \approx 0$

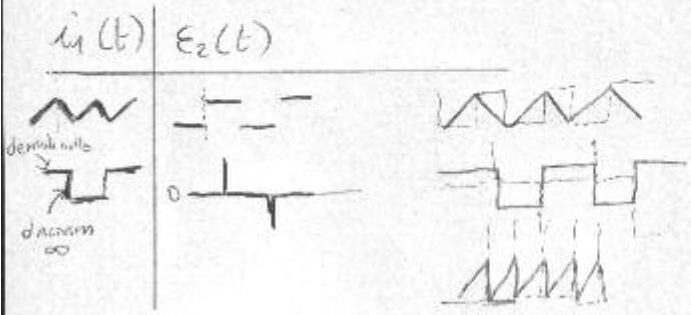
infatti  $A = 0,00212 \text{ Vs}$

$B_{00} = \frac{1}{2} \rho h^2$

③ verifica sperimentale  $\mathcal{E} \propto \frac{di}{dt}$

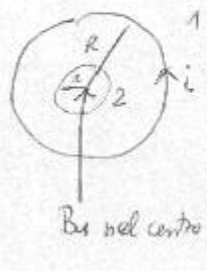


$i_1 = i_1(t)$   
 la 2 è la spira più grande = alla 1  
 $B_1 \propto i_1(t)$   
 $\mathcal{E}_2 = -\frac{d}{dt} \Phi_{S_2}(B_1) \propto \frac{di_1}{dt}$



Adesso abbiamo una spira con corrente  $i_1$  e sulla spira più grande abbiamo un UES  
 Ora aumentando la frequenza sulla 1  $\rightarrow$  aumento flusso e fem  $\Rightarrow$  aumento UES  
 non il modulo di  $i_1$ ! ne l'ampiezza

④ Stima del valore di  $\mathcal{E}$  indotta in una spira spira più grande con  $f = 2000$  avvolgimenti di  $r = 15$  mm quando collocata nel centro di un'altra spira (spira 1) percorsa da  $i = I_0 \sin \omega t$  con  $N_1 = 200$  avvolgimenti,  $R = 105$  mm e  $I_0 = 0,25$  A e  $f = 40$  Hz



$B_1$  nel centro =  $\frac{\mu_0 N_1 i_1}{2R}$

$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt} \Phi_{S_2}(B_1) = -N \frac{d}{dt} \int_S B_1 \cdot \vec{U}_N \cdot dS_2 =$

$= -N \frac{di_1}{dt} \int_S \frac{\mu_0 N_1}{2R} dS_2$

$\mathcal{E} = 0,11 \text{ V} \cos \omega t \Leftarrow$

$= -\mu_0 \frac{N N_1}{2R} \cdot \frac{d}{dt} I_0 \cos \omega t \cdot S_2$

$\omega = 2\pi f$  (più avanti)