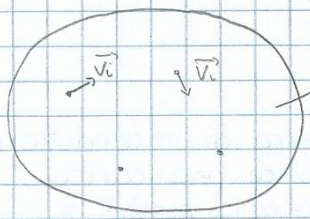


LA CORRENTE ELETTRICA



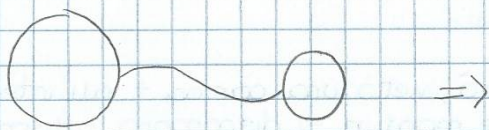
CONDUTTORE ALL'EQUILIBRIO

C'è comunque un MOTO CAOTICO di e^-

- $\frac{\sum \vec{v}_i}{N_{\text{elett}}} = 0$

- $V = \text{COSTANTE}$

- $\vec{E}(\text{INT}) = 0$



→ COLLEGAMENTO ⇒ STESSO POTENZIALE V'

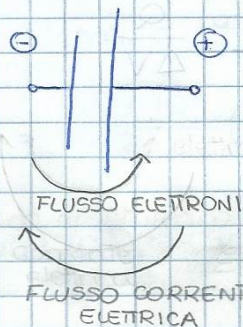
Gli elettroni passano da una parte all'altra per portare i 2 corpi allo stesso potenziale → CORRENTE ELETTRICA

CORRENTE ⇒ SERVE UNA DIFFERENZA di POTENZIALE

Per fare della corrente elettrica, ora mi serve un GENERATORE di F.E.M., che cercherà di mantenere il più a lungo possibile la differenza di potenziale in modo da produrre sempre corrente

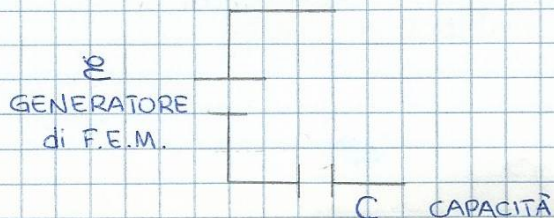
- GENERATORI di F.E.M. ⇒
- BATTERIE
 - GENERATORI ELETTRICI
 - CEE FOTOVOLTAICHE
 - ...

Simbolo :



$\mathcal{E} = \text{F.E.M.}$ → differenza di potenziale ai capi del generatore

Il nostro circuito elettrico ora è così :



B. V_B

$\Rightarrow \Delta V$ (differenza di potenziale)

AGISCE UN

A. V_A

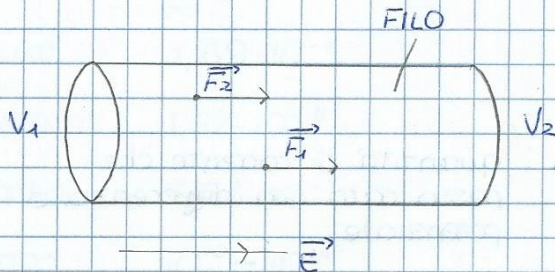
\vec{E} (campo elettrico)

SE AGGIUNGO q

$$\vec{F}_{el} = q \cdot \vec{E}$$

~ o ~ o ~

INTENSITÀ di CORRENTE



Si è dimostrato che, all'interno di UN FILO:

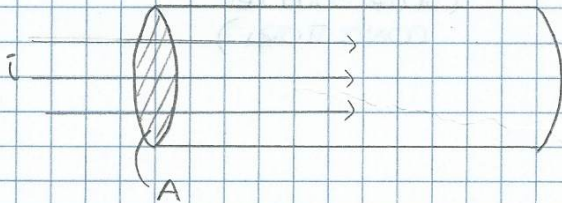
LA VELOCITÀ DELLE CARICHE È COSTANTE (A CAUSA DEI TANTI URTI)

INTENSITÀ DI CORRENTE : $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$ [$C/s = A$] Ampere

Ha VERSO opposto a quello delle cariche \ominus

le cariche che passano in un determinato tempo!

DENSITÀ di CORRENTE



Più stretto è il filo, più alta sarà la densità!

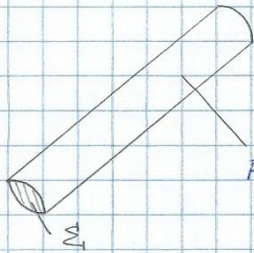
DENSITÀ DI CORRENTE : $\vec{J} = \frac{i}{A} \vec{n}$

carica elettroni \rightarrow COSTANTE = $1,6 \cdot 10^{-19} C$

$$\vec{J} = \frac{i}{A} = n \cdot e \cdot \vec{v}$$

↑
↓
densità di carica \rightarrow dipende dal materiale
velocità elettroni in un filo

Esempio :



$$\Sigma = 4 \text{ mm}^2$$

$$i = 8 \text{ A}$$

velocità elettroni = ?
($v_d = ?$)

Filo in Rame

P.S. $n \rightarrow$ dipende dal materiale del filo
 $e \rightarrow$ costante

$$\bar{J} = \frac{i}{\Sigma} = \frac{8 \text{ A}}{4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} = 2 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$$

$$v_d = \frac{\bar{J}}{n \cdot e} = \frac{2 \cdot 10^6}{8,5 \cdot 10^{28} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,47 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

RESISTENZA ELETTRICA




RESISTENZA : quantità di corrente che passa data una differenza di potenziale.

la quantità di corrente che passa è diversa!

$$R = \frac{\Delta V}{i}$$

Più il materiale è conduttore, più R è bassa!

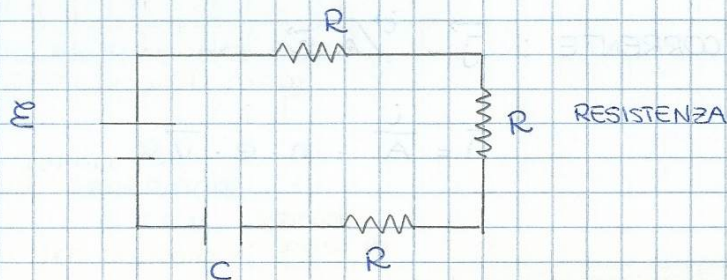
Simbolo :  $[\Omega]$ Ohm

Legge di OHM :

$$i = R \cdot \Delta V$$

(Vale solo nei CONDUTTORI)

Il nostro circuito elettrico ora è così :



Conducibilità e resistività

• Data una resistenza R , posso definire una RESISTIVITÀ ρ data da:

$$\rho = E/j \quad [\Omega \cdot m]$$

Il suo reciproco è la CONDUCEBILITÀ σ :

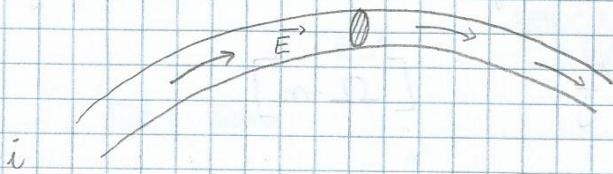
$$\sigma = 1/\rho$$

... QUALCHE NUMERO ...

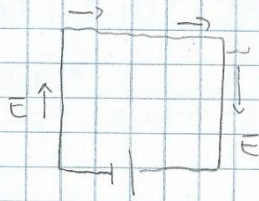
	ρ [$\Omega \cdot m$]	
RAME	$1,69 \cdot 10^{-8}$	
ARGENTO	$1,62 \cdot 10^{-8}$	→ sarà quello che conduce di più!
FERRO	$9,68 \cdot 10^{-8}$	
VETRO	$10^{10} \approx 10^{14}$	

28/05/2012

RIPASSO:



$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

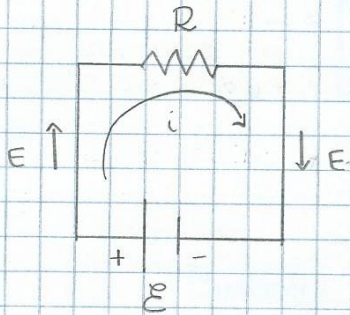


le cariche vengono mosse dal campo elettrico \vec{E}

$$\int E \cdot ds = \mathcal{E}_{em} = \mathcal{E}$$

$$\boxed{\mathcal{E} = R \cdot i} \rightarrow R = \rho \cdot \frac{L}{\Sigma} \rightarrow \text{superficie}$$

LEGGE DI OHM



la corrente si muove dal polo positivo a quello negativo!
(per convenzione)

COSA SUCCEDDE IN TERMINI DI ENERGIA ?

$$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$$

$$L = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_A^B \vec{E} \cdot q \cdot d\vec{s} = q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} = q \cdot \mathcal{E}$$

=> il lavoro del generatore per spostare una carica è pari a

$$L = \mathcal{E} \cdot Q$$

Q = carica che sposta

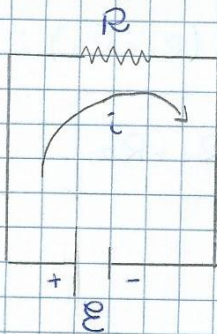
GENERATORE ELETTRICO (\mathcal{E}) = un dispositivo che mi rende sempre costante la differenza di potenziale tra 2 punti !

DA UN PUNTO DI VISTA ENERGETICO :

1) Lavoro generatore $\mathcal{E} = \mathcal{E} \cdot Q = L$

2) Potenza di un generatore = $\frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{dL}{dt} = \frac{dQ}{dt} \cdot \mathcal{E} = i \cdot \mathcal{E} = P$

più alta è la tensione del generatore, più bassa è la potenza che serve per produrre la stessa corrente !



Su R viene dissipata dell'energia !

$$V_R = \mathcal{E}$$

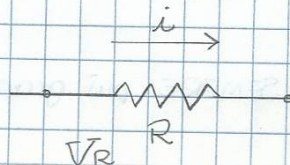
$i_R V_R =$ Potenza dissipata in R

legge di Ω : $V_R = R \cdot i_R$



$$i_R \cdot V_R = i_R \cdot R \cdot i_R = R \cdot i_R^2$$

$$= \frac{V_R^2}{R} = \text{Pot. dissipata}$$



Ogni volta che la corrente passa in una resistenza, quest'ultima si scalda!

POSITIVO: scaldabagno; luci; ...

NEGATIVO: fili che disperdono energia; ...

CHE RELAZIONE C'È TRA POTENZA E ENERGIA?

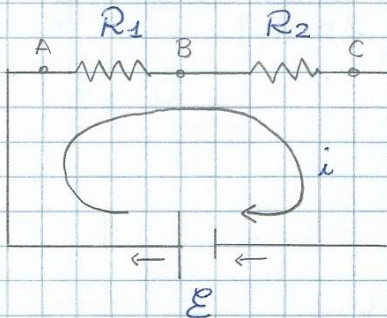
Dipende dal tempo, infatti

$$P = \frac{dE}{dt} \Rightarrow E = P \cdot t \quad (\text{se } P \text{ è costante})$$

$$\left(\text{oppure } \int P \cdot dt \right) \quad \boxed{\text{Energia} = Q \cdot \mathcal{E}}$$

→ quanta carica in totale riesco a muovere!

Esempio:



$$i = ?$$

$$i R_1 = i R_2 = i$$

$$V_1 = R_1 \cdot i \quad (\text{Diff. pot. tra 1 e 2})$$

$$V_2 = R_2 \cdot i \quad (\text{Diff. pot. tra 2 e 3})$$

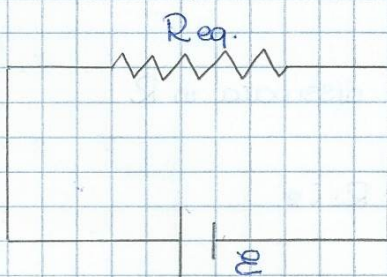
$$V_1 + V_2 = \mathcal{E} \quad (\text{Diff. pot. tra 1 e 3}) =$$

↓
TENSIONE GENERATORE

$$\mathcal{E} = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i = (R_1 + R_2) i$$

$$\boxed{R_{eq.} = R_1 + R_2}$$

$$\mathcal{E} = R_{eq.} \cdot i$$

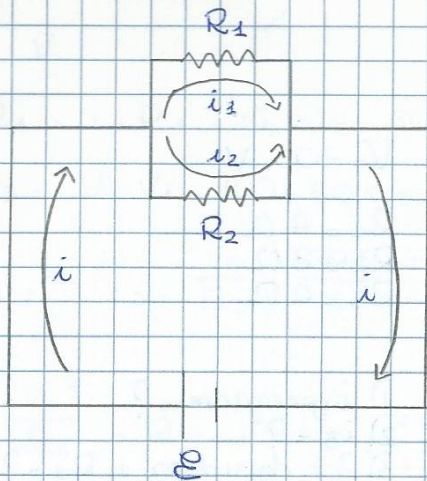


O PIÙ

Quando ho DUE RESISTENZE IN SERIE (passa la stessa corrente), possono essere sostituite da una RESISTENZA EQUIVALENTE (= somma resistenze)

La resistenza equivalente è SEMPRE più grande della resistenza più grande del circuito!

Esempio :



RESISTENZE IN PARALLELO :
= stesso potenziale

$$i = i_1 + i_2$$

$$V_1 = R_1 \cdot i_1 = V = \mathcal{E}$$

$$V_2 = R_2 \cdot i_2 = V = \mathcal{E}$$

$$\rightarrow V_1 = V_2 = V = \mathcal{E}$$

⇓

$$i_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1} ; i_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2}$$

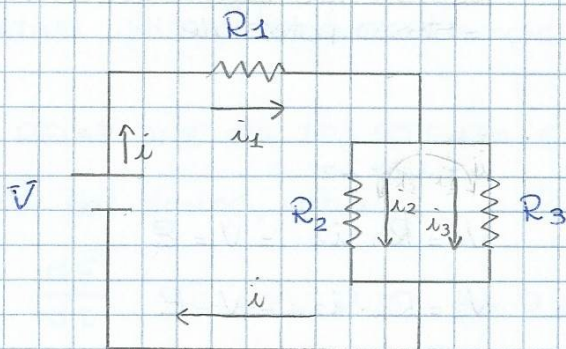
$$i = i_1 + i_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_1} + \frac{\mathcal{E}}{R_2}$$

$$\mathcal{E} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \rightarrow \mathcal{E} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} \cdot i$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

La resistenza equivalente è sempre più piccola della più bassa del circuito!

Esercizio tipo compito :



$$V = 100 \text{ V}$$

$$R_1 = 4 \Omega$$

$$R_2 = 8 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

1) i generatore = ?

2) i_3 = ?

3) Pot. dissipata in R_1 = ?

1) $i_1 = i = i_2 + i_3$

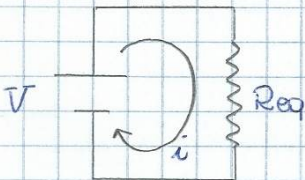
$$V = V_1 + V_2 = V_1 + V_3 \quad (\text{perch\u00e9 } V_2 = V_3 \rightarrow \text{resistenze in parallelo})$$

C' \u00e8 un modo pi\u00f9 semplice, ovvero trasformare il circuito in un circuito equivalente con un' unica resistenza !

$$R_{eq} = R_1 \text{ in serie con } (R_2 // R_3)$$

$$R_{eq} = R_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = 4 + \left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right)$$

$$= 4 + \left(\frac{8 \cdot 4}{8 + 4} \right) = 4 + \frac{8 \cdot 4}{12} = 6,6 \Omega$$



$$i_{gen} = i = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{100}{6,6} = 15,2 \text{ A}$$

2) $i = i_2 + i_3$

$$V_2 = R_2 \cdot i_2$$

$$V_3 = R_3 \cdot i_3$$

$$\left. \begin{array}{l} V_2 = R_2 \cdot i_2 \\ V_3 = R_3 \cdot i_3 \end{array} \right\} V_2 = V_3 \rightarrow R_3 \cdot i_3 = R_2 \cdot i_2$$

$$\frac{i_3}{i_2} = \frac{R_2}{R_3}$$

$$\begin{cases} i = i_2 + i_3 \\ \frac{i_3}{i_2} = \frac{R_2}{R_3} \end{cases}$$

\(\rightarrow\) 1\u00b0 MODO PER RISOLVERLO !

$$V_2 + V_1 = V$$

$$V_1 = i_1 \cdot R_1 = i \cdot R_1 = 15,2 \cdot 4 = 60,8 \text{ V}$$

$$\rightarrow V_2 = V_3 = V - V_1 = 100 - 60,8 = 39,2 \text{ V}$$

$$V_3 = R_3 \cdot i_3 \rightarrow \underline{i_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{39,2}{4} = 9,8 \text{ A}} \rightarrow \text{2° MODO PER RISOLVERLO!}$$

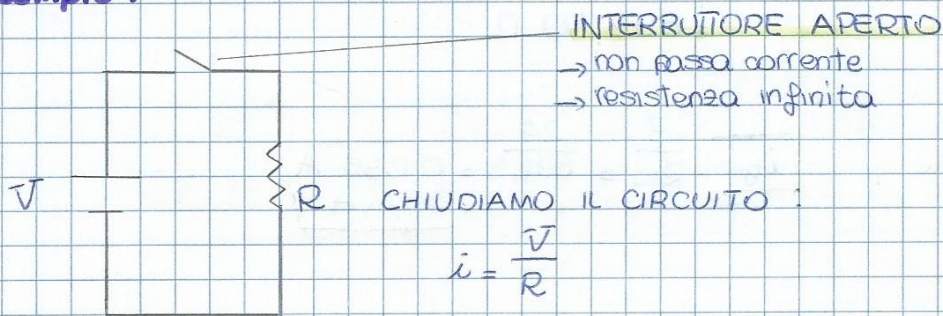
$$\text{3) } \underline{\text{Pot. } R_1} = \frac{V_1^2}{R_1} = R_1 \cdot i_1^2 = R_1 \cdot i^2 \\ = 4 \cdot 15,2^2 = \underline{924 \text{ W}}$$

a) Qual'è la Potenza del generatore?

$$\underline{P_{\text{gen}} = V_{\text{gen}} \cdot i_{\text{gen}} = 100 \cdot 15,2 = 1520 \text{ W}}$$

N O N O N O N O N O N

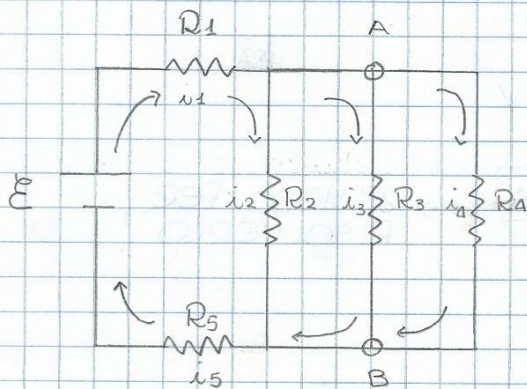
Esempio:



• Qual'è la potenza del generatore se $R \xrightarrow{\text{TENDE}} 0$?

$$i \cdot V = \text{Pot. gen} = \frac{V}{R} \cdot V = \frac{V^2}{R}$$

$$\text{Pot. GEN. } \underset{R \rightarrow 0}{=} \infty \Rightarrow \underline{\text{Situazione di CORTOCIRCUITO!}}$$



$$\mathcal{E} = 24 \text{ V}$$

$$1) i_1 = ? (= i_{gen})$$

$$2) P_{gen} = ?$$

$$3) i_3 = ?$$

$$R_1 = 100 \, \Omega$$

$$R_2 = 200 \, \Omega$$

$$R_3 = 300 \, \Omega$$

$$R_4 = 400 \, \Omega$$

$$R_5 = 500 \, \Omega$$

$R_2; R_3; R_4 \rightarrow$ PARALLELE

$$i_{gen} = i_1 = i_5$$

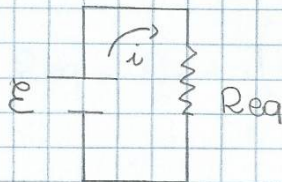
$$i_1 = i_2 + i_3 + i_4$$

$$R_{eq} = R_1 + (R_2 // R_3 // R_4) + R_5$$

$$= R_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1} + R_5 = 100 + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{300} + \frac{1}{400} \right)^{-1} + 500$$

$$= 692,30 \, \Omega$$

1)



$$i_{gen} = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \frac{24}{692,3} = 0,035 \text{ A}$$

$$= 35 \text{ mA}$$

$$2) P_{gen} = \mathcal{E} \cdot i_{gen} = 24 \cdot 0,035 = 840 \text{ mW}$$

$$3) V = R \cdot i$$

$$\rightarrow i = \frac{V}{R}$$

devo conoscere V_3

perché sono resistenze //

$$\mathcal{E} = \bar{V}_1 + \bar{V}_{//} + \bar{V}_5$$

$$\bar{V}_{//} = \bar{V}_2 = \bar{V}_3 = \bar{V}_5$$

$$\rightarrow \bar{V}_1 = R_1 \cdot i_1 =$$

$$\bar{V}_5 = R_5 \cdot i_5 =$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{V}_1 = R_1 \cdot i_1 = \\ \bar{V}_5 = R_5 \cdot i_5 = \end{array} \right\} \bar{V}_{//} = \mathcal{E} - (R_1 \cdot i_1) - (R_5 \cdot i_5)$$

$$= 24 - (100 \cdot 0,035) - (500 \cdot 0,035) = 3 \text{ V} = \bar{V}_3$$

$$i_3 = \frac{\bar{V}_{//}}{R_3} = \frac{3}{300} = 0,01 = 10^{-2} \text{ A}$$

Esercizio

Prendiamo l'energia presente nella batteria di un cellulare e solleviamo noi stessi. A che altezza arriviamo?

$$\mathcal{E} = 3,7 \text{ V} \quad \text{Energia} = Q \cdot \mathcal{E} \quad m = 74 \text{ Kg}$$

$$Q = 1050 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \text{h} \cdot 3600$$

$$\text{Energia} = 1,05 \cdot 3600 \cdot 3,7 = 13986 \text{ J} = \overbrace{m \cdot g \cdot h}^{\text{supponiamo che debba sollevarci}}$$

$$\rightarrow h = \frac{13986}{74 \cdot 9,8} = 19,28 \text{ m}$$


CORRENTE ALTERNATA

$$\mathcal{E} = V_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

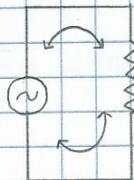
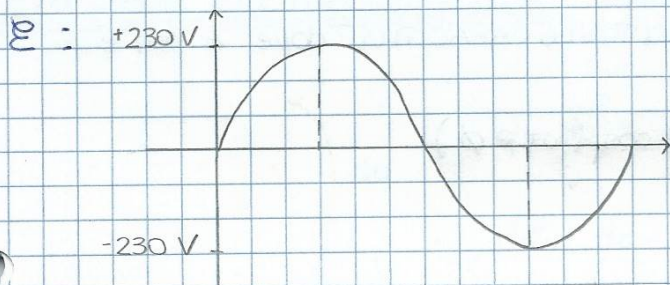
$$V_0 = 230 \text{ V}$$

↓

$$f = 50 \text{ Hz}$$

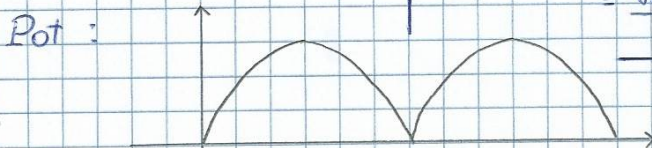
Simbolo: 

$$\omega = 2\pi \cdot 50$$

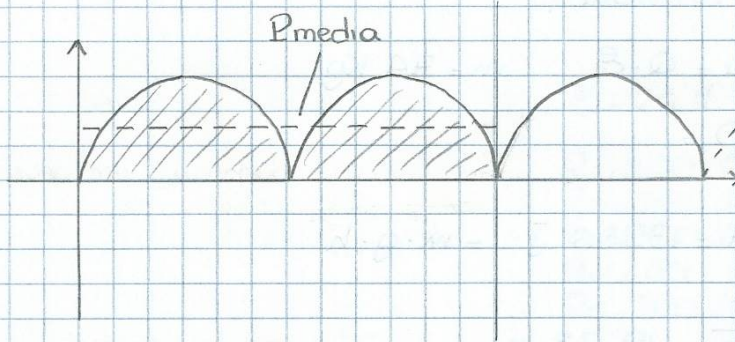


$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{V_0 \cdot \cos(\omega t)}{R}$$

$$\text{Pot.} = i \cdot \mathcal{E} = \frac{V_0 \cdot \cos(\omega t)}{R} \cdot V_0 \cdot \cos(\omega t)$$
$$= \frac{V_0^2 \cos^2(\omega t)}{R}$$



Quello che a noi interessa è la POTENZA MEDIA !



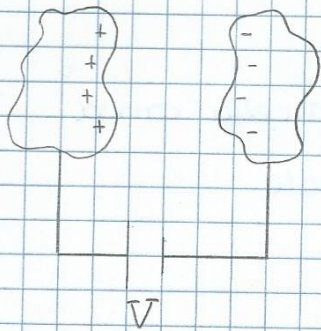
$$P_{\text{media}} = \frac{V_0^2}{R} \cdot \int_0^T \frac{\cos^2(\omega t) \cdot dt}{T} = \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{1}{2}$$

$$V_{\text{eff}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \rightarrow P_{\text{media}} = \frac{V_{\text{eff}}^2}{R}$$

→ CURIOSITÀ : Esistono CARICHI INDUTTIVI o CAPACITIVI dove i non è in fase con e

$$Pot = \frac{V_0}{R} \cos(\omega t) \cos(\omega t + \phi)$$

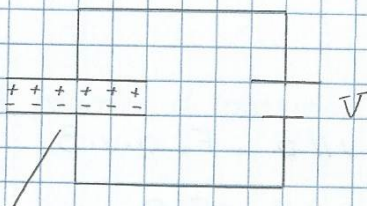
CAPACITÀ ED ENERGIA ELETTROSTATICA



$$Q = C \cdot V$$

→ C = CAPACITÀ

↓
sono dei "magazzini" di carica e di energia



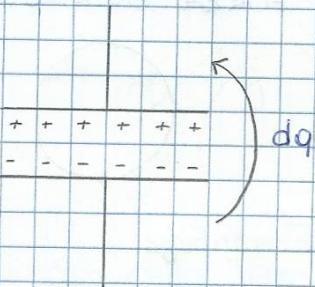
CONDENSATORE

dove si genera $Q = C \cdot V$

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}{d}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$$

ENERGIA ELETTROSTATICA : energia immagazzinata in una capacità



$$q = C \cdot V \rightarrow V = \frac{q}{C}$$

$$dL = dq \cdot V = dq \cdot \frac{q}{C}$$

$$L = \int_0^q \frac{q \, dq}{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C \cdot V^2$$

$$\boxed{E_{\text{elett.}} = \frac{1}{2} C \cdot V^2 = \frac{q^2}{2C}}$$