

1.1) Circuiti elettrici > Concetti introduttivi:


Campi di applicazione:

- > Sono prevalentemente due le modalità di utilizzo dell'energia elettrica:
 - Alimentazione (utilizzo come power supply// trasporto di energia// movimento);
 - Segnale (utilizzo come rappresentazione di contenuto informativo//trasporto informazione//dato);

Grandezze fondamentali:

Carica elettrica: q [C]

- C: Culomb (unità di misura)

 *Electron (Ηλεκτρον)* = ambrina: dato che sfregando l'ambrina gli antichi osservavano fenomeni di attrazione e riduzione.

-> DEF: quantità fisica (q) positiva o negativa.

$$p^+ = 1,602 \cdot 10^{-19} C; \quad e^- = -1,602 \cdot 10^{-19} C;$$

Corrente elettrica: I

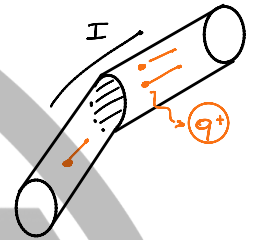
-> DEF: è un flusso di elettroni (variazione di carica) che attraversa una superficie in un determinato istante di tempo.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

DI PROTONI CHE ATTRAVERSSANO LA SUPERFICIE...
...IN UN DETERMINATO LASSO DI TEMPO.

$$\left[\frac{C}{A} \right] = A : \text{AMPÈRE}$$

$$i(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$





-> Caratteristiche:

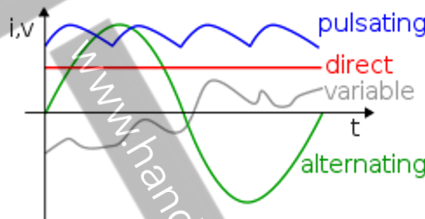
- o È una quantità con segno;
- > Per convenzione si prende con verso positivo il fluire della carica con segno positivo.


La realtà fisica è che ci sia un flusso di cariche con vero opposto che è composta da elettroni (Perché i protoni sono più vicini al nucleo e sono più pesati).

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\delta q}{\delta t} = i(t)$$

-> Tipologie di correnti:

- o Direct current (DC) ;
- o Alternating Current (AC) ;



 0,5A provoca arresto cardiaco
La soglia della percezione umana è di 1mA.


Tensione elettrica/Differenza di potenziale: V

-> DEF: Ad ogni carica q è associata un'energia w, come ad una massa in un campo gravitazionale. Chiamiamo potenziale l'energia per unità di carica: $V = \frac{w}{q}$ / $E(x) = (A) - E(B)$;

-> è l'energia associata per portare la carica da A a B.

- Dev'essere presente un campo (campo di forze);
- Definisco un'energia (potenziale) che dipenda dal punto in cui ci troviamo;

$$V_{AB} = \frac{\Delta w}{q} \left[\frac{\text{ENERGIA}}{\text{UNITÀ DI CARICA}} \right] = \frac{w(A) - w(B)}{q} = V(A) - V(B) \quad V \left[\frac{J}{C} \right]$$

 Le cariche, come le masse nel mondo reale, si attraggono. Quella più grande vince su quella più piccola e le distanze influenzano la loro attrazione.

? Cosa evoca la differenza di potenziale tra due punti? (La tensione)

-> Non mi basta un punto per definire la quantità => dobbiamo definire la "distanza" ovvero il bipolo.

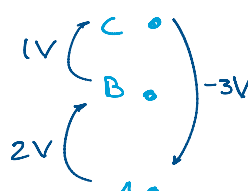
Per definire la tensione dobbiamo utilizzare il concetto di bipolo

-> Ad ogni bipolo è possibile associare una coppia delle due variabili. La corrente attraversa il bipolo. La tensione è una differenza tra punto A e punto B.

-> Esempio: se la corrente elettrica è il flusso d'acqua allora la tensione è la pressione dell'acqua.

▲▲▲ La differenza di potenziale tra un punto e lo stesso una volta tornato in quel punto è pari a zero: ▲▲▲

 PENSALA COME ENERGIA POTENZIALE U.



-> Per questo non è entrante e uscente.



1.2) Circuiti elettrici > Concetti introduttivi:

Potenza: P

-> DEF: La potenza elettrica è la velocità per unità di tempo alla quale l'energia elettrica si trasferisce in un circuito elettrico. In parole più semplici, possiamo considerarla come la quantità di energia che consuma o genera un elemento in un preciso momento.

$$V \cdot I = P: \text{POTENZA ELETTRICA.}$$

GRANDEZZE FONDAMENTALI ↳ GRANDEZZA DERIVATA

$$\left[\frac{S}{C}\right] \cdot \left[\frac{C}{A}\right] = \left[\frac{S}{A}\right] = [W] \text{ Watt.}$$

-> Esempio: Nel caso di un'abitazione, se si ha un contratto di 5kW questa sarà la potenza massima che si potrà utilizzare. Potremo quindi cucinare con il fornello a induzione (2.2kW), avere la lavatrice in funzionamento (1.5kW) e il riscaldamento allo stesso tempo (1kW) dato che sommando il consumo si ottiene 4.75kW. Tuttavia, se si accende, per esempio, il microonde (0.9kW) "salterà" il contatore della luce.

Curiosità:

?? A discapito di qualsiasi evento, credenza, e altre considerazioni è preferibile 1MW di solare; 1 MW di nucleare o sono uguali?
 -> La risposta dal punto di vista economico risiede nel saper distinguere tra potenza ed energia: 1MW è una potenza; 1kW è una potenza. Il kWh è una grandezza criminogena perché fa confondere sulla differenza tra 1MW e 1kWh (=3 600 000J). Per il solare bisogna considerare anche la capacity factor, ovvero quanto si riesce a produrre. Il nucleare 1MW la fattura 7000h/anno; il solare 1MW la fattura in 2 000h/anno => quella potenza viene trasformata in energia il numero di ore in cui abbiamo installato nelle ore/anno. Per ottenere la stessa potenza, il solare necessita il triplo del tempo rispetto al nucleare.

$$V \cdot I \text{ — POTENZA ELETTRICA — VS — ENERGIA — SI VENDE}$$

$$\left[\frac{J}{C}\right] \cdot \left[\frac{C}{s}\right] \quad [W] \quad [J] \quad (1 \text{ kWh} = 3'600'000 \text{ J})$$

TRASFORMIAMO P IN ENERGIA
IN UN TEMPO $\Delta t = s$

Origini dei campi elettromagnetici:

Origine del campo elettrico:

-> Per la legge di conservazione della carica il campo elettrico è generato da una carica:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_v$$

$$\left(\begin{array}{l} \rho_v: \text{CARICA ELETTRICA } [C/m^3] \\ \vec{D}: \text{CAMPO ELETTRICO NEI MATERIALI} \end{array} \right)$$

(Il Maxwell)

-> DIM:

$$\rightarrow \text{DEF. CAMPO ELETTRICO (NEL VUOTO)} = \vec{E} \left[\frac{V}{m}\right] \stackrel{\text{DEF}}{=} \left[\frac{\text{FORZA}}{\text{UNITÀ DI CARICA}}\right] = \left[\frac{N}{C}\right] \cdot \frac{m}{m} = \left[\frac{J}{C}\right] \cdot \frac{1}{m} = \left[\frac{V}{m}\right]$$

Origine del campi elettro-magnetici:

Il Legge Maxwell

- Campo Elettrico: originato da una Carica;
 - Campo Magnetico: originato da una Carica in movimento;
- => Parliamo di campo Elettro-Magnetico.

-> Esperimento: come generare un campo magnetico:

Prendiamo un cilindro di metallo, arrotoliamo su di esso un filo e facciamo passare la corrente. Una volta fatto questo il cilindro presenterà un campo magnetico. Questo perché inizialmente gli spin si muovevano in maniera casuale (neutro), adesso gli spin sono orientati e generano un campo magnetico.

IV Legge Maxwell:

-> Non esiste un analogo magnetico alla carica elettrica => x generare un campo magnetico:

1) Uso magnete (=Dipolo Magnetico):



2) Usare cariche in movimento (spira con corrente I):



1.3) Circuiti elettrici > Teoria dei circuiti:

Ipotesi fondamentale del corso:

-> Quest'ipotesi ci permetterà di fare i calcoli utilizzando le leggi di Kirchhoff anziché le equazioni di Maxwell (più complesse, che richiedono lo studio dei campi vettoriali).

1. Nomenclatura:

Vuoto	Materiale	Tipo campo	Unità di misura
\vec{E}	$(\vec{D} = \epsilon * \vec{E})$	Campo ELETTRICO	$\left[\frac{V}{m}\right] \leftarrow \left[\frac{F}{q} * \frac{m}{m}\right]$
\vec{H}	$(\vec{B} = \mu * \vec{H})$	Campo MAGNETICO	$\left[\frac{A}{m}\right]$

2. Equazioni di Maxwell:

EFFETTO ELETTRICO IN UN CAMPO MAGNETICO VARIABILE

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

CON:

CARICA E CAMPO ELETTRICO

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_v$$

• ρ_v : Carica elettrica in un m^3 (*cariche elettriche) $\left[\frac{C}{m^3}\right]$

EFFETTO MAGNETICO DI UNA CORRENTE O UN CAMPO ELETTRICO VARIABILE.

$$\nabla \times \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{J}$$

• J : Corrente $\left[\frac{A}{m^2}\right]$

CAMPO MAGNETICO

$$\nabla \cdot \vec{B} = \phi$$

3. Formula per calcolare la lunghezza d'onda:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

VELOCITÀ LUCE
FREQUENZA. [HERTZ] $\left[\frac{1}{s}\right]$

$$\lambda_1 = \frac{300\,000\,000 \frac{m}{s}}{f_1} = 6000 \text{ km}$$

$f_1 = 50 \text{ Hz}$ (FREQUENZA DI RETE) || BASSE FREQUENZE
TRASPORTO ENERGIA
GRANDI SISTEMI

$$\lambda_2 = \frac{300\,000\,000 \frac{m}{s}}{f_2} = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

$f_2 = 5 \text{ GHz}$ (Wi-Fi) || ALTE FREQUENZE
TRASPORTO INFO
PICCOLI SISTEMI

=> tutti i circuiti e le reti inferiori ai 6000km => dato che i fenomeni si propagano alla velocità della luce => In piccoli circuiti non distinguo i due punti, il fenomeno che accade al punto A accade anche al punto B => possiamo semplificare le equazioni di Maxwell alle leggi di Kerchhoff per via della teoria a parametri concentrati che afferma...

4. TEORIA A PARAMETRI CONCENTRATI:

-> DEF: Un circuito si dice a parametri concentrati se a sua massima dimensione fisica è trascurabile, cioè molto più piccola della minima lunghezza d'onda dei segnali elettromagnetici che lo interessano.

=> La dimensione caratteristica di quello che stiamo studiando dev'essere minore (molto) alla grandezza caratteristica del fenomeno che stiamo analizzando.

$$\left. \begin{aligned} \nabla \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \vec{D} &= \rho_v \\ \nabla \times \vec{H} &= \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{J} \\ \nabla \cdot \vec{B} &= \phi \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{RESO POSSIBILE DA} \\ &\sum_n V_n = 0 \text{ (KVL)} \\ &\quad (\sum_n V_n(L) = 0) \\ &\sum_j I_j = 0 \text{ (KCL)} \\ &\quad (\sum_j I_j(t) = 0) \end{aligned}$$

$d_c \ll \lambda_c$

d_c : Dimensione caratteristica del problema/componente/dipolo che stiamo studiando



Teoria dei circuiti (=Teoria a/dei parametri concentrati)

CONCLUSIONE:

=> Nei MODELLI (SOLO in questi) che andremo a studiare, possiamo approssimare le equazioni di Maxwell alle leggi di Kirchhoff.

$d_c \approx \lambda \Rightarrow$ T. PARAMETRI DISTRIBUITI
 \Rightarrow NON IGNORO EFFETTI DI CAMPO.

-> Approfondimenti utili:

- FISICA Teoria #33 - CORRENTE, CIRCUITI, GENERATORI

1.4) Circuiti elettrici > Introduzione ai domini:

-> Esistono differenti domini:

1. DOMINIO STAZIONARIO:

-> DC: Direct Current

-> DEF: Un sistema elettrico si dice in regime o dominio stazionario quando le grandezze o proprietà caratterizzanti, non variano nel tempo. Ad esempio: resistenza, capacità, induttanza, interruttori e via dicendo.



2. DOMINIO DINAMICO:

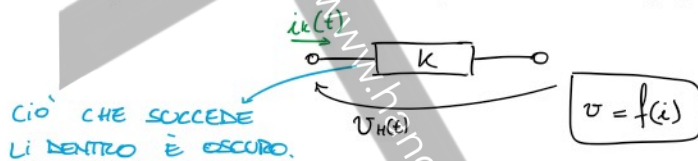
-> DEF: Il regime o dominio dinamico di un sistema elettrico indica invece una condizione nella quale le grandezze caratterizzanti variano nel tempo. Hanno quindi le derivate rispetto al tempo, non nulle.

-> Il **REGIME ARMONICO** è un caso particolare del regime dinamico.

- AC: Alternating Current
- Corrente di casa;
- Quando colleghiamo due poli di una pila trasformiamo il potenziale elettro-chimico in corrente alternata.



-> Tutti i circuiti inferiori a 6000km possiamo studiarli con la teoria a parametri concentrati, e possiamo definirne un modello:



-> Se $d \ll \lambda$ è vero \Rightarrow POSSIAMO SEMPLIFICARE LE EQ. DI MAXWELL CON LE LEGGI DI KIRCHHOFF.

KVL : $\sum_i v_i(t) = 0$ (CIRCUITO CHIUSO)

KCL : $\sum_j i_j(t) = 0$ (SUPERFICIE CHIUSA)

★ Solo a bassa frequenza valgono; ad alta frequenza abbiamo dei fenomeni di irradiazione del bipolo.

★ S: Simmens

Leggi dei bipoli nei domini:

Nome	Simbolo	Grandezza	Leggi DC	Leggi AC
Resistore		R [Ω], G [S]	1° OHM: $V = R \cdot I$ ($\circ I = G \cdot V$)	$v_R(t) = R \cdot i(t)$
Condensatore		C	$i_C = 0$	$\frac{d}{dt} q = C \cdot \frac{d}{dt} v = i(t) \Rightarrow i_C(t) = C \cdot \frac{d v_C}{dt}$
Induttore		L	$v_L = 0$	$\frac{d}{dt} \Phi = L \cdot \frac{d}{dt} i_L$ LEGGE FARADAY $v_L = L \cdot \frac{d i_L}{dt}$
Generatore di corrente		A	$v = E \quad \forall i$	
Generatore di tensione		E	$i = A \quad \forall v$	
Corto circuito		c.c.	$v = 0 \quad \forall i$	
Circuito aperto		c.a.	$i = 0 \quad \forall v$	

- : Elementi passivi;
- : Bipoli degeneri
- : Elementi attivi.

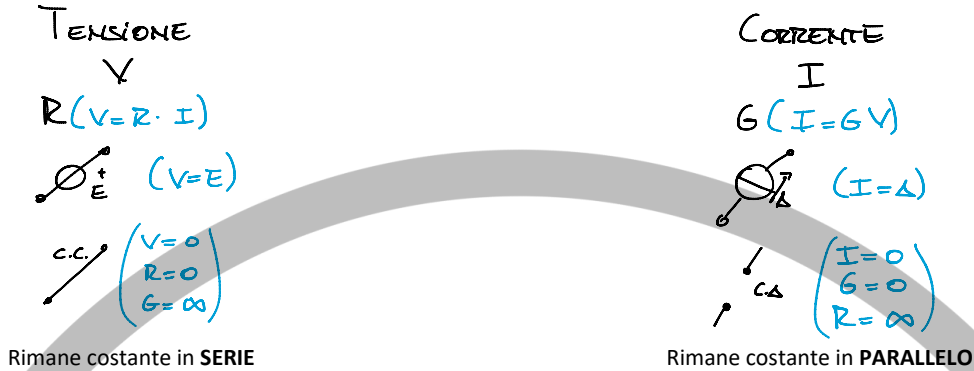
1.5) Circuiti elettrici > i principi:

Principi:

-> Esistono tre principi in elettrotecnica: il principio di dualità, quello di equivalenza e quello di sostituzione.

1. Principio di DUALITÀ:

-> **DEF:** la dualità è una corrispondenza che esiste tra coppie di termini, in ambito di elettrotecnica, cioè consiste nell'applicare un'affermazione, sostituendo ogni termine con il suo duale, si ottiene un'altra affermazione vera.

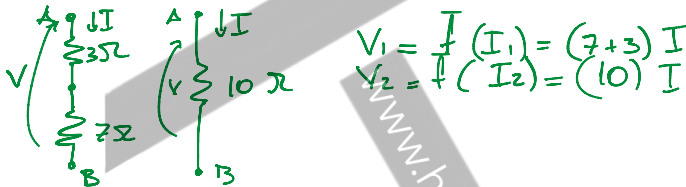


2. Principio di EQUIVALENZA:

-> **DEF:** due bipoli sono equivalenti quando hanno la stessa funzione caratteristica.

- RESISTENZE in SERIE: sommo i loro valori: $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$;
- RESISTENZE in PARALLELO: utilizzo la formula: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$;

-> ESEMPIO:



-> Nel caso delle V se le sommiamo (e sono in serie), il bipolo equivalente ha voltaggio pari alla somma dei due (quindi conta una sola variabile e non le n sommate).

3. Principio di SOSTITUZIONE:

-> **DEF:** In una rete elettrica (lineare o non-lineare) un componente elettrico, o un insieme di componenti elettrici (lineari o non lineari), può essere sostituito con un altro componente o insieme di componenti con lo stesso numero di morsetti e con le stesse relazioni costitutive (legami v-i) senza che tutte le rimanenti grandezze elettriche della rete subiscano variazioni.

1.6) Circuiti elettrici > Domande del capitolo:

? Chi genera un campo elettrico??

-> La carica (legge di conservazione della carica-eq. Numero 2 Maxwell). L'equazione n°2 di Maxwell afferma che la carica è la fonte del campo elettrico.

? Chi è l'origine del campo magnetico?

-> una carica in movimento: una corrente. Per generare un campo magnetico abbiamo bisogno di un circuito di corrente che genera un campo con linee di nord e sud: dipoli magnetici.

? Se l'origine del campo magnetico è una carica in movimento, perché un materiale si può comportare come una calamita e un'altro no?

-> Dipende dagli spin degli elettroni che sono in un materiale.

? Da cosa è caratterizzato un modello? Cosa rende un modello un buon modello?

-> Se è funzionale a fare qualcosa.

-> Es: La teoria dei circuiti è ottima per studiare dei potenziali/correnti.





1.7) Circuiti elettrici > Definizioni:

TENSIONE: La tensione elettrica, spesso definita in modo improprio con il termine voltaggio, non è altro che la differenza di potenziale elettrico tra due punti opposti nello spazio.

-> Più precisamente corrisponde all'energia utilizzata per separare due cariche elettriche con segno opposto all'interno di un campo magnetico o, ancora meglio, rappresenta la differenza tra l'energia elettrica potenziale posseduta da una carica in due punti differenti per la presenza di un campo elettrico.

-> Approfondimenti: <<https://energit.it/differenza-tra-tensione-e-corrente/>>

SPIN: lo spin è una proprietà degli elettroni per la quale questi si comportano, per alcuni versi, come una sfera in rotazione (qualcosa di simile ad un pianeta che ruoti intorno al proprio asse). Può essere interpretato come un momento angolare, una rotazione, anche se non è possibile darne una descrizione corretta ricorrendo ad immagini classiche.

-> Per la meccanica quantistica l'elettrone ha accesso a due stati di spin (rotazione in senso...  : orario,  : antiorario). Gli stati dello spin sono contraddistinti dal **numero quantico magnetico di spin** (descrive le proprietà dello spin e può assumere solo due valori).

-> Approfondimenti: <https://scienzaper tutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/1764-0400-spin> ,
<http://ebook.scuola.zanichelli.it/atkinschimica/unita-uno/gli-atomi-il-mondo-quantico/l-atomo-di-idrogeno/lo-spin-elettronico#74>;

TEORIA A PARAMETRI CONCENTRATI:

-> DEF: Un circuito si dice a parametri concentrati se a sua massima dimensione fisica è trascurabile, cioè molto più piccola della minima lunghezza d'onda dei segnali elettromagnetici che lo interessano.

-> Approfondimenti: <https://www.studocu.com/it/document/politecnico-di-bari/elettrotecnica-2010/definizione-di-parametri-concentrati/4938695>

KVL: Kerchhoff Voltage Law;

KCL: Kirchhoff Current Law;

TERRA: Lo zero del potenziale si chiama terra.

EQUAZIONE CARATTERISTICA DEL DIPOLO (o caratterizzazione funzionale del dipolo): ciò che descrive la natura di generatore o dissipatore del dipolo. A seconda di come descrivo il dipolo, quello assume un ruolo/significato diverso.

CAMPO ELETTRICO: Viene definito campo elettrico una qualsiasi regione dello spazio in cui una carica elettrica sia soggetta all'azione di una forza.

-> La forza è causata dalla presenza di altre cariche elettriche nella regione interessata dal fenomeno.

Da <<https://www.edutecnica.it/elettrotecnica/campo/campo.htm>>

