

## Valori della costante dielettrica relativa e della permeabilità magnetica relativa

Costante dielettrica:

	$\epsilon_r$
VUOTO	1
AIRIA	$\sim 1$
PLASTICA	$2 \div 5$
VETRO	$4 \div 8$
ACQUA	80

Permeabilità magnetica:

ITALIA

	$\mu_r$
VUOTO	1
RADDORE	$\sim 1$
FERRITE	$> 1000$

## Legge della conservazione della carica

Se abbiamo un volume (delimitato da una superficie chiusa) ed un certo numero di cariche, se questo numero varia, abbiamo un certo flusso di cariche.



$$\oint_S \vec{J} \cdot \hat{n} dS = - \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

delta Q su delta t è una variazione. Se il flusso è positivo, ha lo stesso verso della normale uscente, stiamo togliendo cariche dal volume, quindi la variazione è negativa. Se il flusso è negativo, il flusso va verso il volumetto, quindi la variazione è positiva.

Si chiama conservazione, perché se non ci fosse un flusso, le cariche rimarrebbero nel volume.

## Legge di Gauss

Anche in questo caso, consideriamo il volume  $\Delta V$ , la superficie chiusa  $S_c$ . All'interno del volume abbiamo delle cariche. Consideriamo anche il versore  $\hat{n}$ .



$$\oint_{S_c} \vec{D} \cdot \hat{n} dS = Q$$

Se abbiamo una carica, abbiamo un vettore spostamento elettrico.

## Legge di Ohm in forma locale

$$\vec{J} = \sigma (\vec{E} + \vec{E}_i) \quad \text{conduttività } [\text{S/m}]$$

$E_i$  è un campo elettrico imposto, cioè generato da un'altra fonte (che non siano cariche elettriche, per esempio una reazione chimica). La differenza tra  $E$  ed  $E_i$  è come viene creato il campo elettrico.

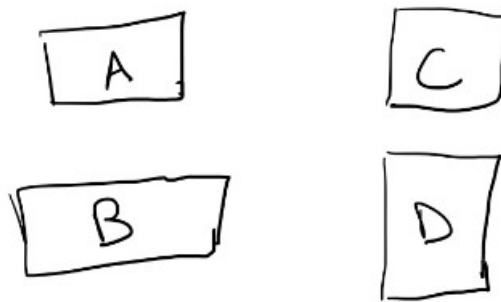
*Per quanto riguarda il campo elettrico imposto, indotto e imposto sono sinonimi o diversi?*

Sono diversi. Imposto vuol dire che viene da una forma diversa dall'elettromagnetismo. Indotto invece viene dall'elettromagnetismo, inclusa la legge di Faraday-Neumann-Lenz.

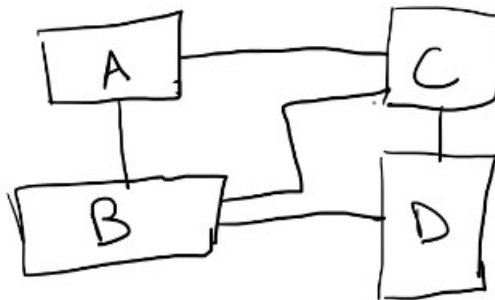
## Teoria dei circuiti, i circuiti elettrici

A cosa servono? Qual è la loro utilità? O vogliamo trasferire dell'informazione (il PC da una memoria all'altra) o dell'energia (il caricabatterie trasferisce energia dalla rete alla batteria del PC). Dobbiamo mettere insieme dei componenti, per ora li vediamo come scatole chiuse. Su carta, facciamo un modello.

Per esempio:



Abbiamo questi elementi connessi tra di loro.



Per la teoria dei circuiti, abbiamo delle ipotesi (possono essere non vere, ma non potremmo usare la teoria dei circuiti):

- Tutti i fenomeni elettromagnetici sono confinati all'interno del circuito, si "esauriscono" all'interno del circuito.

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = \emptyset \quad \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \emptyset$$

Che significa? Se non sono uguali a 0 queste grandezze, avremmo delle onde che si propagano nello spazio e la teoria non è più studiabile. Questa condizione deve essere vera AL DI FUORI dei componenti, dentro no.

- L'ipotesi dei parametri concentrati. Vuol dire concentrare i parametri del circuito in un unico punto. Un parametro distribuito può essere concentrato in un unico punto. Quando questo è vero? Quando la lunghezza caratteristica del circuito (cioè quanto è grande) è molto minore della lunghezza d'onda del segnale  $\lambda$ .

$L_c \ll \lambda$   
 $\downarrow$  LUNGHEZZA CARATTERISTICA DEL CIRCUITO  
 $\rightarrow$  LUNGHEZZA D'ONDA [m]

Lunghezza caratteristica:



Lunghezza d'onda:

$\lambda = \frac{c}{f}$ 
 $f = 10 \text{ kHz} \rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^3} = 3 \cdot 10^4 = 30 \text{ km}$

A hand-drawn sine wave on a coordinate system. The horizontal axis is labeled with an arrow and the value 30 km, representing the wavelength  $\lambda$ . The vertical axis has an upward arrow. The wave starts at the origin, goes up to a peak, crosses the axis, goes down to a trough, and crosses the axis again at the 30 km mark.

$c$  è la velocità della luce (nel vuoto), cioè la velocità di propagazione del segnale. Se fotografiamo la situazione in un istante, abbiamo la lunghezza d'onda scritta sopra in 30 km.

Nella condizione dei parametri concentrati, la tensione in un filo avviene istantaneamente ed è uguale su tutto il filo. Però la condizione è che la lunghezza caratteristica sia molto minore della lunghezza d'onda.

Esempio: la scheda audio del PC. L'orecchio umano percepisce fino a 20 kHz, la scheda audio lavorerà fino a 25 kHz.

1) SCHEDA AUDIO DEL PC  
 $f = 25 \text{ kHz} \rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{25 \cdot 10^3} \approx 10^4 = 10 \text{ km}$

Esagerando,  $L_c$  sarà:

$$L_c = 10^{-1} \div 10^0 \text{ m}$$

Quindi:

$$\Rightarrow L_c \ll \lambda \quad \text{OK}$$

La teoria dei circuiti funziona.

Facciamo un altro esempio: la scheda madre del PC.

$$f = 1 \text{ GHz} \rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{1 \cdot 10^9} \approx 0,3 \text{ m}$$

$$L_c = 10^{-1} \div 10^0 \text{ m} \rightarrow L_c \approx \lambda \quad \text{NO}$$

In questo caso, non possiamo usare i parametri concentrati.

Terzo esempio: rete elettrica e elettrodomestici.

$$f = 50 \text{ Hz} \rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{50} \approx 3 \cdot 10^6 \approx 3000 \text{ km}$$

Se volessimo trasmettere la corrente dal Nord Italia al Sud Italia:

$$\text{LINEA DI TRASMISSIONE: } L_c \approx 1000 \text{ km} \rightarrow L_c \approx \lambda \quad \text{NO}$$

Anche qui, non possiamo usare i parametri concentrati, dobbiamo modellarla in modo diverso, non si parla di ripetitori, ma di come studiamo la rete. Tuttavia, in un elettrodomestico a casa nostra:

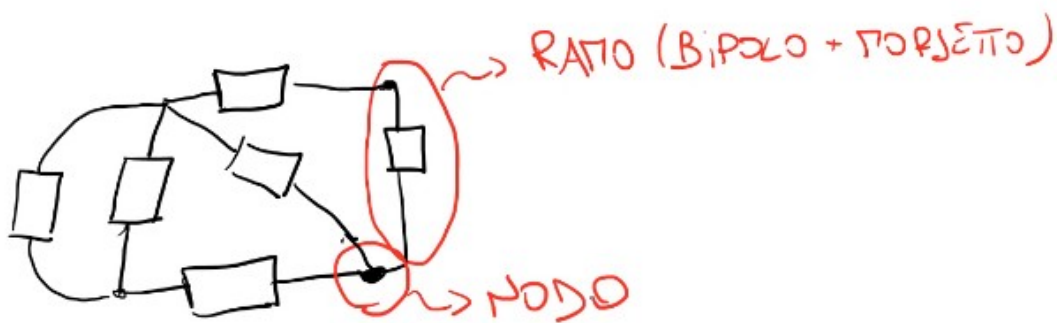
SOTTO LE NOSTRE IPOTESI, GLI ELEMENTI DEL CIRCUITO  
VERRANNO RAPPRESENTATI DA MULTIPOLI.  
NOI VEDREMO PRINCIPALMENTE BIPOLI

Sotto queste ipotesi possiamo definire cos'è un circuito.

DEF: CIRCUITO  $\rightarrow$  INTERCONNESSIONE DI MULTIPOLI

Connettiamo diversi multipoli.

Vediamo un circuito.



Il ramo è un bipolo con i suoi morsetti.

Un nodo è il punto di connessione di 2 o più dipoli. Un nodo funzionale è il punto di connessione di almeno 3 dipoli.

Abbiamo una maglia:



In base alle definizioni, quanti nodi ci sono?



6 RATTI, 4 NODI (3 FUNZIONALI)

Quante maglie ci sono?

6 MAGLIE

## Potenza elettrica ed energia

POTENZA ELETTRICA

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \quad [W]$$

ENERGIA

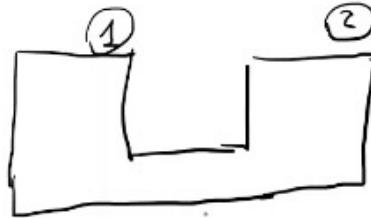
$$w(t) = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt \quad [J]$$

Per esempio, in casa c'è un contratto per cui se si attaccano molte cose si stacca. Di solito è un contratto da 3.5 kW. Sulla bolletta si paga il kWh, il Joule, l'energia consumata (1 kW per 1 ora).

## Convenzioni

Quando scegliamo un componente, dobbiamo scegliere una convenzione. Ci sono la convenzione del generatore e la convenzione dell'utilizzatore.

Supponiamo di avere un serbatoio 1 e un serbatoio 2 collegati.



Si potrebbe avere un flusso d'acqua se uno dei serbatoi più pieno dell'altro. Se ho un flusso, senza convenzione, devo dire verso dove va il flusso d'acqua (da 1 a 2 o viceversa). Introduciamo una convenzione.



Questo non vuol dire che il flusso va da 1 a 2, è il verso. Se il flusso è positivo, va da 1 a 2, altrimenti il contrario.

Quindi come si indica il verso di un circuito? Con un simbolo, semplicemente lo si indica. È una convenzione, i risultati sono identici, è solo una convenzione.