ELETTROTECNICA 2020/2021

A cura di Lorenzo Armini

master COPY

master COPY

Teoria dei circuiti elettrici lineari

Si consideri l'equazione monodimensionale delle onde che, in particolare, è applicabile anche alla propagazione dei segnali elettrici:

$$y = A\cos\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right]$$

Adesso si osservi che tale equazione, varia in base a due variabili: *x (spazio)* e *t (tempo)*. Si può inoltre dimostrare con brevi calcoli che, essendo una funzione sinusoidale, fissati una volta *x=0* e una *t=0*, i periodi delle funzioni (a questo punto in una variabile) che ne derivano, saranno rispettivamente T e λ.

Se si risolve un breve calcolo sulla funzione con t fissato, si può ricavare il valore di λ e si può notare come questo sia estremamente grande (λ*=6000 km)*. Questa considerazione ci porta a stabilire che, per distanze fortemente più piccole dell'ordine di 10^6 *metri*, gli effetti che la distanza provoca sulla propagazione dell'onda, sono minimi e, per questo, trascurabili (almeno a livelli non estremamente approfonditi di studio di un circuito).

Circuito a parametri concentrati

Definisce un circuito per il quale si ipotizza che $d \to 0$, dove *d* rappresenta la massima estensione da un lato ad un altro del circuito. In pratica si ipotizza che il circuito sia concentrato in un solo punto e, per questo motivo, si trascurano completamente tutti gli effetti dello spazio sulla propagazione della corrente elettrica e si considera dunque come unica variabile il tempo.

Grandezze elettriche

- **Corrente elettrica**: è definita come la derivata della carica nel tempo e si misura in ampere [A]
- **Tensione o DDP**: equivale al lavoro per spostare una carica elettrica q da un punto A ad un punto B dello spazio; si esprime sempre in funzione di un punto in cui la DDP è uguale a zero. Si misura in volt [V]
- **Potenza istantanea**: (al tempo t*) è definita come il prodotto tra i(t) e V(t) e si misura in watt [W]

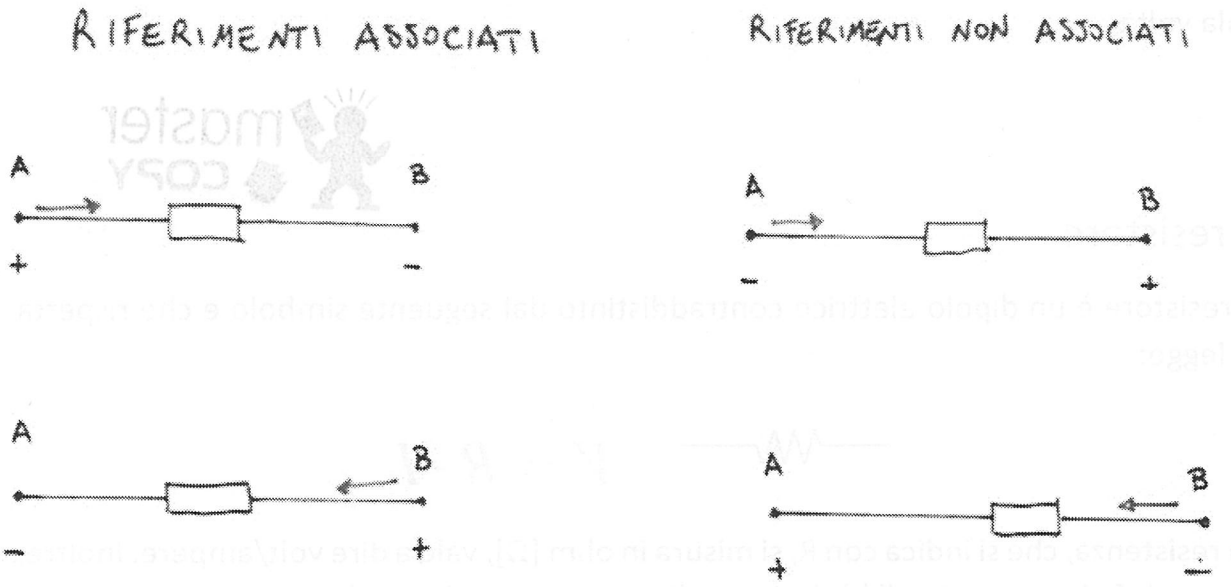
Il dipolo elettrico e i riferimenti

Un qualsiasi elemento di un circuito si può definire dipolo, purché si possa stabilire una relazione del tipo:

- $V(t)= f(i(t))$
- $i(t)= g(V(t))$

In sostanza, esiste una funzione che lega i valori della corrente e della differenza di potenziale ai capi del dipolo elettrico. Tale funzione è invertibile e permette di calcolare l'una in funzione dell'altra.

Per un dipolo elettrico, inoltre, si possono stabilire dei riferimenti, che vengono definiti associati e non associati. Con la seguente figura si riporta un esempio per comprendere meglio. Si noti che il + indica il punto a maggiore DDP e la freccia il verso della corrente.



In particolare, negli associati, si ha che la corrente scorre dal punto a maggiore tensione verso quello a tensione più bassa.

NB: **La potenza si dirà dissipata se è positiva con riferimenti associati, verrà detta invece erogata altrimenti.**

Primo principio di Kirchoff

La somma algebrica delle correnti su una superficie chiusa è sempre uguale a zero. Ne deriva che la somma delle correnti entranti in un nodo è uguale alla somma delle correnti uscenti dal nodo.

Secondo principio di Kirchoff

La somma algebrica delle DDP lungo tutti i rami di una maglia è uguale a zero.

NB: Definizione di maglia

Una maglia è un insieme di rami di un circuito elettrico che formano una linea chiusa, per cui partendo da un nodo, si può tornare allo stesso percorrendo i rami una ed una sola volta.

Il resistore

Il resistore è un dipolo elettrico contraddistinto dal seguente simbolo e che rispetta la legge:



$$V = R \cdot I$$

La resistenza, che si indica con R, si misura in ohm [Ω], vale a dire volt/ampere. Inoltre, si può definire come R=p(l/s) dove p indica resistività, l la lunghezza e s la sezione.

Prima proprietà: linearità

Un circuito elettrico si dice lineare se lo sono tutti i suoi dipoli. Un dipolo è lineare se la sua *equazione costitutiva* è una retta passante per l'origine. Il resistore è lineare.

Seconda proprietà: tempo invariante

R non varia in base al tempo (*nel resistore ideale*). In realtà R cambia anche in intervalli di tempo molto brevi se ad esempio varia la temperatura, ma sono effetti che nel nostro caso non prenderemo in considerazione.

Terza proprietà: memoria

Un dipolo si dice con memoria se i suoi valori di DDP e di corrente dipendono da valori di tensione e corrente di istanti di tempo precedenti. Il resistore non ha memoria.

Quarta proprietà: passività

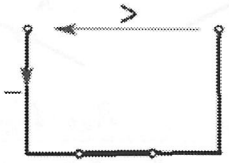
Un dipolo si dice passivo se l'energia calcolata con riferimenti associati è SEMPRE >=0, ad ogni istante di tempo. Essendo l'energia l'integrale della potenza ed essendo la potenza dissipata sul resistore sempre >=0 ($P=Ri^2$), lo sarà anche l'energia. Il resistore, dunque, è passivo.

Definizione di conduttanza

Con conduttanza, si indica il reciproco della resistenza. Si indica con la lettera G e si misura in [Ω^{-1}] o in siemens [S].

Casi limite con il resistore

- se R=0, si ha un corto circuito. La tensione ai capi del ramo è uguale.

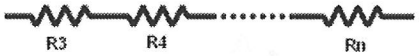


- se G=0 (ovvero R→∞) si ha un circuito aperto.



Resistori in serie

Due o più resistori si dicono in serie se sono attraversati dalla stessa corrente. Si possono sostituire con una unica resistenza detta resistenza equivalente e calcolata con la seguente formula:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 - - - + R_n$$

Resistori in parallelo

due o più resistori si dicono in parallelo se si trovano alla stessa DDP. Si possono sostituire con un'unica resistenza equivalente calcolata come: