

3.1) Transitori:

-> **DEF:** Sono definiti transitori quelle fasi temporali in cui le grandezze elettriche di una rete non sono costanti, né variano in maniera periodica.

- Si manifestano se esiste almeno un elemento conservativo.

-> Si intende ogni variazione del grafico (corrente/tensione, tempo). Ad ogni transitorio corrisponde una variazione dalla situazione inizialmente stabile.

Elementi conservativi

-> **DEF:** Si chiamano elementi conservativi quegli elementi che conservano l'energia elettrica.

- Condensatore;
- Induttore;

-> Approfondimento nella pagina successiva.

Metodo generale di risoluzione per ispezione:

-> Per ricavare il valore della corrente/tensione dell'elemento conservativo, in forma generale, dobbiamo utilizzare la seguente formula...

$$\begin{aligned} \rightarrow x(t) &= x(\infty) + [x(t_0^-) - x(\infty)] * e^{-\frac{t-t_0}{\tau}}; \\ - \text{ Se } i_L(t) = x(t) &\Rightarrow \tau_L = \frac{L}{R_{eq}}; \\ - \text{ Se } v_C(t) = x(t) &\Rightarrow \tau_C = R_{eq} * C; \end{aligned}$$

...la quale tiene conto dello stato pre-transitorio e dopo transitorio e di una costante di tempo tau.

- La costante di tempo tau di un transitorio rappresenta la derivata della variabile di stato per t=0s, indica la costante di tempo con cui tenderà a ridursi a zero nel tempo la grandezza caratteristica misurata.

Variabili di stato/Variabili di rete:

-> Le **variabili di stato** di una rete elettrica sono le variabili che si possono legare all'energia accumulata. Nel caso delle reti studiate in questo corso esse sono le correnti negli induttori e le tensioni ai capi dei condensatori

- Continue nel tempo;

-> Tutte le altre variabili elettriche sono **variabili di rete** e, in linea teorica, possono avere discontinuità nel loro andamento temporale.

L'**ordine di complessità** di una rete corrisponde anche al numero di variabili di stato indipendenti tra loro.

-> **DEF:** Data una rete, si definisce ordine di complessità il grado dell'equazione differenziale che descrive completamente l'evoluzione temporale del sistema. In altre parole, si tratta del numero di equazioni differenziali indipendenti presenti nel sistema risolutivo della rete. (P85, disp)

-> Per **risolvere il transitorio** dobbiamo risolvere due reti: quella con $x(t_0^-)$ e quella con $x(\infty)$ e in fine tau.

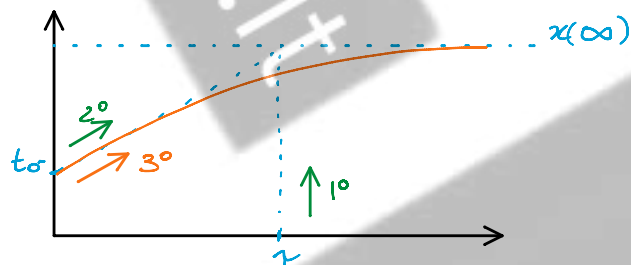
- Tau: L misurato in mH; R misurato in Ω => tau è misurato in millisecondi (questo spiega perché la luce si accende subito quando tiriamo su l'interruttore.)

-> In **stato stazionario** l'induttore si comporta come un c.c. mentre il condensatore si comporta come un c.a.

Disegno grafico:

-> Ho tre info iniziali:

- t_0^- : istante di tempo iniziale;
- τ : costante di tempo;
- $x(\infty)$: asintoto;



Energia cumulata:

$$\rightarrow W_L(t) = \frac{1}{2} L i_L^2(t);$$

$$\rightarrow W_C(t) = \frac{1}{2} C v_C^2(t);$$

- Circuito delle condizioni iniziali
- Circuito delle condizioni finali:
 - Variabile di stato
 - Resistenza equivalente

 Individuare quale dei due è più facile da risolvere e svolgerlo per primo.

3.2) Transitori:

DEF: Sono definiti transitori quelle fasi temporali in cui le grandezze elettriche di una rete non sono costanti, né variano in maniera periodica.



- Si manifestano se esiste almeno un elemento conservativo.

Gli elementi conservativi possono essere condensatori o induttori:

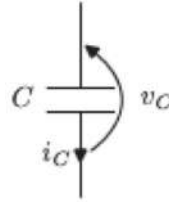
Condensatore:

-> **DEF:** un condensatore è un elemento composto da due lamine (armature) separate da materiale isolante (dielettrico). Se connessi ad un generatore di tensione, una delle due lamine si carica di elettroni negativi, l'altra di elettroni positivi e si genera un campo elettrico. Quando il condensatore viene poi attaccato ad un bipolo utilizzatore, la corrente fluisce.

-> Ha la funzione di una batteria, con la differenza che una batteria ha molta capacità, ma ha lenta

distribuzione ; un condensatore ha poca capacità, ma è molto veloce .

- È caratterizzato da una capacità C;
- Rappresentazione modello:



- Legame tensione-corrente: $i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$;
- Esempi: utilizzato per i flash delle macchine fotografiche;
- Video: [Condensatore | Sai Come Funziona? \(differenti Modelli\)](#)
- Altre formule:

Caso di invarianza temporale:

$$i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

Tensione:

$$v(t) = v(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\tau) d\tau$$

Potenza assorbita:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = v(t) \cdot C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

Energia assorbita (nell'intervallo (0, t)):

$$w_C(0,t) = \int_0^t p(t) dt = \int_0^t v(t) i(t) dt = \int_0^t v(t) C \cdot \frac{dv(t)}{dt} dt = \frac{1}{2} C \int_0^t dv^2(t) = \frac{1}{2} C (v^2(t) - v^2(0))$$

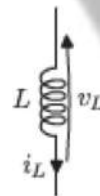
Energia immagazzinata nell'istante t:

$$w_C(t) = \frac{1}{2} C v^2(t)$$

Induttore:

-> **DEF:** un induttore è composto da una bobina di filo raggomitolata su di se. Questo immagazzina energia sottoforma di un campo magnetico, quando stacciamo l'alimentazione (e colleghiamo un altro circuito) questo si scarica, liberando energia.

- È caratterizzato da un'induttanza L;
- Rappresentazione modello:



-> Quando è completamente carico o scarico si comporta come un c.c.

- Legame tensione-corrente: $v(t) = \frac{dL(t) \cdot i(t)}{dt}$;
- Video: [Come funziona un Induttore | Spiegazione Semplice](#);
- Altre formule:

Caso invarianza temporale:

$$v(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

Legame integrale:

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v(\tau) d\tau$$

Potenza assorbita:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = i(t) \cdot L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

Energia assorbita:

$$w_L(0,t) = \int_0^t p(t) dt = \int_0^t v(t) i(t) dt = \int_0^t i(t) L \cdot \frac{di(t)}{dt} dt = \frac{1}{2} L \int_0^t di^2(t) = \frac{1}{2} L (i^2(t) - i^2(0))$$

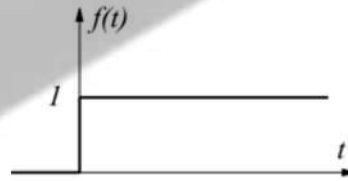
Energia immagazzinata all'istante t:

$$w_L(t) = \frac{1}{2} L i^2(t)$$

3.3) Transitori:

Come si risolve un problema di transitori? (metodo generale di risoluzione per ispezione)

-> Un problema di transitori è un problema che prevede che una delle grandezze caratteristiche (G.C.) non sia costante. Questo vuol dire che se rappresentata con un grafico, avremo una funzione a scalino, simile a questa:



-> Un transitorio corrisponde ad uno spostamento da un regime costante ad un altro.
(in questo caso abbiamo un transitorio all'istante 1)

-> Prima di vedere l'algoritmo per il calcolo della G.C. dobbiamo ricordarci che, in assenza di corrente:

$t = 0^- \Rightarrow$

- GEN. TENS = c.c.
- GEN. CORR = $\ominus \uparrow A$
- INDUTTORE = c.c.
- CONDENSAT. = c.c.

... mentre in presenza...

CONDIZIONI FINALI:

- GEN. TENS: $\oplus \uparrow E$
- GEN. CORR: $\ominus \uparrow A$
- INDUTTORE: c.c.
- CONDENSATORE: c.c.

-> In **stato stazionario** l'induttore si comporta come un c.c. mentre il condensatore si comporta come un c.a.

-> Per calcolare e diagrammare la grandezza caratteristica data, dividiamo il processo in tre fasi:

1. Inizio transitorio:

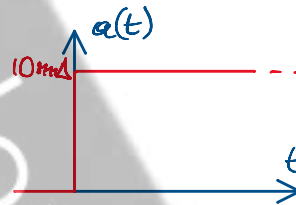
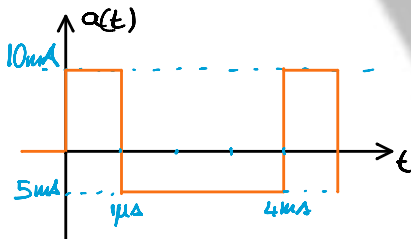
- a. Disegniamo il circuito all'istante iniziale del transitorio $t = t_0 = t_i = 0^-$ (se è il primo transitorio);
- b. Calcoliamo la G.C. per $t = t_0$ (tenendo conto delle relazioni sopra): $x_{V,I}(t_0)$;

2. Fine transitorio:

- a. Disegniamo il circuito all'istante finale del transitorio $t = \infty$;
- b. Calcoliamo la G.C. per $t = \infty$ (tenendo conto delle relazioni sopra): $x_{V,I}(\infty)$;

⚠ Calcolare il valore della G.C. a infinito vuol dire calcolare il valore della G.C. rispetto il grafico del SINGOLO transitorio. Non dobbiamo guardare l'andamento del grafico della G.C., ma al singolo transitorio!!!!

-> Nel caso sottostante, per il primo transitorio (a $t=0$) = 10 mA) il valore di $i(t = \infty)$ è 10mA!!!



3. Costante di tempo:

-> Calcoliamo la costante di tempo vista dall'elemento con memoria alle condizioni finali:

$$\tau_C = R_{eq} * C; i$$

$$\tau_L = \frac{L}{R_{eq}};$$

-> Se ho più elementi conservativi => Sommo a numeratore le loro G.C.

4. Calcoliamo, infine la G.C. cercata:

$$x_{V,I}(t) = x(\infty) + [x(t_0^-) - x(\infty)] * e^{-\frac{t-t_0}{\tau}};$$



3.4) Transitori > Definizioni:

ELEMENTO CONSERVATIVO: bipoli in cui esiste la possibilità di accumulo di energia.

Variabili di stato/Variabili di rete:

Le **variabili di stato** di una rete elettrica sono le variabili che si possono legare all'energia accumulata. Nel caso delle reti studiate in questo corso esse sono le correnti negli induttori e le tensioni ai capi dei condensatori

- Continue nel tempo;

Tutte le altre variabili elettriche sono **variabili di rete** e, in linea teorica, possono avere discontinuità nel loro andamento temporale.

L'**ordine di complessità** di una rete corrisponde anche al numero di variabili di stato indipendenti tra loro.

-> DEF: Data una rete, si definisce ordine di complessità il grado dell'equazione differenziale che descrive completamente l'evoluzione temporale del sistema. In altre parole, si tratta del numero di equazioni differenziali indipendenti presenti nel sistema risolutivo della rete. (P85, disp)

www.handouts.it