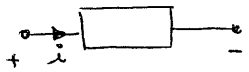
- Sistemi di riferimento ASSOCIATI



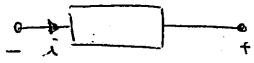
corrente che entra dal terminale positivo

POTENZA CONVENZIONALMENTE ASSORBITA

- Se $p = v \cdot i > 0$ potenza fisicamente assorbita
- Se $p = v \cdot i < 0$ potenza fisicamente erogata

BIPOLO ATTIVO = se con riferim. associati l'energia è sempre > 0 → SEMPRE ASSORBITA

- Sistemi di riferimento NON ASSOCIATI



corrente che entra dal terminale negativo

POTENZA CONVENZIONALMENTE CEDUTA

- Se $p = v \cdot i > 0$ potenza fisicamente ceduta
- Se $p = v \cdot i < 0$ potenza fisicamente assorbita

BIPOLO PASSIVO = se con riferim. associati l'energia è sempre < 0 → SEMPRE EROGATA

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

1° PdK: Data una qualsiasi superficie chiusa, la sommatoria di tutte le correnti in ogni istante è = ∅

CONVENZIONE: ⊕ considero positiva la corrente entrante nel nodo
⊖ considero negativa la corrente uscente dal nodo

2° PdK: la sommatoria della differenza di potenziale dei dipoli è uguale a ∅

→ Da ⊕ a ⊖ → positivo
→ Da ⊖ a ⊕ → negativo

Collegamento in serie: stessa corrente → $R_{eq} = \sum_i R_i$ $\quad C_{eq} = \left(\sum_{m=1}^{m} \frac{1}{C_m}\right)^{-1}$

Se ho 1 resistenza, 1 induttanza e una capacità:

$$\bar{Z}_{eq} = R + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C} \quad \text{(regime sinusoidale)}$$

Collegamento in parallelo: stessa tensione ai capi → $R_{eq} = \left(\sum_i \frac{1}{R_i}\right)^{-1}$

$C_{eq} = \sum_i C_i$

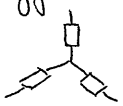
es. se ho 1 resistenza e una capacità in serie tra loro, le quali sono in parallelo con un'induttanza:

$$\bar{Z}_{eq} = \left(\frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} + \frac{1}{j\omega L}\right)^{-1}$$

Legge di Ohm
$V = RI$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

COLLEGAMENTI NOTEVOLI: oggetti con 3 terminali:

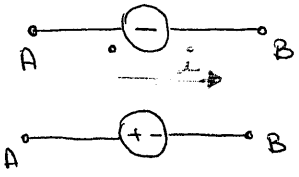
- Collegamento a stella  oppure 

$R_T = 3R_S$
$R_S = \frac{R_T}{3}$

- Collegamento a triangolo 

Ricorda: nei trifase si lavora con i carichi a stella, quindi bisogna trasformare il carico da triangolo a stella dividendo per 3

- **Generatori di tensione ideali indipendenti** → "e" impone la tensione indipendentemente dalla i che vi scorre

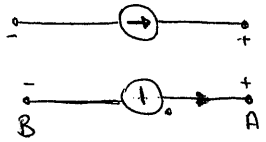


Il pallino, o il segno ⊕ indica il terminale a potenziale maggiore

Verso standard: corrente entrante dal terminale positivo (riferimenti associati).

- Disattivare un generatore di tensione → CORTOCIRCUITO
- Se il generatore è reale introduco un modo tra il generatore e l'impedenza per renderlo ideale

- **Generatori di corrente ideali indipendenti** → $i(t)$ impone una corrente indipendentemente dalla tensione ai suoi capi.



Il pallino indica il verso di percorrenza della corrente

Verso standard: corrente uscente dal terminale a potenziale maggiore (riferimenti associati)

- Disattivare un generatore di corrente → CIRCUITO APERTO

Generatori pilotati:



tensione corrente

identici a quelli indipendenti, però sono pilotati da grandezze intrinseche al sistema

Ricorda:

- tutto ciò che è in parallelo ad un cortocircuito non è attraversato da corrente
- tutto ciò che è in serie ad un circuito aperto non è attraversato da corrente
- tutto ciò che è in serie ad un generatore di corrente non rientra nelle equazioni risolutive del circuito

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

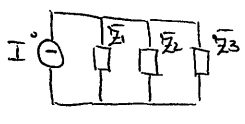
- **PARTITORE DI TENSIONE:** quando è nota la tensione in un ramo, al cui interno ci sono resistenze, capacità, induttanze (impedenze) in serie e voglio conoscere la tensione ai capi di 1 impedenza.

$$V_1 = E \cdot \frac{\bar{Z}_1}{\sum_i \bar{Z}_i}$$

E = tensione totale ai capi del ramo

$\bar{Z}_1$ = impedenza ai cui capi voglio trovare la tensione

- **PARTITORE DI CORRENTE:** quando è nota la corrente che si dirameca in più rami paralleli



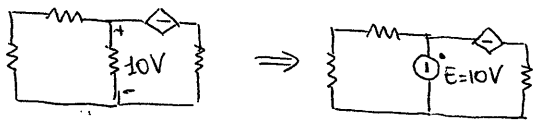
$$I_3 = I \cdot \frac{\frac{1}{\bar{Z}_3}}{\sum_i \frac{1}{\bar{Z}_i}}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

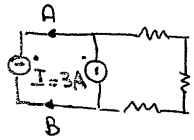
• PRINCIPIO DI SOSTITUZIONE

- Se conosco la tensione tra 2 nodi posso sostituirci 1 generatore di tensione che impone la stessa tensione.
- Se fra 2 punti è nota la corrente che passa tra 2 terminali posso inserire un generatore di corrente

1° caso:



2° caso:



$I_{AB} = 3A$

• SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI (ATTENZIONE = vale solo per sistemi LINEARI)

- Faccio agire separatamente i generatori. Quindi prima disattivo un generatore (tensione → cortocircuito, corrente → circuito aperto) e poi l'altro (se me ne ho solo 2)

E sommo (facendo attenzione ai versi delle correnti che erogano) gli effetti in maniera separata sul ramo che mi interessa

Ricorda: quando ho un generatore di tensione con solo impedenza, x calcolare la corrente da lui erogata uso la formula: $\dot{I}_V = \frac{\dot{V}}{\bar{Z}_{eq}}$

La corrente EROGATA EFFETTIVAMENTE dal generatore sarà data dalla differenza (nel caso in cui le correnti scorrano con verso opposto) tra $\dot{I}_V$ e la corrente erogata dal generatore di corrente che agisce sul ramo del generatore di tensione quando esso è disattivato.

- EQUIVALENTE DI THEVENIN: generatore di tensione in serie con un'impedenza

$$\dot{E}_{th} = V_{AB\varnothing}$$
$$\bar{Z}_{th} = \bar{Z}_{eq}$$

- Quando bisogna trovare l'equivalente di Thevenin visto dai terminali A-B di un circuito bisogna usare uno dei metodi risolutivi del circuito. (maglie, anelli, tensioni nodali)

↓

- Si trova la tensione a vuoto tra i terminali A-B scegliendo un circuito e questa corrisponde alla tensione di Thevenin

- $\bar{Z}_{th} = \bar{Z}_{eq}$ vista dai terminali A-B **disattivando tutti i generatori INDIPENDENTI**

ATTENZIONE: se è presente nel circuito, un generatore pilotato, devo introdurre tra i terminali A-B un generatore di prova indipendente (di tensione o di corrente)

↓

$$\bar{Z}_{eq} = \frac{\dot{V}_p}{\dot{I}_p}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

- EQUIVALENTE DI NORTON: generatore di corrente in parallelo con un'impedenza

$$\dot{I}_{no} = I_{cc}$$
$$\bar{Z}_{no} = \bar{Z}_{no}$$

- Quando bisogna trovare l'equivalente di Norton visto dai terminali A-B di un circuito bisogna usare uno dei metodi risolutivi del circuito (maglie, anell., ~~tensioni nodali~~)

↓

- Per il calcolo della corrente di Norton introduco direttamente tra i terminali A-B un cortocircuito. La corrente che scorre sul cortocircuito corrisponde alla $\dot{I}_{no}$
- Per il calcolo di $\bar{Z}_{no} \rightarrow \bar{Z}_{no} = \bar{Z}_{eq}$ vista dai terminali A-B disattivando tutti i generatori indipendenti

ATTENZIONE: se è presente un generatore pilotato, per calcolare $\bar{Z}_{no}$, devo introdurre tra i terminali A-B un generatore di prova (di tensione o di corrente)

↓

$$\bar{Z}_{eq} = \frac{\dot{V}_p}{I_p}$$

Ricorda: $\bar{Z}_{th} = \frac{\dot{E}_{th}}{\dot{I}_{cc}}$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

• METODI DI RISOLUZIONE CIRCUITALE

- **Metodo delle correnti di maglia** → $N°eq = r - (n-1) - N°gc$

→ Si sceglie l'albero: percorso NON chiuso che tocca tutti i nodi.
- È necessario che i generatori di corrente stiano alle corde (calbero)
- È preferibile che i generatori di tensione stiano sull'albero e i generatori mutuamente accoppiati stiano sul coalbero.

→ Si inseriscono le correnti fittizie di maglia nonconcorde

correnti che circolano nelle maglie nonconcorde
Fittizie xke in realtà le correnti circolano nei rami, non nelle maglie.

Maglie alle quali scrivere le equazioni → scegliendo una per volta le maglie nonconcorde si creano percorsi chiusi (maglie).

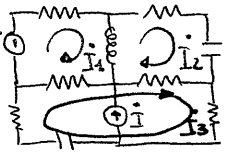
EQUAZIONI RELATIVE AD OGNI MAGLIA

esempio: $\dot{E} = \dot{I}_1 \left(R_1 + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}\right) + \left(\dot{I}_2 + \dot{I}_3\right)\left(R_1 + j\omega L\right)$

- $\dot{E}$: gener. di tensione → ⊕ se esce dal pallino la corrente; ⊖ se entra dal pallino la corrente
- $\dot{I}_1$: correnti delle maglie che attraversano elementi della maglia a cui sto scrivendo l'equa
- $\left(R_1 + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}\right)$: elementi di AUTOCADUTA di tensione → SEMPRE POSITIVE → tensioni dovute alle correnti proprie di maglia
- $\left(\dot{I}_2 + \dot{I}_3\right)\left(R_1 + j\omega L\right)$: elementi di MUTUACADUTA di tensione → tensioni dovute alle correnti delle altre maglie

- POSITIVO = se i versi delle correnti delle 2 maglie sono CONCORDI
- NEGATIVO = se i versi delle correnti delle 2 maglie sono DISCORDI

- **Metodo degli anelli** → molto simile a quello delle correnti di maglia
  ↓
  stesso principio nello scrivere le equazioni
  - Si scelgono le maglie di area minima → quando però è presente un generatore di corrente tra due maglie di area minima si scrive l'equazione al SUPERANELLO
    ↓
    anello contenente le 2 maglie

es. 

3 equazioni

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

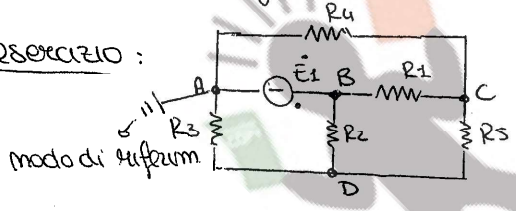
- **Metodo delle tensioni nodali** → N°eq = n - 1 - (ngti)
  N° di generatori di tensione ideali
  - Si sceglie un NODO DI RIFERIMENTO a potenziale NULLO. → Simbolo: ⏚ o ⊥
    Si scrivono le equazioni ai nodi restanti

EQUAZIONI RELATIVE AD OGNI NODO:
- a sx: si inserisce la corrente erogata dal generatore di corrente (⊕ se entra nel nodo, ⊖ se esce dal nodo)
- a dx: si scrive la tensione del nodo (sempre positiva) moltiplicata x le conduttanze
  ⊖ (meno) il potenziale del nodo a cui è collegato x la conduttanza tramite il quale è legato.

Tensioni di nodo sempre ⊕
Tensioni di collegamento con altri nodi sempre ⊖

RICORDA:
CONDUTTANZA: $\frac{1}{R}$; $\frac{1}{j\omega L}$; $j\omega C$

ESERCIZIO:



N°eq = 4 - 1 - 1 = 2

$\dot{V}_B = \dot{E}_1$

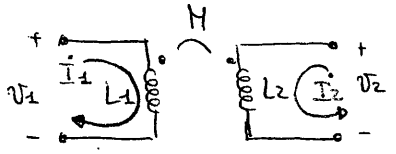
NODO C: $0 = \dot{V}_C\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4}\right) - \frac{\dot{V}_B}{R_1} - \frac{\dot{V}_D}{R_5}$

NODO D: $0 = \dot{V}_D\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3}\right) - \frac{\dot{V}_B}{R_2} - \frac{\dot{V}_C}{R_5}$

NOTA BENE: questo metodo non si può usare quando ci sono induttori mutuamente accoppiati (bisogna prima trasformarli)

INDUTTORI MUTUAMENTE ACCOPPIATI

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745



L_1 = coefficiente di autoinduttanza 1
L_2 = coefficiente di autoinduttanza 2
M = coefficiente di mutuo accoppiamento

$\dot{V}_1 = I_2(j\omega L_1) \oplus j\omega M \dot{I}_2$
↳ perché entrambi le correnti entrano dal pallino
- se una entrasse dal pallino e una uscisse dal pallino sarebbe ⊖