Differenze tra bipoli

		La Relazione caratteristica è..	Esempio R.C.
Linearità	• Lineare	• È Lineare	$v = R \cdot i$; $v = L \dot{i}$
	• Non lineare	• Non è lineare	$i = i_0 (e^{\alpha t} - 1)$
Memoria	• Adinamico - Resistivo	Non ci sono derivate o integrali	$v = R \cdot i$
	• Dinamico - con mem.	ci sono derivate o integrali	$v = L \dot{i}$
Tempo Invarianza	Tempo invariante	Non dipende ESPLICITAMENTE dal tempo	$v = R \cdot i$
	Tempo variante	dipende ESPLICITAMENTE dal tempo	$v = (R_0 + R \cos \omega t) i$

Potenza

Con Ipotesi di lavoro $v_0 > 0$

$\vec{J} = \sigma \cdot \vec{E}$ $\to$ Lavoro : $L = \vec{F} \cdot \vec{e}$ $\Rightarrow$ $dL = dq \, |\vec{E}| \cdot |d\vec{e}|$

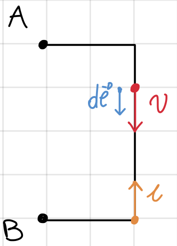
La potenza è definita come $dp = dw = \dfrac{dL}{dt}$ lavoro per unità di tempo

divido per dt $\to$ $\underbrace{\dfrac{dL}{dt}}_{dw} = \dfrac{dq}{dt} E \cdot de$ $\to$ $dw = \dfrac{dq}{dt} \cdot E \cdot de$

$\to$ Integro $\to$ $w = P_a(t) = \displaystyle\int_\gamma \underbrace{\frac{dq}{dt}}_{i(t)} \underbrace{E \, de}_{v(t)}$ $\Rightarrow$ $P_a(t) = i(t) \cdot v(t)$

QED

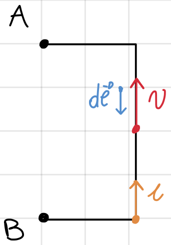
Con Ipotesi di lavoro $v_0 < 0$



$U_B > U_A$

$i(t) > 0$ $\quad$ $v(t) > 0$

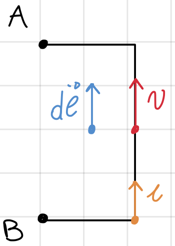
$P_a(t) = v(t) \cdot i(t) \geq 0$



$U_B > U_A$

$\Rightarrow$ $i(t) < 0$ $\quad$ $v(t) < 0$

$\Rightarrow$ $P_a(t) = v(t) \cdot i(t) \geq 0$



$\vec{v}$ e $\vec{i}$ CONCORDI con $d\vec{e}$

$\downarrow v_{Reale}$ $\Rightarrow$ $U_B > U_A$ $\Rightarrow$ $v'_{Reale} = -v$ $\Rightarrow$ $P_a(t) = i(t) \cdot (-v(t)) = -P_a = P_e$

Leggi di Kirchhoff

Da Faraday sappiamo che

$i = \int \frac{dq}{dt}$ ma se siamo in condizioni di quasi stazionarità $\frac{dq}{dt} = 0$

$\Rightarrow \quad i = 0$

LKC $\boxed{\sum_{k} (\pm)\, i_k = 0}$

Sempre da Faraday: $\oint_{\gamma} \vec{E} \cdot \hat{\tau} \cdot dl = -\frac{d\phi}{dt}$ ma per Hp. q.s. $\frac{d\phi}{dt} = 0$

$v(t)$

LKT $\boxed{\sum_{k} (\pm)\, v(t) = 0}$

Bipoli adinamici

Resistore

R.C. $\quad v = R \cdot i \quad \Rightarrow \quad P = v \cdot i = \boxed{R \cdot i^2} =$

Energia del resistore

$U_a(t_0, t) = \int_{t_0}^{t} R \cdot i^2(\tau)\, d\tau$ Per H.P. $R > 0 \Rightarrow$ $\underline{U_a \geq 0 \text{ SEMPRE}}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{C.C.} & R = 0 \Rightarrow P_a = P_e = 0 \\ \text{C.A.} & G = 0 \Rightarrow P_a = P_e = 0 \end{cases}$$

Generatori ideali

gen. TENSIONE

R.C. $\quad v = e(t)$

$\Rightarrow \quad p^e(t) = W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} e(t) \cdot i(t)\, dt = E \cdot I \cdot T$

H.p. Q.S.
$e(t) = E$
$i(t) = I$

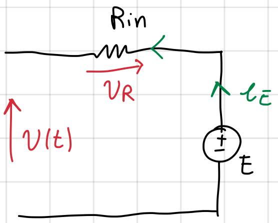
Tempo

gen. CORRENTE

R.C $\quad i = J(t)$

$p^e(t) = v \cdot J$

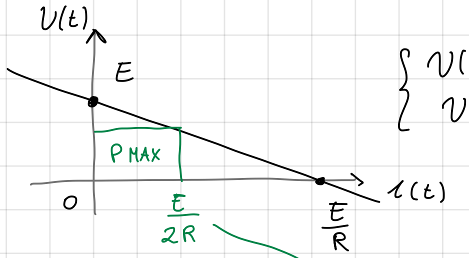
Gen REALE di Tensione



R.C. $v_R = R \cdot i_E$

LKT. $v(t) - E + v_R = 0 \;\rightarrow\; v(t) = E - v_R = \underline{E - R\, i_E(t)}$

RETTA



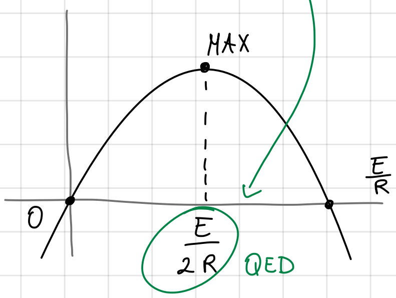
Tensione a vuoto

$$\begin{cases} v(0) = E \\ v(t) = 0 = E - R \cdot i_E(t) \Rightarrow i_E(t) = \dfrac{E}{R} \end{cases}$$

← corrente di CC.

$p^a(t) = v(t) \cdot i(t) = \left[E - R\, i(t)\right] \cdot i(t) = \underline{E\, i(t) - R\, i^2(t)}$

STUDIO



$P(0) = 0 - 0 = \emptyset$

$P(t) = 0 = -R i^2 + E i = 0 \rightarrow \Delta = E^2 - 4 \cdot (-1) \cdot 0 = E^2$

$\Rightarrow i_{1,2} = \dfrac{-E \pm E}{-2R} < \begin{matrix} \emptyset \\ \dfrac{E}{R} \end{matrix}$

Bip. Corto Circuito

R.C. : $v_{cc} = \emptyset \quad \forall i$ ES. $R \rightarrow \emptyset$; $G \rightarrow \infty$

$P^a_{cc} = P^e_{cc} = \emptyset$

Bip. Circuito Aperto

R.C. : $i_{ca} = \emptyset \quad \forall v$ ES. $R \rightarrow \infty$; $G = \emptyset$

$P^a_{ca} = P^e_{ca} = \emptyset$

BIPOLI DINAMICI

CONDENSATORE

R.C. $\quad i_c = C\,\dot{v}_c \quad \longleftrightarrow$ LINEARE $\quad$ con $[C]$ = Capacità = Farad

Potenza

$$P = v(t)\cdot i(t) = v(t)\cdot C\cdot\frac{dv}{dt} = \frac{1}{2}C\frac{dv^2}{dt} \rightsquigarrow \text{proof} \rightsquigarrow \frac{1}{2}C\frac{dv^2}{dt} = \frac{1}{2}C\,v\,\frac{dv}{dt}$$

QED

⇝ Porto la derivata fuori $\quad P(t) = \dfrac{d}{dt}\left[\dfrac{1}{2}C\,v^2(t)\right]$ ← Utile per trovare $\mathcal{E}$

Energia

$$U_{imm}(t_0, t) = \int_{t_0}^{t} P_a(\tau)\,d\tau = \int_{t_0}^{t}\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}C\,v^2(\tau)\right]d\tau = \left[\frac{1}{2}C\,v^2(\tau)\right]_{t_0}^{t}$$

$$= \frac{1}{2}C\,v^2(t) - \frac{1}{2}C\,v^2(t_0)$$

$\mathcal{E}$

INDUTTORE

Dalla legge di denz (1) $\phi = L\,i$ $\quad$ con $[L]$ = Henry $\quad$ Induttanza

La tensione è legata a ϕ dalla formula (2) $v = \dfrac{d\phi}{dt}$ (Faraday)

$$\Rightarrow \frac{d\phi}{dt} = v = d\left[L\,i\right] \Rightarrow \boxed{v = L\,\dot{i}}$$

Potenza

$$L\frac{di^2}{dt} = 2L\,i\,\frac{di}{dt}$$

$$P_a = v(t)\cdot i(t) = L\frac{di(t)}{dt}\cdot i(t) = \frac{d}{dt}\left(\frac{L\,i^2}{2}\right)$$

P

pongo $W(t) = \frac{1}{2}L\,i^2$

$\rightarrow P = \dfrac{dW(t)}{dt}$

Energia

$\mathcal{E}$

$$\mathcal{E}(t_0, t) = \int_{t_0}^{t}\frac{d}{d\tau}\left(\frac{1}{2}L\,i^2(\tau)\right)d\tau = \left[\frac{1}{2}L\,i^2(\tau)\right]_{t_0}^{t} = \frac{1}{2}L\,i^2(t) - \frac{1}{2}L\,i^2(t_0)$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}(t_0 - t_1) = W(t) - W(t_0)$$

L'energia dipende solo dai valori che la corrente / tensione assume istanti iniziali e finali dell'intervallo scelto

Che cosa fa l'induttore?
L'induttore è un dispositivo che **previene i cambiamenti della corrente** elettrica che lo attraversa, grazie al suo **campo magnetico** indotto.

- Se ci troviamo in regime **stazionario** l'induttore si comporta come un **corto circuito** perchè non genera alcuna forza.
- Se però interrompiamo la corrente su un induttore carico, questo sì "opporrà" al cambiamento andando a "scaricarsi" lentamente, e non istantaneamente.

TEORIA DEI GRAFI

DEFINIZIONI

- **GRAFO**. $G(N,L)$ con N: NODI e L: LATI $N, L \in \mathbb{N}$
- **Sottografo**: parto da $G(N,L) \rightsquigarrow G1(N_1, L_1)$ con $N_1 \subseteq N$, $L_1 \subseteq L$
- **Connesso** se tutti i nodi sono collegati tra loro da ALMENO UN LATO
  - → **Ridotto** se tra un nodo e l'altro ($\forall N$) c'è <u>SOLO</u> un Lato
  - → **Completo** se ogni nodo è DIRETTAMENTE collegato agli Altri
- **Maglia**: è un SOTTOGRAFO CONNESSO in cui ciascun nodo incidono solo due lati
- **Albero**: Sia G un g. connesso → l'albero è un sottografo connesso che comprende tutti i nodi di G ma senza maglie.
  - → Abbiamo $[n-1]$ lati proof nel 1° lato abbiamo 2 nodi poi sempre 1
  - → **Coalbero** Tutti i nodi ma con <u>l'insieme complementare</u> dei lati
    - → Abbiamo $[\underset{G}{e} - \underset{\text{Albero}}{(n-1)}]$ lati
- **Anello**: è una maglia, ottenuta da un grafo planare ⇒ non ha altri lati al suo interno

MAGLIE FONDAMENTALI

(1) Scelgo un ALBERO di $G(N,L)$
(2) Trovo il COALBERO
(3) Scelgo <u>UNO PER VOLTA</u> un lato di coalbero ed n lati di albero per ottenere la i-esima maglia fondamentale.

→ Se aggiungo un lato per volta ottengo $[\underset{\text{Albero}}{L} - \underset{\text{coalbero}}{(n-1)}]$ maglie

LKT alle maglie fondamentali → <u>SONO LINEARMENTE DIPENDENTI</u>

<u>Per Costruzione</u> ogni maglia Fond. ha un'incognita in esclusiva: la tensione

→ LKT Lin. Indip. $[e-(n-1)]$ equazioni

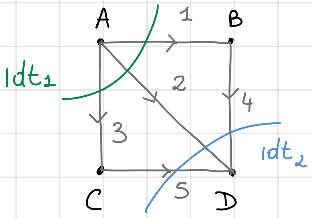
INSIEMI DI TAGLIO

(1) Considero un grafo connesso $G(N,L)$

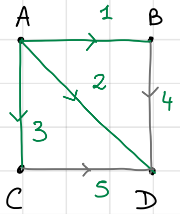
(2) Un insieme di taglio del grafo G sarà un insieme che, effettuando un "Taglio":

(a) Rimuovendo i lati dell' idt rende G NON CONNESSO.

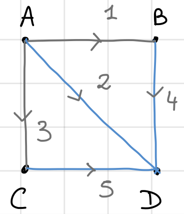
(b) Ripristinando UNO dei lati dell' idt connette i due sottografi



G



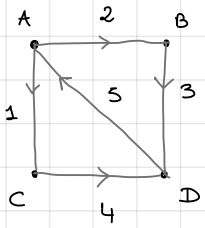
$idt_1: \; i_1 + i_2 + i_3 = \emptyset$



$idt_2: \; -i_2 - i_4 - i_5 = \emptyset$

FORMA MATRICIALE PER LE LEGGI DI K.

MATRICE DI INCIDENZA Per LKC



$$A = \begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

Solo 2 el $\neq \emptyset$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{USCENTE} \\ -1 & \text{ENTRANTE} \\ 0 & \notin \end{cases}$$

Possiamo esprimere le LKC come:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

ovvero $\boxed{\underline{A}\,\underline{i} = \emptyset}$

Siccome $\underline{A} = [n \times e]$ e $\underline{i} = [e]$ $\Rightarrow$ $\underline{A}\,\underline{i} = [n \times e]$

Le equazioni ottenute sono LINEARMENTE DIPENDENTI

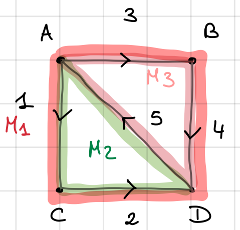
per ottenere le eq L.D. basta eliminare una riga qualsiasi

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \cancel{0} & \cancel{0} & \cancel{-1} & \cancel{-1} & \cancel{1} \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} = \underline{A} = [(n-1) \times e]$$

FORMA MATRICIALE PER LE MAGLIE

LKT

righe $\to$ maglie
colonne $\to$ Incidenza $\to$ $b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Verso CONCORDE alla convenz.} \\ -1 & \text{Verso DISCORDE alla convenz.} \\ 0 & \text{nessuna incidenza} \end{cases}$



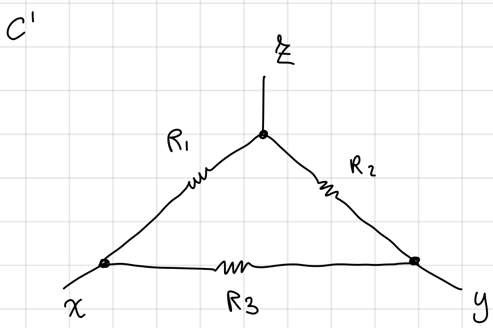
Convenzione ↻

$$B_a = \begin{array}{c} \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ [m] \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \; [e] \\ \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \\ \end{array} = [m \times e]$$

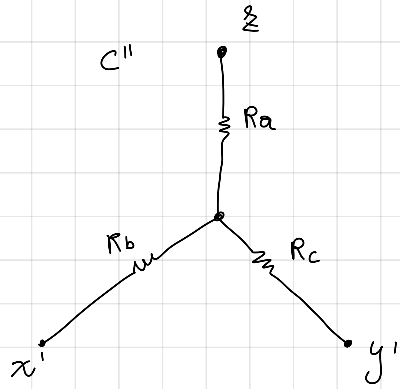
$\Rightarrow$ Notiamo ancora che le LKT : $\boxed{\underline{\underline{B_a}} \cdot \underline{v} = 0}$

EQUIVALENZA TRIANGOLO STELLA

C'



C''



Dobbiamo avere che $R_{xy} = R_{x'y'}$ ovvero $R_3 \parallel (R_1 + R_2) = R_b + R_c$

$$\to \frac{(R_1+R_2)\,R_3}{R_1+R_2+R_3} = R_b + R_c \qquad (1)$$

faccio lo stesso per le altre

$$\begin{aligned} xy &\to \\ xz &\to \\ zy &\to \end{aligned} \begin{cases} \dfrac{(R_1+R_2)\,R_3}{R_1+R_2+R_3} = R_b + R_c & (1) \\[2ex] \dfrac{R_1\,(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = R_b + R_a & (2) \\[2ex] \dfrac{R_2\,(R_1+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = R_a + R_c & (3) \end{cases}$$

$$(3)-(1) = R_a - R_b = \frac{R_1R_2 + \cancel{R_2R_3} - R_1R_3 - \cancel{R_2R_3}}{\Sigma R} = \frac{R_1R_2 - R_1R_3}{\Sigma R} = \frac{R_1(R_2 - R_3)}{\Sigma} \qquad (A)$$

$$(A)+(2) = 2R_a = \frac{R_1R_2 - \cancel{R_1R_3} + R_1R_2 + \cancel{R_1R_3}}{\Sigma} \Rightarrow 2R_a = 2\frac{R_1R_2}{\Sigma} \to \boxed{R_a = \frac{R_1R_2}{\sum_n R_n}}$$

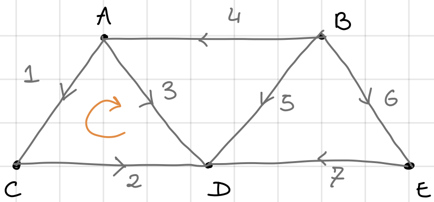
$$R_b = \frac{R_1R_3}{\sum_n R_n} \qquad R_c = \frac{R_2R_3}{\sum_n R_n} \leftarrow \text{La serie sul } \Delta$$

QED

SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI

DA FARE

POTENZIALI DI NODO



$$\begin{cases} v_1 = U_A - U_C \\ v_2 = U_C - U_D \\ v_3 = U_A - U_D \end{cases} \qquad \begin{cases} v_4 = U_B - U_A \\ v_5 = U_B - U_D \\ v_6 = U_B - U_E \end{cases} \qquad \{ v_7 = U_E - U_D$$

Trovo le LKC in forma Matriciale

$$\underline{\underline{A}}_a = \begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \Rightarrow \underline{A}_a^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \underline{U}_a = \begin{pmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \\ U_D \\ U_E \end{pmatrix} = \underline{\underline{v}} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \end{pmatrix}$$

ES: $v_1 = 1\,U_A + \emptyset\,U_B - 1U_C + \emptyset\,U_D + \emptyset\,U_E = U_A - U_C$ QED

$$\Rightarrow \underset{e \times n}{\underline{\underline{v}}} = \underset{e \times n}{\underline{\underline{U_A^T}}} \cdot \underset{n \times 1}{\underline{\underline{U_a}}}$$

CONSERVAZIONE DELLE POTENZE ELETTRICHE

"La somma di tutte le potenze assorbite da TUTTI i bipoli di un circuito è istante per istante uguale a zero."

In Altre parole: $\sum_{n=1}^{e} p_n^e = 0 = \sum_{n=1}^{e} v_n(t) \cdot i_n(t) = \emptyset$

Dim.

Siano i vettori $i = (i_1, i_2 \dots, i_e)$, $v = (v_1, v_2, \dots, v_e)^T$, $U = (U_1, U_2, \dots, \underset{\text{NODI}}{U_{n-1}})$

Abbiamo che $\sum_{k=1}^{e} v_k \cdot i_k = v_1 i_1 + v_2 i_2 + \dots + v_e i_e = v \cdot i$ (1)

ma sappiamo dai P.D.N. che $v = A_a^T \cdot U_a \Rightarrow v^T = (A^T \cdot U)^T$

Ricordo che $(A \cdot U)^T = U^T \cdot A^T$ e $(A^T)^T = A$

$\Rightarrow v^T = (A^T U)^T = U^T A$ (2)

$\rightarrow$ nella (1) $\rightarrow$ $\sum_{k=1}^{e} v_k \cdot i_k = (U^T A) \cdot i = U^T (A \cdot i)$

ma dalle LKC: $A \cdot i = \emptyset \Rightarrow \sum_{k=1}^{e} v_k i_k = \emptyset$

QED

POTENZA VIRTUALE

(1) Considero due circuiti diversi ma con la stessa Topologia
(2) Prendo le Tensioni da C' e le correnti da C''
(3) Calcolo la potenza virtuale come:

$$\boxed{\hat{P}_k = i_k' \cdot v_k'' = v_k' \cdot i_k''}$$

Utilizz. $\rightarrow$ Assorbita
generat $\rightarrow$ Erogata

TEOREMA DI TELLEGEN - Conservazione delle potenze virtuali

Il teorema dice che la somma delle potenze virtuali tra due circuiti è zero.

$$\boxed{\sum_k i_k' v_k'' = i_k'' v_k' = 0}$$

Sappiamo che $v = A^T \cdot U$ $\rightarrow \sum_k i_k v_k''$ con $v'' = A^T \cdot U''$

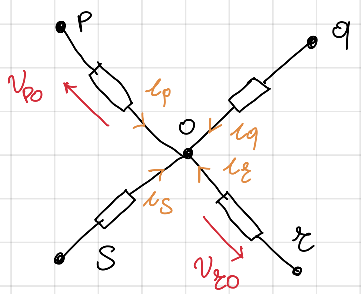
La conservazione dice che $v^T \cdot i = 0$ $\rightarrow (A^T \cdot U'')^T \cdot i' = 0$

con le proprietà $(A^T)^T = A$, $(AU)^T = U^T A^T$ $\rightarrow \sum_k (U^T A) i' = \sum_k U^T (A i')$

dalle LKC : $A i = 0 \Rightarrow \sum_k v_k'' i_k' = 0$ QED

NON AMPLIFICAZIONE DELLE TENSIONI

(1) Abbiamo un SOLO bipolo ATTIVO connesso ad n-1 bipoli passivi.
(2) Abbiamo un nodo in cui confluiscono (ad es) 4 bipoli :



(3) LKC_O: $i_p + i_q + i_r + i_s = 0$

(4) abbiamo 2 casi :

(a) $i_p = i_q = i_r = i_s = 0$

(b) se una corrente è $>0 \Rightarrow$ ALMENO un'altra è <0

$\rightarrow$ Prendiamo solo i dipoli "q" ed "r" $\rightarrow$ Se $i_q > 0 \Rightarrow i_r < 0$

$\Rightarrow$ con la C.U. :

$$\begin{cases} P_q = i_q \cdot v_{0q} > 0 \\ P_r = i_r v_{r0} > 0 \end{cases} \quad \text{ma} \quad \begin{cases} v_{0q} = U_q - U_0 > 0 \\ v_{0r} = U_r - U_0 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_0 < U_q \\ U_0 > U_r \end{cases} \Rightarrow U_r < U_0 < U_q$$

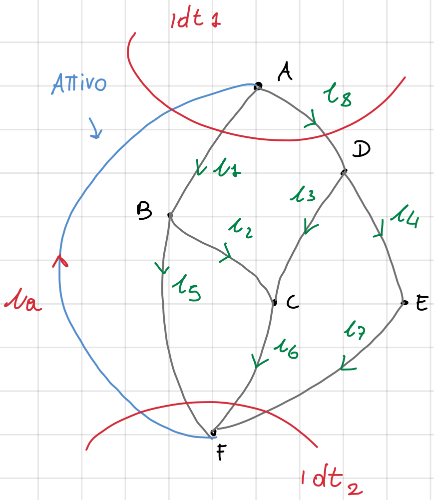
Siccome i Pot. di nodo è un ins. LIMITATO (n) $\Rightarrow$ ammette un max e un min $\rightarrow$
$\rightarrow$ ovvero i morsetti del generatore! $\Rightarrow$ V_{max} è quella del generatore QED

NON AMPLIFICAZIONE DELLE CORRENTI

Il Teorema dice che se abbiamo un circuito composto da soli bipoli passivi ed un solo bipolo attivo, la corrente del generico bipolo passivo non può sup. quella dell'attivo.

DIM:

Disponiamo il grafo del circuito:



idt$_1$: $-i_a + i_1 + i_8 = 0$

$\Rightarrow i_a = i_1 + i_8$

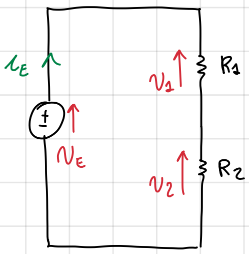
Se $i_a > 0 \Rightarrow i_a > i_1, i_8$

idt$_2$: $i_a = i_5 + i_6 + i_7$

Se $i_a > 0$, $i_a > i_5, i_6, i_7$

$\Rightarrow$ Morale della favola: qualsiasi idt $i_a > i_n$ QED

PARTITORE DI TENSIONE



LKT: $v_1 + v_2 - v_E = 0 \rightarrow v_E = (R_1 + R_2)\, i_E \Rightarrow \frac{1}{R_1 + R_2} v_E = i_E$

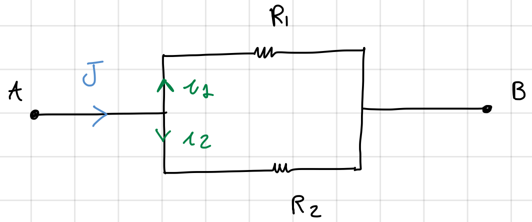
ma $v_1 = R_1 i_1 \Rightarrow$ moltiplico per R_1: $\frac{R_1}{R_1 + R_2} v_E = R_1 i_E$

Resistore "interessato"

$\Rightarrow v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_E$

Res equivalente

PARTITORE DI CORRENTE

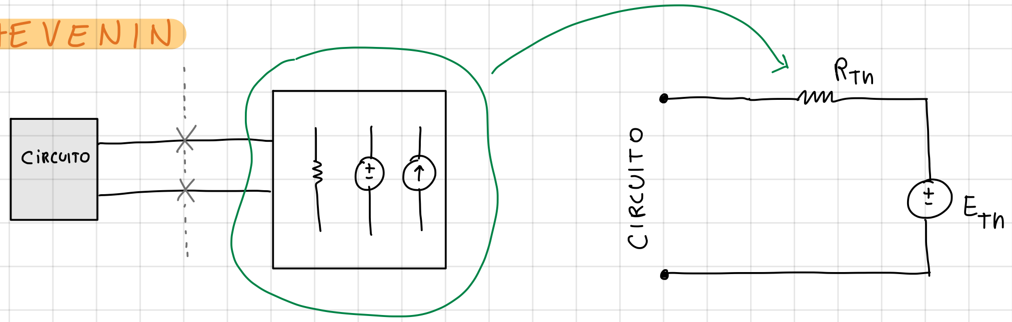


LKC: $J = i_1 + i_2$ ma $i = \frac{v}{R}$

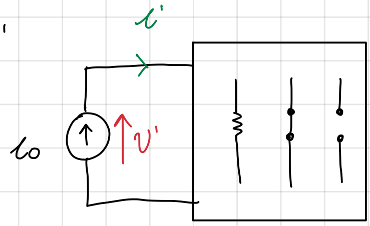
$\Rightarrow J = \frac{v_{AB}}{R_1} + \frac{v_{AB}}{R_2} = v_{AB}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} J = v_{AB}$ QED

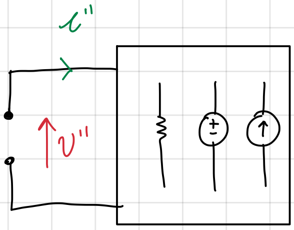
THEVENIN



C'



C''



$$\begin{cases} i' = i_0 \\ v' = R_{eq}\, i_0 = R_{Th} \cdot i_0 \end{cases}$$

Req di Th.

$$\begin{cases} i'' = \varnothing \\ v'' = E_0 \end{cases}$$

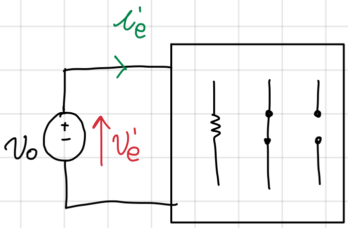
$\Rightarrow$ per sovrapposizione

$$\begin{cases} i = i_0 \\ \boxed{V_{Th} = R_{Th}\, i_0 + E_0} \end{cases}$$

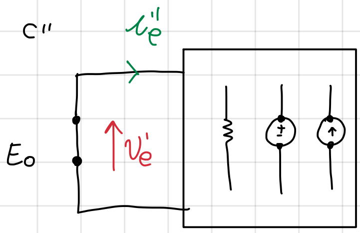
Tensione eq di Thevenin

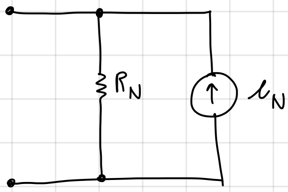
NORTON

C'



C''





$$\begin{cases} i' = \dfrac{E_0}{R_{eq}} = V_0 \cdot G_{eq} \\ v' = V_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_e'' = i_{cc} \\ V_e'' = \varnothing \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \boxed{i_N = i_{cc} + \dfrac{V_0}{R_N}} \\ v = V_0 \end{cases}$$