FORMULARIO DI ELETTROTECNICA

Teoria dei circuiti

- V e I NON DIPENDONO DALLE DIMENSIONI SPAZIALI $(E, H(x,y,z,t))$
- LUNGHEZZA D'ONDA $\lambda = c/f$ MOLTO MAGGIORE DELLA MASSIMA DIMENSIONE GEOMETRICA L DEL VOLUME IN CUI AVVENGONO I FENOMENI ELETTROMAGNETICI

$$\frac{\lambda}{L} >> 1$$

O anche, IN TERMINI DI TEMPI DI PERCORRENZA DELLA DIMENSIONE L DA PARTE DELL'ONDA

$$T >> L/c$$

CON QUESTE APPROSSIMAZIONI SI RICORRE AL MODELLO IDEALIZZATO DI CIRCUITO ELETTRICO; IN CUI LE GRANDEZZE ELETTROMAGNETICHE HANNO LO STESSO VALORE IN TUTTI I PUNTI DEL CIRCUITO.

Problema Fondamentale delle reti elettriche

CONSISTE NELLO STUDIO DI UN CIRCUITO, AL FINE DI DETERMINARE TUTTE LE TENSIONI E TUTTE LE CORRENTI IN GIOCO.

CORRENTE $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ (media) $\quad i = I(t) = \frac{dq}{dt}$ (istantanea)

TENSIONE

$$V_{AB} = -\int_B^A \bar{E} \cdot d\bar{l} \rightarrow \mathcal{L}_{AB} = q \cdot V_{AB}$$

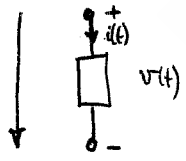
V_{AB} È IL LAVORO SU UNITÀ DI CARICA

BIPOLI ELETTRICI

OGGETTI CON DUE TERMINALI, COSTITUENTI UN CIRCUITO. IL MODELLO DEL BIPOLO È PRIVO DI DIMENSIONE.

SISTEMI DI RIFERIMENTO PER I BIPOLI

- ASSOCIATO

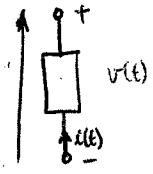


$i(t)$ e $v(t)$ DAL MORSETTO + AL MORSETTO −

$P(t) > 0$ POTENZA ASSORBITA

$P(t) < 0$ POTENZA CEDUTA

- NON ASSOCIATO



$i(t)$ e $v(t)$ DAL MORSETTO − AL MORSETTO +

$P(t) > 0$ POTENZA CEDUTA

$P(t) < 0$ POTENZA ASSORBITA

PROPRIETÀ DEI BIPOLI $\quad v(t) = F[i(t)] \quad i(t) = G[v(t)] \quad W(t) = \int_{-\infty}^{t} P(\tau)\,d\tau$

- LINEARITÀ: F e G FUNZIONI LINEARI (RETTE PASSANTI PER L'ORIGINE)
- PASSIVITÀ: SE, CON RIFERIMENTI ASSOCIATI, $W(t) \geq 0 \ \forall t$ IL BIPOLO È PASSIVO (ASSORBE POTENZA)
- TEMPO INVARIANZA: F e G NON DIPENDONO DAL TEMPO
- MEMORIA: SE I VALORI DI $v(t)$ e $i(t)$ DIPENDONO DA VALORI ASSUNTI IN ISTANTI PRECEDENTI IL BIPOLO È DETTO CON MEMORIA; SENZA ALTRIMENTI

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

NODO PUNTO A COMUNE TRA BIPOLI

MAGLIA GENERICO PERCORSO CHIUSO TRA BIPOLI

1° PRINCIPIO DI KIRCHHOFF

$$\sum_{K=1}^{n} I_K = 0$$

(CONVENSIONE: - CORRENTI ENTRANTI → >0 ; - CORRENTI USCENTI → <0)

2° PRINCIPIO DI KIRCHHOFF

$$\sum_{\substack{j=1.. \\ K=1}}^{m} V_{jK} = 0$$

MASTER COPY

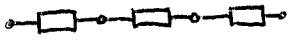
Tel. 388/9837745

RISPOSTA DI UN CIRCUITO

È LA GRANDEZZA DI MIO PARTICOLARE INTERESSE; IN GENERALE È UN SOTTOINSIEME DI TUTTE LE GRANDEZZE DI UN CIRCUITO.

COLLEGAMENTI NOTEVOLI TRA BIPOLI

SERIE



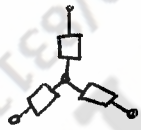
(stessa $i(t)$)

PARALLELO



(stessa $v(t)$)

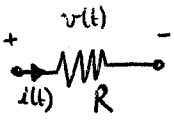
STELLA



TRIANGOLO



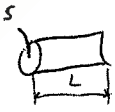
RESISTORE (RIFERIMENTI ASSOCIATI)



$$v(t) = R\,i(t)$$

R = RESISTENZA

$$R = \rho \frac{L}{S} = \frac{L}{\sigma S}$$



con ρ = RESISTIVITÀ

$\sigma = \frac{1}{\rho}$ = CONDUCIBILITÀ

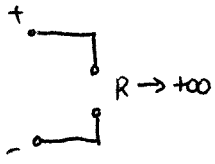
IL RESISTORE È:

- LINEARE
- PASSIVO
- TEMPO INVARIANTE
- SENZA MEMORIA

$$i(t) = \frac{1}{R} v(t) = G\,v(t)$$

G = CONDUTTANZA $[S] = [\sigma]$

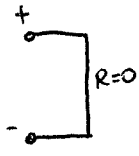
CASI NOTEVOLI:

① 

$R \to +\infty$

CIRCUITO APERTO

$i = 0$ per $R \to \infty$

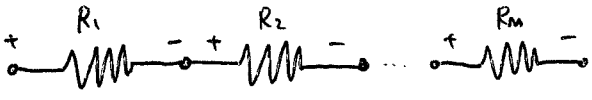
② 

$R = 0$

CORTO CIRCUITO

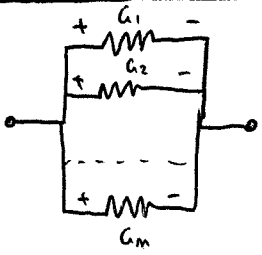
$v = 0$ dato che $R = 0$ (I è quella che è)

RESISTORI IN SERIE



$$R_{eq} = \sum_{i=1}^{m} R_i$$

RESISTORI IN PARALLELO



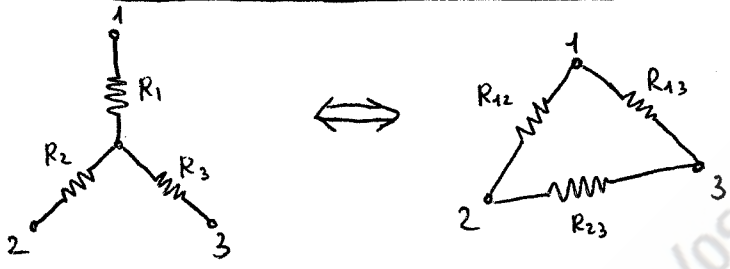
$$G_{eq} = \sum_{i=1}^{m} G_i$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{R_i}$$

nel caso di 2 resistenze

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

EQUIVALENZA TRA COLLEGAMENTO STELLA E COLLEGAMENTO TRIANGOLO



MASTER COPY

Tel. 388/9837745

STELLA → TRIANGOLO $\quad R_{1,2} = \dfrac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}$; $R_{1,3}$ e $R_{2,3}$ ANALOGHE

TRIANGOLO → STELLA $\quad R_1 = \dfrac{R_{12}R_{13}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$; R_2 e R_3 ANALOGHE

CASO PARTICOLARE:

- $R_1 = R_2 = R_3 = R_S \rightarrow R_T = 3R_S$
- $R_{12} = R_{13} = R_{23} = R_T \rightarrow R_S = \dfrac{R_T}{3}$

R_S È PIÙ PICCOLA DI R_T

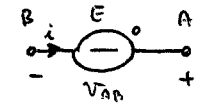
PROCEDIMENTO CICLICO PER IL CALCOLO DI UNA R_{eq} TRA 2 PUNTI DI UN CIRCUITO

1. TROVARE TUTTI I COLLEGAMENTI SERIE → R_{eq} SERIE
2. TROVARE TUTTI I COLLEGAMENTI PARALLELO EL CIRCUITO APPENA MODIFICATO → R_{eq} PARALLELO
3. ∃ UNA SOLA R TRA I DUE PUNTI ASSEGNATI?

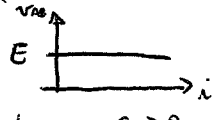
   SI → TERMINATO

   NO → $\curlywedge \leftrightarrow \Delta$ → POI TORNARE AL PASSO 1

GENERATORE IDEALE DI TENSIONE (RIFERIMENTI NON ASSOCIATI)

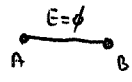


$v_{AB} = E$ NOTO

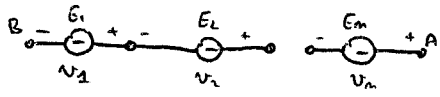


$$P = v_{AB} \cdot i = E \cdot i \begin{cases} >0 & \text{EROGATA} \\ <0 & \text{ASSORBITA} \end{cases} \qquad W = \int_{-\infty}^{t} P\,dt \begin{cases} >0 \\ <0 \end{cases} \rightarrow \underline{\text{ATTIVO}}$$

CASI PARTICOLARI

- 

CORTO CIRCUITO

- 

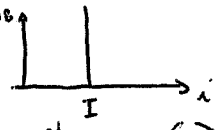
$v_{AB} = \sum v_i = \sum E_i = E_S$

- IL COLLEGAMENTO IN PARALLELO SI PUÒ FARE SOLO SE I GENERATORI HANNO LA STESSA TENSIONE ALTRIMENTI SI VIOLA IL 2° PRINCIPIO DI KIRCHHOFF. INFATTI $E_1 - E_2 = 0 \rightarrow E_1 = E_2$

GENERATORE IDEALE DI CORRENTE (RIFERIMENTI NON ASSOCIATI)

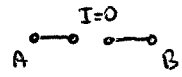


$i = I$ NOTA

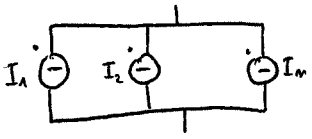


$p = v_{AB}\, i = v_{AB}\, I \begin{cases} >0 & \text{EROGATA} \\ <0 & \text{ASSORBITA} \end{cases}$ $\qquad W = \int_{-\infty}^{t} p\,dt = \begin{cases} >0 \\ <0 \end{cases} \rightarrow$ ATTIVO

CASI PARTICOLARI

- 

CIRCUITO APERTO

- 

$I_p = \sum_{i=1}^{n} I_m$

- IL COLLEGAMENTO IN SERIE NON È POSSIBILE A MENO CHE LE CORRENTI DEI GENERATORI SIANO UGUALI, ALTRIMENTI SI VIOLEREBBE IL 1° PRINCIPIO DI KIRCHHOFF. INFATTI $I_1 - I_2 = 0 \rightarrow I_1 = I_2$

GENERATORI PILOTATI

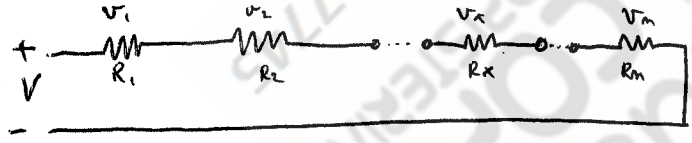
SONO GENERATORI CHE IMPONGONO TENSIONI O CORRENTI CHE SONO DETERMINATE DA ALTRE GRANDEZZE DI RETE

GENERATORI DI TENSIONE { PILOTATI IN TENSIONE $v_{AB} = \alpha v_1$; PILOTATI IN CORRENTE $v_{AB} = \beta i_1$

GENERATORI DI CORRENTE { PILOTATI IN TENSIONE $i = \gamma v_2$; PILOTATI IN CORRENTE $i = \delta i_2$

OCCORRE INSERIRE TRA I MORSETTI UN GENERATORE DI CORRENTE O TENSIONE FITTIZIO E DETERMINARE LA TENSIONE O CORRENTE EROGATA.

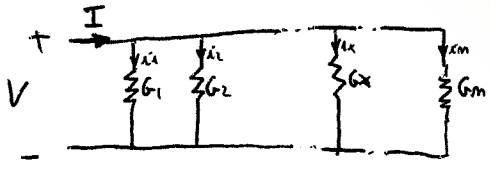
PARTITORE DI TENSIONE



$$v_x = \frac{R_x \cdot V}{R_1 + \dots + R_m}$$

N.B. TUTTI I RESISTORI DEVONO ESSERE IN SERIE

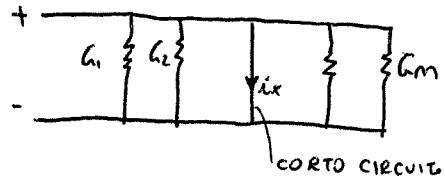
PARTITORE DI CORRENTE



$$i_x = \frac{G_x \cdot I}{G_1 + \dots + G_m}$$

N.B. TUTTI I RESISTORI DEVONO ESSERE IN PARALLELO

CASO PARTICOLARE

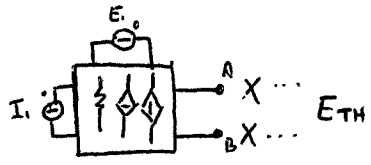


$i_x = I$

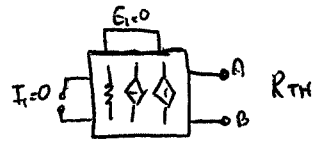
UN CORTO CIRCUITO PERMETTE DI ELIMINARE TUTTI I RESISTORI IN PARALLELO A ESSO

TEOREMA DI THEVENIN

CONSENTE DI RAPPRESENTARE IN MODO EQUIVALENTE ALLI EFFETTI ESTERNI UN CERTO CIRCUITO SOSTITUENDOLO CON UN ALTRO CIRCUITO SEMPLIFICATO FORMATO DA UN GENERATORE DI TENSIONE (E_{TH}) CON IN SERIE UNA RESISTENZA (R_{TH}).



LA TENSIONE EQUIVALENTE DI THEVENIN SI OTTIENE DETERMINANDO LA TENSIONE AI MORSETTI AB DELLA RETE ISOLATA (STRAPPATA)
ma non dove ci sono A e B metto i=0

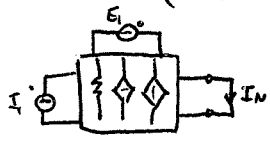


LA RESISTENZA EQUIVALENTE DI THEVENIN SI OTTIENE COME RESISTENZA VISTA DAI MORSETTI AB DELLA RETE AVENDO PRIMA DISATTIVATO TUTTI I GENERATORI INDIPENDENTI ALL'INTERNO DELLA RETE ISOLATA

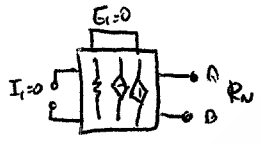
ora i modi A e B consentono il passaggio della corrente i

TEOREMA DI NORTON

CONSENTE DI RAPPRESENTARE IN MODO EQUIVALENTE ALLI EFFETTI ESTERNI UN CERTO CIRCUITO SOSTITUENDOLO CON UN ALTRO CIRCUITO SEMPLIFICATO FORMATO DA UN GENERATORE DI CORRENTE (I_N) CON IN PARALLELO UNA RESISTENZA (R_N).

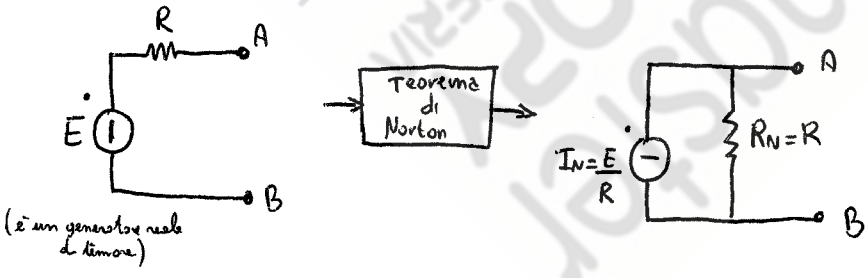


NEL CIRCUITO EQUIVALENTE DI NORTON IL GENERATORE DEVE EROGARE UNA CORRENTE I_N PARI ALLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO TRA I MORSETTI A e B

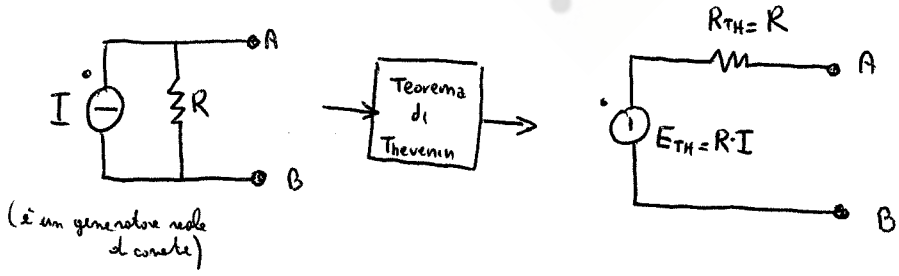


LA RESISTENZA EQUIVALENTE DI NORTON SI OTTIENE COME RESISTENZA VISTA DAI MORSETTI A e B DELLA RETE AVENDO PRIMA DISATTIVATO TUTTI I GENERATORI INDIPENDENTI ALL'INTERNO DELLA RETE ISOLATA.

TRASFORMAZIONE DEI GENERATORI (THEVENIN ⟷ NORTON)



(è un generatore reale di tensione)



(è un generatore reale di corrente)