

Argomento:

-> Revisione dei metodi risolutivi.

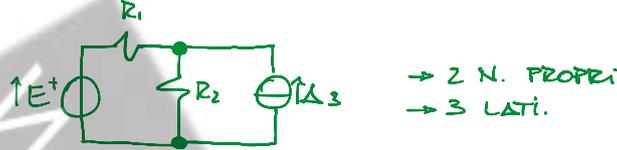
Metodi risolutivi:

- 1) Millman;
- 2) Metodo sistematico (KCL/KVL);
- 3) Principio di sovrapposizione degli effetti;
- 4) Thevenin (o Norton);
- 5) Metodi dei Nodi (Anelli).  $\rightarrow \underline{G} \cdot \underline{V} = \underline{I}$

-> Funzioni cotanti nel tempo => non compare la variabile tempo.

**1. Millman:**

-> Legge di Kirchoff applicata alle correnti (sin'ora le uniche leggi che conosciamo sono KVL e KCL).



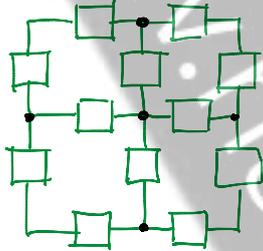
Corrente di corto circuito.

-> La tensione, nelle reti binodali, si può calcolare come:

$$V_{MN} = \frac{\sum_k \frac{E_k}{R_k} + \sum_j I_j}{\sum_i \frac{1}{R_i}}$$

**2. Metodo sistematico:**

-> Data una rete generica, il metodo sistematico ci dice quali equazioni linearmente indipendenti dobbiamo impostare per risolvere linearmente una rete/circuito elettrico



1. Individuare il numero di nodi propri:  
# nodi propri = 5
2. Individuiamo il numero di lati:  
# lati = 8.
3. Quante sono le incognite di questo problema?  
16: perché 2\*1 (abbiamo 2 incognite per ogni lato).  
? Perché vince il lato e non il bipolo? Perché la corrente lungo lo stesso bipolo, ci insegna Kirchoff, è sempre la stessa.  
? Perché, sebbene abbiamo due bipoli sullo stesso lato (vtaggio) lo contiamo una volta sola?

-> Richiamiamo il principio di equivalenza:

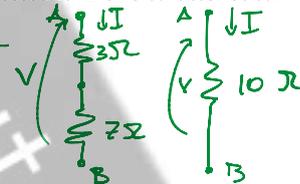
**Principio di equivalenza:**

-> DEF: due bipoli sono equivalenti quando hanno la stessa funzione caratteristica.

ESEMPPIO:

$$V_1 = f(I_1) = (7+3) I$$

$$V_2 = f(I_2) = (10) I$$



-> Nel caso delle V se le sommiamo (e sono in serie), il bipolo equivalente ha vtaggio pari alla somma dei due (quindi conta una sola variabile e non le n sommate).

-> Avendo 16 incognite abbiamo bisogno di 16 equazioni;

-> Il modello sistematico identifica il numero di equazioni linearmente indipendenti per trovare la soluzione del problema:

- > In questo caso abbiamo bisogno:
  - (n-1) equazioni KCL = 4 equazioni;
  - (L-n+1) equazioni KVL = 4 equazioni.

-> Sfortunatamente le incognite sono 16, mentre abbiamo 8 equazioni.

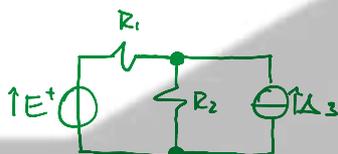
? Dove prendiamo le restanti equazioni?

- > Saranno le equazioni caratteristiche dei bipoli equivalenti che costituiscono ogni lato.
  - L (8) equazioni funzioni caratteristiche dei bipoli.

? Da cosa dipende il 4 del l-n+1?

-> Dagli anelli. Gli anelli/maglie minime. Possiamo prendere qualsiasi maglia/percorso che vogliamo. L'importante è che siano 4.

**ESEMPPIO**

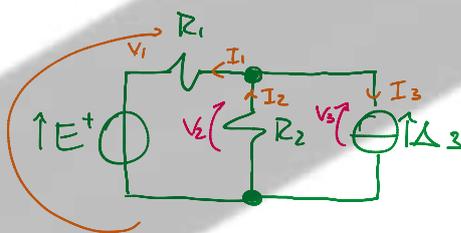
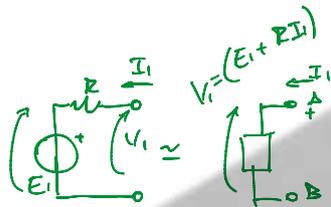


- $\rightarrow n = 2 \Rightarrow 1 \text{ KCL}$
- $\rightarrow l = 3 \Rightarrow 2 \text{ KVL}$
- $\rightarrow 2 \cdot l = 6 \Rightarrow 3 \text{ EQ. cost lato BIPOLI}$



G: CONDUITANZA  
 ↳ Matrice, composta dalle conduttanze tra i nodi che si vedono





→ 2-1 INCOGNITE = 6

→ EQUAZIONI:

- I:  $I_3 = -\Delta_3$
  - II:  $V_2 = -I_2 R_2$
  - III:  $V_1 = E_1 + I_1 R_1$
  - IV:  $I_2 = I_1 + I_3$
  - V:  $V_1 = V_2$
  - VI:  $V_1 = V_3$
- } EO. CARATT.  
} (KCL)  
} KVL

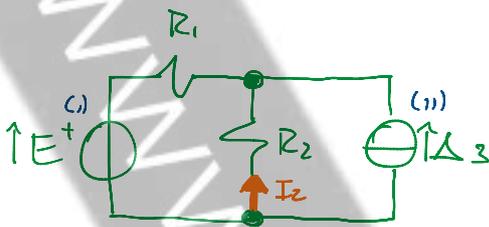
Recap:

- (N-1) KCL;
- (I-n+1) KVL;
- l equazioni caratteristiche bipoli;

### 3. Principio di sovrapposizione degli effetti (PSE):

→ Ci aiuta a capire la fisica addietro i circuiti.

→ Nasce quando il paese aveva un'unica centrale, delle linee di trasmissione e l'utilizzatore. Ad oggi c'è una generazione distribuita dell'energia. => Cambia il paradigma.



→ Hp: SOLO per reti lineari.

→ DEF: in un circuito (o rete elettrica) lineare, qualsiasi corrente (o tensione) nella rete può essere vista come la sovrapposizione degli effetti elettrici del circuito rendendo passivi tutti gli altri generatori.

→ Formula:

$$x_{V,I} = \sum_k h_k E_k + \sum_j l_j \Delta_j$$

→ Passivi:

- Passivare un generatore di tensione equivale parlare di un corto circuito;
- Passivare un generatore di corrente equivale a renderlo un circuito aperto.

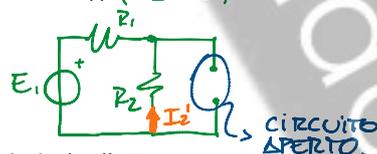
ESEMPIO:

→ VOGLIAMO CONOSCERE  $I_2 \Rightarrow I_2 = I_2'$

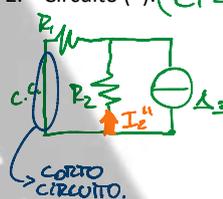
→ Scomponiamo in 2 il problema perché abbiamo solo due generatori. Scomponiamo il problema in n parti, con n: numero di generatori.

→ Scriviamo i due problemi:

1. Circuito ('): ( $\Delta_3 = 0$ )



2. Circuito (''): ( $E_1 = 0$ )



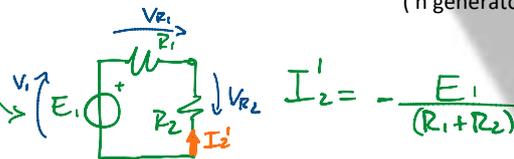
→ Se calcolo I' e I'' ottengo I.

Vantaggi:

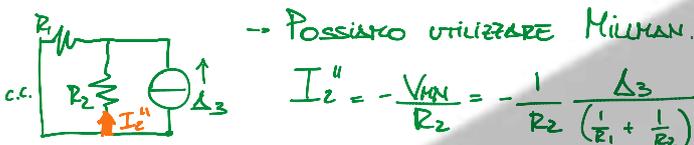
- Scomponiamo il problema in più problemi più semplici;

Svantaggi:

- Se abbiamo troppi generatori dobbiamo fare n disegni.  
(n generatori consigliati < 3)



$$V_1 = -(V_{R1} + V_{R2}) \Leftrightarrow E_1 + R_1 I_2' + R_2 I_2' = 0$$



$$\Rightarrow I_2 = I_2' + I_2'' = -\frac{E_1}{R_1 + R_2} - \frac{1}{R_2} \frac{\Delta_3}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)} =$$

→ Chiamato anche Principio di sovrapposizione delle cause e degli effetti.

"Circuiti" ELIZABETH

→ In serie si sommano le resistenze, in parallelo si sommano le conduttanze.  
=> R1, R2 hanno stessa conduttanza??

? Potevamo calcolare  $V_{MN}$  con la sovrapposizione degli effetti?  
 -> Sì, possiamo calcolare qualsiasi variabile. =>  $V_{MN} = V'_{MN} + V''_{MN}$ :

$$V'_{MN} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_1 = \left( \frac{R_1}{R_2} \right) \Delta_3$$

#### 4. Thevenin:

-> Norton è il teorema di Thevenin visto dalle correnti alle tensioni;

-> hp: Vale per reti lineari

-> Si dimostra con il principio di sovrapposizione degli effetti.

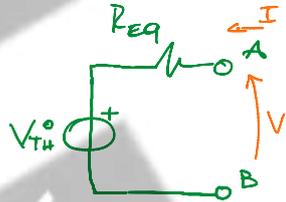
-> **DEF:** Una rete lineare accessibile a due terminali equivale agli effetti esterni ad un bipolo lineare di tipo serie avente un generatore di tensione che impone la sua differenza di potenziale a vuoto e per resistenza quella "vista" dai suoi morsetti una volta reso passivo.

->  $V_{Th}$  è un bipolo equivalente:

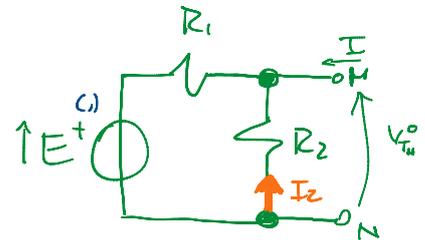
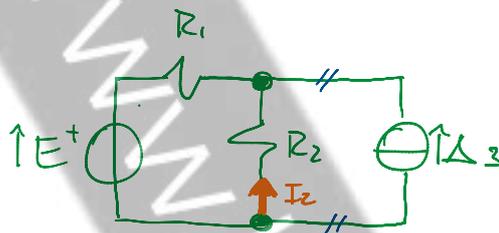
$V_{th}$ : tensione che avremmo tra i due punti cui abbiamo tagliato il circuito a vuoto.

-> Quale circuito di Th è equivalente al circuito sottostante?

$$V = V_{Th} + R_{q_{Th}} I$$



#### ESEMPIO:

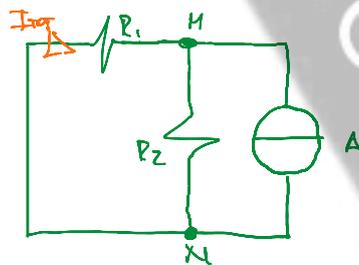


-> CALCOLIAMO  $V_{MN}$  CON MILLMAN.

$$V_{MN} = \frac{E_1/R_1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

-> CALCOLO RESISTENZA EQUIVALENTE:

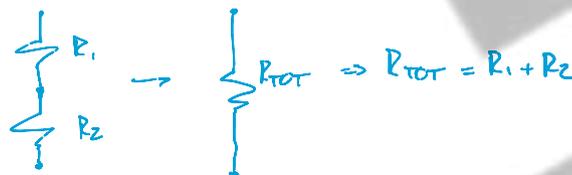
1. Poniamo una tensione di test e chiudiamo il circuito con un generatore di corrente;
2. Passiviamo tutti i generatori pre-esistenti;
3. Calcoliamo la resistenza equivalente (con Millman per esempio).



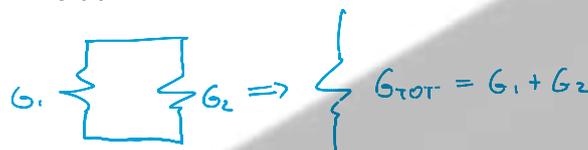
Equivalenze:

-> Dimostrabile tramite il principio di dualità:

- Resistenze:

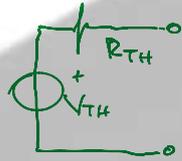


- Tensioni:



TENSIONE A VUOTO.

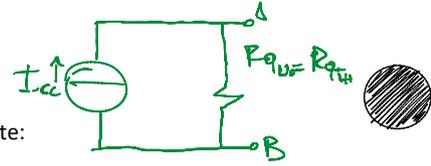




Norton:

-> è la versione in corrente di Thevenin.

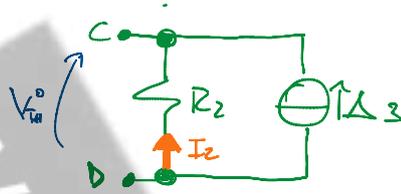
- È un modello in parallelo;
- Anziché porre la tensione poniamo la corrente:



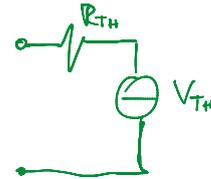
$$I_{cc} = \frac{V_{TH}}{R_{TH}}$$

Esercizio:

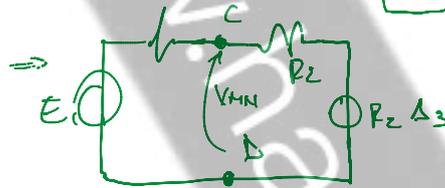
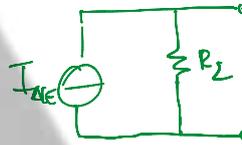
Calcolare l'equivalente di Thevenin, tagliando la parte di destra tra C e D:



$$V_{TH} = I_3 \cdot R_2$$



$$R_{TH} = \frac{V_{XACE}}{I_{ACE}}$$



www.studypandouts.it