

1.1) Bipoli e leggi fondamentali:

PROPRIETÀ ENERGETICA: è il legame che consente di correlare le azioni fisiche (elettriche) misurabili sul bipolo allo scambio energetico attraverso la sua frontiera.

CARATTERIZZAZIONE INTRINSECA: è il legame diretto (o inverso) tra le variabili elettriche fondamentali (tensione V , corrente I).

Potenza elettrica:

-> La potenza elettrica si calcola come grandezza derivata attraverso il prodotto:

$$P = I * V;$$

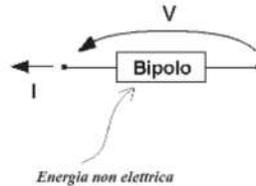
- Si misura in Watt [W];
- $1 W = \frac{1J}{1s} = \frac{1N*1m}{1s} = 1 V * 1 A;$

Convenzioni di segno:

Convenzione dei generatori:

-> **DEF:** misura **positivamente** la potenza (= energia) entrante attraverso la frontiera (energia non elettrica);

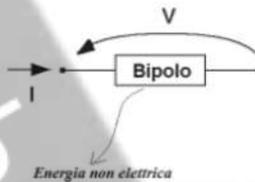
- **Variabili** intrinseche **concordi** in verso;
- P ha segno positivo se generata;



Convenzione degli utilizzatori:

-> **DEF:** misura **negativamente** la potenza (= energia) uscende attraverso la frontiera (energia non elettrica);

- **Variabili** intrinseche **discordi** in verso;
- P ha segno positivo se dissipata;



Kirchhoff Current Law: KCL

-> **DEF:** Presa una **superficie chiusa** attraversata da conduttori, la somma algebrica delle correnti che la attraversano è pari a zero:

$$\sum_j I_j = 0;$$

- Superficie chiusa: non dev'essere per forza un punto. Potrebbe essere anche parte di un circuito.

NODO: punto in cui confluiscono due o più bipoli.

- Nodo **IMPROPRIO:** se il numero di bipoli entranti è due;
- Nodo **PROPRIO:** se il numero di bipoli entranti è $n > 2$.

-> La **corrente** può essere **negativa**.

Kirchhoff Voltage Law: KVL

-> **DEF:** La somma algebrica delle tensioni lungo un percorso chiuso è pari a zero:

$$\sum_j V_j = 0;$$

MAGLIA: è un particolare cammino chiuso, dove ogni lato del cammino è rappresentato da un bipolo.

Bilancio di potenze:

-> **DEF:** All'interno di una rete elettrica il bilancio globale delle potenze elettriche erogate dai bipoli generatori eguaglia quello delle potenze assorbite dai bipoli utilizzatori:

$$\sum_i P_{g,i} = \sum_j P_{u,j};$$

- Il bilancio di potenze è conseguenza della legge di conservazione dell'energia.

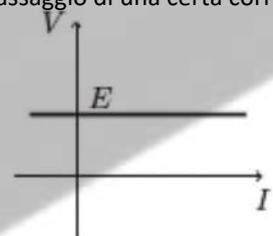
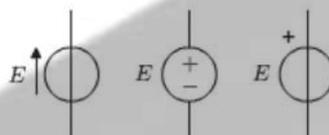
Equazioni costitutive dei principali bipoli:

Generatore ideale di tensione:

-> **DEF:** è un bipolo che, mantenendo costante il valore di tensione E ai suoi capi, permette il passaggio di una certa corrente a qualsiasi intensità al suo interno:

$$V = E \quad \forall I;$$

-> Simboli:



1.2) Bipoli e leggi fondamentali:

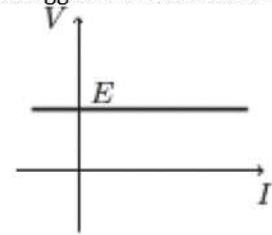
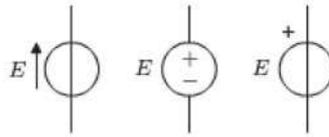
Equazioni costitutive dei principali bipoli:

Generatore ideale di tensione:

-> **DEF:** è un bipolo che, mantenendo costante il valore di tensione E ai suoi capi, permette il passaggio di una certa corrente a qualsiasi intensità al suo interno:

$$V = E \quad \forall I;$$

-> Simboli:

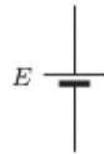


-> Simboli circuitali utilizzati per casi particolari:

- Simbolo **batteria** (generatore costante):



- Simbolo generatore **sinusoidale**:

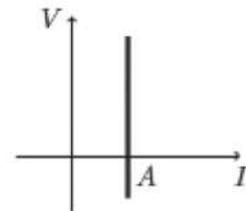
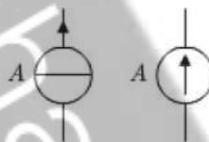


Generatore ideale di corrente:

-> **DEF:** è un bipolo che, mantenendo costante al suo interno il passaggio della corrente A , consente la presenza di una tensione qualsiasi ai suoi terminali:

$$I = A \quad \forall V;$$

-> Simboli:



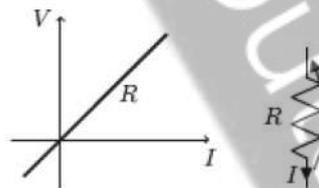
-> **Convenzioni di segno:** i generatori ideali (tensione/corrente) sono pur sempre dei generatori => nel caso in cui la convenzione dei segni, nell'esercizio, sia quella degli utilizzatori => è necessario inserire il segno meno nella formula della potenza (il pedice della potenza, però, è sempre quello di un generatore).

Resistore ideale:

-> **DEF:** è un bipolo che come sua caratteristica funzionale mantiene costante il rapporto tra tensione corrente.

-> Legge di Ohm: $V = R * I$;

⚠ Vale applicando la convenzione degli utilizzatori.

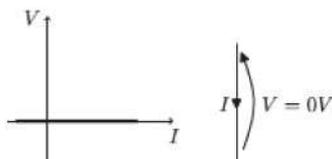


Bipoli degeneri:

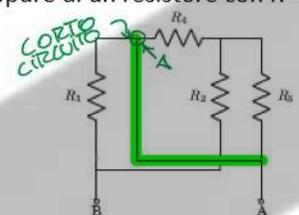
Corto circuito:

-> **DEF:** circuito che mantiene ai suoi capi una tensione nulla.

- Può essere considerato come un caso particolare del generatore di tensione con $E=0$ V oppure di un resistore con $R = 0 \Omega$;
- Due nodi connessi ad un corto circuito possono essere considerati come lo stesso nodo.



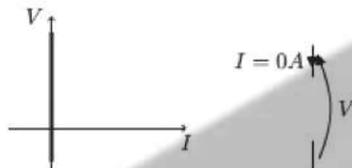
-> Il prodotto tra un corto circuito e un resistore è un corto circuito.



Circuito aperto:

-> **DEF:** è un circuito che impedisce il passaggio della corrente.

- Può essere considerato come un caso particolare di generatore di corrente con $A = 0$ A oppure un resistore con $G = 0$ S (ovvero $R = +\infty$).



1.3) Bipoli e leggi fondamentali: Principi...

Equivalenza:

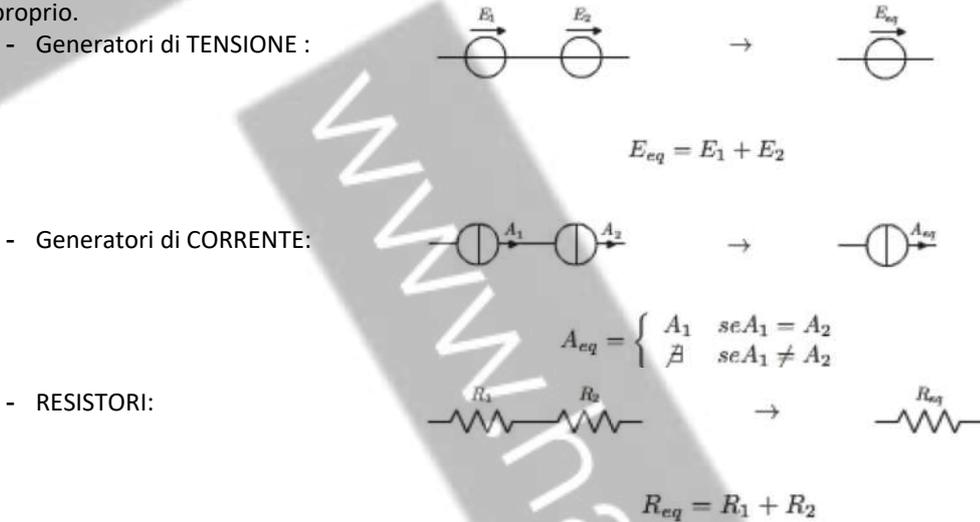
-> **DEF:** Due bipoli (o più in generale porzioni di rete accessibili a due terminali) sono equivalenti se hanno la stessa caratterizzazione funzionale $V=f(I)$. Nello specifico due bipoli sono sempre equivalenti quando possono essere rappresentati (agli effetti esterni) dalla medesima relazione caratteristica.

Sostituzione:

-> **DEF:** Se due bipoli A e B sono equivalenti allora è sempre lecito sostituire A con B o viceversa. Questo è possibile perché di fatto non viene alterata agli effetti esterni la relazione funzionale $V=f(I)$ che per definizione deve essere uguale essendo i due bipoli equivalenti.

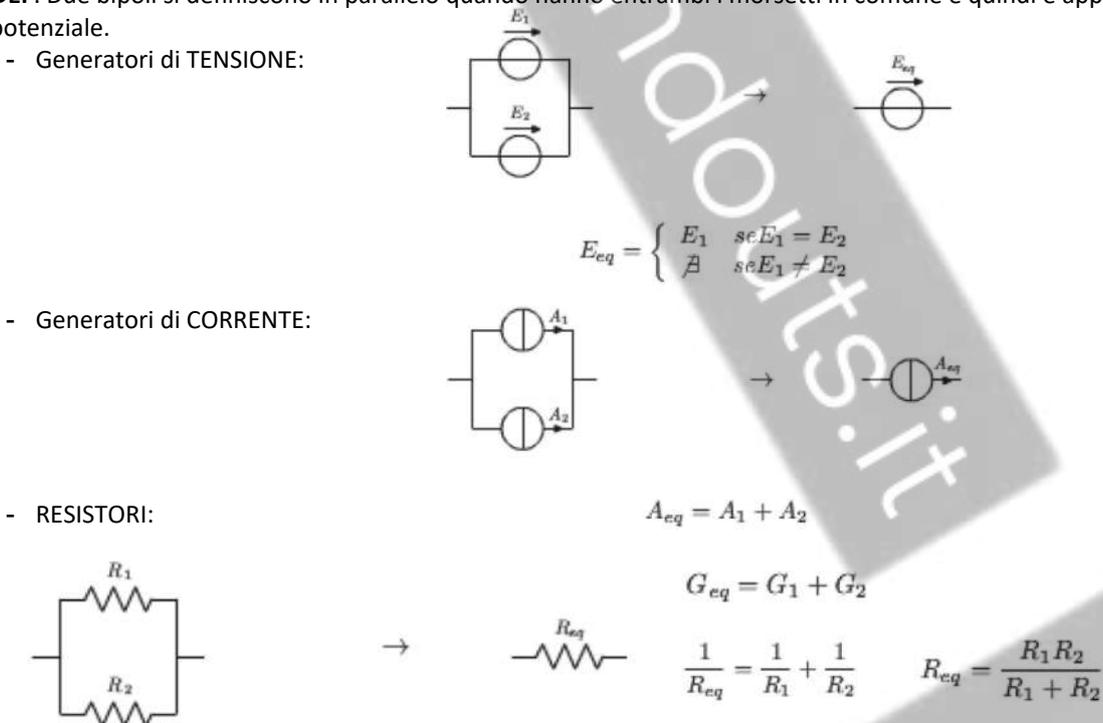
Bipoli in SERIE:

-> **DEF:** due bipoli si definiscono in serie se sono percorsi dalla stessa corrente, ovvero se sono collegati attraverso un nodo improprio.



Bipoli in PARALLELO:

-> **DEF:** Due bipoli si definiscono in parallelo quando hanno entrambi i morsetti in comune e quindi è applicata la stessa differenza di potenziale.

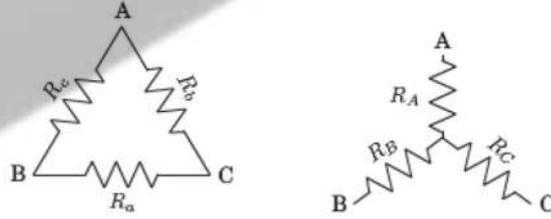


1.4) Bipoli e leggi fondamentali:

Trasformazioni a stella - triangolo:

-> Per le configurazioni di questo tipo non è possibile operare riduzioni con il metodo serie/parallelo, ma è possibile identificare trasformazioni che permettano di passare da una tipologia di connessione ad un'altra.

-> Resistori a triangolo e a stella:



1.  -> 

$$R_A = \frac{R_c R_b}{R_a + R_b + R_c} \quad R_B = \frac{R_a R_c}{R_a + R_b + R_c} \quad R_C = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

2.  -> 

$$R_a = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_A} \quad R_b = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_B} \quad R_c = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_C}$$

-> Se i resistori che compongono la stella (o triangolo) sono tutti uguali tra loro:

$$R_Y = \frac{R_\Delta}{3} \quad R_\Delta = 3R_Y$$

www.handouts.it

1.6) Bipoli e leggi fondamentali > Definizioni:

RETE: (o circuito elettrico) la connessione di un numero arbitrario di bipoli attraverso i loro terminali o morsetti.

NODO: è quel luogo dello spazio che connette due o più terminali.

- **IMPROPRIO:** collega solo due bipoli. -> non si modifica la corrente perché in serie si mantiene.
-> Un corto circuito è una serie infinita di nodi impropri.
- **PROPRIO:** collega più di due bipoli, #nodi ≥ 3 . -> In quello proprio si modifica la corrente.

LATO (o RAMO): è la porzione di rete/circuito compresa tra due nodi propri.

MAGLIA: è l'insieme dei rami che forma un percorso chiuso.

ANELLO: è una maglia minima (una maglia che NON contiene altre maglie).

www.handouts.it