

...

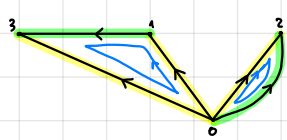
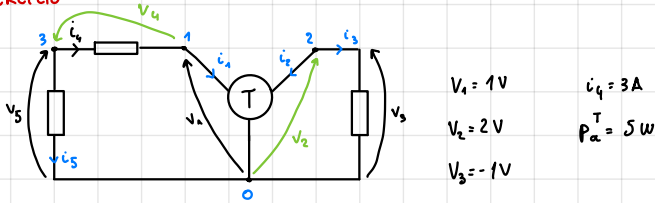
4.10 TEOREMA DI TELLEGEN

Dato un circuito rappresentato da un grafo connesso orientato come le correnti (conv. normale), dato il vettore delle correnti e funzioni descrittive del circuito (compatibili con il circuito), allora:

$$\underline{V}^T \cdot \underline{i} = \underline{i}^T \cdot \underline{V} = \sum_{k=1}^l v_k i_k = 0$$

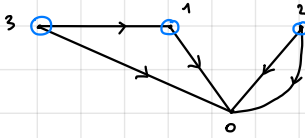
DIMOSTRAZIONE Usando le equazioni di KVL: $\underline{V}^T \underline{i} = (\underline{A}^T \underline{V}) \underline{i} = \underline{V}^T \underline{A} \underline{i} = \underline{V}^T \underline{0} = 0$

ESERCIZIO



Orientato come V

$$\begin{cases} V_1 + V_4 - V_5 = 0 \\ V_3 - V_2 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} V_4 = -2V \\ V_2 = V_3 = 2V \end{cases}$$



Orientato come i

$$\begin{cases} i_1 - i_4 = 0 \\ i_3 + i_2 = 0 \\ i_4 + i_5 = 0 \\ V_1 i_1 + V_2 i_2 = 5W \quad (P_a) \end{cases} \quad \begin{cases} i_4 = i_1 = 3A \\ i_5 = -i_4 = -3A \\ i_2 = \frac{P_a - V_1 i_1}{V_2} = 1A \\ i_3 = -i_2 = -1A \end{cases}$$

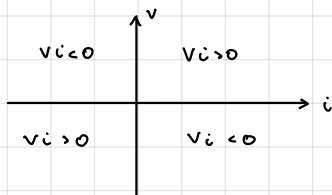
$$\sum_{k=1}^l v_k i_k = V_1 i_1 + V_2 i_2 + V_3 i_3 + V_4 i_4 + V_5 i_5 = 5 - 2 - 6 + 3 = 0 \quad \checkmark$$

4. BIPOLI

I bipoli possono essere classificati come:

- **dinamico**: contiene nella sua equazione simbolo di derivata/integrale
- **adattivo**: non contiene nella sua equazione simbolo di derivata/integrale
- **tempo variabile**: l'equazione cambia nel tempo
- **tempo invariante**: l'equazione non cambia nel tempo
- **lineare**: è definito da un'equazione lineare
- **non lineare**: è definito da un'equazione non lineare

La classificazione può anche essere fatta su base energetica tramite lo studio della potenza:



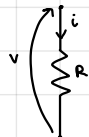
- **inerte**: $p_a(t) = 0 \quad \forall v, i$
- **passivo**: $p_a(t) \geq 0 \quad (1^\circ - 3^\circ q.)$
- **strutturalmente attivo**: $p_a(t) \leq 0 \quad (2^\circ - 4^\circ q.)$
- **attivo**: $p_a(t) \not\geq 0$

Un'ulteriore classificazione sono le basi di definizione. Consideriamo un n-polo, esso può essere:

- **definito su base tensione**: è possibile imporre \underline{v} e ricavare univocamente \underline{i} ($f(v) = i$)
- **definito su base corrente**: è possibile imporre \underline{i} e ricavare univocamente \underline{v} ($f(i) = v$)
- **definito su base mista**: è possibile imporre un insieme di \underline{v} ed \underline{i} e ricavare le altre.

Le classificazioni dei bipoli possono essere estese a tutti gli n-poli.

4.1 RESISTORE LINEARE



Eq.: $V = Ri$

- lineare
- adinamico
- tempo invariante
- definito sia su base corrente che tensione:

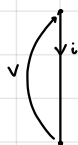
$$i = \frac{1}{R} V = G V$$

↓
CONDUTTANZA [S] (lineare)

- componente passivo

$$p_a = Vi = Ri^2 \geq 0 \quad \forall V, i$$

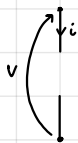
4.2 CORTO CIRCUITO



Eq.: $V = 0$

- adinamico
- lineare
- tempo invariante
- definito su base corrente
- inerte

4.3 CIRCUITO APERTO



Eq.: $i = 0$

- adinamico
- lineare
- tempo invariante
- definito su base tensione
- inerte