



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Dipartimento di
**Ingegneria
e Architettura**

Metodi di analisi dei circuiti

Elettrotecnica

A.A. 2024 - 2025

Prof. Alessandro Massi Pavan – apavan@units.it

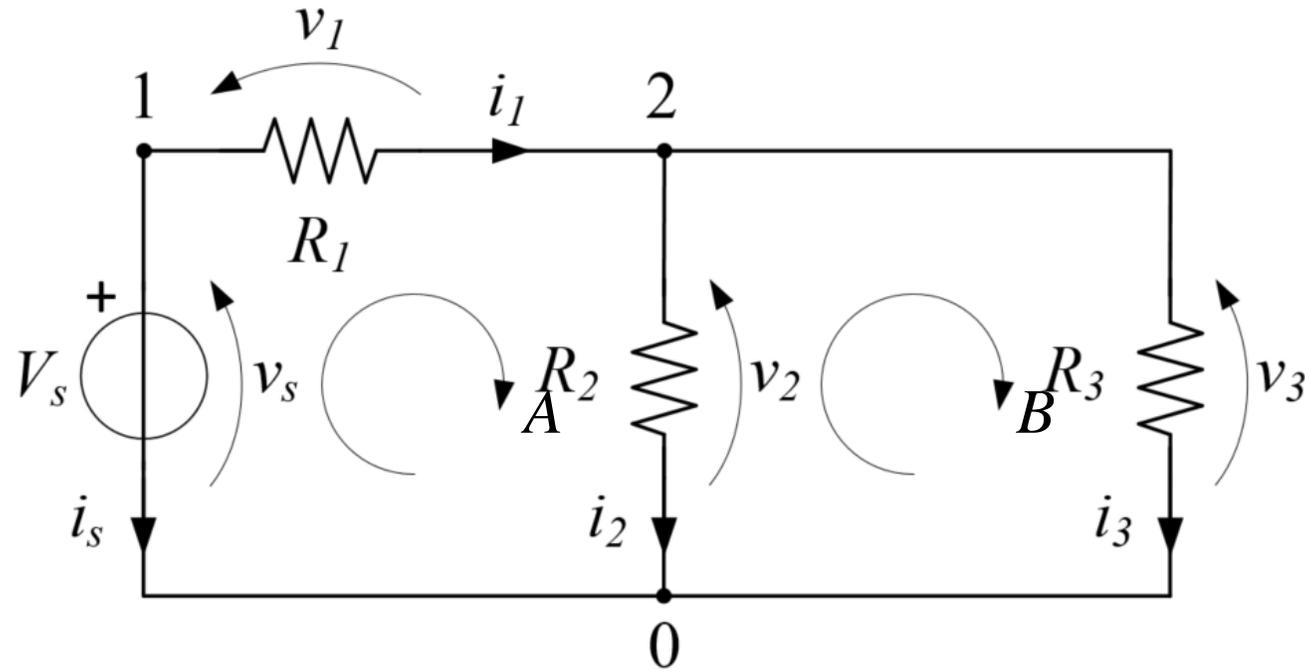
EQUAZIONI DI UN CIRCUITO

- Le equazioni che otteniamo a partire dalle Leggi di Kirchhoff dipendono dalla **topologia** del circuito e non dagli elementi che lo compongono
- Supponiamo di avere un circuito con **N -nodi**: applicando **LKC** possiamo ricavare **$(N-1)$ equazioni indipendenti**
- Supponiamo che il circuito abbia **L -lati**: applicando **LKT** possiamo ricavare **$(L-N+1)$ equazioni indipendenti**

EQUAZIONI DI UN CIRCUITO

- Dalla topologia del circuito otteniamo allora $[(N-1) + (L-N+1)] = L$ equazioni topologiche
- Queste non sono sufficienti a risolvere il circuito
Servono infatti
 L correnti + L tensioni = $2L$ equazioni
- Per ottenere le altre L equazioni bisogna fare ricorso alle equazioni costitutive (dette anche **relazioni caratteristiche**) degli elementi che lo compongono

METODO TABELLARE



METODO TABELLARE

$$\underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -R_1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -R_2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -R_3 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{\mathbf{T}} \begin{bmatrix} i_s \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ v_s \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ V_s \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

LINEARITA'

$$y = kx$$

Un componente viene detto lineare quando la sua relazione costitutiva è lineare

- I generatori indipendenti sono degli **ingressi (cause)**
- I valori di tensione o di corrente in un circuito sono le **risposte (effetti)**

PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI

In un circuito resistivo lineare, qualunque tensione o corrente è la somma degli effetti dei singoli generatori indipendenti quando agiscono uno alla volta

- Generatore di tensione \Rightarrow corto circuito
- Generatore di corrente \Rightarrow circuito aperto

Il Principio di sovrapposizione degli effetti non vale per le potenze!

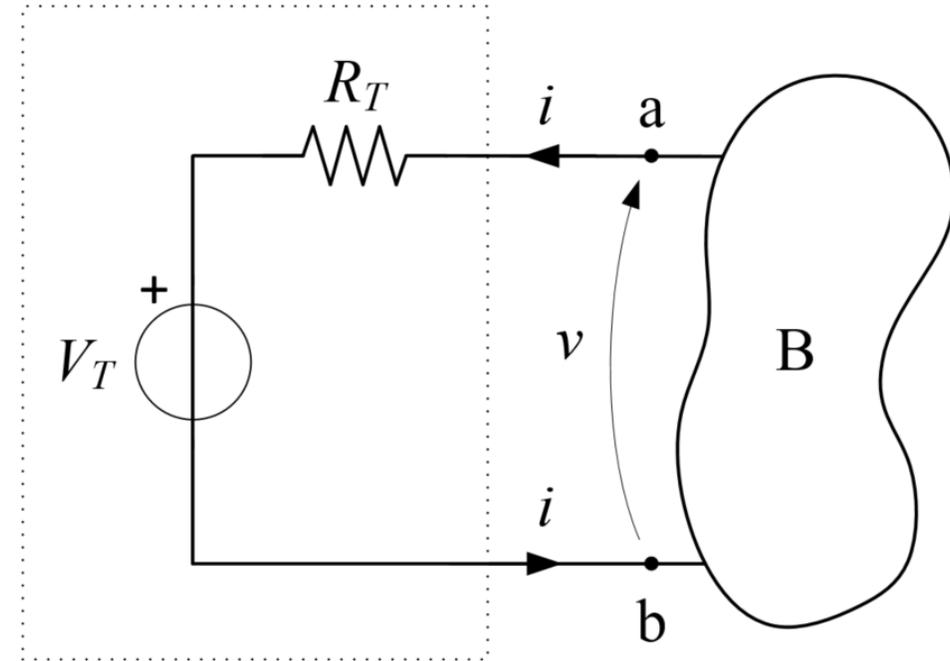
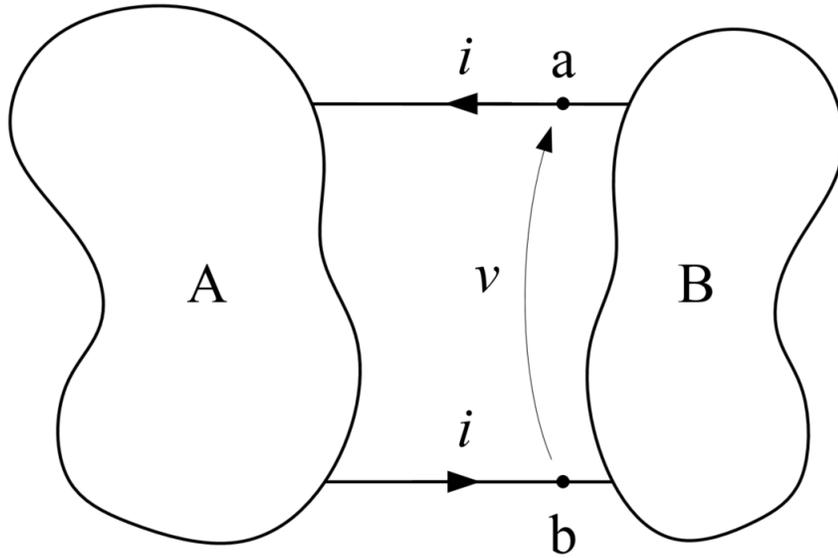
TEOREMA DI THÉVENIN

Un circuito resistivo lineare, accessibile da due terminali è equivalente a un generatore indipendente di tensione in serie a un resistore

La tensione del generatore è la tensione che si ha tra i due terminali quando sono aperti (tensione a vuoto con tutti i generatori inseriti)

La resistenza del resistore è la resistenza equivalente del circuito con i generatori indipendenti spenti (di tensione in corto circuito, di corrente in circuito aperto)

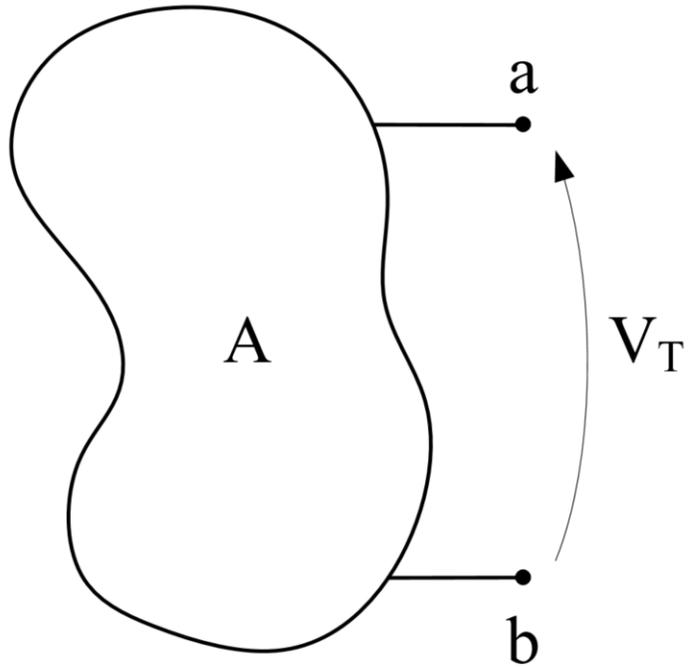
TEOREMA DI THÉVENIN



Circuito equivalente
di Thevenin

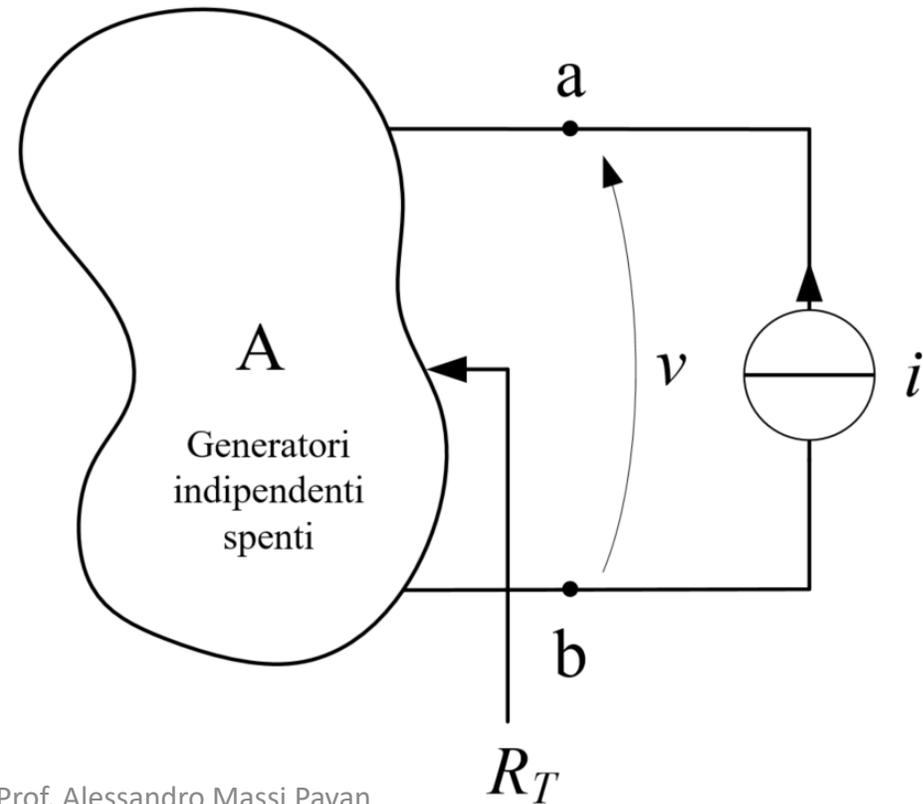
$$v = R_T i + V_T$$

TEOREMA DI THÉVENIN



$$se\ i = 0 \rightarrow v = V_T$$

$$se\ V_T = 0 \rightarrow v = R_T i$$



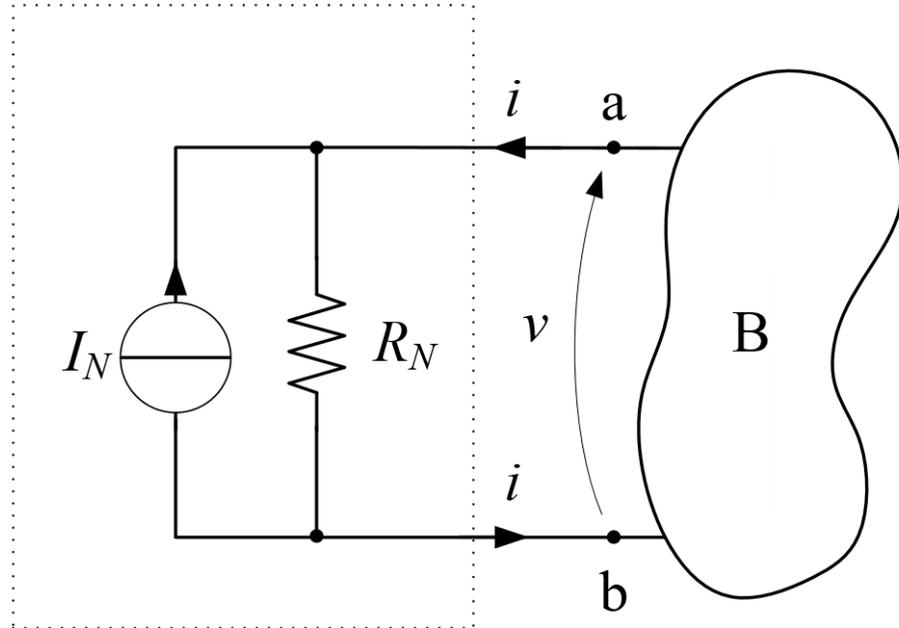
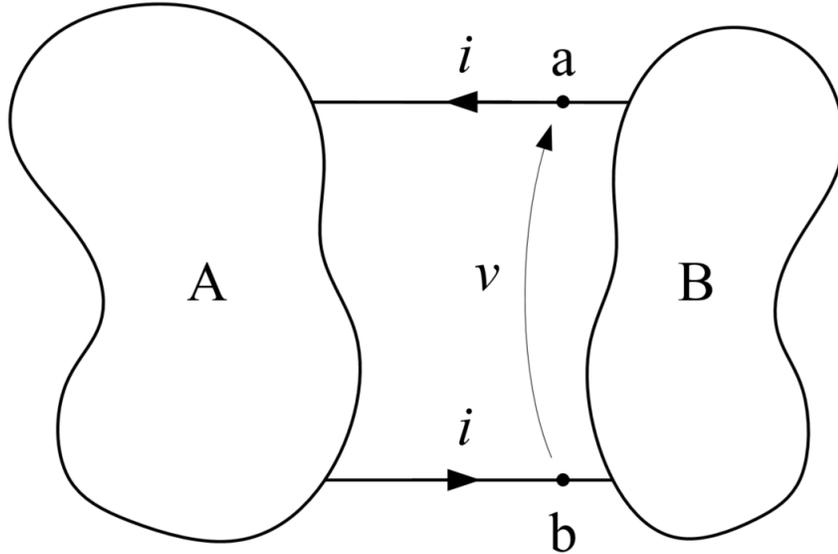
TEOREMA DI NORTON

Un circuito resistivo lineare, accessibile da due terminali, è equivalente a un generatore indipendente di corrente in parallelo a un resistore

La tensione del generatore è la corrente che si ha tra i due terminali quando questi sono in corto circuito (corrente di corto circuito con tutti i generatori inseriti)

La resistenza del resistore è la resistenza equivalente del circuito con i generatori indipendenti spenti (di tensione in corto, di corrente in circuito aperto)

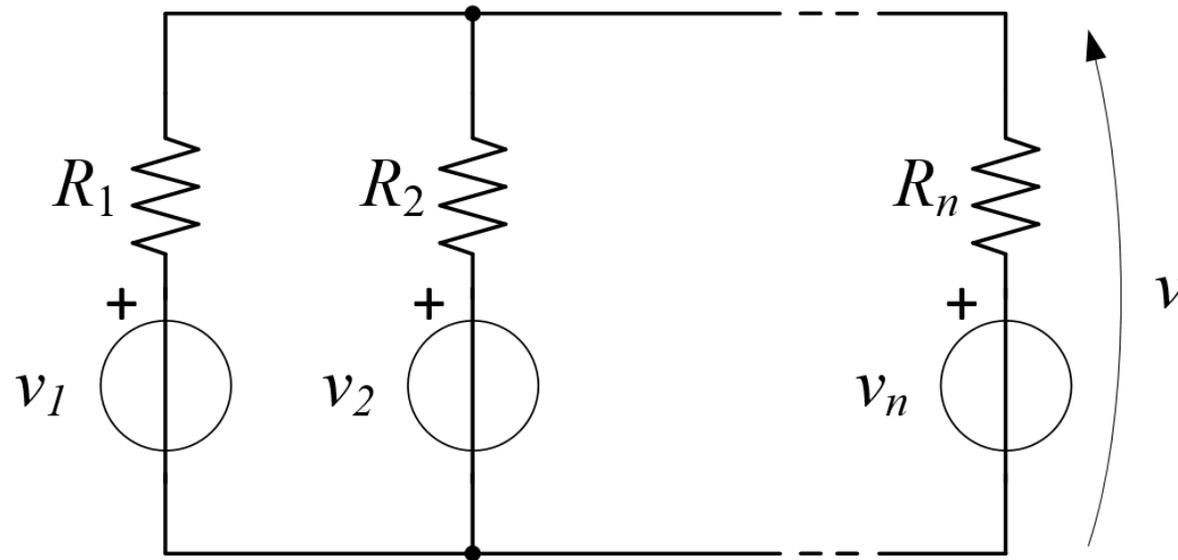
TEOREMA DI NORTON



Circuito equivalente
di Norton

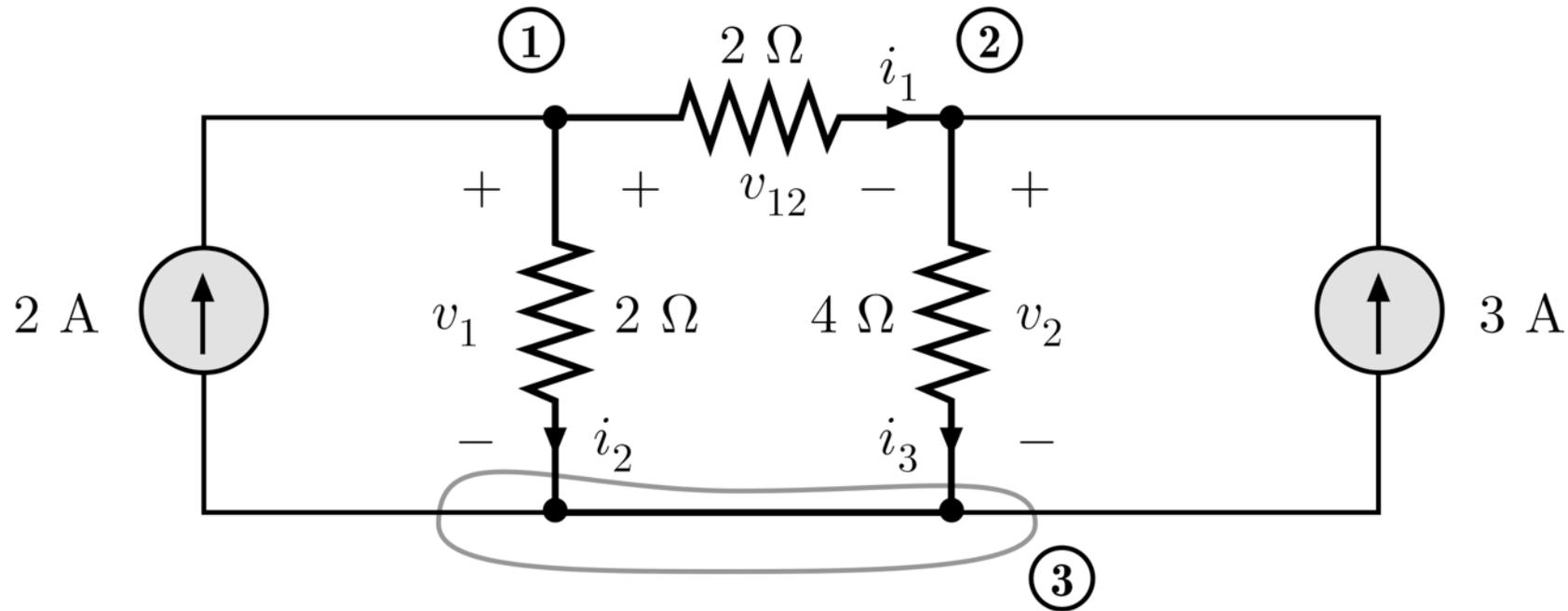
$$i = G_N v - I_N$$

TEOREMA DI MILLMAN



$$v = \frac{\sum_{k=1}^n G_k v_k}{\sum_{k=1}^n G_k}$$

METODO AI NODI



- v_1 e v_2 sono dette tensioni di nodo
- 3 è detto nodo di riferimento