



Università degli Studi di Pavia
Facoltà di Ingegneria

Corso di Principi e Applicazioni di Elettrotecnica

Regime stazionario

Regime stazionario

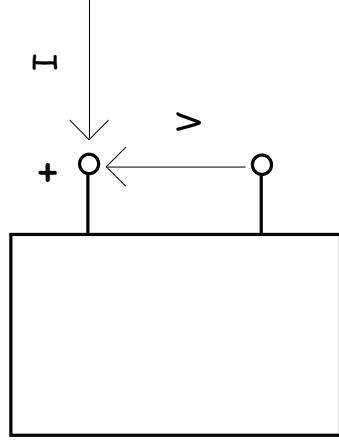
(Regime continuo, in corrente continua, c.c.)

$$v(t) = V \quad ; \quad i(t) = I \quad ; \quad p(t) = P$$

Grandezze e relazioni sono algebriche

■ BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

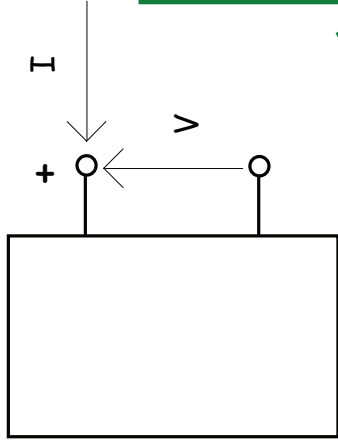
Bipolo = convertitore di potenza P_e in P_{ne}



Ad un valore di $P = P_e$
il bipolo fa corrispondere
un solo valore di P_{ne}
e viceversa

Regime stazionario

■ BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO



Ad un valore di

$$V \quad 0 \quad I$$

(bipolo in base V) (bipolo in base I)

(grandezza d'ingresso)

il bipolo fa corrispondere uno ed un solo valore di

(grandezza d'uscita)

$$I \quad 0 \quad V$$

e quindi di P_e e quindi di P_{ne}

Regime stazionario

■ BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

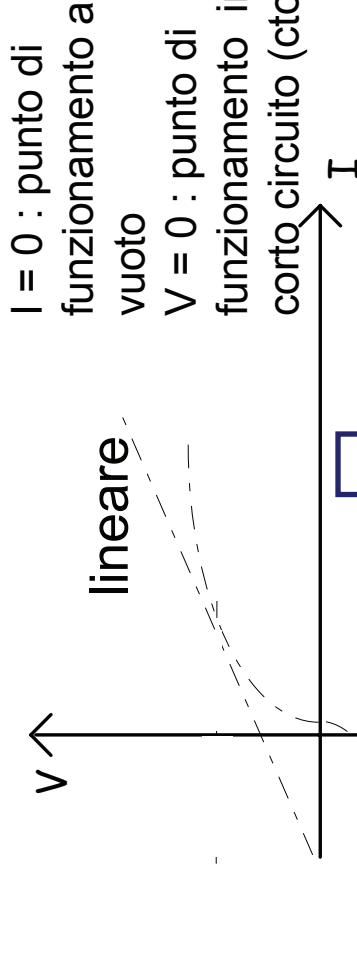
Il bipolo stabilisce un legame univoco tra V e I (fissata una convenzione). Tale legame

-espresso in forma grafica
 forma analitica

$$V = V(I) , I = I(V)$$



equazione
 (legge di Ohm)



- espresso in forma grafica

$I = 0$: punto di
 funzionamento a
 vuoto

$V = 0$: punto di
 funzionamento in
 corto circuito (cto cto)

caratteristica elettrica

(V, I) : punto di funzionamento



Regime stazionario

■ BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

I bipoli si **classificano** in base alle caratteristiche (equazioni di Ohm):

- **bipolo passivo**

se la caratteristica si svolge nel I e III quadrante

- **bipolo lineare o normale**

se la caratteristica è rettilinea

- **bipolo ideale**

se l'equazione di Ohm è descritta da un solo parametro

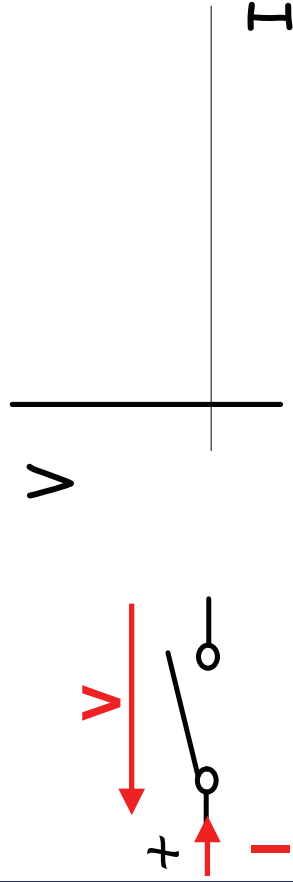


Regime stazionario

■ TIPI DI BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

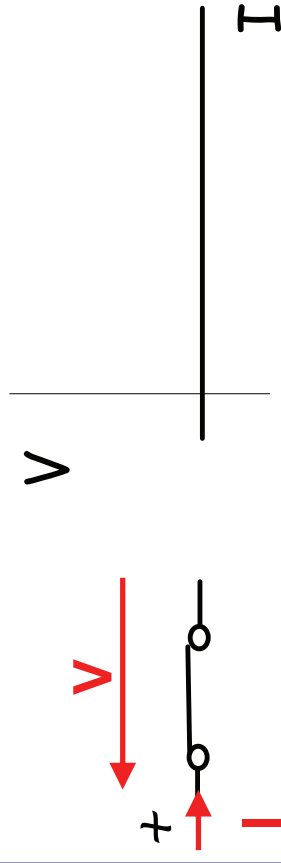
(convenzione utilizzatori)

**Interruttore ideale
aperto**
(isolatore ideale)



$$I = 0$$

**Interruttore ideale
chiuso**
(conduttore ideale)

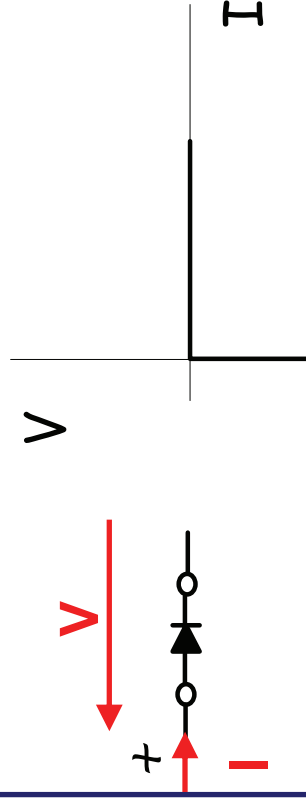


$$V = 0$$

■ TIPI DI BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

(convenzione utilizzatori)

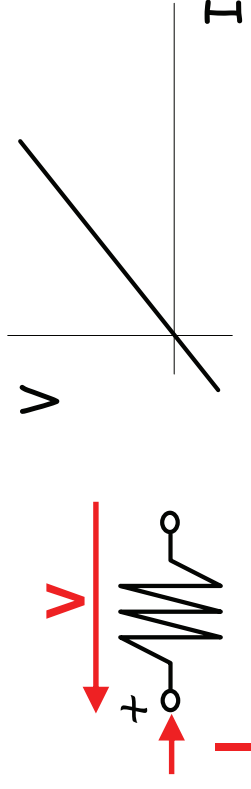
Diodo ideale



$$V < 0, I = 0$$

$$V = 0, I > 0$$

Resistore ideale



R = resistenza

G = conduttanza

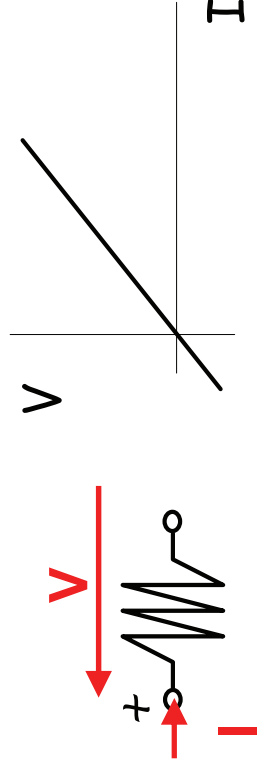
$$V = R I \text{ (Ohm, 1827)}$$

$$I = G V$$

■ TIPI DI BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

(convenzione utilizzatori)

Resistore ideale



$R > 0$, R passivo

$R < 0$, R attivo

$$G = 1 / R$$

R = resistenza, $[\Omega] = [V] / [A]$

G = conduttanza, $[S] = [\Omega^{-1}]$

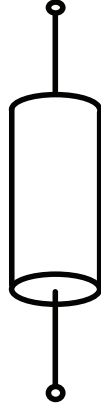
Regime stazionario



■ TIPI DI RESISTORE

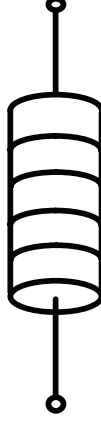
➤ a resistenza fissa (R aumenta con la temperatura)

a polvere di carbone



miscela di polvere di C
e isolante
scarsa precisione
bassa potenza
(ad es. 500 mW)
basso costo

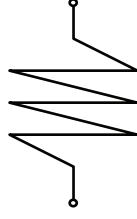
a film metallico



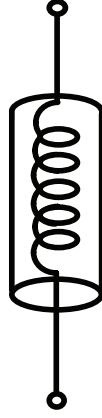
elica di film metallico su
ceramica
buona precisione
alto costo

Regime stazionario

■ TIPI DI RESISTORE

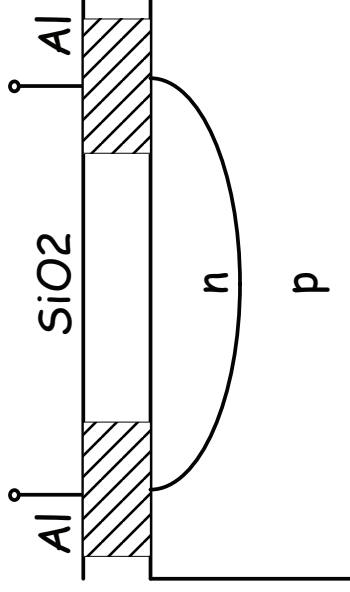


a filo



filo di Cu
buona precisione
alta potenza

a circuito integrato

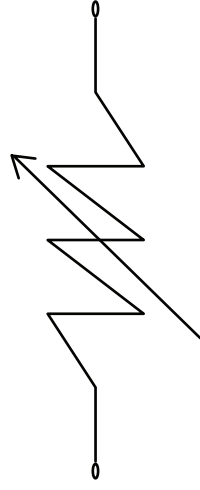


due contatti di Al poggiano
su un sottile strato
conduttore di Si drogato
(R da pochi Ω a 20 k Ω)

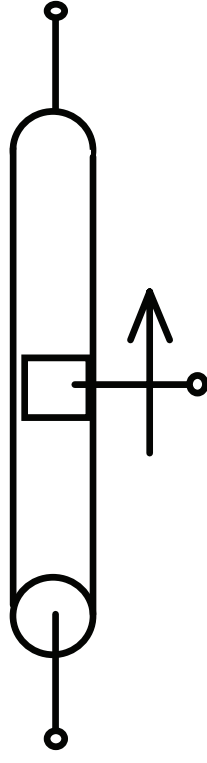


■ TIPI DI RESISTORE

- a resistenza variabile (reostato o potenziometro)



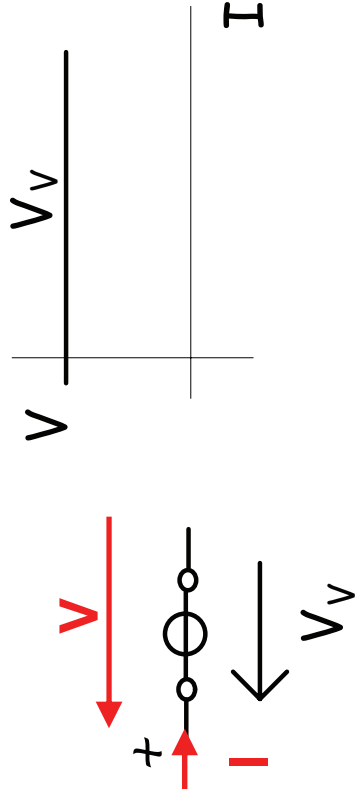
a polvere di C o a filo



TIPI DI BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

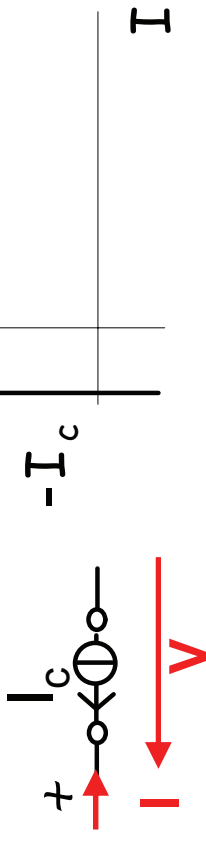
(convenzione utilizzatori)

Generatore ideale indipendente di V



$V = V_v$ es. Pila

Generatore ideale indipendente di I

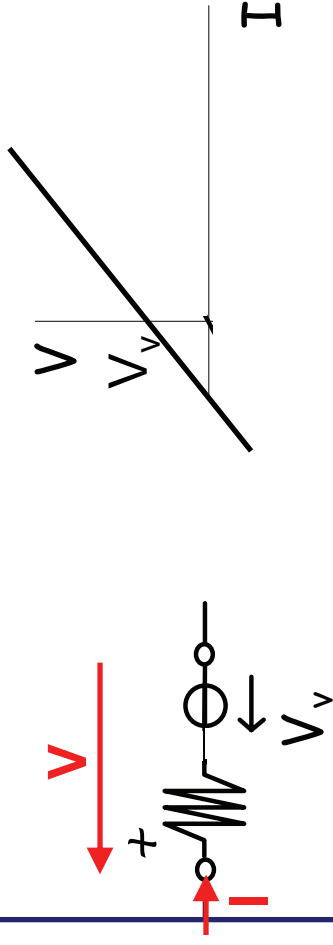


$I = -I_c$ es. Transistore

TIPI DI BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

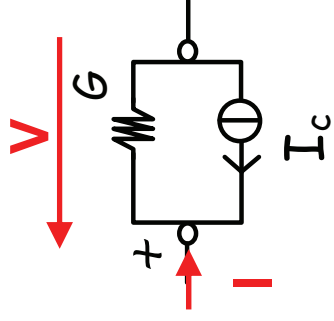
(convenzione utilizzatori)

Generatore reale normale di V



$$V = V_v + RI$$

Generatore reale normale di I



$$I = -I_c + GV$$

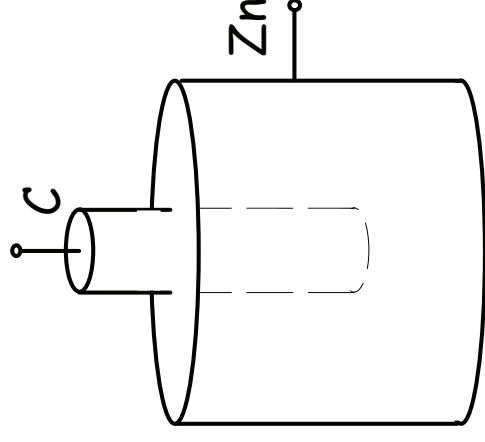
Regime stazionario

■ TIPI DI GENERATORE DI V COSTANTE

Pile o batterie

(energia elettrica da energia chimica)

- Zn-C (biossido di manganese)
cloruro di ammonio: economiche
- Zn-C (biossido di manganese)
idrossido di potassio: alcaline,
durevoli



$$V = 1.5 \text{ V}$$

Diapositiva 14

#1 Inventata da G. Leclanché nel 1868,

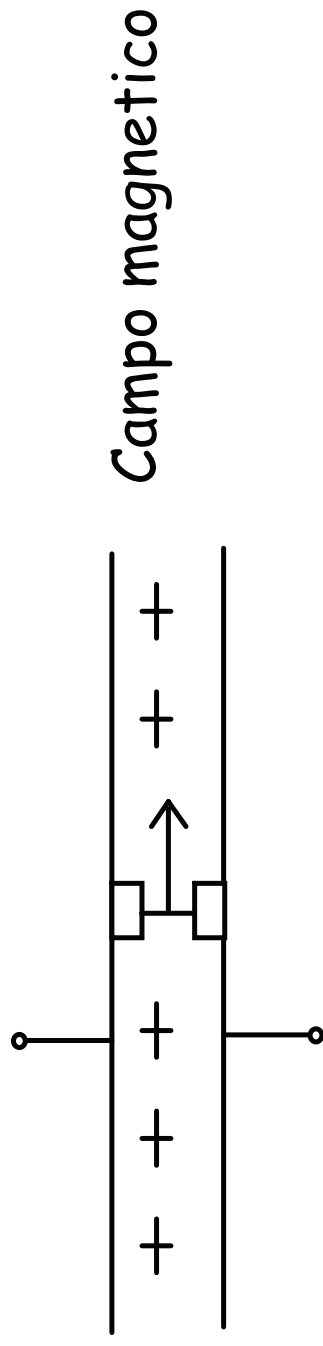
la pila zinco-carbone è tuttora in commercio ed è largamente usata. L'elettrodo negativo è formato da una capsula di zinco al cui interno si trova un'asticciola di carbone (elettrodo positivo) immersa in una massa di carbone e biossido di manganese impregnata con una soluzione acquosa di cloruro di ammonio (elettrolito).

#####; 22/09/2009

■ TIPI DI GENERATORE DI V COSTANTE

Macchine

(energia elettrica da energia meccanica)



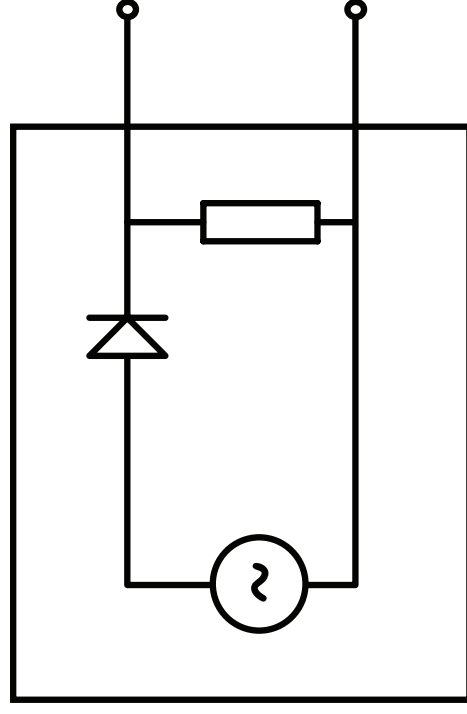
V elevata



■ TIPI DI GENERATORE DI V COSTANTE

Alimentatori

(energia elettrica da energia elettrica)

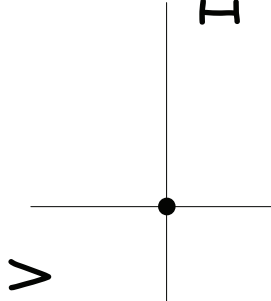
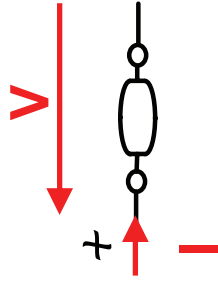


raddrizzatore
elettronico

TIPI DI BIPOLO IN REGIME STAZIONARIO

(convenzione utilizzatori)

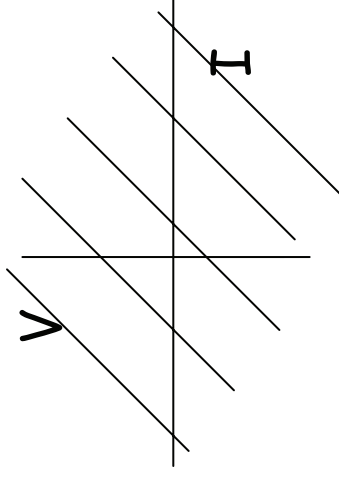
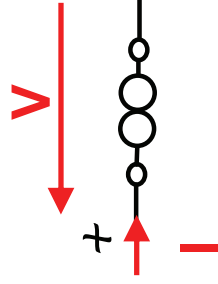
Nullatore



$$V = 0, I = 0$$

amplificatore
operazionale
ideale

Noratore



V, I qualsiasi

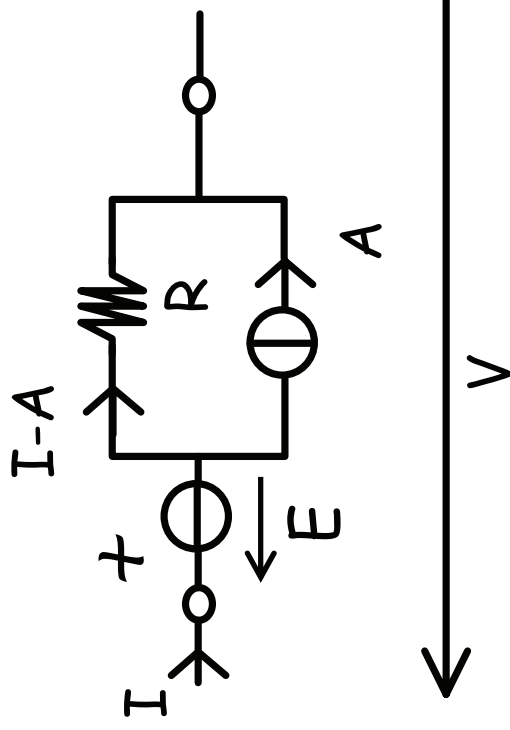


Regime stazionario

■ IL PIÙ GENERICO BIPOLO LINEARE

(convenzione utilizzatori)

in base corrente



$$V = E + R (I - A)$$

casi particolari:

$$V = E$$

$$V = R I$$

$$V = E + R I$$

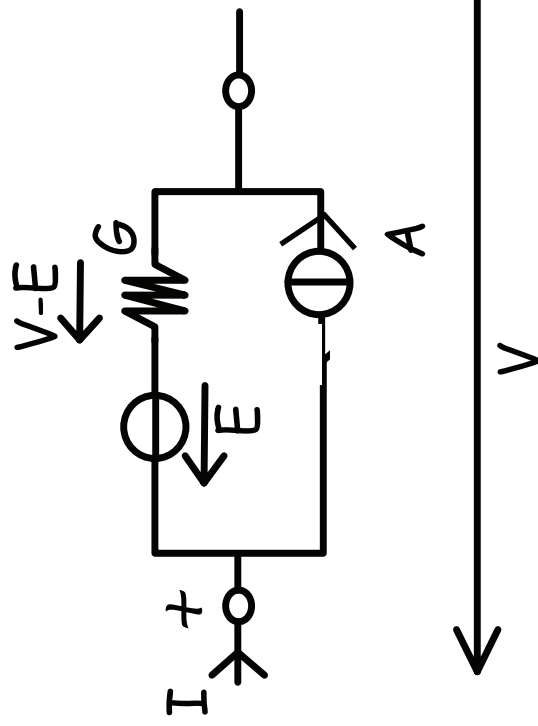


Regime stazionario

■ IL PIÙ GENERICO BIPOLO LINEARE

(convenzione utilizzatori)

in base tensione



$$I = A + G (V - E)$$

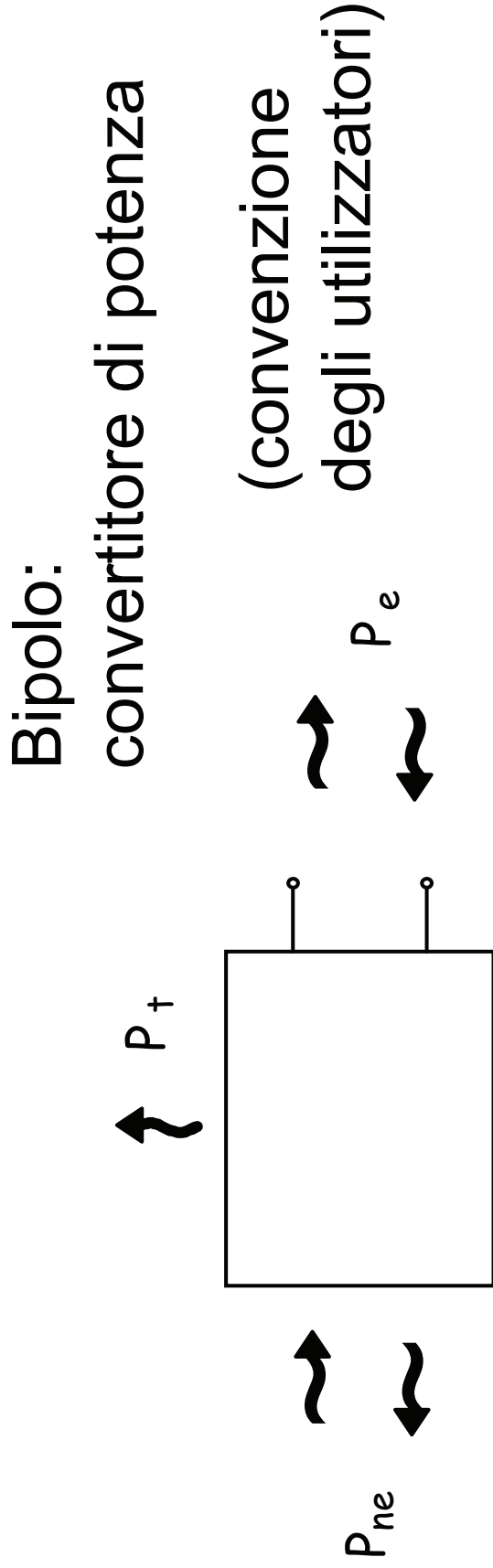
casi particolari:

$$I = A$$

$$I = G V$$

$$I = A + G V$$

■ BILANCIO ENERGETICO



bilancio: $P_e = P_{ne} + P_t$



Regime stazionario

■ BILANCIO ENERGETICO

Si definiscono 2 tipi di bipoli:

➤ **bipoli tipo serie** o inoperosi a vuoto

$$\text{se } I = 0, P_e = P_{ne} = P_t = 0$$

➤ **bipoli tipo parallelo** o inoperosi in cto cto

$$\text{se } V = 0, P_e = P_{ne} = P_t = 0$$



Regime stazionario

■ UTILIZZATORE LINEARE PASSIVO

Trasforma P_e in P_t

bilancio: $P_e = P_t$ con $P_e = V I$

Si trova sperimentalmente (Joule, 1840-48)

$$Q_t = R I^2 \Delta t \quad (\text{J})$$

$$P_t = Q_t / \Delta t = R I^2$$

$$V I = R I^2$$

da cui $V = R I$

$R =$ Resistenza (energetica)

$$R > 0$$

ma anche $P_t = G V^2$

da cui

$$I = G V$$



Regime stazionario

■ UTILIZZATORE LINEARE ATTIVO

Bipolo di tipo serie

Trasforma P_e in P_{ne} e P_t

bilancio: $P_e = P_{ne} + P_t$ con $P_e = V I$ e $P_t = RI^2$

Affinchè P_{ne} sia $= 0$, se $I = 0$

I deve essere un fattore di P_{ne} $\Rightarrow P_{ne} = I E$

forza elettromotrice (V)
tensione impressa

$$VI = EI + RI^2 \quad \Rightarrow \quad V = E + RI$$



Regime stazionario

■ UTILIZZATORE LINEARE ATTIVO

Bipolo di tipo parallelo

Trasforma P_e in P_{ne} e P_t

bilancio: $P_e = P_{ne} + P_t$ con $P_e = V I$ e $P_t = G V^2$

Affinchè P_{ne} sia $= 0$, se $V = 0$

V deve essere un fattore di $P_{ne} \Rightarrow P_{ne} = V A$

corrente impressa

$$V I = V A + G V^2 \Rightarrow I = A + G V$$