Università degli Studi di Pavia
Facoltà di Ingegneria

Corso di Teoria dei Circuiti

Concetti base

Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione www.unipv.it/electric/cad

Concetti base

- **GRANDEZZE ELETTRICHE FONDAMENTALI**

Carica q [As]

q_e=-1.6 10^{-19} As

I portatori di carica possono essere negativi
o positivi (e.g. in un semiconduttore: elettroni e lacune)

Energia e [J]

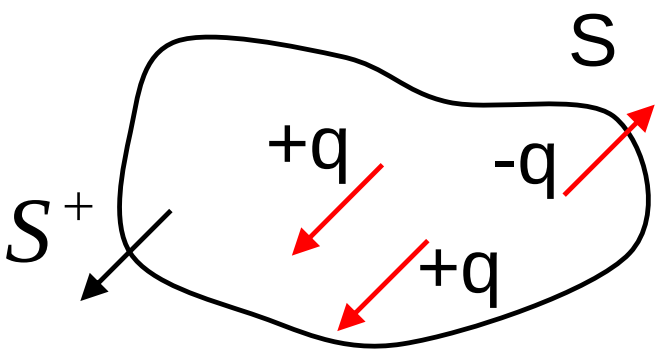
L'energia si presenta in diverse forme
(chimica, termica, meccanica, elettrica)

L'energia si può convertire da una forma all'altra.
La forma elettrica è particolarmente pregiata per la trasmissibilità a lunga distanza.

Concetti base

- **GRANDEZZE ELETTRICHE DERIVATE**

Corrente i [A]



S aperta, orientata

Carica totale che attraversa S in Δt

$$\Delta q = +mq - (-nq) = (m+n)q$$

Corrente media $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

Corrente di conduzione: moto ordinato delle cariche sottoposte ad un campo elettrico esterno (i.e. forza agente per unità di carica)

Convenzionalmente il verso della corrente è quello delle cariche +

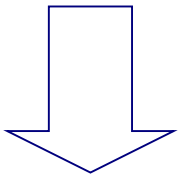
istantanea $i = \frac{dq}{dt}$

Concetti base

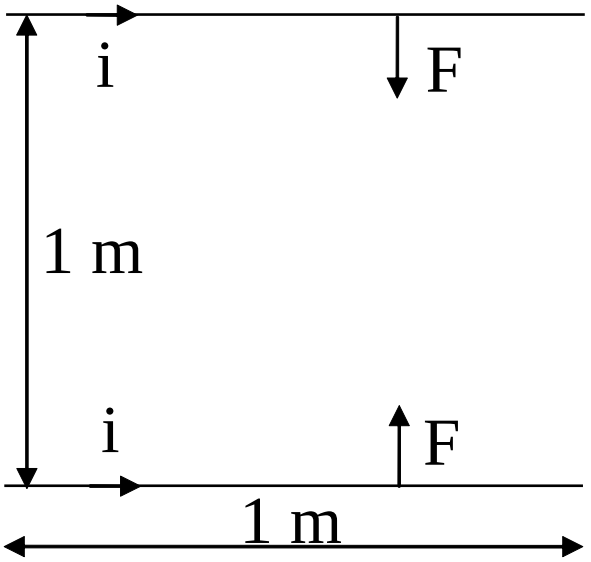
- **UNITÀ DI MISURA FONDAMENTALE**

La corrente elettrica (nel sistema MKSA)

Quando F = 2 10 $^{-7}$ N = 200 nN



i = 1 A



Forza ‘piccola’, corrente ‘grande’

Concetti base

- **GRANDEZZE ELETTRICHE DERIVATE**

Tensione v [V]

La tensione v_{AB} fra due punti A e B è il lavoro della forza agente sulla carica per spostare la carica positiva unitaria dal punto A al punto B lungo un cammino orientato

$$dv = \frac{d\ell_{AB}}{q}$$

spesa energetica per unità di carica

Se il lavoro (la tensione) dipende solo dagli estremi (A,B) del percorso, allora il sistema si dice *conservativo*.

Concetti base

- **GRANDEZZE DERIVATE**

Potenza p [W]

$$p = \frac{de}{dt}$$ tasso di variazione dell'energia

La potenza, in qualunque forma si trovi, si può fattorizzare **$p = f_i \cdot f_e$**

f_i: fattore intensivo ('through')

f_e: fattore estensivo ('across')

Concetti base

- **GRANDEZZE ELETTRICHE DERIVATE**

Esempi di fattorizzazione della potenza

	f_i	f_e
MECCANICA	F (forza)	v (velocità)
	C (coppia)	N (vel. angolare)
TERMODINAMICA	Q (calore)	ΔT (differenza di temperatura)
IDRAULICA	G (portata)	Δh (dislivello)

POTENZA ELETTRICA $p = i \cdot v$

Concetti base

- **UNITÀ DI MISURA DERIVATE**

La carica elettrica: [C] coulomb

da $i = \frac{dq}{dt}$ ⟹ [C] = [A][s]

La tensione elettrica: [V] volt

da $p = v \cdot i$ ⟹ [V] = [W] / [A] = ([W][s]) / ([A][s]) = = [J] / [C]

da $dv = \frac{d\ell_{AB}}{q}$ ⟹ [V] = [J] / [C]

Concetti base

- **SISTEMI ELETTRICI**

Si possono descrivere (modelli matematici)

- da un punto di vista locale

CAMPI

fenomeni locali, cioè azioni meccaniche, sulle strutture che portano cariche in quiete o in moto

- da un punto di vista globale

CIRCUITI

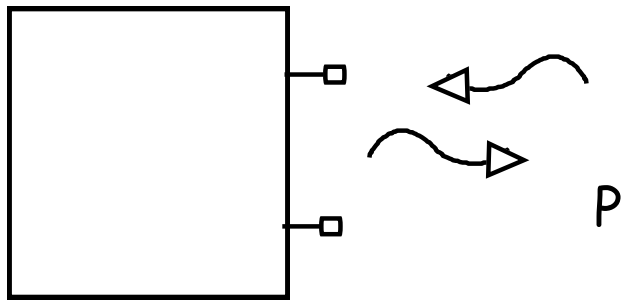
blocchi funzionali che convertono, trasmettono e utilizzano energia o informazione

Concetti base

- **IL BIPOLO**

  Sistema elettrico elementare caratterizzato da due morsetti

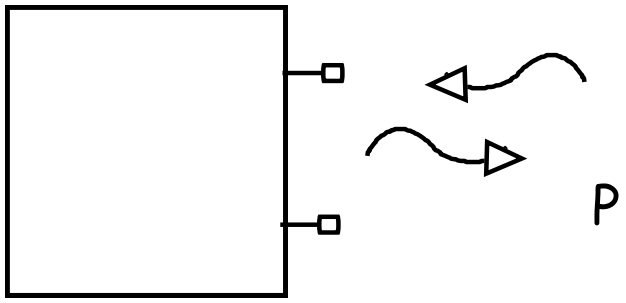
  E' il più semplice sistema considerato globalmente (scambi di potenza)



Il bipolo scambia potenza elettrica p attraverso una porta definita da una coppia di morsetti

Concetti base

- **IL BIPOLO**



Ai morsetti è possibile definire e misurare la terna (p , v , i) tale che p = vi

p , v , i , sono grandezze scalari dotate di segno

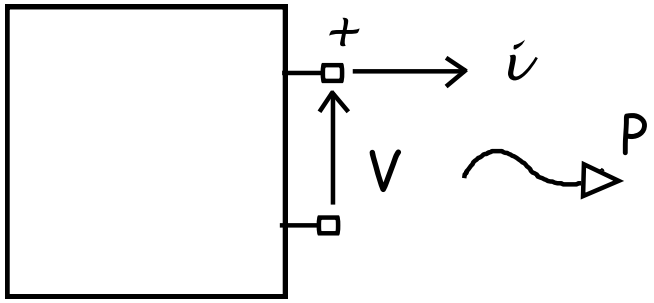
Occorre perciò definire una convenzione di riferimento e cioè

- fissare uno dei due morsetti (+ = riferimento)
- definire il segno positivo per p , v , i

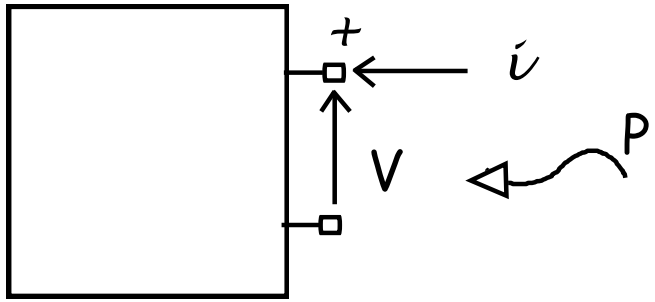
Concetti base

- **CONVENZIONI DI SEGNO PER I BIPOLI**

Convenzione dei generatori



Convenzione degli utilizzatori



Nel considerare un bipolo bisogna sempre fare riferimento ad una convenzione

Concetti fondamentali

- **COMPORTAMENTO ENERGETICO DEI BIPOLI**

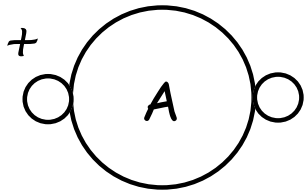
Segno potenza / Convenzione	p > 0	p < 0
Utilizzatori	Utilizzatore	Generatore
Generatori	Generatore	Utilizzatore

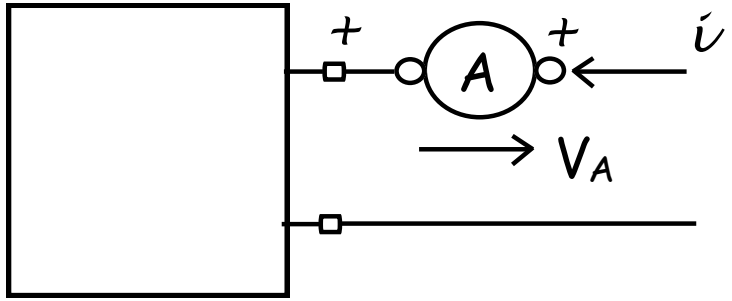
Concetti base

- **MISURARE LA CORRENTE**

*Con l'**amperometro***
(bipolo utilizzatore contrassegnato con la convenzione degli utilizzatori)

Va inserito in serie (cascata) perché deve sentire la corrente 'attraverso' (through)





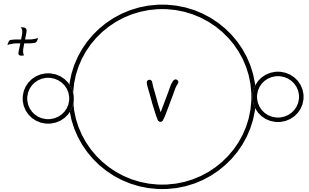
Non deve perturbare gli scambi di potenza

$(v_A = 0 , p_A = i \cdot v_A = 0)$

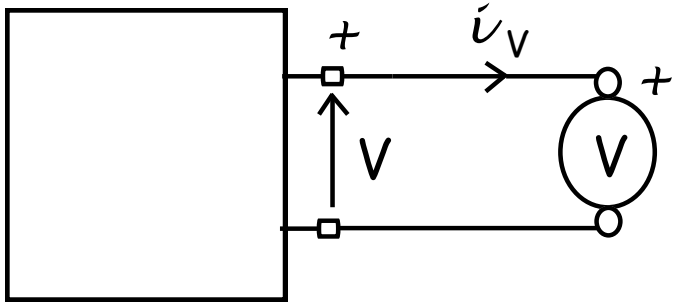
Concetti base

- **MISURARE LA TENSIONE**

*Con il **voltmetro***
(bipolo utilizzatore contrassegnato con la convenzione degli utilizzatori)



Va inserito in parallelo (derivazione)
perché deve sentire la tensione 'tra' (across)



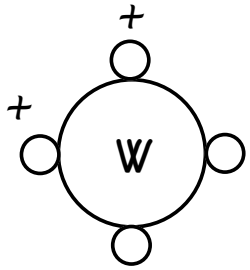
Non deve perturbare gli scambi di potenza

$(i_V = 0 , p_V = v \cdot i_V = 0)$

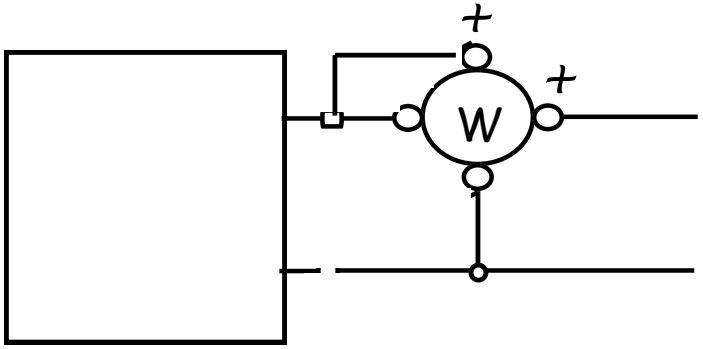
Concetti base

- **MISURARE LA POTENZA**

*Con il **wattmetro***
(doppio bipolo utilizzatore contrassegnato con la convenzione degli utilizzatori)



Inserzione:



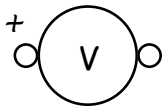
Morsetti amperometrici in serie
Morsetti voltmetrici in parallelo

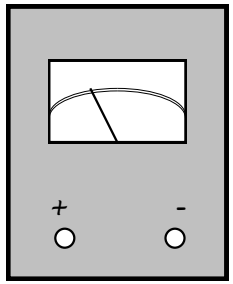
Concetti fondamentali

- **DIVERSI TIPI DI STRUMENTI**

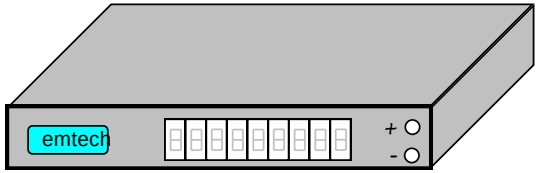
  per diversi TIPI DI REGIME

  Regime stazionario

  Strumenti indicano un valore, ad esempio il voltmetro 



analogico
(a indice)



digitale
(a cifre)

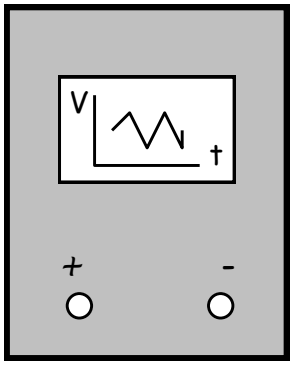
Concetti fondamentali

- **DIVERSI TIPI DI STRUMENTI**

  per diversi TIPI DI REGIME

  Regime variabile

  Strumenti registratori
  (registrano una funzione del tempo, ad es. v(t))



Oscilloscopio a raggi catodici (CRO)
(voltmetro registratore)

Concetti fondamentali

- **CARATTERISTICHE DI UNO STRUMENTO**

  - **regime** (c.c., c.a., variabile)
  - **portata** (massima indicazione)
  - **classe** (massimo errore percentuale relativo alla portata)