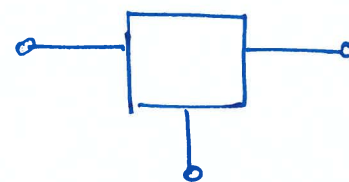
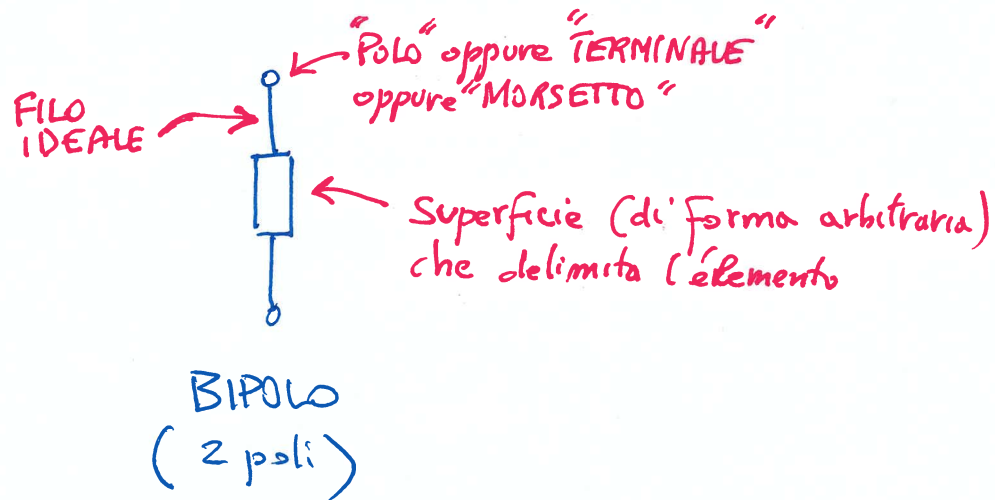


□ CIRCUITO (MODELLO CIRCUITALE A PARAMETRI CONCENTRATI)

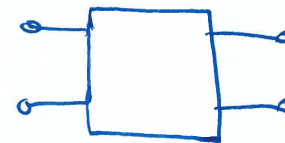
①

Un circuito è costituito dall'interconnessione di elementi detti MULTIPOLI

□ MULTIPOLI



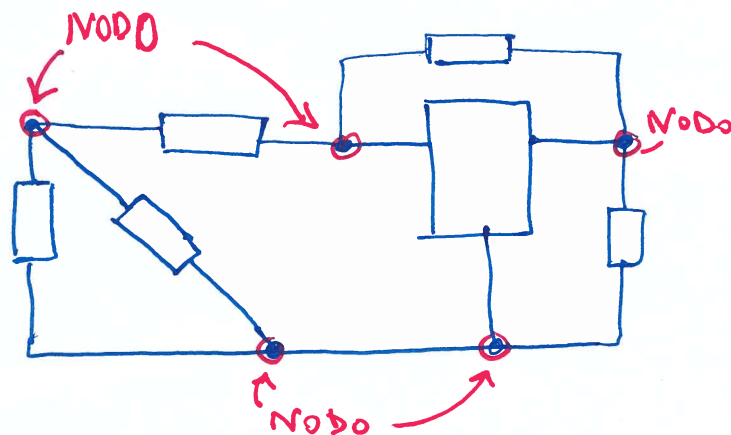
TRIPOL
(3 poli)



QUADRIPOLO
(4 poli)

(In generale possiamo definire un n -polo con n poli)

□ ESEMPIO



□ NODI sono punti di interconnessione fra i poli (anche attraverso fili ideali)

- L'organizzazione spaziale non ha alcun ruolo conta solo la TOPOLOGIA (relazioni di interconnessione)

□ SCOPO DELLA TEORIA DEI CIRCUITI

1 bis

Studiare il modello circuitale sviluppando la necessaria teoria matematica per caratterizzare gli scambi di energia elettrica che avvengono tra i 'multipoli'

□ VARIABILI DI INTERESSE

- CORRENTE $i(t)$
- TENSIONE $v(t)$ (en: "voltage")
- POTENZA $p(t)$

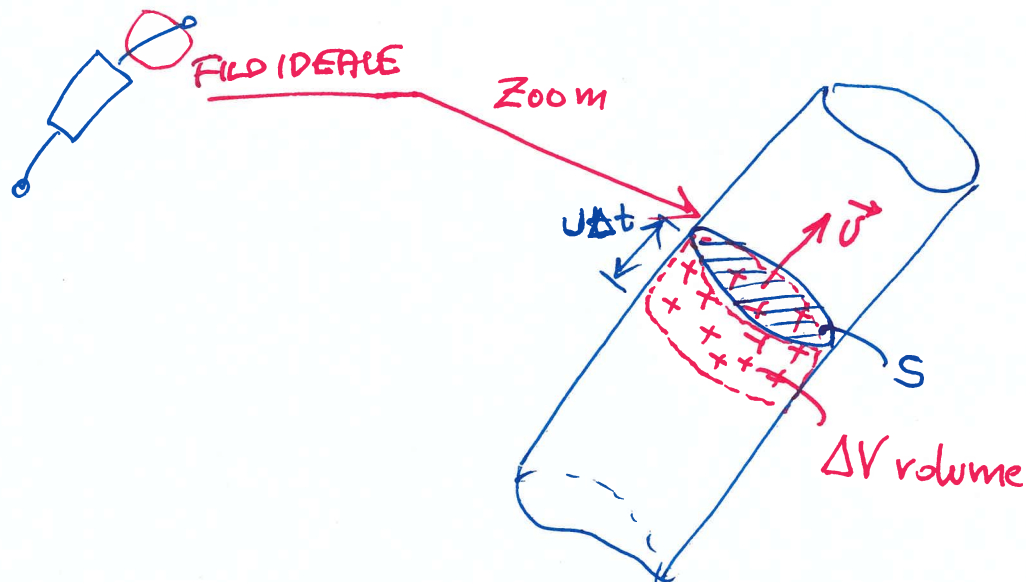
In generale dipendenti dal tempo (t)

Queste grandezze sono definite all'esterno dei multipoli come mostrato nel seguito

□ CORRENTE

Descrive la legge del moto delle cariche nei fili ideali

②



u velocità [m/s]
 ρ densità di carica libera [C/m^3]

Nel tempo Δt la carica Δq che era nel volume ΔV passa la superficie di controllo S

$$\Delta V = S u \Delta t$$

$$\Delta q = \rho \Delta V = \rho S u \Delta t$$

Definiamo corrente

$$i(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \rho S u(t)$$

Unità di misura $\left[\frac{C}{m^3} m^2 \frac{m}{s} \right] = \left[\frac{C}{s} \right] = [A]$ AMPERE

È una QUANTITÀ ALGEBRICA ovvero $i(t) \geq 0$ in fatti:

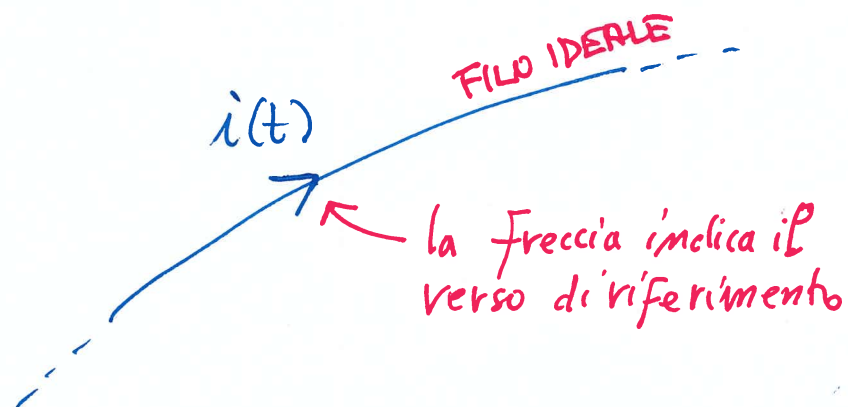
In particolare notare come cambia segno al cambiare del verso positivo scelto per descrivere la velocità u che diremo

"VERSO DI RIFERIMENTO DELLA CORRENTE"

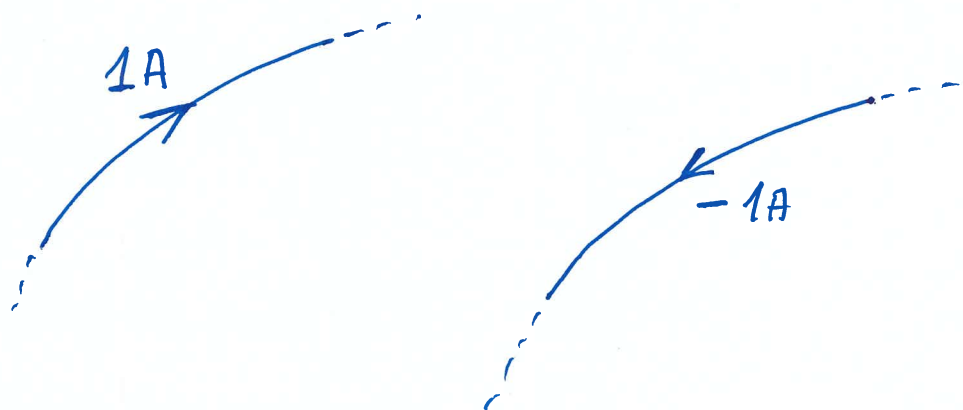
ρ		$u(t)$		$i(t)$
+	x	+	→	+
-	x	+	→	-
+	x	-	→	-
-	x	-	→	+

Notazione nel circuito:

2 bis

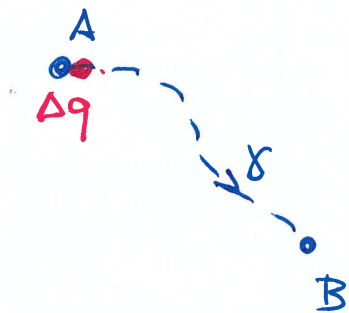


Le seguenti due rappresentazioni della stessa corrente sono quindi equivalenti:



□ TENSIONE

Descrive la differenza di energia potenziale per unità di carica fra due punti (3)



Il campo elettrico ammette una energia potenziale W_p ovvero, il lavoro compiuto su una carica Δq che si sposta da un punto A ad un punto B lungo un percorso γ non dipende da tale percorso, ma solo dai punti A e B, e si può esprimere come differenza di energia potenziale:

$$W_{A \rightarrow B} = W_p(A) - W_p(B) \quad [J]$$

Definiamo quindi la TENSIONE fra i punti A e B come

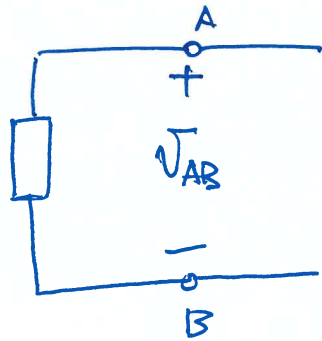
$$V_{AB} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{\Delta q} = \frac{W_p(A) - W_p(B)}{\Delta q}$$

UNITÀ: $\left[\frac{J}{C} \right] = [V] \quad \text{VOLT}$

□ Nel circuito, ai punti A e B giacciono su FILI IDEALI (esempio qui sotto riferito ai bipoli) (3 bls)

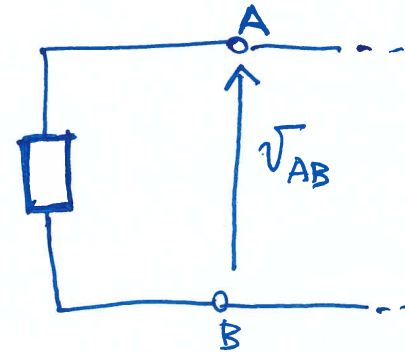
NOTAZIONE ANGLOSASSONE

o "DEL + E -"



+ rappresenta A, - rappresenta B

NOTAZIONE "DELLA FRECCIA" (VERSIONE IT)

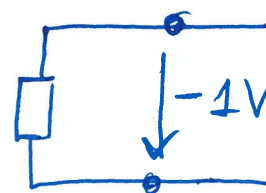
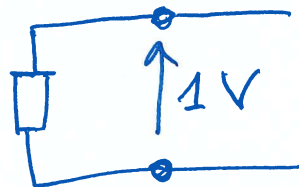


la punta della freccia rappresenta A

A questo punto, indicare A e B non e' essenziale (bastano i +/- o la freccia)

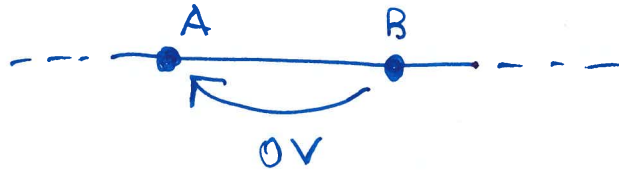
□ Dalla definizione appare evidente che la tensione e' una quantita' ALGEBRICA $V(t) \geq 0$ (basta scambiare A con B e si cambia segno) $V_{AB} = -V_{BA}$

Queste due rappresentazioni della stessa tensione sono equivalenti:

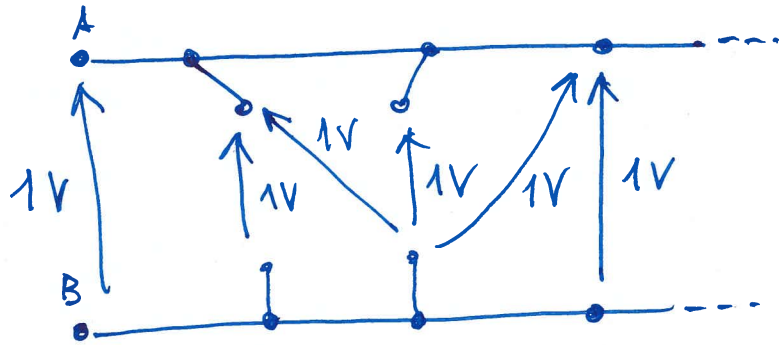


□ EQUIPOTENZIALITÀ DEI FILI IDEALI

3 tris



Se i due punti A e B sono sullo stesso filo ideale, la tensione $V_{AB} = 0$



Tutte queste tensioni sono uguali in quanto definite per coppie di punti che sono sempre collegate ad A e B attraverso due fili ideali

□ LEGGE DI KIRCHHOFF DELLE CORRENTI (KCL)

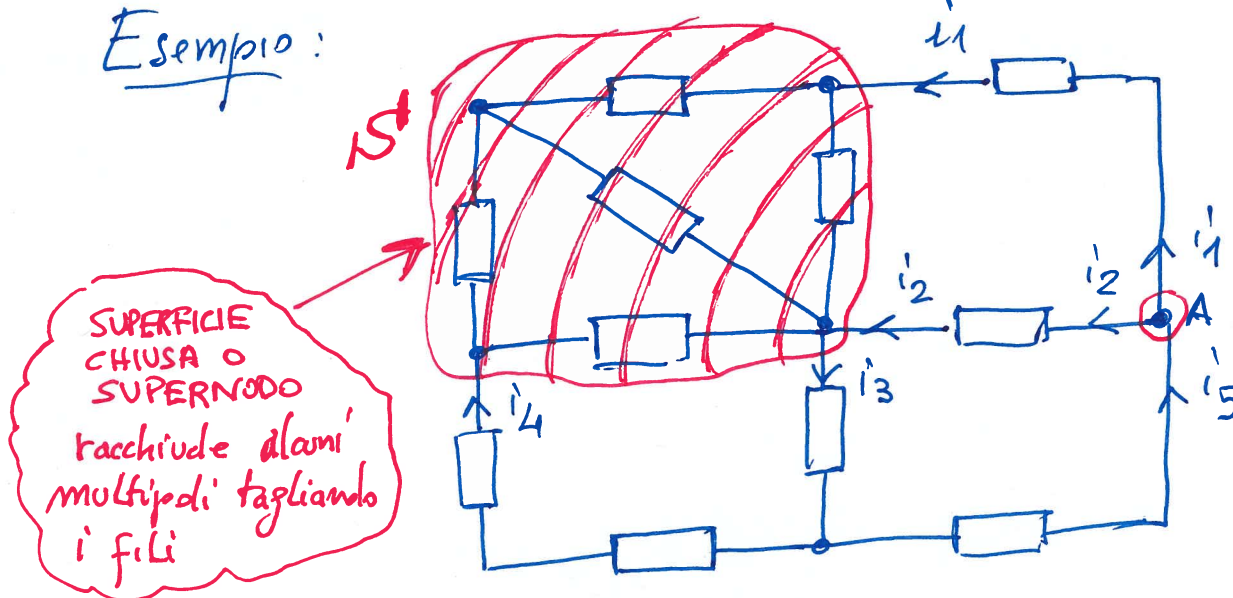
4

La somma algebrica delle correnti entranti in
DUE VERSIONI
uscanti da una SUPERFICIE CHIUSA e' uguale a ZERO in ogni istante di tempo.

- SINONIMO: "SUPERNODO"
- CASO PARTICOLARE: NODO

$$\sum_{k=1}^N i_k(t) = 0 \quad \forall t$$

Esempio:



- Guardare all'esterno di S'
- Osservare le correnti che entrano/escono dai fili tagliati da S' , all'esterno

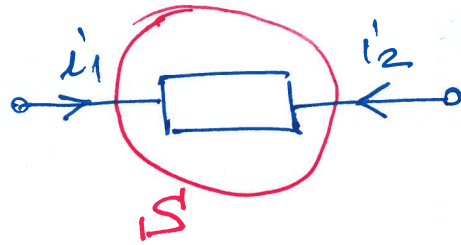
- KCL S' (correnti entranti +):
 $+i_1 + i_2 - i_3 + i_4 = 0 \quad \forall t$
- KCL S' (correnti uscenti +):
 $-i_1 - i_2 + i_3 - i_4 = 0 \quad \forall t$

(e' la stessa di prima dal punto di vista matematico!)

- CASO PARTICOLARE ma importante e' IL NODO

Esempio KCL A: $i_1 + i_2 - i_5 = 0 \quad \forall t$

□ CONSEGUENZA DI KCL PER IL BIPOLO



$$\text{KCL } S: i_1 + i_2 = 0$$

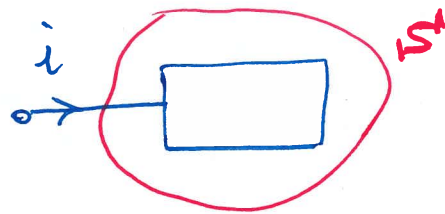
$$\Rightarrow \boxed{i_2 = -i_1}$$

Il bipolo ha una sola corrente indipendente.

Converrà introdurre una sola corrente in questo modo:



□ IL "MONOPOLO" È POCO INTERESSANTE:



$$\text{KCL } S: \boxed{i = 0}$$

Nessuna corrente può fluire!

□ LEGGE DI KIRCHHOFF DELLE TENSIONI (KVL)

(5)

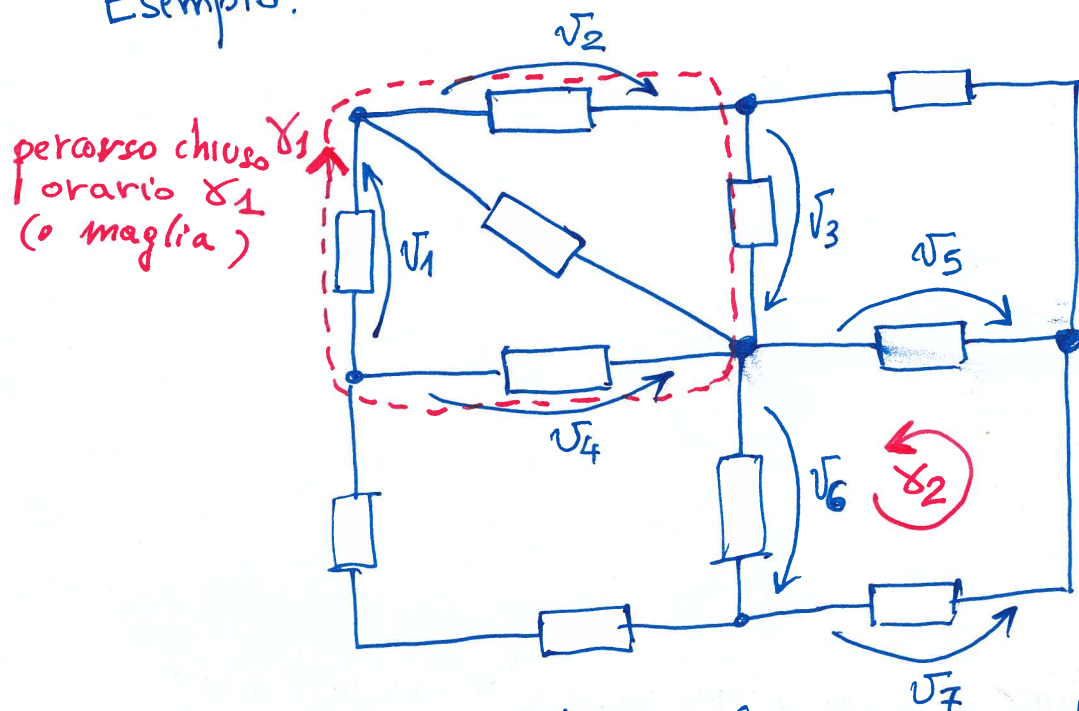
La somma algebrica delle tensioni lungo un PERCORSO CHIUSO ORIENTATO in senso...

--- $\begin{matrix} \text{ORARIO} \\ \text{DUE VERSIONI} \\ \text{ANTIORARIO} \end{matrix}$ e' uguale a zero
in ogni istante di tempo.

- SINONIMO: MAGLIA (MESH)
- CASO PARTICOLARE: ANELLO (LOOP)

$$\sum_{k=1}^N v_k(t) = 0 \quad \forall t$$

Esempio:



KVL γ_1 (tensioni orarie +) :

$$v_1 + v_2 + v_3 - v_4 = 0 \quad \forall t$$

- CASO PARTICOLARE e' l'ANELLO (ES. γ_2), una maglia senza "nulla dentro", nel disegno planare del circuito

$$\text{KVL } \gamma_2: v_7 - v_5 + v_6 = 0 \quad \forall t$$