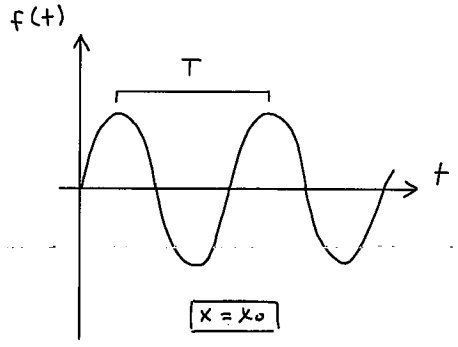
# CIRCUITI A PARAMETRI CONCENTRATI

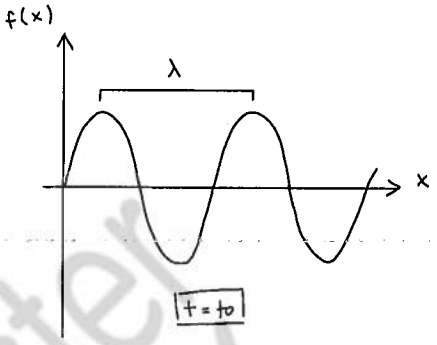
Potenziale elettrico: $V(x,y,z,t) \Rightarrow V(t)$ : noi studiamo V solo come funzione del tempo; il parametro spaziale si perde perché si lavora "a bassa frequenza".

Le onde meccaniche si propagano nello spazio. Si possono studiare secondo 2 punti di vista:




$\frac{1}{T} = f$

periodo — frequenza




$\lambda = \frac{c}{f}$ → velocità luce nel vuoto = $3 \cdot 10^8$ m/s

1) Fisso una posizione spaziale e studio come si muove nel tempo (es. galleggiante che va su e giù con il movimento dell'onda)

2) Fisso il tempo e vedo come si propaga nello spazio (es. onda elettromagnetica)

Per capire se si possono usare i parametri concentrati si devono confrontare $\lambda$ e $L$, con $L$ = lunghezza dispositivo usato. Se $\lambda >> L$ (>> significa almeno due ordini di grandezza) si possono usare.

Es. 1 : rete domestica: $f = 50\,Hz \Rightarrow \lambda = c/f = 6 \cdot 10^6$ m, $L \sim 100$ m

$\lambda >> L$ : OK

Es. 2 : processori: $f = 1\,GHz \Rightarrow \lambda = 30$ cm, $L = 30$ cm $\Rightarrow$ NO parametri concentrati

Usare i parametri concentrati quando non si verifica la condizione porterebbe a risultati privi di significato.

Un oggetto può assumere comportamenti diversi a seconda della frequenza adottata: es. un filo di rame a bassa frequenza fa solo da collegamento, mentre ad alta frequenza può diventare un'antenna.

# DEFINIZIONI GENERALI

**TENSIONE** : è la differenza di potenziale

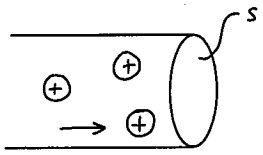
$V_{ab} = -\int_a^b \bar{E}\, d\bar{l}$




↳ sempre tra due punti

Se E è irrotazionale, V non dipende dal percorso ⇨ V di un percorso chiuso = 0.

**CORRENTE**




$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ attraverso la superficie S

⇨ $i(t) = \frac{dq}{dt}$

↳ corrente istantanea

La corrente viaggia nei conduttori (materiali con elettroni liberi).

**POTENZA** : $P(t) = v(t) \cdot i(t)$ [W]

Noi guarderemo gli effetti macroscopici dei campi elettrici, ovvero V ed I.
Siamo interessati a conoscere la RISPOSTA o USCITA del circuito, ovvero una tensione o una corrente (non serve sapere tutto).

**BIPOLO** :

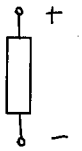


ha 2 terminali per mezzo dei quali si può connettere al "resto del mondo".

- ai capi ha v(t) |→ definiscono il bipolo
- vi scorre i(t)

$$\begin{cases} v(t) = F[i(t)] \\ i(t) = G[v(t)] \end{cases}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745



Tensione: non si usa $V_{ab}$, ma si ha sempre

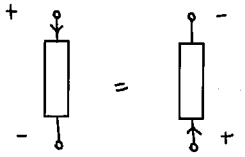
$v(t) = V_+ - V_-$ (può essere $>0$ o $<0$)



Corrente: il verso di $i(t)$ è indicato dalla freccia (verso delle cariche positive).

Si hanno quindi 2 riferimenti:

- RIFERIMENTI ASSOCIATI o DEI CARICHI



$P(t) = i(t) \cdot v(t) > 0$ ⇨ assorbita dal dipolo
↳ se la potenza è positiva, significa che è stata assorbita dal carico

- RIFERIMENTI NON ASSOCIATI o DEI GENERATORI



$P(t) > 0$ ⇨ ceduta dal dipolo
↳ se la potenza è positiva, significa che è stata erogata dal generatore

ENERGIA : $E = \int_0^t P(t)\,dt$

Nel caso dei consumi domestici (bollette) si usano i kWh al posto dei Joule perché hanno valori più compatti (1 kW = 1000 W, 1 h = 3600 s)

DEFINIZIONI DEI BIPOLI

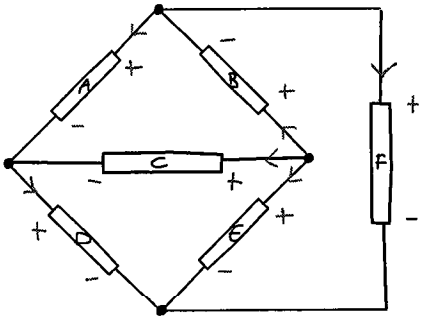
LINEARITÀ: un bipolo è lineare se le funzioni F e G sono lineari [ovvero: $f(ax+by) = af(x) + bf(y)$]. I circuiti reali possono spesso essere approssimati a lineari.

PASSIVITÀ: un bipolo è passivo se la potenza $P(t) \geq 0$ $\forall t$ usando i riferimenti associati.

TEMPO INVARIANZA: un bipolo è tempo invariante se la curva che descrive la dipendenza tra i e v non varia nel tempo.

MEMORIA: un bipolo ne è privo se i valori di i e v non dipendono, in ogni istante, dai valori assunti precedentemente.

## DEFINIZIONI DI UN CIRCUITO




→ ho messo i riferimenti associati in modo arbitrario

**NODO**: terminale a comune tra bipoli

**RAMO**: collegamento tra nodi

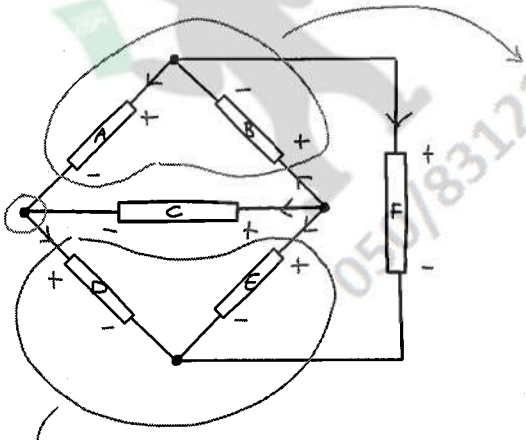
**MAGLIA**: insieme di rami che formano un percorso chiuso, in modo che partendo da uno dei nodi e ritornando ad esso si attraversano tutti i rami solo una volta.

## PRINCIPI DI KIRCHHOFF

**I**: **KCL** (Kirchhoff's current law)

$\sum_k i_k(t) = 0$ su una superficie chiusa.

"La somma algebrica delle correnti che attraversano una superficie chiusa è nulla".




$-i_A + i_B - i_F = 0$

↳ $i_A$ e $i_F$ sono NEGATIVE perché ESCONO dalla superficie

$i_D + i_E + i_F = 0$

↳ correnti POSITIVE perché ENTRANO nella superficie

Spesso si scelgono i nodi come superfici chiuse.

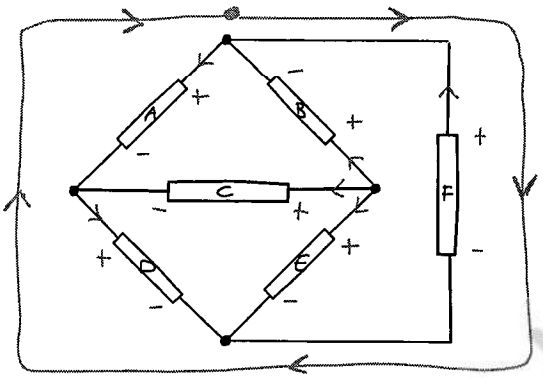
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

## II : KVL (Kirchhoff's voltage law)

$\sum_{jk} v_{jk}(t) = 0$ su un percorso chiuso.

"La somma algebrica delle cadute di tensione dei rami che formano una maglia è nulla".

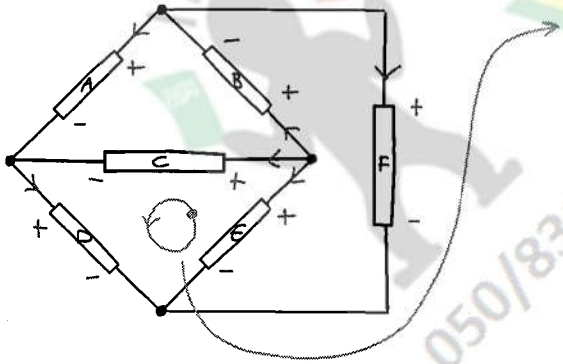
↳ = percorso chiuso



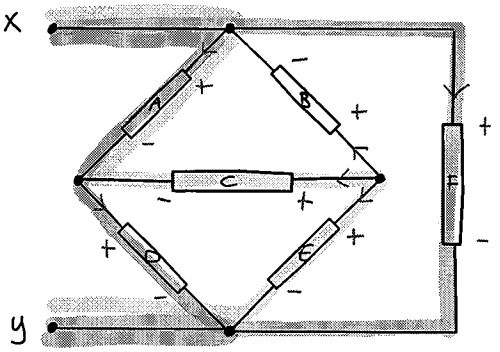

- Scelgo una maglia
- Scelgo arbitrariamente un verso di percorrenza
- Parto da un punto (•) e sommo tutte le v che trovo lungo il percorso

$V_F - V_D - V_A = 0$ → $+V_F$ perché seguendo il verso scelto all'inizio vado da + a − $-V_D$, $-V_A$ perché vado da − a +

NON si deve considerare il verso della corrente




$V_C + V_D - V_E = 0$




Per calcolare la tensione tra x e y, ovvero $V_{xy}$, scelgo un percorso qualsiasi che vada da x a y.

$V_{xy} = V_F = V_A + V_D = V_A - V_C + V_E$

↳ alcuni dei possibili percorsi con risultato equivalente

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745