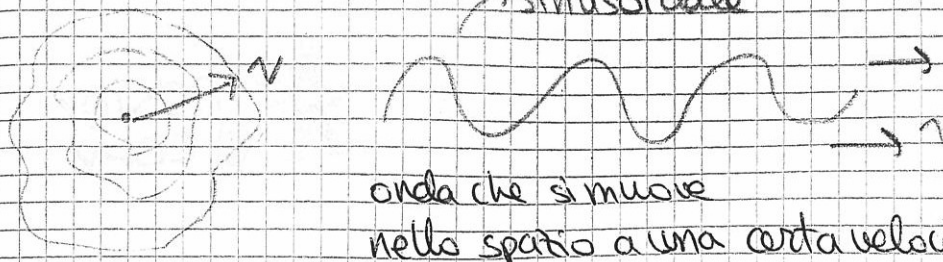
Approccio a parametri concentrati (TEORIA DELL'ELETTROMAGNETISMO)

CONCETTO DI ONDE

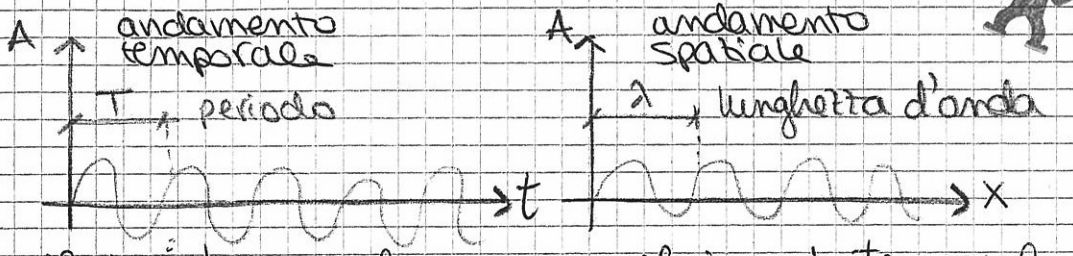
- ONDA MIGRANTE:



onda che si muove nello spazio a una certa velocità v
es. onde acustiche / elettromagnetiche

c = velocità delle onde elettromagnetiche nel vuoto
$= 3 \cdot 10^8$ m/s

- GRAFICO DELL'ONDA MIGRANTE:



riferimento spaziale, in $x(0)$

riferimento temporale, in $t(0)$

$T = \frac{1}{f}$ (in termini temporali) PERIODO TEMPORALE

$\lambda = \frac{c}{f}$ (in termini spaziali) PERIODO SPAZIALE

IPOTESI FONDAMENTALE: $\boxed{\lambda >> D}$

dove D = dimensione fisica del sistema. Se è verificata questa ipotesi, si possono utilizzare le regole dell'elettrotecnica.

esempio 1: APPROSSIMAZIONE GIUSTA ($\lambda >> D$)

$f = 50$ Hz $\Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 6 \cdot 10^6$ m

per $D \ll 6 \cdot 10^4$ possiamo usare le regole dell'elettrotecnica

↓ almeno 2 ordini di grandezza

TENSIONE, CORRENTE E BIPOLI

Richiami di FISICA 2

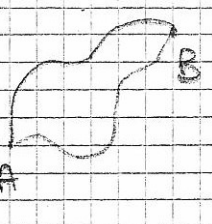
- $\vec{F} = q\vec{E}$
  - attrattiva o repulsiva a seconda del segno delle cariche

Q

q_A



- DIFFERENZA DI POTENZIALE:



V funz di stato → indipendente dal percorso

$$V_{AB} = -\int_B^A \vec{E}\,d\vec{l}$$ (circuitazione di $\vec{E}$)

(opposto alle F del campo)

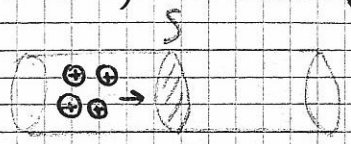
$$= \frac{\mathcal{L}}{q}$$ (lavoro per unità di carica)

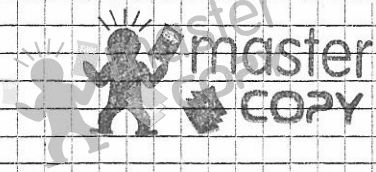
B rif $\to +\infty \Rightarrow V_A$ (potenziale di un solo punto)

V_{AB} = TENSIONE [V] ⇒ è sempre una differenza fra 2 punti

- CORRENTE

Consideriamo un conduttore che permette il movimento di elettroni; anche se poi guardo il FLUSSO DI CARICHE POSITIVE:





$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \text{CORRENTE [A]}$$

$$\lim_{\Delta T \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{dq}{dt} = i(t) \Rightarrow$$ def. di corrente da media a istantanea

$p(t) = v(t) \cdot i(t) =$ POTENZA [W] $\quad W(t) = \int p(t)$ [J] = ENERGIA

esempio 2: APPROSSIMAZIONE SBAGLIATA ($\lambda \not\gg D$)

$f = 1\ GHz = 1 \cdot 10^9\ Hz \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 30\ cm \Rightarrow$ stesso ordine di grandezza di D, non è verificato $\lambda \gg D$

Noi lavoreremo in condizioni di $\lambda \gg D$, cioè a BASSA FREQUENZA (quindi a parametri concentrati).

Componenti di circuiti elettrici:

IL BIPOLO = oggetto con due terminali, attraverso i quali interagisce con l'esterno.



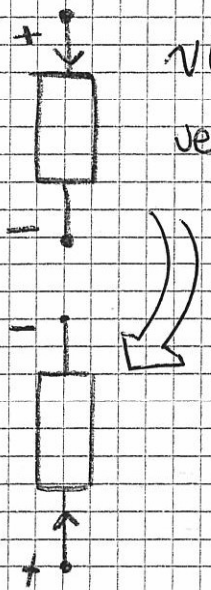
attraverso i POLI (o terminali) possiamo misurare $v(t)$ e attraverso di essi fare $i(t)$

RELAZIONI IMPORTANTI:

$v(t) = F[i(t)]$

$i(t) = G[v(t)]$ $\Rightarrow$ F e G definiscono il bipolo con cui stiamo lavorando

Sistemi di riferimento (TENSIONE-CORRENTE)



$v(t) = v_+ - v_-$ (significato di $\oplus$ e $\ominus$)

verso di $i(t)$ (indicato dalla freccia)

SONO RIFERIMENTI COINCIDENTI, e si chiamano ASSOCIATI o DEI CARICHI

significato fisico:

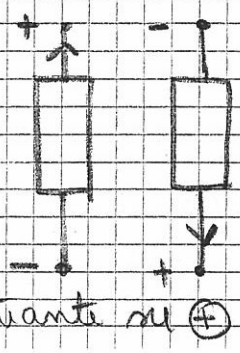
$p(t) = v(t)\, i(t)$

se $p > 0$ la potenza è assorbita dal bipolo

se $p < 0$ la potenza è ceduta dal bipolo

uscenti da $\oplus$

posso scegliere io se usare riferimenti associati o non



entranti in $\oplus$

$\Rightarrow$ SONO RIFERIMENTI NON COINCIDENTI, e si chiamano NON ASSOCIATI o GENERATORI

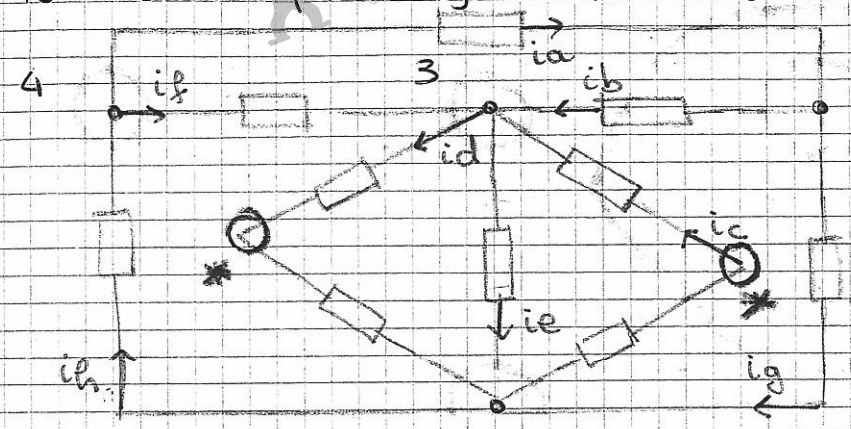
se $p(t) > 0$ la potenza è generata

Proprietà dei BIPOLI

- LINEARITÀ: F e G sono lineari
- PASSIVITÀ: $W(t) \geq 0 \ \forall t$ (nei riferimenti associati)
  (cioè assorbe sempre potenza)
- TEMPO INVARIANTE: F e G indipendenti dal tempo
- MEMORIA: F e G dipendono da $t_0 < t$ (dipendenza da uno stato passato)

KCL → legge di Kirchoff delle correnti

circuito = unione di bipoli collegati attraverso terminali



DEFINIZIONI:

- RAMO → uno dei bipoli (collegamento fra 2 terminali)
- NODO → punto in comune fra più rami (3 o più rami)
- MAGLIA → generico percorso chiuso in un circuito

1^ legge di Kirchoff:

$\sum_k i_k(t) = 0$ (POSTULATO)

La somma delle correnti che attraversano una SUPERFICIE chiusa sono istantaneamente uguali a zero.

Prendo una sup. chiusa corrispondente ai nodi:

$i_a(t) - i_b(t) - i_g(t) = 0$ (1) NODO

$i_g(t) - i_h(t) + i_e(t) - i_c(t) + i_d(t) = 0$ (2) NODO

RICORDA: $i > 0$ entrante
$i < 0$ uscente

Posso scrivere la 1^ legge di Kirchoff per ogni nodo, in questo caso sono 4.

Si può dimostrare in un circuito con r rami e n nodi che il numero di equazioni linearmente indipendenti può essere solo n-1

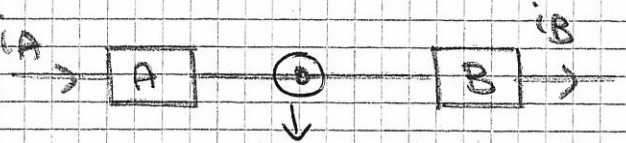
In questo caso abbiamo 4 nodi, quindi possiamo scrivere 3 EQUAZIONI INDIPENDENTI.

In realtà posso scegliere una qualsiasi superficie chiusa, ad esempio la sup. chiusa 5, dove avrò:

$i_a(t) - i_b(t) - i_g(t)$

È comunque più facile far coincidere la superficie chiusa con un nodo.

NOTA:



Se prendo questo come nodo, ottengo che: $i_A - i_B = 0 \Rightarrow i_A = i_B$ applicando la prima legge di Kirchoff.

KVL E CIRCUITO EQUIVALENTE

→ legge di Kirchoff delle tensioni

2^ legge di Kirchoff:

$\sum_{jk} v_{jk}(t) = 0$ (POSTULATO)

La somma algebrica delle tensioni tra tutti i nodi in un percorso chiuso è uguale a zero.

⚠ Questa legge è come un postulato per elettrotecnica, ma in realtà deriva da considerazioni fatte a fisica 2 riguardo all'IRROTAZIONALITÀ di $\vec{E}$ e riguardo al fatto che ΔV su un percorso chiuso che ritorna sullo stesso punto è uguale a zero.