EQUAZIONI DI MAXWELL

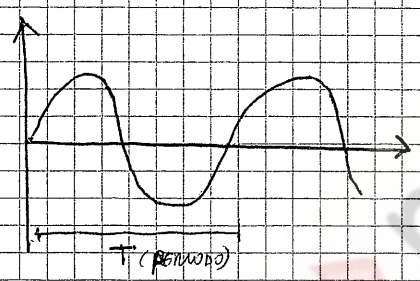
$$\oint_\Gamma \bar{B}\cdot d\bar{l} = \mu I \qquad \oint_\Gamma \bar{E}\, d\bar{l} = \phi$$

$$\oint_\Sigma \bar{E}\, d\bar{S} = \frac{Q_{INT}}{\varepsilon_0} \qquad \oint_\Sigma \bar{B}\, d\bar{S} = \phi$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

NOTA: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow \lim_{\Delta t \to 0} I = \frac{dq}{dt} = I(t)$ CORRENTE ISTANTANEA

- SOLITAMENTE LE GRANDEZZE DIPENDONO DA (x, y, z, t), MA SI NOTA CHE QUI DIPENDONO AL PIÙ DA t. SI FA UN'APPROSSIMAZIONE:



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

$$\lambda = \frac{c}{f} = \text{LUNGHEZZA D'ONDA}$$

SE DEFINIAMO CON L LA LUNGHEZZA CARATTERISTICA (DIMENSIONE FISICA) DEL CIRCUITO E LA CONFRONTIAMO CON λ, POSSIAMO ASSUMERE CHE:

- SE $\lambda \gg L \Rightarrow$ ALLORA SI PUÒ ASSUMERE VALIDE LE LEGGI DI E.T.
- SE $\lambda \simeq L \Rightarrow$ I CONTI VENGONO SBAGLIATI

SI CONCLUDE CHE LE LEGGI DI E.T. VALGONO SOLO PER BASSE FREQUENZE (λ GRANDI), O PER CIRCUITI MOLTO PICCOLI.

ES

$f = 50\,Hz$ → FREQUENZA DOMESTICA (ENEL) → $T = 20\,ms$

$\lambda = 6 \cdot 10^6$

$L = 3\,m$

$\lambda \gg L$ → LEGGI VALIDE

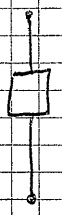
CURIOSITÀ

① PER PALI DELLA LUCE, LUNGHI CHILOMETRI, NON VALGONO LE LEGGI DI E.T., QUINDI NON SI PUÒ FARE L'APPROSSIMAZIONE SUDDETTA, TALE CHE:

$$i(x, y, z, t) \simeq I(t)$$

② UN FILO CONDUTTORE AD ALTE FREQUENZE SI COMPORTA DA ANTENNA, MENTRE PER FREQUENZE BASSE, COME RESISTENZA.

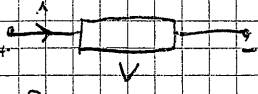
BIPOLO



IL NOME "BIPOLO" DERIVA DAL FATTO CHE QUESTO ELEMENTO POSSIEDE 2 POLI (MORSETTI, CAPI, ...), ATTRAVERSO I QUALI ESSI COMUNICANO CON L'ESTERNO. CIASCUNO DI ESSI È DEFINITO, CON UNA LEGGE IDENTIFICATIVA, IN GRADO DI LEGARE TENSIONE E CORRENTE (E VICEVERSA).

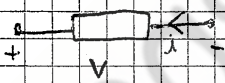
- $v(t) = F[i(t)]$
- $i(t) = G[v(t)]$

NOTAZIONE

RIFERIMENTI ASSOCIATI: ①  → LA CORRENTE VA DA (+) A (−)

② $P = v \cdot i > 0$ SE BIPOLO ASSORBE POTENZA

$P = v \cdot i < 0$ SE BIPOLO CEDE POTENZA

RIFERIMENTI NON ASSOCIATI: ①  → LA CORRENTE VA DA (−) A (+)

② $P > 0$ SE CEDUTA

$P < 0$ SE ASSORBITA

PROPRIETÀ DEL BIPOLO

- LINEARITÀ: SE LA CURVA CHE RAPPRESENTA IL BIPOLO È UNA RETTA PER L'ORIGINE
- PASSIVITÀ: SE USANDO I RIF. ASSOCIATI, IL BIPOLO HA SEMPRE $P \geq 0$, CIOÈ ESSO NON CEDE MAI ENERGIA, MA LA ASSORBE E BASTA.
- TEMPO INVARIANZA: SE LA CURVA CHE RAPPRESENTA IL BIPOLO NON VARIA NEL TEMPO.
- MEMORIA: UN BIPOLO CHE HA MEMORIA, SIGNIFICA CHE I VALORI DI TENSIONE ~~CORRENTE~~ AI SUOI CAPI, AD UN CERTO ISTANTE, DIPENDONO DAI VALORI ASSUNTI DALLA CORRENTE NEGLI ISTANTI PRECEDENTI. IN GENERALE CI SARANNO DELLE CONDIZIONI INIZIALI CHE SPECIFICANO LO STATO DEL BIPOLO ALL'ISTANTE t_0. SE NON HA MEMORIA, SIGNIFICA CHE, INVECE, LA TENSIONE AI SUOI CAPI AD UN CERTO ISTANTE, DIPENDE SOLO DAL VALORE DELLA CORRENTE IN QUELL'ISTANTE.

PROPRIETÀ DEL CIRCUITO

NODO: PUNTO COMUNE TRA 2 BIPOLI

RAMO: COLLEGAMENTO TRA 2 NODI

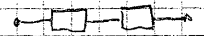
MAGLIA: PERCORSO CHIUSO ALL'INTERNO DEL CIRCUITO.

LEGGI DI KIRCHHOFF

① $\sum_{j=1}^{r} I_j(t) = \phi$ LA SOMMA DELLE CORRENTI IN UNA LINEA CHIUSA COINCIDENTE COL NODO CONSIDERATO, È ZERO.

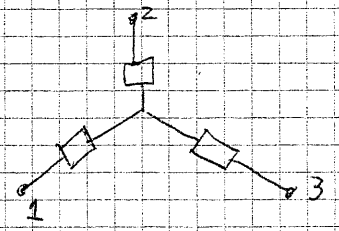
② $\sum_{j,k=1}^{n} V_{jk}(t) = \phi$ LA SOMMA DELLE ddp DI UNA MAGLIA (LINEA CHIUSA), È ZERO.

COLLEGAMENTI:

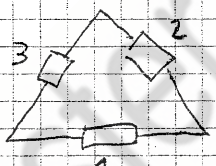
SERIE:  STESSA $i(t)$ SCORRE NEI BIPOLI.

PARALLELO:  STESSA ddp AI CAPI DEI BIPOLI

STELLA:

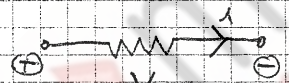


TRIANGOLO:

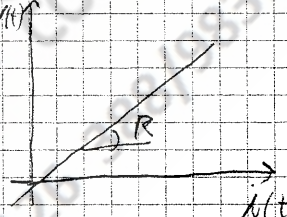


TIPI DI BIPOLO:

① RESISTORE:

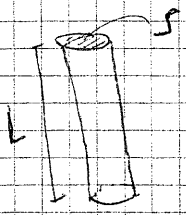


BIPOLO PASSIVO, LINEARE NEL TEMPO E SENZA MEMORIA. QUI SOTTO IL SUO GRAFICO:



- $V(t) = R[i(t)]$
- $P = V(t) \cdot i(t) = R \cdot i^2(t) \geq 0$ SEMPRE!! CIOÉ ASSORBE POTENZA, DISSIPANDOLA SOTTO FORMA DI CALORE PER EFFETTO JOULE: È UN BIPOLO PASSIVO.

PREGO CON FILO, SI DIMOSTRA CHE:



$R = \rho \frac{L}{S} = \frac{L}{\sigma S}$ DOVE: R = RESISTENZA, ρ = RESISTIVITÀ $= \frac{1}{\sigma}$, σ = CONDUCIBILITÀ

- OSS ①

LA RESISTIVITÀ (E QUINDI LA CONDUCIBILITÀ) DIPENDE DALLA TEMPERATURA, TALE CHE PIÙ IL FILO È CALDO, E MAGGIORE È LA RESISTENZA

- OSS ②

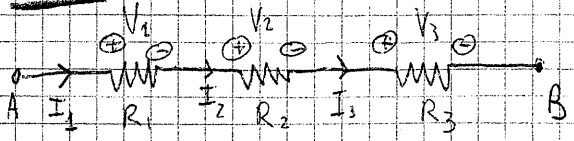
LEGGE DI OHM: $V = IR \rightarrow I = GV$ CON $G = \frac{1}{R}$ = CONDUTTANZA

- OSS ③

$R = \phi$ (CORTO CIRCUITO) $\Rightarrow V = RI = \phi$ CIOÉ LA TENSIONE È ZERO INDIPENDENTEMENTE DA I

$G = \phi$ (CIRCUITO APERTO) $\rightarrow i = GV = \phi$ CIOÉ LA CORRENTE È ZERO INDIPENDENTEMENTE DA V.

SERIE

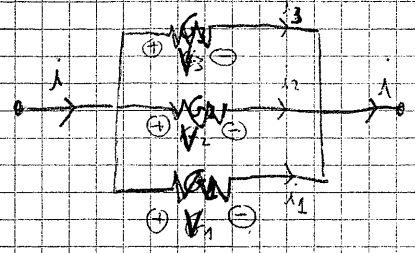


$V_{AB} = V_1 + V_2 + V_3 = R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3$

PER IL 1° P DI KIRCHHOFF SI EVINCE CHE $I_1 = I_2 = I_3 = I$. ALLORA SI OTTIENE CHE:

$V_{AB} = \underbrace{(R_1 + R_2 + R_3)}_{R_S} I$

PARALLELO



$I = I_1 + I_2 + I_3 = G_1 V_1 + G_2 V_2 + G_3 V_3$

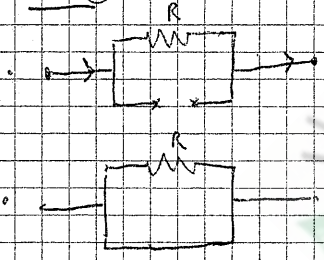
PER IL 2° P DI KIRCHHOFF SI VEDE CHE $V_1 = V_2 = V_3 = V$. ALLORA SI OTTIENE CHE:

$I = (G_1 + G_2 + G_3) V = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) V$

OSS ①

$G_{EQ} = G_1 + G_2 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} \Rightarrow R_{EQ} = (G_{EQ})^{-1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

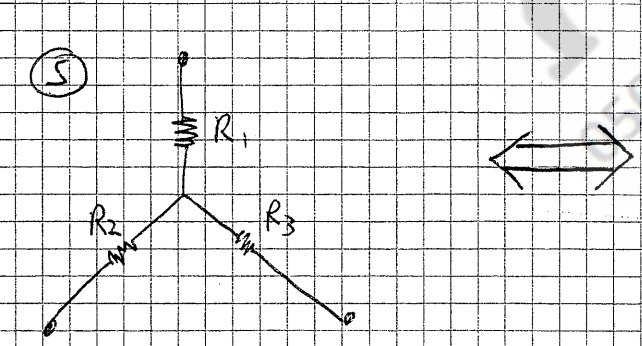
OSS ② ← IMPORTANTE



$R_{EQ} = R$

$R_{EQ} = \emptyset$

STELLA ⟷ TRIANGOLO



$R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$ $\quad S \rightarrow T$

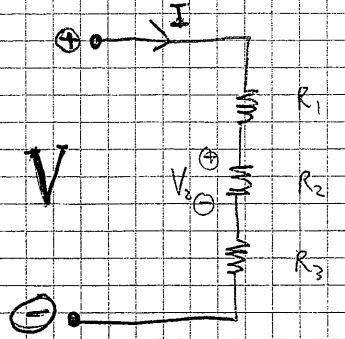
$R_1 = \frac{R_{31} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $\quad T \rightarrow S$

OSS: SE $R_1 = R_2 = R_3 = R$, ALLORA:

$R_T = 3R_S \quad (S \rightarrow T)$

$R_S = \frac{R_T}{3} \quad (T \rightarrow S)$

② PARTITORE DI TENSIONE



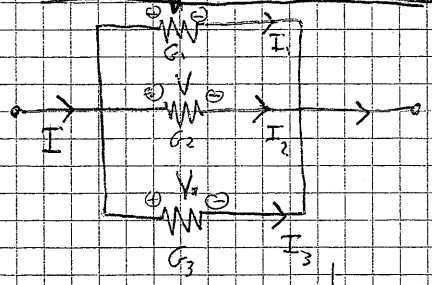
SE SAPPIAMO $V \Rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1+R_2+R_3}$

SE VOGLIO TROVARE LA TENSIONE AI CAPI DI R_2, ALLORA:

$V_2 = R_2 I = \frac{R_2}{R_1+R_2+R_3} \cdot V$, CIOÈ IN GENERALE SI HA CHE:

$\cdot V_k = R_k I = \frac{R_k}{\sum_{i=1}^{n} R_i} \cdot V$

③ PARTITORE DI CORRENTE



~~$I = G_{eq} V \Rightarrow \frac{V}{G_1+G_2+G_3}$~~

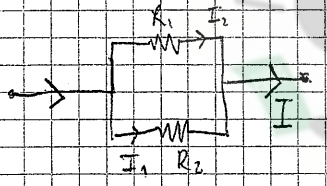
SE VOGLIO TROVARE I_2, ALLORA:

$I_2 = G_2 V = \frac{G_2}{G_1+G_2+G_3} \cdot I$, CIOÈ IN GENERALE SI HA CHE:

$\cdot I_k = \frac{G_k}{\sum_{i} G_i} \cdot I$

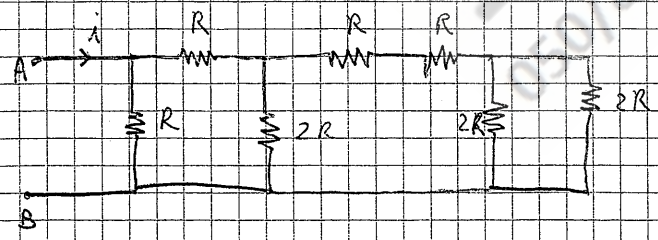
OSS

SE INVECE DELLE CONDUTTANZE, USASSI LE RESISTENZE, SI OTTIENE CHE:



$I_1 = \frac{1/R_1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}} I = \frac{R_2}{R_1+R_2} I$

ES



TROVA i, CONOSCENDO V_{AB}!

$\{[([(2R \,//\, 2R) + (R+R)] \,//\, 2R) + R] \,//\, R\} = R_{EQ} \Rightarrow i = \frac{V_{AB}}{R_{EQ}}$



ES

