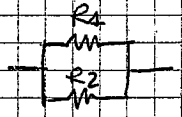
① Calcolare la resistenza equivalente Req vista dai morsetti 1-2

1. Risolvere le resistenze in serie, se non ci sono passare al p.to 2
2. // // // // // parallelo, // // // // 3
3. Effettuare i passaggi stella-triangolo e viceversa, se non ci sono tornare al p.to 1

- Stella-triangolo $R_T = 3R_S$
- triangolo-stella $R_S = \frac{R_T}{3}$

→ se R uguali

- Resistenze in serie  $R_S = R_1 + R_2 + \dots$
- Resistenze in parallelo  $R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + \dots$

DUE RESISTENZE → $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

DUE RESISTENZE UGUALI → $R_p = \frac{R}{2}$

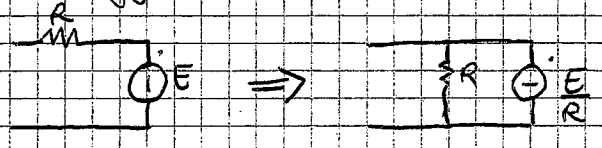
② , ④ Calcolare la tensione di Thevenin Eth \ la corrente di Norton Ino ai morsetti 1-2

Teorema di Thevenin: qualunque circuito, visto da due morsetti 1-2 può essere sostituito con uno equivalente formato da un generatore di tensione e una resistenza in serie

Eth → diff. di tensione vista dai morsetti 1-2

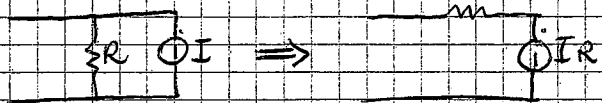
Teorema di Norton: qualunque circuito, visto dai morsetti 1-2 può essere sostituito con uno equivalente formato da un generatore di corrente e una resistenza in parallelo

- Passaggio Thevenin-Norton



la polarità del generatore rimane la stessa! (poiché rimane dalla stessa parte)

- Passaggio Norton - Thevenin

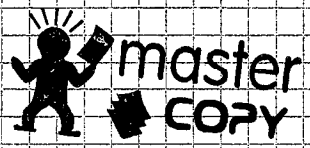


③ Calcolare la corrente I

$$V = RI$$ legge di Ohm

- Conviene spesso sfruttare i passaggi Thevenin – Norton e viceversa
- PARTITORE DI TENSIONE
  - → resistenze in serie
  - → I è la stessa in tutte le resistenze

$$V_i = \frac{R_i}{R_1 + R_2 + \dots} V$$

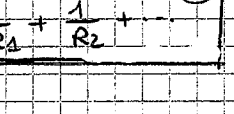


- PARTITORE DI CORRENTE
  - → resistenze in parallelo
  - → V è la stessa in tutte le resistenze

→ segno + o – in base al verso del pallino rispetto alle altre correnti

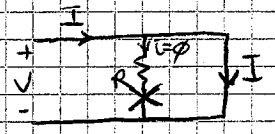
$$I_i = \frac{\frac{1}{R_i}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots} I$$

Caso di due resistenze:



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

N.B → Resistenza in parallelo ad un cortocircuito → $i = \phi$ → POSSO TOGLIERLA

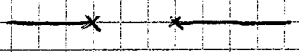


- PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI

→ È possibile determinare una tensione o corrente in un qualunque ramo di una rete sommando i valori di tensione o corrente in quel ramo che si ottengono facendo agire SEPARATAMENTE i generatori indipendenti

→ si considera attivo un solo generatore e si disattiva gli altri

DISATTIVO GEN. CORRENTE → metto un circuito aperto



$I = \phi$

DISATTIVO GEN. TENSIONE → metto cortocircuito



$V = \phi$



⑤ Calcolare la corrente I_x

I principio di kirchoff : $\Sigma I_{entranti} = \Sigma I_{uscenti}$

↳ di solito si applica ad un nodo

↳ superfici con più di un nodo sono dette macronodi o supernodi



⑥ Calcolare la tensione V_{12} ai capi dei morsetti 1-2

II principio di kirchoff : $\Sigma \Delta V = \emptyset$

Si sceglie un percorso che parte da 1 e arriva in 2

↳ NO PERCORSI CON GEN. CORRENTE

⑦, ⑧ Calcolare la potenza reattiva Q \ la potenza attiva P assorbita ai bipoli $\bar{Z}$ / $\bar{Y}$

$$\boxed{\bar{Z} = R + jX} \ [\Omega] \qquad \boxed{\bar{Y} = G - jB} \ [S]$$

$\bar{Z}$ = impedenza

$\bar{Y}$ = ammettenza

R = resistenza

X = reattanza

G = Conduttanza

B = suscettanza
↳ $>\emptyset$ → ammettenza capacitiva
↳ $<\emptyset$ → ammettenza induttiva

$$\boxed{\bar{Y} = \frac{1}{\bar{Z}} = \frac{1}{R+jX}\frac{R-jX}{R-jX} = \frac{R-jX}{R^2+X^2}}$$

$$\boxed{G = \frac{R}{R^2+X^2}} \qquad \boxed{R = \frac{G}{G^2+B^2}} \qquad \boxed{X = X_L + X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C}}$$

$$\boxed{B = -\frac{X}{R^2+X^2}} \qquad \boxed{X = -\frac{B}{G^2+B^2}}$$

X_L : reattanza induttiva ($>\emptyset$)

X_C : reattanza capacitiva ($<\emptyset$)

$$\boxed{P = VI\cos\varphi = RI^2 = GV^2}$$

$$\boxed{|Q| = VI\sin\varphi = XI^2 = BV^2}$$

$$\boxed{P_A = VI = \bar{Z}I^2 = \bar{Y}V^2}$$

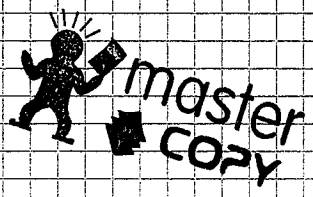
N.B. → della tensione o corrente devi prenderne il modulo

N.B. → Q e $\bar{Y}$ sono opposte cioè

$Im\{\bar{Y}\} = -B < \emptyset \Rightarrow Q > \emptyset$ capacitiva

$Im\{\bar{Y}\} = B > \emptyset \Rightarrow Q < \emptyset$ induttivo

RICORDA DI USARE IL PARTITORE DI TENSIONE SE ELEMENTI SONO IN SERIE E PARTITORE DI CORRENTE SE SONO IN PARALLELO



(9) Calcolare P e/o Q dati... (2 punti)

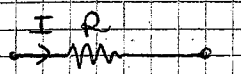
Teorema di Boucherot: in un circuito a regime sinusoidale la somma delle potenze attive e reattive erogate dai generatori presenti nel circuito è uguale alla somma delle potenze attive e reattive impegnate nei componenti del circuito

$$\sum P_{gen} = \sum P_{altre} \qquad \sum P_A \neq \emptyset$$

non cambio il segno ←

$$\sum Q_{gen} = \sum Q_{altre}$$

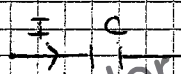




$P = RI^2 = \frac{V^2}{R}$

$Q = 0$

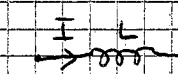
$P_A = P$



$P = \emptyset$

$Q = -X_C I^2 = -\frac{V^2}{X_C}$

$P_A = |Q|$

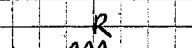


$P = \emptyset$

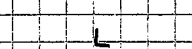
$Q = X_L I^2 = \frac{V^2}{X_L}$

$P_A = |Q|$

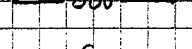
(10) Calcolare l'impedenza $\bar{Z}$ vista dai morsetti 1-2 espressa come parte reale e parte immaginaria



$\bar{Z}_R = R$



$\bar{Z}_L = j\omega L = j 2\pi f_{req} L$



$\bar{Z}_C = \frac{-j}{\omega C} = \frac{-j}{2\pi f_{req} C}$

N.B → se $\bar{Z}_R$ in Ω

$\bar{Z}_R = R$

se $\bar{Z}_R$ in S

$\bar{Z}_R = \frac{1}{R}$

Come esercizio 1 → trova la Z_{eq}

(11) Calcolare la tensione di Thevenin Eth ai morsetti 1-2 espressa come parte reale e parte immaginaria

vedi es. 3

(15) Scrivere le eq. con il metodo dei Tableau per il circuito in figura (2 punti)

n = numero di nodi
r = numero di rami

I principio di Kirchoff: $n-1$ equazioni

II principio di Kirchoff: $r-n+1$ equazioni

→ se ci sono generatori di corrente $r_{eq} - N_1$ (N1 = n° gen. corrente)

+ non si considerano nel II princ.

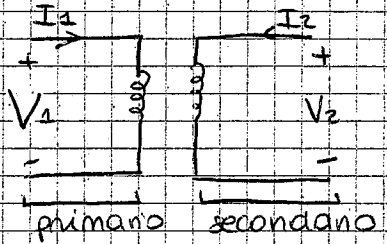
↳ METODO DEL TAGLIO:
Si sceglie la prima maglia su cui applicare il II p.d.k, successivamente si taglia un suo ramo e si considera tra i rami non tagliati una nuova maglia ancora ad arbitrio.

Si procede fino a che non si hanno più percorsi chiusi formati da rami non ancora tagliati

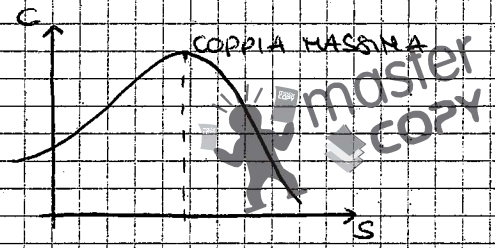
(16) In un trasformatore monofase ideale, dati ... determinare ...

$$P_{A1} = V_1 I_1 = V_2 I_2 = P_{A2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = n \qquad \frac{I_1}{I_2} = -\frac{N_2}{N_1} = -\frac{1}{n}$$



(17) Una macchina asincrona è alimentata alla frequenza di freq ed ha p paia di poli. Dato C/S determinare ... (2 punti)



Data C/S possiamo ricavare l'altro



▶ Velocità di rotazione del rotore

$$\Omega_R = (1-S)\,\Omega_S = (1-S)\frac{\omega_S}{p} = (1-S)\frac{2\pi\,freq}{p}$$

▶ Frequenza delle grandezze elettriche del rotore

$$f_R = S \cdot freq$$

▶ Potenza meccanica in uscita

$$P = C \cdot \Omega_R = C(1-S)\,\Omega_S = C(1-S)\frac{\omega_S}{p} = C(1-S)\frac{2\pi\,freq}{p}$$

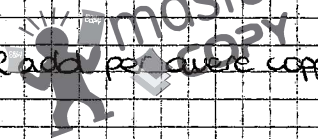
(18) Nella macchina asincrona la cui caratteristica meccanica è riportata nell'esercizio precedente, la resistenza rotorica è R_{ROT}. Calcolare la resistenza addizionale per avere coppia massima per s = ...

S^* = coppia massima nel grafico dell'esercizio precedente

S^{**} = s dato in questo esercizio

↳ (NB) → CASO PARTICOLARE: calcolare Radd per avere coppia massima all'avvio

$$S^{**} = 1$$



$$S^* = \frac{R_{ROT}}{X_{2do}}$$

$$X_{2do} = \frac{R_{ROT}}{S^*}$$

$$Radd = S^{**} X_{2do} - R_{ROT} = S^{**}\frac{R_{ROT}}{S^*} - R_{ROT}$$

$$S^{**} = \frac{R_{ROT} + Radd}{X_{2do}}$$

