5 APRILE 2012   Lez. n° 19

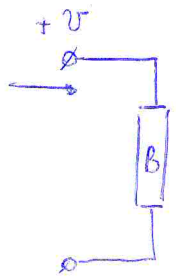
Cose organizzative: Venerdì 13 non c'è lezione ma solo il compitino

Lunedì 16 e mercoledì 18 ci sarà la prof Sieni Valentina (farà solo esercizi)

Il 20 si salta lezione. Il 23 ci sarà 4 ore di lezione dalle 8,20 al mezzogiorno M1 prime due lezione e poi M2

Delle slide sui numeri complessi sono pubblicati sul sito di Dughiero Fabrizio

LEZIONE FONDAMENTALE   POTENZA IN REGIME SINUSOIDALE



Si consideri un generico bipolo a cui applichiamo $v(t)$

$$v(t) = V_M \sin(\omega t + \alpha)$$

che implica il passaggio della corrente $i(t)$

$$i(t) = I_M \sin(\omega t + \beta)$$

$$P(t) = v(t) \cdot i(t)$$

Procediamo sostituendo

$$\boxed{P(t) = V_M \sin(\omega t + \alpha) \cdot I_M \sin(\omega t + \beta)}$$

Dalla trigonometria si ha:

$$P(t) = V_M \sin(\omega t + \alpha) \cdot I_M \sin(\omega t + \beta) = \frac{V_M I_M}{2}\left[\cos(\alpha - \beta) - \sin(2\omega t + \alpha + \beta)\right]$$

esprime che la potenza istantanea $p(t)$ è composta di due termini

valori efficaci

$$P(t) = \underbrace{VI\cos\varphi}_{\text{termine costante}} - \underbrace{VI\sin(2\omega t + \alpha + \beta)}_{\text{termine fluttuante a pulsazione } 2\omega \text{ "doppia"}}$$

ATTENZIONE

$$\left(\frac{V_M}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_M}{\sqrt{2}}\right) = \frac{V_M I_M}{2}$$

La potenza di una linea monofase su un bipolo è una grandezza sinusoidale a valore medio non nullo, variabile, con periodo dimezzato sia rispetto alla tensione che alla corrente se il periodo è dimezzato allora la pulsazione è doppia.

Risulterà conveniente trasferire la potenza con linee trifasi

Vediamo il termine costante

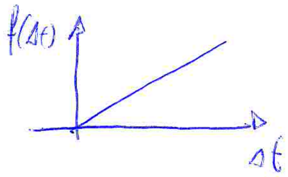
$$\mathcal{L}_e(\Delta t) = \int_0^{\Delta t} p(t)\,dt = \int_0^{\Delta t} VI\cos\varphi\,dt - \int_0^{\Delta t} VI \cos(2\omega t+\alpha+\beta)\,dt$$

Vediamo cosa esprime φ, è lo sfasamento $\alpha-\beta$ ovvero lo sfasamento tra tensione e corrente ed è costante perché le grandezze sono isofrequenziali.

$$\boxed{\varphi = (\alpha-\beta)}$$

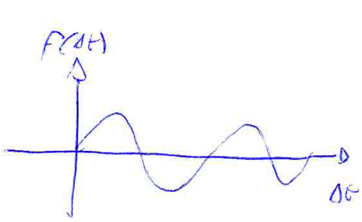
TERMINE COSTANTE

$f(\Delta t) = \int_0^{\Delta t} VI\cos\varphi\,dt$ è una rampa perché si integra una costante



TERMINE FLUTTUANTE

$$f(\Delta t) = \int_0^{\Delta t} VI \sin(2\omega t+\alpha+\beta)\,dt$$



È un termine che influisce meno nel grande Δt.

$\mathcal{L}_e(\Delta t) = VI\cos\varphi\,\Delta t$ perché il secondo termine diventa, nell'integrale del lavoro elettrico, trascurabile

quindi mi conviene definire una grandezza che mi esprime la potenza assorbita P_a

La potenza in questione si chiama potenza attiva e si misura in Watt mentre il lavoro elettrico $\mathcal{L}_e$ si misura in Joule

Potenza Attiva

$$\boxed{P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)\,dt = VI\cos\varphi \quad [W]}$$

che moltiplicata per il tempo diventa lavoro elettrico e dice quanto si paga in bolletta.

Lavoro elettrico

$$\boxed{\mathcal{L}_e(\Delta t) = P = P\Delta t \quad [J]}$$

Il fattore $\cos\varphi$ è il fattore di potenza che dipende dalla natura del bipolo e diversifica la definizione rispetto alla potenza in continua. La potenza attiva può essere quindi nulla anche in presenza di tensioni e correnti elevate se lo sfasamento implica un $\cos\varphi = 0$

> La potenza attiva si può dedurre solo se si conosce il fattore di potenza

LA POTENZA ATTIVA È:
è la media in un periodo della potenza istantanea.

POTENZA REATTIVA Q

definita come $Q = VI\sin\varphi$ e non da luogo ad energia perché esprime uno scambio tra un bipolo e il mondo esterno.
La sua unità di misura è il [VAR] volt amper reattivi

E NON FIGURA IN BOLLETTA PERCHÉ L'ENTE GESTORE LO FORNISCE MA POI IL MIO CARICO LO RESTITUISCE. IN REALTÀ VALE DAL PUNTO DI VISTA ENERGETICO MA NON ECONOMICO (SI PAGA)

Introduciamo una nuova grandezza $A = VI$ e la misuriamo in Volt ampere

POTENZA APPARENTE $A = VI$ [VA] $\boxed{A = \sqrt{P^2 + Q^2}}$

CORRENTE SU UN CARICO IN SINUSOIDALE

$$\boxed{I = \frac{\sqrt{P^2+Q^2}}{V}}$$

SU UN CARICO DOMESTICO, AD ESEMPIO

La corrente non dipende solo dalla pot. ATTIVA ma anche dalla reattiva.

Si devono dimensionare (MAGGIORANDO) le sezioni dei cavi perché la corrente scambiata è diversa da quella che si avrebbe solo con la potenza attiva.

L'ente distributore quindi impone che il $\cos\varphi$ sia molto alto

I volt amper della potenza apparente diventano Watt solo nel caso in cui il fattore di potenza $\cos\varphi$ valga 1

$$\boxed{P = A \cdot \cos\varphi} \quad \text{quindi} \quad \boxed{A = \frac{P}{\cos\varphi}}$$

I motori sono dimensionati in Kwatt ma viene dato il fattore di potenza

P attiva $A = VI$ apparente fluttuante

Q reattiva = istantanea

In termini pratici usiamo la potenza complessa (SI USA NEGLI ESERCIZI)

data la tensione $\bar{V} = V \cdot e^{J\alpha}$

e data la corrente $\bar{I} = I e^{J\beta}$

$$\boxed{\mathring{A} = \bar{V} \check{I}} = VIe^{J(\alpha-\beta)}$$

$= VI\cos\varphi + J\, VI\sin\varphi$

$= P + JQ$ [V·A]

P [W], Q [VAR]

osservazioni sulla simbologia

$\bar{A}$ è un fasore ovvero rappresentazione complessa di una grandezza sinusoidale, può contenere il tempo

$\mathring{A}$ è un operatore complesso e non dipende dal tempo

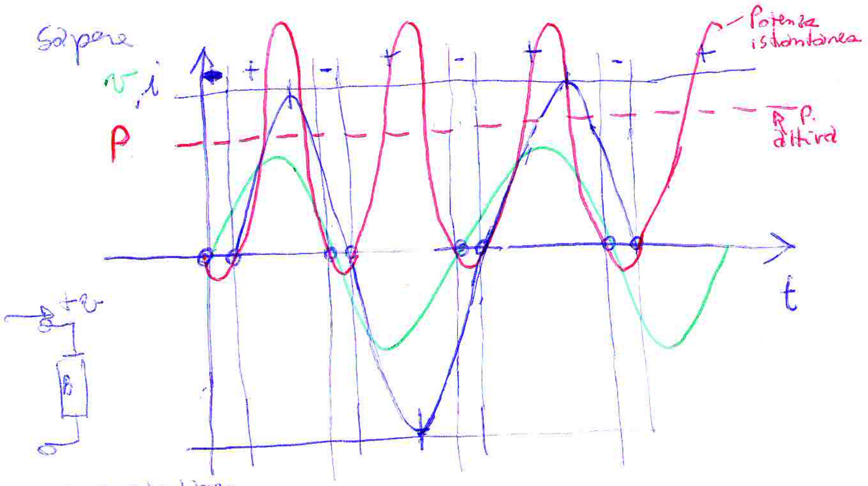
$\bar{A}(t) = A e^{J(\omega t + \alpha)}$ contiene il tempo

$\mathring{A} = \bar{V}\check{I} = VIe^{J(\alpha-\beta)}$ non contiene il tempo che sparisce nel prodotto.

Consideriamo un sistema alimentato a V= 1000 V → VI = 2000 VA con I = 2A

se mettiamo un carico a cos φ 0,5 → P= 1000 · 2 · 0,5= 1000[W] è la potenza che posso assorbire

Vediamo alcune relazioni con la potenza istantanea. In termini grafici si devono sapere



Vediamo dove sono i passaggi per lo zero della funzione prodotto

Per il teorema di Weistrass una funzione monotona, dopo il passaggio per lo zero cambia il segno

<u>osservazioni</u> 1) La potenza ha pulsazione doppia

2) Per capire se erogo o fornisco potenza devo fare il valore medio che coincide con la potenza attiva

se ragioniamo sulla potenza attiva P posso dire se il bipolo è attivo o passivo, dipende dalla convenzione posta all'inizio, dato che è stato convenzionato da utilizzatore.

$$\boxed{P = VI\cos\varphi \geq 0 \qquad -\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}}$$

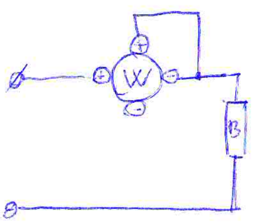
PASSIVITÀ DEL BIPOLO

È un bipolo passivo in questo range

Questa è una tipica domanda d'esame orale.

Per misurare la potenza in regime sinusoidale ~~utilizzo~~ un Wattmetro che misurerà la potenza istantanea ma in realtà la potenza attiva.

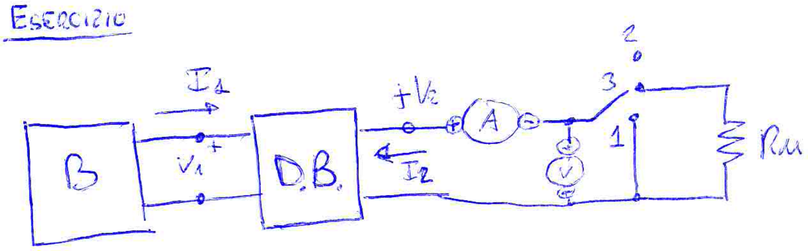
Il wattmetro integratore è il contatore che misura i Watt ora o KWh



Wattmetro in sinusoidale

I carichi domestici sono sempre "rifasati" ma quelli industriali no, e vanno rifasati fino al valore di $\cos\varphi = 0{,}98$
Se l'azienda è "sfasata" allora il VAR METRO ce SEGNALA e il distributore poi fa pagare anche i VAR.

ESERCIZIO



T_{u1}

T_{u2}

$R_{11} = 20\,\Omega$ $\quad R_{12} = 10\,\Omega$ $\quad R_{22} = 50\,\Omega$ $\quad E_{qB}$ $\quad P_{Ru}$ $\quad T_u$

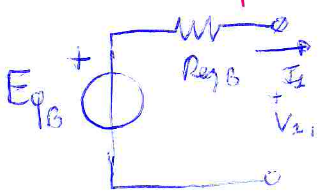
$R_u = 16\,\Omega$ $\quad I_A' = 2A$ $\quad R_{eqB}$

$$\begin{cases} V_1 = R_{11} I_1 + R_{12} I_2 \\ V_2 = R_{21} I_1 + R_{22} I_2 \end{cases}$$

Poniamo l'interruttore in T_1 (corrisponde a cortocircuitare l'uscita) $\quad V_2' = 0 \quad I_2' = -I_A'$ (la porta deve essere convenzione da utilizzatore)

$$\begin{cases} V_1' = R_{11} I_1' - R_{12} I_A' \\ \varnothing = R_{21} I_1' - R_{22} I_A' \end{cases} \Rightarrow \quad I_1' = 10\,A \quad V_1' = 180\,V$$

Sostituisco al bipolo B questo:



$$\boxed{V_1' = E_{eq} - R_{eq} I_1'}$$

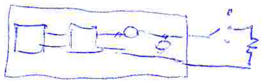
Poi si porta T in posizione T_2 quindi la corrente dell'amperometro va a $\varnothing$ e il voltmetro segna V_2''
Riscrivo il secondo.

$T_{in\,2}$ $\quad I_2'' = 0 \quad V_2'' = V_{voltmetro} = 46V$

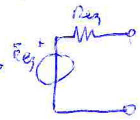
$$\begin{cases} V_1' = E_{eq} - R_{eq} I_1' \\ V_1'' = E_{q} - R_{eq} I_1'' \end{cases} \quad E_q = 480\,V \quad R_{eq} = 30\,\Omega$$

$V_1'' = 192V \quad I_1'' = 9{,}6A$

con il morsetto in 3 $\to T_{in 3}$ potrei passare tutto quello che è a sinistra di T come un generatore equivalente di Thevenin.



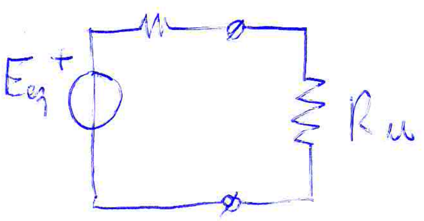
$\Rightarrow$



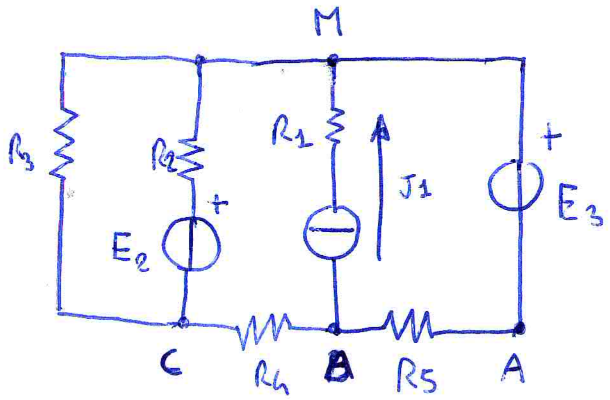
$E_{eq} = V_V''$

$R_{eq} = \dfrac{V_{AB0}}{I_{ABcc}} = 48\,\Omega = \dfrac{V_V''}{-I_A'} = 48$

Quindi si attacca la R_u e si ottiene 36 W



Esercizio: con il metodo dei potenziali di nodi calcolare V_A, V_B, V_C e la potenza messa in gioco dai singoli generatori.



$R_1 = 10\Omega = R_3$ $\qquad J_1 = 4A$

$R_2 = 4\Omega$ $\qquad E_2 = 20V$

$R_5 = 5\Omega$ $\qquad E_3 = 40V$

$R_4 = 10\Omega$

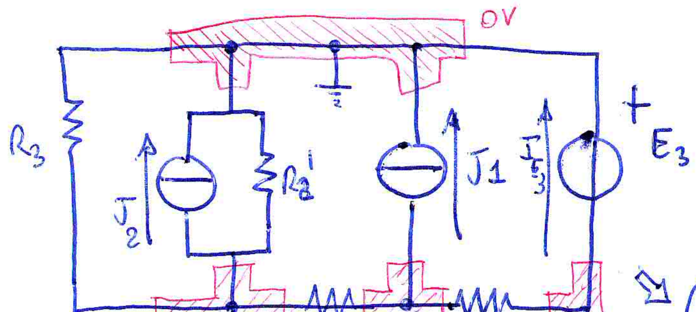
Soluzione: Il primo passaggio consiste nell'adeguamento della rete che consiste nel fare figurare solo generatori di corrente e di stabilire il nodo di riferimento. A tale proposito scegliamo il nodo M.

1) Il lato al nodo B si adegua semplicemente eliminando la resistenza R_1

2) Il lato al nodo C si adegua sostituendolo con un generatore affine di corrente

3) Il lato al nodo A è un generatore ideale di tensione e non può essere convertito. Difatti costituisce un nodo anomalo.

La rete adeguata diventa quella in figura.



$J_2 = \frac{E_2}{R_2} = \frac{20}{4} = 5A$

Il disegno può trarre in inganno perché il punto a zero volt si trova più in alto, ma non cambia nulla rispetto agli esercizi precedenti.

$$\begin{cases} V_A = -E_3 \\ V_B\left(\frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_4}\right) - V_A\left(\frac{1}{R_5}\right) - V_C\left(\frac{1}{R_4}\right) = -J_1 - I_{E_3} \\ V_C\left(\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_2'}\right) - V_B\left(\frac{1}{R_4}\right) = -J_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = -40\,V \\ -V_A\left(\frac{1}{5}\right) + V_B\left(\frac{1}{5}+\frac{1}{10}\right) - V_C\left(\frac{1}{10}\right) = -4 + I_{E_3} \\ -V_B\left(\frac{1}{10}\right) + V_C\left(\frac{1}{10}+\frac{1}{5}+\frac{1}{4}\right) = -5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = -40V \\ 40 \cdot 0{,}2 + V_B(0{,}3) - V_C(0{,}1) = -4 + I_{E_3} \\ -V_B\,0{,}1 + V_C\,0{,}55 = -5 \\ I_E = V_B \quad E_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 8 - V_B(0{,}3) - V_C(0{,}1) = -4 + I_{E_3} \\ -V_B\,0{,}1 + V_C\,0{,}55 = -5 \\ I_{E_3} = \frac{V_B}{R_5} + \frac{40}{5} \end{cases}$$

$-V_B 0{,}3 - V_C\, 0{,}1 = -4 - 8 + I_{E_3}$

$I_{E_3} = \left(\frac{V_B}{R_5} + 8\right)$

$\frac{V_B - V_A}{R_5} = I_{E_3}$

$\frac{V_B - (-40)}{R_5} = \left(\frac{V_B}{R_5} + 8\right)$

sostituendo si ottiene

$-V_B 0{,}3 - V_C\, 0{,}1 = -12 + \left(\frac{V_B}{R_5} - 8\right)$

$-V_B 0{,}3 - V_C 0{,}1 = -20 + \frac{V_B}{R_5}$

$-V_B 0{,}3 - V_B 0{,}2 - V_C 0{,}1 = -20$

$+V_B(-0{,}5) - V_C 0{,}1 = -20$

$V_B = \left(\frac{20 + V_C 0{,}1}{0{,}5}\right)$

sostituiamo nella seconda equazione

$-V_B 0{,}1 + V_C 0{,}55 = +8$

$-\left(\frac{20 + V_C\, 0{,}1}{0{,}5}\right) 0{,}1 + V_C 0{,}55 = +8$

$-40 \cdot 0{,}1 + V_C\, 0{,}2 \cdot 0{,}1 + V_C\, 0{,}55 = +8$

$-4 + V_C\, 0{,}02 + V_C\, 0{,}55 = +8$

$V_C\,(0{,}02 + 0{,}55) = +8 + 4$

$V_C = \frac{+8+4}{0{,}02 + 0{,}55}$ $\quad V_C = -\frac{12}{0{,}55}$ $\quad V_C = -21{,}60$

Da cui posso ricavare, per sostituzione, V_B dalla terza equazione

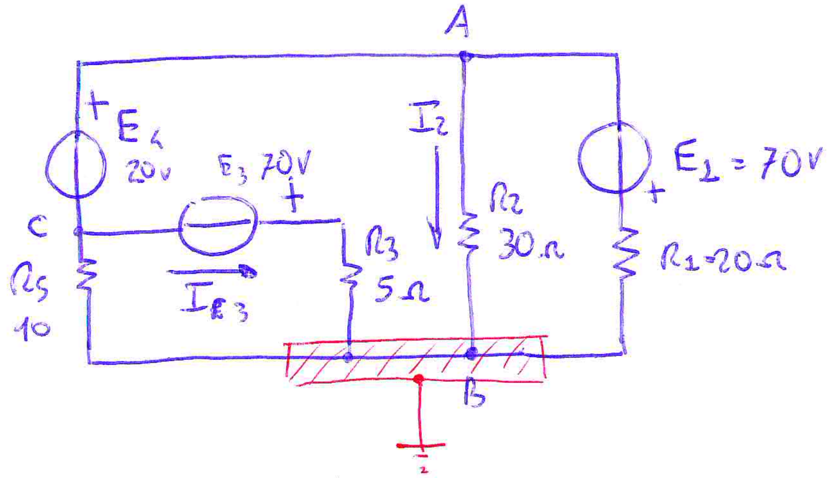
$-V_B 0{,}1 + V_C\, 0{,}55 = -5 \Rightarrow -V_B 0{,}1 = -5 - (-21{,}6) \cdot 0{,}55$

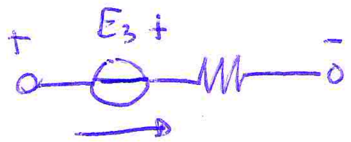
$-V_B 0{,}1 = -5 + 11{,}88$ $\quad V_B = \frac{5 - 11{,}88}{0{,}1} =$

Prof. Siena 12/04/2012

Domani compitino in aula 1 alle 14:00

Lez. n° 20

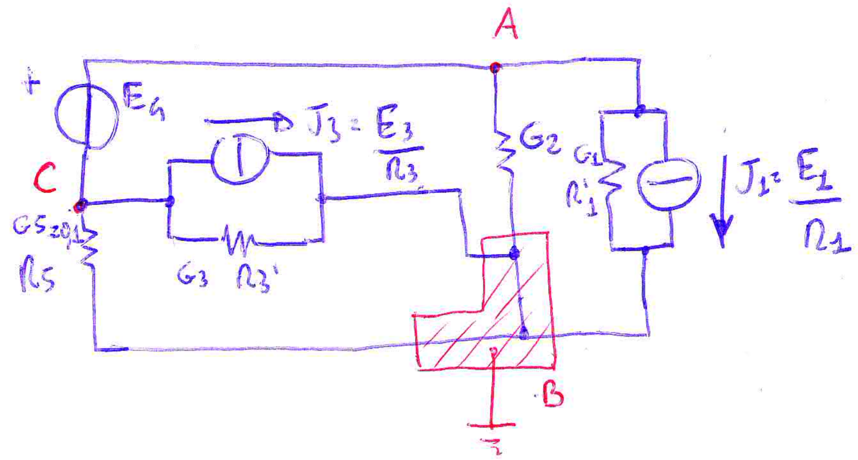




$$V = -E + RI$$

Risolvendo

$$I = \frac{V+E}{R} = GV + J$$



$$\begin{cases} (G_2 + G_1)\, V_A = -J_1 + I_{E4} \\ (G_5 + G_3)\, V_C = -J_3 - I_{E4} \\ V_A - V_C = E_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{10}\right) V_A = -\frac{7\cancel{0}}{2\cancel{0}} + I_{E4} \\ \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{5}\right) V_C = -\frac{70}{5} - I_{E4} \\ V_A - V_C = 20 \end{cases}$$

$$\boxed{I_{E4} = 1A \quad V_A = -30V \quad V_C = -50V}$$

$$\begin{cases} 0,133\, V_A = -3,5 + I_{E4} \\ 0,3\, V_C = -14 - I_{E4} \\ V_A - V_C = 20 \end{cases}$$

$$I_1 = \frac{V_A - V_B + E'}{R_1} =$$

$$I_2 = \frac{V_A - V_B}{R_2} = 1A$$

$$I_3 = \frac{V_C - V_B + E_3}{R_3}$$

$$\begin{cases} 0,133 V_A + 3,5 = I_{E4} \\ 0,3 V_C + 14 = -I_{E4} \end{cases}$$

Sostituendo $+I_{E4} = -0,3V_C - 14$

$0,133 V_A + 3,5 = -0,3 V_C - 14$

$0,13 V_A + 0,3 V_C = -14 - 3,5$

$0,13 V_A + 0,3 V_C = 17,5$

Poi introduciamo l'equazione finale

$V_A - V_C = 20$

$$\begin{cases} 0,13 V_A + 0,3 V_C = 17,5 \\ V_A - V_C = 20 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = 20 + V_C \\ 0,13\,(20 + V_C) + 0,3 V_C = 17,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = 20 + V_C \\ 2,6 + 0,13 V_C + 0,3 V_C = 17,5 \end{cases}$$

$0,43 V_C = 17,5 - 2,6$

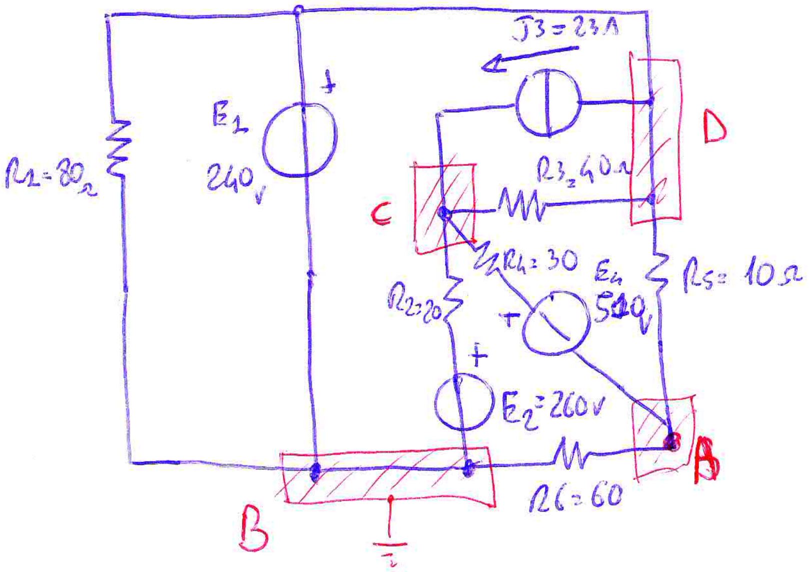
$0,43 V_C = 14,9$

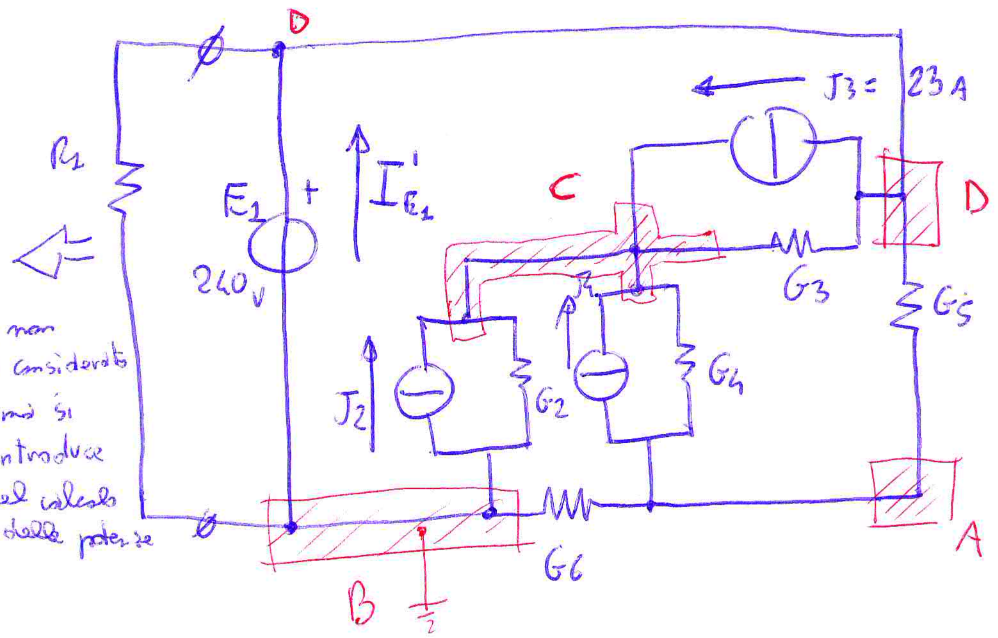
$V_C = \dfrac{14,9}{0,43} = 34,65$ volt

ora ricavo V_A dalla terza equazione del sistema iniziale

Esercizio

calcolare le potenze uscenti P_{E_1} e P_{E_4} usando il metodo dei potenziali ai nodi.





R1 non va considerata ora ma si reintroduce nel calcolo delle potenze

$$\begin{cases} (G_4+G_5+G_6)V_A - G_5 V_D - G_4 V_C = -J_4 \\ (G_3+G_5)V_D - G_3 V_C - G_5 V_A = -J_3 + I'_{E_1} \\ (G_3+G_4+G_2)V_C - V_D G_3 - V_A G_4 = +J_3 + J_4 + J_2 \\ V_D = E_1 = 240 \end{cases}$$

$V_D = 240$ $V_A = 180\,V$ $V_C = 600\,V$ $I'_{E_1} = 20\,A$

Il calcolo delle potenze si esegue sulla rete originale

$$(V_A - V_C) = R_4 I_4 - E_4 \qquad I_{E_4} = \frac{(V_A - V_C) + E_4}{R_4} = \frac{(180 - 600) + 510}{30}$$

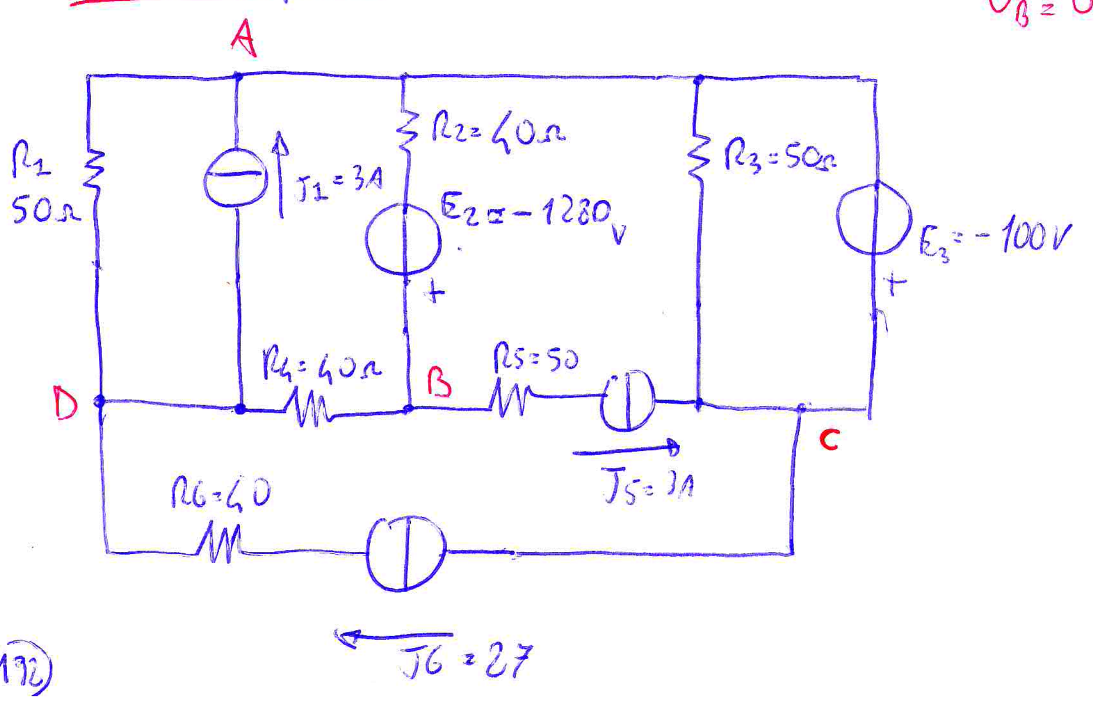
$$\boxed{I_{E_4} = 3\,A}$$

$P_{E_4} = E_4 I_{E_4} = 1530\ W$ erogata

SULLA RESISTENZA R_1 VALE

$$\boxed{J_{R_1} = J'_{R_1} + J_{R_1} = 20 + \frac{E_1}{R_1}}$$

Esercizio proposto



$V_B = 0$

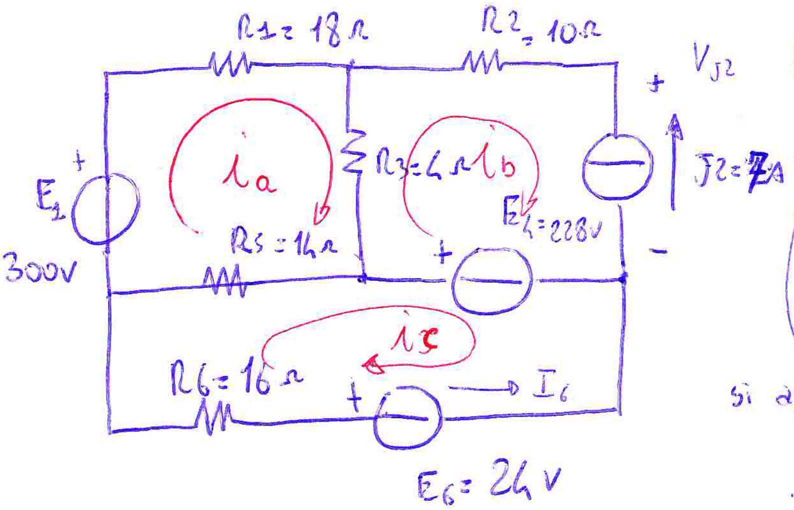
Trovare con i P pot. di nodi

P_{E2}

P_{E3}

P_{J5}

ESERCIZIO CON IL METODO DELLE CORRENTI DI ANELLO (o correnti cicliche)



$$\begin{cases} i_a(R_1+R_3+R_5) - i_b(R_3) - i_c(R_5) = +E_1 \\ -i_a(R_3) + i_b(R_2+R_3) = -V_{J2} + E_4 \\ -i_a R_5 + i_c(R_5+R_6) = -E_4 + E_6 \end{cases}$$

si aggiunge l'equazione ausiliaria

$$i_b = -J_2$$

$I_1 = i_a = 6A$

$I_6 = -i_c = 4A$

$I_5 = -10\ A$

$P_{E_1} = E_1 \cdot I_1 = 1800\ W$

$P_{E_6} = E_6 \cdot I_{E_6} = -96\ W$

$P_{E_4} = E_4 \cdot I_{E_4} = -684\ W$

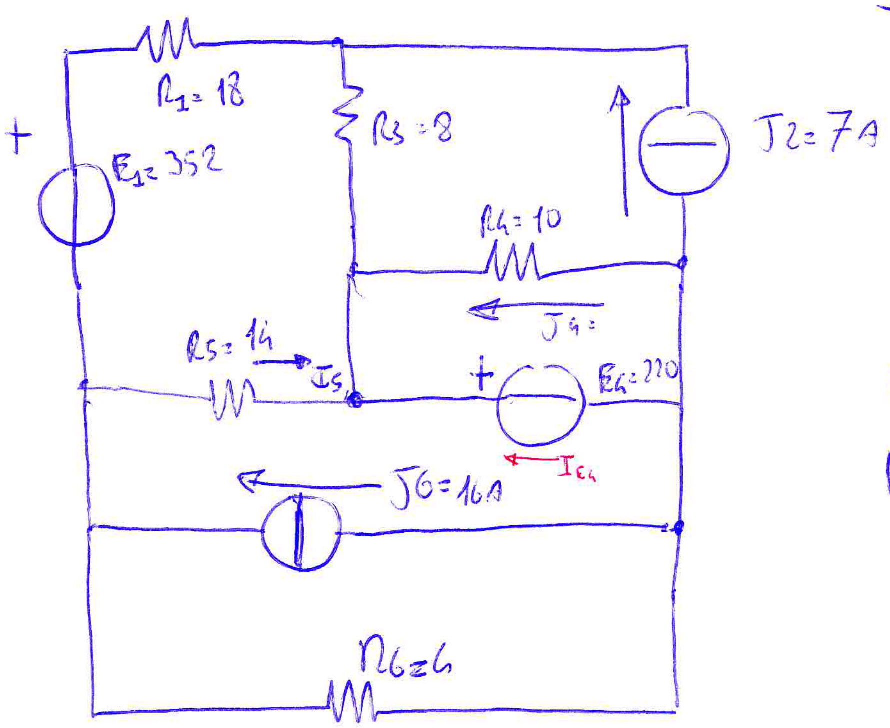
$P_{J2} = V_{J2} \cdot J_2 = 2450\ W$

$$\begin{cases} i_a(18+4+14) - i_b(4) - i_c(14) = 300 \\ -i_a(4) + i_b(10+4) = -V_{J2} + 228 \\ -i_a(14) - i_c(14+16) = -228 + 24 \\ i_b = -1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_a\ 36 + 28 - i_c\ 14 = 300 \\ -i_a\ 4 - 98 = V_{J2} + 228 \\ -i_a\ 14 - i_c\ 30 = -204 \\ i_b = -7 \end{cases} \qquad \begin{cases} i_a\ 36 - i_c\ 14 = 272 \\ -i_a\ 4 - V_{J2} = 326 \\ -i_a\ 14 - i_c\ 30 = -204 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} 36 & -14 & 0 \\ -4 & 0 & -1 \\ -14 & -30 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 272 \\ 326 \\ -204 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

Usare il metodo delle correnti cicliche



$I_{E_4} =$

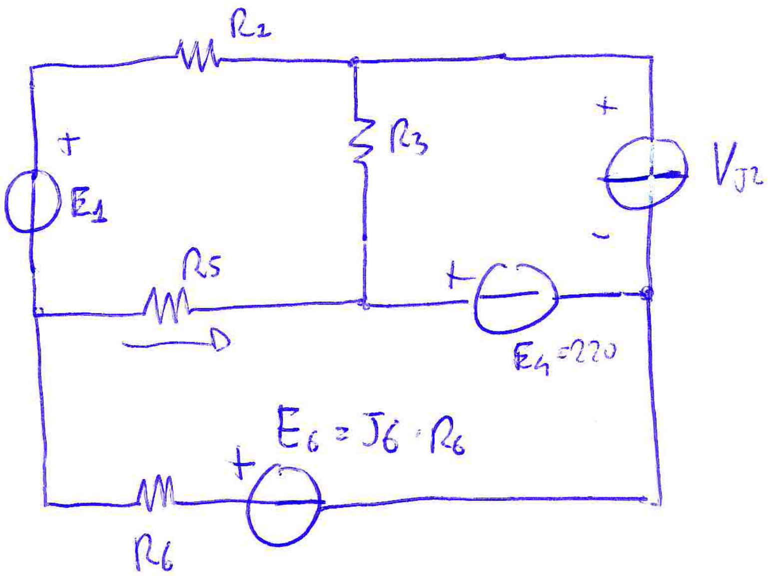
$I_{E_2} =$

I_6

$P_{J2} =$

$P_{E_4} =$

$P_{J6} =$



$$\begin{cases} (R_1 + R_3 + R_5)\, i_a - R_3\, i_b - R_5\, i_c = E_1 \\ R_3\, i_b - R_3\, i_a = E_4 - V_{J2} \\ (R_5 + R_6)\, i_c - R_5\, i_a = -E_4 + E_6 \\ i_b = -J_2 \end{cases}$$

$\Rightarrow$

$i_c = -4$

$i_a = 6$

$V_{J2} = 324$

$i_b = -J_2 = -7$

$I_6 = -I_{E_4} - I_5 = 4A$

$I_{E_4} = 19A$

Tellegen

sommare tutti

UTILIZZATORI	GENERATORI
7728	7728

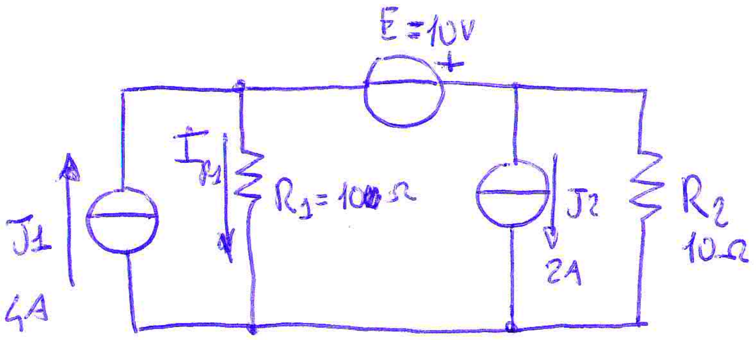
deve dare lo stesso valore

16/04/2012 Aula M2 ing Valentina Sierra Lez n° 21

Trovare I_{R1} e I_{R2} e P

Potenze P_E, P_{J1}, P_{J2}

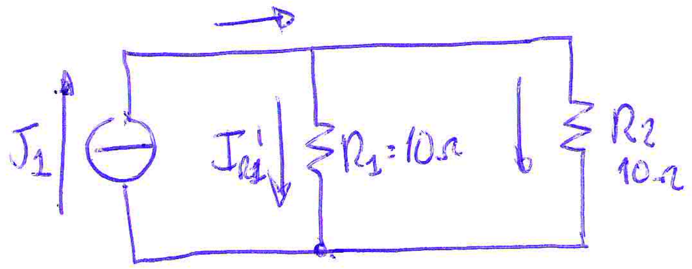
Risolvere con il metodo di sovrapposizione degli effetti



E' VIETATO SOVRAPPORRE LE POTENZE

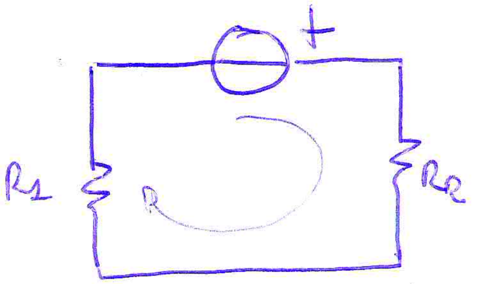
$$I_{R1} = I_{R1}' + I_{R1}'' + I_{R1}'''$$

$$I_{R2} = I_{R2}' + I_{R2}'' + I_{R2}'''$$



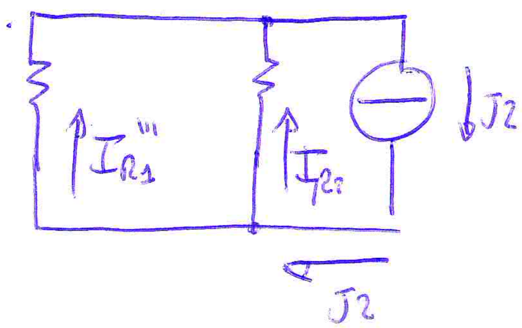
$$\boxed{I_{R1}' = \frac{J_1}{R_1 + R_2} \cdot R_2} = +2A$$

$$I_{R1}' = I_{R2}' = 2A$$



$$I_{R1}'' = \frac{E}{(R_1 + R_2)} = \frac{10}{20} = -0,5\,A$$

$$I_{R2} = -I_{R1} = +0,5\,A$$



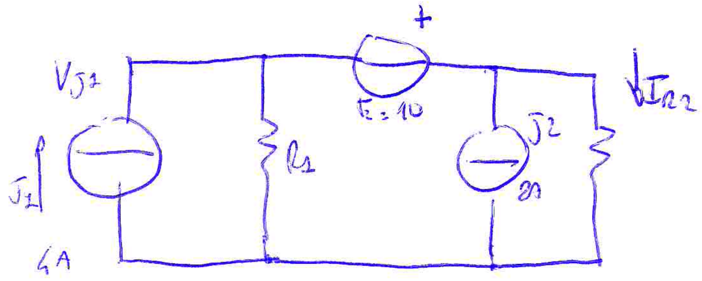
$$I_{R1}''' = \frac{-J_2}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = -1\,A$$

$$I_{R1} = I_{R1}' + I_{R1}'' + I_{R1}''' = +2+0,5-1 = 0,5\,A$$

$$\boxed{I_{R1} = +0,5\,A}$$

$$\boxed{I_{R2} = +1,5\,A}$$

calcoliamo le potenze. Convenzioniamo i generatori come "generatori" ovvero per il calcolo delle potenze erogate



$$V_{J1} = V_{J1}' + V_{J1}'' + J$$

$$V_{J1} = R_1 I_{R1} = 10 \cdot 0{,}5 = 5V$$

$$P_{J1} = V_{J1} \cdot J_1 = 20W$$

$$V_{J2} = -R_2 I_{R2} = -15V$$

$$P_{J2} = V_{J2} \cdot J_2 = -30W$$

FACCIAMO LKC AL NODO POSITIVO DEL GEN. DI TENSIONE

$$I_E = I_{R2} + J_2 = 3{,}5\ A \qquad P_E = E \cdot I_E = 10 \times 3{,}5 = 35W \text{ EROGATA}$$

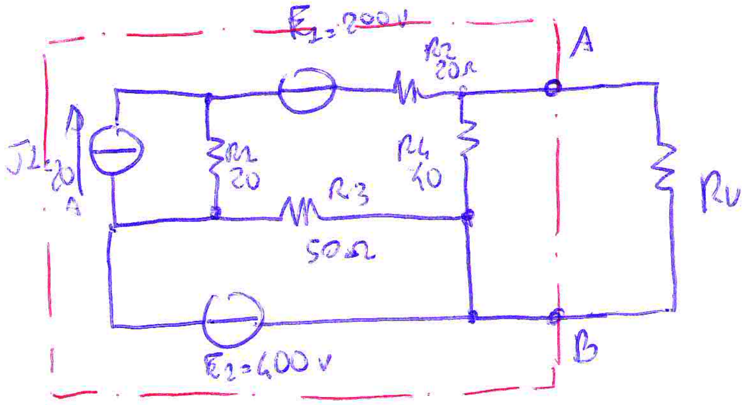
FACCIAMO LA VERIFICA DELLE POTENZE GENERATE/ASSORBITE

$$\left.\begin{array}{l} P_{R1} = R_1 \cdot I_{R1}^2 = 2{,}5W \text{ ASSORBITA} \\ P_{R2} = R_2 \cdot I_{R2}^2 = 22{,}5\ W \text{ ASSORBITA} \end{array}\right\} \text{TOT } 25W \text{ sulle resistenze}$$

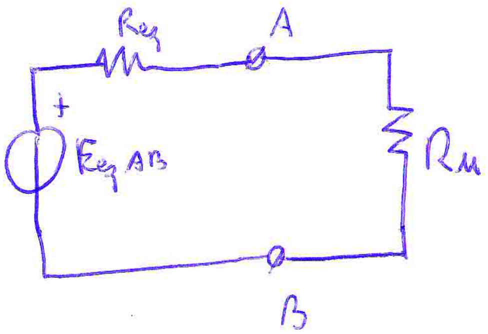
$$P_{J2} + P_E$$

Esercizio 2.

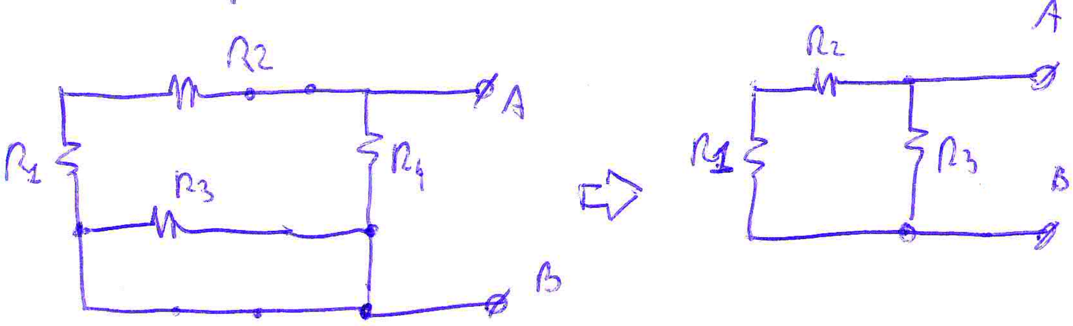
calcolare il massimo della potenza trasferita su Ru e calcolare Ru in modo che la potenza trasferita sia massima.



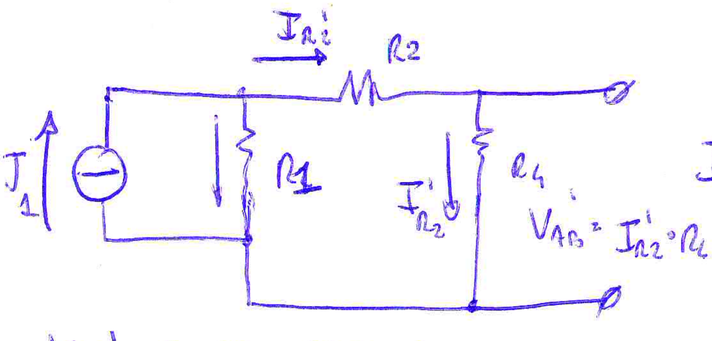
Applichiamo Thevenin. trovo la rete equivalente di Thevenin



troviamo Req rendendo passiva la rete



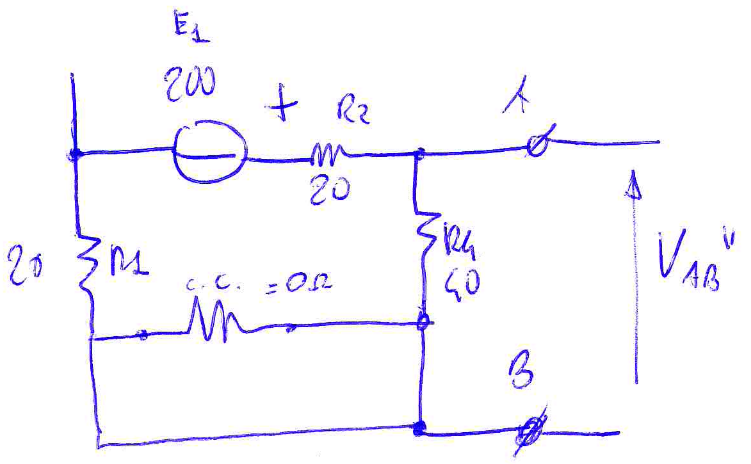
$$R_{eq\,AB} = \frac{R_1+R_2 \cdot R_4}{(R_1+R_4+R_2)} = \frac{40\cdot 40}{80} = 20\,\Omega$$

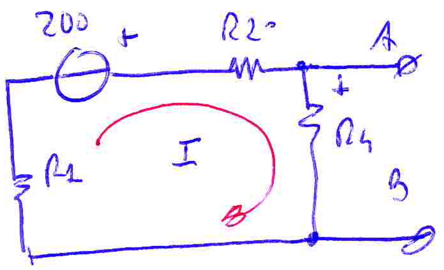


$V_{AB}' = I_{R2}' \cdot R_4$

$$I_{R2}' = \frac{J_1}{R_1+(R_2+R_4)} \cdot R_1 = \frac{20\cdot 20}{20+(20+40)} = \frac{400}{80} = 5A$$

$V_{AB}' = 5\cdot 40 = 200\ V$

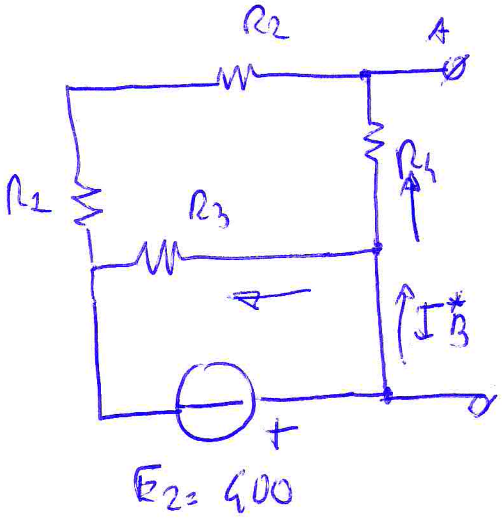




$$I = \frac{E_1}{R_1+R_2+R_4} = \frac{200}{80} = 2{,}5\,A$$

$$V_{AB}'' = I \cdot R_4 = 100\,V$$

IL TERZO GENERATORE DA LUOGO AL SEGUENTE EFFETTO



$$R_{eq}^* = R_3 \,//\, (R_2+R_4+R_1) = \frac{R_3 \cdot (R_1+R_4+R_2)}{R_3+R_1+R_4+R_2} = \frac{50 \cdot (20+40+20)}{50+20+40+20} = \frac{50 \cdot 80}{130} = 30{,}769\,\Omega$$

$$I^* = \frac{E_2}{R_{eq}^*} = \frac{400}{30{,}769} = 13\,A$$

$$-V_{AB}''' = I^* \cdot R_4 = 5\,A \cdot 40\,\Omega = +200\,V \rightarrow \boxed{V_{AB}''' = -200}$$

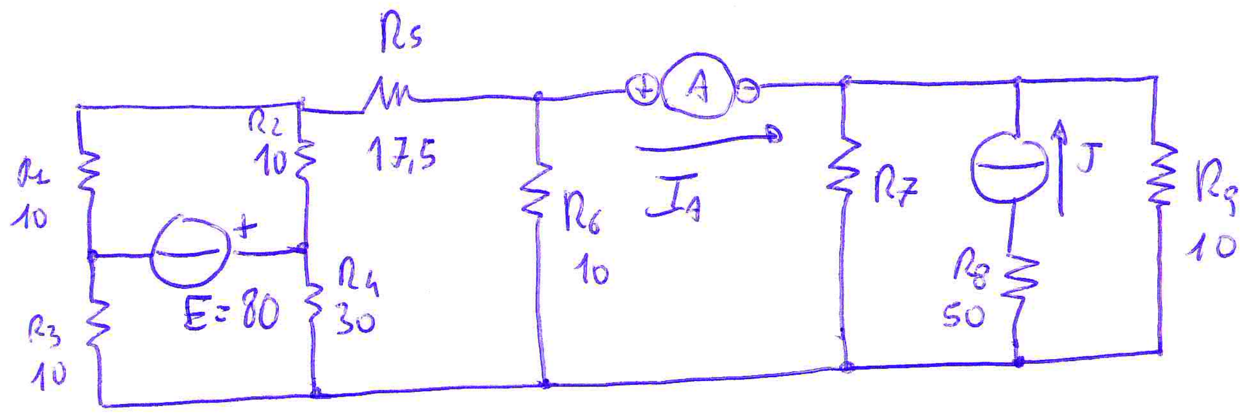
con il partitore trovo la corrente su $I_{R4} = \frac{I^* \cdot 50}{50+20+40+20} = 5\,A$

$$V_{AB} = E_{eq} = V'_{AB} + V''_{AB} + V'''_{AB} = 200 + 100 - 200 = 100\ V$$

$$P_u = \frac{V_{Ru}^2}{R_U} = \frac{E_{eq}^2}{4} \cdot \frac{1}{R_U} = 125\ W$$

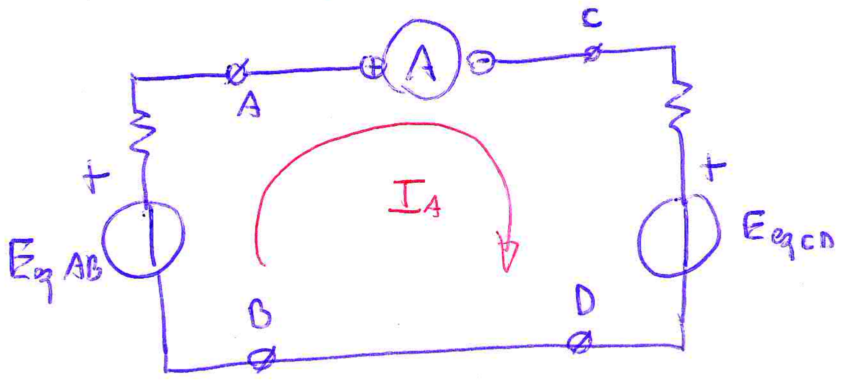
$$V_{RU} = \frac{E_{eq\,AB}}{2} = 50\ V$$

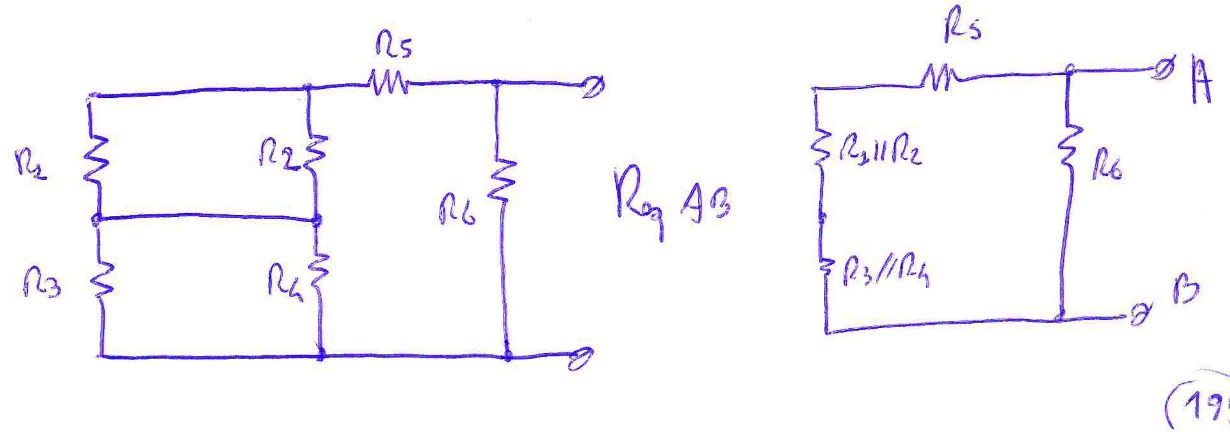
Esercizi con i generatori di Thevenin e Norton



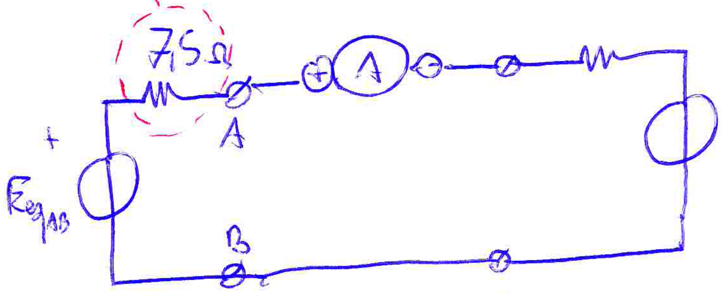
Trovare J che da $I_A = 1A$

Soluzione



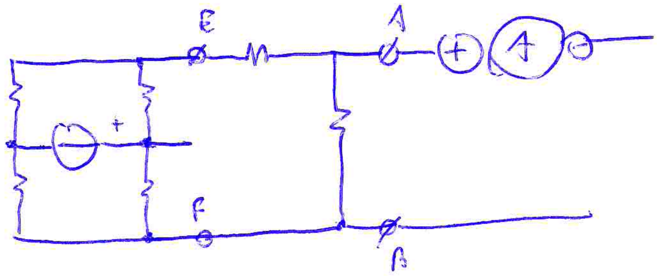


$$R_{eq_{AB}} = R_6 // \left[R_5 + (R_1 // R_2) + (R_3 // R_4) \right] = 7{,}5\,\Omega$$

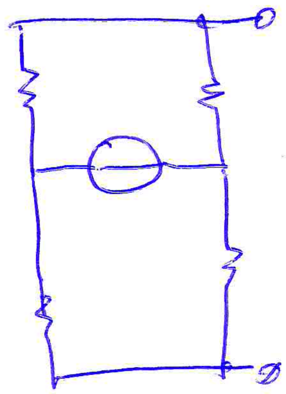


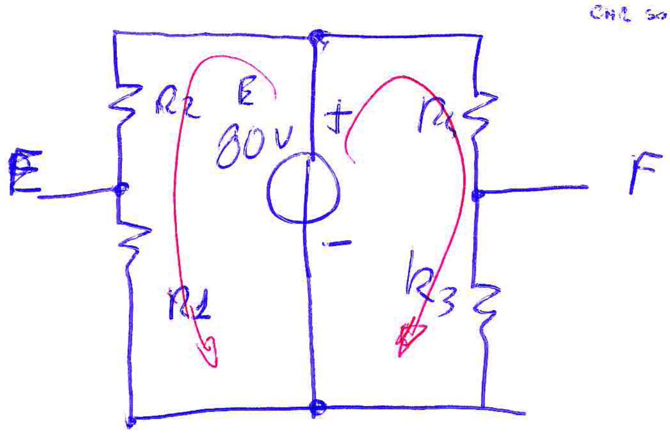
Ora troviamo il generatore equivalente secondo thevenin di morsetti A-B

mettiamo dei morsetti intermedi E e F



GIRO LO SCHEMETTO VIGLIACCO, COSÌ SI CAPISCE MEGLIO CHE SONO DUE PARTITORI

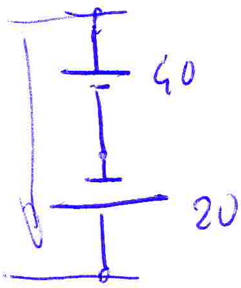




$$V_{R1} = \frac{E}{R_2 + R_1} \cdot R_1 = \frac{80}{20} \cdot 10 = \frac{80\cancel{0}}{2\cancel{0}} = 40\,V$$

$$V_{R3} = \frac{E}{R_4 + R_3} \cdot R_3 = \frac{80 \cdot 10}{30 + 10} = \frac{800}{40} = 20\,V$$

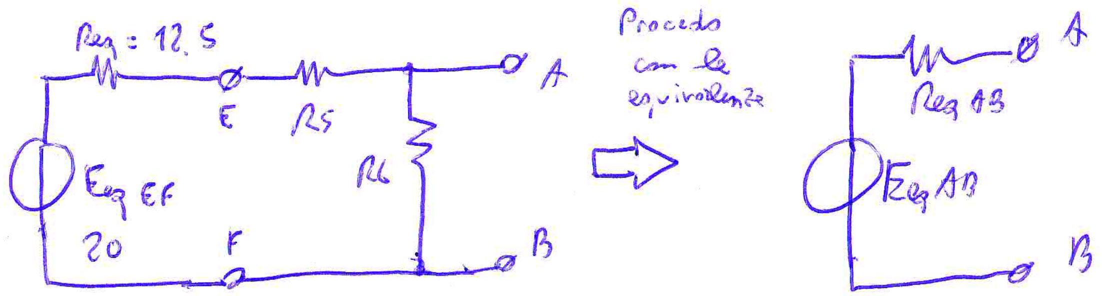
QUINDI SI HA:

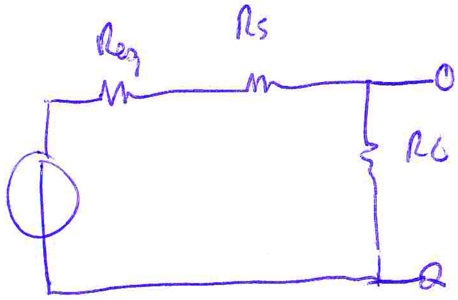


$$+40 - 20 = +20\,V$$

$$R_{eq}' = R_1 // R_2 + R_3 // R_4 = 12{,}5\,\Omega$$

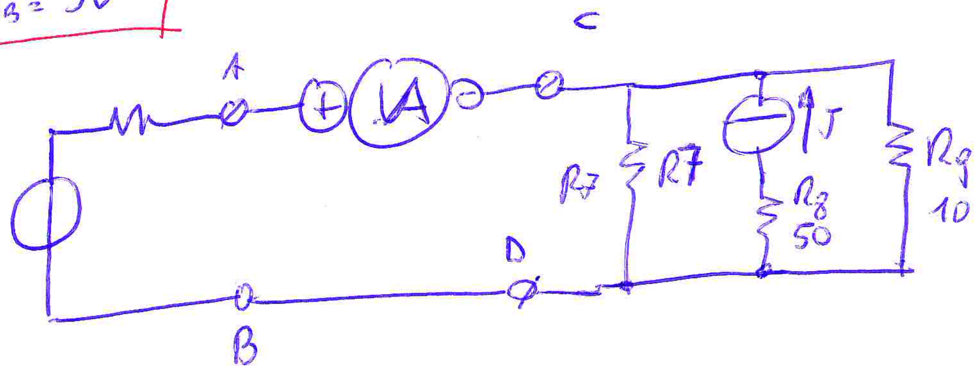
si ottiene una soluzione parziale del tipo nello schema

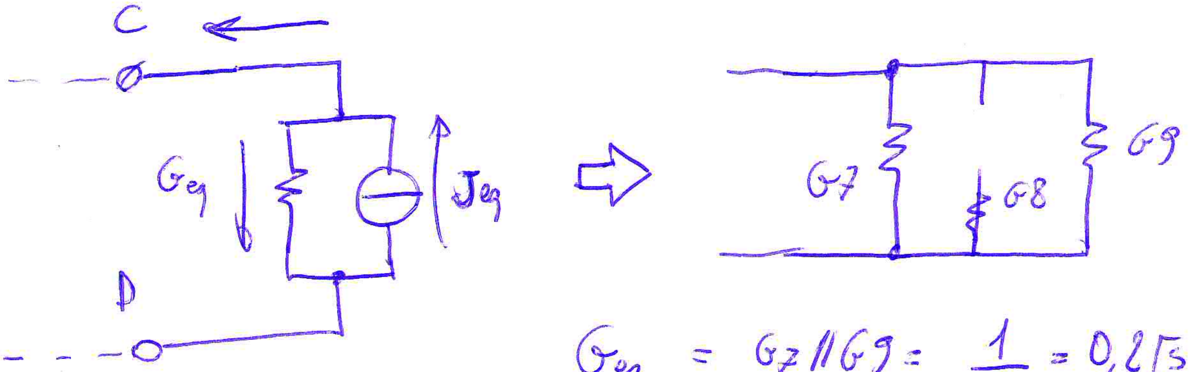




$$V_{AB} = \frac{E_{eq} \cdot R_6}{R_{eq} + R_5 + R_6} = \frac{20 \cdot 10}{12,5 + 17,5 + 10} = \frac{200 \cdot 10}{} = 5V$$

$$\boxed{V_{AB} = 5V}$$



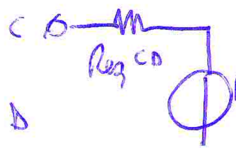


$$G_{eq} = G_7 // G_9 = \frac{1}{5} = 0,2 [S]$$

$J_{eq} = J$

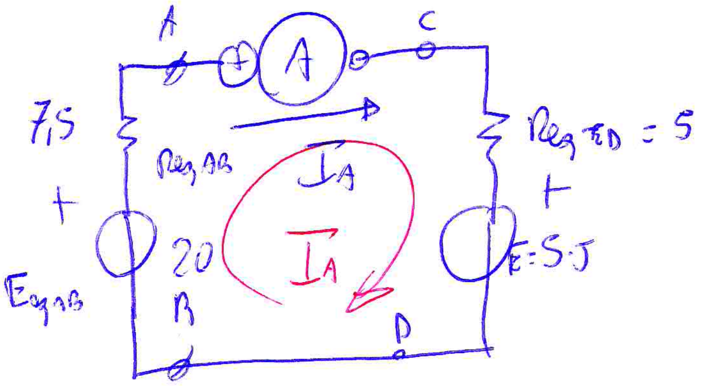
ORA LO PORTO AL GENERATORE NORMALE DI TENSIONE "PER AFFINITÀ".

$$R_{eq\,CD} = \frac{1}{G_{eq\,CD}} = 5 \Omega$$



$E_{eq\,CD} = J_{eq\,CD} \cdot R_{eq\,CD}$

J è l'incognita del problema dato ma ora si risolve facilmente con l'equazione che governa la rete.



APPLICHIAMO LKT orientando la maglia

$$\boxed{I_A \underset{1}{\,} R_{eq\,AB}^{\,7,5} + I_A^{\,1} R_{eq\,CD}^{\,5} + 5 \cdot J - E_{eq\,AB} = 0}$$

$$\boxed{I_A \left(R_{eq\,AB} + R_{eq\,CD}\right) + 5J = E_{eq\,AB}}$$

$$I_A \left(R_{eq\,AB} + R_{eq\,B}\right) 5$$

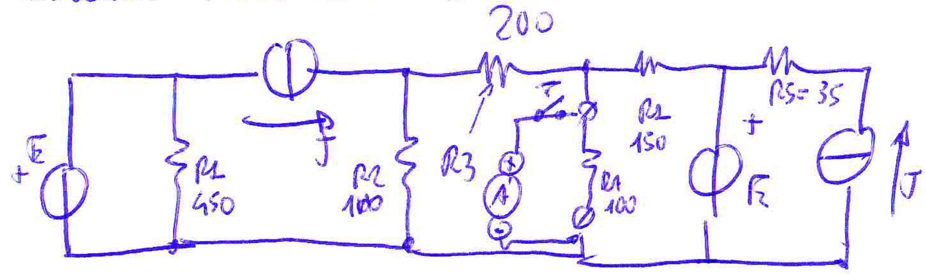
ATTENZIONE NON VA A DENOMINATORE

$$\boxed{\cancel{5} J = \frac{E_{eq} - I_A \left(R_{eq\,AB} + R_{eq\,CD}\right)}{5} = -1,5}$$

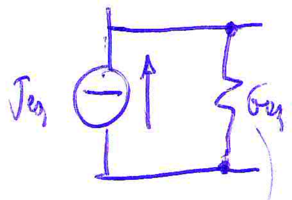
OK

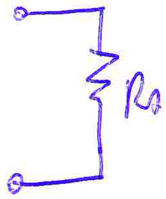
ESERCIZIO: non sono noti i generatori. Trovare V_{AB} con T aperto sapendo che con T chiuso vale 1A

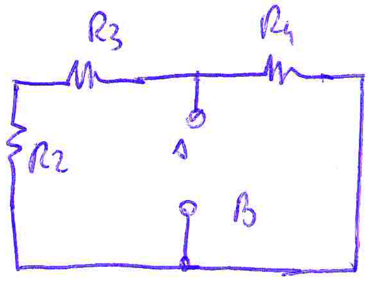
$I_A = 1A$



Si risolve con il generatore di Norton







$I_A = I_{cc} = 1A$

$G_{eq} = \frac{1}{R_{eq}}$

$R_{eq\,AB} = R_4 \,//\, (R_2 + R_3) = 100\,\Omega$

$G_{eq} = \frac{1}{100}$

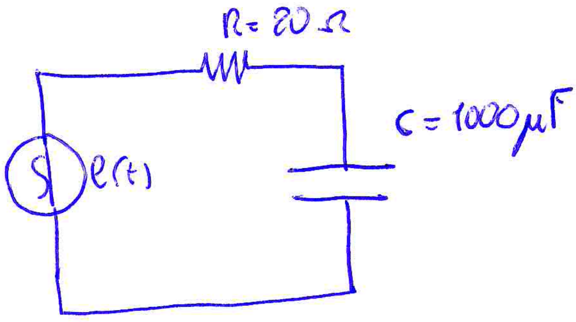
Si trova la corrente su R_A per avere la tensione su J ovvero

$$\boxed{V_{Jeq} = \left(\frac{J}{\frac{1}{G_{eq}} + R_A} \cdot \frac{1}{G_{eq}} \right) \cdot R_A}$$

$V_A = R_A \cdot I_{RA} = 500\ V$

Esercizio ing. GOTTARDO MARCO

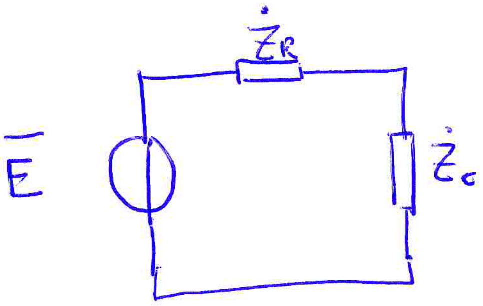
trovare la potenza messa in gioco dal generatore operante con $e(t) = 100\sqrt{2}\ sen(\omega t + \frac{\pi}{2})$ alla frequenza di 50Hz sulla rete di figura.



ricaviamo subito la pulsazione angolare ω

$$\omega = 2\pi f = 6{,}28 \cdot 50 = 314\ \frac{rad}{sec}$$

Poi disegnamo la rete simbolica in cui riportiamo le impedenze e il generatore fasoriale.

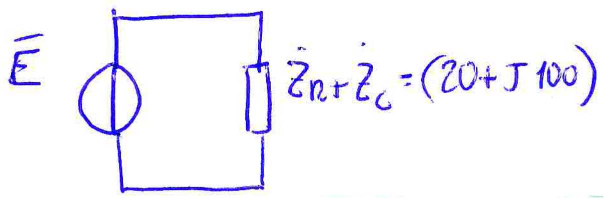


$$\dot{Z}_R = R = 20\ \Omega$$

$$\dot{Z}_c = J \cdot \frac{1}{\omega C} = \frac{J\ 1 \cdot 1000\,000}{314 \cdot 1000} = J3{,}185\ \Omega$$

$$\bar{E} = 100 \cdot \left(\cos\frac{\pi}{2} + J\ sen\frac{\pi}{2}\right) = 100\ J\ [Volt]$$

Abbiamo linearizzato la Rete quindi applichiamo la legge di Ohm.



$$\boxed{\bar{I} = \frac{\bar{V}}{\dot{Z}}}$$

è una divisione tra numeri complessi quindi moltiplico numeratore e denominatore per il complesso coniugato del denominatore.

$$\bar{I} = \frac{J\,100}{(20 + J\,100)} \cdot \frac{(20 - J\,100)}{(20 - J\,100)} = \frac{J2000 - J^2\,10\,000}{400 \underbrace{- J2000 + J2000}_{\text{si semplificano sempre}} - J^2\,10000}$$

Ci si deve aspettare al denominatore sempre un numero reale.

$$= \frac{+10\,000 + J\,2000}{10\,400} = (0{,}961 + J\,0{,}192)\ [A]$$

La potenza si calcola facendo $\mathring{S} = \bar{V} \cdot \check{I} = 100J \cdot (0{,}961 - J0{,}192) = (19{,}2 + J\,96{,}1)$

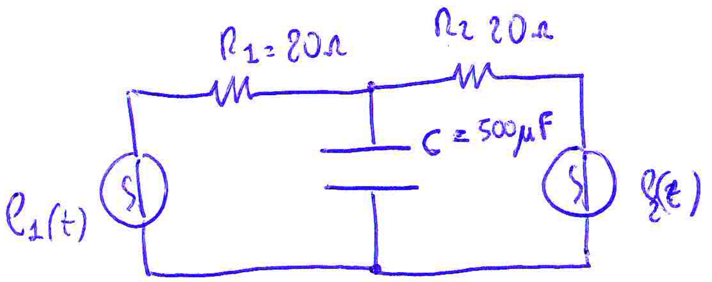
dato che $\mathring{S} = P + JQ$ la potenza attiva vale 19,2 WATT e la reattiva 96,1 VAR

Il modulo della potenza complessa è quindi 97,99 Voltampere e la fase è 78,7 degree.

Ing Gottardo Mario

Esercizio. Trovare la potenza complessa messa in gioco sul condensatore C

La rete opera a 100 Hz e il generatore $e_1(t)$ imprime $200\sqrt{2}\,\text{sen}\,\omega t$ mentre il generatore $e_2(t)$ imprime $80\sqrt{2}\,\text{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$



Soluzione:

Linearizziamo la rete e applichiamo la sovrapposizione degli effetti.

$$\omega = 2\pi f = 6{,}28 \cdot 100 = 628 \ \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1 \cdot 1000\,000}{628 \cdot 500} = 3{,}184\ \Omega$$

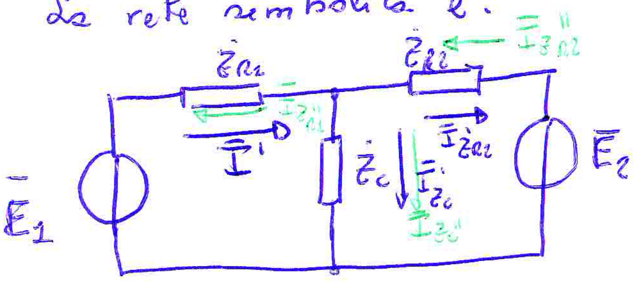
$$\dot{Z}_C = J X_c = J\,3{,}184\ \Omega$$

$$\dot{Z}_R = R \Rightarrow \dot{Z}_{R1} = 20\Omega \quad \dot{Z}_{R2} = 20\Omega$$

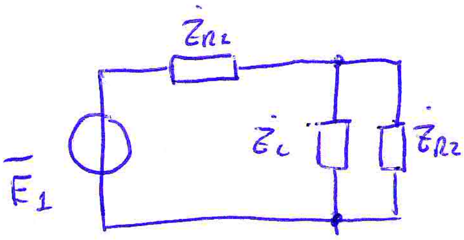
$$\bar{E}_1 = 200(\cos 0 + J\,\text{sen}\,0) = 200\ V$$

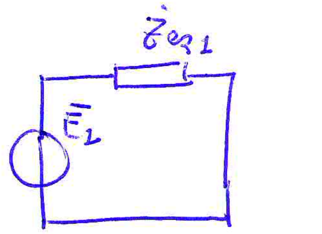
$$\bar{E}_2 = 80\left(\cos -\frac{\pi}{6} + J\,\text{sen} -\frac{\pi}{6}\right) = 80(0{,}866 - J0{,}5) \overset{!}{=} (69{,}28 - J40)$$

La rete simbolica è:



Possiamo quindi applicare il P.S.E dato che la rete simbolica è lineare.





$$\dot{Z}_c \,//\, \dot{Z}_{R2} = \frac{J\,3{,}18 \cdot 20}{(20 + J3{,}18)} \overset{!}{=} (0{,}0247 + J0{,}155)$$

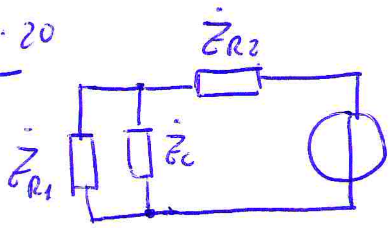
$$\dot{Z}_{eq1} = \dot{Z}_{//} + \dot{Z}_{R1} \overset{!}{=} (20{,}0247 + J0{,}1$$

$$\bar{I}_{Z_c} = \bar{I}'_{Z_c} + \bar{I}''_{Z_c} \overset{!}{=} (9{,}98 - J0{,}077) + (0{,}156 - J2{,}01) \overset{!}{=} (10{,}136 - 2{,}09)\ A$$

$$\bar{I}'_{Zc} = \frac{\bar{E}_1}{\dot{Z}_{eq1}} = \frac{200V}{(20{,}0247 + J0{,}155)} = (9{,}98 - J0{,}0 \ [A]$$

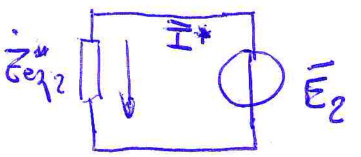
$$\bar{I}''^{*} = \frac{(69{,}28 - J40)}{(20{,}0247 + J0{,}155)} = (3{,}44 - J2{,}02)\ A$$

$$\bar{I}''_{Zc} = \frac{\bar{I}^{*} \cdot \dot{Z}_{R1}}{\dot{Z}_c + \dot{Z}_{R1}} = \frac{(3{,}44 - J2{,}02) \cdot 20}{20{,}024 + J0{,}155} = (0{,}156 - J2{,}01)\ A$$



$$\dot{Z}_c // \dot{Z}_{R1} = \dot{Z}_c // \dot{Z}_{R1} \overset{!}{=} 0{,}0247 + J0{,}155$$

$$\dot{Z}_{eq2} = \dot{Z}_{R2} + \dot{Z}_{//2} \overset{!}{=} 20 + 0{,}0247, J0{,}155 \overset{!}{=} (20{,}0247 + J0{,}155)$$



Data la corrente complessiva sul condensatore, espressa in termini fasoriali

$$\dot{I}_{Gc} = (10,136 - J\,2,09)\ A$$

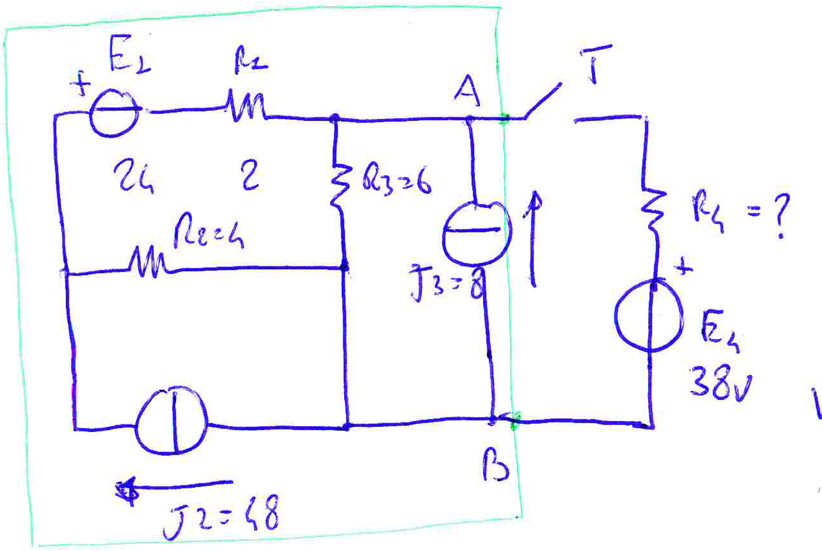
$\dot{S} = \bar{V}\,\check{I}$ con $\bar{V} = \dot{I}_{Gc} \cdot \dot{Z}_c = (10,136 - J\,2,09)\cdot(J\,3,184)$

$= (6,65 + J\,32,27)$

$$\boxed{\dot{S} = (134,88 + 313,11)}$$

[W] [VAR]

18/04/2012 Lez n° 22 ing. Valentina Siena



T aperto

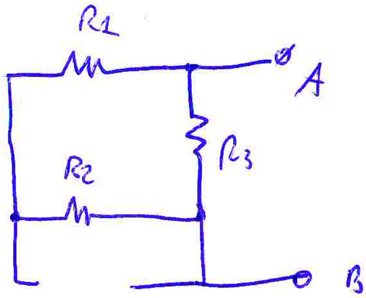
Trovare V_{AB0}

P_{E_1} uscente

Con T chiuso R_4

soluzione

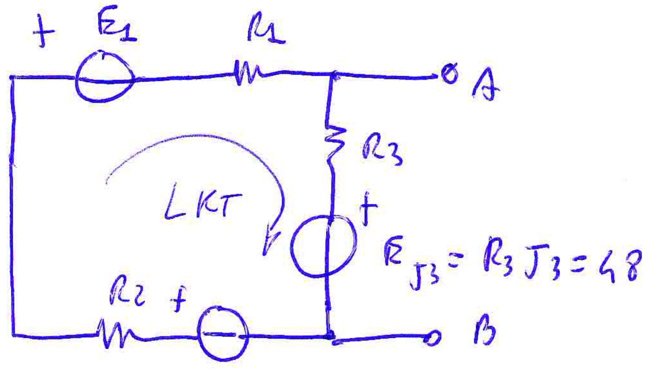
V_{AB0} = GENERATORE EQUIVALENTE DI Thevenin



$$R_{eq\,th} = \frac{(R_1+R_2)\cdot R_3}{R_1+R_2+R_3} = 3\,\Omega$$

$V_{AB} = V_{R3} + E_{J3} = R_3 I + E_{J3}$

$= 108\ V = V_{AB0}$



$E_{J2} = R_2 J_2 = 192$

$+E_1 + (R_1+R_3)I + I_{J3} - E_{J2} + R_2$

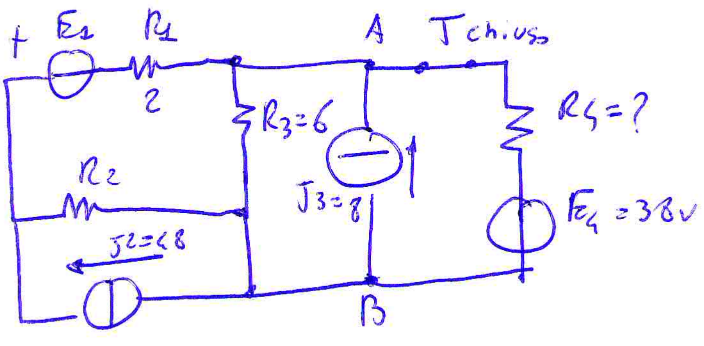
$I = 10A$ $P_{R_1} = ?$

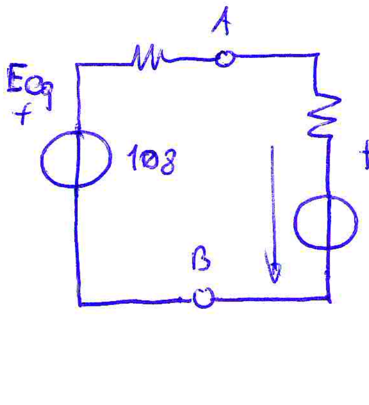
$I_{E_1} = -I = -10A$

$P_{E_1} = I_{E_1} \cdot E_1 = -240W$

Adesso chiudiamo l'interruttore T

$P_{E_4} = 380W$ entrante



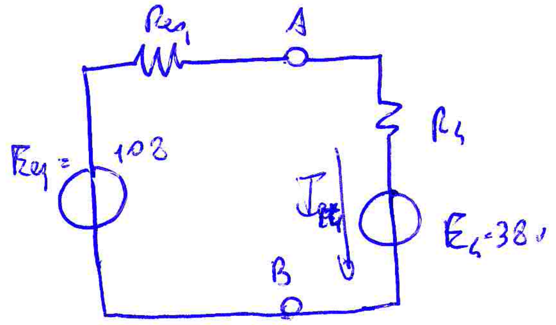


$P_E \to I_{E_4}$

$P_{R_4} = E_4 \cdot I_{E_4}$

$I_{E_4} = 10A$

ora si orienta la maglia



$$E_4 - E_{eq} + (R_{eq} + R_4) \cdot I_{R4} = 0$$

$$\frac{E_{eq} - E_4 - R_{eq} I_{R4}}{I_{R4}} = R_4 \cancel{I_{R4}}$$

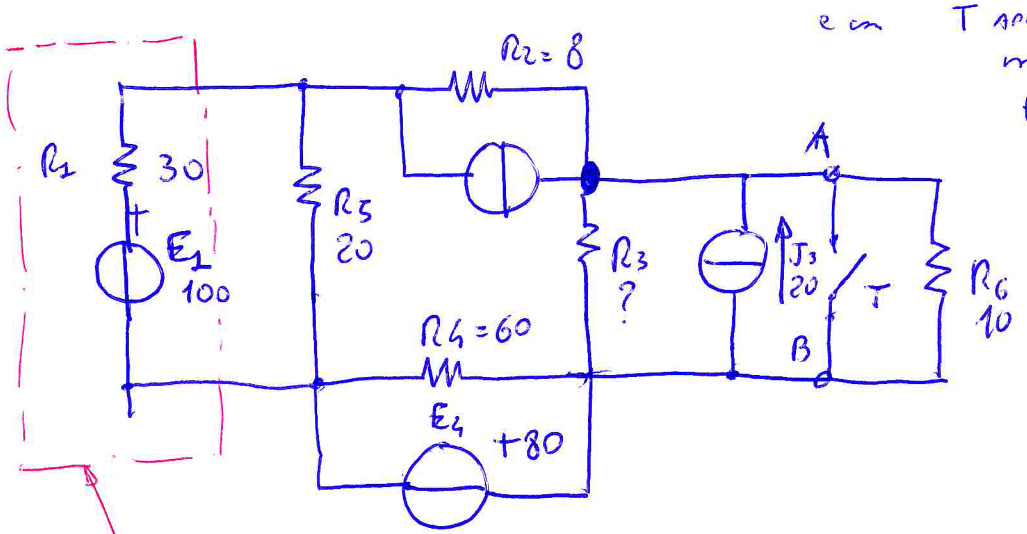
$$\boxed{R_4 = 4\ \Omega}$$

Esercizio ing Valentina Siena

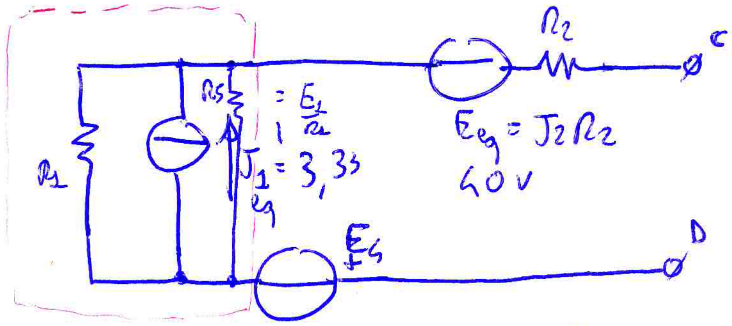
trovare con T chiuso la I_{cc} AB

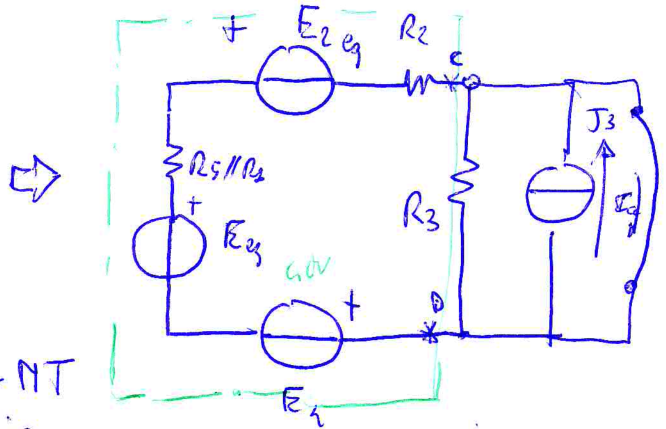
e con T aperto trovare R_3 in modo che ci sia il massimo trasferimento di potenza su R

SI APPLICA NORTON



Trasformo questo in un generatore normale di corrente





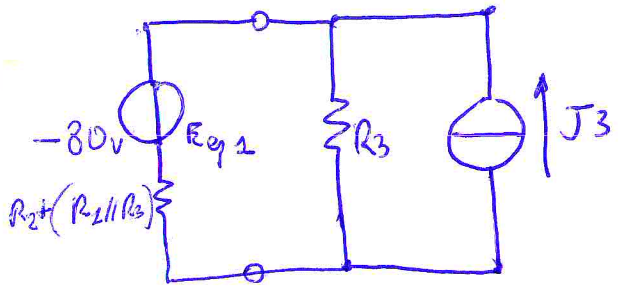
La R_1 si semplifica perché è in parallelo al generatore ideale di tensione

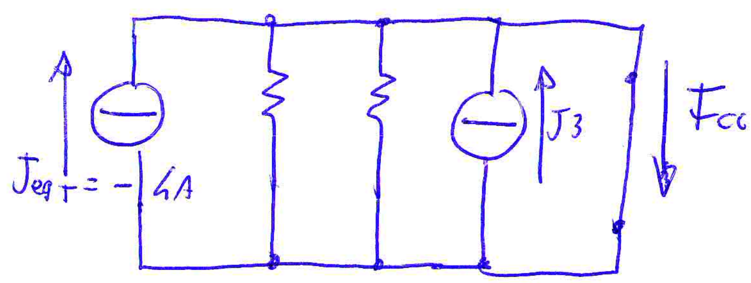
Riportiamo a GNT con in più Rs in parallelo a R_1

introduciamo i morsetti C-D poi troviamo la I_{cc}

Trasformo tutta la rete nel verde in un G.M.C.

si arriva a: $E_{eq_T} = E_{eq} - E_{eq2} - E_4 = -80V$

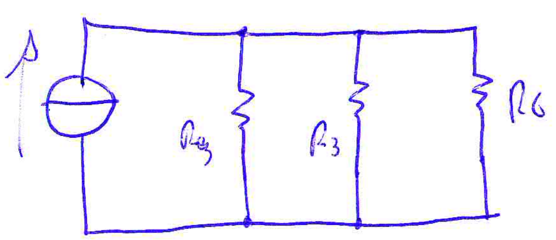


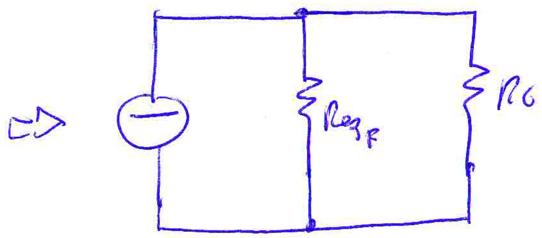


$-80\,(R_2 + (R_1 // R_5)) = -4A$

$I_{cc} = J_3 + J_{eq} = 20 - 4 = 16A$

ora calcoliamo il massimo trasferimento di potenza su R_6





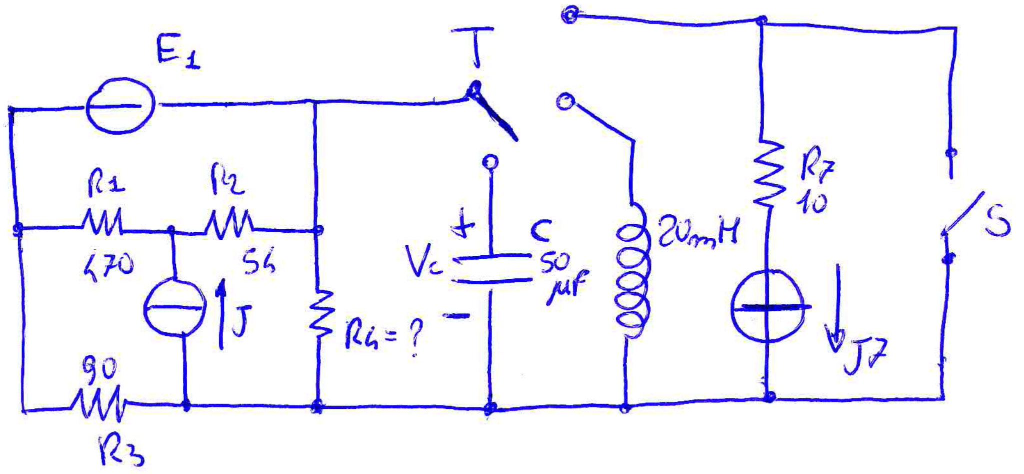
$R_{eqF} = (R_{eq} // R_3)$

la massima potenza su R_6 si ha per $R_6 = R_{eqF} = 10$

con $R_3 = 20\,\Omega$

E' un tema d'esame.

ESERCIZIO ing. Valentina Siena



$T \to 1$ $W_C = 2{,}25\ J = \frac{1}{2} C V^2$

$T \to 2$ $W_L = 250 mH = \frac{1}{2} L I^2$

con S aperto $T \to 3$ calcolare la potenza assorbita P_{J7}

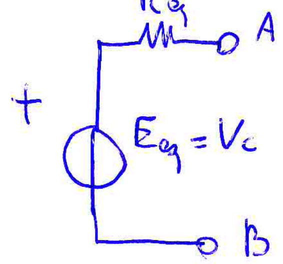
con S chiuso calcolare E_{eq} e R_{eq} con S in A e B, calcolare R_4

Nella prima parte del problema si valutano le energie date

$W_C = \frac{1}{2} C V_C^2 = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot V^2 = 2{,}25\ [J]$

$\frac{0{,}5 \cdot 50}{1000'000} \cdot V^2 = 2{,}25 \Rightarrow \boxed{V = \sqrt{\frac{2{,}25 \cdot 1000'000}{25}}}$

$V = 300\ V = E_{eq} = V_{AB0}$



costituisce la prima risposta all'esercizio dato

Ma il generatore equivalente di Thevenin richiede anche la R_{eq} e manca la R_4 che ricaviamo

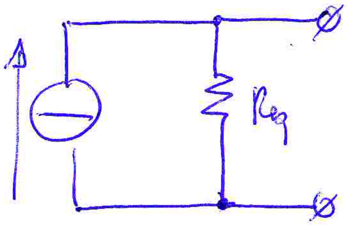
dall'energia dell'induttore $W_L = \frac{1}{2} L I^2$ da cui ricaviamo la I_L

$$250 \cdot 10^{-3} = 0{,}5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot I^2 \qquad \sqrt{\frac{250 \cdot \cancel{10^{-3}}}{0{,}5 \cdot 20 \cdot \cancel{10^{-3}}}} = I$$

da cui $I_{t_L} = 5\,A$

quindi si ricava lo schema equivalente di NORTON.

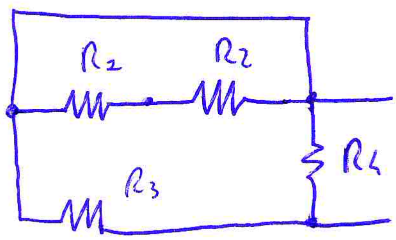
$I_{Leq} = I_L =$



$$\frac{E_q}{I_{ce}} = R_{eq} = 60\,\Omega$$

Ora bisogna calcolare la R_4.

troviamo la resistenza equivalente della rete.



$$\boxed{R_{eq} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \Rightarrow \quad 60\,(R_3 + R_4) = R_3 \cdot R_4}$$

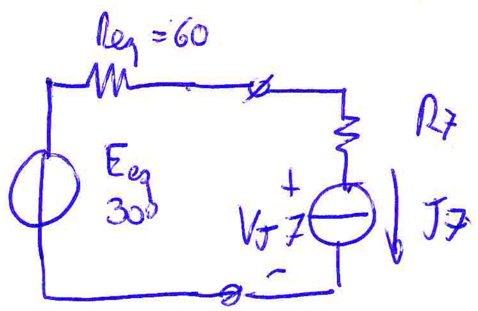
$$60 \cdot 90 + 60 \cdot x = 90 \cdot x$$

$$5400 + 60x = 90x \rightarrow 60x - 90x = -5400$$

$$x\,(60 - 90) = -5400 \qquad x = \frac{-5400}{(60-9)} = 180\,\Omega$$

$$\boxed{R_4 = 180\,\Omega}$$

quindi collego il carico al generatore equivalente di thevenin trovato



$$\boxed{J7\,R_{eq} + J7\,R_7 + V_{J7} - E_{eq} = 0}$$

$$V_{J7} = E_{eq} - J7\,R_7 - J7\,R_{eq}$$

$$= 300 - J_7(R_7 - R_{eq})$$

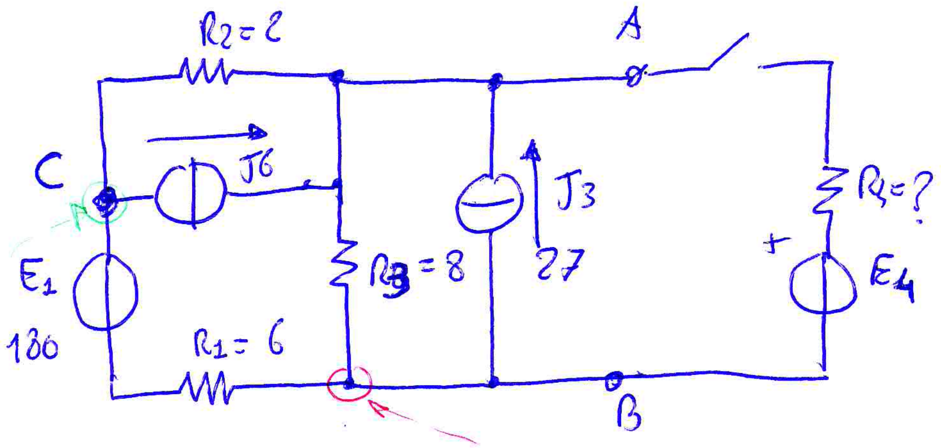
$$P_{J7} = V_{J7} \cdot J7 = 90 \cdot 3 = 270\,W \qquad = 90\,V$$

Esercizio   ing. Valentina Siena.

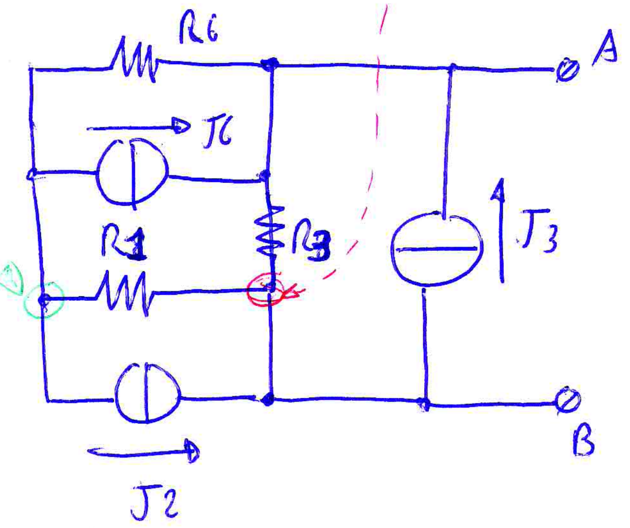
calcolare V_{AB0} con T aperto e P_{E_1} uscente

con T chiuso trovare R_4 e P_{E4}

USANDO IL METODO DEI POTENZIALI AI NODI.



Per applicare il metodo dei potenziali di nodi si adegua la rete e si sceglie $V_B = 0$ si ottiene la rete:



$$\begin{cases} (G_2 + G_3)\,V_A - G_2\,V_C = J_2 + J_3 \\ (G_1 + G_2)\,V_C - G_2\,V_A = -J_2 - J_{eq\,1} \end{cases}$$

Da cui $V_A = 24\ V$

$V_C = -36\ V$

stiamo cercando V_{AB0} di Thevenin

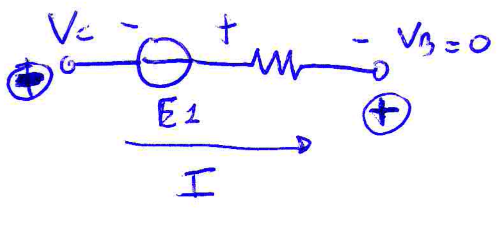
$V_{AB0} = V_A - V_B = 24$

V_B è il nodo posto a zero

Ora calcoliamo la potenza uscente dal generatore E_1

$J_6 = 6A$

il ramo si può rappresentare con:



$V_B - V_C$

$I = +24\ A$

$P_{E_1} = E_1 \cdot I = 4320\ W$

ultima domanda: dalla potenza $P_{E_4} = 8W$ calcolare R_4

il risultato sarà $R_4 = 6\,\Omega$

Farlo per esercizio.

19/04/2012 Prof. Dughiero Fabrizio Lez. n° 23

La potenza in regime sinusoidale

$v(t) = V_M \,\text{sen}(\omega t + \alpha)$ $\quad \bar{V} = V e^{J\alpha}$

$i(t) = I_M \,\text{sen}(\omega t + \beta)$ $\quad \bar{I} = I e^{J\beta}$

$P(t) = VI\cos\varphi - VI\cos(2\omega t + \alpha + \beta)$ [W] che deriva dal prodotto delle due espressioni in seno

$P = VI\cos\varphi$ [W] $\quad \mathring{A} = \bar{V}\check{\bar{I}} = P + JQ$ [VA]

Pot. attiva

$Q = VI\,\text{sen}\,\varphi$ [VAR] Pot. Reattiva

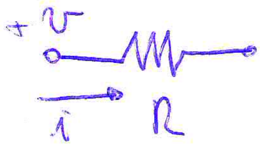
eff. eff.

$A = VI$ [VA]

Potenza di dimensionamento

Perché riguarda puoi trasformatori sono dimensionati connessi al carico

BIPOLO RESISTORE



$v(t) = V_M \,\text{sen}(\omega t + \alpha)$ $\quad i(t) = \frac{v(t)}{R} = \frac{V_M}{R}\,\text{sen}(\omega t + \alpha$

$V_M ; \boxed{I_M \Rightarrow \frac{V_M}{R}}$ $\quad \frac{V_M}{I} = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} = R$ $\quad \varphi = (\alpha - \beta$

quando φ è zero significa che non c'è sfasamento tra tensione e corrente (sempre nelle resistenza)

$\bar{V} = V e^{J\alpha}$ $\quad \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = R$

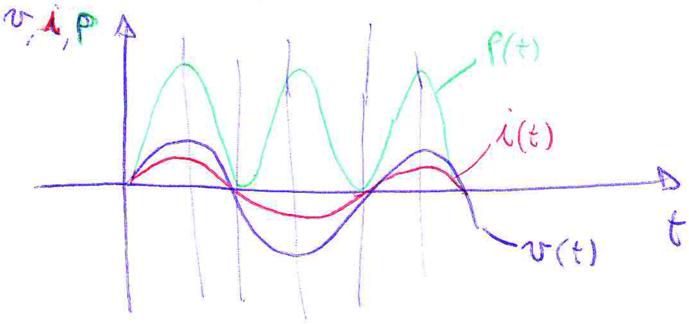
Solo quando $\varphi = 0$

$\frac{\bar{V}}{\bar{I}}$ mi da un numero reale

$v(t) = V_M \sin(\omega t + \alpha)$ $\quad \alpha = 0$

$i(t) = I_M \sin(\omega t + \beta)$

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



$P = VI\cos\varphi = VI$ [W]

Pot. attiva

$Q = VI\sin\varphi = \emptyset$ [VAR]

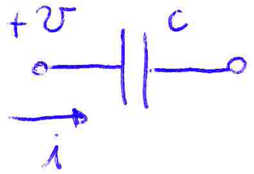
Pot. reattiva.

$A = P = VI$

$$\boxed{P = RI^2 = GV^2 = \frac{V^2}{R} = \frac{I^2}{G}}$$

Pot. ATTIVA

Bipolo Condensatore



$$v(t) = V_M \operatorname{sen}(\omega t + \alpha)$$

$$i = C\frac{dv}{dt} = C\omega V_M \cos(\omega t + \alpha) = C\omega V_M \sin\left(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$i(t) = V_M C \omega \sin\left(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$V_M, \quad I_M = \omega C V_M \qquad \frac{V_M}{I_M} = \frac{V}{I} = \frac{1}{\omega C}$$

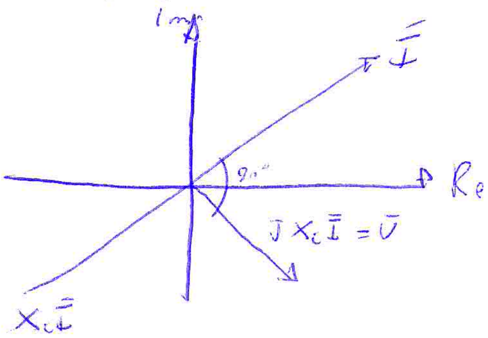
A·S Coulomb

$$[F] = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}$$

rapporto tra le fasi

$$\varphi = \alpha - \left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{\pi}{2}$$

La corrente in un bipolo condensatore è in anticipo di $+\frac{\pi}{2}$ rispetto alla tensione oppure la tensione è in ritardo di $\frac{\pi}{2}$ rispetto alla corrente

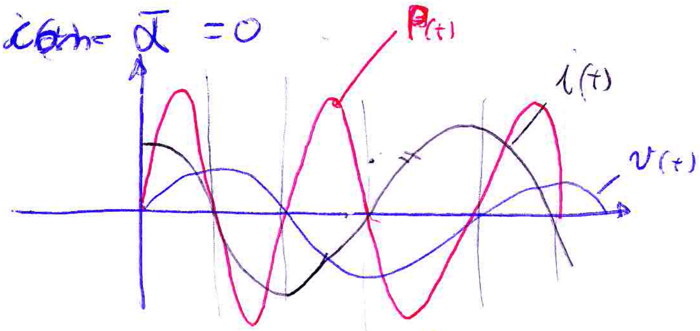


$$X_c = -\frac{1}{\omega C} \quad [\Omega] \qquad \text{Reattanza capacitiva}$$

$$\frac{\bar{V}}{\bar{I}} = J X_c \qquad \bar{V} = J X_c$$

$$v(t) = V_M \sin(\omega t + \alpha) \qquad i(t) = I_M \sin\left(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right) \qquad P(t) = v(t)\, i(t)$$

con $\alpha = 0$



$$P = VI\cos\varphi = 0$$

$$Q = VI\operatorname{sen}\varphi = -VI$$

Potenza reattiva

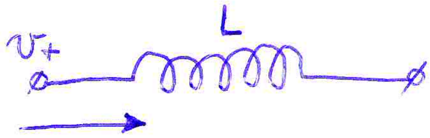
$$A = |Q| = VI \qquad \text{potenza apparente}$$

Può essere solo un reale positivo

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

$$P(t) = VI\cos\varphi - VI\cos(2\omega t + \alpha + \beta)$$

Il bipolo induttore



$$i(t) = I_M \operatorname{sen}(\omega t + \alpha)$$

$$v = L\frac{di}{dt} = L\omega I_M \cos(\omega t + \alpha)$$

$$= L\omega I_M \sin\left(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right)$$

Ricaviamo la relazione tra ampiezze e tra fasi

$V_M = \omega L I_M$

$I_M =$

$$\frac{V_M}{I_M} = \frac{V}{I} = \omega L \; [\Omega]$$ è dimensionalmente identica a una resistenza

(rapporto tra i valori efficaci)

$L = [\Omega][sec]$ è un rapporto tra flusso e corrente

$\omega = \frac{[rad]}{[sec]}$

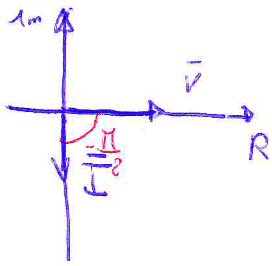
$\bar{B} = \phi I = [Weber]$

è invece l'induzione magnetica $\left[\frac{Weber}{m^2}\right]$

Le relazioni di fase ci restituiscono

$$\varphi = \alpha + \frac{\pi}{2} - \alpha \quad \text{quindi} \quad \varphi = +\frac{\pi}{2}$$

nel bipolo induttore la corrente è in quadratura in ritardo rispetto alla tensione.

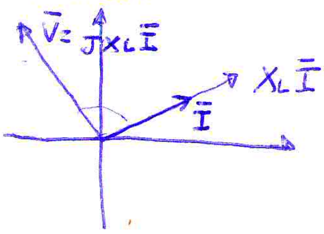


introduciamo $\boxed{X_L = \omega L \; [\Omega]}$

la reattanza induttiva.

Conviene ragionare ~~tra~~ il fasore della tensione diviso il fasore della corrente

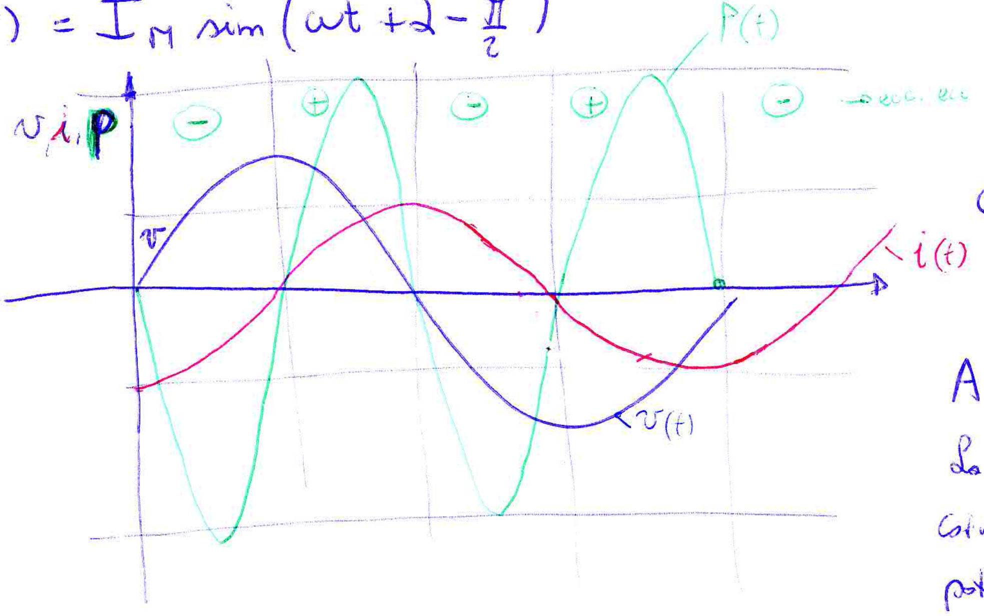
$$\frac{\bar{V}}{\bar{I}} = JX_L \qquad \boxed{\bar{V} = JX_L\bar{I}}$$



Ragioniamo sulla potenza in gioco con il bipolo induttore.

$$v(t) = V_M \sin(\omega t + \alpha)$$

$$i(t) = I_M \sin\left(\omega t + \alpha - \frac{\pi}{2}\right)$$



$P = VI\cos\varphi = 0$

$Q = VI\sin\varphi = VI$

$A = VI$

La potenza apparente coincide con la potenza reattiva

La potenza è di "natura" diversa rispetto a quella delle capacità.

Per trasferire potenza dalla rete a un carico generico sarebbe meglio avere un assorbimento Attivo molto prioritario rispetto a quello reattivo. Se il rapporto non è favorevole allora aumenta la corrente a parità di lavoro elettrico trasformato.

Se ho un carico che assorbe troppa potenza reattiva mi conviene compensare rifasando il carico. La tecnica di rifasamento alza il fattore di potenza $\cos\varphi$.

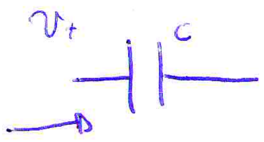
Le leggi impongono un $\cos\varphi$ vicino al valore 1

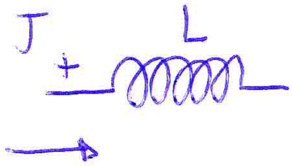
si rifasano i carichi con dei condensatori di rifasamento dato che i carichi reattivi impongono alla centrale di fornire correnti maggiori anche se non aumenta il lavoro meccanico utile finale dei motori collegati

Vediamo un nuovo concetto.

SUSCETTANZA B_c e SUSCETTANZA INDUTTIVA B_L

$B_c \downarrow \omega C$ $\qquad$ $B_L \downarrow -\frac{1}{\omega L}$





$$\frac{\bar{V}}{\bar{I}} = J X_c \qquad \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = J X_L$$

$$X_c = -\frac{1}{\omega C} \qquad X_L = \omega L$$

Vediamo i rapporti $\frac{\bar{I}}{\bar{V}}$ ovvero l'opposto dell'impedenza 'reciproco'

NUOVA DEFINIZIONE
SUSCETTANZA CAPACITIVA

$$\boxed{\frac{\bar{I}}{\bar{V}} = J\omega C} \qquad \boxed{B_c = \omega C} \qquad \bar{I} = J B_c \bar{V}$$

Per il bipolo induttore invece vale $\frac{\bar{I}}{\bar{V}} = -J\frac{1}{\omega L}$

SUSCETTANZA INDUTTIVA

$$\boxed{B_L = -\frac{1}{\omega L}}$$

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

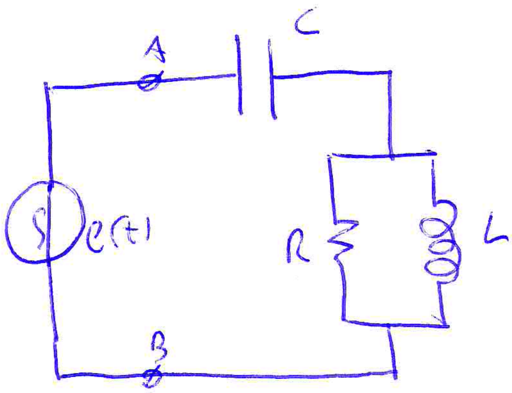
$$Q = -B_L V^2 = -\frac{I^2}{B_L}$$

La prossima lezione verrà definita la l'impedenza e l'ammettenza

Esercizi proposti dal ing Gottardo Mario

tutte le reti sottostanti sono alimentate a una frequenza di 100 Hz tramite un inverter.

trovare la "potenza" entrante (si intende Attiva, Reattiva, Apparente, Complessa) ai morsetti A-B. Rappresentare i diagrammi fasoriali

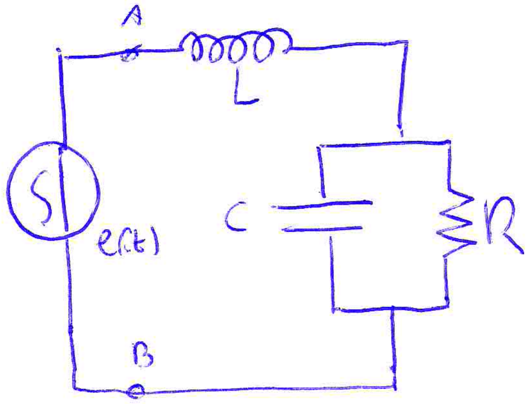


$C = 100 \mu F$

$L = 10 mH$

$R = 20 \Omega$

$e(t) = 220\sqrt{2} \operatorname{sen} \omega t$

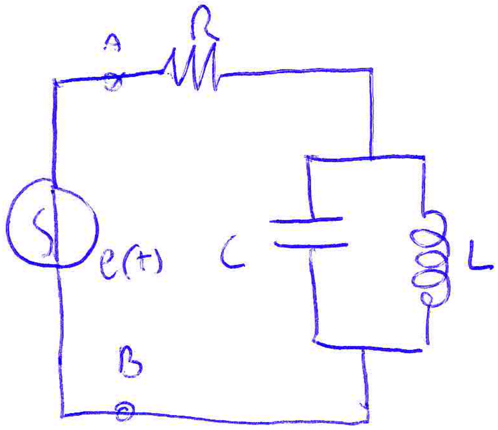


$C = 500 \mu F$

$L = 10000 \mu H$

$R = 10 \Omega$

$e(t) = 380\sqrt{2} \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$



$C = 1000 \mu F$

$L = 1000 mH$

$R = 10 \Omega$

$e(t) = 400 \operatorname{sen}\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$