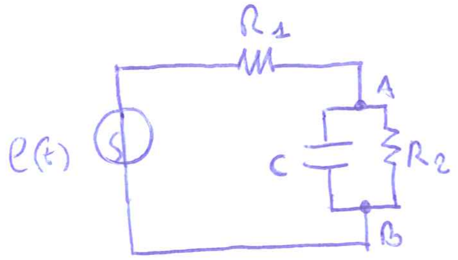
23/04/2012 Lez. 24

Esercizio impostato (ing. Gottardo?): trovare la potenza trasmessa alla porta A-B del circuito in figura operante a 90 Hz



$e(t) = 400\sqrt{2}\,\mathrm{sen}(\omega t - \pi)$

$R_1 = 20\,\Omega$

$R_2 = 50\,\Omega$

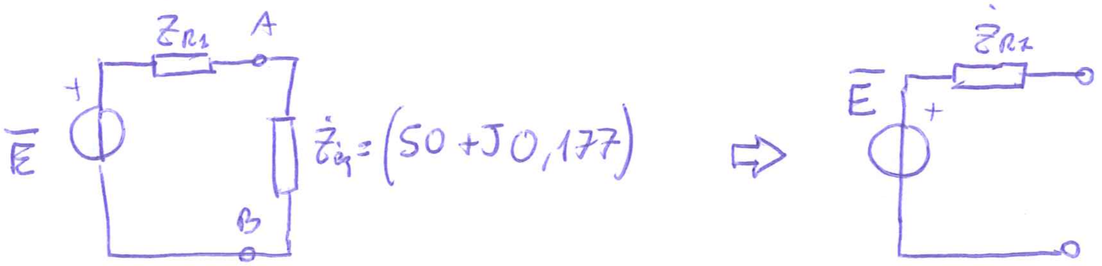
$C = 10000\,\mu F$

Soluzione: Si applica il teorema di Thevenin dopo avere ricavato la rete simbolica.

Si sintetizza il carico della porta A-B con il parallelo delle impedenze $\dot{Z}_C$ e $\dot{Z}_{R_2}$.

$\omega = 2\pi f = 6{,}28 \cdot 90 = 565{,}48 \left[\frac{rad}{sec}\right]$ $\qquad \dot{Z}_C = \frac{J1}{\omega C} = \frac{J\,1000000}{(565{,}48 \cdot 100000)} = J\,0{,}177\,\Omega$

$\dot{Z}_{R_2} = 50\,\Omega \qquad \dot{Z}_{R_1} = 20\,\Omega \qquad \bar{E} = 400\,(\cos\pi - J\,\mathrm{sen}\,\pi) = -400\,[V]$



- l'impedenza della rete vista dalla porta coincide con $\dot{Z}_{R_1}$
- il generatore a vuoto corrisponde con $\bar{E}$

Ricollego il carico e studio la maglia. Trovo quindi la corrente $\bar{I}$ e ne calcolo il coniugato $\check{I}$

Poi si esegue il calcolo della potenza complessa $\mathring{A} = \bar{V}_{AB}\,\check{I}$

con $\bar{V}_{AB} = \frac{\bar{E}}{Z_{R_1} + Z_{Eq}} \cdot Z_{eq} = \frac{-400 \cdot (50 + J0{,}177)}{20 + (50 + J0{,}1777)} = \frac{-20 - J\,70{,}8}{(70 + J\,0{,}177)}$

quindi $\boxed{\bar{V}_{AB} = (-285{,}71 - J\,0{,}288)}$

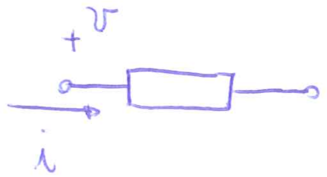
La corrente vale: $\bar{I}\,(Z_{tot}) - \bar{E} = 0 \qquad \bar{I} = \frac{\bar{E}}{Z_{tot}} = \frac{-400}{70 + J0{,}177} = (-5{,}71 + J0{,}0144)$

$\mathring{A} = (-285{,}71 - J0{,}288)(-5{,}71 - J0{,}0144) = (1631 + J\,5{,}758)$

Le potenze trasmesse sono 1631 WATT e 5,758 VAR, è la risposta all'esercizio.

La volta scorsa si è introdotta la suscettanza dei bipoli resistori induttori e condensatori.
Sono questi tre bipoli che sono sempre inseriti negli esercizi.

La potenza reattiva attiva sui bipoli deve essere capita a colpo d'occhio in segno e valore



L'impedenza la rappresentiamo solo con un rettangolo sarà quindi lo sfasamento di corrente e tensione definirà il comportamento ohmmico o capacitivo
vale solo per bipoli passivi

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

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

$$\dot{Z} = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = \frac{V}{I} e^{J(\alpha - \beta)}$$

Il modulo è il rapporto tra i valori efficaci della tensione e della corrente mentre l'argomento (fase) è la differenza degli argomenti. È quindi un operatore complesso che mostra due relazioni, una relativa di moduli visti come rapporti dei valori efficaci, mentre l'argomento esprime un angolo.

L'argomento può assumere qualsiasi valore tra 0 e 2π? NO!!! ma solo $\pm\frac{\pi}{2}$

La definizione parte dalla propietà di PASSIVITÀ.

$$P = VI\cos\varphi \geq 0 \quad \text{quindi} \quad -\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq +\frac{\pi}{2}$$

L'impedenza ha quindi un argomento che può avere qualsiasi angolo tra 0 e $\pm\frac{\pi}{2}$

È il secondo operatore complesso che troviamo. Il primo era la potenza complessa che indichiamo con il puntino e non con la barretta.

L'impedenza non è derivata da una funzione del tempo ma è una grandezza intrinseca del bipolo in esame. Significa che facendo il rapporto dei fasori $\frac{\overline{V}}{\overline{I}}$ sparisce la parte ωt, ovvero è indipendente dal tempo. (Se moltiplica per il complesso coniugato sparisce anche il J a denominatore $\to J\omega t$ va a zero)

L'OPERATORE COMPLESSO IMPEDENZA PUÓ ESSERE ESPRESSA SIA IN COORDINATE POLARI CHE CARTESIANE

$$\dot{Z} = \underset{\text{modulo}}{Z}(\cos\varphi + J\sin\varphi) = \underset{\text{modulo}}{Z_R} + J\underset{\text{modulo}}{Z_{im}} \qquad Z = \sqrt{Z_R^2 + Z_{im}^2}$$

$$Z_R = Z\cos\varphi \qquad Z_{im} = Z\sin\varphi \qquad \varphi = \arctan\frac{Z_{im}}{Z_R}$$

Attenzione se l'argomento venisse, ad esempio $\frac{2}{3}\pi$, quell'operatore non può essere un'impedenza dato che deve essere compresa tra $\pm\frac{\pi}{2}$ come argomento.

Vediamo per le potenze:

Ricordarsi che moltiplicare un complesso per il suo complesso coniugato da un reale che è il quadrato del modulo.

$$\boxed{\dot{A} = \overline{V}\overset{\vee}{I} = \dot{Z}\,\overline{I}\overset{\vee}{I} = \dot{Z}I^2 = Z_R I^2 + J Z_{im} I^2 = P + JQ}$$

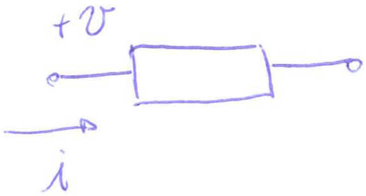
Quindi: Alla parte reale dell'impedenza è associata la assorbimento della pot. Attiva.

Alla parte immaginaria dell'impedenza è associato un assorbimento di potenza reattiva.

Dualmente all'impedenza definiamo l'ammettenza.

comoda quando si ha a che fare con configurazioni parallelo di impedenze. (sintetizzate dentro all'unico rettangolo)

PASSIVO (PER DEFINIZIONE ALTRIMENTI NON VALE)



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

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

$$\dot{Y} = \frac{\bar{I}}{\bar{V}} = \frac{I}{V} e^{j\varphi'} \qquad \boxed{\varphi' = \beta - \alpha}$$

con argomenti β e α invertiti rispetto all'impedenza

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

con angolo ammesso compreso tra $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi' \leq +\frac{\pi}{2}$

è anche questo un operatore complesso.

Essendo un rapporto in cui compare a numeratore e a denominatore lo stesso fattore $j\omega t$ si semplifica il tempo.

modulo — moduli

$$= Y(\cos\varphi' + j\sin\varphi) = Y_R + jY_m \qquad Y = \sqrt{Y_R^2 + Y_m^2}$$

$$Y_R = Y\cos\varphi' \qquad Y_m = Y\sin\varphi' \qquad \varphi' = \operatorname{arctg}\frac{Y_m}{Y_R}$$

vediamo per le potenze sull'ammettenza

$$\mathring{A} = \bar{V}\check{I} = (\bar{V} \cdot \check{\dot{Y}} \cdot \check{V}) = \check{\dot{Y}} V^2 = (Y_R - jY_m)V^2$$

Tutto coniugato

$$\boxed{A = YV^2} \qquad \boxed{P = Y_R V^2} \qquad \boxed{Q = -Y_m V^2}$$

pot. Apparente (ma c'è il puntino)

Impedenze e ammettenze elementari

	IMPEDENZE	AMMETTENZE
R	$\dot{Z} = R + J0$	$\dot{Y} = G + J0$
C	$\dot{Z} = 0 + J\frac{1}{\omega C} = 0 + JX_C$	$\dot{Y} = 0 + JB_C$
L	$\dot{Z} = 0 + JX_L = 0 + J\omega L$	$\dot{Y} = 0 + JB_L$

impedenza e ammettenza sono una il reciproco dell'altra, quindi

$$\dot{Z} = \frac{1}{\dot{Y}} \qquad \dot{Y} = \frac{1}{\dot{Z}}$$

Se conosco modulo e argomento Z, φ oppure Y, φ' vogliamo passare dall'impedenza all'ammettenza e viceversa

conosco Z e φ	
$Y_R = \frac{\cos\varphi}{Z}$	$Y_I = \frac{-\sin\varphi}{Z}$

$$Y_R + JY_{im} = \frac{1}{Z_R + JZ_{Im}} \quad \begin{cases} Y_R = \frac{Z_R}{Z_R^2 + Z_{im}^2} \\ Y_I = \frac{-Z_I}{Z_R^2 + Z_{im}^2} \end{cases}$$

conosco Y e φ'	
$Z_R = \frac{\cos\varphi'}{Y}$	$Z_{im} = \frac{-\sin\varphi'}{Y}$ (modulo)

$$Z_R + JZ_{im} = \frac{1}{Y_R + JY_{im}} = \begin{cases} Z_R = \frac{Y_R}{Y_R^2 + Y_I^2} \\ Z_i = \frac{-Y_I}{Y_R^2 + Y_I^2} \end{cases}$$

Tutti i concetti del regime sinusoidale sono stati detti

tutti i principi e i teoremi dello stazionario, vengono riportati al sinusoidale. Non sono molti ma importanti.

Le leggi di Kirchhoff alle tensioni e alle correnti.

$$\sum_{taglio} \pm i_{i(t)} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \sum_{taglio} \pm \bar{I}_i = 0$$

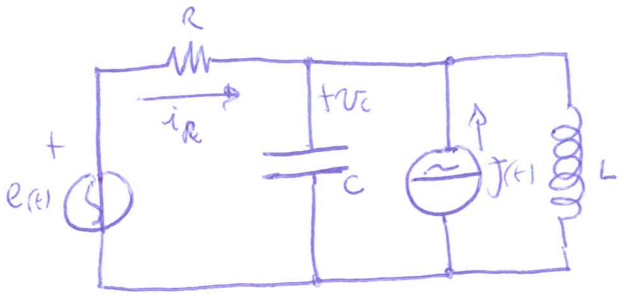
Si applica ai fasori non ai valori efficaci

Vietato applicarle ai valori efficaci. è assurdo $\cancel{\sum_{taglio} I_i} = 0$ NO!!! Manca il segno di fasore e quindi parla di somma di valore efficace FALSO $\Sigma = 0$

importante il simbolo di fasore

$\sum \pm v_i(t) = 0 \Rightarrow \sum_{\text{fasori}} \pm \bar{V}_i = 0$ non vale per i valori efficaci

Vediamo un Esercizio molto significativo (svolgimento Dughiero)

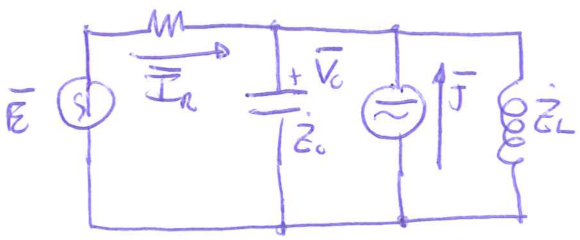


$R = 25\Omega$ $L = 50\,mH$ $\omega = 1000\,s^{-1}$

$C = 100\,\mu F$ $i_R(t) = 4\cos\omega t$ $v_C(t) = 50\cos\omega t$

correnti e tensioni sono espresse entrambe in cos. ma questo non è un problema. se fossero miste, allora prima di fare STRINGERE portarle tutte al seno o al coseno

Soluzione: Cominciamo RAPPRESENTANDO LA RETE NEL DOMINIO DEI FASORI OVVERO tracciando la rete simbolica



$\bar{I}_R = \frac{4}{\sqrt{2}} e^{J0}$ $\dot{Z}_R = R + J0 = (25 + J0)$

$\bar{V}_C = \frac{50}{\sqrt{2}} e^{J0}$ $\dot{Z}_L = 0 + JX_L = (0 + J50)$

$\bar{X}_C = -\frac{1}{\omega C} = -10\Omega$ $\dot{Z}_C = 0 + JX_C = (0 - J10)$

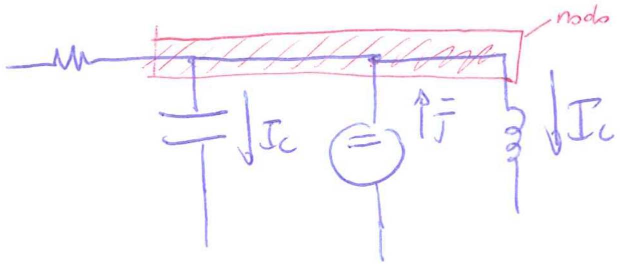
$\bar{X}_L = \omega L = 50\Omega$

$\bar{E} - \bar{V}_R - \bar{V}_C = 0$ $V_R = \dot{Z}_R \cdot \bar{I}_R = R \cdot \bar{I}_R \equiv$ in termini polari ho $\Rightarrow 25 e^{J0} \cdot \frac{4}{\sqrt{2}} e^{J0} =$

$= \frac{100}{\sqrt{2}} e^{J0}$ quindi la V_R è definita

$\bar{E} = \bar{V}_R + \bar{V}_C = \frac{100 e^{J0}}{\sqrt{2}} + R\bar{I}_R = \frac{150}{\sqrt{2}} + J0 = \frac{150}{\sqrt{2}} e^{J0}$

vediamo le correnti, facciamo una LKC



$$\bar{I}_R - \bar{I}_C + \bar{J} - \bar{I}_L = 0$$

$$\bar{J} = -\bar{I}_R + \bar{I}_C + \bar{I}_L$$

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

Il rapporto lo gestisco meglio in coordinate polari, quindi

$$\bar{I}_C = \frac{\bar{V}_C}{\dot{Z}_C} = \frac{\frac{50}{\sqrt{2}} e^{j0}}{10 e^{j-\pi/2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} e^{j\frac{\pi}{2}}$$

si vede che è in quadratura e in anticipo rispetto Vc quindi giusto dato che è un condensatore

La $\bar{I}_L$ si calcola in maniera analoga, difatti $\dot{Z}_C$ e $\dot{Z}_L$ sono in parallelo.

$$\bar{I}_L = \frac{\bar{V}_C}{\dot{Z}_C} = \frac{\frac{50}{\sqrt{2}} e^{j0}}{50 e^{j\frac{\pi}{2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} e^{-j\frac{\pi}{2}}$$

nell'induttanza si vede che questa volta la corrente è in ritardo di $\frac{\pi}{2}$ quindi è giusto.

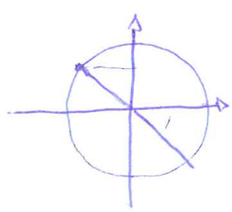
Le somme le gestiamo in coordinate cartesiane.

$$\bar{J} = \left(-\frac{4}{\sqrt{2}} - j0\right) + \left(0 + j\frac{5}{\sqrt{2}}\right) + \left(0 - j\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

$$= -\frac{4}{\sqrt{2}} + j\frac{4}{\sqrt{2}}$$

mettiamolo in coordinate polari $= 4 e^{j\frac{3}{4}\pi}$

$$\varphi = \arctan \frac{\left(\frac{4}{\sqrt{2}}\right)}{\left(-\frac{4}{\sqrt{2}}\right)} = -45^\circ$$



Adesso antitrasformo:

$$\bar{E} = \frac{150}{\sqrt{2}} e^{j0}$$

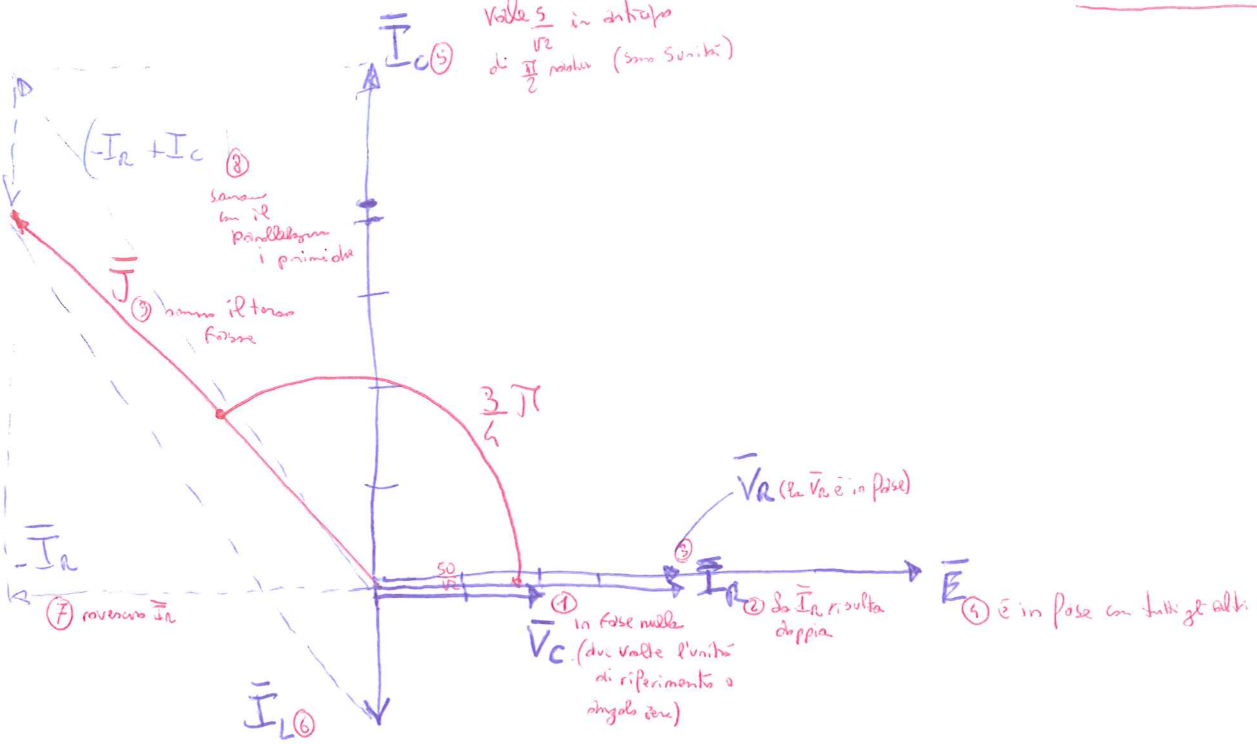
$$\bar{J} = 4 e^{j\frac{3}{4}\pi}$$

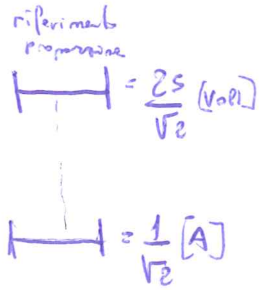
$$e(t) = 150 \cos(\omega t) \qquad J(t) = 4\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{3\pi}{4}\right)$$

Vediamo il diagramma fasoriale. seguire i numeri indicati (1) fino a (9)

Il fasore deve avere proporzioni e angoli corretti, quindi gli angoli e i moduli sono significativi. Si tratta di un disegno che contiene informazioni tecniche

$$\boxed{\bar{J} = -\bar{I}_R + \bar{I}_C + \bar{I}_L}$$

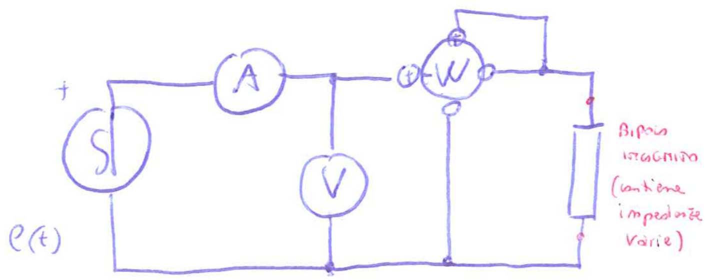




Il diagramma fasoriale è utile come verifica dei calcoli fatti dato che restituisce in maniera grafica e visiva anche le fasi e non solo i rapporti tra i moduli.

SINTESI DI IMPEDENZA

Il bipolo è alimentato in sinusoidale ed è controllato dai tre strumenti a valore efficace.



Cosa misurano?

Nel caso dell'amperometro e voltimetro non ci sono i riferimenti perché il valore efficace è un numero sempre positivo.

> Il valore efficace è un numero sempre positivo
> lo strumento a valore efficace non ha quindi
> bisogno di identificare i suoi morsetti

Voltmetro RMS
Amperometro RMS

Il wattmetro ha bisogno dei morsetti perché il flusso di potenza è determinato dalla convenzione del carico, in questo caso da utilizzatore

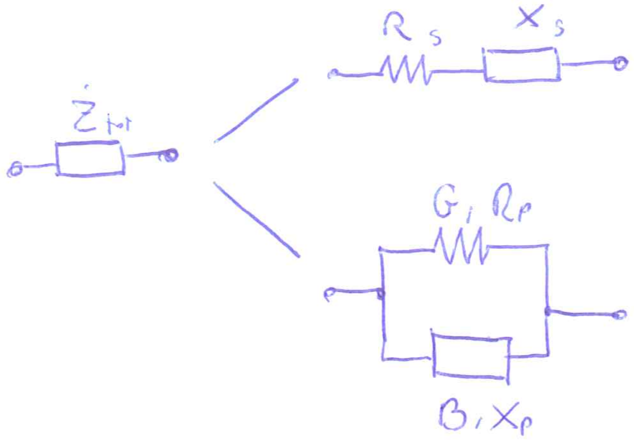
Il wattmetro misura la potenza attiva $P_w = VI\cos\varphi = R_e(\bar{V}\check{I})$

supponiamo che le misure siano:

$I_w = 5A$ eff $\qquad V_v = 120\ V \qquad P_w = 480\ W$

La mia impedenza la posso pensare costituita da una parte reale (che è di sicuro una R) e una parte reattiva che ne costituisce la parte immaginaria.

Potrò avere una configurazione serie o una parallelo



Sintesi: conosco il comportamento e arrivo a ricavare i componenti che formano questo comportamento.

$\dot{Z} = Z e^{J\varphi}$ $\qquad Z = \frac{V}{I} = \frac{V_V}{I_A} = \frac{120}{5} = 24\ \Omega$

Per l'arzometro, lo ricavo dalla potenza attiva

$P = VI\cos\varphi$ ricavo $\cos\varphi = \frac{P}{VI} = \frac{480}{600} = 0{,}8$

$\varphi = \arccos 0{,}8 = \pm 36{,}86°$

se l'angolo e negativo allora l'impedenza é di tipo ohmica capacitiva

se l'angolo é positivo allora l'impedenza è di tipo ohmico induttivo

ma non posso dire a priori se l'impedenza è di tipo induttivo o capacitivo con questi dati iniziali. (misure iniziali fatte)

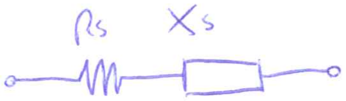
Se avessi un generatore variabile invece si potrebbe scoprirlo.

supponiamo che aumenti ma la tensione del voltmetro resta costante a 120V mentre la corrente I_A diventa ~~minore~~ e la potenza attiva è pari 480W

quindi il carico era homico induttivo perchè ωL è aumentato e quindi anche $\dot{Z}_L$. Se aumento l'impedenza diminuisce la corrente, ma la potenza attiva rimane invariata perchè la parte resistiva non è influenzata..

Vediamo come ricavare i componenti della sintesi:

Supponiamo di metterci nelle condizioni di sintesi serie.



ricaviamo X_s e R_s.

$$R_s = Z\cos\varphi = 19{,}2\ \Omega$$

$$X_s = Z\sin\varphi = 14{,}4\ \Omega$$

$$\boxed{X_s = \frac{Q}{I^2}}$$

$$\boxed{Q = \sqrt{(VI)^2 - P^2}}$$

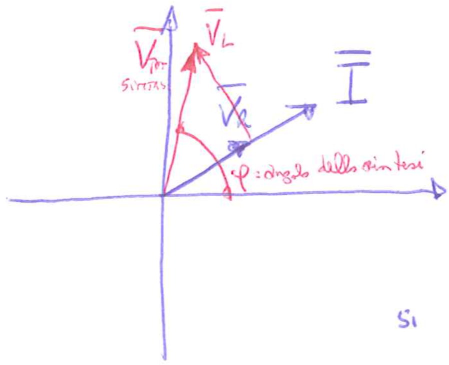
$\cos\varphi = 0{,}8$

$\sin\varphi = 0{,}6$

$P = 480\ W$

$R_s I^2 = 480$

$X_s = 14{,}4\ \Omega$



$$R_s = \frac{480}{5^2} = 19{,}2$$

$$X_s = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

si è partiti dalla corrente per costruire le due tensioni.

La prossima lezione si vedrà la sintesi parallela.

26/04/2012 Lez. 25

Correzione del compitino, fatto un po' al volo.

Domanda sul teorema di Thevenin.

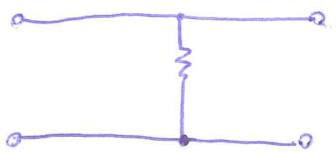
Domanda che trattava la potenza

1) $\Delta \rightarrow \lambda$ ok

2) $VI = 2000$ w $t_{on} \rightarrow t_{off}$ la potenza media era $P \cdot \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$

mentre il lavoro andava calcolato moltiplicando $P \cdot \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$ per il tempo di applicazione

3)



si risolveva partendo dalle definizioni

vediamo sul testo la matrice ibrida.

$$g_{11} = \left.\frac{i_1}{V_1}\right|_{i_2 = 0}$$

$$h_{11} = \left.\frac{V_1}{i_1}\right|_{v_2 = 0}$$

? questo va controllato perché non quadra.

$$g_{12} = \left.\frac{i_1}{i_2}\right|_{V_1 = 0}$$

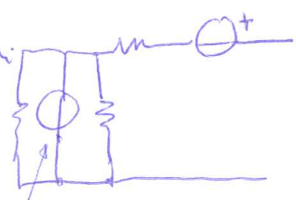
è una forma indeterminata

perché c'è un corto

le matrici ibride non sono definibili (c'è sul testo)

Da un controllo sul testo qualcosa non quadra.

4) era la somma algebrica di



questo è posto in corto.

5) topologia. verificare l'insieme di taglio

6) numero di maglie indipendenti e insiemi di tagli ind.

Bastava togliere un nodo.

7) Tellegen $\rightarrow$ non è stato valutato.

8) si poteva fare

9) generatore normale di corrente

Lez. del prof. Dughiero. si inizia dopo una rapida verifica del compitino.

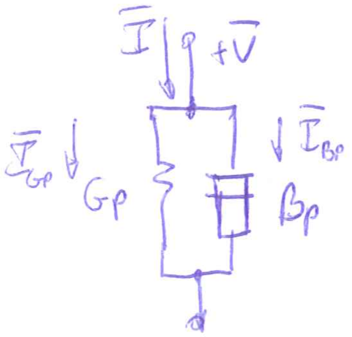
Dughiero ha aperto il gruppo di facebook Elettrotecnica Dughiero.

Venerdì c'è lezione alle ore 8:30 e non alle 10:30 in aula Ve

Ci sarà qualche lezione il sabato mattina.

SINTESI PARALLELO DELL'IMPEDENZA

Le sintesi serie e le sintesi parallelo sono circuiti genericamente più complessi di due soli bipoli in serie o in parallelo, ma possiamo ricondurlo a un ragionamento analogo



$$\dot{Y} = \frac{\bar{I}}{\bar{V}} = \frac{I}{V} e^{j\varphi'} = Y e^{j\varphi'}$$

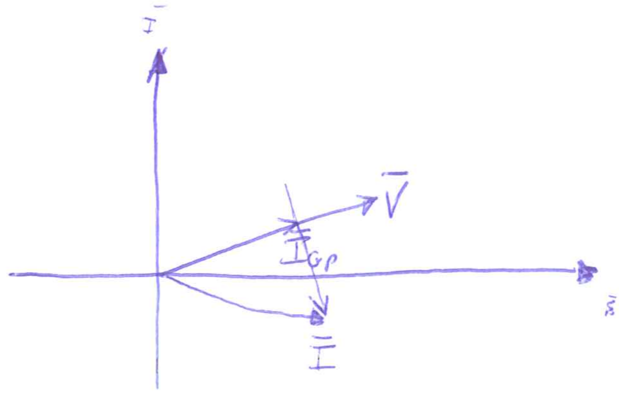
$$G_p = Y_R = Y \cos\varphi'$$

$$B_p = Y_{Im} = Y \sin\varphi'$$

Possiamo ragionare sia in termine di resistenza che di reattanza

$$R_p = \frac{Z}{\cos\varphi} = \frac{1}{G_p}$$

$$X_p = \frac{Z}{\sin\varphi} = -\frac{1}{B_p}$$



La grandezza comune della sintesi parallelo è la tensione e quindi iniziamo l'analisi dalla tensione applicata.

TEOREMA DI BOUCHEROT

vedere pag 426 del testo di Guarnieri.

è l'applicazione del teorema di Tellegen al regime sinusoidale

Conservazione della potenze in regime sinusoidale.

Opera sulle potenze COMPLESSE "si conserva la potenza complessa, ovvero due conservazioni simultanee della potenza attiva e della potenza reattiva"

come si vede applicando il teorema di Tellegen

Si convenzionano tutti i bipoli da utilizzatore

e si considera come sistema principale quello dei fasori di tensione $\bar{V}_h$ che soddisfa LKT

e quello delle correnti coniugate $\check{I}_h$ che soddisfa LKC.

si ha:

$$\sum_{nodo} \pm \bar{I}_i = 0 \qquad \sum \pm \left(I_{Ri} + jI_{im} \right) = 0$$

$$\sum_{nodo} \pm I_{Ri} = 0$$

$$\sum_{nodo} \pm \bar{I}'_{im} = 0$$

$$\sum_{nodo} \pm \check{I}_i = 0$$

Boucherot dice che

$$\boxed{\sum_{h=1}^{l} \bar{V}_h \check{I}_h = 0}$$

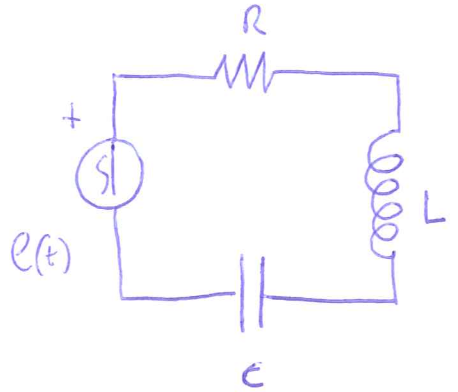
comporta che $\sum_{h=1}^{l} \mathring{A}_h = 0$

In una rete in regime sinusoidale le potenze complesse si conservano e quindi, convenzionati tutti i bipoli della rete da utilizzatori (o da generatori) la somma delle potenze attive su bipoli e la somma delle potenze reattive su tutti i bipoli valgono entrambi zero.

LA RISONANZA

È un fenomeno che si verifica in una sintesi sia serie che parallelo (per dualità).
Vediamo un esempio di risonanza serie. Il generatore è variabile in frequenza ma non in ampiezza $E_M = \text{cost.}$ $\quad 0 < f < \infty$

La risonanza non è solo danno ma può essere sfruttata.



Si analizza il comportamento del circuito al variare della frequenza

$$\dot{Z} = R + J(X_L + X_C)$$

con $Z = \sqrt{R^2 + (X_L + X_C)^2}$ in modulo

$\angle \dot{Z} = \arctan \dfrac{X_L + X_C}{R}$ in fase.

Alla pulsazione di risonanza il modulo dell'impedenza è il minore possibile e puramente Ohmico

$\omega_0 =$ pulsazione di risonanza

Vediamo come fare comparire la grandezza variabile (frequenza o ω) in questi calcoli

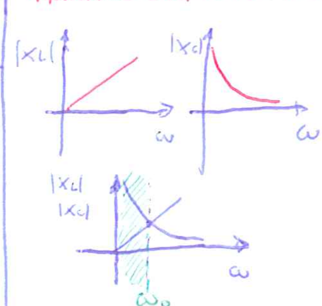
$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \qquad \angle \dot{Z} = \arctan \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

studiando queste funzioni in ω si potrà arrivare al fenomeno della risonanza per uno specifico valore di ω

Nel circuito disegnato sopra al variare di ω

Pulsazione	impedenza	modulo	Argomento	Natura
$\omega \to 0$	$R - J\infty$	∞	$-\frac{\pi}{2}$	C
$\omega > 0$	$R + JX_C$	>0	$> -\frac{\pi}{2}$	Ω - C
$\omega = \omega_0$	$R + J0$	R	0	Ω
$\omega > \omega_0$	$R + JX_L$	$>R$	>0	Ω - L
$\omega \to \infty$	$R + J\infty$	∞	$+\frac{\pi}{2}$	L

Modelli delle reattanze induttiva e capacitiva in ω



$$\boxed{\frac{1}{\omega_0 C} = \omega_0 L}$$

$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

Pulsazione di risonanza.

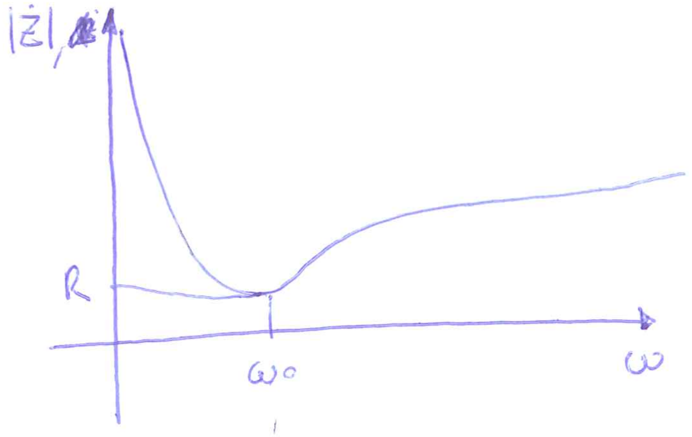


GRAFICO DEL MODULO DELL'IMPEDENZA

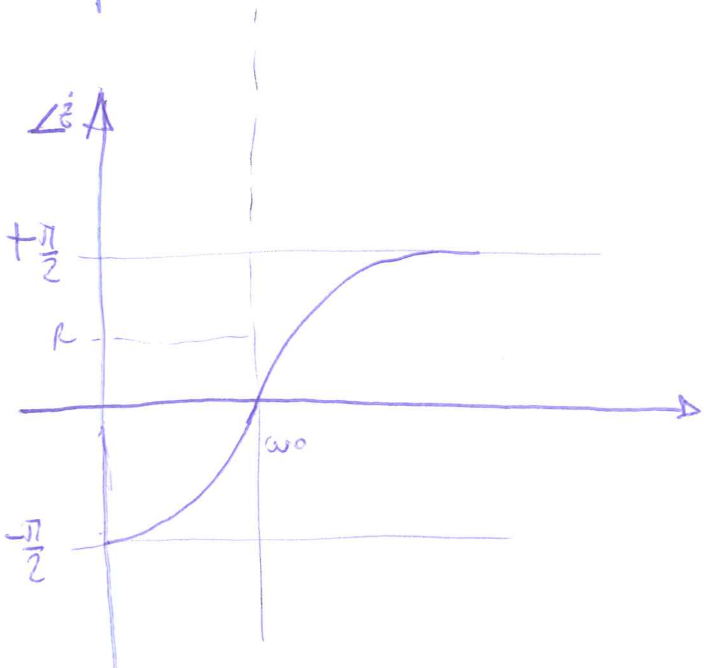
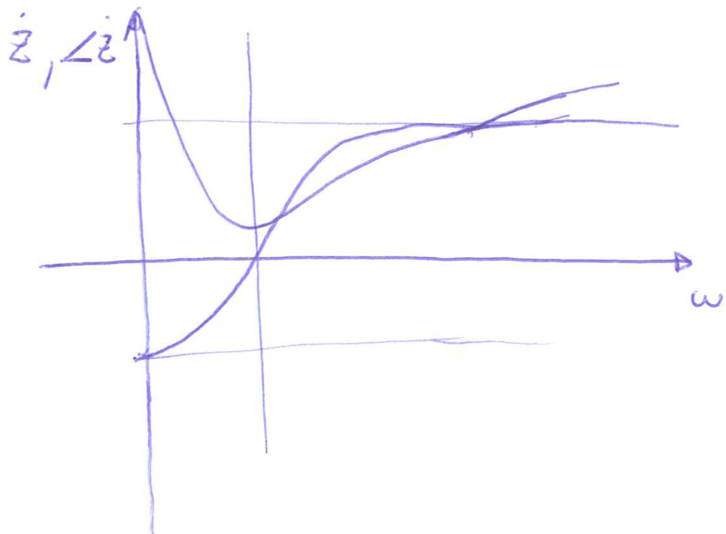


GRAFICO DELLA FASE DELL'IMPEDENZA

COMPRESO TRA $-\frac{\pi}{2}$ e $+\frac{\pi}{2}$

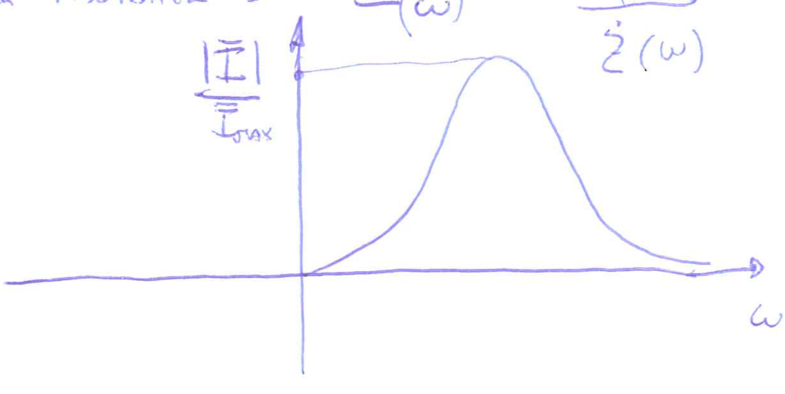


I DUE GRAFICI DI MODULO E FASE SOVRAPPOSTI

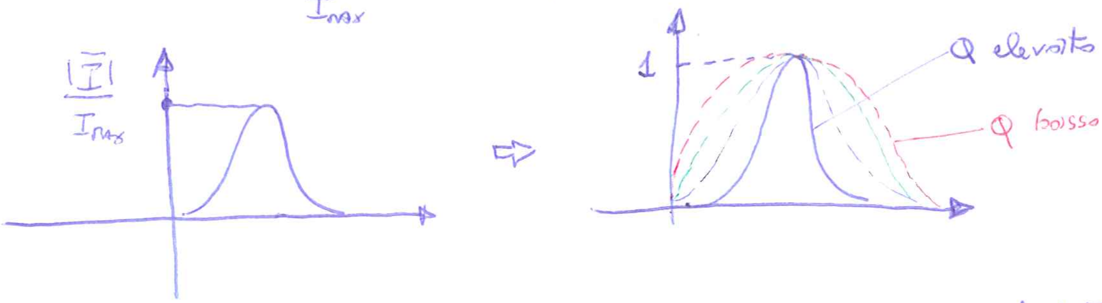
La grandezza di risonanza è $\bar{I}(\omega) = \frac{\bar{E}(\omega)}{\dot{Z}(\omega)}$

Senza la R si potrebbe verificare un corto alla ω_0

$$\boxed{I^{eff}_{max} = \frac{E^{eff}}{R}}$$

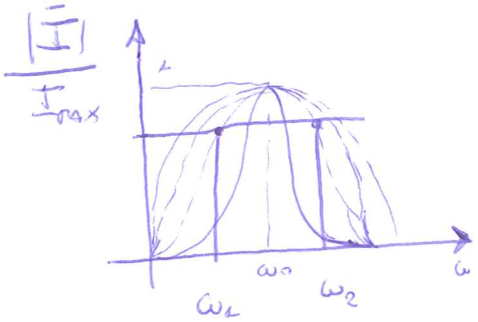


Poniamo il rapporto $\frac{|\bar{I}|}{I_{max}} = 1$ quindi il massimo della curva vale 1



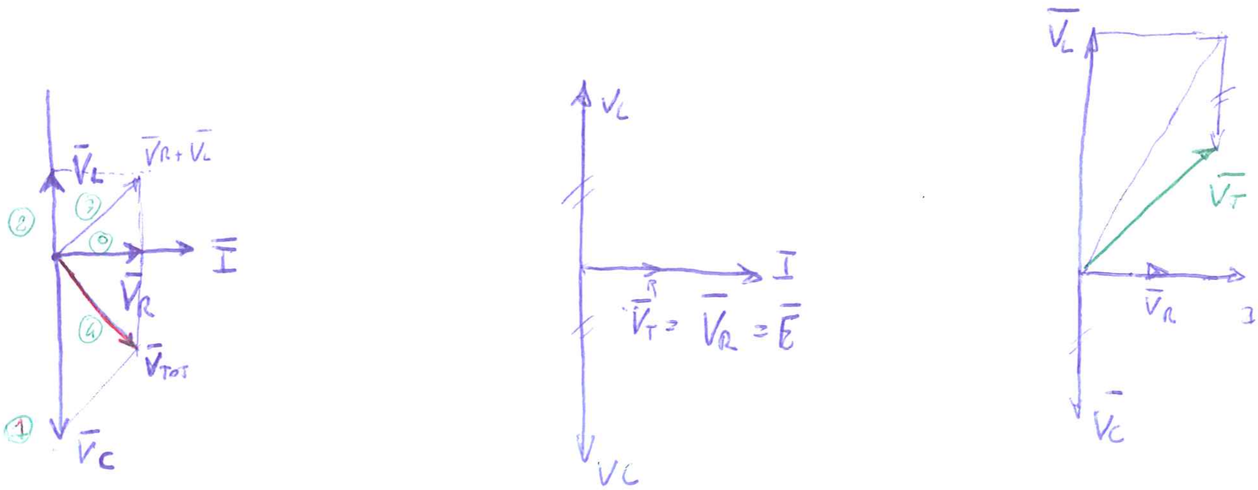
Q = FATTORE DI MERITO $\qquad Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

Si possono fare dei filtri usando dei sensori in grado di tagliare le correnti quando arrivano a un valore massimo.



tracciamo tre diagrammi fasoriali in condizione di risonanza.
si parte, in condizioni serie, dalla corrente

$\omega < \omega_0 \qquad \omega = \omega_0 \qquad \omega > \omega_0$



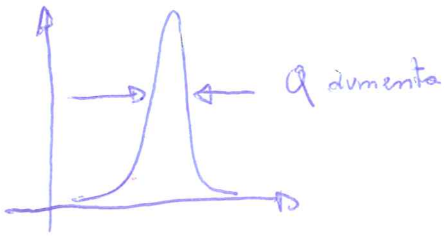
in condizione di risonanza la $\bar{V}_L$ vale $\quad \bar{V}_L = J\omega_0 L \bar{I} = J\omega_0 L \frac{\bar{E}}{R}$

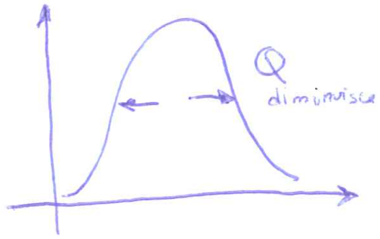
se si guarda il modulo della tensione si nota che in condizione di risonanza le tensioni sono molto amplificate $\quad = \frac{J\omega_0 L}{R}\bar{E}$

$$\boxed{V_L = Q E}$$

$$\bar{V}_c = -J \frac{1}{\omega_0 C} \cdot \bar{I} = -J \frac{1}{\omega_0 C R} \bar{E}$$

$$\boxed{V_c = QE}$$

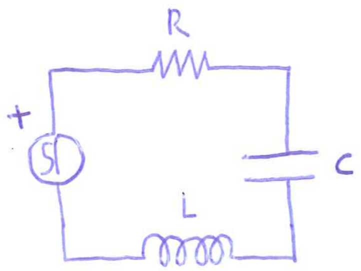




$V_c = QE$ può portare la tensione applicata ad un condensatore oltre la massima di lavoro e il condensatore scoppia.

Quando si parla di risonanza non confondiamo il fattore di merito Q con la potenza reattiva.

Si prosegue la spiegazione della risonanza.

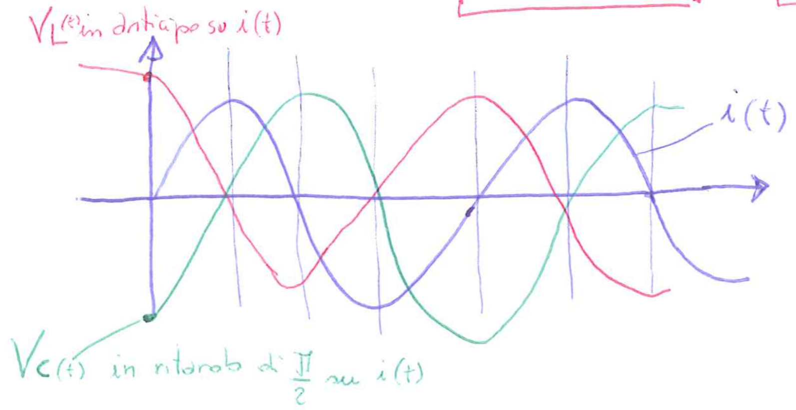


$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Q = fattore di merito

$$\boxed{Q = \frac{\omega_0 L}{L} = \frac{1}{\omega_0 C R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}}$$

$$\boxed{V_L = QE} \qquad \boxed{V_C = QE}$$

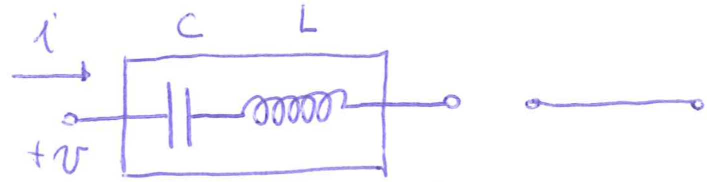


Le potenze istantanee sono in ritardo e in anticipo rispetto a quella dell'altro bipolo.

La potenza istantanea segue i ritardi e gli anticipi seguono le tensioni dei bipoli

La potenza istantanea $V(t)\, i(t) = 0$ è trasparente, sempre nulla

$$V(t)\, i(t) = 0 \quad \forall t$$



si comporta come un corto:

Se la potenza è nulla allora l'energia è costante

sul bipolo risonante serie alla risonanza: → $P(t) = 0 \quad \forall t \xrightarrow{\text{implica}} W(t) = cost$

Per tutto il bipolo la potenza è nulla ma per i singoli componenti L e C c'è lo scambio energetico

$$W(t) = cost = \frac{1}{2} L I_{Lmax}^2 = \frac{1}{2} C V_{cm}^2$$

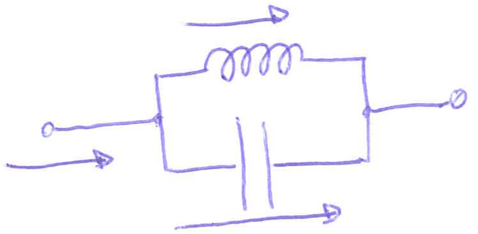
$P = RI^2 = \frac{E^2}{R}$ $\quad Q = 0$ la potenza attiva non è nulla.

potenza reattiva

$Q_L = \frac{V_L^2}{X_C}$ $\quad Q_C = \frac{V_C^2}{X_C}$ $\quad V_L = V_C$

istante per istante la potenza reattiva risulta nulla ai capi del bipolo L-C

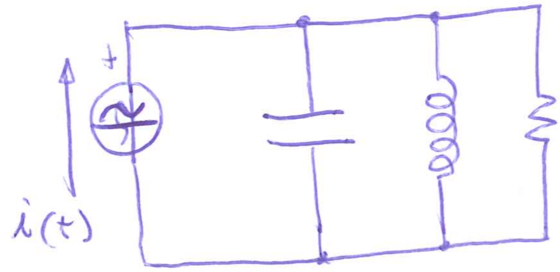
Sviluppiamo il caso duale L-C parallelo detto circuito cappio.



CIRCUITO CAPPIO

con potenza istantanea nulla perché la corrente fasoriale è nulla in modulo ma nei singoli bipoli c'è corrente in opposizione di fase

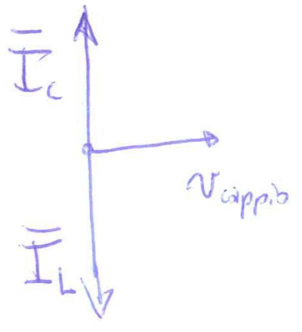
con il circuito da analizzare come vediamo sotto



$\boxed{\text{LA GRANDEZZA RISONANTE IN PARALLELO È LA TENSIONE}}$

il diagramma è lo stesso ma è per v, i_L, i_C

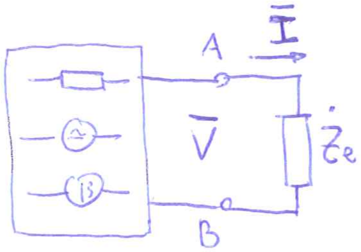
in risonanza il cappio LC si comporta come un circuito aperto



$$\boxed{\bar{I}_C + \bar{I}_L = 0}$$

ci sono studi in corso per trasmettere la corrente elettrica senza usare i cavi Witricity.. "vedere i circuiti mutuamente accoppiati"

Teorema del massimo trasferimento di potenza cap 16 parte finale.

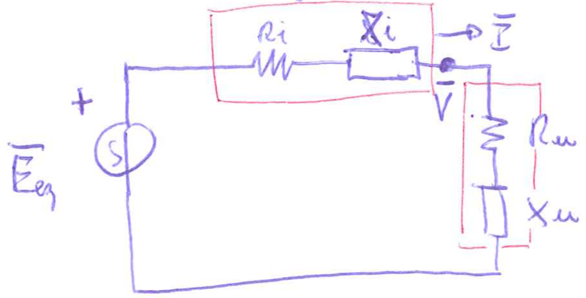


in continuo valeva $\frac{E^2}{4R_i}$ = massimo trasferimento in continua

in alternata vogliamo trasferire la potenza attiva

La rete può essere rappresentata o con la configurazione serie o con una configurazione parallelo.

Scegliamo la configurazione serie



$$\bar{I} = \frac{\bar{E}_{eq}}{\dot{Z}_i + \dot{Z}_u} = \frac{\bar{E}_{eq}}{(R_i + R_u) + j(X_i + X_u)}$$

La potenza trasferita al carico è la potenza su R_u (si parla di attiva)

$$P_{Ru} = R_u I^2 = \frac{R_u E_{eq}^2}{(R_i + R_u)^2 + (X_i + X_u)^2} = \frac{R_u E_{eq}^2}{(R_i + R_u)^2 + (X_i + X_u)^2}$$

Si tratta di una funzione di due variabili, si può fare uno studio di funzioni di due variabili.

Il massimo si ha nei minimi dei due termini al denominatore.

il massimo si ha ad esempio per $(X_i + X_u) = 0$

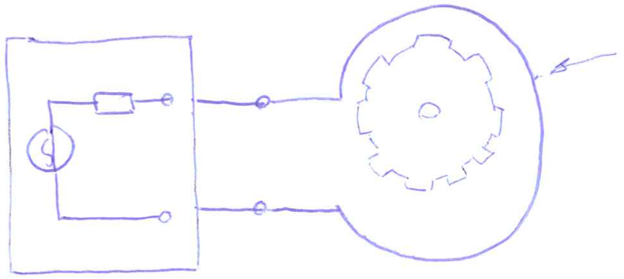
ne consegue che un massimo lo ho per $X_u = -X_i$

La parte immaginaria delle due impedenze devono essere uguali ed opposte, ciò si verifica alla condizione di RISONANZA SERIE

La seconda condizione è $R_u = R_i$

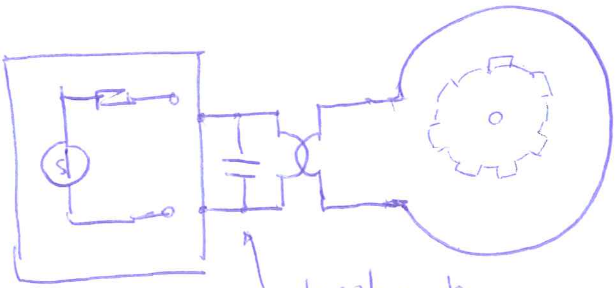
$\boxed{P_{Ru\,MAX} = \frac{E_{eq}^2}{4R_i}}$ $\boxed{\begin{matrix} X_u = -X_i \\ R_u = R_i \end{matrix}}$ $\Rightarrow$ $\boxed{\dot{Z}_u = \overset{\vee}{Z}_i}$ è la condizione di adattamento del carico.

creare una corrente superficiale per una tempra solo dei denti negli ingranaggi dei cambi delle automobili



Servono $4 \div 5$ KA i conduttori sono quindi dei tubi anche pieni d'acqua di raffreddamento

Per elevare la corrente a quei valori ci vuole un trasformatore



il carico deve vedere rispetto al generatore un'impedenza complesso-coniugata.

L'energia per fare funzionare questi processi è molto alta. si può arrivare a alimentazioni di 1,5 megaWatt.