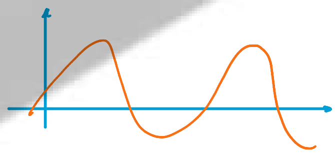
03/10/22

$\boxed{AC}$ (t) $\xrightarrow{\text{TRASF FASORI}}$ $(j\omega)$ DOMINIO TRASFORMATO (O DEI FASORI)

$A\cdot\sqrt{2}\cdot\cos(\omega t+\varphi) \longrightarrow A\,e^{j\varphi}$

FASORE ASSOCIATO

$A\cdot\cos(\varphi) + j\,A\sin(\varphi)$



$\omega = 2\pi f$

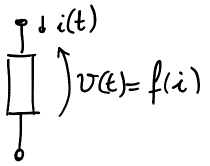
ALGEBRA DEI FASORI

$x(t) \longrightarrow X(j\omega)$

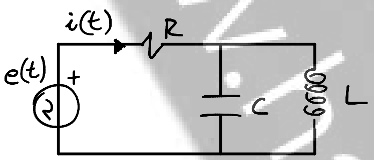
ANTITRASFORMAZIONE

ANTITRASFORMAZIONE: mi permette di trovare il corrispettivo di X (jw) nel tempo (x(t)).

-> Capiamo adesso come passare da dominio del tempo al dominio dei fasori. Vedremo alcuni elementi presenti solo nel dominio dei fasori. Otterremo la variabile di interesse X (jw) e antritrasformiamo ottenendo l'incognita di interesse nel tempo: x (t).



Esercizio:



? : $i(t)$

DATI:
$C = 1\,F$
$L = 0.5\,H$
$R = 1\,\Omega$

$e(t) = 2\sqrt{2}\cdot\cos(4t)$

↳ LA SUA PULSAZIONE NATURALE $\omega = 4$.

$\omega = 2\pi f = 4\,rad/s$

=> DOBBIAMO TRASFORMARE:

$x(t) = A\sqrt{2}\cos(4t) \longrightarrow X(j\omega) = A\cdot e^{j\varphi}$

(FASORE ASSOCIATO)

→ QUANTO VALE R? 1Ω =>

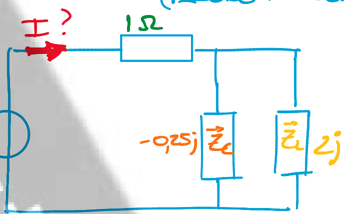
$\bar{Z}_R = R = 1\Omega$

→ IMPEDENZA:

$\bar{Z}_L = jX_L = j\omega L = 2j$

→ $\bar{Z}_C = \dfrac{1}{j\omega C} = -0.25j$

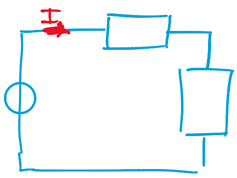
→ $\bar{E}(j\omega) = 2e^{j0}$



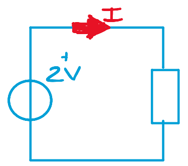
DEF IMPED (DOM FASORI)

$\bar{Z} \triangleq \dfrac{\bar{V}}{\bar{I}}$ $[j\omega L]$

-> Facciamo il parallelo tra Z_C e Z_L: (POSSIBILE DOM. FASORI)



$\bar{Z}_{//} = \dfrac{\bar{Z}_C\cdot\bar{Z}_L}{\bar{Z}_C+\bar{Z}_L} = -0.285j$



$1-0.285j$
$\bar{Z}_{EQ}$

→ $\bar{V} = \bar{Z}_{EQ}\cdot\bar{I} \Rightarrow \bar{I} = \dfrac{\bar{V}}{\bar{Z}_{EQ}} = \dfrac{2}{(1-0.285j)} = 1{,}85+j0{,}53$

$$\left.\begin{array}{l} \to \sqrt{1{,}85^2+0.53^2} = 1{,}92 \\ \to \star = \arctan\left(\dfrac{0.53}{1{,}85}\right) \cong 16° \end{array}\right\} \Rightarrow I = 1{,}92\,e^{j16°}$$

$\Rightarrow I \xrightarrow[\text{ANTITRASF}]{} i(t) \cong 2{,}71 \cdot \cos(4t + 16°)$

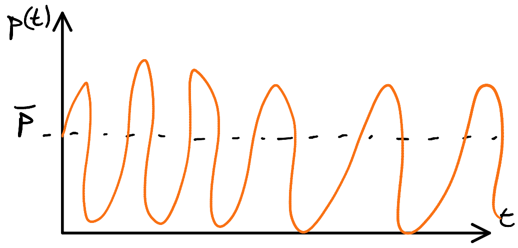
$\rightarrow p(t) = v(t) \cdot i(t)$

$\Rightarrow P_{gen} = e(t) \cdot i(t)$

-> Rivediamo quello appena spiegato lato potenza:

$$\left.\begin{aligned} v(t) &= |V| \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + \varphi_V) \\ i(t) &= |I| \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + \varphi_I) \end{aligned}\right\} \rightarrow p(t) \triangleq v(t) \cdot i(t) \quad \boxed{\text{POTENZA ISTANTANEA}}$$

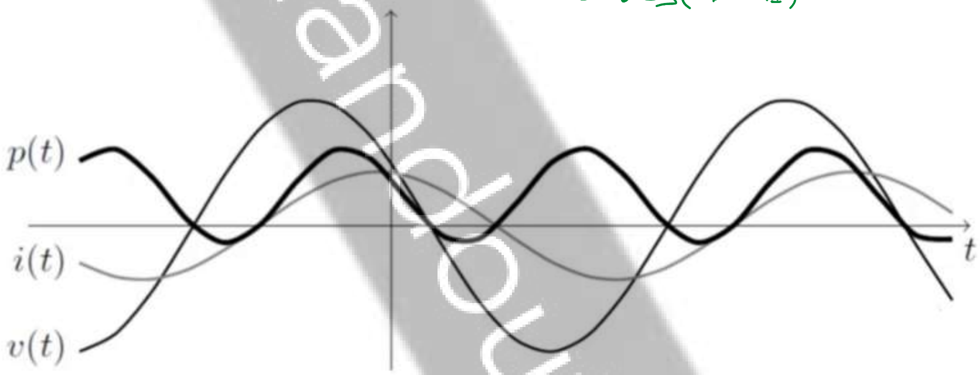
$$p(t) = \underbrace{|V||I| \cdot \cos(\varphi_V - \varphi_I)}_{\bar{P}_{MEDIA} = P} + |V||I| \cos(2\omega t + \varphi_V + \varphi_I) + \varphi_I - \varphi_I)$$



$$p(t) = P[1 + \cos(2\omega t + 2\varphi_I)] - \underbrace{Q[\sin(2\omega t + 2\varphi_I)]}_{-[\text{Qualcosa}](\varphi_V - \varphi_I)}$$

$\leftarrow \varphi_I + \varphi_I$

↳ DOMINIO DEL TEMPO



-> Osserviamo che la potenza è il prodotto tra i e v => assume valori positivi e negativi.
Potenze negative: vuol dire che il bipolo assorbe energia.

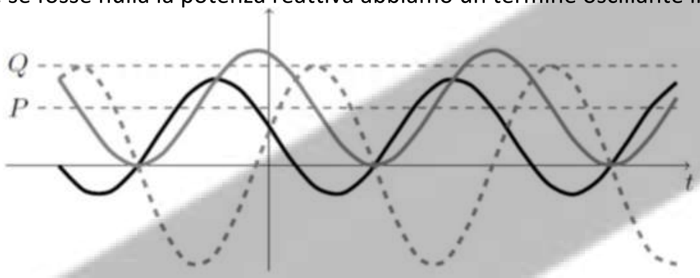
- Picchi di voltaggio: fi_v-fi_i

$P = VI\cos\varphi = P_m$
$Q = VI\sin\varphi$

$$p(t) = VI\cos\varphi \cdot \{1 + \cos[2(\omega t + \varphi_i)]\} - VI\sin\varphi \cdot \{\sin[2(\omega t + \varphi_i)]\}$$

$$p(t) = P \cdot \{1 + \cos[2(\omega t + \varphi_i)]\} - Q \cdot \{\sin[2(\omega t + \varphi_i)]\}$$

-> Anche se fosse nulla la potenza reattiva abbiamo un termine oscillante intorno alla potenza media.



-> Definiamo adesso la potenza complessa:

Trasformate fasoriali di tensione e corrente nel dominio dei fasori

$$v(t) = |V|\sqrt{2}\cdot\cos(\omega t + \varphi_V) \rightarrow \vec{V} = |V|\cdot e^{j\varphi_V}$$

$$i(t) = |I|\sqrt{2}\cdot\cos(\omega t + \varphi_I) \rightarrow \vec{I} = |I|\cdot e^{j\varphi_I}$$

FORMA POLARE

$\Delta\varphi = \varphi_V - \varphi_I$

POTENZA COMPLESSA: $\vec{A} \triangleq \vec{V}\cdot\vec{I}^* = |V||I|\cdot e^{j(\varphi_V - \varphi_I)}$

↳ FORMA POLARE

-> Trasformo in forma cartesiana:

$$\vec{A} = \underbrace{|V||I|\cdot\cos(\varphi_V - \varphi_I)}_{\text{Pot. attiva } P\ [W]} + \underbrace{j|V||I|\sin(\varphi_V - \varphi_I)}_{\text{Pot. complessa } Q\ [VAR]}$$

Stessi di prima { Pot. attiva P [W] — Pot. complessa Q [VAR]

- Q:componente dell'oscillazione (sfasata di 90° dovuta a condensatori ed induttori)

Bipoli:

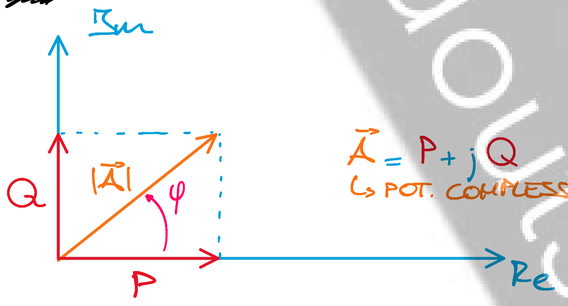
$j = e^{+90°}$

	$\vec{Z}$	$\vec{A}$
R	R	$(\vec{A}_R)$ $P_R = R\,|I_R|^2$
L	$j\omega L$	$(\vec{A}_L)$ $Q_L = j\omega L\,|I_L|^2$
C	$\frac{1}{j\omega C}$	$(\vec{A}_C)$ $Q_C = \frac{1}{j\omega C}\,|I_C|^2$

SFASAMENTO DI 90°

Grafico pot. complessa:

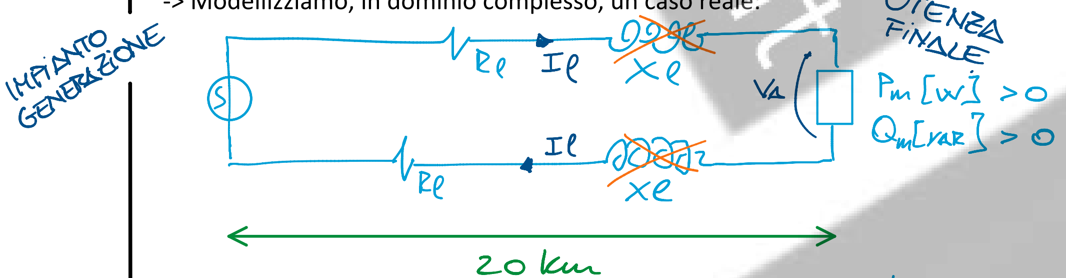
$\varphi = \Delta\varphi = \varphi_V - \varphi_I$



$\vec{A} = P + jQ$
↳ POT. COMPLESSA

$|\vec{A}| = |V||I|$
↳ POT. APPARENTE

-> Modellizziamo, in dominio complesso, un caso reale:



- Come trasportiamo l'energia? Con un filo in Alluminio:

• Filo:
- Δl $\varnothing$ 1 cm
- $R_l \simeq 2\cdot 10^{-4}\ \frac{\Omega}{m}$
- $X_l \simeq 10^{-8}\ \frac{\Omega}{m}$
  ↳ X della linea

-> Possiamo buttare via X_l perché è circa 0.00001 Ohm

-> Calcoliamo P_m: $P = |V||I|\cdot\cos(\varphi)$

$$P_m = V_m\cdot I_l\cos(\varphi) \rightarrow I_l = \frac{P_m}{V_m\cdot\cos(\varphi)}$$

$$\rightarrow P_{diss\,(linea)} = 2R_l I_l^2 = 2R_l\cdot\left(\frac{P_m}{V_m\cdot\cos(\varphi)}\right)^2$$

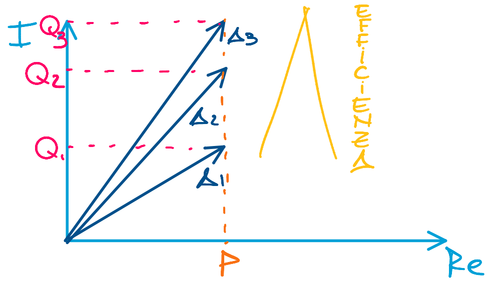
POSSIAMO AGIRE SOLO SU cos(φ)

-> Tanto più aumentiamo il cos (fi) tanto più diminuisce la potenza dissipata.

$$\cos(\varphi) = \cos(\varphi_V - \varphi_I) = \frac{P}{A} = \frac{\cancel{|V||I|}\cdot\cos(\varphi)}{\cancel{|V|\cdot|I|}}$$

$\rightarrow \times$ legge ≥ 0.85

$$\vec{A} \triangleq \vec{V}\,\vec{I}$$
$$\vec{A} = |V||I|\cdot e^{j\varphi} = \underbrace{|V||I|\cos(\varphi)}_{P} + \underbrace{j|V||I|\sin\varphi}_{Q}$$



=> A pari potenza P, abbiamo diverse Q.

Problema

Il problema del rifasamento è che, dato che tutte le Q sono induttive (maggiori di 0), come possiamo, a pari potenza attiva (P) a diminuire la Q? (se ci poniamo dal POV della centrale)
-> Utilizzando dei condensatori: introducendo quindi una potenza reattiva (Q) minore di zero, che sommata a quella precedente, rende più efficiente il sistema.

- Nel trifase metto tre condensatori;
- Possiamo mettere un condensatore o una batteria di condensatori.

-> Voglio che nel tempo corrente e tensione siano più sincroni possibili.

-> Cos(φ): FATTORE DI POTENZA

Il fattore di potenza è un indicatore di bontà sulla dissipazione del sistema.

Concetti Economici:
-> Differenza domini:

- DC: abbiamo visto I e V costanti ed una potenza definita come P=V*I; $\leftarrow \sum_k P_k = 0$
- AC: abbiamo visto che v(t) e i(t) variano, sonquindi definiamo una p(t) e una A:

$$\vec{A} \triangleq \vec{V}\cdot\vec{I}^* \qquad \leftarrow \sum_k P_k(t) = 0$$
$$\vec{A} = \underset{[W]}{P} + j\underset{[VAR]}{Q}$$

$\rightarrow$ T BOUCHEROT

$$\sum_k \vec{A}_k = 0 \rightarrow \begin{cases} \sum_k P_k = 0 \\ \sum_j Q_j = 0 \end{cases}$$

- In una rete la sommatoria di tutte le potenze attive generate dev'essere pari alla sommatoria di tutte le potenze attive assorbite;
- La sommatoria di tutte le potenze reattive assorbite dev'essere pari alla sommatoria di tutte le potenze reattive generate.

Esempio: