

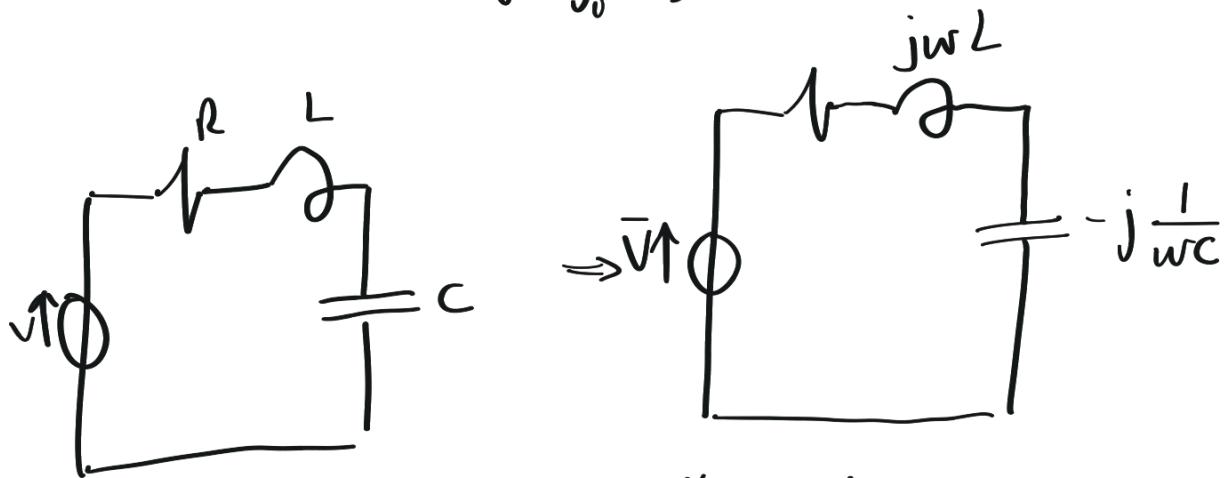
## Risoluzione ID

Nelle AC possono esser risolte in modo analogo  
a DC riappassando con una rete simbolica che  
utilisse i numeri complessi

$$v = \sqrt{2} V \cos(\omega t + \Phi_v) = \operatorname{Re}(\sqrt{2} V e^{j\Phi_v} e^{j\omega t}) \Rightarrow \bar{V}$$

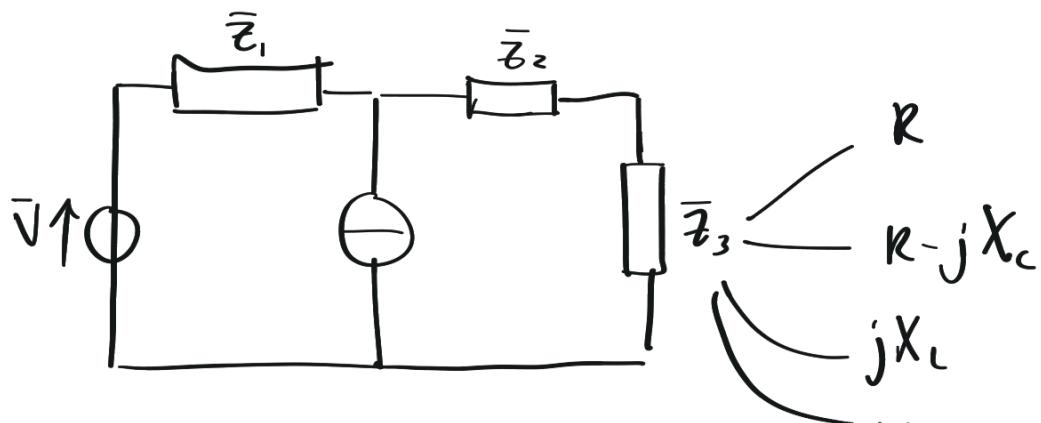
$$i = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \Phi_i) = \operatorname{Re}(\sqrt{2} I e^{j\Phi_i} e^{j\omega t}) \Rightarrow \bar{I}$$

valore effettivo =  $\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t)^2 dt}$



$$\begin{aligned} X_L &= \omega L \\ X_C &= \frac{1}{\omega C} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Reattanze} \\ \text{Reattanze} \end{array} \right\}$$

$$\text{Impedenza} = \bar{Z} = R + j(X_L - X_C)$$

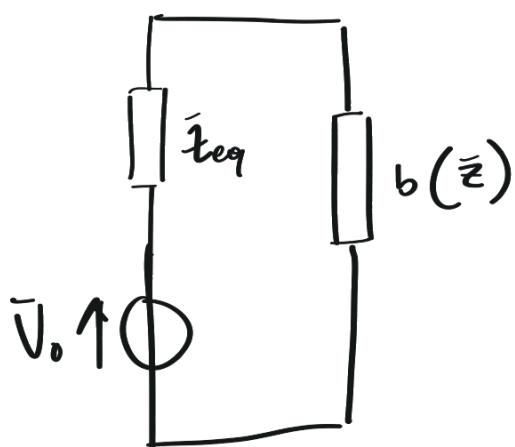
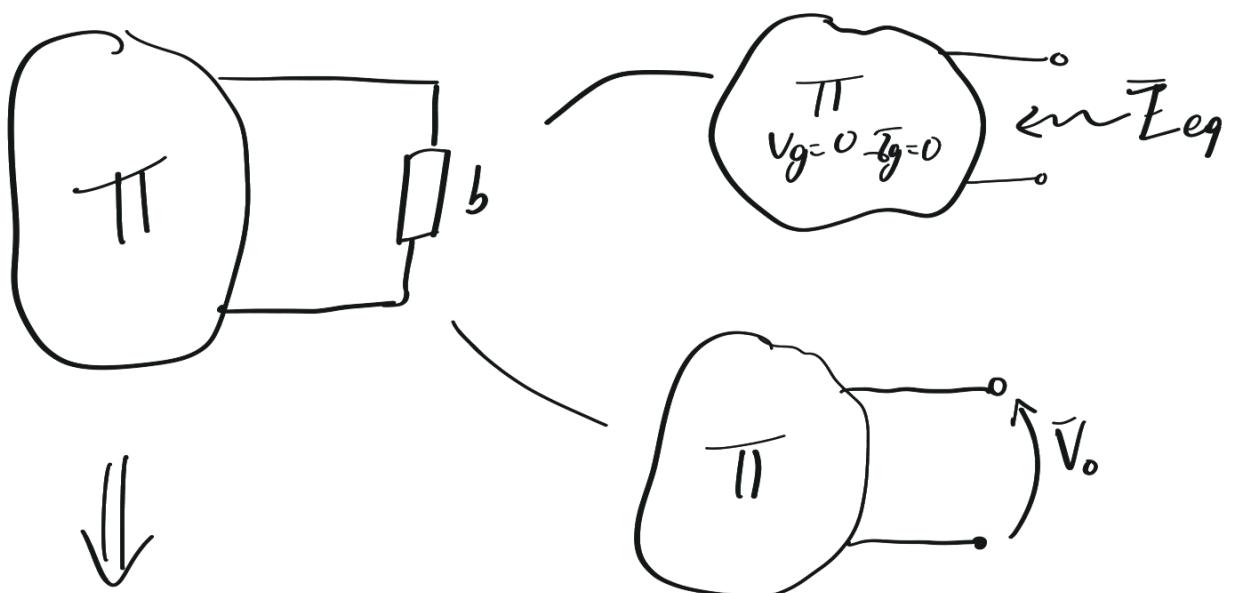


$$LKT \quad \sum_{u=1}^n \bar{V}_u = 0$$

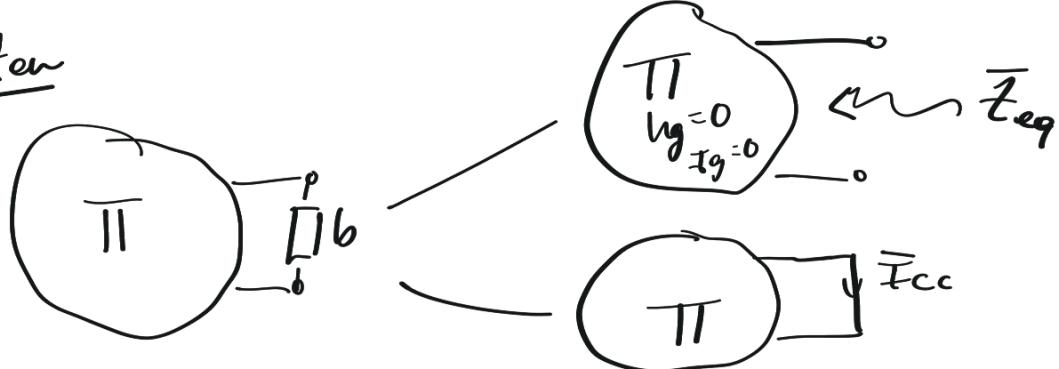
$$LKC \quad \sum_{u=1}^n \bar{I}_u = 0$$

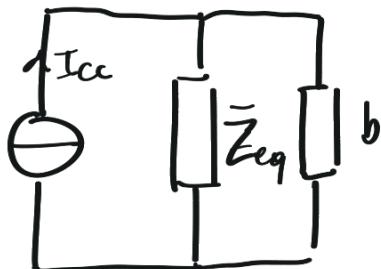
$$\text{Legge di } \mathcal{R} \quad \bar{V}_u = \bar{I}_u \bar{Z}_u$$

Therminic

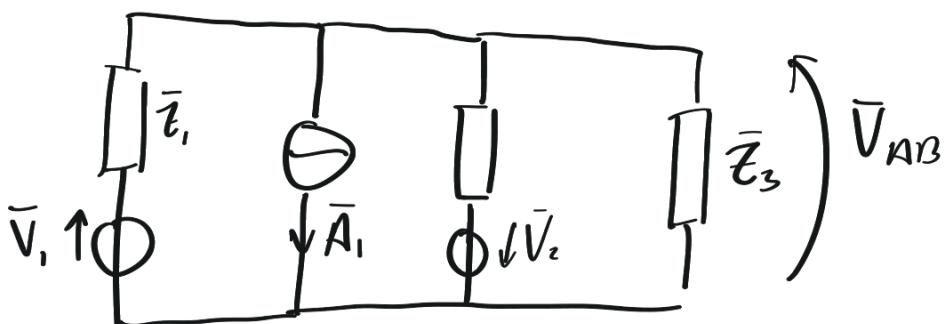


Norton





Millman



$$\bar{V}_{AB} = \underbrace{\frac{\bar{V}_1}{\bar{Z}_1} - \bar{A}_1 - \frac{\bar{V}_2}{\bar{Z}_2}}_{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3}}$$

Per scrivere il fone bisogna avere il coseno non il seno, e sempre il valore effettivo

$$\sin(x) = \cos(x - \frac{\pi}{2})$$

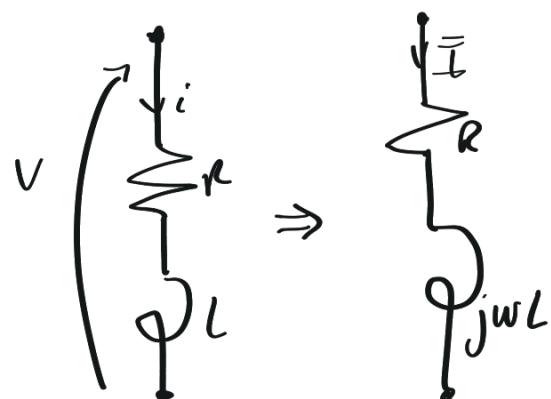
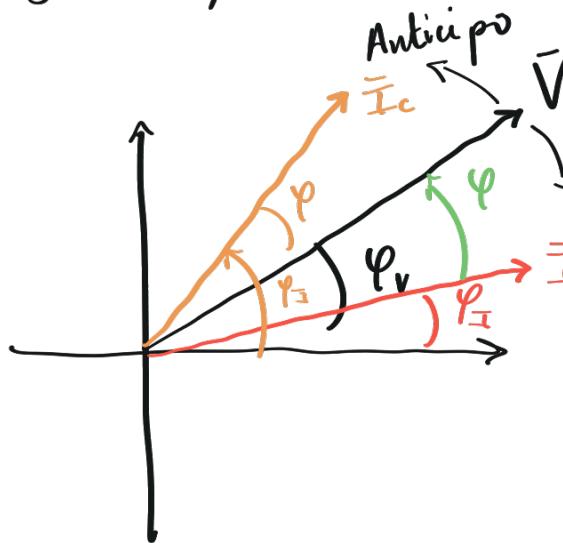
$$\frac{1}{j\omega C} \quad -j \frac{1}{\omega C} [F] \quad \downarrow j\omega L [H]$$

$$m \times 10^{-3} \quad p \times 10^{-9}$$

$$\mu \times 10^{-6}$$

$$\omega \times 10^{-9}$$

Se non specificata falla  $\omega = 50\text{Hz}$  e  $\omega = 2\pi f$

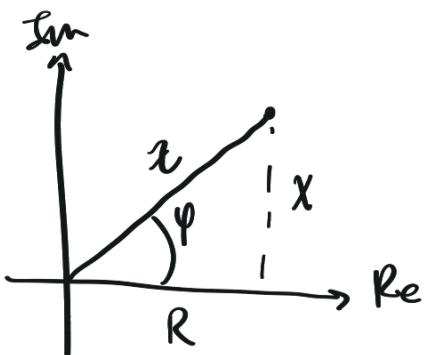


$$\bar{V} = \bar{Z} \cdot \bar{I} \quad \bar{Z} = R + jX_L = Z e^{j\phi_v}$$

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

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

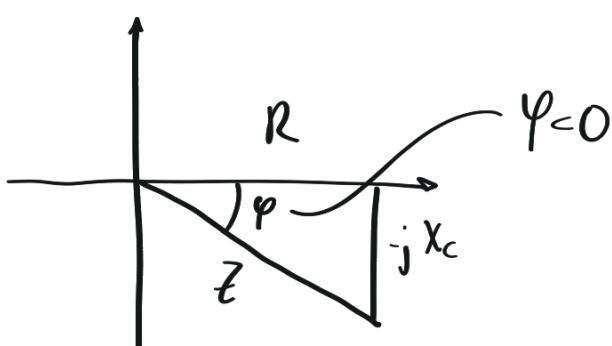
$$\boxed{\phi = \arctan \frac{X}{R}}$$



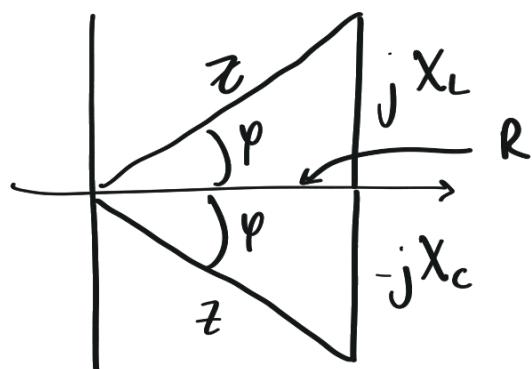
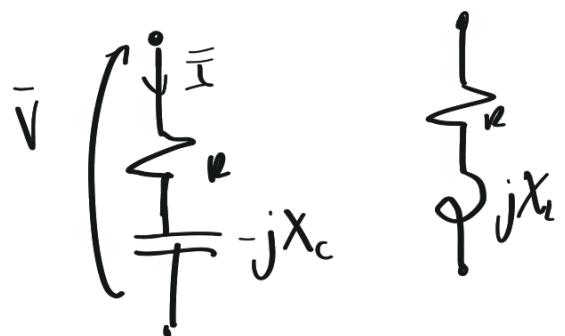
$$\begin{aligned} \bar{I} &= I e^{j\phi_I} = \frac{V e^{j\phi_v}}{Z e^{j\phi}} \\ &= \frac{V}{Z} e^{j(\phi_v - \phi)} \end{aligned}$$

Se resistenza con induttore  $\bar{I}$  è in ritardo rispetto a  $\bar{I}$

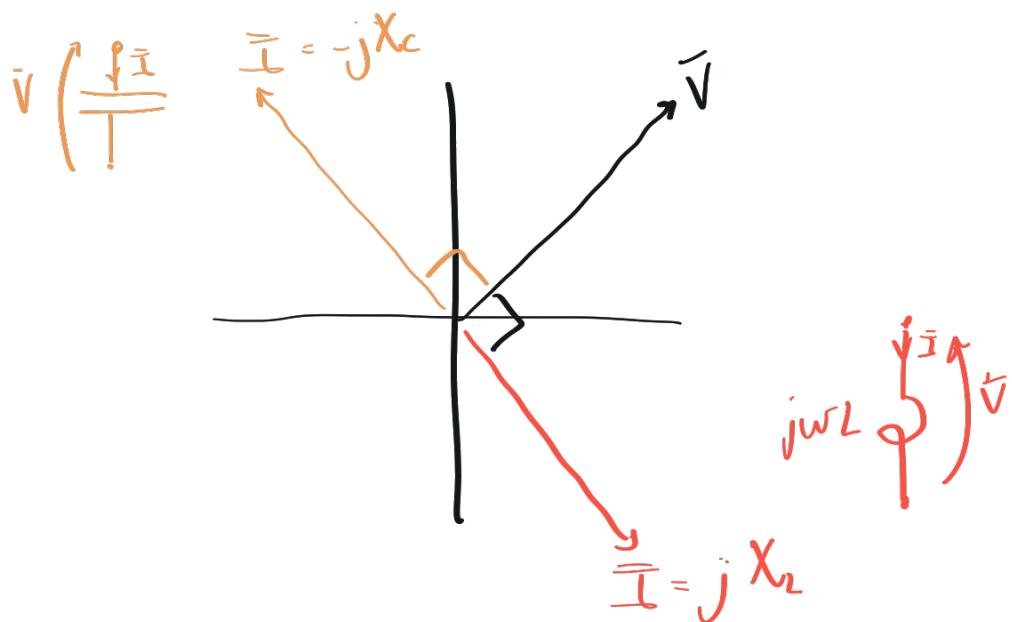
Se condensatore:



nel caso capacitivo, la corrente è in anticipo



Casi limite



Aggiungendo una resistenza si avvicina a  $\bar{V}$

Se totalmente resistiva  $I$  e  $\bar{V}$  sono in fase

Esempio

$$v = \sqrt{2} V \cos \left( \omega t - \frac{3}{2}\pi \right)$$

$$= V e^{-j\frac{3}{2}\pi}$$

$$i = \sqrt{2} I \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{3} \right)$$

$$p = vi = 0$$

↳ ogni tanto

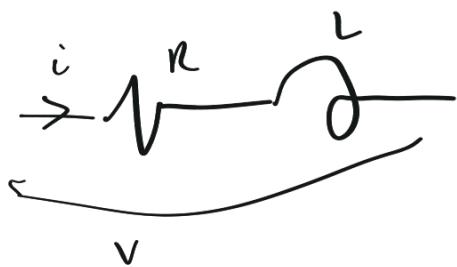
Può esser positivo o negativo

↳ ogni tanto = 0

↳ ogni tanto la potenza va dal generatore  
al consumo (non parla girata)

↳ ogni tanto la potenza va dall'utilizzatore  
al generatore

↳ in genere manda  
indietro la  
energia che ha  
accumulato per  
effettuare  
capacitività e  
induttività

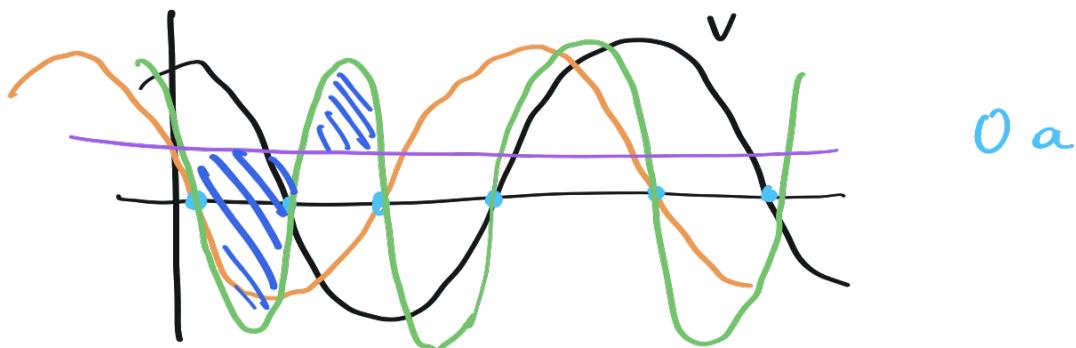


$$v = \sqrt{2} V \cos(\omega t + \phi_v)$$

$$i = \sqrt{2} I \cos \left( \omega t + \phi_v - \underbrace{\phi}_s \right)$$

$$P = VI = \frac{1}{2} VI \cos(\omega t + \varphi_v) \cos(\omega t + R - \varphi)$$

### Rappresentazione Grafica



$P \rightarrow$  pulsazione ( $\omega$ ) doppia

↳ valore medio  $\neq 0$

↳ potenza "dissipata" da resistenze,  
quella che diventa calore / fa lavoro

Area sopra e sotto le medie sono uguali

$$\rightarrow = \frac{1}{2} VI \left( \frac{\cos(2\omega t + 2\varphi_v - \varphi)}{\alpha + \beta} + \frac{\cos(\varphi)}{\alpha - \beta} \right)$$

↑  
Formula  
di Werner

$$= VI \cos(2\omega t + 2\varphi_v - \varphi) + VI \cos \varphi$$

Velore  
Medio

Potenza Attiva

$P[\text{W}]$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = VI \cos \varphi [\text{W}]$$

Potenza  
Attiva

Valore Medio

Ampiezza di p è  $\sqrt{I}$

La massima oscillazione rispetto al valore medio

$A = S - \sqrt{I}$  potenza apparente [VA]

Se una  
voglia  
distinguere da

P

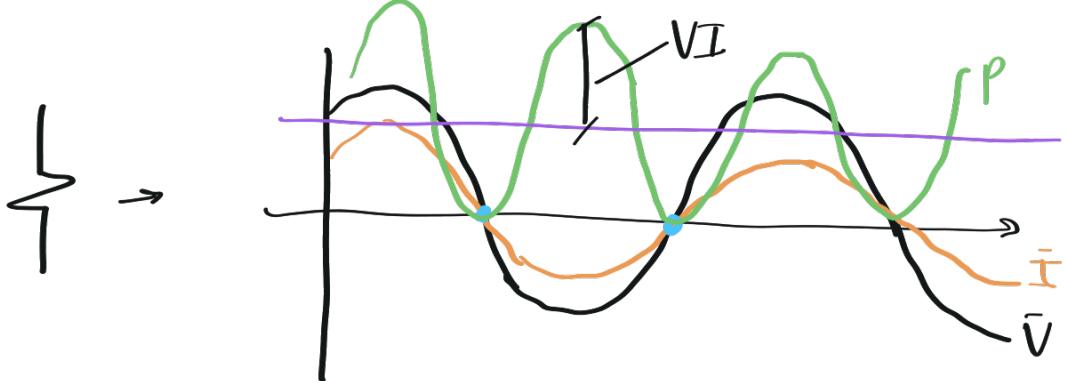
$$\sqrt{I} \cos(\omega t + \varphi_V - \varphi) + \underbrace{\sqrt{I} \cos \varphi}$$

Potenza  
Attiva

↪ Potenza che  
fa lavoro,

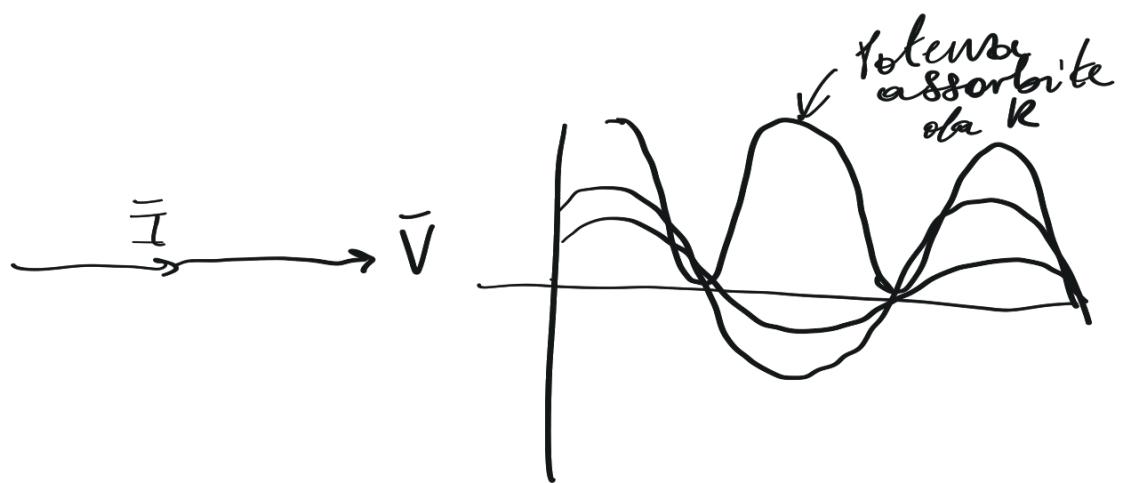
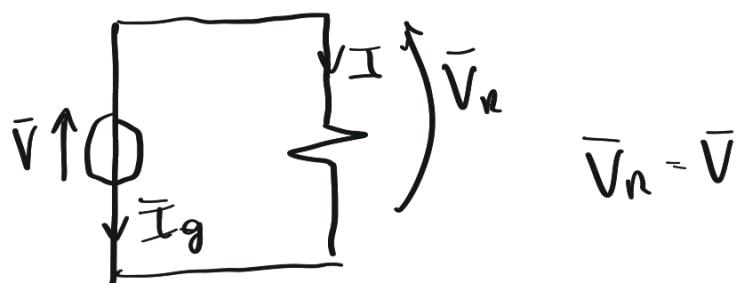
valore  
costante

Ogni impianto deve esser dimensionato per  
sopportare la potenza apparente

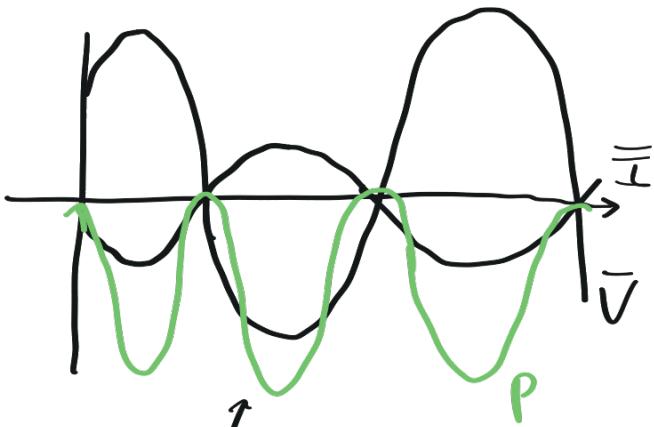


Anche per la resistenza vale, ma la potenza non è mai negativo. Non restituisce energia al generatore, poi perché la resistenza non ha capacità di accumulare energia.

Se  $I$  e  $V$  sono completamente sfasati allora è un generatore.



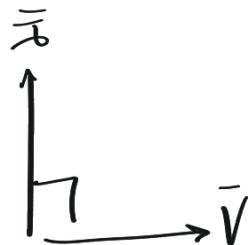
Per trovare per il generatore bisogna prendere la corrente opposta alla carica



Potenza assorbita < 0  
è una potenza generata > 0.

Potenza assorbita dal generatore

se resistenze



sono i limiti,  
se  $\varphi = 90^\circ$  allora non c'è valore medio

Con gli induttori e condensatori ci sono potenze negative che iniziano ad apporre

Come si misurano?

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

Sprezziamo: (sottrazione di coseno)

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$= VI \cos \varphi + VI \cos \varphi \cos(2wt + 2\varphi_v) + [VI \sin \varphi] \sin(2wt + 2\varphi_v)$$

Risistore

$VI \sim$ , parte da resistenze:  $VI \cos \varphi$

$\sim$  parte da induttanze:  $VI \sin \varphi$

Potere che  
è dipendente delle  
induttanze.

Potere che  
componere con  
induttanze  
e capacità

$Q$   
potenza  
reattiva  
valore  
massimo che  
potenza maneggiabile  
induttivo