

# **ELETTROTECNICA (ESERCITAZIONI)**

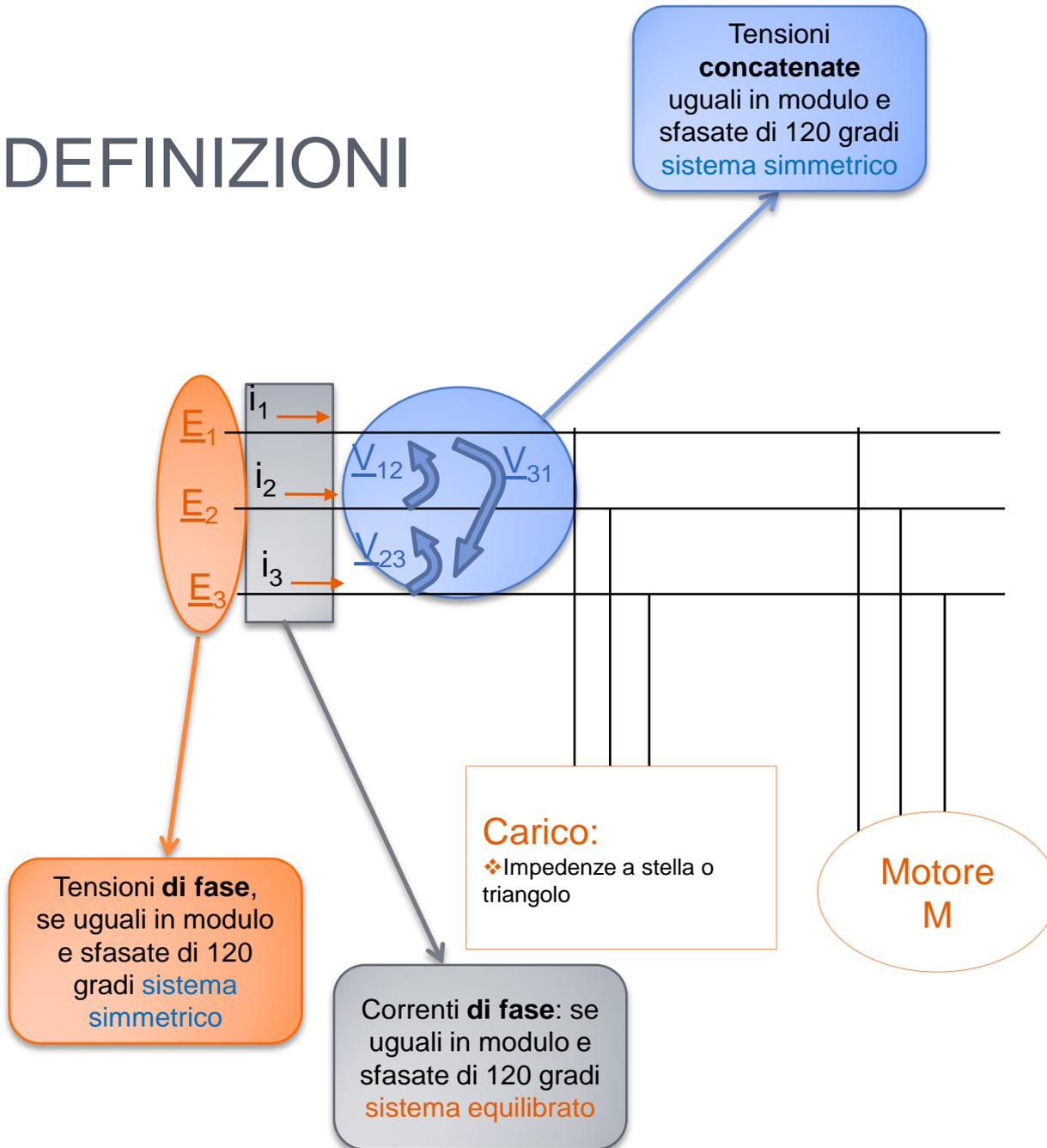
**TRIFASE: POTENZA E RIFASAMENTI**

**[chiara.latini@mail.ing.unibo.it](mailto:chiara.latini@mail.ing.unibo.it)**

# SOMMARIO:

- ❖ Definizioni.
- ❖ Formule sistemi simmetrici.
- ❖ Carichi a stella equilibrata e relative formule.
- ❖ Carichi a triangolo equilibrato e relative formule.
- ❖ Motore.
- ❖ Rifasamento formule.
- ❖ Esercizio rifasamento.
- ❖ Step by step.
- ❖ Errori comuni.

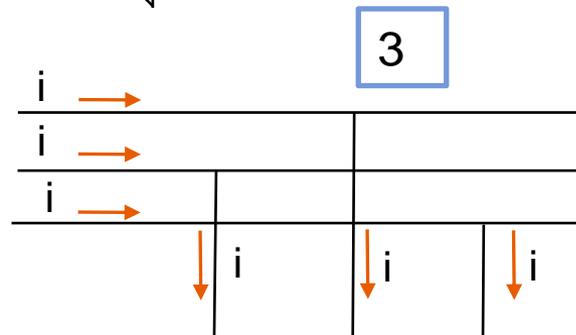
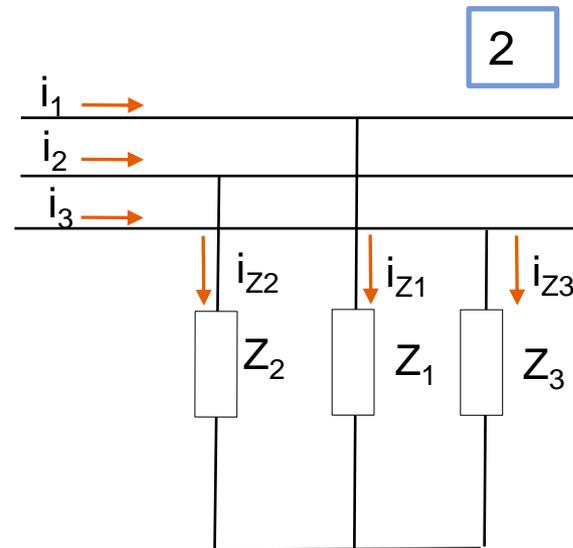
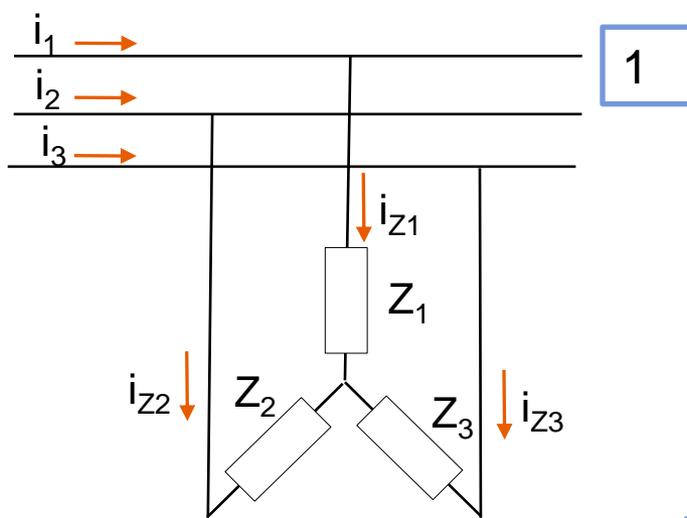
# DEFINIZIONI



# FORMULE I : SISTEMI SIMMETRICI ED EQUILIBRATI

Legge	Formula
Tensioni concatenate (modulo)	$V_{12}=V_{23}=V_{31}=V$
Tensioni di fase (modulo)	$E_1=E_2=E_3=V/\sqrt{3}$
Correnti di fase (modulo)	$I_1=I_2=I_3=I$
P = potenza attiva	$\sqrt{3}V I \cos\varphi$
Q = potenza reattiva	$\sqrt{3}V I \sin\varphi$
<u>N</u> = potenza complessa	$\underline{N} = P + j Q$
Relazione potenza attiva, reattiva, sfasamento	$Q = P \tan\varphi$

# CARICHI A STELLA EQUILIBRATI:



## Carico:

- ❖ Impedenze a stella, valore di  $Z$  noto
- ❖ Le correnti sulle impedenze sono le correnti di fase

Negli esercizi potete trovare ciascuna di queste rappresentazioni. Il valore dell'impedenza nei casi uno e due di solito è da calcolare data resistenza e induttanza

# FORMULE II : CARICHI A STELLA EQUILIBRATA

Legge	Formula
Impedenze uguali tra loro	$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = \underline{Z}$
Correnti sulle impedenze uguali tra loro (modulo) e pari alla corrente di fase	$I_{Z1} = I_{Z2} = I_{Z3} = I$
Potenza complessa (assorbita)	$\underline{N} = 3 \underline{E} \underline{I}^* = 3 \underline{Z} \underline{I} \underline{I}^* = 3 \underline{Z}  I ^2$
Potenza complessa (assorbita)	$\underline{N} = 3  E ^2 / \underline{Z}$
Potenza attiva assorbita	$P = 3R  I ^2$
Potenza reattiva	$Q = 3X  I ^2$

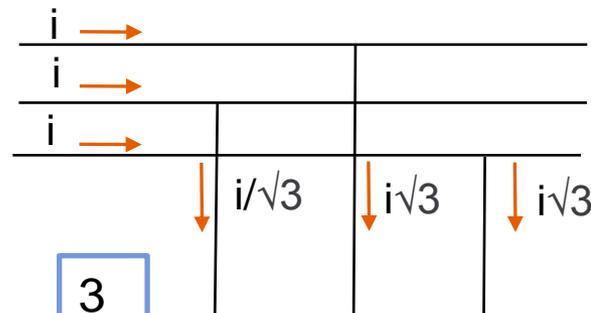
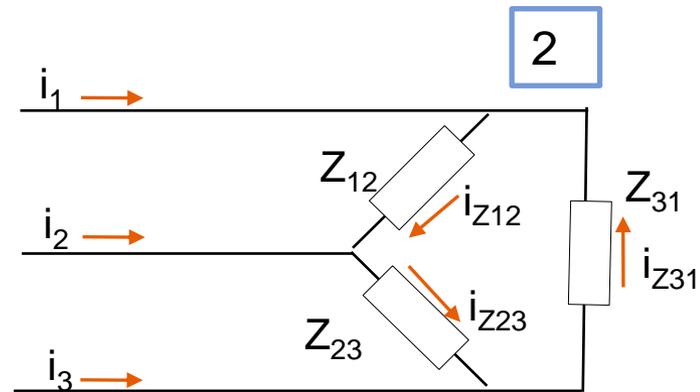
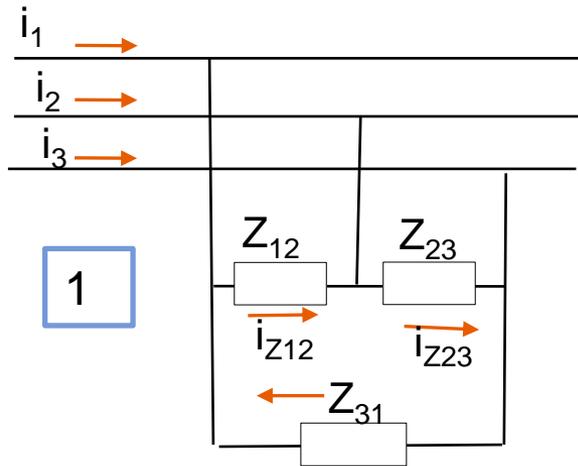
Tensione di fase

Modulo di numero complesso:  
 $|B|^2 = \underline{B} \underline{B}^*$

$Z = R + jX$

Condensatore:  
 $X_C = -1/\omega C$   
 Induttore  
 $X_L = \omega L$

# CARICHI A TRIANGOLO EQUILIBRATO



## Carico:

- ❖ Impedenze a triangolo, valore di  $Z$  noto
- ❖ Le correnti sulle impedenze sono le correnti di fase  $/\sqrt{3}$

Negli esercizi potete trovare ciascuna di queste rappresentazioni. Il valore dell'impedenza nei casi uno e due di solito è da calcolare data resistenza e induttanza

# FORMULE II : CARICHI A TRIANGOLO EQUILIBRATI

Legge	Formula
Impedenze uguali tra loro	$\underline{Z}_{12} = \underline{Z}_{23} = \underline{Z}_{31} = \underline{Z}$
Correnti sulle impedenze uguali tra loro (modulo) e pari alla corrente di fase	$I_{Z12} = I_{Z23} = I_{Z31} = I/\sqrt{3} = I_{linea}$
Potenza complessa	$\underline{N} = 3\underline{V}(\underline{I}_{linea})^* = 3\underline{Z}(\underline{I}_{linea})(\underline{I}_{linea})^* = 3\underline{Z} I_{linea} ^2$
Potenza complessa (assorbita)	$\underline{N} = 3 \underline{V} ^2/\underline{Z}$
Potenza attiva assorbita	$P = 3R I_{linea} ^2$
Potenza reattiva	$Q = 3X I_{linea} ^2$

Corrente di fase

Tensione concatenata

Z=R+jX

Condensatore:  
 $X_C = -1/\omega C$   
 Induttore  
 $X_L = \omega L$

# MOTORE

Legge	Formula
Rendimento	$P_{\text{meccanica}}/P_{\text{attiva}} = P_m/P$
Fattore di Potenza	$\cos\varphi$ $\tan\varphi = Q/P$

Potenza reattiva

# RIFASAMENTO TRIFASE

Legge	Formula
Capacità (triangolo)	$C = P(\tan\varphi - \tan\varphi') / 3\omega V^2$
Capacità (stella)	$C = P(\tan\varphi - \tan\varphi') / \omega V^2$
$\tan\varphi$	$\tan\varphi = Q_{TOT} / P_{TOT}$ PRIMA del rifasamento
$\tan\varphi'$	$\tan\varphi' = \tan(\arccos(\cos\varphi'))$
Si rifasa se (obbligatorio)	$\cos\varphi$ (fattore di potenza) $< 0.7$

Tensione concatenata

Somma su tutti i carichi

$\cos\varphi'$  dato, valore del fattore di potenza che si vuole ottenere dopo il rifasamento

# RIFASAMENTO TRIFASE

$$V=380V$$

$$R=1\Omega$$

$$L=12.7323mH$$

$$f=50Hz$$

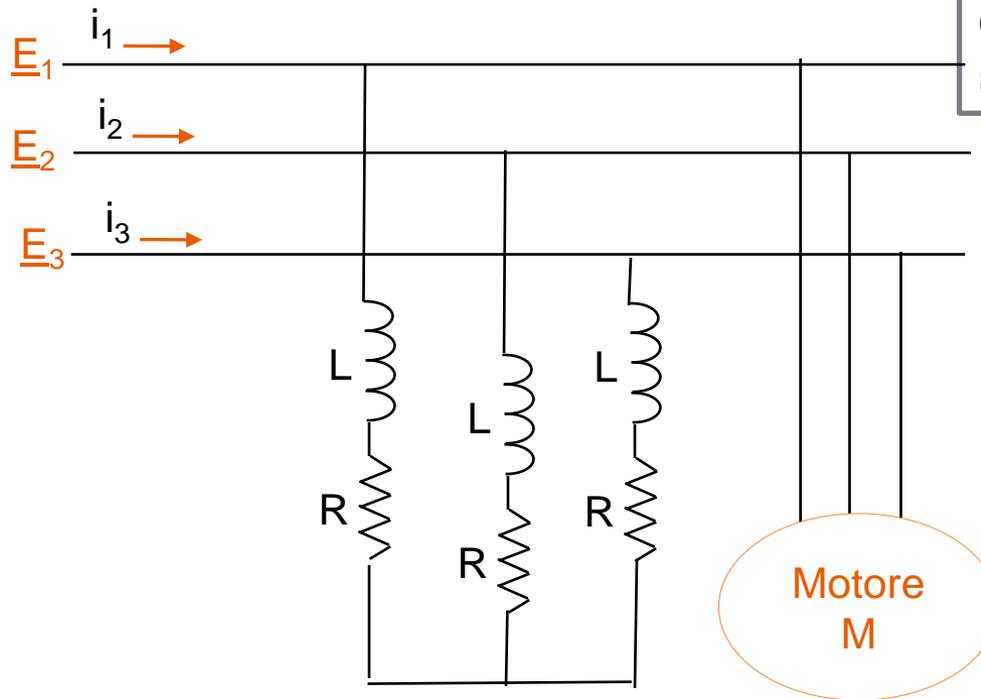
$$P_m = 25kW$$

$$\eta = 0.9$$

$$\cos\varphi_m = 0.8$$

Rifasare a  $\cos\varphi' = 1$

Capacità se i condensatori sono a triangolo?



**Prima del rifasamento**

$$\tan\varphi_{TOT} = Q_T/P_T = 1,511$$

$$\cos\varphi_T = 0.55$$

**Dopo il rifasamento**

$$\cos\varphi' = 1$$

$$\tan\varphi' = 0$$

$$C_{\text{triangolo}} = 403 \mu F$$

# STEP BY STEP.

- ❖ In presenza di impedenze individuare se il carico è a stella o triangolo e calcolare le impedenze (se non esplicitamente fornito nel testo)
- ❖ Calcolare potenza attiva e reattiva per tutti i carichi in base alle formule mostrate in precedenza
- ❖ Calcolare potenza attiva e reattiva totali sommando le potenze attive e reattive dei carichi
- ❖ Calcolare il fattore di potenza:  $\cos(\arctan(\text{rapporto tra potenza reattiva e potenza attiva totali}))$
- ❖ Decidere se si utilizza un banco di condensatori disposti a stella o triangolo (se non specificato nel testo)
- ❖ Calcolare la capacità in base alle formule mostrate in precedenza.

# ERRORI COMUNI

- ❖ Evitare  $\tan(\cos\varphi_T) \longrightarrow \tan(\text{arc cos}(\cos \varphi_T))$
- ❖ Attenzione a distinguere tensioni di fase e tensioni concatenate, correnti di fase e correnti di linea.