

## Esemplare per esperti

<b>90</b>	<b>Minuti</b>	<b>19</b>	<b>Compiti</b>	<b>16</b>	<b>Pagine</b>	<b>54</b>	<b>Punti</b>
-----------	---------------	-----------	----------------	-----------	---------------	-----------	--------------

### Mezzi ausiliari consentiti:

- Scalimetro, squadra geometrica, sciablona
- Raccolta di formule senza esempi di calcolo
- Calcolatrice tascabile, indipendente dalla rete (tablets, smartphones, ecc. non sono ammessi)

### Valutazione – Per il punteggio pieno si richiede:

- La formula completa o l'equazione dimensionale.
- Le cifre esposte con l'unità di misura.
- La soluzione deve essere chiara e comprensibile.
- Il risultato finale marcato con una doppia sottolineatura e con l'unità di misura.
- Il numero delle risposte stabilito in un dato compito è vincolante.
- Le risposte sono valutate nell'ordine dato.
- Le risposte in esubero non vengono valutate.
- Se manca spazio, si può usare il retro del foglio.  
Scrivere vicino al compito una nota, ad es. soluzione vedi retro.
- **Errori di riporto non portano a una detrazione.**

### Scala delle note

<b>6</b>	<b>5,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>
54,0-51,5	51,0-46,0	45,5-40,5	40,0-35,5	35,0-30,0	29,5-24,5	24,0-19,0	18,5-13,5	13,0-8,5	8,0-3,0	2,5-0,0

### Termine di scadenza:

Questa **prova d'esame non deve essere usata per scopi di esercizio**  
**prima del 1 settembre 2024.**

### Elaborato da:

Gruppo di lavoro PQ dell'EIT.swiss per la professione di pianificatrice elettricista AFC e  
pianificatore elettricista AFC

### Editore:

CSFO, dipartimento per le procedure di qualificazione, Berna

**1. Sistemi elettrochimici Obiettivi di valutazione no. 3.5.5b**

**2**

Ad un generatore di tensione con una tensione a vuoto pari a 1,58 V, viene collegato un carico di 10 Ω. Sul carico si misura una corrente di 150 mA. Calcolare:

a) La tensione ai morsetti.

**1**

$$U_{\text{Morsetti}} = R_{\text{Carico}} \cdot I = 10 \, \Omega \cdot 0,15 \, A = \underline{\underline{1,5 \, V}}$$

b) La resistenza interna del generatore.

**1**

$$U_i = U_0 - U = 1,58 \, V - 1,5 \, V = \underline{\underline{0,08 \, V}}$$

$$R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{0,08 \, V}{0,15 \, A} = \underline{\underline{0,533 \, \Omega}}$$

**2. Distributori di energia Obiettivi di valutazione no. 5.1.1b**

**3**

E' data la seguente etichetta appartenente ad un trasformatore trifase!

TRASFORMATORE					
Typ 8TBN0 1000 88					
1	+250 V	16250			
2	Tensioni	16000	420	V	
3	-250 V	15750			
Correnti		36,1	1375	A	
Potenza nominale		1000	kVA	Frequenza	50 Hz
Gruppo		Dyn5	U <sub>CC</sub>	4,2	%
Tipo raffreddamento		ONAN	Anno costruzione	2021	

a) Che significato hanno le seguenti indicazioni riportate sull'etichetta?

**2**

**D = Entrata collegata a triangolo**

**y = Uscita collegata a stella**

**n = Punto di collegamento neutro**

**5 = Entrata e uscita sfasate di 5 x 30°**

b) Calcolare la corrente massima di un cortocircuito permanente sull'uscita del trasformatore.

**1**

**Dall'etichetta:  $u_K = 4,2 \%$ ,  $I_N = 1375 \text{ A}$**

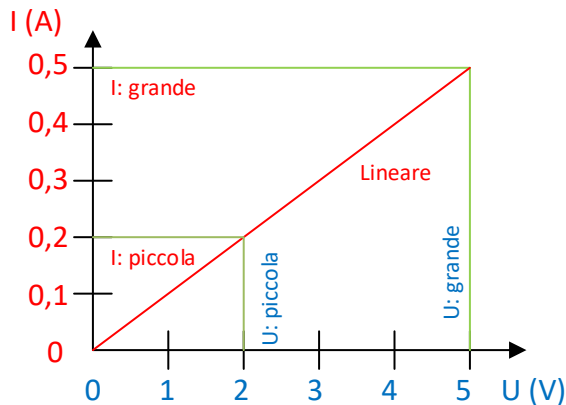
$$I_{CC} = \frac{I_N \cdot 100\%}{u_{CC}} = \frac{1375 \text{ A} \cdot 100\%}{4,2 \%} = \underline{\underline{32,7 \text{ kA}}}$$

Punti  
per  
pagina:

### 3. Legge di Ohm Obiettivi di valutazione no. 3.2.3

2

Curva della resistenza:



- a) Spieghi a parole tue la curva della resistenza (grafico sopra) usando assolutamente due delle quattro seguenti espressioni:  
**maggiore / minore / proporzionale / inversamente proporzionale**

1

**Maggiore è la tensione, maggiore è la corrente.  
La corrente varia in maniera proporzionale alla tensione.**

**Nota per l'esperto:  
Possibili altre affermazioni.**

- b) Calcoli la resistenza rappresentata dal grafico sopra.

1

**Per esempio  $R = \frac{U}{I} = \frac{2\text{ V}}{0,2\text{ A}} = \underline{\underline{10\ \Omega}}$**

### 4. Dispositivi di commutazione Obiettivi di valutazione no. 5.4.2b

2

Affermazioni sulla capacità di un condensatore.  
Apporre una crocetta su giusto o sbagliato:

Affermazione	Giusto	Sbagliato
Maggiore è il valore dielettrico del condensatore, minore è la sua capacità.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Minore è la superficie delle placche del condensatore, maggiore è la sua capacità.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Maggiore è lo spessore delle placche del condensatore, maggiore è la sua capacità.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Maggiore è la distanza delle placche del condensatore, minore è la sua capacità.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

**Punti  
per  
pagina:**

**5. Motore trifase Obiettivi di valutazione no. 5.3.4**

**3**

Una pompa d'acqua potabile porta 50 litri d'acqua al secondo in un serbatoio a 60 metri di altezza. Per far questo ha bisogno una potenza di 2,98 kW. La perdita nella tubazione ammonta al 10 %. Il rendimento della pompa ammonta al 80 %. Alla pompa è accoppiato un motore 3 x 400 V con un rendimento del 90 %, una potenza di 4,14 kW e un  $\cos \varphi$  di 0,88.

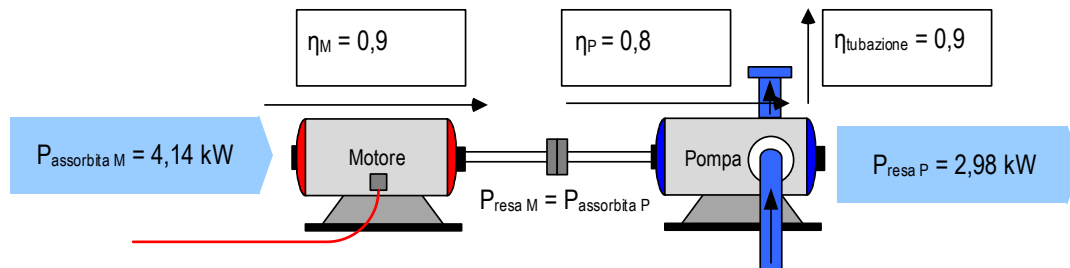
- a) Calcolare il rendimento totale del sistema.

0,5

$$\eta_{tot} = \eta_M \cdot \eta_P \cdot \eta_{tubazione} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = \underline{\underline{0,648}}$$

- b) Completare il disegno sotto mettendo i valori mancanti al giusto posto.

2,5

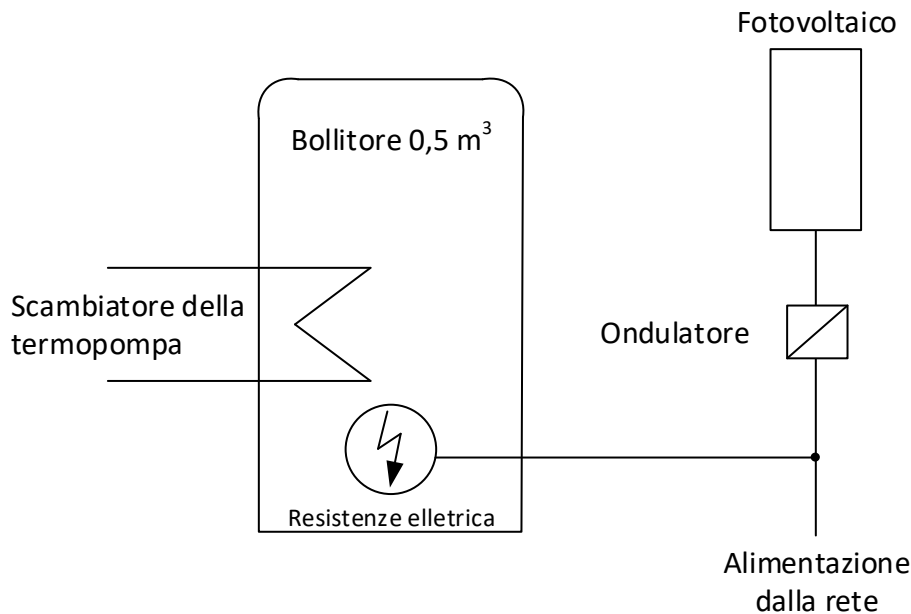


**6. Potenza, rendimento e energia Obiettivi di valutazione no. 3.5.2b**

**3**

Il bollitore collegato ad una termopompa deve essere riscaldato con una resistenza elettrica in 8 ore, da 10°C a 60°C tramite un impianto fotovoltaico.  
Il rendimento termico è del 95 %.

$$\text{calore specifico}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,187 \frac{\text{kWs}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad \text{densità}_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$



Calcolare la potenza d'uscita dell'ondulatore.

$$\Delta\vartheta = \vartheta_w \cdot \vartheta_k = 60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = \underline{50 \text{ K}}$$

0,5

$$m = 0,5\text{m}^3 \rightarrow \underline{500 \text{ kg}}$$

0,5

$$P_{el.} = \frac{\text{calore spez.}_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta\vartheta}{t \cdot \eta} = \frac{4,187 \text{ kWs} \cdot 500 \text{ kg} \cdot 50 \text{ K}}{\text{kg} \cdot \text{K} \cdot 8 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 0,95} = \underline{\underline{3,826 \text{ kW}}}$$

2

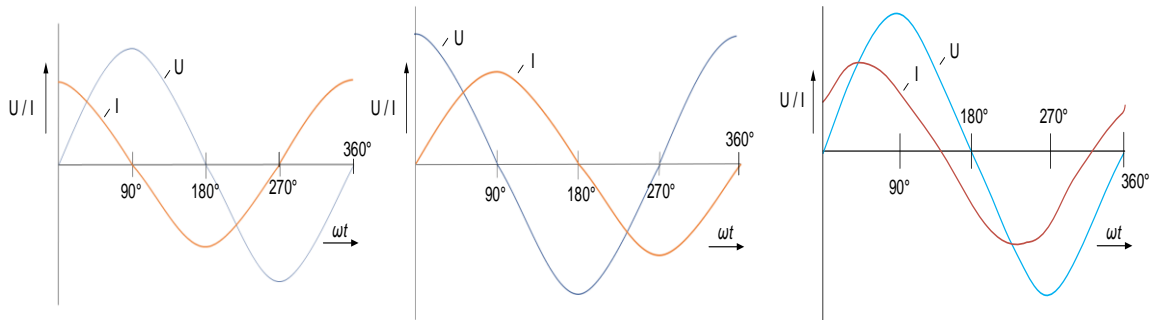
**7. Resistenze in corrente alternata Obiettivi di valutazione no. 3.2.7b**

3

A quali elementi elettrici corrispondono i 3 grafici qui sotto raffigurati?  
Annotare sotto ai grafici il numero corrispondente alla giusta situazione.

- 1: Condensatore ideale  
2: Bobina reale  
3: Bobina ideale

- 4: Resistenza effettiva  
5: Elemento R-C (cella R-C)



1	3	5
---	---	---

3 x  
1pt

**8. Funzionamento delle parti nei circuiti Obiettivi di valutazione no. 3.2.3**

2

Apporre una crocetta su giusto o sbagliato.

Affermazioni	Giusto	Sbagliato
La resistenza diminuisce, se diminuisce la lunghezza della linea.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La resistenza diminuisce, se viene utilizzato un materiale conduttore con una conducibilità elettrica piccola.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La resistenza diminuisce, se viene utilizzato un conduttore con sezione maggiore.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La resistenza diminuisce, se viene utilizzato un materiale conduttore con una grande resistenza specifica.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

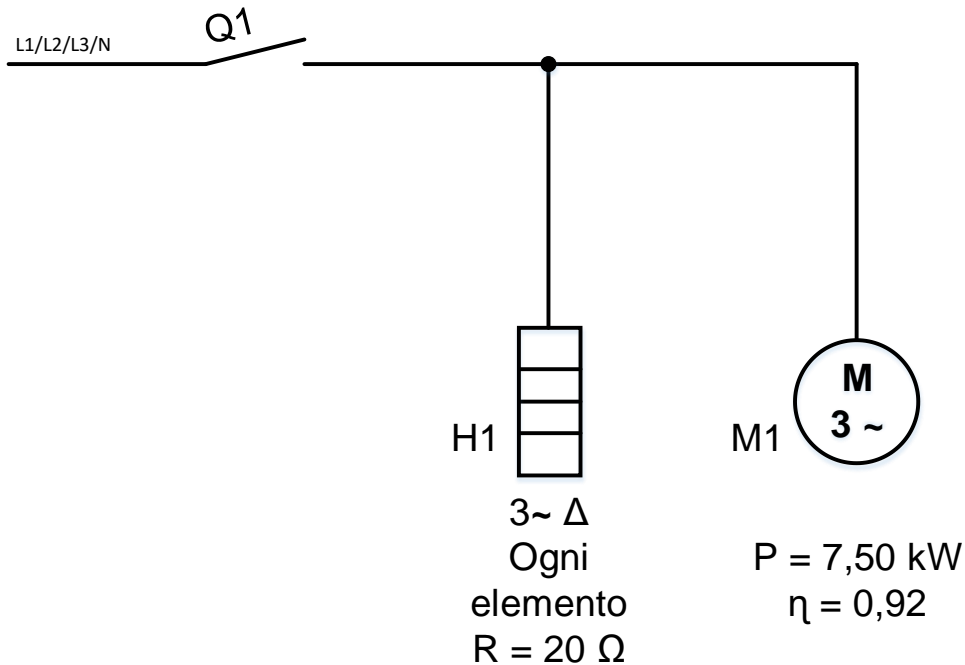
0,5

Punti  
per  
pagina:

9. Energia nel trifase *Obiettivi di valutazione no. 5.3.2*

4

Un riscaldamento e un motore vengono azionati per 8 ore al giorno, tramite un teleruttore Q1. A quanto ammonta l'energia attiva utilizzata?



$$P_{H1} = 3 \cdot P_{H1 \text{ ramo}} = 3 \cdot \frac{U^2}{R} = 3 \cdot \frac{(400 \text{ V})^2}{20 \Omega} = 3 \cdot 8 \text{ kW} = \underline{24 \text{ kW}}$$

1

$$P_{M1} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{7,50 \text{ kW}}{0,92} = \underline{8,15 \text{ kW}}$$

1

$$P_G = P_{H1} + P_{M1} = 24 \text{ kW} + 8,15 \text{ kW} = \underline{32,15 \text{ kW}}$$

1

$$W_G = P_G \cdot t = 33 \text{ kW} \cdot 8 \text{ h} = \underline{\underline{257,2 \text{ kWh}}}$$

1



**10. Potenza in circuiti trifase Obiettivi di valutazione no. 5.3.2**

3

Ad un distributore elettrico trifase viene collegato un carico simmetrico a 400 V. Si misurano i seguenti valori:  $U = 390 \text{ V}$ ,  $I = 120 \text{ A}$ ,  $\cos \varphi = 0,8$ .

Calcolare:

a) La potenza apparente:

1

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} = \underline{\underline{81,06 \text{ kVA}}}$$

b) La potenza attiva:

1

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{\underline{64,85 \text{ kW}}}$$

c) La potenza reattiva:

1

$$\cos \varphi = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36,87^\circ \Rightarrow \sin \varphi = 0,6$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} \cdot 0,6 = \underline{\underline{48,64 \text{ kvar}}}$$

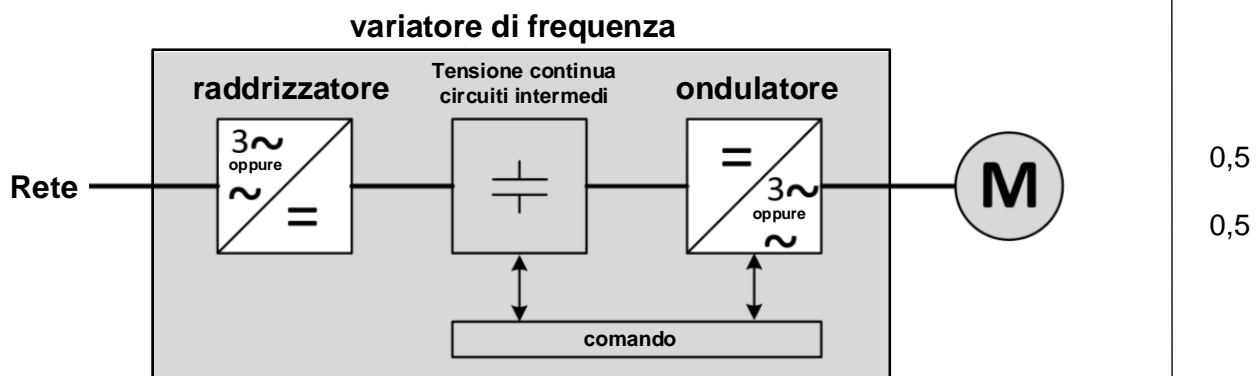
oppure

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(81,06 \text{ kVA})^2 - (64,85 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{48,64 \text{ kvar}}}$$

**11. Variatore di frequenza Obiettivi di valutazione no. 5.4.3**

1

Completare il sistema a blocchi sottostante, rappresentante un variatore di frequenza, disegnando i giusti simboli nei blocchi del raddrizzatore e dell'ondulatore.



0,5

0,5

**12. Resistenze in corrente alternata Obiettivi di valutazione no. 3.2.7**

2

Con uno strumento si misura una resistenza del circuito  $R_s$ .  
Lo strumento di misura indica i seguenti dati:



Calcolare la  $X_L$  del circuito ( $Z_s$ ).

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,0022 \text{ H} = \underline{\underline{0,691 \Omega = 691 \text{ m}\Omega}}$$

oppure

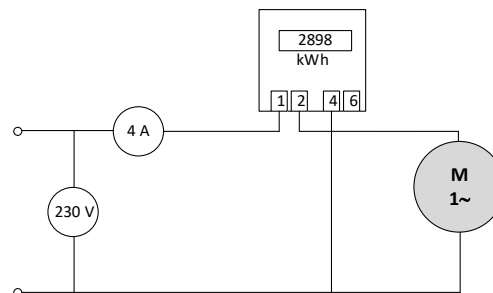
$$X_L = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = \sqrt{(1,522 \Omega)^2 - (1,356 \Omega)^2} = \underline{\underline{0,691 \Omega = 691 \text{ m}\Omega}}$$

**13. Potenza attiva, apparente e reattiva e fattore di potenza Obiettivi di valutazione no. 5.3.2**

3

Il motore viene acceso per 30 secondi.  
In questo periodo il contatore elettronico  
collegato, conta 5 impulsi.

$$(c = 1000 \frac{\text{Impulsi}}{\text{kWh}})$$



a) Calcolare la potenza apparente.

1

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} = \underline{\underline{920 \text{ VA}}}$$

b) Calcolare la potenza attiva.

1

$$P = \frac{3600 \cdot n}{c \cdot t} = \frac{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 5 \text{ Impulsi}}{1000 \frac{\text{Impulsi}}{\text{kWh}} \cdot 30 \text{ s}} = \underline{\underline{0,6 \text{ kW} = 600 \text{ W}}}$$

c) Calcolare il  $\cos \varphi$  del motore.

1

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{600 \text{ W}}{920 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,652}}$$

Punti  
per  
pagina:

**14. Resistenza della linea e potenza Obiettivi di valutazione no. 3.2.4**

3

Un grill elettrico viene collegato tramite una prolunga a rullo. Sulla presa a muro si misura una tensione di 228 V.

(Il cordone di collegamento del grill elettrico si può trascurare!)

$$(\rho_{Cu} = 0,0175 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m})$$



Calcolare la corrente effettiva.

$$R_{\text{linea}} = \frac{\rho_{Cu} \cdot l_{\text{linea}} \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot 50 m \cdot 2}{1,5 mm^2} = \underline{1,167 \Omega}$$

1

$$R_{\text{Grill}} = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{(230 V)^2}{2300 W} = \underline{23 \Omega}$$

1

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{linea}} + R_{\text{Grill}} = 1,167 \Omega + 23 \Omega = \underline{24,167 \Omega}$$

0,5

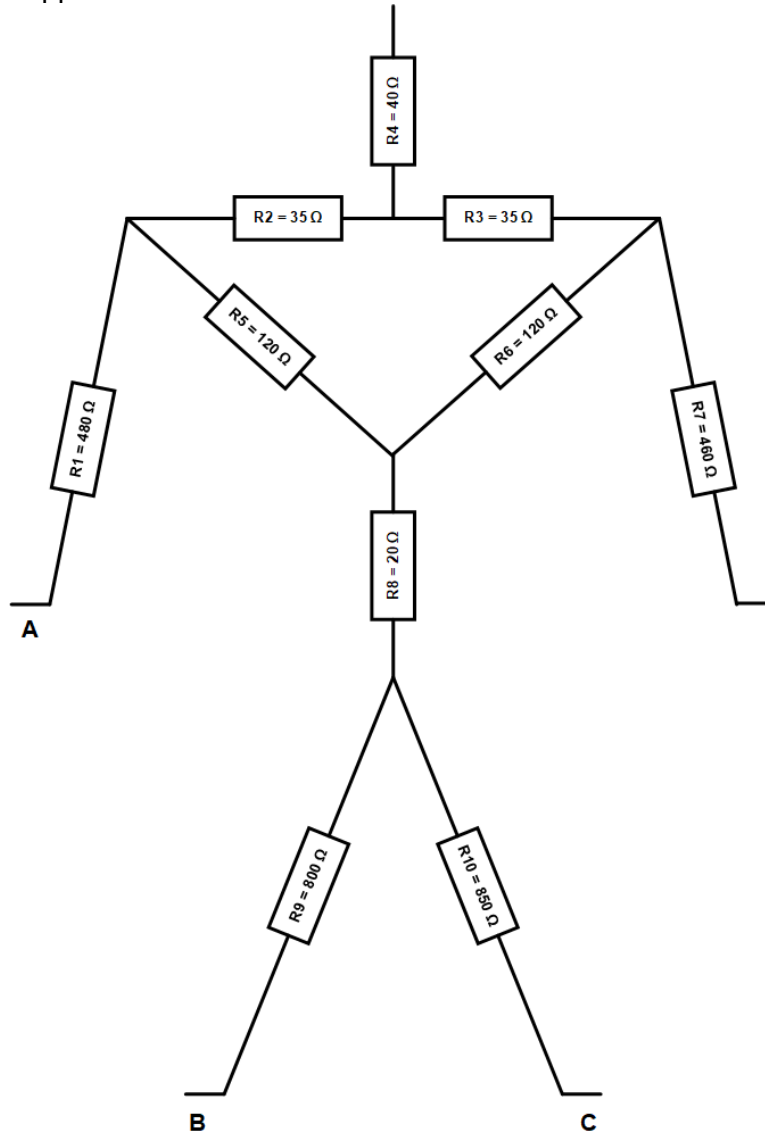
$$I = \frac{U_{\text{presa}}}{R_{\text{tot}}} = \frac{228 V}{24,167 \Omega} = \underline{\underline{9,434 A}}$$

0,5

**15. Legge di Ohm Obiettivi di valutazione no. 3.2.3b**

4

Il corpo umano può essere facilmente paragonato ad un circuito resistivo misto. Calcoli la corrente di contatto che attraversa il corpo, se fra il braccio A e la gamba B si applica una tensione di contatto di 230 V.



$$R_G = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2 + R_3 + R_6} + \frac{1}{R_5}} + R_8 + R_9 =$$

1

$$480 \, \Omega + \frac{1}{\frac{1}{35 \, \Omega + 35 \, \Omega + 120 \, \Omega} + \frac{1}{120 \, \Omega}} + 20 \, \Omega + 800 \, \Omega = \underline{\underline{1373,5 \, \Omega}}$$

2

$$I_G = \frac{U_G}{R_G} = \frac{230 \, \text{V}}{1373,5 \, \Omega} = \underline{\underline{0,167 \, \text{A}}}$$

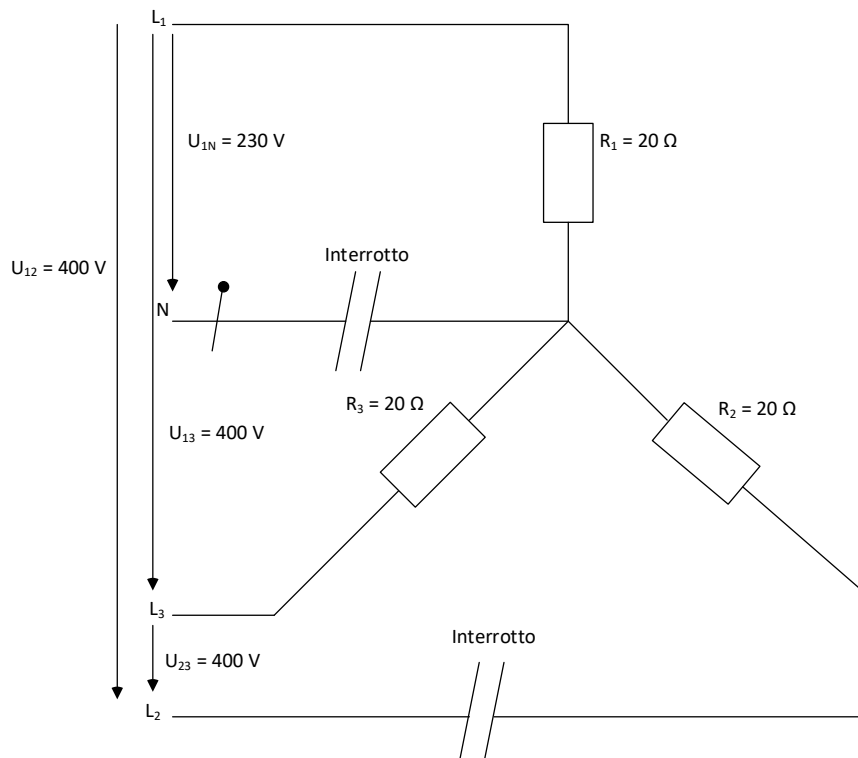
1

Punti  
per  
pagina:

**16. Interruzioni di linea sul trifase Obiettivi di valutazione no. 5.3.4**

**3**

Il conduttore di neutro ed un conduttore di fase sono interrotti.



Calcolare:

- a) La tensione su  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .

1

$$U_{R1} = U_{R3} = \frac{U_{13}}{2} = \frac{400 \text{ V}}{2} = \underline{\underline{200 \text{ V}}}$$

$$U_{R2} = \underline{\underline{0 \text{ V}}}$$

- b) La corrente che scorre in  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .

1

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 20 \Omega + 20 \Omega = \underline{\underline{40 \Omega}}$$

$$I_{R1} = I_{R3} = \frac{U_{13}}{R_{13}} = \frac{400 \text{ V}}{40 \Omega} = \underline{\underline{10 \text{ A}}} \quad I_{R2} = \underline{\underline{0 \text{ A}}}$$

- c) La potenza totale del circuito con le due interruzioni.

1

$$P_{\text{tot}} = \frac{(U_{13})^2}{R_{1+3}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{4000 \text{ W}}}$$

Punti  
per  
pagina:

**17. Sistemi trifase Obiettivi di valutazione no. 5.3.4**

**4**

Una rete trifase (3 x 400 V / 230 V / 50 Hz) è caricata in maniera asimmetrica.

a) Calcolare le correnti  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$  e  $I_{L3}$ .

**Soluzione:**

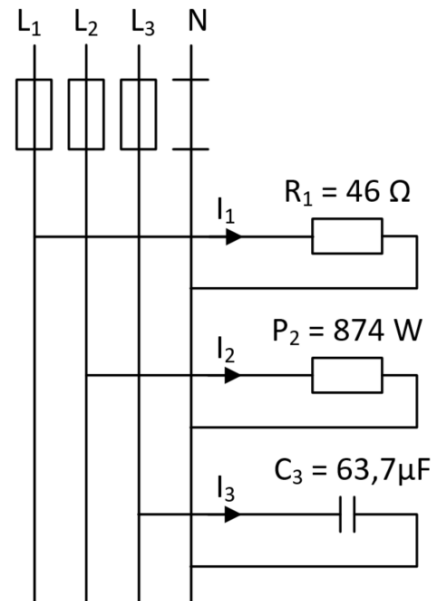
$$I_{L1} = \frac{U_{1N}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{46 \Omega} = \underline{\underline{5 \text{ A}}}$$

$$I_{L2} = \frac{P_2}{U_{2N}} = \frac{874 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,8 \text{ A}}}$$

$$X_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 63,7 \mu\text{F}} = 50 \Omega$$

$$I_{L3} = \frac{U_{3N}}{X_C} = \frac{230 \text{ V}}{50 \Omega} = \underline{\underline{4,6 \text{ A}}}$$

b) Determinare graficamente la corrente sul neutro.  
(Scala 1 A  $\triangleq$  1 cm)



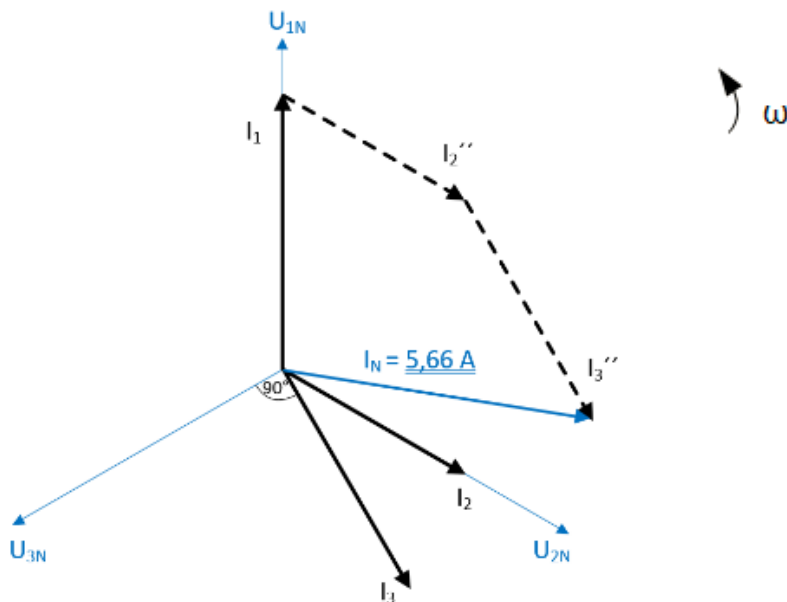
0,5

0,5

0,5

0,5

2



**Appunti per la correzione:**

$I_{L1}$  0,5 Pt.

$I_{L2}$  0,5 Pt.

$I_{L3}$  0,5Pt.

$I_N$  0,5Pt. (Tolleranza: 5,1 A – 6,2 A)

**Nota per l'esperto: soluzione non in scala!**

Punti  
per  
pagina:

**18. Compensazione Obiettivi di valutazione no. 5.3.4**

**5**

Ad un motore in corrente alternata con i dati 230 V; 50 Hz; 4,6 A;  $\cos \varphi = 0,8$  con un sistema di compensazione in parallelo bisogna migliorare il fattore di potenza  $\cos \varphi = 0,9$ .

- a) A quanto ammonta la potenza reattiva da compensare?

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{846 \text{ W}}$$

1

$$Q_c = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 846 \text{ W} \cdot (0,75 - 0,484) = \underline{225 \text{ var}}$$

2

oppure

oppure

$$Q_1 = U \cdot I \cdot \sin \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,6 = \underline{634,8 \text{ var}}$$

0,5

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{846 \text{ W}}$$

0,5

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{846 \text{ W}}{0,9} = \underline{940 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q_2 = \sqrt{(S_2)^2 - P^2} = \sqrt{(940 \text{ VA})^2 - (846 \text{ W})^2} = \underline{409,7 \text{ var}}$$

0,5

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 634,8 \text{ var} - 409,7 \text{ VA} = \underline{225 \text{ var}}$$

1

- b) Calcolare la capacità del condensatore necessario.

1

$$C = \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2} = \frac{225 \text{ var} \cdot 1 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot (230 \text{ V})^2} = \underline{13,54 \mu\text{F}}$$

oppure

$$X_c = \frac{U^2}{Q_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{225 \text{ var}} = \underline{235,11 \Omega}$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 235,11 \Omega} = \underline{13,54 \mu\text{F}}$$

- c) Quanto sarà la corrente assorbita dopo la compensazione?

1

$$I_2 = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_2} = \frac{846 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,9} = \underline{4 \text{ A}}$$

oppure

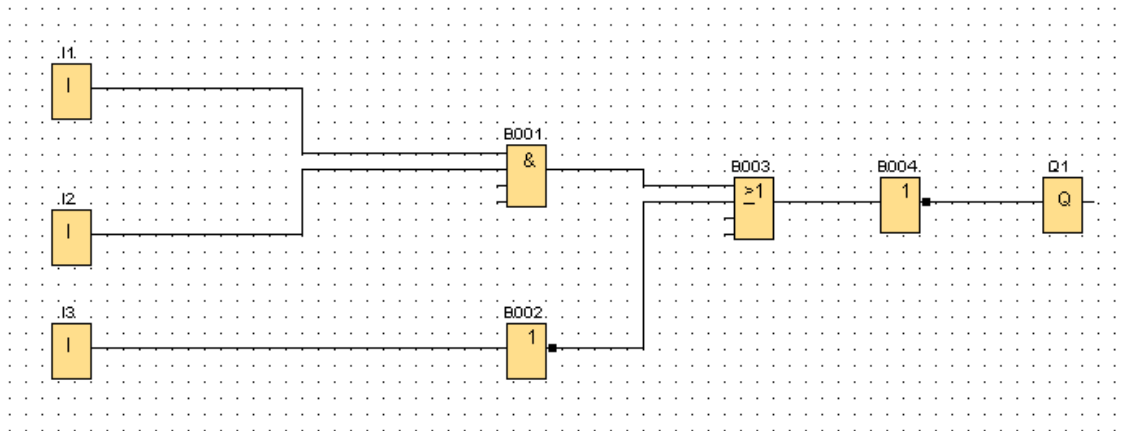
$$I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{940 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{4 \text{ A}}$$

Punti  
per  
pagina:

**19. Tecnologia di controllo Obiettivi di valutazione no. 5.4.4**

**2**

In questo sistema di comando, tutte le entrate hanno uno stato logico pari a 1.



a) Qual è lo stato dell'uscita Q1?

**1**

**Q1 è inattiva oppure Q1 è spenta**

b) Descrivere con quali situazioni ci sarebbe un cambiamento di stato sull'uscita Q1 (senza nessuna modifica del cablaggio).

**1**

**I1 o I2 vanno a 0**