

## Esemplare per esperti

<b>90</b>	<b>Minuti</b>	<b>23</b>	<b>Compiti</b>	<b>18</b>	<b>Pagine</b>	<b>57</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>
57,0-54,5	54,0-48,5	48,0-43,0	42,5-37,5	37,0-31,5	31,0-26,0	25,5-20,0	19,5-14,5	14,0-9,0	8,5-3,0	2,5-0,0

### Termine di scadenza:

Questa **prova d'esame non deve essere usata per scopi di esercizio**  
**prima del 1 settembre 2022.**

### 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. Unità di misura fondamentali Obiettivi di valutazione no. 5.4.1b**

**2**

Una resistenza di 60 ohm è allacciata ad una tensione di 230 V / 50 Hz

Calcoli:

a) tensione di picco.

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 230V = \underline{\underline{325 V}}$$

0,5

b) corrente efficace.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 V}{60 \Omega} = \underline{\underline{3,83 A}}$$

0,5

c) durata del periodo.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0,02 s = 20 ms}}$$

0,5

d) frequenza circolare.

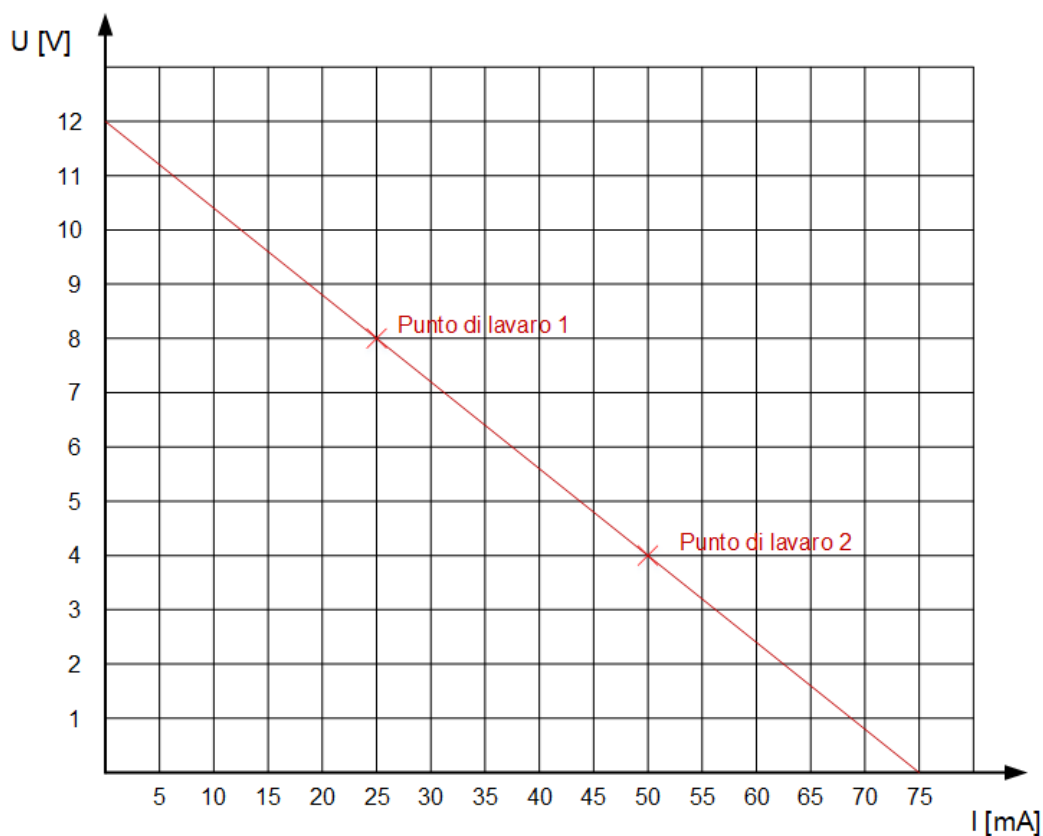
$$\omega = 2\pi \cdot f = 6,28 \cdot 50 \frac{1}{s} = \underline{\underline{314 \frac{1}{s}}}$$

0,5

**2. Sistemi elettrochimici Obiettivi di valutazione no. 5.3.7b**

Ad un alimentatore viene misurata una tensione  $U_1 = 8 \text{ V}$  con una corrente  $I_1 = 25 \text{ mA}$  e una tensione  $U_2 = 4 \text{ V}$  con una corrente  $I_2 = 50 \text{ mA}$ .

a) Disegni la linea di carico.



b) Quanto misura la tensione a vuoto?

**$U_0 = 12 \text{ V}$**

c) Quanto misura la corrente di corto circuito?

**$I_K = 75 \text{ mA}$**

d) Calcoli la resistenza interna.

$$R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{12 \text{ V}}{0,075 \text{ A}} = \underline{\underline{160 \Omega}}$$

**3. Trasformatori Obiettivi di valutazione no. 5.2.8b**

**2**

Un trasformatore con un'entrata di 1 x 400 V da in uscita una corrente di 6,8 A con una tensione di 24 V.

Calcoli :

a) Potenza di uscita.

**1**

$$S = U_2 \cdot I_2 = 24 \text{ V} \cdot 6,8 \text{ V} = \underline{\underline{163,2 \text{ VA}}}$$

b) Corrente primaria.

**1**

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

=>

$$I_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1} = \frac{24 \text{ V} \cdot 6,8 \text{ V}}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{0,408 \text{ A}}}$$

**4. Illuminazione di un'aula scolastica Obiettivi di valutazione no. 5.5.3b**

**2**

Un'aula scolastica di 7,2 m x 13 m viene illuminata tramite 3 binari luminosi, composti ognuno da 8 lampade a LED (33 W, 5580 lm ogni lampada). Il fattore di rendimento è pari a 0,38.

A quanto ammonta l'intensità luminosa media?

$$A = l \cdot b = 7,2 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} = \underline{93,60 \text{ m}^2}$$

0,5

$$\Phi_N = \eta_B \cdot \Phi \cdot n = 0,38 \cdot 5580 \text{ lm} \cdot 24 = \underline{50889,60 \text{ lm}}$$

0,5

$$E_m = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{50889,60 \text{ lm}}{93,60 \text{ m}^2} = \underline{543,7 \text{ lx}}$$

1

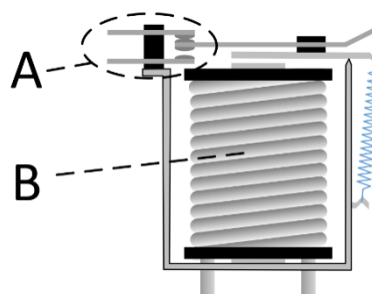
**5. Dispositivi di comando Obiettivi di valutazione no. 5.5.2b**

**3**

a) Descriva le parti **A** e **B** del seguente teleruttore.

**A:** Soluzione: Contatto

**B:** Soluzione: Bobina



0,5

0,5

b) Segni come vero o falso le seguenti affermazioni:

Affermazioni sui dispositivi di comando	vero	falso
La corrente continua è più facile da commutare rispetto alla corrente alternata (riferito ai contatti).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
In una protezione elettromeccanica i circuiti di comando e di potenza sono separati galvanicamente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un teleruttore principale viene attivato dal circuito di potenza e disinserisce quindi il circuito di comando.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Il sistema magnetico di un teleruttore è equipaggiato di un anello di cortocircuito, così che con un funzionamento in corrente alternata non si disinserisce al passaggio nel punto zero.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

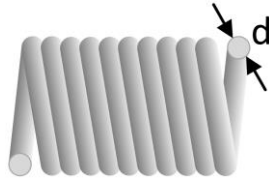
0,5

**Punti  
per  
pagina:**

**6. Intensità di corrente Obiettivi di valutazione no. 3.2.4b**

**2**

L'intensità di corrente in una bobina di sicurezza può essere al massimo pari a  $3,6 \text{ A/mm}^2$ . Se vi circola una corrente di eccitazione di  $0,9 \text{ A}$ , quanto deve essere il diametro minimo del filamento?



$$A = \frac{I}{J} = \frac{0,9 \text{ A}}{3,6 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}} = \underline{0,25 \text{ mm}^2}$$

1

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,25 \text{ mm}^2}{\pi}} = \underline{\underline{0,564 \text{ mm}}}$$

1

**7. Sorgenti di tensione Obiettivi di valutazione no. 5.3.7b**

**2**

Segni come vero o falso le seguenti affermazioni:

Affermazioni sulle sorgenti di tensione	vero	falso
Il liquido conduttore in un elemento galvanico si chiama elettrodo.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
In assenza di carico, su una batteria si misura la tensione a vuoto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se la resistenza del carico allacciato ad una batteria diminuisce, diminuisce anche la tensione ai morsetti.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un materiale con un piccolo potenziale nella Tabella della serie elettrochimica dei potenziali è molto nobile.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

**Punti  
per  
pagina:**

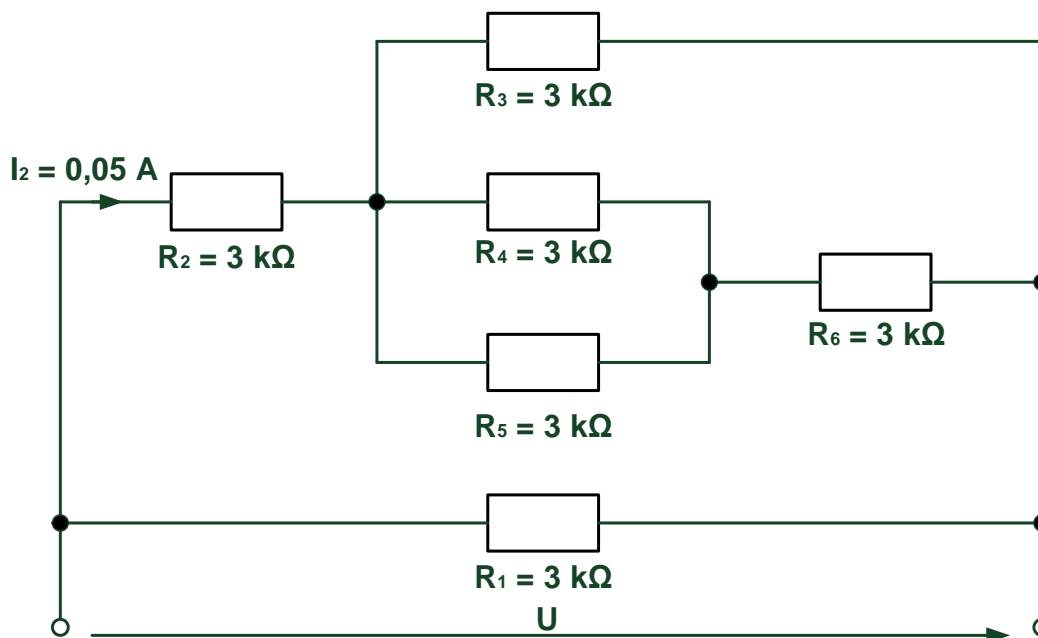
**8. Circuiti misti Obiettivi di valutazione no. 3.2.4b**

**3**

Sei resistenze di ognuna 3 kΩ sono collegate come da schema sottostante.

La corrente  $I_2$  è di 0,05 A.

Quanto misura la tensione U?



$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{3 \text{ k}\Omega \cdot 3 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = \underline{1,5 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{456} = R_{45} + R_6 = 1,5 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega = \underline{4,5 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{3456} = \frac{R_3 \cdot R_{456}}{R_3 + R_{456}} = \frac{3 \text{ k}\Omega \cdot 4,5 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 4,5 \text{ k}\Omega} = \underline{1,8 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{23456} = R_2 + R_{3456} = 3 \text{ k}\Omega + 1,8 \text{ k}\Omega = \underline{4,8 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$U = U_{23456} = R_{23456} \cdot I_2 = 4,8 \text{ k}\Omega \cdot 0,05 \text{ A} = \underline{\underline{240 \text{ V}}}$$

1

**9. Campi magnetici ed elettrici Obiettivi di valutazione no. 3.2.5b**

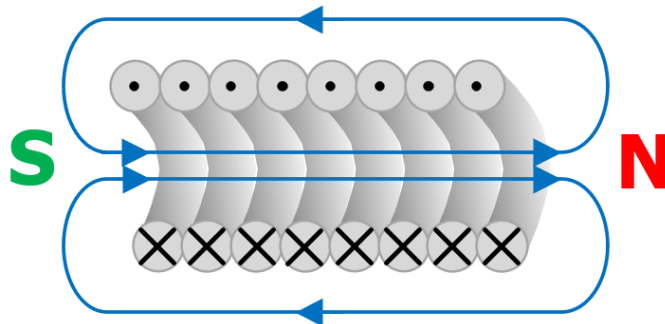
2

L'immagine mostra un magnete permanente e la sezione di una bobina:

Magnete permanente:



Bobina:



**Punti:** Linee del flusso magnetico disegnate correttamente 0,5  
Direzione corretta delle linee di flusso 0,5 Poli corretti 0,5

- Disegni le linee del flusso magnetico risultante e la loro direzione nella bobina.
- Indichi anche i poli magnetici della bobina.
- Come si muoverebbe il magnete permanente nel caso fosse posto molto vicino alla bobina?

1

0,5

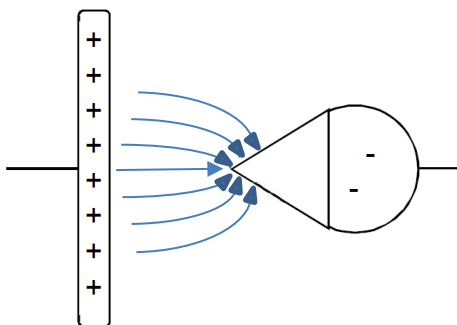
0,5

**Il magnete permanente verrebbe respinto dalla bobina.**

**10. Campi elettrici Obiettivi di valutazione no. 3.2.5b**

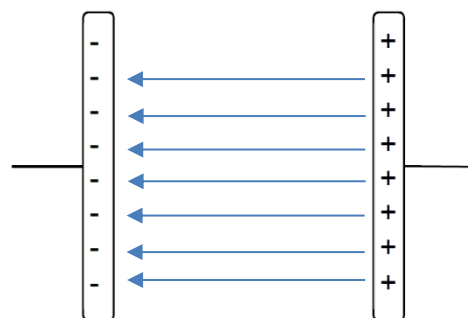
2

Disegni almeno 6 linee del campo elettrico fra i seguenti corpi polarizzati e apponga una crocetta sulle giuste affermazioni sottostanti.



Questo campo è:

- ☐ Omogeneo  
☒ Disomogeneo



Questo campo è:

- ☒ Omogeneo  
☐ Disomogeneo

0,5

0,5

0,5

0,5

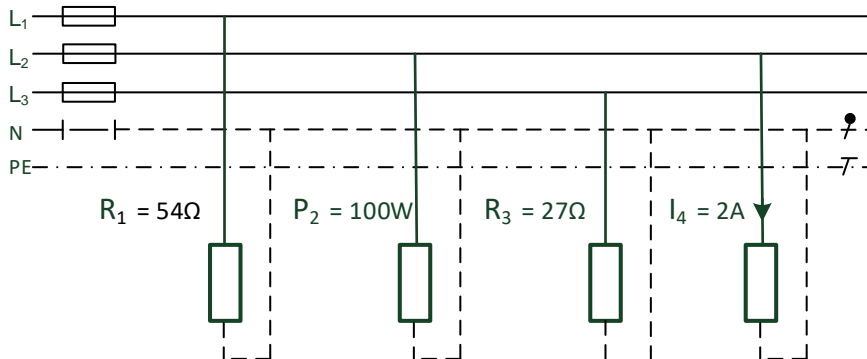
Punti  
per  
pagina:

**11. Sistema trifase Obiettivi di valutazione no. 5.3.4b**

3

Al nostro sistema 3 x 400 V / 230 V vengono collegati 4 utilizzatori ohmici.

a) Calcoli le correnti delle tre singole fasi ( $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ ):



$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$$

0,5

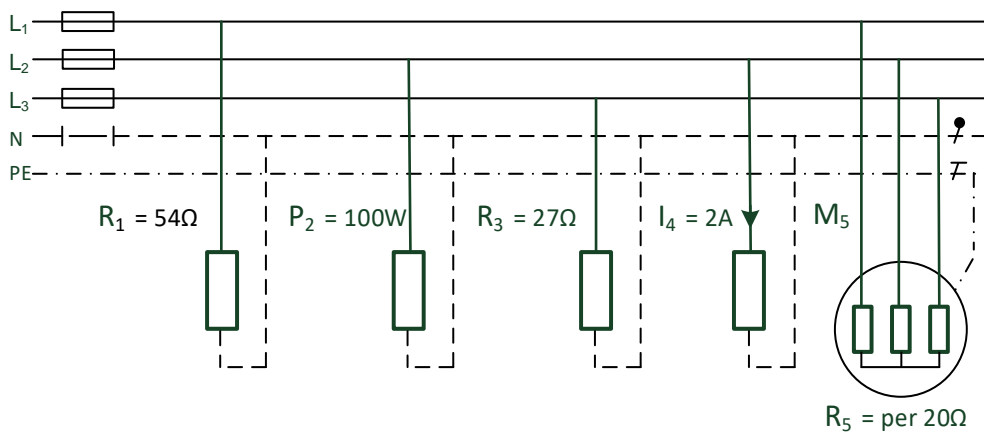
$$I_{L2} = \frac{P_{R2}}{U_{L2}} + I_4 = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{2,43 \text{ A}}}$$

1

$$I_{L3} = \frac{U_{L3}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{27 \Omega} = \underline{\underline{8,52 \text{ A}}}$$

0,5

a) In aggiunta viene collegato al circuito un utilizzatore trifase. Con la variazione del carico aumentano le correnti sui conduttori.



Segni con una croce la risposta corretta:

1

Affermazioni sul sistema trifase	aumenta	rimane invariata	diminuisce
La corrente sul conduttore neutro	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Punti  
per  
pagina:

**12. Impianto industriale Obiettivi di valutazione no. 5.3.9b**

**4**

Un'attività commerciale assorbe una potenza utile di 27 kW e una potenza reattiva di 21 kvar. Viene allacciato un bollitore di 15 kW

Calcoli il fattore di sfasamento ( $\cos \varphi$ ):

a) Prima di allacciare il bollitore.

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{21 \text{ kvar}}{27 \text{ kW}} = \underline{0,7778}$$

1

$$\varphi = 37,87^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,789}}$$

1

b) Dopo l'allacciamento del bollitore:

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P_1 + P_2} = \frac{21 \text{ kvar}}{27 \text{ kW} + 15 \text{ kW}} = \underline{0,5}$$

1

$$\varphi = 26,56^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,894}}$$

1

**13. Macchine del freddo Obiettivi di valutazione no. 5.3.5b**

**2**

Segni come vero o falso le seguenti affermazioni:

Affermazioni sulle macchine del freddo	vero	falso
Con la compressione del liquido di raffreddamento, il liquido stesso aumenta di temperatura.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Il tubo capillare è un tubo corto e grosso.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nel condensatore il liquido di raffreddamento evapora.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nel momento dell'evaporazione, il liquido di raffreddamento assorbe calore.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

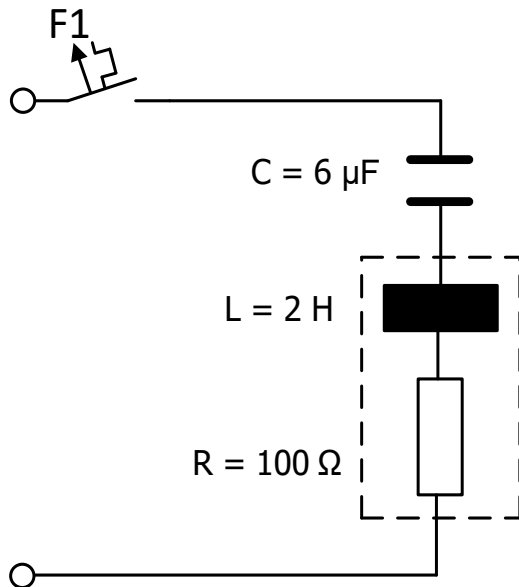
0,5

**Punti  
per  
pagina:**

**14. Resistenze con tensione alternata Obiettivi di valutazione no. 3.2.7b**

**3**

Ad una rete elettrica di 230 V / 50 Hz, è collegata una bobina con un'induttanza (coefficiente d'autoinduzione) di 2 H e una resistenza interna di 100 Ohm. A questa bobina viene collegato in serie un condensatore da 6 µF.



Calcoli i seguenti parametri:

a) reattanza induttiva

1

$$X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L = 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 2 \text{ H} = \underline{\underline{628 \, \Omega}}$$

b) reattanza capacitiva

1

$$X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{531 \, \Omega}}$$

c) corrente nel circuito

1

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(100 \, \Omega)^2 + (628,3 \, \Omega - 530,5 \, \Omega)^2} = \underline{\underline{140 \, \Omega}}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{140 \, \Omega} = \underline{\underline{1,64 \text{ A}}}$$

Punti  
per  
pagina:

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

2

Segni con una croce le risposte corrette:

Come cambia la corrente, se.....	La corrente		
	aumenta	rimane uguale	diminuisce
in un circuito in serie la tensione totale viene aumentata?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in un circuito in parallelo una resistenza è difettosa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
in un circuito in serie una resistenza viene cortocircuitata?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in un circuito in parallelo vengono collegate due ulteriori resistenze in parallelo?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

**16. Impianto fotovoltaico Obiettivi di valutazione no. 5.3.10b**

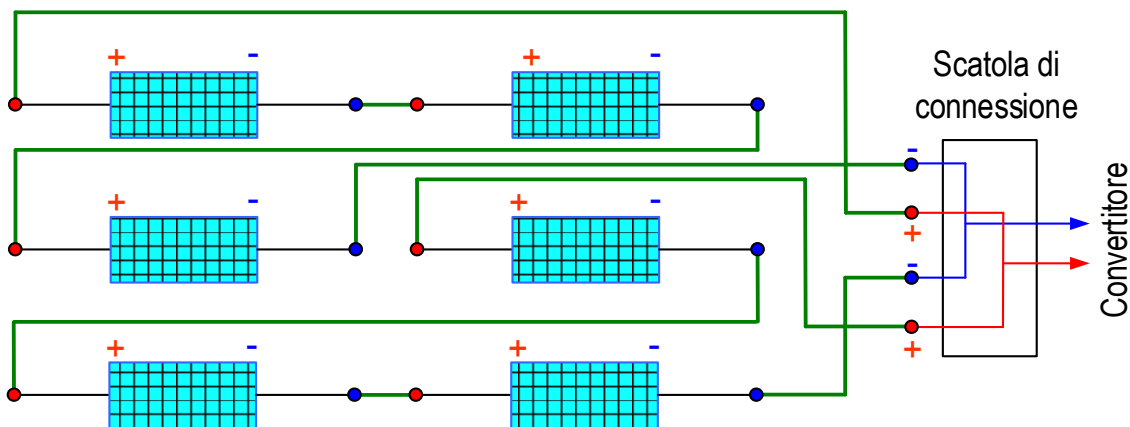
2

Disegni nel seguente schema di un impianto fotovoltaico il corretto cablaggio.

I moduli fotovoltaici forniscono ognuno una tensione di 24 V<sub>DC</sub>.

L'inverter ha una tensione di funzionamento che può andare da 60 V a 90 V.

Tutti i moduli devono essere collegati.



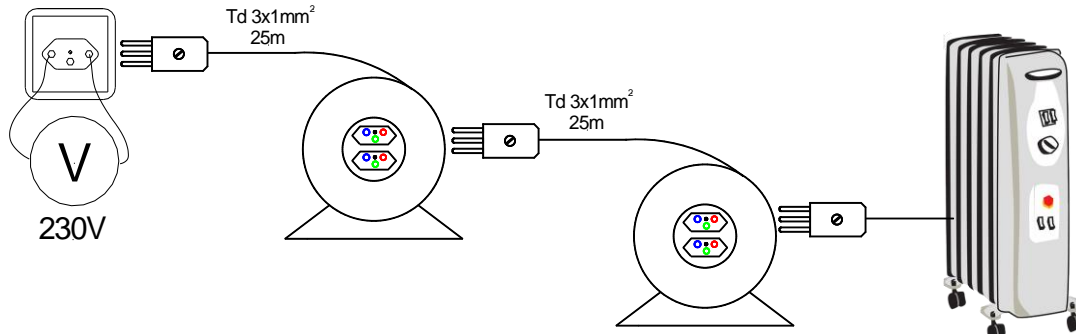
(Nota per l'esperto: Per ogni circuito corretto con ognuno 3 moduli in serie, 1Pto)

Punti  
per  
pagina:

**17. Potenza con la variazione della tensione Obiettivi di valutazione no. 3.2.4b**

2

Una stufetta (230 V / 2,3 kW) viene collegata tramite due prolunghe a rullo, ognuna di 25 metri (Td 3 x 1 mm<sup>2</sup>). Durante il funzionamento sulla presa a muro viene misurata una tensione di 230 V. Che potenza effettiva avrà la stufetta?



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

0,5

$$R_L = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \Omega \text{ mm}^2 \cdot 2 \cdot 25 \text{ m} \cdot 2}{\text{m} \cdot 1 \text{ mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

0,5

$$I' = \frac{U_{Iniziare}}{R_{ofen} + R_L} = \frac{230 \text{ V}}{23 \Omega + 1,75 \Omega} = \underline{9,3 \text{ A}}$$

0,5

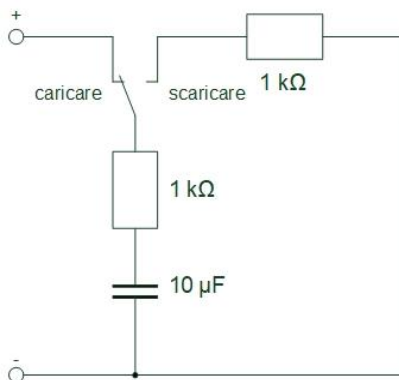
$$P' = I'^2 \cdot R_{ofen} = (9,3 \text{ A})^2 \cdot 23 \Omega = \underline{\underline{1,989 \text{ kW}}}$$

0,5

Annotazione per il perito: sono possibili anche altre vie per arrivare alla soluzione

**18. Condensatore in corrente continua Obiettivi di valutazione no. 3.2.7b**

2



a) Quanto tempo impiega il condensatore a caricarsi completamente?

$$\tau_{\text{caricare}} = R_{\text{caricare}} \cdot C = 1 \text{ k}\Omega \cdot 10 \mu\text{F} = \underline{10 \text{ ms}}; \quad t = 5 \cdot \tau_{\text{caricare}} = 5 \cdot 10 \text{ ms} = \underline{\underline{50 \text{ ms}}}$$

1

b) Quanto impiega invece a scaricarsi?

$$\tau_{\text{scaricare}} = R_{\text{scaricare}} \cdot C = (1 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) \cdot 10 \mu\text{F} = \underline{20 \text{ ms}}$$

$$t = 5 \cdot \tau_{\text{scaricare}} = 5 \cdot 20 \text{ ms} = \underline{\underline{100 \text{ ms}}}$$

1

Punti  
per  
pagina:

19. Componenti digitali Obiettivi di valutazione no. 5.5.4b

3

Completi la tabella degli stati per questo circuito logico.

Circuito logico:

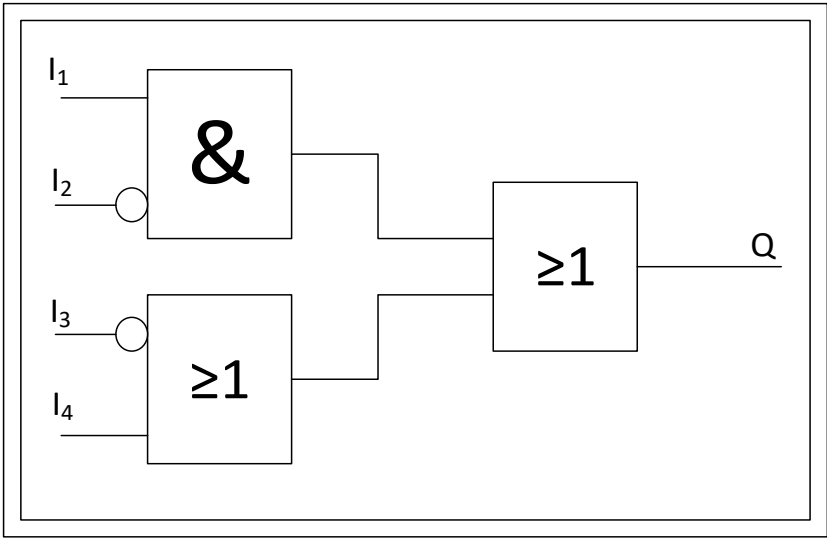


Tabella degli stati:

I1	I2	I3	I4	Q
0	0	0	0	1
0	0	1	1	1
1	1	1	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

Punti per pagina:

**20. Proprietà dei motori Obiettivi di valutazione no. 5.2.6b**

**3**

Segni con una croce le risposte corrette:

Affermazioni sulle proprietà dei motori	vero	falso
Un motore converte l'energia elettrica in energia meccanica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un motore a corrente alternata ha un carico reattivo minore rispetto ad uno scaldacqua.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Un motore con i dati 400 V / 230 V, 1,7 A / 3A, alla nostra rete deve essere collegato a triangolo.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La potenza nominale è sempre minore rispetto alla potenza risultante all'albero.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Un teleruttore termico disinserisce direttamente il motore.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La potenza apparente di un motore può essere misurata con un wattometro.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

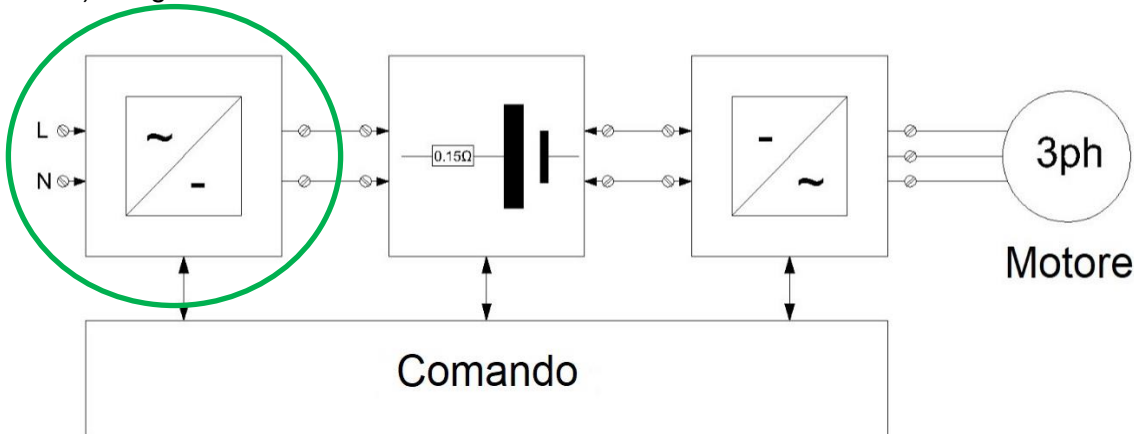
0,5

**Punti  
per  
pagina:**

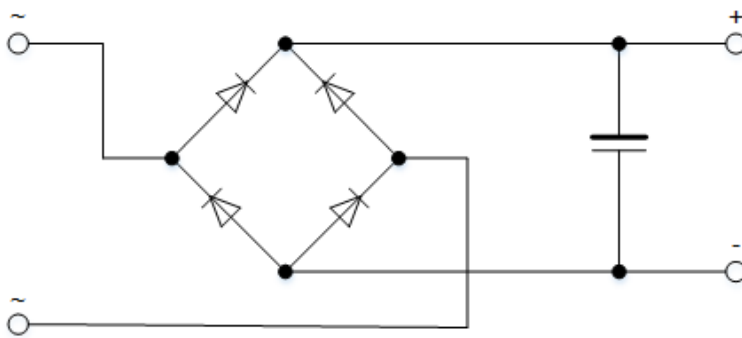
**21. Raddrizzatori Obiettivi di valutazione no. 5.5.3b**

Il disegno sotto mostra lo schema a blocchi di un regolatore di frequenza con i circuiti intermedi.

a) Segni con un cerchio il raddrizzatore:



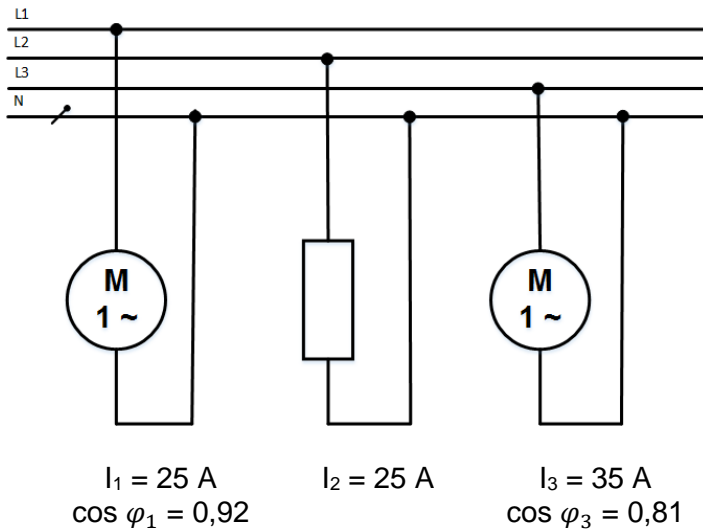
b) Disegni un ponte raddrizzatore con livellamento:



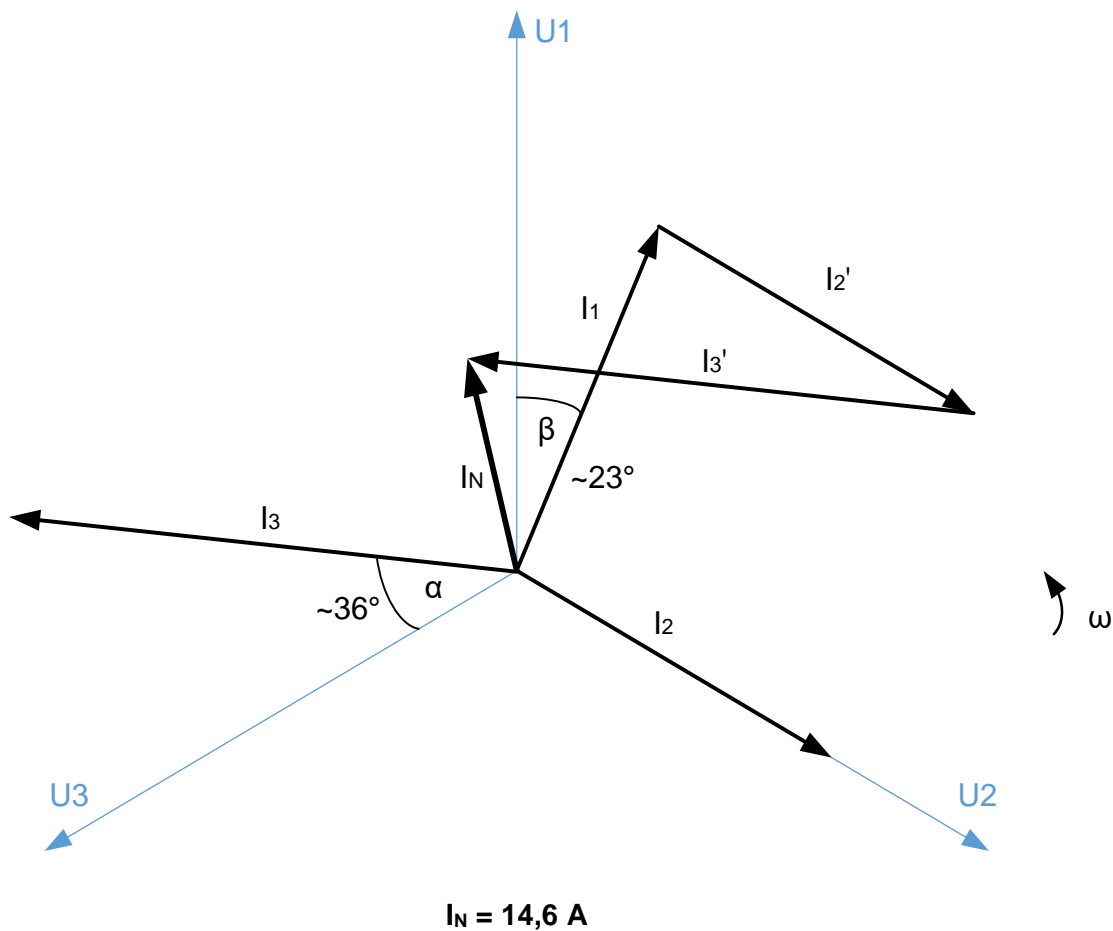
(Per il perito: mezzo punto per il raddrizzatore e mezzo punto per il condensatore di livellamento)

**22. Sistema trifase Obiettivi di valutazione no. 5.4.4b**

Un circuito trifase a 4 conduttori (3 x 400 V / 230 V) viene caricato in diversi modi. Determini la corrente nel conduttore di neutro.



Scala di misura  $1 \text{ A} \triangleq 2 \text{ mm}$



Per il perito: I1 1 Punto, I2 0,5 Punti, I3 1 Punto, IN 0,5 Punti.

**23. Motore trifase Obiettivi di valutazione no. 5.3.6b**

3

a) Calcoli la potenza effettiva del seguente motore:

Siemens AG	
Typ: T3A 132S-4	Nr. 230816
3 ~ Motor	50 Hz
S1 100 % ED	$\Delta$ Y 400/690 V
IP 54	52.8 / 30.4 A
Iso. – Kl. F	30 kW
IE3 89.6 %	$\cos \varphi = 0.88$
PTC 155° C	1430 1/min.



$$P_{zu} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400V \cdot 52,8A \cdot 0,88 = \underline{\underline{32'191 W = 32,2 kW}}$$

1

b) Quanto è il rendimento del motore?

$$\eta = \frac{P_{da}}{P_{zu}} = \frac{30 kW}{32,2 kW} = \underline{\underline{0,932}} \text{ oppure } \underline{\underline{93,2 \%}}$$

1

c) Segni con una croce la risposta corretta:

1

A quanto deve essere regolato il termico di protezione del motore, se il motore viene collegato direttamente alla rete elettrica?				
Intensità di corrente	91,35 A	52,8 A	74,66 A	30,4 A
Soluzione	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>