

M586 – ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE
Sessione ordinaria 2015 – Seconda prova scritta

Indirizzo: ITET – ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA
ARTICOLAZIONE ELETTROTECNICA

Tema di: TECNOLOGIE E PROGETTAZIONE DI SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

Il candidato svolga la prima parte della prova e risponda a due tra i quesiti proposti nella seconda parte.

PRIMA PARTE

Si deve dimensionare l'impianto elettrico di un piccolo stabilimento industriale, dedicato alla lavorazione di marmi, che viene alimentato alla tensione di 230/400 V. Lo stabilimento è costituito da un capannone industriale di forma rettangolare di lati $l_1 = 60$ m e $l_2 = 50$ m suddiviso in tre ambienti.

Nel primo ambiente, destinato alla zona lavorazione, sono previsti i seguenti carichi:

- a. una macchina fresatrice da taglio per grandi blocchi da 20 kW;
- b. frese per taglio di piccoli blocchi per complessivi 12 kW;
- c. una macchina rifinitrice da 10 kW;
- d. una lucidatrice da 25 kW;
- e. purificatori d'aria per complessivi 9 kW;
- f. due compressori da 3 kW;
- g. una linea prese a spina per un totale di 11 kW;
- h. una linea illuminazione da 9 kW.

Il secondo ambiente è destinato agli uffici e sono previsti i seguenti carichi:

- a. una linea illuminazione da 3 kW;
- b. una linea prese a spina da 6 kW;
- c. un impianto di condizionamento da 10 kW;
- d. una zona esposizione da 3 kW.

Il terzo ambiente è adibito a locale spogliatoio e assorbe una potenza complessiva di 3 kW.

Il candidato, dopo aver ipotizzato la suddivisione planimetrica dei tre ambienti e fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie:

- 1. determini la potenza complessiva dell'impianto e stabilisca dove collocare il quadro elettrico generale;
- 2. rappresenti lo schema a blocchi della distribuzione dell'energia elettrica;
- 3. disegni lo schema elettrico unifilare dell'impianto e illustri i criteri da seguire per il calcolo delle caratteristiche delle apparecchiature presenti nei quadri.

Inoltre, il candidato, dopo aver proposto la soluzione progettuale che ritiene più efficace per il funzionamento dei carichi installati nella zona lavorazione, dimensiona le relative linee di alimentazione,

SECONDA PARTE

- 1. Dopo aver illustrato le caratteristiche generali degli impianti di terra, il candidato individui la tipologia dell'impianto più adatto per lo stabilimento descritto nella prima parte, giustificando la

scelta operata. Sapendo che il suolo, sul quale è edificato lo stabilimento, è costituito da un terreno organico con resistività $100 \Omega\text{m}$, il candidato individui il tipo e il numero di dispersori e la loro posizione necessari per realizzare l'impianto di terra.

2. Lo spazio antecedente allo stabilimento industriale di area pari a 800 m^2 è adibito a parcheggio all'aperto. Il candidato, dopo aver effettuato tutte le ipotesi aggiuntive per meglio definire le specifiche del progetto, dimensiona un impianto fotovoltaico idoneo a soddisfare il bisogno energetico relativo all'illuminazione del parcheggio.
3. Il candidato dimensiona la cabina di trasformazione a servizio dello stabilimento, avente le stesse caratteristiche di quella illustrata nella prima parte, sapendo che essa è alimentata da una linea in cavo alla tensione nominale di 20 kV.
4. Il candidato scelga il dispositivo atto a proteggere dalle sovracorrenti un motore che funziona secondo il seguente ciclo di lavoro:
 1. avviamento $t_a = 4 \text{ s}$ con corrente di spunto pari a 8 volte la corrente nominale;
 2. fase di lavoro $t_l = 30 \text{ s}$ con corrente nominale pari a 15 A;
 3. sosta $t_s = 8 \text{ s}$.

Si illustrino i criteri di scelta.

SVOLGIMENTO PRIMA PARTE

Ipotesi di suddivisione planimetrica

Si suppone che la suddivisione di massima degli ambienti sia quella rappresentata nella **figura 1**.

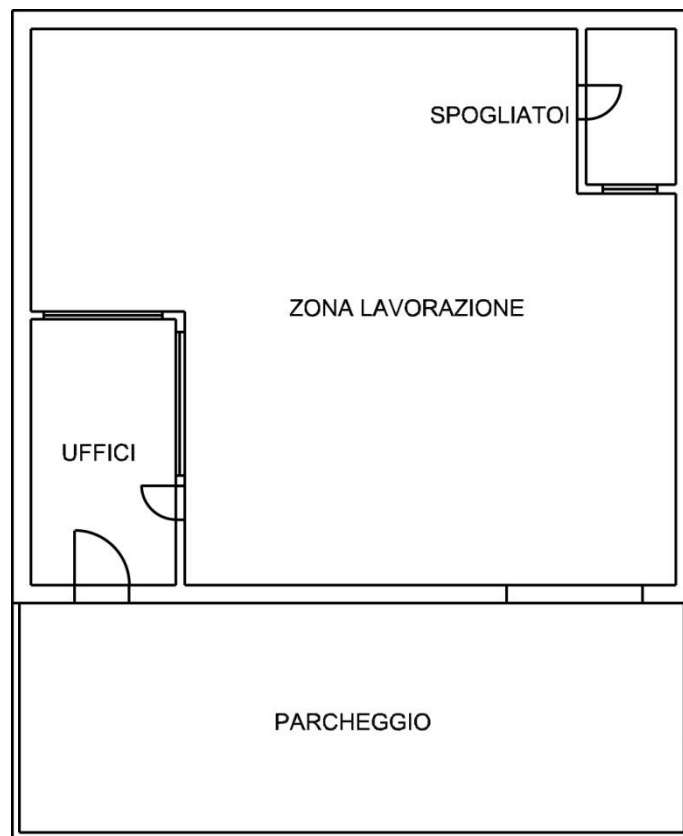


Figura 1 Suddivisione degli ambienti.

Ipotesi aggiuntive

A integrazione dei dati forniti dalla traccia, si ritengono valide le seguenti ipotesi:

1. tipo di impianto: utilizzatore in bassa tensione (i valori 230 V/400 V sono già indicati);
2. frequenza nominale: 50 Hz;
3. sistema di distribuzione: TT con alimentazione dalla rete BT del distributore (la presenza di una cabina propria di distribuzione è prevista solo come esercizio nella seconda parte); si suppone che i misuratori dell'energia attiva e reattiva (contatori) siano posizionati in un'apposita nicchia posta in prossimità della recinzione dello stabilimento;
4. contemporaneità e utilizzazione: si suppone che tutti i carichi possano funzionare contemporaneamente ($K_c = 1$) e alla piena potenza ($K_u = 1$).

1. Potenza complessiva dell'impianto

Le potenze totali necessarie all'alimentazione dei carichi installati nella zona di lavorazione e negli uffici sono, in base all'ipotesi aggiuntiva 4, uguali alla somma delle potenze dei singoli carichi:

$$P_{t1} = P_{a1} + P_{b1} + P_{c1} + P_{d1} + P_{e1} + P_{f1} + P_{g1} + P_{h1} = 20 + 12 + 10 + 25 + 9 + 2 \times 3 + 11 + 9 = 102 \text{ kW}$$

$$P_{t2} = P_{a2} + P_{b2} + P_{c2} + P_{d2} = 3 + 6 + 10 + 3 = 22 \text{ kW}$$

La potenza totale per lo spogliatoio è già indicata dal testo ed è uguale a: $P_{t3} = 3 \text{ kW}$.

La potenza complessiva dell'impianto sarà quindi uguale a:

$$P_t = P_{t1} + P_{t2} + P_{t3} = 102 + 22 + 3 = 127 \text{ kW}$$

Il quadro elettrico generale dovrà essere collocato nella zona di lavorazione, dove è localizzata la potenza maggiore. In teoria, se fosse nota l'ubicazione delle utenze, bisognerebbe ricercare il baricentro elettrico dell'impianto.

2. Schema a blocchi della distribuzione

Lo schema a blocchi della distribuzione elettrica è rappresentato nella **figura 2**.

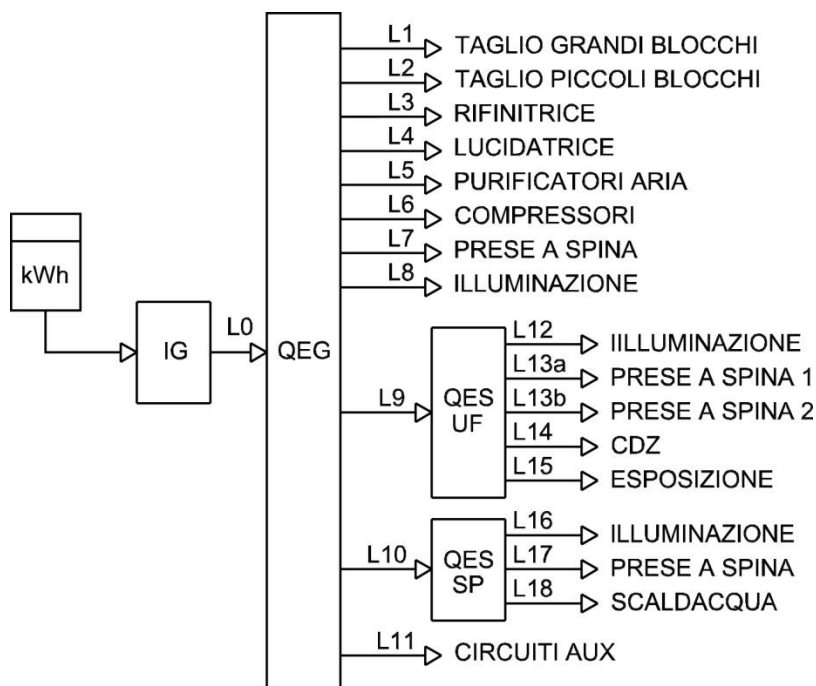


Figura 2 Schema a blocchi della distribuzione elettrica.

Lo schema comprende:

- L'interruttore generale IG, da porre subito a valle del contatore (avanquadro) e dotato di uno sganciatore di massima corrente per la protezione dalle sovracorrenti della linea L0 e di uno sganciatore differenziale con $I_{dn} = 1$ A e tempo d'intervento regolabile, in modo da poterlo coordinare con i differenziali a valle, per la protezione contro i contatti indiretti mediante il coordinamento con l'impianto di terra.
- Il quadro elettrico generale QEG, da cui partiranno le seguenti linee:
 - da L1 a L8 per l'alimentazione dei carichi posti nella zona di lavorazione;
 - L9 per l'alimentazione del quadro secondario degli uffici;
 - L10 per l'alimentazione del quadro secondario dello spogliatoio;
 - L11 per l'alimentazione dei circuiti ausiliari (AUX) a bassissima tensione (citofono, apriporta, allarme ecc.).
- Il quadro elettrico secondario degli uffici QES-UF, da cui partiranno le linee per l'alimentazione delle utenze indicate dal testo, precisamente:
 - L12 per gli apparecchi illuminanti;
 - L13a ed L13b per le prese a spina (si ipotizza la suddivisione su 2 linee monofase da 3 kW ognuna);
 - L14 per l'impianto di condizionamento (CDZ);
 - L15 per le utenze elettriche della zona esposizione.
- Il quadro elettrico secondario dello spogliatoio QES-SP. Non essendo specificato nel testo, si suppone che questo quadro serva per alimentare le seguenti utenze:
 - apparecchi illuminanti (linea L16);
 - prese a spina (linea L17);
 - scaldacqua elettrico (linea L18).

3. *Schema elettrico unifilare dell'impianto*

Lo schema elettrico unifilare complessivo dell'impianto può essere suddiviso negli schemi elettrici unifilari del quadro elettrico generale e dei due quadri elettrici secondari (**figure 3, 4, 5**).

Per la loro stesura sono stati seguiti i seguenti criteri:

- come interruttori generali dei tre quadri elettrici sono stati scelti degli interruttori di manovra-sezionatori sotto carico, dato che non hanno funzioni protettive nei riguardi delle sovracorrenti;
- le linee da L1 a L7 per l'alimentazione dei carichi della zona di lavorazione sono state considerate di tipo 3F+N+PE, presumendo che debbano alimentare carichi trifase;
- l'alimentazione degli apparecchi illuminanti della zona di lavorazione è stata divisa in tre circuiti da 3 kW ognuno in c.a. monofase (linee L8a, L8b, L8c), derivati dalla linea trifase a monte (L8);
- la linea L9 per l'alimentazione del quadro QES-UF è stata considerata trifase (3F+N+PE), vista la rilevante potenza da trasmettere e la presenza anche di utenze da alimentare in c.a. trifase;
- la linea L10 per l'alimentazione del quadro QES-SP è stata considerata monofase (F+N+PE), vista la ridotta potenza da trasmettere e la presenza di soli carichi monofase;
- la linea L11 per l'alimentazione dei circuiti ausiliari è in c.a. 24 V;
- le linee uscenti dal quadro secondario degli uffici sono tutte monofase, eccetto la linea L14 dell'impianto di condizionamento, vista la rilevante potenza dello stesso;
- le linee uscenti dal quadro secondario dello spogliatoio sono tutte monofase;
- per la protezione delle varie linee sono stati previsti i seguenti sistemi, come rilevabile dagli schemi:
 - uso di interruttori dotati sia di sganciatore di massima corrente per la protezione dalle sovracorrenti sia di sganciatore differenziale per la protezione contro i contatti indiretti (protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione);

- uso di un differenziale puro e di tre interruttori con sganciatore differenziale per i circuiti luce del quadro elettrico generale;
- uso di interruttori dotati del solo sganciatore di massima corrente per le linee L9 ed L10 per le quali la protezione differenziale è stata prevista nei quadri a valle.

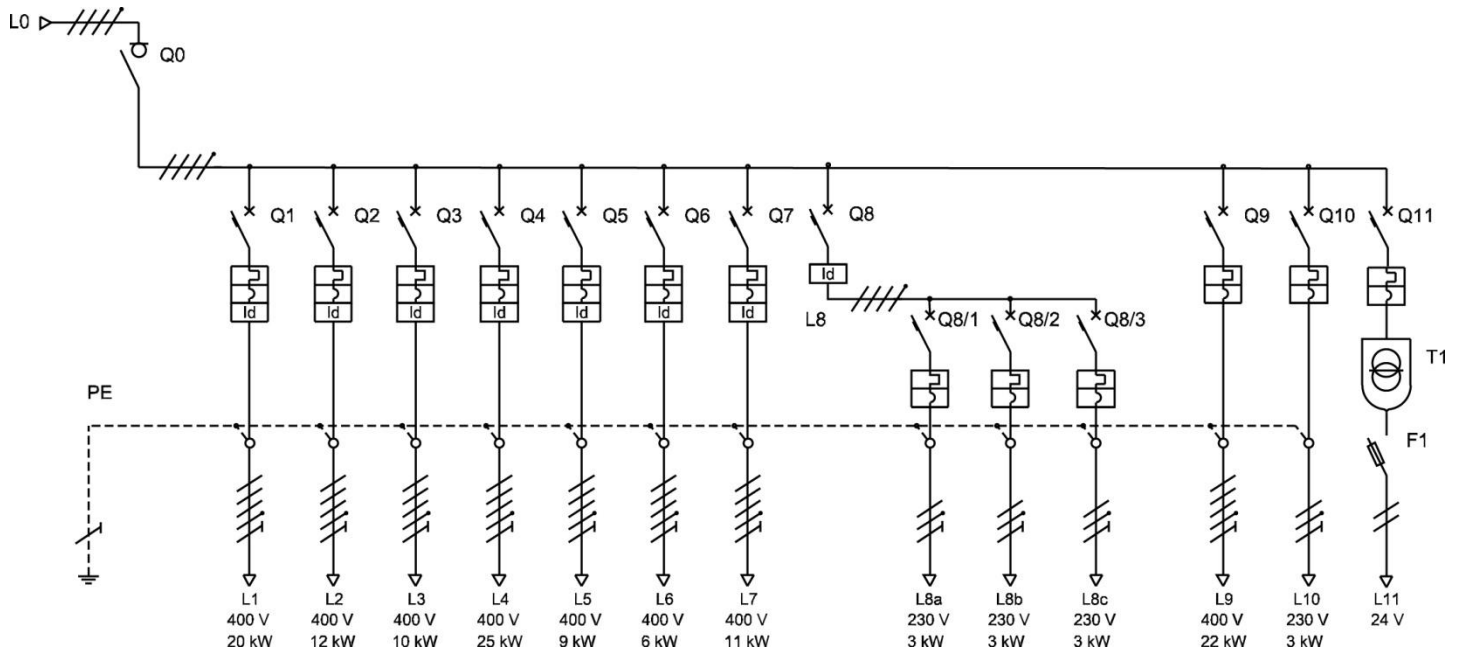


Figura 3 Schema unifilare del quadro elettrico generale.

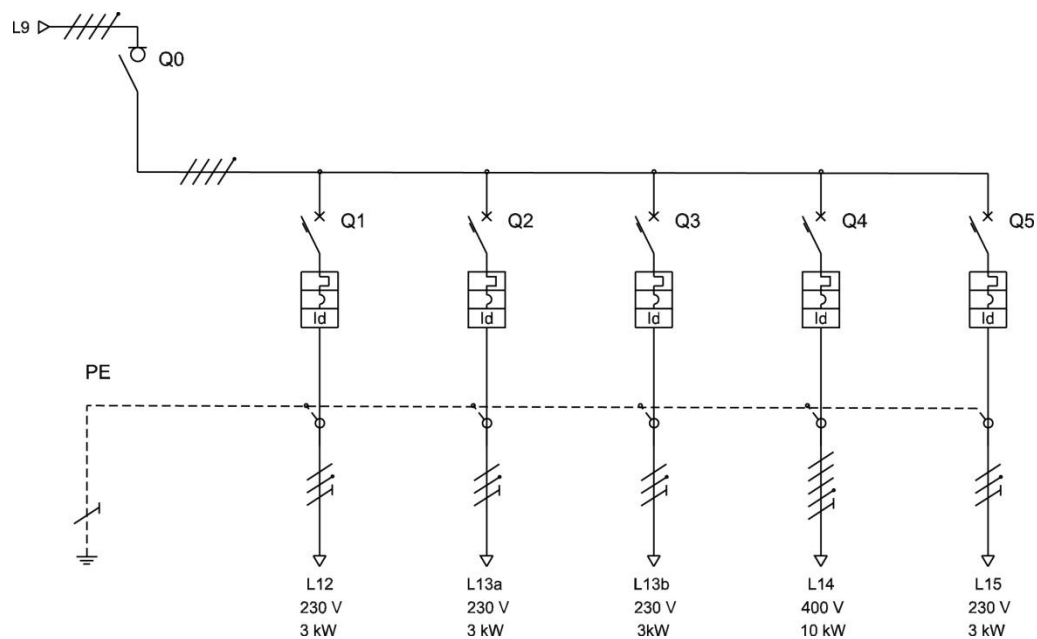


Figura 4 Schema unifilare del quadro elettrico secondario degli uffici.

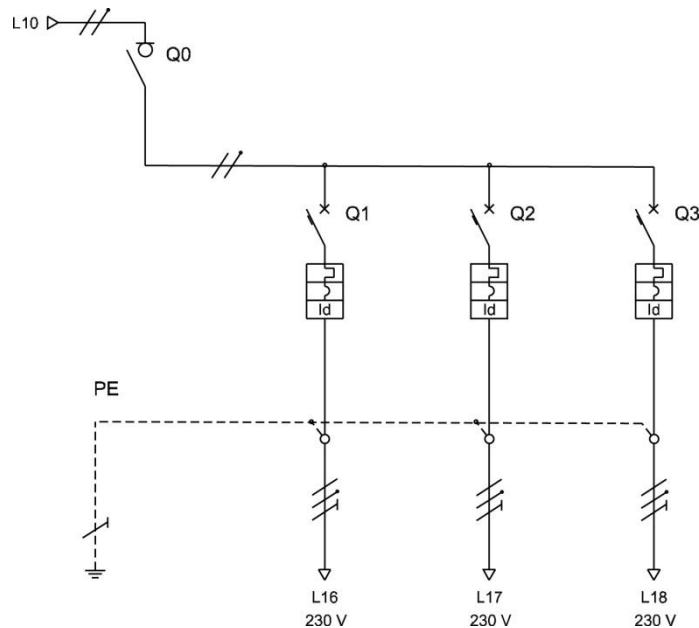


Figura 5 Schema unifilare del quadro elettrico secondario dello spogliatoio.

I **criteri da seguire** per il calcolo delle caratteristiche delle apparecchiature presenti nei quadri si possono così riassumere.

1. Le tensioni d'impiego U_e e d'isolamento U_i vanno scelte in funzione delle tensioni nominali dei vari circuiti, pari a 230 V per i circuiti monofase e 400 V per quelli trifase.
2. La corrente d'impiego dei vari circuiti si calcola con la formula $I_b = P / (\sqrt{3} V_n \cos \varphi)$ per i circuiti trifase e $I_b = P / (V_n \cos \varphi)$ per quelli monofase, dove per il fattore di potenza si può scegliere uno dei seguenti valori: 0,9 per l'illuminazione e le prese civili; 0,8 per le prese industriali; 0,75 per le macchine di lavorazione.
3. La corrente nominale (o quella di regolazione) degli apparecchi di protezione dai sovraccarichi andrà scelta rispettando la relazione $I_b \leq I_n$ (o I_r).
All'atto del dimensionamento delle linee, le relative portate I_z dovranno essere tali da rispettare la disequazione: $I_b \leq I_n$ (o I_r) $\leq I_z$.
4. Il potere d'interruzione nominale degli apparecchi di protezione contro il cortocircuito dovrà essere non inferiore al valore efficace della corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione del relativo quadro elettrico: I_{cn} (o I_{cu}) $\geq I_{cc}$.
5. Per la scelta della corrente differenziale nominale degli sganciatori differenziali si dovrà rispettare la relazione di coordinamento con l'impianto di terra: $R_E I_{dn} \leq U_L$, dove la tensione di contatto limite convenzionale vale 50 V, non essendoci ambienti a maggior rischio in caso di contatto indiretto.

Dimensionamento delle linee di alimentazione dei carichi della zona di lavorazione

La traccia richiede di indicare, preliminarmente, la soluzione progettuale che si ritiene più efficace per il funzionamento dei carichi installati nella zona di lavorazione.

Nel caso in esame è stata proposta la *distribuzione radiale*, con linee tutte uscenti dal quadro generale. La scelta è giustificata dal fatto che i carichi (a parte gli apparecchi illuminanti, per la cui alimentazione sono previste tre linee dorsali) non sono molti e sono di potenza rilevante. L'impiego di una linea per carico consente di avere buona continuità di servizio e facilità nella ricerca guasti.

Data la ridotta lunghezza delle linee, la sezione dei cavi può essere scelta solo in funzione della portata, facendo in modo che sia $I_z > I_b$, con un sufficiente margine per la scelta della I_n dell'interruttore.

Di seguito viene illustrata la procedura di calcolo delle linee da L1 a L7; i risultati sono stati raccolti nella **tabella 1**.

- Si calcolano le correnti d'impiego delle linee da L1 a L7 con la formula:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi}$$

in quanto si tratta di linee trifase, con $V_n = 400$ V e $\cos \varphi = 0,75$ per quanto detto al punto precedente.

- Si scelgono le sezioni avvalendosi delle tabelle del *Manuale Hoepli di elettrotecnica, elettronica e automazione* (pagg. X-59 e seguenti), supponendo di utilizzare cavi multipolari con guaina, isolati con gomma EPR, n. 3 conduttori caricati (circuiti trifase), posati in tubazioni e canaline in aria con temperatura ambiente 35 °C e un massimo di 4 circuiti per tubo o canalina.
La portata sarà data da: $I_z = I_0 k_1 k_2$, dove i fattori di riduzione, in base alle ipotesi fatte, valgono $k_1 = 0,96$ e $k_2 = 0,65$.

Tabella 1 Linee di alimentazione dei carichi della zona di lavorazione.

Linea – Carico	P (kW)	I_b (A)	S (mm ²)	I_0 (A)	I_z (A)
L1 – Taglio grandi blocchi	20	38,5	16	80	49,9
L2 – Taglio piccoli blocchi	12	23,1	6	44	27,5
L3 – Rifinitrice	10	19,2	6	44	27,5
L4 – Lucidatrice	25	48,1	25	105	65,5
L5 – Purificatori aria	9	17,3	4	35	21,8
L6 – Compressori	6	11,5	4	35	21,8
L7 – Prese a spina	11	21,2	6	44	27,5

SVOLGIMENTO SECONDA PARTE

Quesito 1

Per lo svolgimento di questo quesito il candidato dovrà, preliminarmente, illustrare le caratteristiche generali degli impianti di terra, mettendone in evidenza i seguenti aspetti:

- funzione dell'impianto di terra nei riguardi della protezione contro i contatti indiretti;
- costituzione di un impianto di terra ed elementi che lo compongono (dispersori, conduttori di terra, conduttori di protezione, conduttori equipotenziali, collettore di terra);
- grandezze caratteristiche (tensione totale di terra, resistenza di terra);
- relazioni di coordinamento tra l'impianto di terra e gli interruttori differenziali presenti nell'impianto, limitatamente al sistema di distribuzione TT.

Dato che l'argomento è ampiamente trattato nei libri di testo in uso, non si ritiene necessario, in questa sede, approfondirlo ulteriormente.

Nel caso in esame un idoneo impianto di terra può essere costituito all'atto della costruzione del capannone, collegando in modo opportuno i ferri del cemento armato dei plinti di fondazione (*terra di fondazione*). In mancanza di questa, si possono usare dei dispersori a picchetto in acciaio zincato a caldo, di sezione circolare piena, le cui caratteristiche si ricavano dal *Manuale Hoepli di elettrotecnica, elettronica e automazione*:

- barra tonda per picchetto;
- lunghezza 1,5 m e diametro 20 mm, uguale al diametro minimo stabilito dalla norma CEI 64-8 (tab. X.10.9, pag. X-166);
- resistenza di terra per infissione in un terreno di resistività 100 Ωm pari a $R_{E1} = 55,9 \Omega$ (tab. X.10.19, pag. X-172); il valore è stato ottenuto equiparando a 20 mm il diametro di 18 mm indicato nella tabella.

Supponendo di installare 3 picchetti in parallelo nell'area di parcheggio, lungo la parete di 60 m del capannone, i picchetti risulteranno distanziati di 30 m tra loro (distanza pari a 20 volte la loro lunghezza), cosicché si possono ritenere elettricamente indipendenti. La resistenza totale di terra sarà uguale a:

$$R_E = \frac{R_{E1}}{3} = \frac{55,9}{3} = 18,6 \Omega$$

Poiché la corrente differenziale nominale dello sganciatore differenziale meno sensibile (interruttore generale) è $I_{dn} = 1 \text{ A}$, si ottiene $R_E I_{dn} = 18,6 \times 1 = 18,6 \text{ V}$ e la relazione $R_E I_{dn} \leq 50$ è ampiamente soddisfatta.

Quesito 2

Occorre innanzitutto valutare la potenza necessaria per l'illuminazione del parcheggio. La norma europea EN 12193 relativa ai luoghi di lavoro in esterno prevede, per i parcheggi con media densità di traffico, un illuminamento mantenuto non inferiore a 10 lx. Ipotizzando il valore $E_m = 20 \text{ lx}$, il flusso luminoso utile necessario è: $\Phi_u = E_m S = 20 \times 800 = 16\,000 \text{ lm}$. Ipotizzando un fattore di utilizzazione U degli apparecchi illuminanti pari a 0,5, il flusso totale che deve essere emesso è:

$$\Phi_e = \frac{\Phi_u}{U} = \frac{16\,000}{0,5} = 32\,000 \text{ lm}$$

Supponendo di usare lampade fluorescenti con efficienza luminosa $\eta = 70 \text{ lm/W}$, la potenza necessaria è data da:

$$P = \frac{\Phi_e}{\eta} = \frac{32\,000}{70} = 457 \text{ W}$$

valore che si può approssimare in eccesso a $P = 500 \text{ W}$.

Per valutare il **fabbisogno energetico annuo** dell'impianto di illuminazione si suppone che l'impianto funzioni per 4 h al giorno, per 5 giorni a settimana, per 52 settimane all'anno, ossia per un totale di $4 \times 5 \times 52 = 1040$ ore annue, per cui l'energia richiesta è:

$$E_{\text{anno}} = 1040 P = 1040 \times 500 = 520\,000 \text{ Wh} = 520 \text{ kWh}$$

Per calcolare la **producibilità annua attesa** dell'impianto fotovoltaico $E = P_p K_e E_{ma} \eta_{BOS}$ si assumono i seguenti valori dei vari fattori:

- potenza di picco $P_p = 500 \text{ W} = 0,5 \text{ kW}$;
- fattore correttivo legato all'orientamento dei pannelli $K_e = 1$, supponendo per semplicità che i pannelli siano orizzontali, con inclinazione nulla;
- radiazione solare media annuale sul piano orizzontale $E_{ma} = 1307 \text{ kWh/m}^2$ (valore indicato dalla norma UNI 10349 per Milano e provincia);
- rendimento complessivo di tutti i componenti del generatore fotovoltaico $\eta_{BOS} = 0,8$ essendo normalmente variabile da 0,75 a 0,85.

Si ottiene: $E = P_p K_e E_{ma} \eta_{BOS} = 0,5 \times 1 \times 1307 \times 0,8 = 522,8 \text{ kWh}$, pari circa all'energia annua consumata, a riprova del fatto che un impianto da 500 W copre il fabbisogno energetico annuo dell'impianto d'illuminazione calcolato con le ipotesi fatte.

Supponendo di utilizzare pannelli al silicio cristallino di potenza 180 W ed essendo $500/180 = 2,8$ occorreranno n. 3 pannelli per costituire il generatore fotovoltaico.

È evidente che quella illustrata è una possibile soluzione, non l'unica; se si variano le ipotesi di partenza cambia anche il dimensionamento dell'impianto.

Quesito 3

Se l'impianto viene alimentato da una propria cabina di trasformazione si dovrà adottare la distribuzione TN-S e anche l'impianto di terra dovrà essere dimensionato diversamente.

Dato che la potenza totale $P_t = 127 \text{ kW}$ è stata calcolata supponendo che tutti i carichi funzionino contemporaneamente e alla potenza nominale, non è necessario prevedere un ulteriore margine di potenza. Ipotizzando un f.d.p. globale 0,9 in presenza di un impianto di rifasamento, la potenza apparente nominale della cabina dovrà essere non inferiore a $127/0,9 = 141,1 \text{ kVA}$, per cui si potrà installare un solo trasformatore di potenza nominale $S_n = 160 \text{ kVA}$, avente le seguenti caratteristiche principali (*Manuale Hoepli di elettrotecnica, elettronica e automazione, tab. X.11.4, pag. X-201*):

- trasformatore MT/BT trifase con avvolgimenti inglobati in resina;
- tensione di riferimento primaria: $V_{1M} = 24 \text{ kV}$;
- tensione nominale primaria: $V_{1n} = 20 \text{ kV}$;
- regolazione lato MT: $\pm 2 \times 2,5\%$;
- tensione nominale secondaria a vuoto: $V_{20n} = 400 \text{ V}$ concatenata, 230 V di fase;
- collegamento triangolo-stella con neutro, gruppo 11 (Dyn11);
- potenza nominale: $S_n = 160 \text{ kVA}$;
- perdite a vuoto: $P_{0n} = 650 \text{ W}$;
- perdite a pieno carico a 75°C : $P_{ccn} = 2300 \text{ W}$;
- tensione di cortocircuito: $V_{cc}\% = 6\%$;
- corrente a vuoto: $I_0\% = 2,3\%$.

Supponendo che la linea MT non prosegua oltre la cabina e che l'utente sia di tipo passivo, lo schema elettrico unifilare della cabina sarà del tipo rappresentato nella **figura 6**.

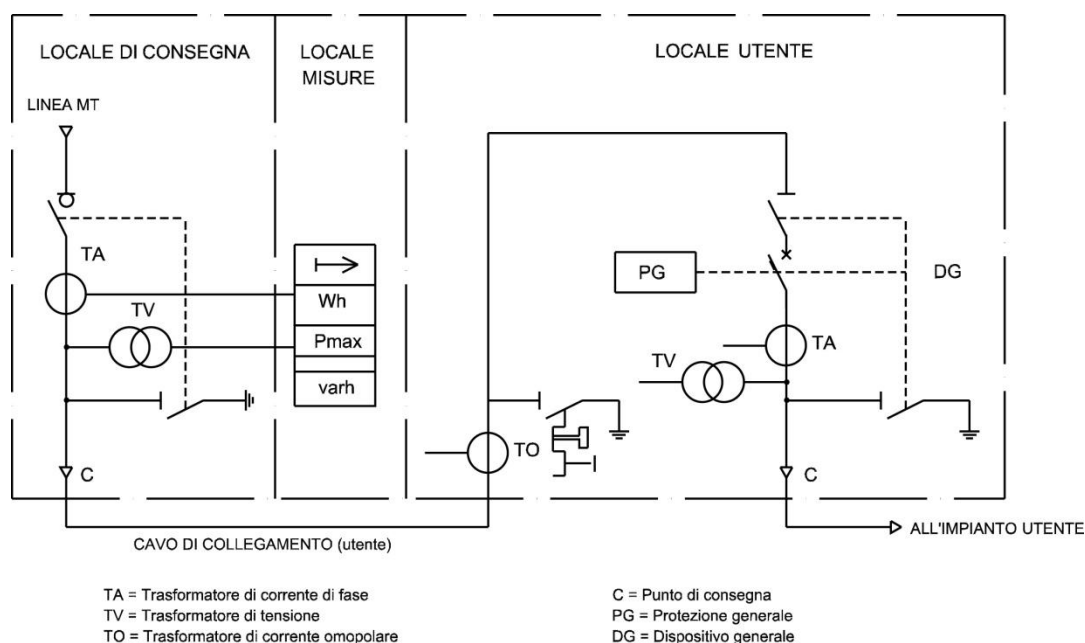


Figura 6 Schema elettrico unifilare della cabina di trasformazione MT/BT.

I criteri da seguire per il dimensionamento dei componenti saranno i seguenti:

1. Cavo di collegamento tra il locale di consegna e il locale utente: sezione 95 mm^2 , lunghezza non superiore a 20 m, in accordo con le prescrizioni della norma CEI 0-16.
2. Componenti lato MT: le caratteristiche andranno scelte in funzione delle tensioni $V_{1M} = 24 \text{ kV}$ e $V_{1n} = 20 \text{ kV}$, della corrente $I_{1n} = S_n (\sqrt{3} V_{1n}) = 160\,000 / \sqrt{3} \times 20\,000 = 4,62 \text{ A}$ e della corrente di cortocircuito lato MT, per la quale si ipotizza il valore $I_{cc1} = 12 \text{ kA}$.
3. Componenti lato BT: le caratteristiche andranno scelte in funzione della tensione $V_{20n} = 400 \text{ V}$, della corrente $I_{2n} = S_n (\sqrt{3} V_{20n}) = 160\,000 / \sqrt{3} \times 400 = 231 \text{ A}$ e della corrente di cortocircuito lato BT, calcolabile con la seguente formula semplificata, valida trascurando l'impedenza della rete a monte:

$$I_{cc2} = \frac{100 I_{2n}}{V_{cc} \%} = \frac{100 \times 231}{6} = 3,85 \text{ kA}$$

Quesito 4

Per scegliere il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti del motore, si deve calcolare la **corrente d'impiego termicamente equivalente**, tenendo conto del ciclo di lavoro illustrato nella **figura 7**, in cui $I_a = 8 I_n = 8 \times 15 = 120 \text{ A}$. Si è supposto che nella terza fase il motore venga staccato, per cui non assorbe corrente. In caso contrario assorbirebbe la corrente a vuoto, che si può ritenere trascurabile.

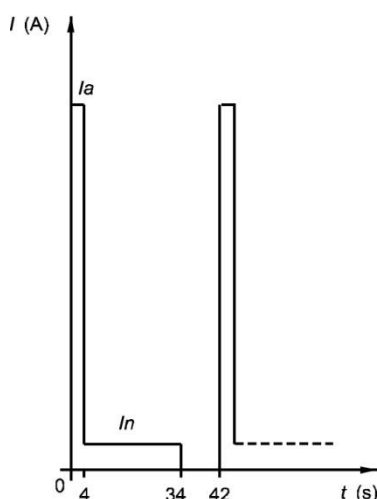


Figura 7 Ciclo di lavoro del motore.

Si ottiene:

$$I_b = \frac{I_a^2 t_a + I_n^2 t_l + 0 t_s}{t_a + t_l + t_s} = \frac{120^2 \times 4 + 15^2 \times 30 + 0}{4 + 30 + 8} = 39,1 \text{ A}$$

La corrente assorbita dal motore e che interessa il dispositivo è termicamente equivalente a una corrente costante di 39,1 A. Per la protezione dalle sovracorrenti, si potrà usare, pertanto, un interruttore automatico magnetotermico salvamotore, con $I_n = 40 \text{ A}$ e caratteristica d'intervento di tipo D, con intervento istantaneo da 10 a $20 I_n$ (400 ÷ 800) A.

In questo modo lo sganciatore termico non interverrà durante il ciclo di lavoro del motore e lo sganciatore magnetico non potrà interrompere la corrente di avviamento, avendo una soglia di intervento notevolmente più elevata.