

Nunzio Siciliano (nunziato)

COME TI RISOLVO IL TEMA DI MATURITÀ TPSEE 2017

15 July 2017

Pag. 1/2



Sessione ordinaria 2017
Seconda prova scritta



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
1188 – ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

Indirizzo: ITET – Elettrotecnica ed Elettronica
Articolazione Elettrotecnica

Tema di: Tecnologie e Progettazione Sistemi Elettrici ed Elettronici

Senza titolo 1.jpg

Introduzione

Lo so adesso non serve più a nulla, gli esami sono finiti.

Si ma mentre **VOI** studenti che studiano (e anche quelli che non studiano) avete fatto un esame io ne ho fatti molti quindi non è che abbia avuto molto tempo.

Lo so, lo so che ero dall'altra parte della cattedra ma sempre molti scritti (4il doppio di molti considero anche le terze prove) e altrettanti orali ho dovuto sostenere.... Comunque se non serve ai maturandi 2017 potrebbe servire a quelli del 2018 o del 2019, insomma ai posteri, infatti, come disse quel mio amico che aveva una gigantografia di Marilyn Monroe appiccicata ad una parete della sua stanza: "**Ai POSTERS l'ardua sentenza**" Ed ora a Lavoro.

La traccia della prima parte

Tema di: **TECNOLOGIE E PROGETTAZIONE SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI**
PRIMA PARTE

In una scuola ubicata in un edificio di tre piani, si deve realizzare un laboratorio tecnologico. L'edificio è alimentato in BT 400/230 V con punto di consegna in un locale tecnico sito al piano terra. Il locale destinato al laboratorio ha dimensioni 16 m x 9 m e deve essere dotato di:

- una LIM completa di videoproiettore e postazione PC con stampante connessa in rete alle varie postazioni;

- 10 postazioni di personal computer;
- 6 banchi di lavoro per effettuare le prove pratiche, alimentati con una tensione di 400/230 V, per i quali si prevede una potenza massima di 3 kW.

Per l'impianto di illuminazione è prevista l'installazione di 12 coppie di lampade fluorescenti da 36 W. Il candidato, con riferimento alla normativa vigente, individui prioritariamente in quale parte dell'edificio ubicare il laboratorio tecnologico, rappresenti in pianta la disposizione della dotazione prevista e individui la collocazione del quadro elettrico generale al servizio del laboratorio stesso. Successivamente, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, progetti l'impianto elettrico del laboratorio.

Svolgimento del tema

Analisi della traccia

È in definitiva un progetto abbastanza semplice, l'unico punto (a mio parere) che non è del tutto chiaro è quello relativo ai banchi di lavoro:

6 banchi di lavoro per effettuare le prove pratiche, alimentati con una tensione di 400/230 V, per i quali si prevede una potenza massima di 3 kW.

Si intende che ogni banco prevede al massimo 3 kW o che tutti i banchi prevedono al massimo 3 kW?

Un po' di esperienza di laboratori tecnologici mi suggerisce di prevedere 3 kW per ogni banco considerando che non tutti saranno utilizzati contemporaneamente.

Sono da ipotizzare le potenze delle postazioni PC e quella della LIM, inoltre sarebbe bene prevedere l'installazione di qualche presa supplementare da sistemare in giro per il laboratorio per permettere l'eventuale alimentazione di apparecchi non propriamente adibiti al funzionamento del laboratorio stesso (carica batteria dei telefonini/tablet, scope elettriche/bidoni aspiratutto per le pulizie eccetera).

SOLUZIONE DELLA PRIMA PARTE

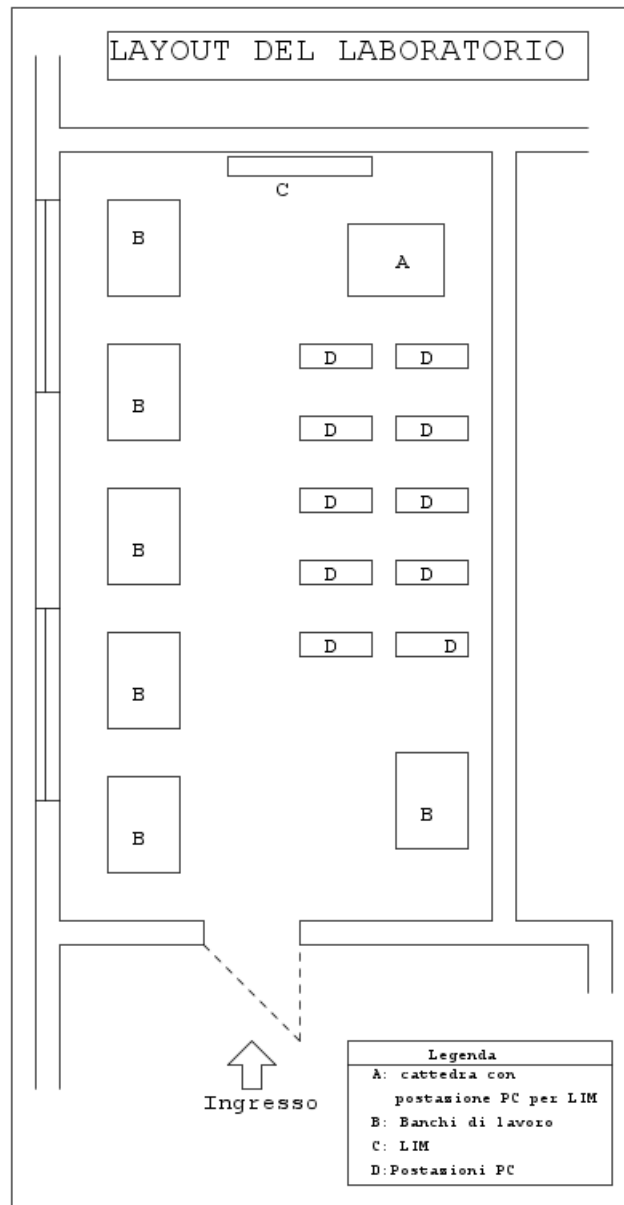
Principali Riferimenti Legislativi e Normativi

- **Legge 1 marzo 1968, n. 186** - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- **LEGGE 5 marzo 1990, n.46** - Norme per la sicurezza degli impianti.
- **DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37** - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU Serie Generale n.61 del 12-03-2008).
- **Norma CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

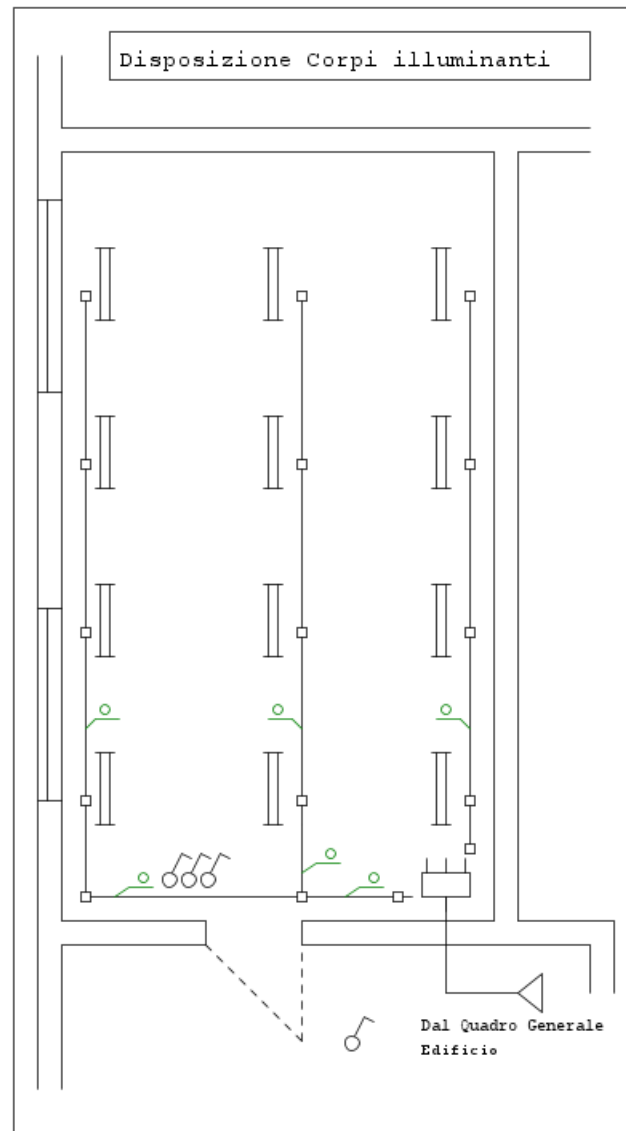
- **CEI-UNEL 35024/1** - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

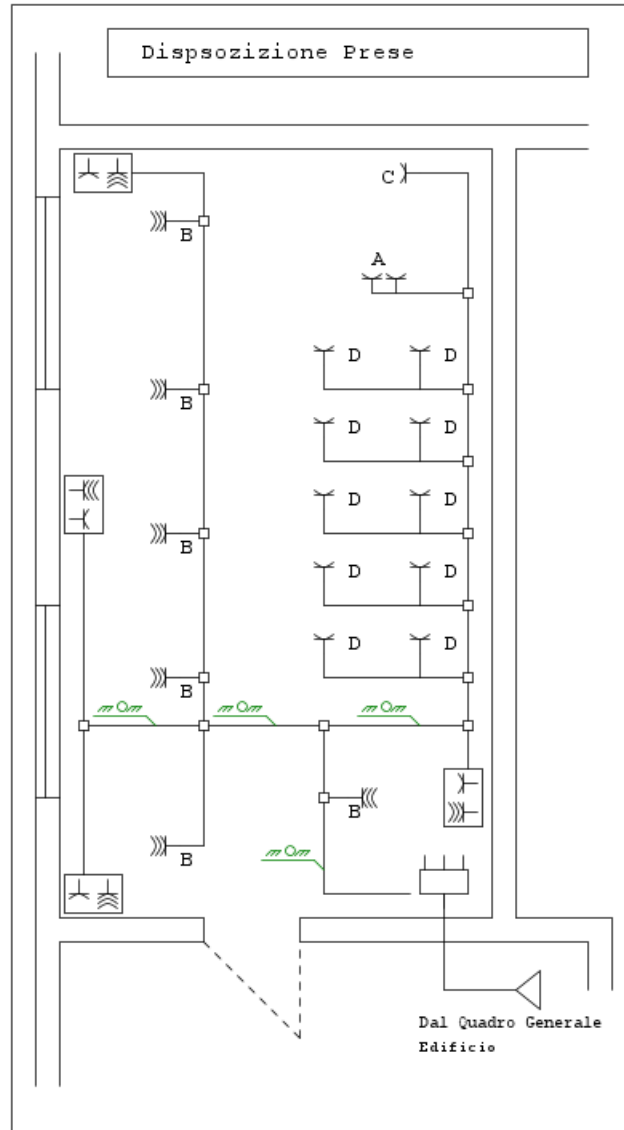
Pianta e ubicazione del locale

Il laboratorio potrebbe essere ubicato a piano terra, possibilmente nei pressi del locale tecnico dove è ubicato il quadro generale. Questo perché un laboratorio, sia pure pensato per scopi didattici, è pur sempre un luogo di lavoro e per quanta possa essere curata la sicurezza, è sempre bene considerare che si possa verificare l'imponderabile e quindi si suppone che un eventuale soccorso possa giungere prima al piano terra che ai piani superiori. Un possibile Layout del Laboratorio potrebbe essere il seguente.



Una possibile disposizione delle dotazioni elettriche è riportata nelle figure seguenti



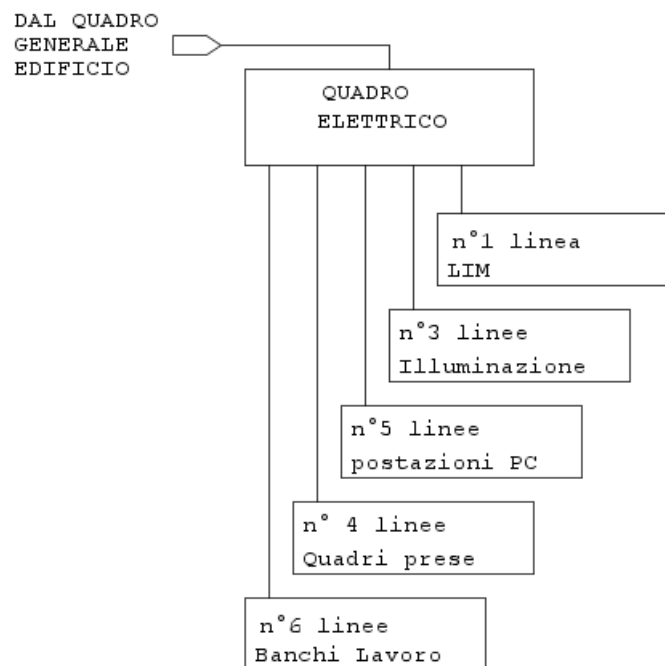


E per i simboli utilizzati

LEGENDA	
	Plafoniera per tubi fluorescenti 2x36 W
	Interruttore
	QUADRO ELETTRICO
	Presa 3p+N+T 16A
	Presa 2pT 10/16A
	Quadro Prese
	Tubi rigidi in PVC installati a vista a parete
	Tubi flessibili in PVC installati sotto pavimento

Schema a Blocchi dell'impianto

Stabilito il layout delle installazioni elettriche e le potenze in gioco, è consigliabile determinare come alimentarle, stabilendo quali e quante utenze alimentare dal quadro generale di zona considerando, in questo caso, come zona il laboratorio. È ovvio che in questa fase si decide se è il caso di utilizzare un unico quadro elettrico oppure realizzare anche dei sotto quadri.



In tal caso si realizza un unico quadro generale per il laboratorio e come sotto quadri si considerano solo i quadretti prese che, come si vedrà in seguito, conterranno sia una presa trifase che una monofase.

Dal quadro si dovranno diramare, quindi:

- 1 linea per la LIM monofase (230 V), dimensionate per **$P = 1,1 \text{ kW}$** ;
- 3 linee di illuminazione ognuna monofase (230 V) dimensionate per **$P = 46 \times 2 \times 4 = 400 \text{ W}$** ;
- 5 linee per PC ognuna monofase (230 V) dimensionate per **$P = 500 \times 2 = 1000 \text{ W}$** ;
- 4 linee quadretti prese ognuna trifase (400V) dimensionate per una corrente di impiego **$I_b = 16 \text{ A}$** ;
- 6 linee per i banchi di lavoro ognuna trifase (400V) dimensionate per **$P = 3 \text{ kW}$** .

Per ciò che concerne il fattore di potenza questi è stato considerato **$\cos \varphi = 0,9$** per tutti i carichi, poiché non sono previsti grossi carichi induttivi e le plafoniere per l'illuminazione sono solitamente dotate di condensatore di rifasamento. In realtà affinché l'impianto rispetti le normative vigenti in fatto di rifasamento bisognerebbe che i carichi fossero rifasati a 0,95, si considera, tuttavia che l'impianto dell'intero edificio sia dotato di quadro di rifasamento e che pertanto, sia valida la scelta del **$\cos \varphi$** ipotizzato per i carichi del laboratorio oggetto dell'esercizio.

Perché queste scelte

Su ogni banco di lavoro si proporranno esperienze diverse quindi eventuali guasti su uno dei banchi provocheranno l'intervento dell'interruttore posto a capo della linea relativa senza rischiare di interrompere l'alimentazione al resto del laboratorio. Chiaramente se si considera che ogni banco presenta le sue protezioni si potrebbe considerare una singola linea (con carichi distribuiti) che alimenti i vari banchi. Lo stesso dicasi per le linee di alimentazione dei quadretti prese. Anche per le linee di alimentazione dei PC, comunque considerati alimentati a gruppi di due, si è considerata una soluzione simile alle precedenti.

Vista la disposizione planimetrica dei corpi illuminanti (si veda la figura sopra) si è ritenuto conveniente considerare tre linee da quattro corpi illuminanti, anche considerando il fatto che si prevedono tre gruppi di accensione il che faciliterebbe i collegamenti con il relativo interruttore. Inoltre ogni corpo illuminante è composto da due tubi fluorescenti da 36 W di cui si considera anche l'incidenza del reattore (10 W), il che spiega perché sono stati considerati 46 W per ogni tubo fluorescente.

La LIM, il relativo PC e la relativa stampante sono state tutte alimentate da una singola linea.

Introduzione al dimensionamento dei cavi

I dati numerici relativi ai cavi, alle tipologie di posa, alle portate dei conduttori, ai coefficienti di riduzione sono desunti dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1, CEI 64-8/5 riportate nel manuale tecnico. La distribuzione considerata non prevede carichi distribuiti ma solo carichi concentrati

pertanto si è ritenuto più vantaggioso eseguire il dimensionamento dei cavi con il metodo della massima caduta di tensione ammissibile. Per i calcoli sono utilizzate le seguenti relazioni:

Corrente d'impiego delle linee

- Per carichi monofase: $I_b = \frac{P}{E \cdot \cos \varphi}$
- Per carichi trifase: $I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$

Con **P** la potenza attiva del carico da alimentare, **cos φ** il suo fattore di potenza, **V** (400 V) la tensione concatenata ed **E** (230 V) quella di fase.

Caduta di tensione

La Norma CEI 64-8 prevede una C.d.T. massima del 4%, dal punto di consegna all'utilizzatore più sfavorito. Sarà pertanto necessario dimensionare le linee del laboratorio con una C.d.T. massima del 3% considerando che sulla linea che va dal quadro generale di edificio al quadro del laboratorio si tollererà un C.d.T. massima dell' 1%. Quindi per la linea che arriva dal quadro generale si potrà avere una C.d.T. massima:

$$\Delta V_{max} = \frac{\Delta V_{max} \%}{100} \cdot V = \frac{1}{100} \cdot 400 = 4 \text{ V},$$

mentre per le linee interne all'laboratorio si tollereranno le seguenti C.d.T. massime:

- per le linee trifase: $\Delta V_{max} = \frac{\Delta V_{max} \%}{100} \cdot V = \frac{3}{100} \cdot 400 = 12 \text{ V};$
- per le linee monofase: $\Delta V_{max} = \frac{\Delta V_{max} \%}{100} \cdot E = \frac{1}{100} \cdot 230 = 2,3 \text{ V}.$

Utilizzando il metodo della C.d.T. industriale si ha:

- per le linee monofase: $\Delta V = 2 \cdot I_b \cdot (r_l \cdot \cos \varphi + x_l \cdot \sin \varphi) \cdot l$
- per le linee trifase: $\Delta V = \sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r_l \cdot \cos \varphi + x_l \cdot \sin \varphi) \cdot l$

Da questo si deduce che le C.d.T. in percentuale sono:

- per le linee monofase:

$$\Delta V \% = \frac{2 \cdot I_b \cdot (r_l \cdot \cos \varphi + x_l \cdot \sin \varphi)}{E} \cdot l \cdot 100$$

- per le linee trifase:

$$\Delta V \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r_l \cdot \cos \varphi + x_l \cdot \sin \varphi)}{V} \cdot l \cdot 100$$

Dove:

- **V** ed **E** sono rispettivamente la tensione concatenata (400 V) e quella di fase (230 V);
- **I_b** la corrente d'impiego della linea (in ampere);
- **r_l** è la resistenza unitaria del cavo in Ω / km ;
- **x_l** = **0,1 Ω / km** è la reattanza unitaria del cavo;
- **l** la lunghezza della linea (in km);
- **cos φ** il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea in esame **sin φ** il seno dell'angolo desunto dal fattore di potenza. Avendo quindi considerato, per tutti i carichi il **cos φ = 0,9** si ha ovviamente **sin φ = 0,435**.

Ovviamente nota la massima C.d.T. ammessa è possibile ricavare la resistenza unitaria e da qui la sezione teorica della linea, mediante le seguenti relazioni:

- linee monofase:
$$r_l = \frac{\Delta V\% \cdot E}{200 \cdot I_b \cdot l \cdot \cos \varphi} - x_l \cdot \tan \varphi$$
- linee trifase:
$$r_l = \frac{\Delta V\% \cdot V}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_b \cdot l \cdot \cos \varphi} - x_l \cdot \tan \varphi$$

Ed in entrambi i casi la sezione teorica è:

$$s = \frac{\rho}{r_l}$$

con la resistività del rame a 20°C : **$\rho = 0,0178 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} = 17,8 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$** .

Sulla posa dei cavi

La posa dei cavi, come deducibile dagli elaborati planimetrici sopra riportati, è di due tipi: in tubazioni flessibili sotto pavimento e in tubi rigidi a vista. La posa sotto pavimento si rende necessaria per alimentare tutti quei carichi la cui posizione non è addossata alla parete, le prese, in tal caso dovranno essere installate in torrette a pavimento. Per gli altri utilizzatori e le linee di illuminazione è possibile posare i cavi in tubi a vista, in tal modo si evita di ricavare tracce nella muratura velocizzando il processo di installazione.

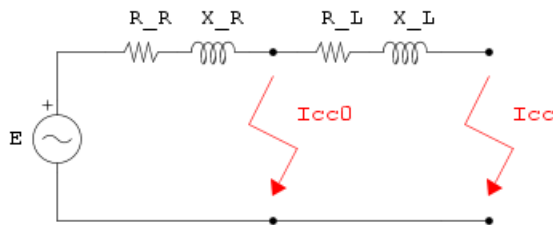
Sulla Lunghezza delle linee

Le linee si dimensioneranno per carichi omogenei considerando la linea di lunghezza maggiore, ovvero si dimensioneranno la linea più lunga di illuminazione, la più lunga per i PC, la più lunga dei quadretti prese e la più lunga dei banchi da lavoro. Le altre linee avranno la stessa sezione di quella dimensionata poiché essendo più corte sicuramente risponderanno al vincolo della massima C.d.T.

Correnti di cortocircuito

Siccome la potenza contrattuale dell'edificio è sicuramente superiore a 15 kW ed è presumibile che superi i 30 kW poiché il solo laboratorio impegna 17 kW, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 0-21 si stabilisce che la corrente di corto circuito nel punto di consegna, al quadro generale è $I_{CC0} = 15 \text{ kA}$ con $\cos \varphi_{CC0} = 0,3$.

Il calcolo della corrente di cortocircuito a fondo linea si effettua tramite il circuito monofase equivalente



$$I_{cc} = \frac{E_0}{\sqrt{(R_R + R_L)^2 + (X_R + X_L)^2}}$$

Con:

- **E₀** la tensione di fase del sistema pari a 230 V;
- **R_R** la resistenza di rete: $R_R = \frac{E_0}{I_{cc0}} \cdot \cos \varphi_{cc0}$;
- **X_R** la reattanza di rete: $X_R = \frac{E_0}{I_{cc0}} \cdot \sin \varphi_{cc0}$;
- **R_L** la resistenza di linea: $R_L = r_l \cdot l$
- **X_L** la reattanza di linea: $X_L = x_l \cdot l$

r_l e **x_l** la resistenza e la reattanza unitarie della linea ed **l** la sua lunghezza.

Nel caso in esame:

$$R_R = \frac{230}{15 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,3 = 0,0046 \, \Omega \text{ e } X_R = \frac{230}{15 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,953 = 0,0146 \, \Omega.$$

Dispositivi di protezione

Le linee vanno protette dal sovraccarico e dal cortocircuito tramite dispositivi ad interruzione automatica che, in tal caso si individuano negli interruttori magnetotermici.

Per la protezione dal sovraccarico la corrente nominale **I_N** di tali interruttori deve essere tale che siano verificate le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_N \leq I_Z \quad I_f \leq 1,45 I_Z$$

- **I_b** la corrente d'impiego della linea; * **I_Z** la portata del cavo;
- **I_f** la corrente di sicuro intervento dell'interruttore.

Per la protezione del cortocircuito si devono verificare le condizioni:

$$I_{tm} \leq I_{ccmin} \quad I_{cu} \geq I_{ccmax}$$

- I_{tm} la corrente di intervento magnetico del dispositivo che dipende dalla tipo di curva di intervento, B, C, D, eccetera;
- I_{ccmin} la corrente di cortocircuito minima nella linea;
- I_{ccmax} la corrente di cortocircuito massima nella linea;
- I_{cu} Il potere d'interruzione del dispositivo.

Dimensionamento delle linee e delle protezioni

I valori calcolati si ottengono dalle relazioni sopra scritte che, per semplicità di trattazione non vengono riportate.

Linea LIM

P = 1,1 kW;

cos φ = 0,9;

E = 230 V (monofase);

l = 34 m;

Posa in tubo flessibile sotto pavimento: **Posa 33**

Cavo isolato in **PVC** tipo **No7V-K**;

Circuiti raggruppati nella stessa conduttura n°3

Coefficienti di correzione: in relazione alla temperatura ambiente **$k_1 = 1$** (si suppone non superiore a 30 °C), in relazione ai circuiti raggruppati **$k_2 = 0,70$**

Corrente di impiego **$I_b = 5,314 A$**

Resistenza unitaria **$r_1 = 21,168 \Omega/km$**

Sezione teorica **$s_0 = 0,841 mm^2$**

Sezione commerciale **$s = 1,5 mm^2$**

Portata massima **$I_0 = 14,5 A$**

Portata effettiva del cavo **$I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 14,5 = 10,15 A$**

Formazione cavo **2x1,5mm²+PE.**

L'interruttore magnetotermico a protezione della linea dovrà avere: una corrente nominale **$I_N = 8 A$** ; si sceglie un interruttore con curva caratteristica C.

Linea Illuminazione

P = 0,4 kW;

cos φ = 0,9;

E = 230 V (monofase);

l = 36 m;

Posa intubo rigido a parete: Posa 3: **Posa 3**

Cavo isolato in **PVC** tipo **No7V-K**;

Circuiti raggruppati nella stessa conduttura n°3

Coefficienti di correzione: in relazione alla temperatura ambiente **k₁ = 1** (si suppone non superiore a 30 °C), in relazione ai circuiti raggruppati **k₂ = 0,70**

Corrente di impiego **I_b = 1,932 A**

Resistenza unitaria **r₁ = 55,056 Ω/km**

Sezione teorica **s₀ = 0,323 mm²**

Sezione commerciale **s = 1,5 mm²**

Portata massima **I₀ = 14,5 A**

Portata effettiva del cavo $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 14,5 = 10,5A$

Formazione cavo **2x1,5mm²+PE**.

L'interruttore magnetotermico a protezione della linea dovrà avere: una corrente nominale **I_N = 8 A**; si sceglie un interruttore con curva caratteristica C

Linea PC

P = 1 kW;;

cos φ = 0,9;

E = 230 V (monofase);

l = 30 m;

Posa in tubo flessibile sotto pavimento: **Posa 33**

Cavo isolato in **PVC** tipo **No7V-K**;

Circuiti raggruppati nella stessa conduttura n°3

Coefficienti di correzione: in relazione alla temperatura ambiente **k₁ = 1** (si suppone non superiore a 30 °C), in relazione ai circuiti raggruppati **k₂ = 0,70**

Corrente di impiego **I_b = 4,831 A**

Resistenza unitaria **r₁ = 26,402 Ω/km**

Sezione teorica **s₀ = 0,647 mm²**

Sezione commerciale **s = 1,5 mm²**

Portata massima **I₀ = 14,5 A**

Portata effettiva del cavo $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 14,5 = 10,5A$

Formazione cavo **2x1,5mm²+PE**.

L'interruttore magnetotermico a protezione della linea dovrà avere: una corrente nominale $I_N = 8$ A; si sceglie un interruttore con curva caratteristica C.

Linea Quadretti prese

Per le prese si prevede una corrente assorbita di 16 A corrispondente ad una potenza di 10 kW si considera quindi direttamente la corrente d'impiego $I_b = 16$ A

$\cos \varphi = 0,9$;

$V = 400$ V trifase;

$l = 36$ m

Posa in tubo flessibile sotto pavimento: **Posa 33**

Cavo isolato in **PVC** tipo **No7V-K**;

Circuiti raggruppati nella stessa conduttura n°3

Coefficienti di correzione: in relazione alla temperatura ambiente $k_1 = 1$ (si suppone non superiore a 30 °C), in relazione ai circuiti raggruppati $k_2 = 0,70$

Corrente di impiego $I_b = 16$ A

Resistenza unitaria $r_1 = 13,332$ Ω/km

Sezione teorica $s_0 = 1,335$ mm²

Sezione commerciale **$s = 1,5$ mm²**

Portata massima $I_0 = 14,5$ A

Tale portata è inferiore alla corrente d'impiego si sceglie la sezione commerciale superiore che sicuramente avrà un C.d.T. inferiore alla massima prevista.

Sezione commerciale **$s = 2,5$ mm²**

Portata massima $I_0 = 21$ A

Portata effettiva del cavo: $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 21 = 12,6$ A

Tale portata è inferiore alla corrente d'impiego si sceglie la sezione commerciale superiore.

Sezione commerciale **$s = 4$ mm²**

Portata massima $I_0 = 28$ A

Portata effettiva del cavo: $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 28 = 19,6$ A

Formazione cavo **3x4 mm²+N+PE**.

L'interruttore magnetotermico a protezione della linea dovrà avere una corrente nominale $I_N = 16$ A; si sceglie un interruttore con curva caratteristica C.

Linea Banchi Lavoro**P = 3 kW;****cos φ = 0,9;****V = 400 V** trifase;**l = 34 m;**Posa in tubo flessibile sotto pavimento: **Posa 33**Cavo isolato in **PVC** tipo **No7V-K**;

Circuiti raggruppati nella stessa conduttura n°3

Coefficienti di correzione in relazione alla temperatura ambiente **k₁ = 1** (si suppone non superiore a 30 °C), in relazione ai circuiti raggruppati **k₂ = 0,70**Corrente di impiego **I_b = 4,81 A**Resistenza unitaria **r₁ = 47,01 Ω /km**Sezione teorica **s₀ = 0,379 mm²**Sezione commerciale **s = 1,5mm²**;Portata massima **I₀ = 14,5 A**Portata effettiva del cavo: $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 14,5 = 10,5A$

L'interruttore magnetotermico a protezione della linea dovrà avere una corrente nominale **I_N = 8 A**; Si sceglie un interruttore con curva caratteristica C.

Tuttavia è preferibile utilizzare un interruttore con corrente nominale **I_N = 10 A** poiché queste postazioni sono rivolte ad un uso sperimentale, al fine di evitare scatti intempestivi dell'interruttore di protezione qualora si verificasse un guasto nel corso delle sperimentazioni che ivi si svolgono. In tal caso conviene utilizzare un cavo di sezione maggiore poiché quello scelto ha una portata prossima alla corrente nominale dell'interruttore. In tal caso: Sezione commerciale **s = 2,5 mm²**

Portata massima **I₀ = 21 A**Portata effettiva del cavo: $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,70 \cdot 21 = 12,6A$ Formazione cavo **3x2,5 mm²+N+PE**.**Linea dal Quadro Generale di Edificio al Quadro Laboratorio**

Tale linea permette l'alimentazione del Laboratorio da Quadro generale dell'edificio. Al fine di dimensionarlo correttamente è opportuno fare un riassunto delle potenze nel locale considerando anche i coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità.

Potenze

Le potenze sono riassunte nella seguente tabella:

Utenza	Tensione nominale	cos φ	P _n (kW)	k _u	P _c (kW)	Q _c (kvar)
Banchi	400 V	0,9	18	0,5	9	4,36
Quadri Prese	400 V	0,9	40	0,3	12	5,81
Postazioni PC	230 V	0,9	5	1	5	2,42
Illuminazione	230 V	0,9	1,2	1	1,2	0,58
LIM	230 V	0,9	1,1	1	1,1	0,53

Totali:

Potenza attiva totale: 28,3 kW; Potenza reattiva totale: 13,71 kvar

coefficiente di contemporaneità totale kc = 0,65

Potenze attiva effettiva: 18,395 kW; Potenza reattiva effettiva: 8,91 kvar

cos φ eff = 0,9

Dalla tabella delle potenze su esposta si rileva che la potenza attiva effettiva impegnata dal laboratorio è **P_e = 18,4 kW**, mentre quella reattiva è **Q_e = 8,91 kvar** da cui si ottiene il fattore di potenza complessivo, $\cos \varphi_e = \cos \left(\arctan \frac{Q_e}{P_e} \right) = \cos \left(\arctan \frac{8,91}{18,4} \right) = 0,9$ valore che ovviamente non poteva essere diverso avendo ipotizzato che tutti i carichi hanno fattore di potenza pari a 0,9.

La linea è trifase e si fa l'ipotesi che la sua lunghezza di non superi i 30 m, sulla quale, si ricorda, era tollerata una C.d.T massima dell'1%.

Seguono gli altri dati utili per il dimensionamento della linea:

P = 18,4 kW;

cos φ = 0,9;

V = 400 V trifase;

l = 30 m;

Posa in canale metallico con coperchio installato a vista. **Posa 33A**

Cavo multipolare isolato in Gomma con guaina in **PVC** tipo **FG7OR 0,6/1 kV**;

Circuiti raggruppati nella stessa conduttura n°2

Coefficienti di correzione: in relazione alla temperatura ambiente **k₁ = 1** (si suppone non superiore a 30 °C); in relazione ai circuiti raggruppati **k₂ = 0,80**

Corrente di impiego **I_b = 29,5 A**

Resistenza unitaria **r_l = 2,85 Ω /km**

Sezione teorica **s₀ = 6,245 mm²**

Sezione commerciale **s = 6 mm²**

Portata massima **I₀ = 48 A**

Portata effettiva del cavo: $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,80 \cdot 48 = 38,4 A$

Formazione cavo **1x(3x6 mm²+N)+PE**.

L'interruttore magnetotermico a protezione della linea dovrà avere una corrente nominale **I_N = 32**

A Si sceglie un interruttore con curva caratteristica C.

Tuttavia è necessario installare un interruttore con $I_N = 32 \text{ A}$ nel quadro generale di laboratorio per cui pur non essendo obbligatorio (visto che non c'è obbligo di continuità di servizio) è bene installare a protezione di tale linea (nel quadro generale di edificio) un interruttore di **$I_N = 40 \text{ A}$** . In tal caso la sezione da 6 mm^2 per i conduttori della linea non è più sufficiente, per questo si considera la sezione commerciale **$s=10 \text{ mm}^2$** . Portata massima **$I_0 = 60 \text{ A}$**

Portata effettiva del cavo: $I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_0 = 1 \cdot 0,80 \cdot 60 = 48,4$

Formazione cavo **$1 \times (3 \times 10 \text{ mm}^2 + \text{N}) + \text{PE}$** .

Il cavo presenta una resistenza di unitaria

$$r_l = \frac{\rho}{s} = r = \frac{17,8}{10} = 1,78 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

La corrente di cortocircuito alla fine di questa linea, considerano 15 kA quella nel quadro generale di edificio è:

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{\left(0,0046 + 1,78 \cdot \frac{30}{1000}\right)^2 + \left(0,0146 + 0,1 \cdot \frac{30}{1000}\right)^2}} = 4600 \text{ A}$$

Essendo: **$x_l = 0,1 \Omega/\text{km}$** .

L'interruttore nel quadro generale di edificio dovrà avere un potere d'interruzione di 15 kA , mentre quelli posti nei quadri potranno avere potere d'interruzione inferiore purché sia superiore ai $4,6 \text{ kA}$, per esempio, scegliendo fra le taglie commerciali 6 kA , 10 kA .

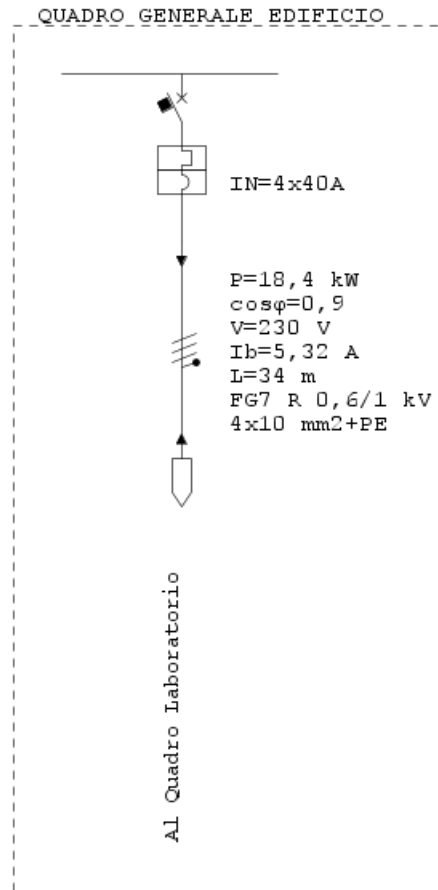
Protezione dai contatti diretti e indiretti

È necessario dotare l'impianto di dispositivi in grado di effettuare la protezione dai contatti diretti e indiretti. Per la protezione dei contatti diretti ci si affida agli involucri isolanti di cui devono essere dotati tutti gli apparecchi e i componenti elettrici in tensione. Per la protezione dai contatti indiretti, considerando che, nei riguardi della messa a terra l'impianto è da considerare TT poiché l'edificio lo si suppone direttamente alimentato dalla rete dello ente distributore, quindi senza propria cabina di trasformazione MT/BT, occorre che l'impianto sia dotato di conduttori PE e che questi siano debitamente collegati all'impianto di terra dell'edificio. Inoltre è necessario installare nel quadro dei dispositivi di intervento differenziale da coordinare opportunamente con l'impianto di terra dell'edificio, il quale si suppone abbia una resistenza inferiore a **1666Ω** che è il valore massimo consentito quando si utilizzano interruttori differenziali con corrente d'intervento differenziale **$I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$** , considerando come massima tensione di contatto **50 V** .

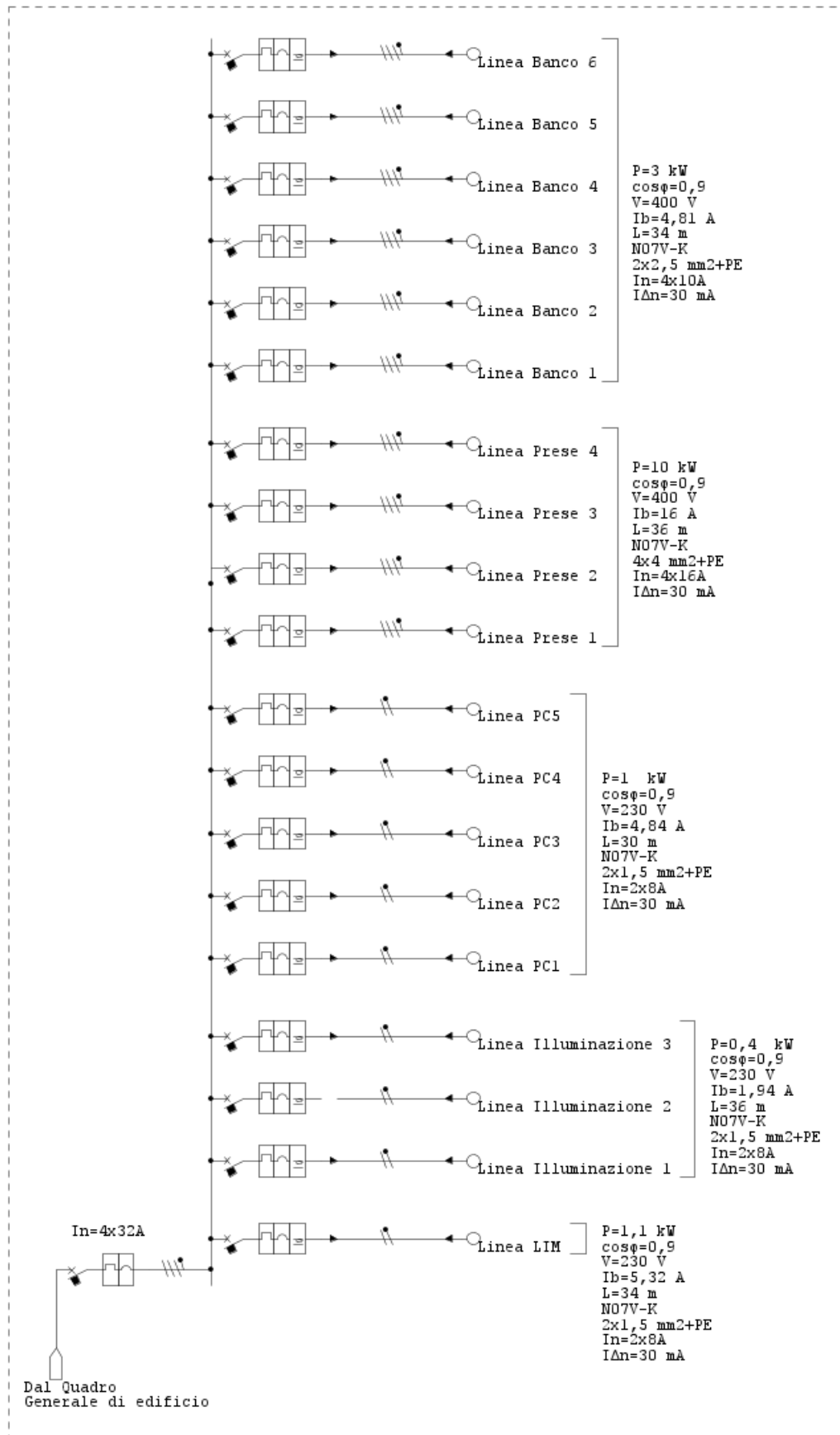
Si sceglie quindi di dotare ogni linea di un interruttore magnetotermico differenziale avente corrente d'intervento differenziale **$I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$** .

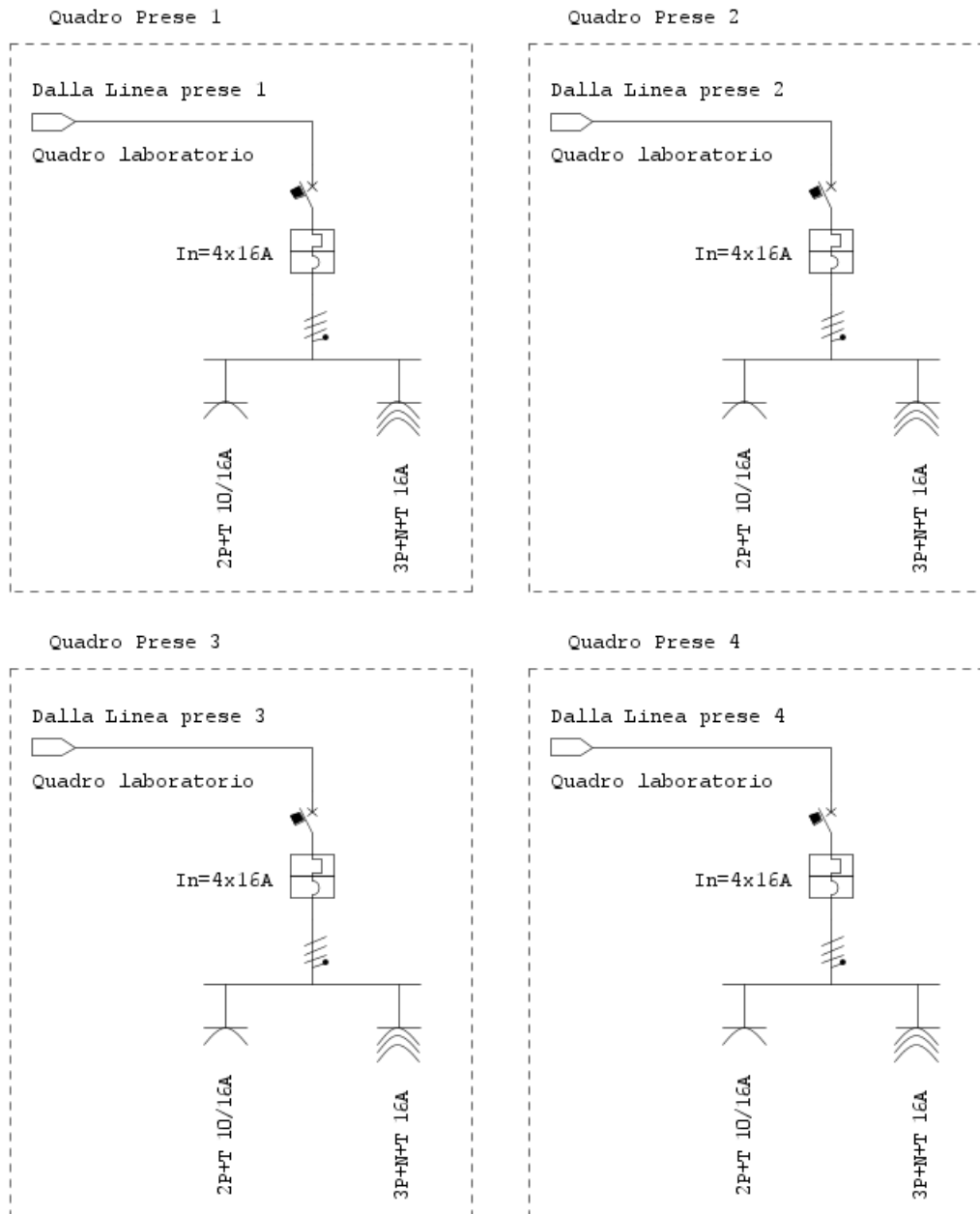
Schemi unifilari dei quadri

Si riportano gli schemi unifilari dei quadri con le principali caratteristiche dei cavi, dei carichi e dei dispositivi di protezione.



QUADRO LABORATORIO





POSTILLA

I valori fissi e le tabelle utilizzate per desumerli sono quelle riportate nel manuale tecnico indicato in bibliografia, non è stato indicato alcun riferimento a queste, e si lascia all'eventuale lettore (se mai ce ne sarà uno) la buona volontà a trovare tali tabelle e valori.

EPILOGO (sperando non sia tragico)

Mi sono limitato a risolvere solo la prima parte, sperando di non aver commesso errori, sapete, il caldo, la stanchezza e, soprattutto, l'ignoranza...

Certo nello svolgimento sono stati trascurati diversi punti, quali, ad esempio, la protezione dalle sovratensioni, il dimensionamento dei tubi portacavi, il calcolo delle correnti di cortocircuito in fondo alle linee e la relativa capacità d'intervento degli interruttori per tali correnti e tante altre cose. L'intento era quello di dare una possibile soluzione ad un problema scolastico e per tale va considerato. Non mi sono avvalso di software di dimensionamento cavi ma solo dell'uso del manuale e della calcolatrice (... *Si si fata turchina non c'è bisogno che mi fai crescere il naso, lo stavo dicendo...*) e ho automatizzato qualche calcolo con un foglio elettronico.

Infatti se ci sono errori non è colpa mia ma della calcolatrice e del foglio elettronico!... EHM... Ho valutato il mio svolgimento con la stessa griglia utilizzata agli esami quest'anno e ho avuto un bel SETTE (sorvolo sul fatto che è in quindicesimi), benché sia stato magnanimo con me stesso.

BIBLIOGRAFIA

Ortolani - Venturi , Manuale di elettrotecnica e automazione, Hoepli

L'articolo [Il giorno prima del giorno prima](#) di [sebago](#) che, tra le altre cose, ha ispirato la stesura di quanto ho scritto.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Nunziato:come-ti-risolvero-il-tema-di-maturit-tpsee-2017-parte-1>"