

COMMITTENTE:



COMUNE DI CASTELLAMONTE

OGGETTO:

Realizzazione canale scolmatore del Rio San Pietro

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

RIO SAN PIETRO

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

7	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.
0	Aprile 2022	Progetto Esecutivo	E.M.	M.V.R.	G.N.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

ARCHIVIO:

4701

FILE N°:

TESTALINI

DATA:

Loranzè, Aprile 2022



HYDROGEOS
STUDIO TECNICO ASSOCIATO

TAVOLA N°

G

SCALA:

Studio Tecnico Associato

ing. GABRIELE
ing. NOASCONO
ing. ODETTO
geol. CAMBULI
ing. VIGNONO
ing. ZAPPALÀ
P.IVA 08462870018

Sede legale

Via Giosuè Gianavello, n. 2
10060 Rorà (TO)
TEL. 0121/93.36.93
FAX 0121/95.03.78

Sede operativa

Strada Provinciale 222, n. 31
10010 Loranzè (TO)
TEL. 0125/19.70.499
FAX 0125/56.40.14
e-mail: info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

PROGETTISTA:

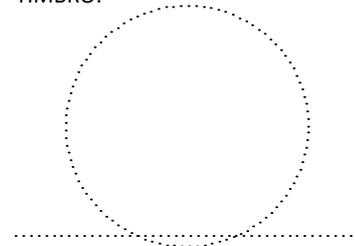
Dott. Ing. Gianluca NOASCONO
N° 8292 Y ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



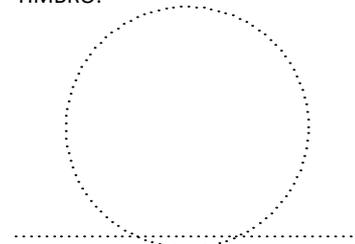
ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:





INDICE

1. PREMESSE	2
2. NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE	3
3. SISTEMA DI GESTIONE AUTOMAZIONI	4
4. COMPONENTI IMPIANTO DI AUTOMAZIONE	7
5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	9
6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	9
7. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	9
8. IMPIANTO DI TERRA	10
9. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	19
10. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	20
11. INTEGRALE DI JOULE	21
12. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	22
13. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI	23
14. CADUTE DI TENSIONE	24
15. SCELTA DELLE PROTEZIONI	25
16. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE	26
17. TUBI PROTETTIVI E CANALI	27
18. ALLEGATI	28



1. PREMESSE

La presente relazione illustra le caratteristiche, i criteri di dimensionamento e i metodi di calcolo del progetto di automazione di una paratoia sul rio San Pietro nel comune di Castellamonte (TO) per evitare future esondazioni. Il progetto è stato redatto nel rispetto delle indicazioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 e s.m.i. nell'intento di realizzare un impianto elettrico rispondente a tutte le necessità di utilizzo dello stesso, e nel rispetto delle normative tecniche e giuridiche tali da garantire affidabilità e sicurezza durante il normale esercizio, nel pieno rispetto della Legge n.186 del 1° Marzo 1968 riguardante la realizzazione degli impianti a regola d'arte.

Il presente documento costituisce con la documentazione allegata un progetto esecutivo. Nell'eventualità che si riscontrino delle discordanze o incongruenze nelle indicazioni presenti nei documenti sopra citati, si dovrà fare riferimento a quelle più restrittive o a favore della sicurezza. Gli impianti oggetto dei lavori saranno realizzati a regola d'arte nel rispetto delle indicazioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 e s.m.i., e nel rispetto dei requisiti minimi descritti nel progetto.

I componenti elettrici che verranno impiegati per la realizzazione dell'impianto dovranno risultare conformi alle corrispondenti Norme tecniche di riferimento. In particolare, la scelta e l'installazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dei relativi cavi di collegamento sarà realizzata in modo tale da soddisfare le relative norme EMC (compatibilità elettromagnetica).

2. NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE

Nel presente progetto si è tenuta in considerazione la normativa vigente in materia di sicurezza e risparmio energetico. In particolare le opere dovranno essere realizzate in conformità con le normative vigenti nel territorio italiano riguardanti la qualità dei manufatti e dei componenti e la regola dell'arte.

Di seguito, fermo restando che la ditta appaltante dovrà realizzare l'opera in conformità con tutte le normative di legge presenti, le norme UNI, le norme CEI, anche se non espressamente citate, vengono riportate alcune tra le principali normative alle quali fare riferimento tenendo pure in considerazione le successive modifiche:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.



-
- CEI UNEL 35024/1 1997: 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.
 - CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale 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.
 - CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
 - CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
 - CEI 23-51 IIa Ed. 2004: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
 - UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.

3. SISTEMA DI GESTIONE AUTOMAZIONI

Le automazioni della paratoia e l'acquisizione dei valori inviati dai trasduttori di livello verranno gestiti mediante l'utilizzo di speciali e innovativi controllori collegati ad un moderno sistema di gestione realizzato e personalizzato ad hoc al fine di garantire sicurezza e affidabilità per svolgere le funzioni descritte nei paragrafi precedenti. Mediante il suddetto sistema, anche da remoto, sarà possibile:

- Controllare lo stato delle paratoie;
- Controllare la presenza di tensione di alimentazione;
- Controllare lo scattato delle termiche dei motori delle paratoie;
- Ricevere alert mediante sms e/o e-mail;
- Comandare l'apertura e la chiusura delle paratoie in automatico e in manuale;
- Eseguire una taratura puntuale e di precisione dei sensori di livello;
- Controllare, verificare e leggere le misure eseguite dai misuratori di livello;

- Determinare eventuali cicli automatici di apertura e chiusura paratoie;
- Eseguire una taratura puntuale e di precisione dei sensori di posizione paratoia.
- Controllare, verificare e leggere le misure eseguite dai sensori di posizione paratoia;

Qui di seguito si riportano alcune immagini rappresentative del sistema di gestione.

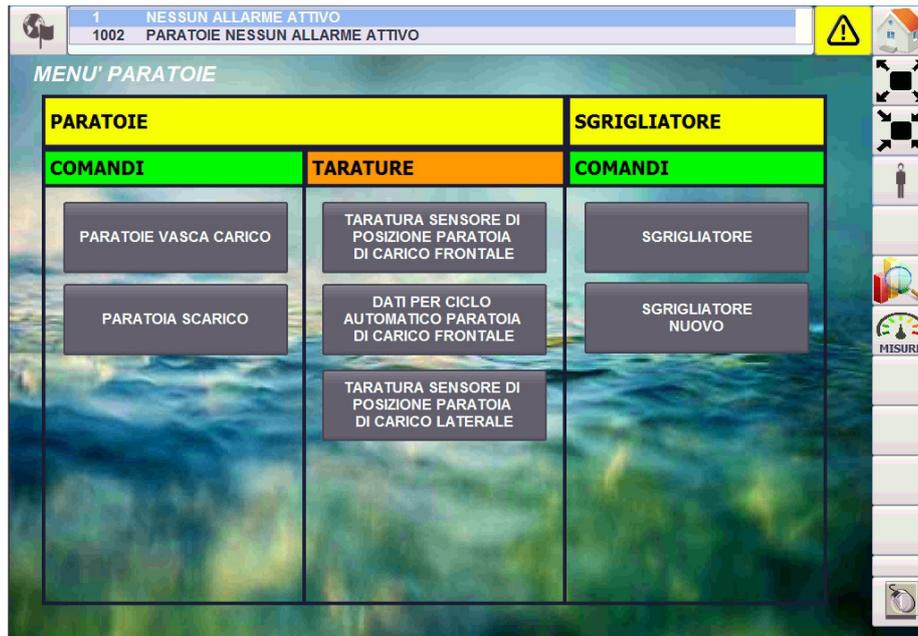


Figura 1 - Interfaccia grafica gestione paratoie – Menù paratoie



Figura 2 - Interfaccia grafica gestione paratoie – Comando paratoie carico



Figura 3 - Interfaccia grafica gestione paratoie – Comando paratoie scarico

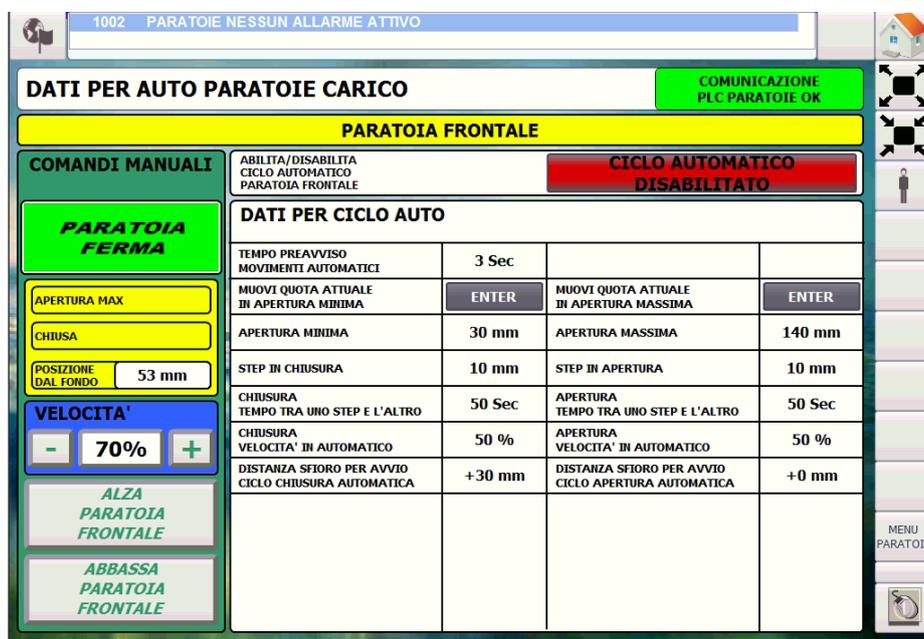


Figura 4 - Interfaccia grafica gestione paratoie – Dati per ciclo automatico

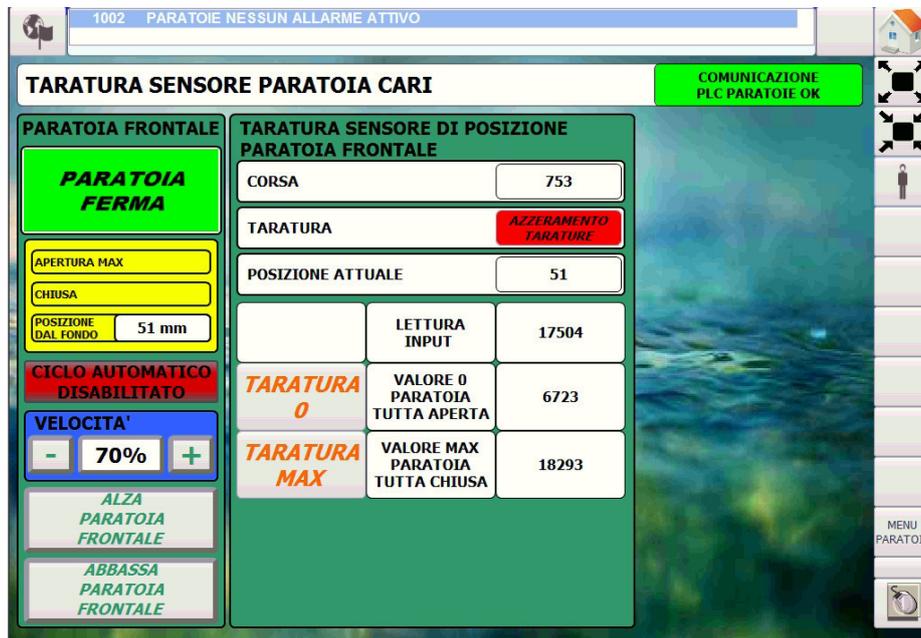


Figura 5 - Interfaccia grafica gestione paratoie – Dati per ciclo automatico

4. COMPONENTI IMPIANTO DI AUTOMAZIONE

Per rendere possibile l'automazione della paratoia bisogna prevedere un insieme di dispositivi elettrici, elettromeccanici ed elettronici che permettano la gestione dei comandi e la movimentazione delle parti mobili. A parte dei motoriduttori, apparecchi di manovra (interruttori e contattori), c'è anche in gioco il PLC, composto da controllore (CPU) e moduli aggiuntivi come: alimentatore, router 4G LTE e modulo I/O. Questo PLC sarà programmato, con base alle esigenze dell'impianto, il cui renderà automatico il processo. D'altro canto ci saranno anche i sensori di posizione e i misuratori di portata, dove la loro lettura serviranno di ingresso per il PLC e aiuteranno a determinare l'uscita per il comando dei motoriduttori. Le suddette letture dei misuratori di portata dovranno essere inviate a un portale web per la generazione di alert, con base al livello critico impostato dalla regione, e saranno gli operatori che eventualmente apriranno o chiuderanno la paratoia, inviando il comando da remoto. Per l'acquisizione dei segnali provenienti dai misuratori di portata sul canale, sarà previsto un quadro elettrico per ogni misuratore, contenente ciascuno: un alimentatore, un modulo I/O, un modulo di interfaccia e 2 adattatori per la fibra ottica (entra-esce). Inoltre, all'interno del quadro di automazione



sarà previsto uno switch di rete per il collegamento del PLC centrale con i quadri elettrici dei misuratori, tramite fibra ottica (collegamento in entra-esce).

Di seguito è riportato un riassunto dei principali dispositivi ad utilizzare. Le loro schede sono in allegato a questo documento.

Componente	Descrizione
Controllore	CPU 1211C DC/DC/Relay composta da 6 DI 24 VDC, 4 DO relay 2 A e 2 AI 0-10 VDC, 1 porta ethernet PROFINET, alimentazione 20.4 - 28.8 VDC, program/data memory 50 kB, tipo SIEMENS, modello S7-1200, cod. 6ES7211-1HE40-0XB0
Router 4G LTE	Router 4G LTE per la comunicazione IP wireless di apparecchiature SIMATIC S7-1200 tramite la rete 4G, composto da 2 connettori per antenne SMA, 4 porte ethernet, 1 DI e 1 DO, tipo SIEMENS, modello SCALANCE M876-4, cod. 6GK5876-4AA00-2BA2
Antenna GSM	Antenna rete mobile per 2G/3G/4G EU, GSM/UMTS/ reti LTE EU, antenna ad asta; onnidirezionale; resistente alle intemperie per uso interno ed esterno; 5m cavo di collegamento collegato fisso con l'antenna; connettore SMA; incl. angolare di montaggio, viti, tassello tipo SIEMENS, modello ANT794-4MR, cod. 6NH9860-1AA00
Alimentatore	Power Module PM 1207 Input: 120/230 VAC, Output: 24 VDC/2,5 A, tipo SIEMENS, modello S7-1200, cod. 6EP1332-1SH71
Modulo I/O	Modulo SM 1231 4 AI +/-10 V, +/-5 V, +/-2.5 V, +/-1.25 V oppure 0-20 mA e 4-20 mA, 15 BIT + SIGN BIT tipo SIEMENS, modello S7-1200, cod. 6ES7231-5ND30-0XB0
Sensore di posizione	Sensore lineare di posizione a filo (sfilo potenziometrico), alimentazione: 10-30 VDC (potenziometro), 10-36 VDC (altre versioni) uscita: Potenzimetro - partitore di tensione; 0.5...4.5 V; 0...10 V; 4...20 mA; CANopen, tipo Gefran, cod. GSFSMS3300HA30000X00
Misuratore di portata	Trasmettitore di livello, volume e portata a ultrasuoni, alimentazione: 11 - 30 Vcc, 2 uscite analogiche: 4 - 20 mA e 1 - 10 V, campo di lavoro 0,3 - 6 m, frequenza di funzionamento 75 kHz, D = 130 mm, L = 175 mm, tipo TERRY FERRARIS, modello MU-C6ML (loop di corrente) e MU-C6MM (multifilare)
Pannello operatore	Pannello touch screen 9" DIM: 198x111,7 mm, risoluzione immagine: 800 pixel (orizzontale) e 400 pixel (verticale), tipo SIEMENS, modello SIMATIC HMI KTP900 Basic, cod. 6AV2123-2JB03-0AX0
Switch di rete	Switch di rete tipo SIEMENS modello SCALANCE XF204-2BA cod. 6GK5204-2AA00-2GF2
Apparecchi quadro per misuratore	- Modulo con 2 ingressi analogici tipo SIEMENS modello ET 200SP, AI 2xI 2-/4-wire ST, UI 1 cod. 6ES7134-6GB00-0BA1; - Modulo di interfaccia tipo SIEMENS modello ET 200SP, IM155-6PN/2 HF cod. 6ES7155-6AU01-0CNO; - Bus adapter per fibra ottica tipo SIEMENS modello SIMATIC BUSADAPTER BA 2XLC cod. 6ES7193-6AG00-0AA0

5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione dai contatti diretti, aventi lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, ossia in tensione durante il loro funzionamento, sarà del tipo totale. Il termine totale indica che queste misure impediranno sia il contatto accidentale che involontario, a patto di non utilizzare attrezzi e di non danneggiare il sistema di protezione.

6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruttori magnetotermici differenziali; la corrente differenziale di intervento sarà tale da garantire la selettività tra i vari interruttori posti in cascata.

7. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Per la protezione da sovraccarico gli interruttori sono stati dimensionati in modo da assicurare le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_n$$

Dove:

- I_b = corrente di impiego del circuito;
- I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z = portata in regime permanente della conduttura;
- I_f = corrente di intervento del dispositivo;

Per la protezione dal cortocircuito devono essere scelti interruttori con potere d'interruzione superiore alla corrente presunta di corto circuito e dimensionati per assicurare la seguente condizione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

Dove:

- $I^2 \cdot t$ = integrale di Joule per la durata del corto circuito;
- K = Costante dei cavi;



-
- S = Sezione del conduttore;

Gli interruttori posti all'interno dei quadri elettrici avranno un potere di interruzione idoneo alla corrente di cortocircuito presente nel punto di installazione.

8. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto disperdente, come rappresentato sulle corrispondenti tavole planimetriche, sarà costituito da un sistema impiantistico di tipo misto formato da uno spandente di tipo orizzontale realizzato da una corda di rame nudo di sezione pari a 35 mm² (20 metri) integrato da spandenti di tipo verticale costituiti da dispersori di acciaio zincato a caldo con profilo a X. A completamento di quanto sopra, ed al fine di garantire una maggior sicurezza, saranno adottati degli spandenti di profondità costituiti dai ferri delle armature delle fondazioni dei pilastri di sostegno della struttura. La corda di rame sarà collegata al collettore principale di terra posto all'interno del locale tecnico.

Al collettore principale generale di terra andranno collegati:

- Maglie elettrosaldata del prefabbricato (35mm² tipo FS17);
- Le carcasse (35mm² tipo FS17) e le barre di terra (35mm² tipo FS17) dei BT presenti;
- In generale tutti i conduttori di protezione, equipotenziali principali e secondari, dei sistemi elettrici e non elettrici (es. ferri d'armatura ecc. ecc.).

La distribuzione dei conduttori di terra avrà origine dal nodo equipotenziale e sarà distribuita:

- A tutte le parti d'impianto che ordinariamente non sarebbero in tensione, ma che per effetto di cedimento dell'isolamento dei conduttori potrebbero assumere potenziali pericolosi;
- A tutti i circuiti di distribuzione;
- A tutte le tubazioni di trasporto, distribuzione, scarico delle acque, o di altro genere comunque capace di immettere potenziali pericolosi dall'esterno, da realizzarsi per mezzo di fascette o collari,

Non sono ammessi sul circuito di terra organi di interruzione o protezione o valvole fusibili o elementi di impianto che aumentino la resistenza complessiva del circuito.

L'impianto di messa a terra sarà così costituito:

- Dispersori intenzionale (DA);

- Dispensori di fatto (DN);

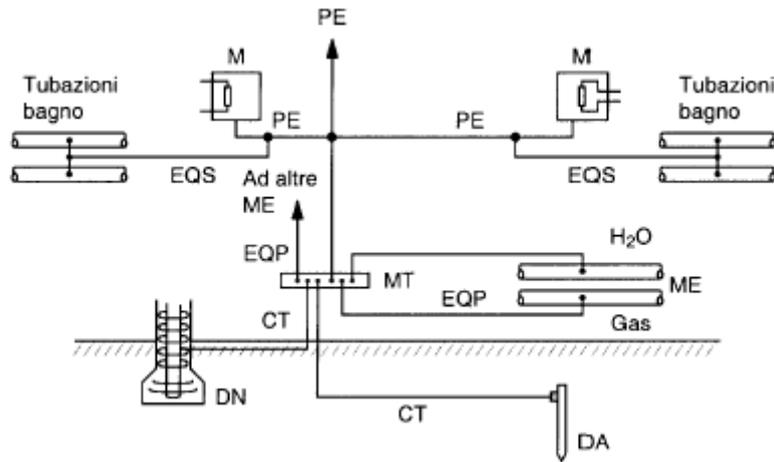


Figura 6 – Struttura fondamentale di un impianto di terra

Dispensori intenzionali

N° 2 picchetti a croce in acciaio zincato a caldo di dimensioni 50x50x1500 mm, spessore 5 mm, posti in appositi pozzetti di ispezione completi di lapide di copertura disposti come indicato nella pianta allegata. Dispensore in corda di rame nuda della sezione pari a 35 mm² interrata di almeno 1 m. Le giunzioni sono effettuate con saldatura oppure con morsetti in grado di assicurare un buon contatto elettrico e sopportare eventuali sforzi meccanici. La disposizione della corda è mostrata nella planimetria allegata.

Conduttore di terra:

Collega il dispersore al collettore di terra. Corda di rame nuda di sezione pari a 35 mm².

Conduttori di protezione:

Cavo giallo-verde tipo FS17 entro le stesse tubazioni dei cavi di energia unipolari oppure, cavo-giallo verde all'interno dei cavi multipolari.

La sezione dei conduttori di protezione si baserà sul paragone con la sezione dei conduttori di fase dell'impianto (Tabella 54F della Norma CEI 64-8).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non



deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Gli apparecchi elettrici in classe II di isolamento non necessitano di conduttore di protezione.

Conduttori equipotenziali:

Le sezioni dei conduttori equipotenziali principali saranno adeguate alle masse metalliche interessate, con sezione non inferiore a 6 mm², con guaina isolante di colore giallo-verde.

Dovranno essere eseguiti i seguenti collegamenti equipotenziali:

Il collegamento equipotenziale principale alle tubazioni metalliche dell'acqua entranti nello stabile, con cavo unipolare in rame di sezione 10 mm², con posa esterna protetta entro tubo in PVC;

Le sezioni dei conduttori equipotenziali supplementari saranno adeguate alle caratteristiche dei vari impianti (idrico, di riscaldamento, etc.), con sezione minima non inferiore a 4 mm², con guaine isolanti di colore giallo-verde.

Nodo di terra:

Barra di acciaio INOX forata atta a collegare tra loro i conduttori di terra e protezione. Le figure dalla 5.2 alla 5.12 descrivono le modalità di collegamento degli elementi di impianto sopra descritti così come indicato nella Guida CEI 64-12.

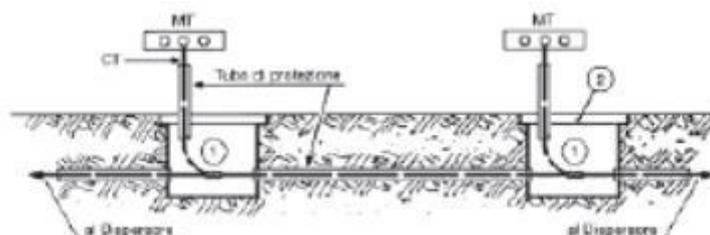


Figura 7 - Collegamento conduttore di terra - Dispersore intenzionale

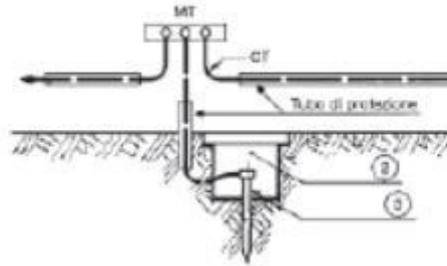


Figura 8 – Collegamento conduttore di terra – Dispersore intenzionale

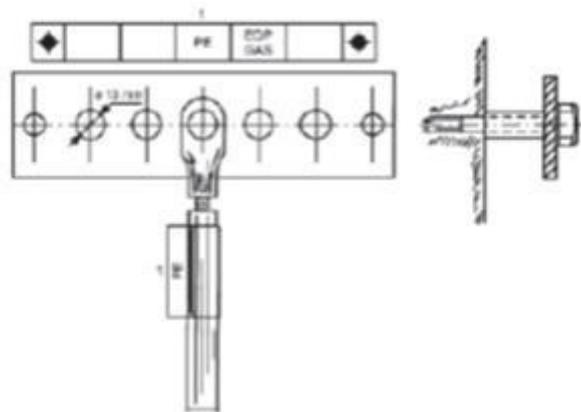


Figura 9 – Collettore principale di terra

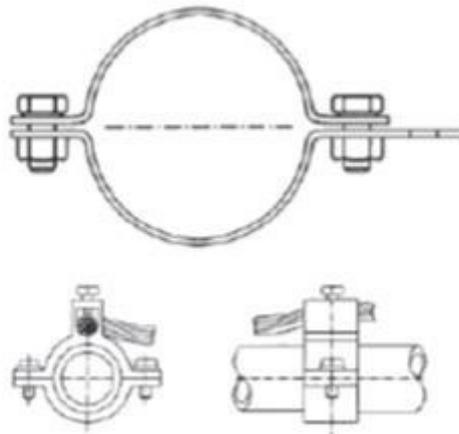


Figura 10 – Collari per il collegamento delle tubazioni

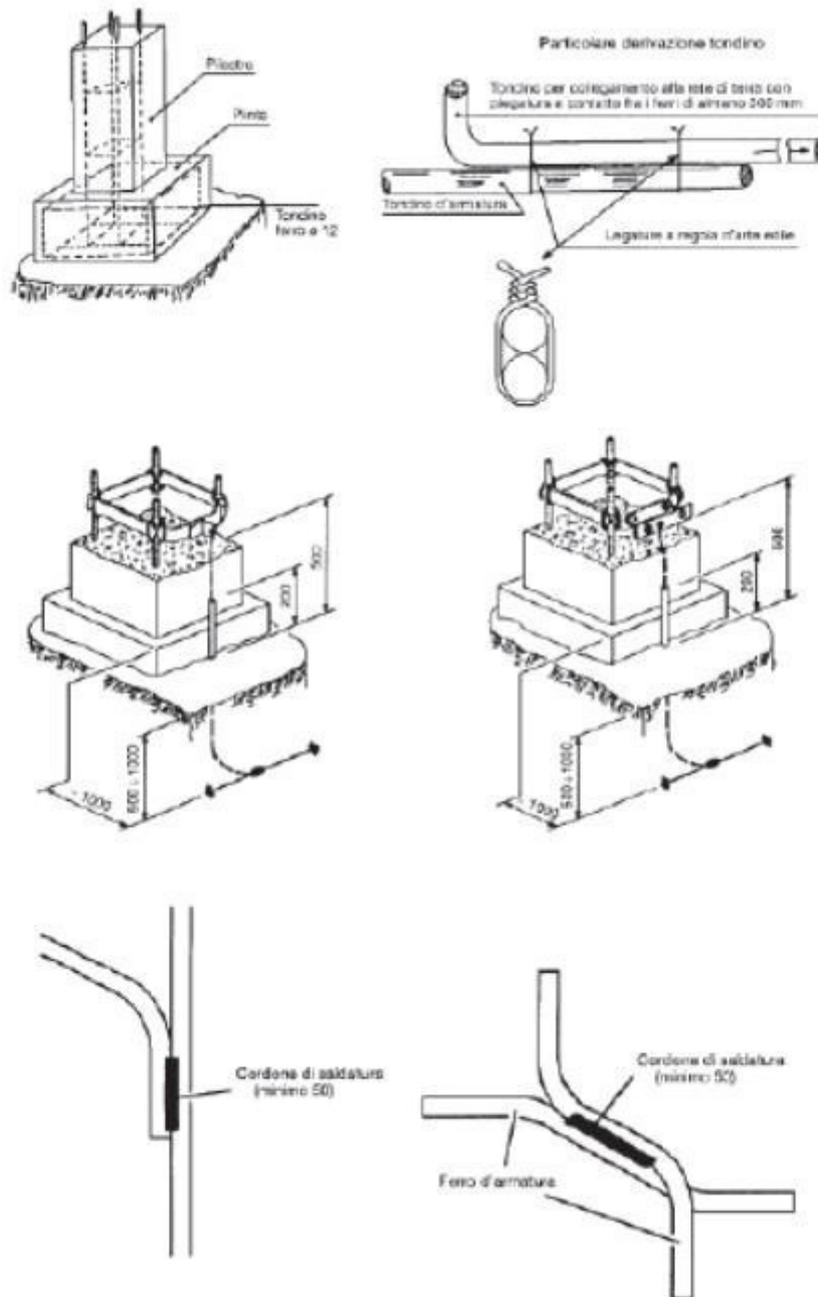


Figura 11 – Esempi di plinti di pilastri e di connessioni ai ferri dell'armatura (dimensioni espresse in mm)

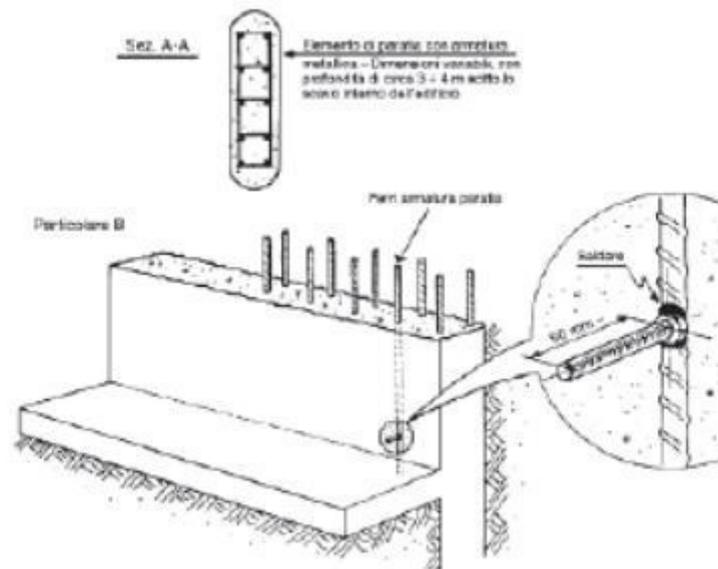
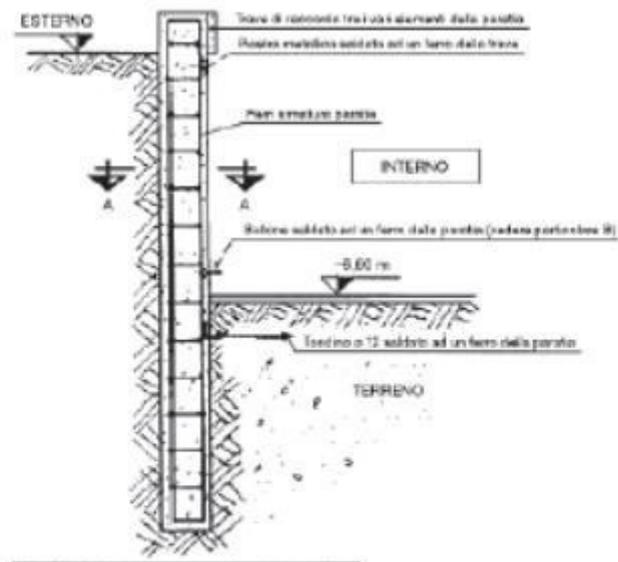


Figura 12 - Esempio di paratia di contenimento con connessioni ai ferri dell'armatura

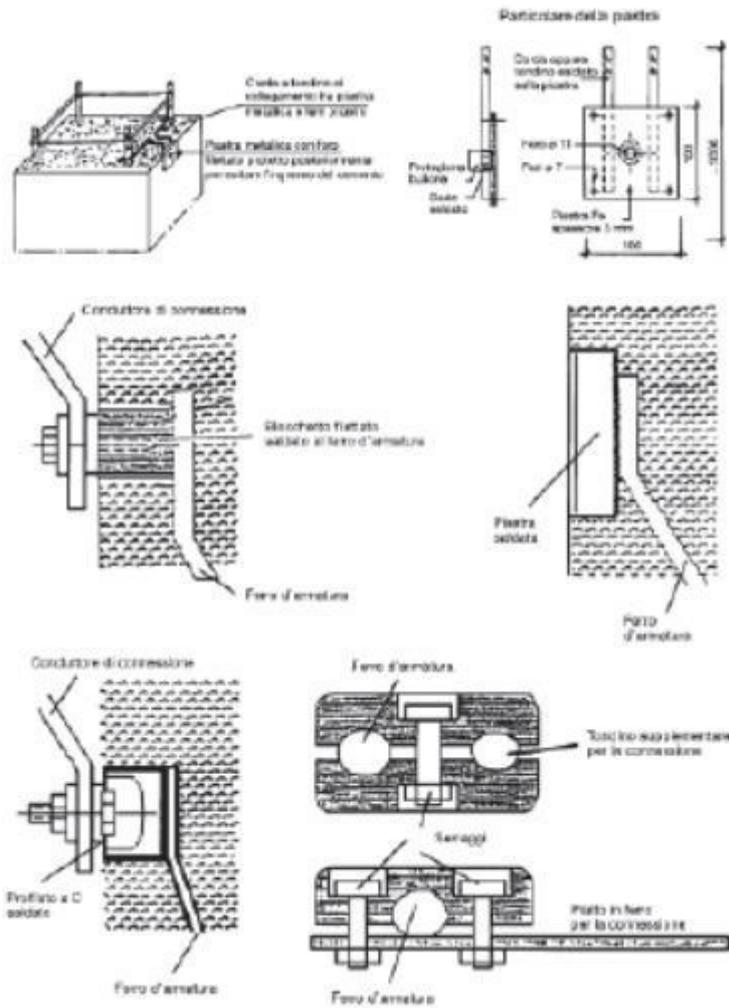


Figura 13 – Esempi di collegamento ai ferri del pilastro o del plinto con piastra metallica (o con altri elementi metallici) incorporata nel getto del calcestruzzo

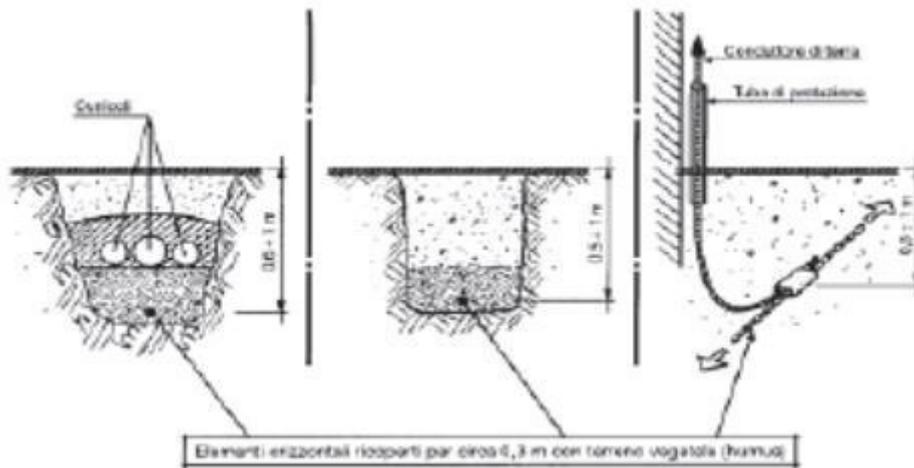


Figura 14 – Realizzazione di dispersori ed elementi orizzontali

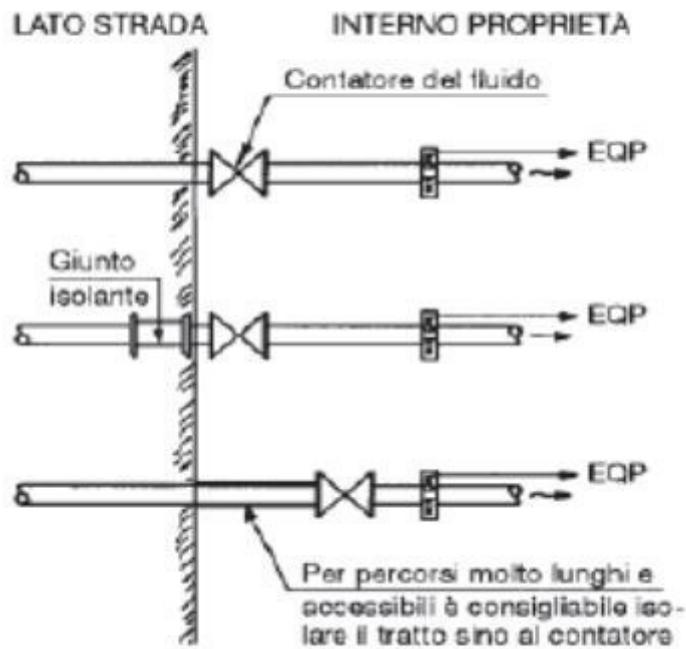


Figura 15 – Esempi di tubazioni entranti nell'edificio

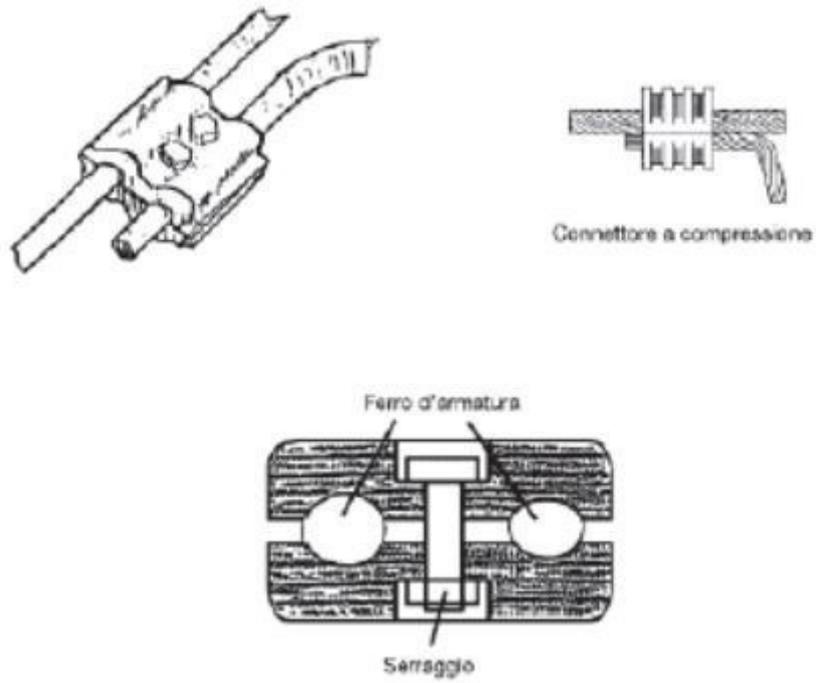


Figura 16 – Esempi di giunzioni

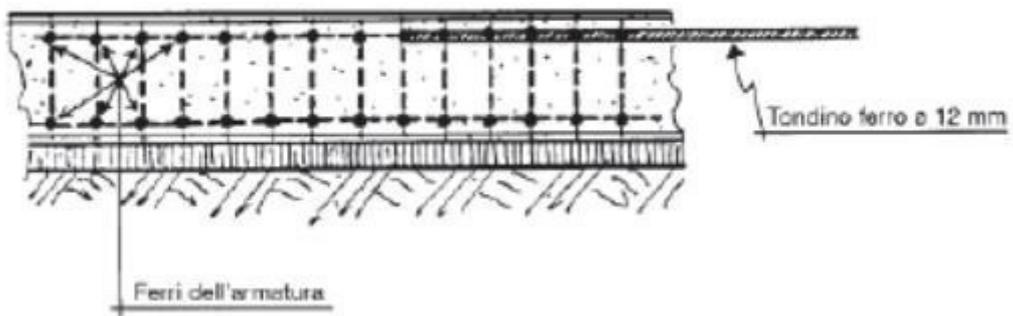


Figura 17 – Esempio di platea di fondazione con connessione ai ferri dell'armatura

9. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

Nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos\varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos\varphi - j\sin\varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi-2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi-4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) \right) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

Nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza P_n , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan\varphi$$

Per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (ΣQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:



$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

10. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la condotta in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- Condutture senza protezione derivate da una condotta principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- Conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della condotta principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le sette tabelle utilizzate sono:

- IEC 448;
- IEC 364-5-523 (1983);
- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;

- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

11. INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 200
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 143



-
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
 - Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 143
 - Cavo in rame serie H nudo: K = 228
 - Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 95
 - Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 110
 - Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 94

12. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- Il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm².
- La massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso.
- La sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase

minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- Determinazione in relazione alla sezione di fase;
- Determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- Determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

13. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} T_{cavo}(I_b) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right) \\ T_{cavo}(I_n) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right) \end{aligned}$$

Esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.



Il coefficiente k_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

14. CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max_{f=R,S,T} \left(\left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)$$

- Con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;
- Con n che rappresenta il conduttore di neutro;
- Con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos\varphi + X_{cavo} \cdot \sin\varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

Con:

- $k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . La $c.d.t(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente I_b e calcolata analogamente alla $c.d.t(I_b)$.

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute

di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

15. SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- Corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- Numero poli;
- Tipo di protezione;
- Tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- Potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- Taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).



16. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- La caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

Ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non

viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^2S^2 e la l_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

17. TUBI PROTETTIVI E CANALI

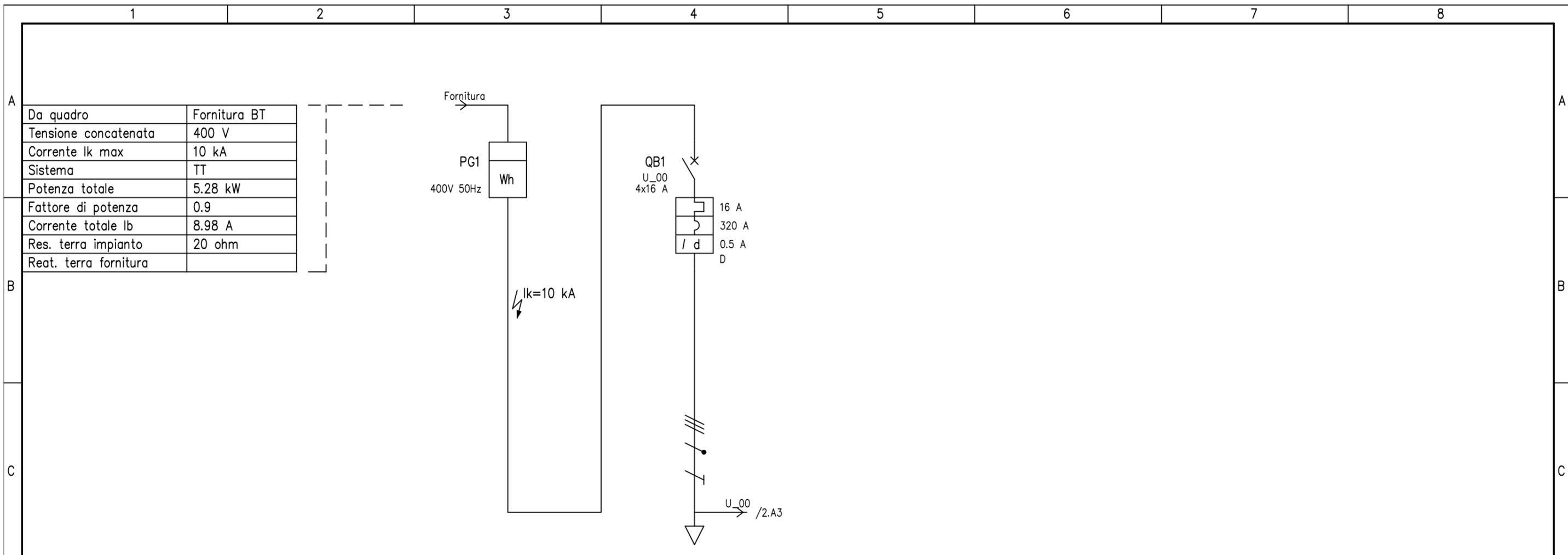
La distribuzione dovrà essere effettuata tramite:

- Tubo corrugato a doppia parete per cavidotto interrato $D=110$ mm.
- Canale metallico 100×50 mm
- Tubo in acciaio inox. $D=25$ mm

Le cassette di derivazione dovranno essere installate in modo da rendere agevole l'infilaggio dei cavi per il collegamento delle utenze. Le tubazioni devono essere disposte orizzontalmente o verticalmente evitando percorsi obliqui. Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi. Il raggio di curvatura delle tubazioni deve essere tale da non danneggiare i cavi. Il percorso delle tubazioni, il tipo e le misure, sono chiaramente indicati nelle tavole planimetriche.

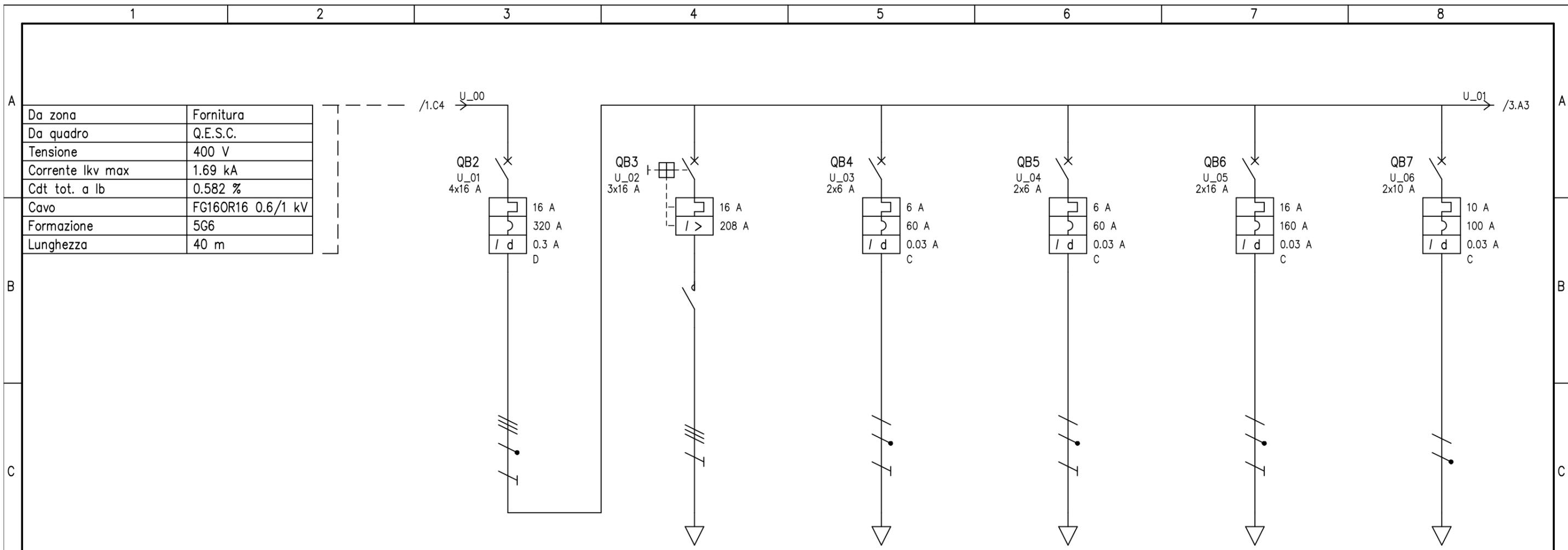


18. ALLEGATI



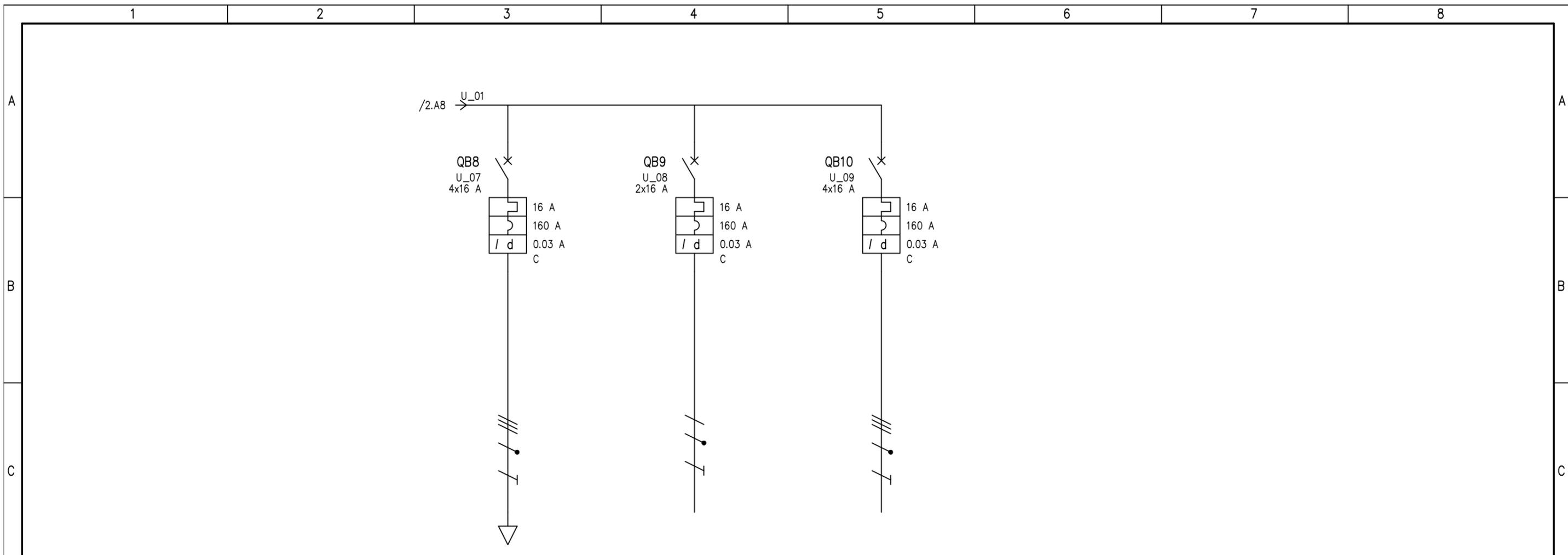
D	UTENZA	DENOMINAZIONE		Fornitura BT		Alimentazione Q.E.A.		U_00			
		SIGLA									
		TIPO	POTENZA TOT. kVA			TT	11.1				
		POTENZA kW	Ib A			5.28	8.98				
	COEF. CONTEMP.	COS φ				1	0.9				
E	INTERRUTTORE O SEZIONATORE	COSTRUTTORE		SIEMENS							
		TIPO		5SY6-D+5SV4 AC 0,5A							
		N.POLI	In A			4	16				
		Ith A	Idn A	TIPO DIFF.			16	0.5	Gen.		
		Im (o curva) A	Pdi kA			320	15				
E	FUSIBILE	TIPO									
		CALIBRO		A							
E	CONTATTORE	TIPO									
		In A	Pn kW								
F	LINEA DI POTENZA	TIPO									
		TARATURA		A							
		TIPO CAVO		FG160R16 0.6/1 kV							
		FORMAZIONE		5G6							
		LUNGHEZZA		m		40					
		Iz A		A		44					
		C.d.T. a In %	C.d.T. a Ib %			1.04	0.582				
Zk m Ω	Zs m Ω			136.3							
Ik trifase/monof. kA	Ik1 fase/terra kA	10	6	1.69							
NUMERAZIONE MORSETTIERA											

				DATA			Electro Graphics Srl	Quadro elettrico sottocontatore			
				DISEG.			SAN MARTINO DI LUPARI (PD)			+Fornitura.Q.E.S.C.	
				VISTO							FOGLIO 1 DI 3
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:			SEGUE 2	



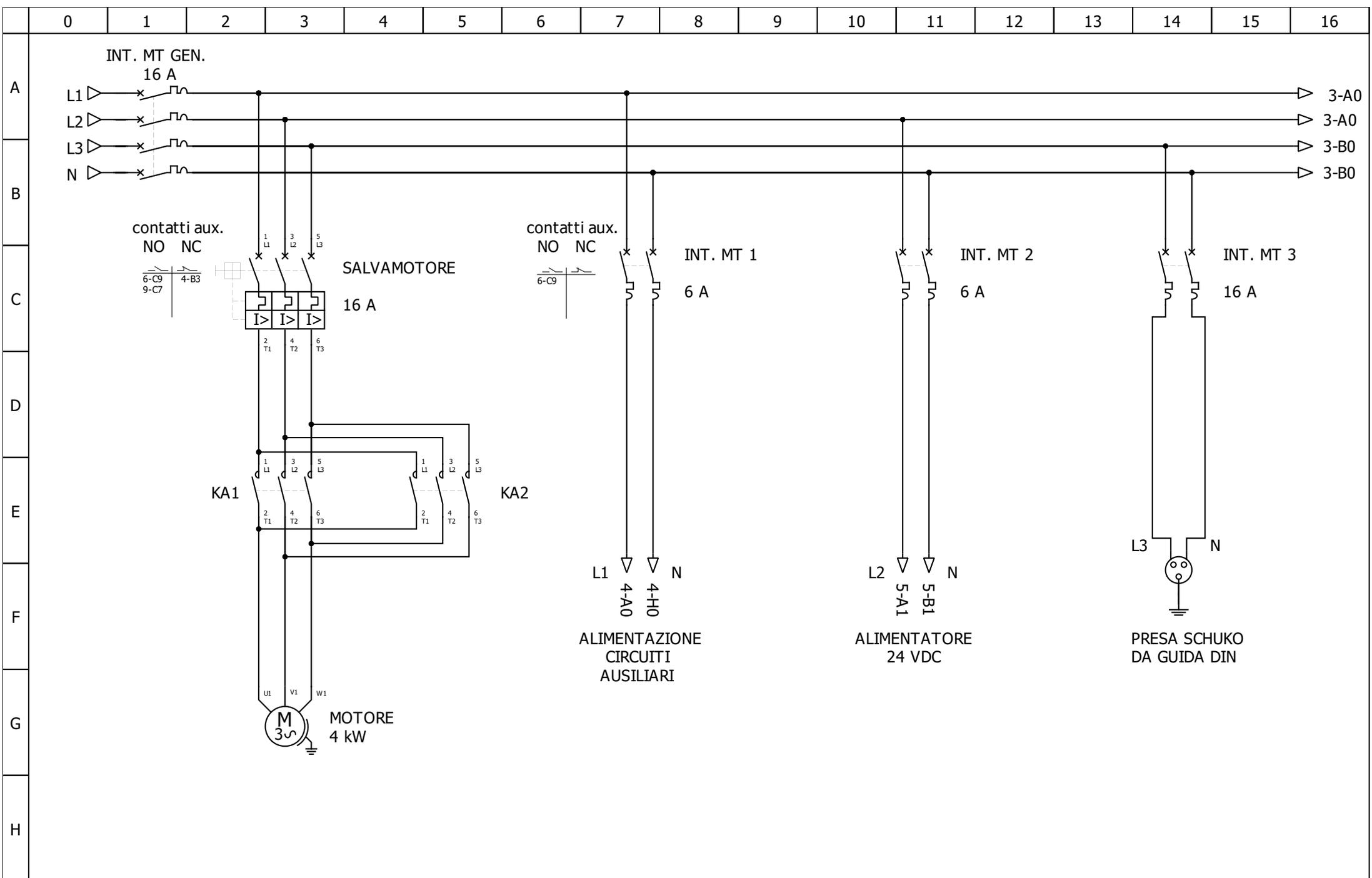
UTENZA	DENOMINAZIONE		Interruttore Generale		Motoriduttore		Alimentaz. circuiti ausiliari		Alimentatore 24 Vdc		Presca schuko da guida DIN		Illuminazione (C.L.1)					
	SIGLA		U_01		U_02		U_03		U_04		U_05		U_06					
	POTENZA TOT.	kVA	TT	11.1	TT	11.1	TT/L1-N	1.39	TT/L1-N	1.39	TT/L3-N	3.7	TT/L2-N	2.31				
	POTENZA kW	Ib	5.28	8.98	4	6.42	0.2	0.962	0.1	0.481	0.5	2.4	0.3	1.44				
	COEF. CONTEMP.	COS φ	0.8	0.9	1	0.9	1	0.9	1	0.9	1	0.9	1	0.9				
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	COSTRUTTORE		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS					
	TIPO		5SY6-D+5SV4 AC 0,3A		3RV10 21-4AA10		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A					
	N.POLI	In	4	16	3	16	2	6	2	6	2	16	2	10				
	Ith	A	Idn	A	TIPO DIFF.	16	0.3	Gen.	16		6	0.03	Gen.	6	0.03	Gen.	10	0.03	Gen.
Im (o curva)	A	Pdi	kA	320	15	208	50	60	6	60	6	160	6	100	6			
FUSIBILE	TIPO																	
CONTATTORE	CALIBRO		A															
	In	A	Pn	kW	3RT1015		16											
RELE' TERMICO	TIPO																	
LINEA DI POTENZA	TARATURA		A															
	TIPO CAVO		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV					
	FORMAZIONE		4G2.5		3G1.5		3G1.5		3G2.5		2x2.5							
	LUNGHEZZA		m		10		1		1		1		50					
	Iz	A	28		25		25		33		33							
	C.d.T. a In	%	C.d.T. a Ib	%	1.04	1.61	0.228	1.11	0.011	1.11	0.006	1.15	0.017	4.6	0.514			
	Zk	mΩ	Zs	mΩ	136.3	208.9	291.5	291.5	291.5	281.9	281.9	997.7						
Ik trifase/monof.	kA	Ik1 fase/terra	kA	1.69	1.11	0.792	0.792	0.792	0.819	0.819	0.232							
NUMERAZIONE MORSETTIERA																		

DATA				Electro Graphics Srl		Quadro elettrico di automazione			
DISEG.				SAN MARTINO DI LUPARI (PD)				+Paratoie.Q.E.A.	
VISTO								FOGLIO 2 DI 3	
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:	SEGUE 3	



UTENZA	DENOMINAZIONE		Prese CEE-17 (C.FM.1)		Riserva 1		Riserva 2					
	SIGLA		U_07		U_08		U_09					
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	TT	11.1	TT/L3-N	3.7	TT	11.1				
	POTENZA kW	Ib A	1.5	2.41								
	COEF. CONTEMP.	COS φ	1	0.9	1	0.9	1	0.9				
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	COSTRUTTORE		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS					
	TIPO		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A		5SY3-C+5SV4 AC 0,03A					
	N.POLI	In A	4	16	2	16	4	16				
	Ith A	I _{dn} A	TIPO DIFF.	16	0.03	Gen.	16	0.03	Gen.	16	0.03	Gen.
	I _m (o curva) A	P _{di} kA	160	6	160	6	160	6				
FUSIBILE	TIPO											
	CALIBRO		A									
CONTATTORE	TIPO											
	In A	P _n kW										
RELE' TERMICO	TIPO											
	TARATURA		A									
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO		FG16OR16 0.6/1 kV									
	FORMAZIONE		5G2.5									
	LUNGHEZZA		m		5							
	I _z A		28									
	C.d.T. a I _n %	C.d.T. a I _b %	1.32	0.043	1.04		1.04					
	Z _k mΩ	Z _s mΩ	172.5		267.4		136.3					
I _k trifase/monof. kA	I _{k1} fase/terra kA	1.34		0.864		1.69						
NUMERAZIONE MORSETTIERA												

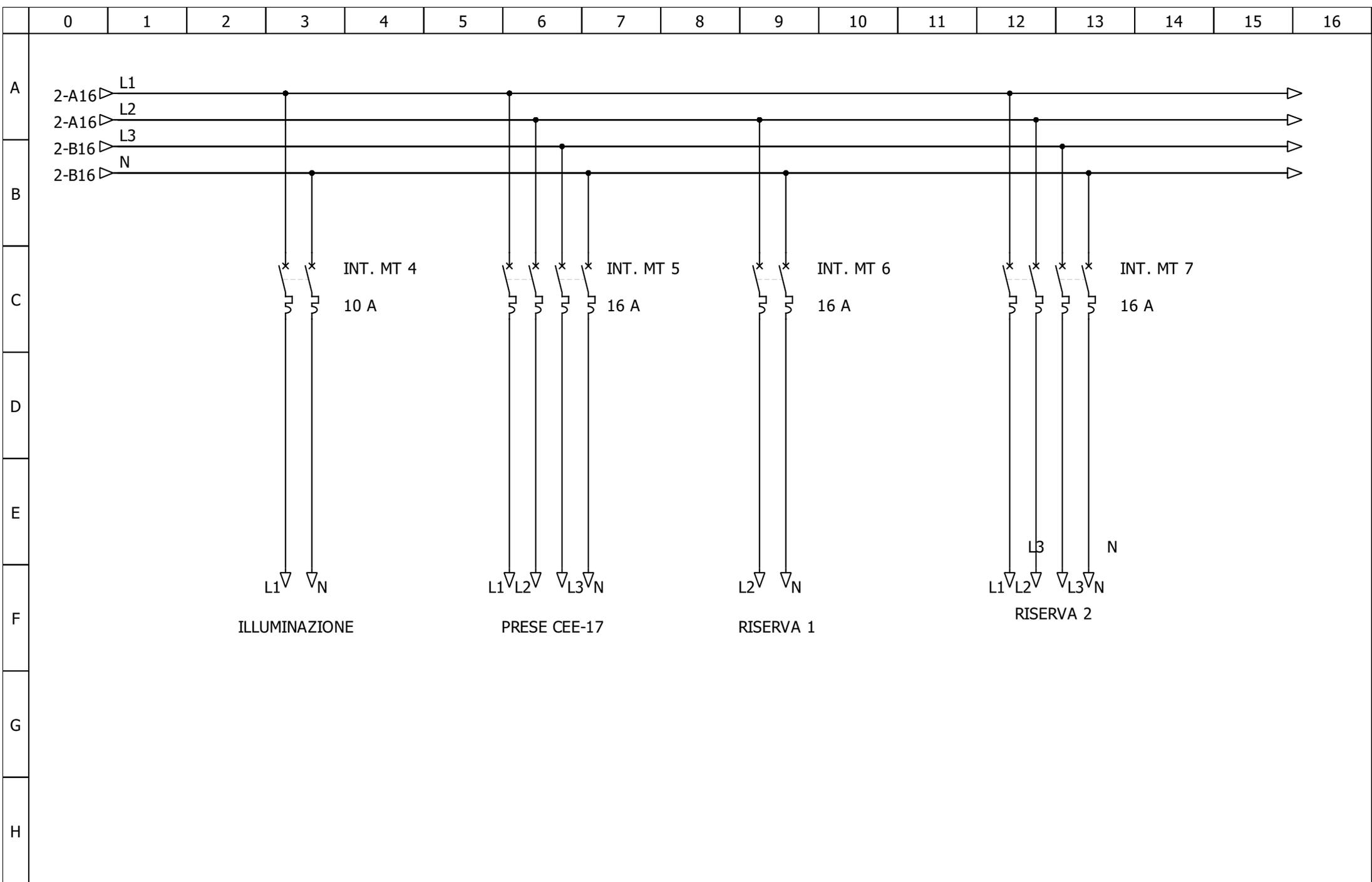
DATA		Electro Graphics Srl	Quadro elettrico di automazione									
DISEG.		SAN MARTINO DI LUPARI (PD)										+Paratoie.Q.E.A.
VISTO												FOGLIO 3 DI 3
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:					SEGUE



Autore :
Data :

SCHEMA DI POTENZA QUADRO AUTOMAZIONE - 1/2

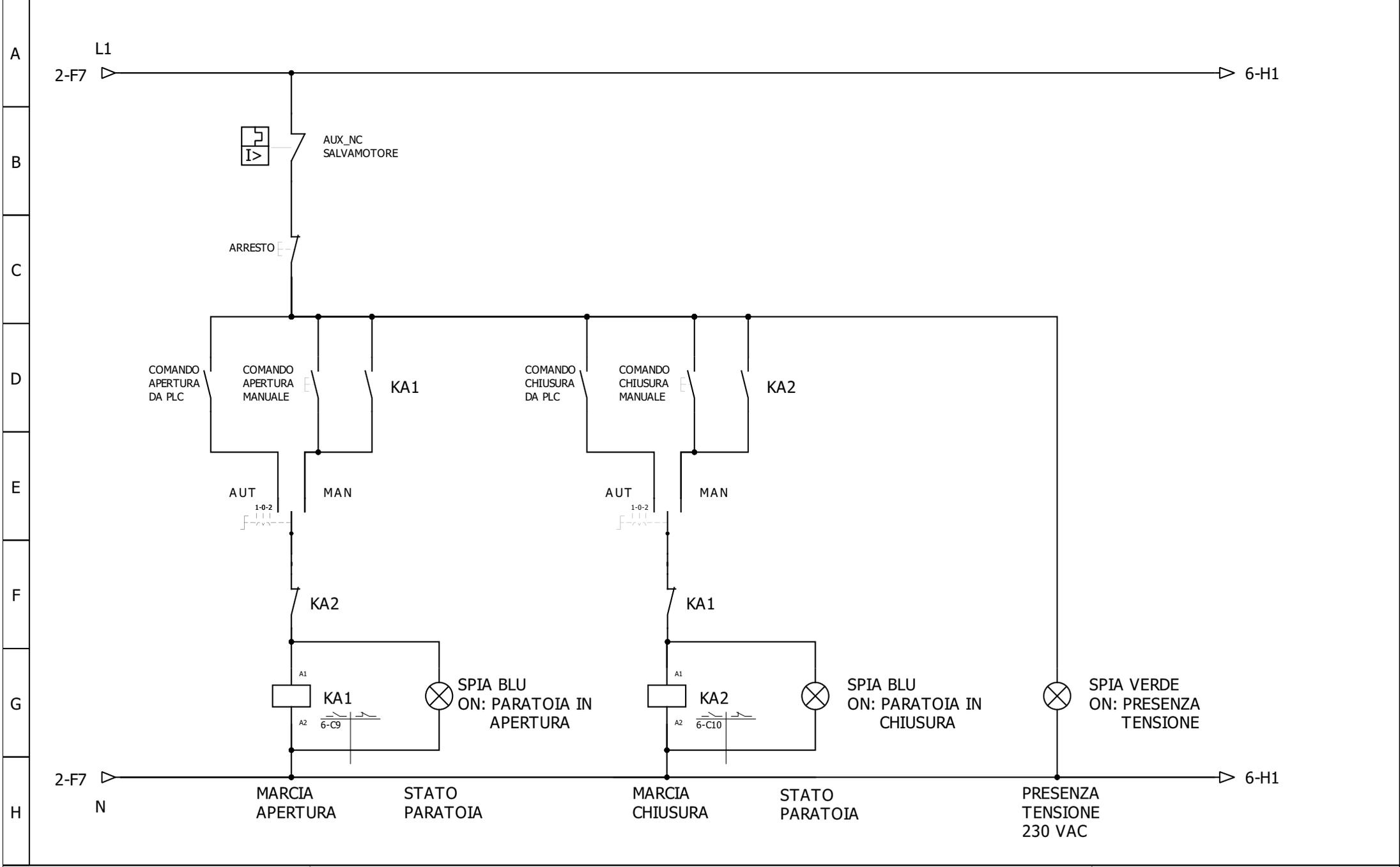
File :
Foglio : 2/9



Autore :
 Data :

SCHEMA DI POTENZA QUADRO AUTOMAZIONE - 2/2

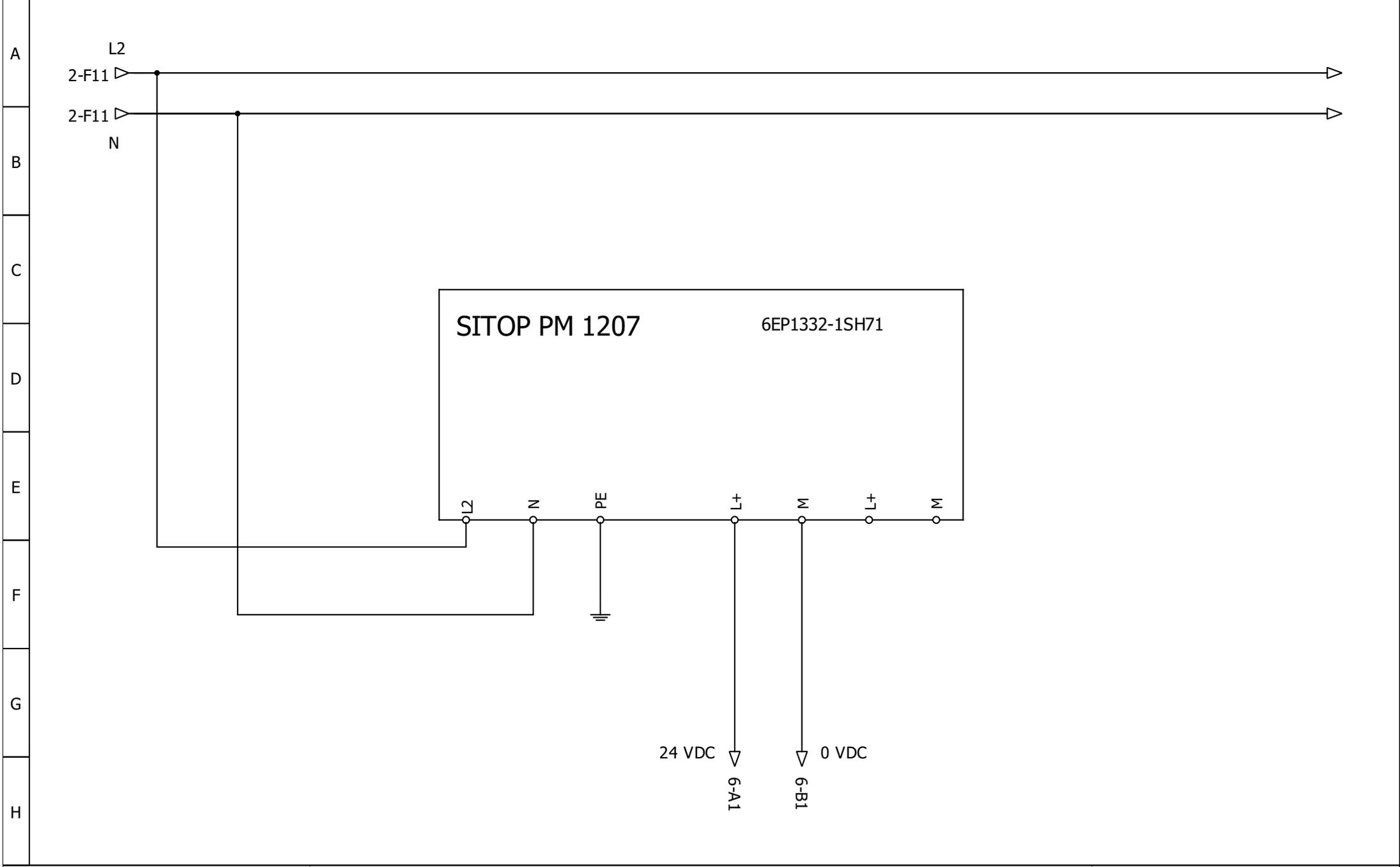
File :
 Foglio : 3/9



Autore :
Data :

SCHEMA CIRCUITI AUSILIARI QUADRO AUTOMAZIONE

File :
Foglio : 4/9



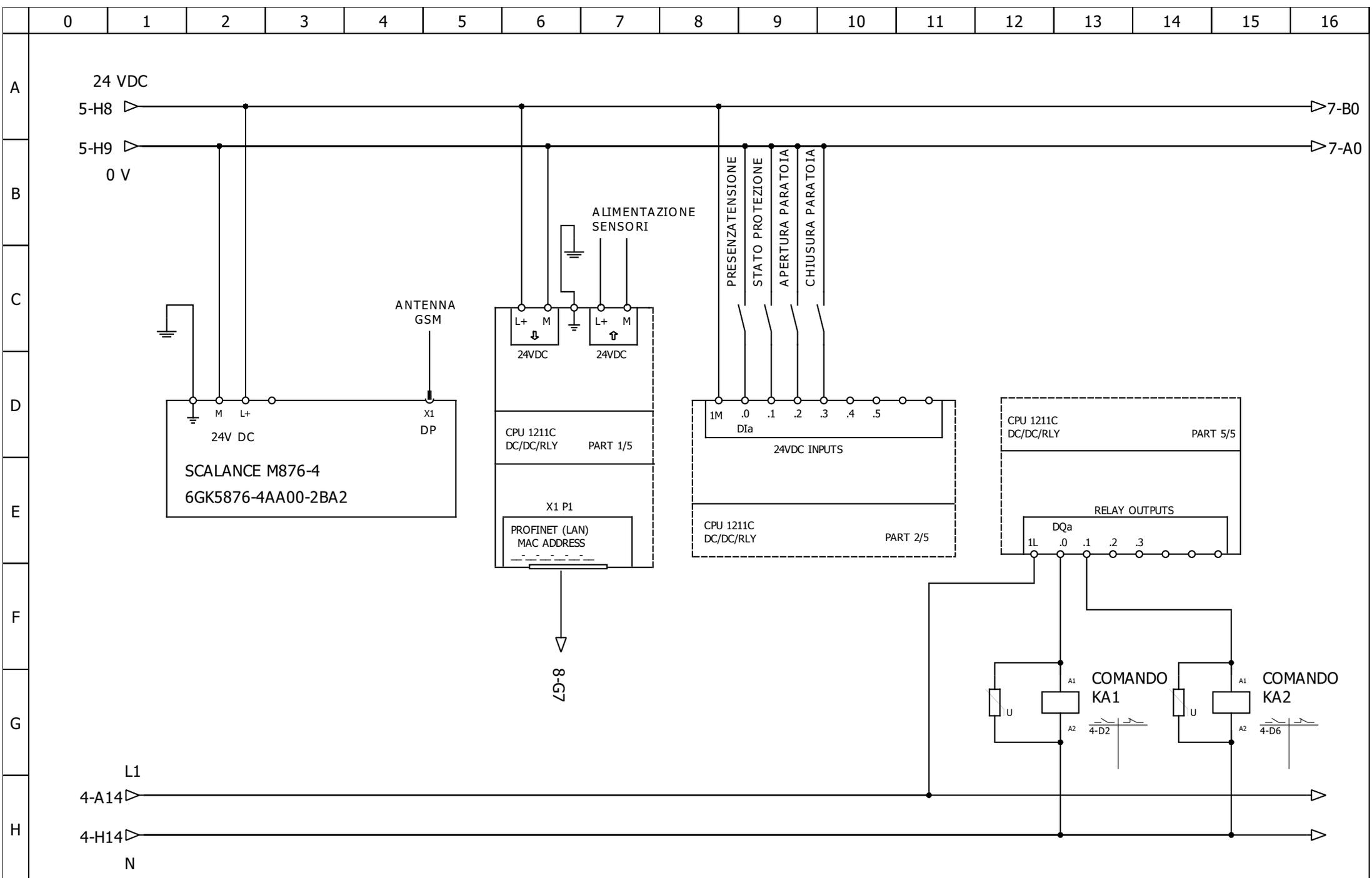
Autore :

ALIMENTATORE 230 VAC / 24 VDC

File :

Data :

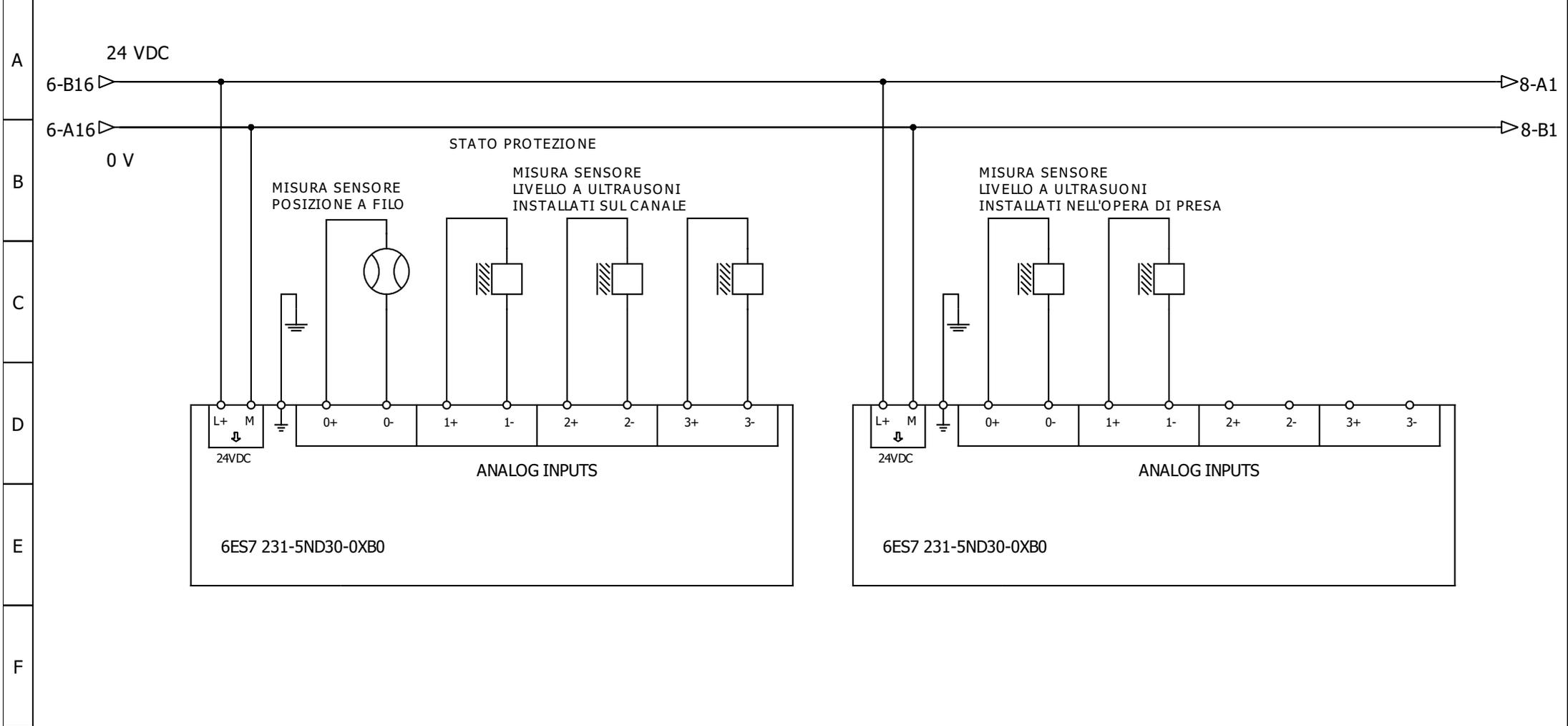
Foglio : 5/9



Autore :
 Data :

CONNESSIONI PLC - 1/2

File :
 Foglio : 6/9

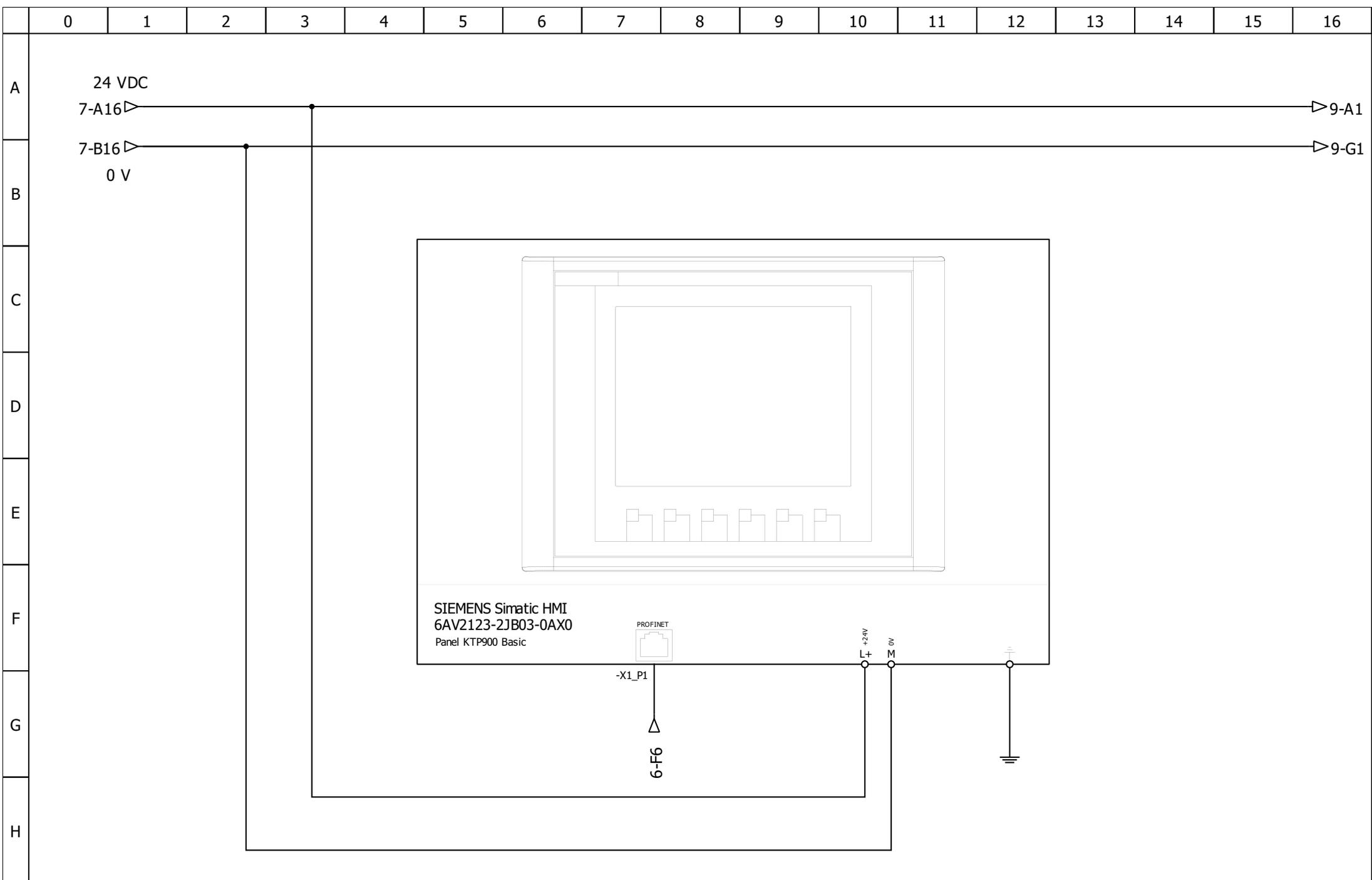


PER L'ACQUISIZIONE DEI SEGNALI PROVENIENTI DAI MISURATORI INSTALLATI SUL CANALE, BISOGNA PREVEDERE UN QUADRO ELETTRICO PER OGNI MISURATORE CONTENENTE:

- N°1 POWER MODULE TIPO SIEMENS MODELLO PM 1207 cod. 6EP1332-1SH71
- N°1 MODULO CON 2 INGRESSI ANALOGICI TIPO SIEMENS MODELLO ET 200SP, AI 2xI 2-/4-wire ST, UI 1 cod. 6ES7134-6GB00-0BA1
- N°1 MODULO DI INTERFACCIA TIPO SIEMENS MODELLO ET 200SP, IM155-6PN/2 HF cod. 6ES7155-6AU01-0CN0
- N°2 BUS ADAPTER PER FIBRA OTTICA TIPO SIEMENS MODELLO SIMATIC BUSADAPTER BA 2XLC cod. 6ES7193-6AG00-0AA0

INOLTRE, PER IL COLLEGAMENTO TRA IL PLC DEL QUADRO DI AUTOMAZIONE CON I QUADRI DEI MISURATORI, VERRÀ INSTALLATO NEL QUADRO DI AUTOMAZIONE:

- N°1 SWITCH DI RETE TIPO SIEMENS SIEMENS MODELLO SCALANCE XF204-2BA cod. 6GK5204-2AA00-2GF2



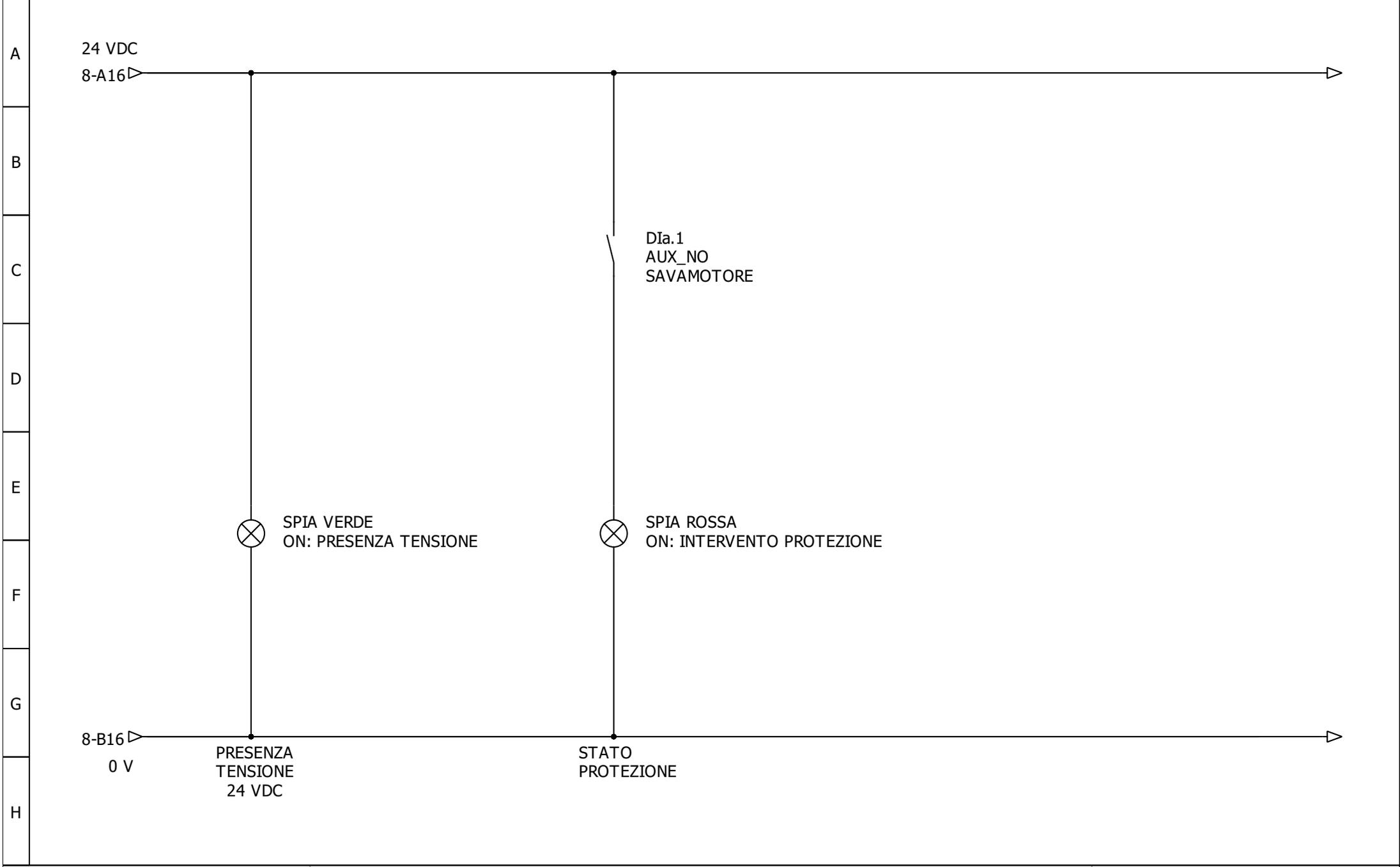
Autore :

Data :

PANNELLO OPERATORE PER VISUALIZZAZIONE DEFLUSSO

File :

Foglio : 8/9



Autore :

Data :

SEGNALAZIONI CON SPIE LED

File :

Foglio : 9/9