Studio di Ingegneria

Rinaldo Grifoni

64010 Campli (TE) - Italy

Phone: +39 3405946590

Fax: +39 0861 56452

P:IVA 01512500677

Relazione Calcolo elettrico ed elettromeccanico di comando

Progetto di rifacimento del sistema elettro-oleodinamico di azionamento degli organi di manovra della traversa di Villa Vomano

UBICAZIONE: comune: Villa Vomano Teramo

PROGETTISTI

Ing. Rinaldo Grifoni

Ing. Vincenzo Marini

Committente

Il Consorzio di Bonifica Nord Bacino del Tronto – Tordino e Vomano con sede al bivio di Putignano

– 64100 Teramo, Ente gestore dello sbarramento sul Fiume Vomano denominato Traversa di Villa Vomano.

1) Dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica

tensione di alimentazione: 400V
frequenza: 50Hz
fasi: 3P+N
stato del neutro: TT
caduta di tensione ammissibile: 4%
corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna: 10 kA.

2) Caratteristiche generali dell'impianto elettrico

L'obiettivo dell'impianto è di alimentare elettricamente le elettropompe che attuano i movimenti oleodinamici, delle paratoie e ventole dovute alle condotte di nuova installazione, nonché attuare tutti i comandi di avvio e di arresto di tutti i movimenti.

L'impianto è composto da un circuito elettrico di normale funzionamento e da un circuito in situazione di emergenza. L'emergenza prevedibile è l'allagamento della traversa, e con essa -visto lo stato di fatto- anche la centralina con i comandi delle elettropompe principali di normale funzionamento. L'impianto di automazione è realizzato con componenti elettromeccanici, non sono stati usati componenti programmabili.

L'alimentazione elettrica dell'impianto lo si può selezionare come segue: all'impianto di attuale alimentazione; ad un generatore diesel ad avvio manuale per l'impianto di sola emergenza.

L'impianto di emergenza è composto da 4 quadri elettrici posti nella traversa in prossimità delle centraline idrauliche, i quadri di tipo ip65 contengono al suo interno i circuiti di automazione e la pulsantiera di comandi avvio e arresto sul posto e la gestione dei motori elettrici delle pompe idrauliche. Essi sono ad una altezza da terra di 1,5 metri ben fissati resistenti ad eventuale allagamento. Tutti i cavi di collegamento sono del tipo a doppia guaina e resistenti sotto acqua. È assolutamente vietato eseguire collegamenti elettrici fuori dai quadri elettrici che in caso di allagamento provocherebbe corto circuiti compromettendo tutto l'impianto di emergenza. Anche in caso di allagamento della traversa ed tutti i finecorsa degli attuatori il circuito di emergenza funziona comunque.

Ad ogni quadro elettrico, ed in sala comandi ed eventuali altri punti del sito, viene installato un fungo di emergenza di sgancio dell'alimentazione elettrica.

Carichi elettrici dell'impianto		
Elettropompa 1 principale	25 HP	In=34.5A
Elettropompa 2 principale	25 HP	In=34.5A
Elettropompa 1 emergenza	15 HP	In=22A
Elettropompa 2 emergenza	15 HP	In=22A
Elettropompa 1 emergenza	15 HP	In=22A
Elettropompa 2 emergenza	15 HP	In=22A
Scaldiglia olio serbatoio principale	Trifase	150W
Scaldiglia olio serbatoio 1 emergenza	Trifase	150W
Scaldiglia olio serbatoio 2 emergenza	Trifase	150W
Scaldiglia olio serbatoio 3 emergenza	Trifase	150W
Scaldiglia olio serbatoio 4 emergenza	Trifase	150W
Alimentatore per impianto di comando	Monofase/24V	900 VA (40°)

Tutti gli impianti oggetto della presente relazione, dovranno essere eseguiti a regola d'arte, con materiali ed apparecchiature della migliore qualità, installati da personale specializzato che nell'esecuzione si dovrà attenere alle norme ed agli accorgimenti della tecnica e dell'uso, per il raggiungimento dei migliori risultati.
Tutti i materiali impiegati per la realizzazione degli impianti dovranno essere marcati CE. Il contrassegno deve essere apposto dal fabbricante sul prodotto o qualora ciò non sia possibile deve risultare sull'imballaggio, sulle avvertenze d'uso o sulla garanzia.
I quadri saranno realizzati in conformità alla norma CEI 17.13 s.m., secondo gli schemi elettrici e le prescrizioni di progetto, dotati di dichiarazione di conformità e muniti delle certificazioni relative alle prove di tipo.
Gli apparecchi di protezione saranno conformi alle norme di prodotto ad essi relative in particolare per gli interruttori la norma di riferimento sarà la CEI-EN 60898 e s.m..

3) Impianto di terra

Ad ogni quadro elettrico vi è un collettore di terra che sono collegati tra di loro dal conduttore PE di sezione uguale alla sezione del conduttore di fase che confluiscono al collettore equipotenziale di terra principale posto nel quadro Q2-P, che tramite un sezionatore di terra - permettere una eventuale misura di terra del dispersore-, si collega all'impianto di dispersione che esiste già nel sito.
Tutte le passerella devono essere collegate all'impianto di terra. Bisogna aver cura che sia garantita la continuità elettrica di tutte le parti componenti la passerella. I carter metallici a protezione delle condutture elettriche devono essere collegati all'impianto di terra. Risulta necessario effettuare tutti i collegamenti equipotenziali come previsto dalle norme CEI.

- Protezione contro la corrosione dei collegamenti interni ai pozzetti di terra:
    - I collegamenti devono essere protetti contro la corrosione pertanto, a collegamento effettuato, dovranno essere coperte con opportuna vernice o altro materiale protettivo equivalente. Qualora si dovranno effettuare ulteriori lavori sulla giunzione, si dovrà aver cura di asportare la verniciatura nel punto di lavoro, riverniciando a lavoro ultimato.
- Resistenza di terra presunta: $R \cong 1{,}8\ \Omega$
- Corrente massima di guasto a terra ipotizzabile: $I_{dmax} = 0{,}5$ A
- Tensione di contatto max (presunta): < 1 V

4) Quadro principale Q1_P

Qui vi sono tutte le intercettazioni delle partenze delle linee elettriche di potenza e alimentazione di comando. Le linee sono dimensionate come sotto riportate;

TABELLA 1

Carichi principali, correnti assorbite, sezioni e portate cavi, correnti nominali protezioni, lunghezze linee, fattori di potenza e cadute di tensione percentuali

Vn (V)	Pn (W)	cosfi	L(m)	R(mΩ/m)	X(mΩ/m)	K1*K2	Sez.	Ib (A)	In (A)	Iz Max	Iccp(KA)	IccA(KA)	ΔV	ΔV%
LINEA QUADRO Q0-Q1P														
400	**45000**	**0.8**	**10**	0.473	0.101	0.94	**50**	81.29	100	101.52	**14**	**13**	**0.62**	**0.15**
LINEA QUADRO QGE-Q1P														
400	**32000**	**0.8**	**16**	0.889	0.106	**0.94**	**25**	57.80	63	**68.62**	**14**	**10**	**1.24**	**0.31**
LINEA QUADRO Q1P – Q2P														
400	**20500**	**0.9**	**30**	0.907	0.0813	**0.752**	**25**	32.92	40	**51.136**	**14**	**8**	**1.46**	**0.36**
400	**20500**	**0.9**	**30**	0.907	0.0813	**0.752**	**25**	32.92	40	**51.136**	**14**	**8**	**1.46**	**0.36**
LINEA QUADRO Q1P – Q1E														
400	**12500**	**0.9**	**130**	2.27	0.0861	**0.752**	**10**	20.07	25	**29.328**	**14**	**2**	**9.39**	**2.35**
LINEA QUADRO Q1P – Q3E														
400	**12500**	**0.9**	**150**	2.27	0.0861	**0.752**	**10**	20.07	25	**29.328**	**14**	**2**	**10.84**	**2.71**
LINEA QUADRO Q1P – Q1E-Q2E-Q3E-Q4E														
24V DC	**160**	**1**	**150 max**	0,02		**--**	**16**	6					**2,5**	**10**

5) . Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte. Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) secondo l'art. 2 della Legge 1 marzo 1968, n. 186. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto ed essere conformi:
- alle prescrizioni delle norme CEI;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL;
- alle prescrizioni dei VV.F. e delle autorità locali.

In particolare devono essere rispettate, per quanto applicabili, le norme:
- CEI 17-13: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione;
- CEI 23-51: prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua;
- CEI 70-1: gradi di protezione degli involucri. Classificazione;

Inoltre vanno rispettate, per quanto applicabili, le seguenti disposizioni:
- D.P.R n°547 del 27/4/55: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge n°186 del 1/3/68: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n°791 del 18/10/77: Attuazione delle Direttive CEE 73/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico;
- D.M. 16/2/82: Modificazione del D.M. 27/9/1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi;
- Legge n°46 del 5/3/90: Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R n°447 del 6/12/91: Regolamento di attuazione della legge 5/3/90 n°46 in materia di sicurezza degli impianti;
- D.lgs n°626 del 19/9/94: Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE e 2001/45/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro;
- D.M. 10/3/98: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

6) Prescrizioni tecniche generali

6.1 Cavi

si dividono in cavi di potenza e di segnale

allego qui tutti i cavi di comando e segnalazione di interscambio tra i quadri elettrici

Cavi di tipo FG16OR A doppio isolamento						
	Q2-P	CONSOLLE	Q1-E	Q2-E	Q3-E	Q4-E
Q2-P		70X1,5 -30m	10X1,5 -80m	10 X1,5 -100m	10 X1,5 -130m	10 X1,5 -155m
CONSOLLE			19X1,5 -80m	19 X1,5 -108m	19 X1,5 -130m	19 X1,5 -150m
Q1-E				4 X1,5 -28m	---------	----------
Q2-E					---------	---------
Q3-E						4 X1,5 -28m
Q4-E						
Cavi per sensori 12x1,5 l=200 m						

Le lunghezze dei cavi riportate sono di approssimazioni dovuto alla impossibilità nel rilavare le misure dei cunicoli esistenti. Per i cavi di comando usiamo cavi isolati come

quelli di potenza in quanto viaggiano nella posa in opera con i cavi di potenza.

Resoconto dei cavi di potenza

	Q0	Q2-P	Q1-E	Q2-E	Q3-E	Q4-E
Q0						
QGE			4x25+PE 16m			
Q1-P	4X50 m10	4x25+PE 30m 4x25+PE 30m 4x2,5+PE 30m 2x10 -30m	4x10+PE 80m 4x2,5+PE 80m		4x10+PE 130m	2x16 -160m
Q2-P						
Q1-E				4x10+PE 28m 4x2,5+PE 28m		
Q2-E					4x2,5+PE 28m	
Q3-E						4x10+PE 28m 4x2,5+PE 28m
Q4-E						

Grado di Protezione dei quadri elettrici

Q1-P	Q2-P	Q1-E	Q2-E	Q3-E	Q4-E
IP40	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65

a) isolamento dei cavi:
i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore (450/750V);

b) colori distintivi dei cavi:
i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde;

c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse:
le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024 e 35026;

d) sezione minima dei conduttori di neutro:
la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori e, nei circuiti polifase, quando la sezione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mmq. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq, la sezione dei

conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mmq (per conduttori in rame),purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 delle norme CEI 64-8.

e) sezione dei conduttori di protezione e di terra:
non protetto contro la corrosione 25 (rame) 50 (ferro zinco)
- protetto meccanicamente norme CEI 64-8/5 art. 543.1

f) propagazione del fuoco lungo i cavi:
i cavi in aria, installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione del fuoco di cui alle norme CEI 20-35.
Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti in conformità alle norme CEI 20-22;

g) problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:
qualora i cavi, in quantità rilevanti, siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi.
Ove tale pericolo sussista, occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

6.2 Canalizzazioni

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.
Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.
Negli impianti in edifici civili e similari, si devono rispettare le prescrizioni riportate qui di seguito.

6.2.1 Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera, per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante, per gli attraversamenti a pavimento e per la posa a vista fino a 2,5m di altezza. Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.
Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.
Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.
Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in

modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.
Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.
Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.
I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive.

6.3 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.
La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 sez. 433 ed installate a monte della zona AD.
In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (Iz) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (Ib) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale (In) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (Ib) e la sua portata nominale (Iz) ed una corrente di funzionamento (If) minore o uguale a 1,45 volte la portata (Iz).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$Ib < In < Iz$$

$$If < 1{,}45\ Iz$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.
Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I^2t \leq (KS)^2$$

conforme alle norme CEI 64-8 sez. 434.
Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica I^2t che viene lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

6.4 Misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti

Nella realizzazione del presente progetto, in osservanza alle disposizioni normative e di legge, è stata prestata particolare attenzione alla sicurezza delle persone, sia in relazione

alla protezione contro i contatti diretti, sia alla protezione contro i contatti indiretti. A tal fine deve essere applicato quanto segue.
Per quanto riguarda la protezione dai contatti diretti viene adottata la protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri.
Per quanto riguarda la protezione dai contatti indiretti viene applicata la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione attraverso il coordinamento fra impianto di messa a terra ed interruttori differenziali.
A tal fine devono essere protette contro i contatti indiretti, attraverso il collegamento all'impianto di terra, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).
Affinché detto coordinamento sia efficiente, deve essere osservata la seguente relazione:

$$Ra \leq 50/I_d$$

dove
Ra è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse,
I_d è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione avente corrente di intervento più alta.

7) Rifasamento dei carichi

Tutti i carichi -motori asincroni- sono stati rifasati sul posto ,la batteria di condensatori viene scollegata quando si disinserisce il rispettivo motore, questo per una maggiore sicurezza. E' predisposto anche la presenza del neutro in caso i condensatori si colleghino a stella. I fattori di potenza dei motori sono:

	hp/KW	cosfi	Q Minimo con cofi=0,9	Q Max Con cofi=0,96
Motore 1P	25/20,5	0,86	2,2KVAR	6,2 KVAR
Motore 2P	25/20,5	0,86	2,2KVAR	6,2 KVAR
Motore 1E	15/12,5	0,85	0,5 KVAR	4KVAR
Motore 1E	15/12,5	0,85	0,5 KVAR	4KVAR
Motore 1E	15/12,5	0,85	0,5 KVAR	4KVAR
Motore 1E	15/12,5	0,85	0,5 KVAR	4KVAR

O in alternativa si possono collegare 3 condensatori a stella o a triangolo con i valori seguenti:

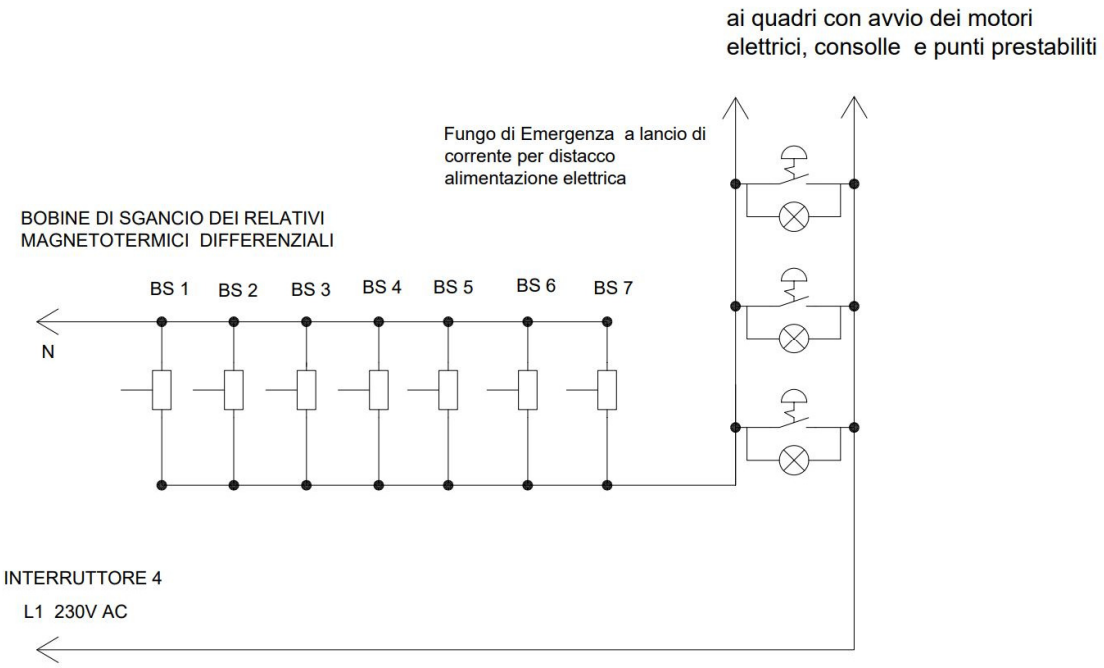
$$10 \text{ micro F} < C_{stella} < 120 \text{ micro F}$$
$$3{,}3 \text{ micro F} < C_{triangolo} < 40 \text{ micro F}$$

8) Circuito di comandi

I circuiti di automazione sono alimentati da un unico alimentatore da 24V DC e fornisce una corrente di 40 A. si prevede una caduta di tensione massima del 10% (2,4V) al limite con le caratteristiche delle bobine, per questo occorre un alimentatore che in uscita compensi la caduta cioè una Vout con range 24-28V.

9) Fungo di sgancio

L'impianto è fornito di sgancio di sicurezza del tipo a lancio di corrente che distacca tutte le alimentazioni di corrente elettrica.



9 <u>MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO</u>

Si rimanda al piano di manutenzione

Teramo, 14 luglio 2021

Ing. Vincenzo Marini