



LINEA TRANVIARIA DI NAPOLI

VALORIZZAZIONE DELLE LINEE TRANVIARIE – SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

PROCEDURA APERTA EX ART. 60 D.LGS. 50/2016 PROGETTO FINANZIATO CON MISURA M2C2 – 4.2 DEL PNRR

CUP: B67H21009120001

CIG: 9513050135

CODICE: TRA-03-02.06.00

TITOLO:

ALLEGATO AL CAPITOLATO SPECIALE PARTE TECNICA: SPECIFICA TECNICA QCC

00	11/22	Prima Emissione			
Rev.	Data	Descrizione revisione documento	Redatto	Controllato	Approvato

INDICE

1	SCOPO	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
-	SCHEMA UNIFILARE DI POTENZA SSE	4
3	NORME DI RIFERIMENTO	4
4	CONDIZIONI AMBIENTALI.....	5
5	GENERALITA'	5
6	DESCRIZIONE DELLA FORNITURA.....	5
7	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE COMUNI AGLI SCOMPARTI	6
8	DESCRIZIONE DEGLI SCOMPARTI	7
8.1	SCOMPARTO RADDRIZZATORE	7
8.2	CELLA INGRESSO C.A.	8
8.3	CELLA RADDRIZZATORE	8
8.4	CELLA SBARRE DI USCITA C.C.	10
8.5	CELLA LOGICA DI COMANDO, PROTEZIONE E SEGNALAZIONE	10
8.6	SCOMPARTO NEGATIVI	11
9	SCOMPARTO ALIMENTATORE	12
9.1	GENERALITA'	12
9.2	LOGICA DI FUNZIONAMENTO	12
9.3	FUNZIONE E DIMENSIONI DELL'INTERRUTTORE EXTRARAPIDO	13
9.4	CELLA INTERRUTTORE.....	14
9.5	CELLA SBARRA OMNIBUS.....	16
9.6	CELLA USCITA LINEA CC	17
9.7	CELLA MORSETTIERE.....	17
9.8	APPARECCHIATURE	17
10	CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE	18
10.1	GRUPPO RADDRIZZATORE DA 1600 kW	18
10.2	CIRCUITO DI SMORZAMENTO	19
10.3	SISTEMA DI CONTROLLO TEMPERATURA AMBIENTE RADDRIZZATORE	19
10.4	INTERRUTTORE EXTRARAPIDO	19
10.5	SEZIONATORE NEGATIVO	20
10.6	SHUNT.....	20
10.7	TRASDUTTORI DI MISURA PER CORRENTE E TENSIONE IN C.C.....	20
10.7.1	<i>Trasmettitore a fibra ottica</i>	<i>21</i>
10.7.2	<i>Ricevitore ottico</i>	<i>21</i>
10.8	RELÈ DI PROTEZIONE E DIAGNOSTICA.....	22
10.8.1	<i>Segnali d'ingresso</i>	<i>22</i>
10.8.2	<i>Relè d'uscita.....</i>	<i>23</i>
10.8.3	<i>Interfaccia locale.....</i>	<i>23</i>

10.8.4	Caratteristiche elettriche.....	23
10.8.5	Funzioni	24
10.8.6	Diagnostica dell'interruttore	24
10.8.7	Contatore di aperture meccaniche – principio di funzionamento.....	24
10.8.8	Contatore di interruzioni elettriche – principio di funzionamento.....	25
10.8.9	Contatore di aperture elettriche – principio di funzionamento.....	25
10.8.10	Massima corrente diretta istantanea e ritardata	25
10.8.11	Massima variazione di corrente in funzione del gradiente di corrente	25
10.8.12	Funzione massima temperatura del conduttore	26
10.8.13	Funzione I^2t	26
10.8.14	Funzione di oscuramento $tB0$	26
10.8.15	Funzione ΔT	26
11	COMPLESSO TEST DI LINEA.....	27
12	CONTATTORE PROVA LINEA.....	28
13	RESISTENZA PROVA LINEA	28
14	FUSIBILE DI PROTEZIONE	29
15	RELÈ DI PROTEZIONE 64	29
15.1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	29
15.2	SEGNALI D'INGRESSO	29
15.3	RELÈ D'USCITA	29
15.4	INTERFACCIA LOCALE	30
15.5	CARATTERISTICHE ELETTRICHE	30
16	RELÈ DI PROTEZIONE 32	31
16.1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	31
16.2	SEGNALI D'INGRESSO.....	31
16.3	RELÈ D'USCITA	31
16.4	CARATTERISTICHE ELETTRICHE	31
17	SEZIONATORE UNIPOLARE DI TERRA SCOMPARTO ALIMENTATORI.....	32
18	SCALDIGLIE	32
19	CONDUTTORI AUSILIARI DI COLLEGAMENTO	32
20	FINECORSA	33
21	ILLUMINAZIONE INTERNA.....	33
22	DISPOSITIVI VOLANTI DI MESSA A TERRA UNIPOLARE	34
23	VERNICIATURA.....	34
24	TARGHE.....	35
25	PROVE.....	35
25.1	PROVE DI TIPO	35
25.2	PROVE DI ACCETTAZIONE	35
25.2.1	Generalità	35
25.2.2	Prove sul quadro	36

1 SCOPO

La presente specifica tecnica riguarda la fornitura, la costruzione e le prove dei quadri in corrente continua da impiegare nella nuova Sottostazioni Elettriche di Conversione denominata Arenaccia.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Schema unifilare di potenza SSE

3 NORME DI RIFERIMENTO

Il quadro e le apparecchiature in esso contenute, saranno progettate, costruite e collaudate in accordo alle seguenti norme:

CEI EN 50123-1	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – impianti fissi – apparecchiatura a corrente continua – Parte 1: Generalità
CEI EN 50123-2	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – impianti fissi – apparecchiatura a corrente continua – Parte 1: Interruttori a corrente continua
CEI EN 50123-3	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – impianti fissi – apparecchiatura a corrente continua – Parte 3: Sezionatori, interruttori di manovra – sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per interno
CEI EN 50123-6	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – impianti fissi – apparecchiatura a corrente continua – Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua
CEI EN 50328	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – impianti fissi – convertitori elettronici di potenza per sottostazioni
CEI EN 50163	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
CEI EN 50529	Grado di protezione degli involucri
CEI EN 60146-1-1	Convertitori e semiconduttori – prescrizioni generali
CEI 17-1	Apparecchiature ad alta tensione
CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione

4 CONDIZIONI AMBIENTALI

Le condizioni ambientali di riferimento sono le seguenti:

- | | | |
|---|------------------------------|---------------------------|
| - | tipo di installazione | interno |
| - | temperatura ambiente massima | $\leq 40^{\circ}\text{C}$ |
| - | temperatura ambiente minima | $\geq +5^{\circ}\text{C}$ |
| - | umidità relativa | $\leq 90\%$ |

5 GENERALITA'

I quadri in corrente continua, oggetto della presente specifica tecnica sono costituiti da una serie di scomparti affiancati e destinati alla conversione c.a/c.c. ed all'alimentazione delle linee di trazione.

Il comando ed il controllo del quadro blindato in corrente continua saranno effettuati:

- in telecomando;
- in SSE da un quadro sinottico (nel caso di manutenzione o indisponibilità del telecomando);
- in locale sul fronte quadro (in emergenza, nel caso di indisponibilità del quadro sinottico).

6 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Il quadro in corrente continua è composto dai seguenti scomparti, opportunamente assemblati tra loro:

- scomparto raddrizzatore;
- scomparti alimentatori di linea.
- scomparto negativi

I quadri saranno realizzati indicativamente, come di seguito descritto.

- 2 scomparti raddrizzatore esafase 1600 kW;
- 5 scomparti alimentatori di linea 2500 A (in esecuzione estraibile);
- 2 scomparti sezionamento negativi 2500 A;

7 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE COMUNI AGLI SCOMPARTI

Gli scomparti sono di tipo prefabbricato con involucro metallico, con grado di protezione complessivo IP 30, per installazione all'interno.

Dovrà essere comunque garantito a portelle aperte un grado di protezione IP 20 per le apparecchiature che rimangono in tensione.

Sulla cella logica di comando, protezione e misure, è previsto un commutatore che esclude la possibilità di comando a distanza delle apparecchiature.

Questo commutatore è presente solo negli scomparti alimentatori di linea e permette la manovra locale per effettuare le prove con l'interruttore in posizione di sezionato.

Anche sui sezionatori bipolari motorizzati a valle dei raddrizzatori è previsto un commutatore che esclude la possibilità di comando a distanza dell'apparecchiatura.

La struttura del quadro sarà atta a realizzare i collegamenti per i cavi di comando, segnalazione e controllo.

Gli scomparti saranno costituiti da una struttura portante il cui rivestimento esterno verrà realizzato con pannelli imbullonati e portelle/pannelli sul fronte.

Per facilitare le operazioni di manutenzione, i pannelli posteriori delle celle Alimentatore saranno imbullonati provvisti di cerniera; quelli delle celle Raddrizzatore saranno imbullonati e asportabili.

Internamente pannelli e/o diaframmi suddividono lo scomparto in celle, contenenti i singoli complessi.

La struttura portante è realizzata in lamiera pressopiegata con spessore di 2,5 mm.

Sul tetto dello scomparto sono previsti idonei dispositivi per il sollevamento dello stesso completamente equipaggiati con tiro a 45°.

Sono previsti, in posizione idonea, opportuni fori per il fissaggio diretto dello scomparto su una base di appoggio e per l'assemblaggio con gli altri scomparti componenti il quadro in corrente continua.

Tutti i componenti dello scomparto sono posizionati al fine di facilitare le operazioni di manutenzione e/o sostituzione.

I cavi di cablaggio sono protetti nel loro percorso da canaline o tubi isolanti autoestinguenti.

L'attraversamento di un diaframma da parte dei cavi dei servizi ausiliari è realizzato in modo che si ottenga il grado di protezione richiesto per il diaframma.

Tutti i cavi e spezzoni di cavo bt saranno identificati alle due estremità da cartellini segnalanti riportanti il relativo numero di filo e saranno corredati di terminali a compressione.

È prevista una barra di terra estesa per tutta la lunghezza dello scomparto.

L'impianto di terra del quadro dovrà essere realizzato con piatto di rame ricotto UNEL 1417, e dovrà essere identificato con adesivi di colore giallo verde.

La barra sarà provvista di un terminale adeguato al collegamento all'impianto di terra dell'installazione.

Gli involucri di tutte le unità funzionali sono collegati al conduttore di terra.

Tutte le parti metalliche previste per essere messe a terra e non facenti parte di un circuito principale o ausiliario sono collegate al conduttore di terra direttamente o tramite le strutture metalliche.

Le porte delle celle sono collegate al telaio con trecciole.

Le parti metalliche di quei componenti estraibili, usualmente messi a terra, rimarranno collegate a terra anche in posizione di prova o sezionato ed anche in qualsiasi posizione intermedia fintanto che i circuiti ausiliari non siano completamente scollegati.

Le portelle verranno realizzate in lamiera pressopiegata con spessore minimo 2 mm.

Sono previste portelle apribili con serrature e imbullonate. Le portelle apribili avranno

almeno 2 cardini.

Come per le portelle anche i pannelli e i diaframmi saranno realizzati con lamiera pressopiegata con spessore minimo di 2 mm. I pannelli e i diaframmi saranno fissati a mezzo di viti.

Le finestre di ispezione saranno realizzate con materiale isolante trasparente.

Isolamento del quadro

Per il quadro nel suo complesso sarà fornito un kit di isolamento verso il pavimento.

8 DESCRIZIONE DEGLI SCOMPARTI

Gli scomparti che compongono la sezione in corrente continua sono descritti nel seguito.

8.1 SCOMPARTO RADDRIZZATORE

I raddrizzatori saranno installati in appositi scomparti costruiti con lamiere di acciaio.

In ogni scomparto raddrizzatore, da installare nella SSE, dovrà essere installato un sezionatore bipolare motorizzato che avrà la funzione di interrompere fisicamente ogni continuità con l'altro gruppo di conversione e le sbarre omnibus del quadro extrarapidi.

La manovra di chiusura e apertura del sezionatore bipolare, interbloccato con il proprio interruttore di gruppo, prevista sul retro del quadro, potrà essere effettuata solo in assenza di tensione MT del gruppo cui appartiene. È previsto un commutatore che esclude la possibilità di comando a distanza dell'apparecchiatura.

I raddrizzatori saranno, inoltre, muniti di termostati e di circuiti di smorzamento RC.

L'intervento del livello del termostato provocherà un allarme che sarà visualizzato sul sinottico ed al Posto Pilota del telecomando.

L'intervento dei circuiti di smorzamento, protetti da fusibili con microcontatti, provocheranno il blocco dell'interruttore MT interessato e l'apertura dell'altro gruppo MT eventualmente in servizio.

Contemporaneamente dovrà essere prevista l'apertura automatica del sezionatore bipolare interessato al guasto.

Ogni scomparto raddrizzatore dovrà, inoltre, essere corredato di tutte le apparecchiature per la gestione delle logiche di comando, di protezione, delle segnalazioni, di misure e diagnostica.

Lo scomparto sarà diviso internamente, tramite pannelli o diaframmi, in celle che contengono le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso.

Il raddrizzatore, sarà in versione estraibile e sezionabile. A carrello sezionato/ estratto opportune serrande impediranno il contatto con le parti in tensione. Pertanto, lo scomparto sarà costituito da una parte fissa e da una parte mobile.

Lo scomparto raddrizzatore sarà atto ad essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione della "Sezione in corrente continua".

Lo scomparto avrà le seguenti dimensioni (indicative) :

- larghezza 1200 mm
- altezza 2200+200 mm

- profondità 1750 mm

La parte fissa è suddivisa nelle seguenti celle tra loro segregate:

cella ingresso c.a.;

cella raddrizzatore;

cella sbarre di uscita c.c.;

cella logica di comando, protezione e segnalazione

8.2 CELLA INGRESSO C.A.

Cella atta a contenere le sbarre terminali per il collegamento dei cavi di alimentazione c.a. Saranno presenti tre punti fissi per il collegamento dei fioretti di messa a terra. L'accessibilità è dal retro scomparto tramite pannello asportabile imbullonato. La cella è chiusa sui fianchi da pannelli e/o diaframmi.

8.3 CELLA RADDRIZZATORE

Cella atta a contenere il carrello raddrizzatore estraibile, gli innesti fissi e tutti i dispositivi occorrenti a consentire l'estraibilità.

La cella sarà dotata di guide per il carrello raddrizzatore per la inserzione e disinserione dello stesso.

Durante l'inserimento del carrello, mediante appositi riscontri, vengono azionate le leve del meccanismo che provvede al sollevamento della serranda; a serranda alzata risultano liberi i passaggi che consentono alle pinze di potenza di innestarsi sulle relative connessioni fisse solidali con la sbarra omnibus.

Durante l'operazione di estrazione del carrello, per caduta e senza l'impiego di dispositivi a molla, le serrande otturano i passaggi delle pinze in modo da garantire l'accesso alla parte fissa in condizioni di sicurezza e senza accessibilità alle parti attive.

Il sistema della serranda deve garantire la massima sicurezza, impedendo che l'operatore, in modo accidentale possa, con un unico movimento, aprire la serranda stessa.

Nella parte fissa sono ricavati i passaggi dei cavi, che consentono di raggiungere le morsettiere posizionate nella cella b.t. ubicata nella parte superiore anteriore dello scomparto.

Sul retro della cella sono posizionati gli innesti di potenza del raddrizzatore, che consentono il collegamento elettrico del raddrizzatore alla sbarra omnibus lato c.c. e la connessione ai cavi di entrata lato c.a.

Opportuni finecorsa segnalano le posizioni di inserito e sezionato del carrello raddrizzatore.

L'accessibilità sarà dal fronte e dal retro dello scomparto. La cella sarà chiusa sui fianchi da pannelli e sul fronte da un pannello solidale con il carrello estraibile.

All'interno della cella raddrizzatore saranno montati i seguenti principali componenti:

- serranda azionata meccanicamente dal carrello raddrizzatore;
- connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari;
- interblocchi meccanici;

- meccanismo di avanzamento e guida del carrello raddrizzatore;
- fine corsa di segnalazione della posizione del carrello raddrizzatore;
- sistema di messa a terra del carrello raddrizzatore per tutta la sua corsa da inserito a sezionato;
- contatti di sezionamento fissi.

All'interno della cella il carrello raddrizzatore potrà assumere le seguenti posizioni:

- **inserito** carrello completamente dentro la cella; posizione di funzionamento normale con i circuiti principali ed ausiliari collegati
- **sezionato in prova** carrello parzialmente estratto; circuiti di potenza disinseriti e circuiti ausiliari collegati
- **sezionato fuori servizio (estratto)** carrello parzialmente estratto o completamente fuori dalla cella con circuiti di potenza ed ausiliari disinseribili staccando il connettore del cordone di collegamento tra la parte fissa ed il carrello.

La posizione di “sezionato in prova” e “sezionato fuori servizio” coincidono fisicamente; si passa dall'una all'altra staccando il connettore dei circuiti ausiliari.

Nella sua corsa tra inserito e sezionato il carrello dovrà essere collegato a terra.

Il movimento del carrello avviene in modo continuo mediante rotazione di una manovella inseribile nello scudo frontale.

Il foro di inserzione della manovella è chiuso da un otturatore con serratura a chiave estraibile in posizione di chiuso; l'apertura dello otturatore comanda anche l'apertura dell'interruttore di Media Tensione.

La rotazione della manovella aziona il movimento tramite due bielle che scorrono ciascuna in una rotaia; pertanto qualsiasi posizione raggiunta dal carrello risulta stabile e modificabile solo tramite apertura dell'otturatore (tramite apposita chiave), inserzione della manovella e ulteriore rotazione della stessa fino a raggiungere la nuova posizione voluta.

Il disimpegno delle bielle di comando del movimento dalle rotaie di scorrimento è possibile soltanto ruotando la manovella fino alla fine corsa della rotazione: in questa posizione il carrello può essere trascinato manualmente fuori dalla cella.

Pertanto da carrello “inserito”, la rotazione antioraria della manovella di estrazione permetterà di raggiungere le tre posizioni previste opportunamente segnalate da apposite lampade previste sul fronte della cella comandate dai relativi finecorsa di posizione:

- Lampada Rossa: posizione di inserito
- Lampada Gialla: posizione di sezionato in prova
- Lampada Verde: posizione di sezionato Fuori servizio

Partendo da carrello “estratto fuori servizio” l’inserimento dea carrello avviene in modo uguale e contrario all’estrazione:

- Inserimento a mano del carrello nella cella finché le bielle di comando del movimento entrano nelle rotaie di scorrimento
- Apertura (a mezzo chiave) dell’otturatore, inserzione della manovella e rotazione della stessa in senso orario fino al raggiungimento delle posizioni volute.

L’insieme cella-carrello raddrizzatore dovrà essere provvisto di una serie di blocchi, ed in particolare:

- blocco che vincola il carrello del raddrizzatore nelle posizioni di sezionato e inserito
- blocco che impedisce l’apertura non intenzionale delle serrande a raddrizzatore estratto;

blocco del raddrizzatore nella posizione di inserito e nella posizione di sezionato (con unica chiave)

8.4 CELLA SBARRE DI USCITA C.C.

Cella atta a contenere le sbarre positive e negative a 750 Vcc di uscita del raddrizzatore, lo shunt, i trasduttori di misura ed i collegamenti in uscita per realizzare lo schema elettrico previsto nell’impianto in oggetto.

Le celle sono chiuse verso l’esterno da pannelli e verso le altre celle da diaframmi. L’accessibilità sarà dal retro dello scomparto tramite pannelli asportabili, imbullonati. Sono inoltre presenti punti fissi per il collegamento dei fioretti di messa a terra.

8.5 CELLA LOGICA DI COMANDO, PROTEZIONE E SEGNALAZIONE

Cella atta al contenimento dei circuiti ausiliari bt, ossia apparati di comando, protezione e segnalazione.

La cella è chiusa verso le altre celle da diaframmi, verso l’esterno da pannelli, mentre sul fronte è prevista una portella per l’accesso alle apparecchiature.

In questa cella è prevista l’installazione delle morsettiere di interfaccia tra lo scomparto ed il resto dell’impianto, per quanto riguarda i collegamenti ausiliari, di logica e controllo.

Le principali apparecchiature presenti negli scomparti sono:

- n°1 carrello raddrizzatore;
- sonda per il rilievo della temperatura nel vano raddrizzatore;
- chiave di blocco in inserito e sezionato;
- punti fissi di messa a terra sulle sbarre nella parte posteriore del quadro;
- connettore volante femmina per il collegamento del carrello raddrizzatore;
- lampade di segnalazione;
- morsetti, finecorsa, relè ausiliari, targhette di identificazione e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell’unità.

- n°1 centralina per il controllo della temperatura del vano RZ con contatto di allarme e anomalia
- n° 1 shunt per l'inserzione del trasduttore di corrente a fibra ottica 3000A-60mV;
- n° 1 trasduttore di corrente a fibra ottica;
- n° 1 trasduttore di tensione a fibra ottica;
- n° 1 fusibile di protezione per trasduttore di tensione;
- n° 1 visualizzatore derivato dal trasduttore di tensione;
- n° 1 visualizzatore derivato dal trasduttore di corrente di tipo analogico ad indice;
- n° 1 visualizzatore derivato dal trasduttore di tensione di tipo analogico ad indice;
- n° 1 relè di protezione multifunzione di tipo a microprocessore avente funzioni di 32 e 64;

8.6 SCOMPARTO NEGATIVI

Lo scomparto negativi, contiene la sbarra negativa a cui si attestano i cavi collegati al conduttore di ritorno. La sbarra negativa sarà collegata alla maglia di terra, per evitare che il conduttore di ritorno sia interessato da potenziali pericolosi.

Lo scomparto è atto ad essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione dei "Quadro in corrente continua".

Lo scomparto avrà le seguenti dimensioni (indicative):

- larghezza 800 mm
- altezza 2200+200 mm
- profondità 1750 mm

Negli scomparti destinati al sezionamento negativo dovranno essere installati tanti sezionatori quanti sono gli extrarapidi di centro.

Il sezionatore negativo previsto all'interno dello scomparto avrà le seguenti caratteristiche (peraltro identiche per i sezionatori positivi):

La manovra dei sezionatori dovrà essere consentita soltanto con tutti gli interruttori extrarapidi aperti.

Lo scomparto contiene le seguenti apparecchiature principali:

- N. 1 Serie di lampade di segnalazione;
- Punti fissi per la messa a terra tramite fioretti;
- Serie di sbarre in rame collegamento cavi negativi;
- Morsetti, finecorsa, relè ausiliari, targhette di identificazione, targhe di sequenza manovre e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

9 SCOMPARTO ALIMENTATORE

9.1 GENERALITA'

La sezione di alimentazione in corrente continua sarà costituita da una serie di scomparti normalizzati, contenenti tutte le apparecchiature di manovra, di comando, di misure, di protezione e diagnostica.

9.2 LOGICA DI FUNZIONAMENTO

L'alimentatore extrarapido, derivato dalle sbarre omnibus del quadro a corrente continua, a valle dei raddrizzatori di gruppo, sarà gestito attraverso logiche cablate.

I cavi di uscita verso le linee di contatto saranno attestati sul retro dello scomparto a valle del sezionatore di linea.

Le manovre di chiusura e apertura dell'interruttore extrarapido dovranno essere possibili sia in locale che in distante.

In particolare la manovra di chiusura locale o in prova dovrà essere possibile solo se il selettore locale-remoto è in posizione locale e l'interruttore è nella posizione di inserito.

La manovra di chiusura remota degli interruttori extrarapidi dovrà ottenersi solo nelle seguenti condizioni:

- Selettore locale-distante dello scomparto in posizione distante
- Selettore sul quadro sinottico in posizione "telecomando" per la chiusura dal Posto Pilota
- Selettore sul quadro sinottico in posizione "locale" per la chiusura da sinottico
- Interruttore in posizione di inserito
- Presenza della tensione 750 Vcc sulle sbarre omnibus (almeno un gruppo di conversione chiuso)

Per motivi di emergenza e sicurezza i comandi di apertura da sinottico e da telecomando dovranno essere sempre possibili, eccezion fatta per la posizione locale dello scomparto.

Infine, sullo scomparto le aperture dovranno essere sempre possibili.

Il comando di chiusura dell'extrarapido da telecomando o da sinottico dovrà attivare automaticamente il relè di prova linea per la verifica della integrità dei cavi in partenza e della linea di contatto.

Se il test risulta positivo, il relè darà il consenso alla chiusura dell'extrarapido, in caso contrario verranno eseguite automaticamente altre due prove di isolamento che provocheranno il blocco dell'interruttore in caso di esito negativo.

L'interruttore extrarapido, oltre ad essere dotato di un proprio sganciatore diretto che ne provoca l'apertura qualora la corrente di alimentazione della linea T.E. superi i valori di taratura prestabiliti, sarà anche asservito da un sistema a microprocessore al fine di integrare la protezione diretta dell'interruttore.

Il sistema, appena descritto, è un'apparecchiatura a microprocessore con funzione di protezione, che oltre a discriminare i vari guasti lungo la linea di alimentazione filotranviaria, dovrà fornire una serie di informazioni che consentano di gestire un piano di manutenzione preventiva.

In particolare, dovrà essere possibile mediante tastiera di comando:

- Regolare i parametri di funzionamento
- Indirizzare i relè di uscita per ogni funzione
- Effettuare la prova locale per la verifica del modulo
- Effettuare il reset della protezione intervenuta

Sul display si dovranno leggere:

- Valori attuali e massimi delle varie grandezze
- Valori dei parametri impostati
- Valori della funzione che ha provocato l'ultimo intervento
- Numero e tipo di interventi
- Vita meccanica residua
- Vita residua dei contatti
- Vita residua della camera di estinzione

Dovranno, inoltre, essere gestiti attraverso contatori interni i:

- Numeri di manovre elettriche convenzionali dei contatti d'arco
- Numeri di interruzioni convenzionali del caminetto spegniarco
- Numeri di manovre meccaniche

Compito principale del modulo in descrizione dovrà essere la completa gestione dell'andamento della corrente di linea e del suo gradiente, discriminando sovraccarichi e guasti lungo la linea elettrica di trazione.

Il quadro extrarapidi sarà protetto contro i guasti a terra dalla protezione TO-64.

L'intervento di tale protezione aprirà tutti gli interruttori di gruppo MT e di conseguenza tutti gli extrarapidi.

L'intervento di tale protezione sarà segnalato sulla protezione stessa, sul sinottico ed al Posto Pilota per il telecomando.

Il reset sarà possibile solo localmente.

Dovrà, inoltre, per ogni centro di alimentazione della rete ferroviaria e quindi per ogni extrarapido, indicare la misura e l'invio al Posto Pilota dell'energia attiva assorbita.

Una opportuna implementazione dell'attuale software gestirà i segnali inviati in modo da ottenere le totalizzazioni giornaliere dell'energia assorbita da ogni singolo centro di alimentazione.

9.3 FUNZIONE E DIMENSIONI DELL'INTERRUTTORE EXTRARAPIDO

Lo scomparto alimentatore è atto a contenere l'apparecchiatura di collegamento delle sbarre c.c. al cavo alimentatore che andrà ad attestarsi sulla linea aerea di contatto.

L'apparecchiatura sopra citata ha lo scopo di proteggere le sbarre c.c. da eventuali guasti sulla linea nel più breve tempo possibile, pertanto è equipaggiata con un interruttore di tipo extrarapido.

Le caratteristiche dello scomparto, in analogia agli altri scomparti del quadro c.c., sono:

- sicurezza nell'effettuazione delle manovre, attraverso una serie di blocchi elettrici e meccanici che devono impedire false manovre;
- le parti in tensione sono completamente segregate;
- semplice manutenibilità, con ampia accessibilità a tutte le apparecchiature;
- internamente è suddiviso in celle tramite pannelli o diaframmi.

Lo scomparto alimentatore sarà atto ad essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione del “Quadro in corrente continua”.

Lo scomparto avrà le seguenti dimensioni (indicative):

- larghezza 500 mm
- altezza 2200+200 mm
- profondità 1750 mm

L'apparecchiatura di potenza è di tipo estraibile e pertanto, lo scomparto alimentatore sarà suddiviso in due parti una mobile e una fissa.

La parte fissa è suddivisa a sua volta nelle seguenti celle tra loro segregate:

- cella interruttore;
- cella sbarra omnibus;
- cella uscita linea cc;
- cella morsettiere.

9.4 CELLA INTERRUTTORE

La cella è atta a contenere l'interruttore extrarapido e tutte le apparecchiature necessarie al suo funzionamento. Inoltre, come già precisato in precedenza, oltre alle apparecchiature di potenza sul carrello sono montate le apparecchiature di protezione, logica e controllo, in particolare:

shunt;

dispositivo di test di linea;

trasduttori di misura;

vano di controllo, segregato dalla parte di potenza, solidale con il carrello estraibile, dotato di una propria portella la quale consente l'accesso delle apparecchiature di logica e controllo anche a scomparto in servizio; nel vano di controllo saranno montati i relè di protezione e diagnostica,

La cella è situata nella parte anteriore dello scomparto, e sono predisposti gli innesti e tutti gli altri dispositivi occorrenti a realizzarne l'estraibilità.

La cella è chiusa sui fianchi da pannelli e/o diaframmi, sul fronte da un pannello frontale solidale al carrello estraibile.

La cella è progettata in modo da assicurare il corretto funzionamento dell'interruttore; in particolare è assicurata la giusta circolazione dei gas ionizzati. Il raffreddamento delle parti attive è previsto in aria e a convezione naturale.

All'interno della cella interruttore sono montati anche i seguenti principali componenti:

- serrande azionate meccanicamente dal carrello interruttore, che garantiscono la segregazione delle parti in tensione;
- interblocchi meccanici, allo scopo di impedire false manovre;
- meccanismo di avanzamento e guida del carrello interruttore;
- connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari;
- fine corsa di segnalazione della posizione del carrello interruttore;
- sistema di messa a terra del carrello interruttore per tutta la sua corsa da inserito a sezionato;
- contatti di sezionamento;
- scaldiglie.

All'interno della cella il carrello interruttore potrà assumere le seguenti posizioni:

- **inserito** carrello completamente dentro la cella, posizione di funzionamento normale con i circuiti principali ed ausiliari collegati;
- **sezionato in prova** carrello parzialmente estratto, con i circuiti di potenza disinseriti, ossia l'interruttore risulta essere scollegato dalla sbarra omnibus e dai cavi alimentatori, mentre la connessione ai circuiti ausiliari è attiva;
- **sezionato fuori servizio (estratto)** carrello completamente fuori dalla cella con circuiti di potenza ed ausiliari disinseribili staccando il connettore del cordone di collegamento tra la parte fissa ed il carrello.

Nella sua corsa tra inserito e sezionato il carrello dovrà essere collegato a terra.

Il movimento del carrello avviene in modo continuo mediante rotazione di una manovella inseribile nello scudo frontale.

Il foro di inserzione della manovella è chiuso da un otturatore con serratura a chiave estraibile in posizione di chiuso; l'apertura dello otturatore comanda anche l'apertura dell'interruttore di Media Tensione.

La rotazione della manovella aziona il movimento tramite due bielle che scorrono ciascuna in una rotaia; pertanto qualsiasi posizione raggiunta dal carrello risulta stabile e modificabile solo tramite apertura dell'otturatore (tramite apposita chiave), inserzione della manovella e ulteriore rotazione della stessa fino a raggiungere la nuova posizione voluta.

Il disimpegno delle bielle di comando del movimento dalle rotaie di scorrimento è possibile soltanto ruotando la manovella fino alla fine corsa della rotazione: in questa posizione il carrello può essere trascinato manualmente fuori dalla cella.

Pertanto da carrello "inserito", la rotazione antioraria della manovella di estrazione permetterà di raggiungere le tre posizioni previste opportunamente segnalate da apposite lampade previste sul fronte della cella comandate dai relativi finecorsa di posizione:

- Lampada Rossa: posizione di inserito
- Lampada Gialla: posizione di sezionato in prova
- Lampada Verde: posizione di sezionato Fuori servizio

Partendo da carrello “estratto fuori servizio” l’inserimento del carrello avviene in modo uguale e contrario all’estrazione:

- Inserimento a mano del carrello nella cella finché le bielle di comando del movimento entrano nelle rotaie di scorrimento
- Apertura (a mezzo chiave) dell’otturatore, inserzione della manovella e rotazione della stessa in senso orario fino al raggiungimento delle posizioni volute.

Durante l’inserimento del carrello, mediante appositi riscontri, vengono azionate le leve del meccanismo che provvede al sollevamento della serranda; a serranda alzata risultano liberi i passaggi che consentono alle pinze di potenza di innestarsi sulle relative connessioni fisse solidali con la sbarra omnibus.

Durante l’operazione di estrazione del carrello, per caduta e senza l’impiego di dispositivi a molla, le serrande otturano i passaggi delle pinze in modo da garantire l’accesso alla parte fissa in condizioni di sicurezza e senza accessibilità alle parti attive.

Il sistema della serranda deve garantire la massima sicurezza, impedendo che l’operatore, in modo accidentale possa, con unico movimento, aprire la serranda stessa.

Nella parte fissa sono ricavati i passaggi dei cavi, che consentono di raggiungere la cella morsettiere ubicata nella parte superiore anteriore dello scomparto.

La cella è provvista di tutta una serie di blocchi aventi la funzione di impedire errate manovre e di assicurare che esse vengano compiute nella giusta sequenza, ed in particolare:

- blocco che vincola il carrello dell’interruttore nelle posizioni di sezionato ed inserito;
- blocco che impedisce l’estrazione del carrello interruttore ad interruttore chiuso;
- blocco che impedisce la chiusura dell’interruttore quando il carrello si trova in posizione intermedia tra sezionato ed inserito;
- blocco che impedisce l’apertura non intenzionale delle serrande ad interruttore estratto;
- blocco del carrello nella posizione di inserito e nella posizione di sezionato (con unica chiave);

9.5 CELLA SBARRA OMNIBUS

Cella atta a contenere la sbarra omnibus positiva 750 Vcc e la parte fissa del polo di ingresso dell’interruttore extrarapido.

La sbarra è disposta orizzontalmente ed è opportunamente dimensionata per una corrente continuativa in accordo alle caratteristiche elettriche.

La cella è chiusa verso l’esterno da pannelli e verso le altre celle da diaframmi. L’accessibilità è dal retro dello scomparto tramite pannello asportabile imbullonato.

9.6 CELLA USCITA LINEA CC

Cella atta a contenere la parte fissa su cui si attesta il polo di uscita dell'interruttore extrarapido, la sbarra a cui si attestano i cavi in uscita 750 Vcc e gli ammari cavi; la cella contiene inoltre il sezionatore di messa a terra.

L'accessibilità è prevista dal retro dello scomparto tramite portella interbloccata con il sezionatore di terra.

La cella è chiusa sul retro e sui fianchi da pannelli e/o diaframmi.

9.7 CELLA MORSETTIERE

La cella morsettiere è ricavata nella parte superiore anteriore dello scomparto, dotato di un proprio pannello asportabile per l'accesso alle morsettiere e segregato con diaframmi rispetto alle altre celle dello scomparto.

Costituisce questo l'unico punto di interfaccia tra l'armadio ed il resto dell'impianto per quanto riguarda i collegamenti ausiliari, di logica e controllo.

9.8 APPARECCHIATURE

Le principali apparecchiature presenti per ogni scomparto sono:

- n° 1 interruttore extrarapido $I_n=2500A$;
- n° 1 complesso test di linea costituito da contattore di potenza e resistenza di prova linea;
- n. 2 fusibili di protezione del relè prova linea
- n° 1 shunt 2500A-60mV per l'inserzione del trasduttore di corrente;
- n° 1 trasduttore di corrente a fibra ottica per misure e protezioni
- n° 1 trasduttori di tensione a fibra ottica per misure e protezioni;
- n° 1 relè di protezione e diagnostica a microprocessore;
- n° 1 sensore di corrente ad effetto Hall e relativo trasduttore per funzione 64 (uno per scomparto cc);
- n° 1 sezionatore di terra con comando manuale;
- n°1 scaricatore di sovratensione
- n°1 sezionatore di linea con comando manuale con $I_n=2500 A$, con bobina di blocco a 110 V, blocco a chiave e chiave libera a sezionatore aperto
- n° 1 selettore a chiave per comando prova/servizio;
- n. 1 punto fisso per la messa a terra, tramite fioretto volante, delle uscite linee a valle del sezionatore di linea
- n. 1 fioretto per la messa a terra
- lampade di segnalazione;
- Led segnalazione presenza tensione legato alla soglia di minima tensione del relè di protezione di cui sopra;
- scaldiglie;
- chiave di blocco;
- connettore volante femmina per il collegamento del carrello interruttore;

morsetti, finecorsa, relè ausiliari, targhette di identificazione, targhe di sequenza manovre e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

10 CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE

10.1 GRUPPO RADDRIZZATORE DA 1600 kW

Il raddrizzatore nel suo complesso avrà indicativamente le seguenti caratteristiche elettriche principali:

• collegamento	ponte di Graetz trifase
• reazione	esafase
• tensione nominale in ingresso	590 Vca
• frequenza di alimentazione	50 Hz
• tensione nominale in uscita	750 Vcc
• potenza erogata continuativa	1600 kW
• corrente nominale raddrizzatore	2133 A
• sovraccarico per 2 ore (1.5 p.u.)	3200 A
• sovraccarico per 1 minuto (2 p.u.)	4266 A
• classe di servizio normalizzata secondo la CEI EN 50328 tab. 5	V
• tensione di prova a frequenza industriale per 1 min.	6,9 kV
• tensione di targa di isolamento Unm	1,8 kV
• raffreddamento	aria naturale
• corrente di cortocircuito valore di regime (250 ms)	35 kA
• corrente di cortocircuito transitoria (valore di picco)	64 kA
• temperatura ambiente massima	40°C
• frequenza di alimentazione	50 Hz
• n° dei diodi totali	12
• n° rami totali	6
• n° diodi per ramo	2
• tensione nominale	750 V

10.2 CIRCUITO DI SMORZAMENTO

Il circuito è utilizzato per lo smorzamento delle sovratensioni di origine interna e di origine esterna al raddrizzatore.

Ogni circuito è composto dalle seguenti principali apparecchiature:

- 1 fusibile;
- 1 gruppo R1C1 di potenza (protegge da transitori ad elevato contenuto energetico ma di spettro di frequenza relativamente ridotto);

10.3 SISTEMA DI CONTROLLO TEMPERATURA AMBIENTE RADDRIZZATORE

Per ogni carrello raddrizzatore deve essere previsto un sistema di rilevazione e controllo della temperatura ambiente a 2 livelli di intervento: il primo livello di allarme è dotato di un contatto di segnalazione, il secondo livello di scatto è dotato di un contatto per il blocco.

10.4 INTERRUTTORE EXTRARAPIDO

L'interruttore extrarapido per corrente continua avrà le seguenti caratteristiche indicative:

- di tipo estraibile su carrello;
- unipolare;
- in aria a soffio magnetico, con caminetto per lo spegnimento dell'arco;
- sgancio libero ed aggancio magnetico;
- apertura automatica in caso di sovracorrenti attraverso uno sganciatore di massima corrente di tipo bidirezionale;
- bobina di apertura a minima tensione
- tensione nominale 750 Vcc
- tensione massima permanente 900 Vcc
- tensione massima non permanente per 5 min. 950 Vcc
- livelli di isolamento:
 - tensione di tenuta a 50Hz per 1' fra i contatti principali 5,5 kV
 - tensione di tenuta a 50Hz per 1' fra i circuiti principali verso circuiti ausiliari e massa 5,5 kV
- corrente nominale max (tarabile tra 900 e 2500) 2500 A

- corrente di corto circuito per 200 ms circ. principali 70 kA
- corrente limite dinamica circuiti principali 110 kA
- corrente di corto circuito per 200 ms circ. di terra 30 kA
- corrente limite dinamica circuiti di terra 65 kA
- corrente nominale 2500 A
- Tensione ausiliaria comandi e segnalazioni 24-110 V
- tensione bobina di ritenuta 110 Vcc
- contatti ausiliari 5 NA + 5 NC
- grado di protezione IP20-30

10.5 SEZIONATORE NEGATIVO

Il sezionatore negativo per corrente continua avrà le seguenti caratteristiche indicative:

- tensione nominale 3600 Vcc
- tensione nominale di esercizio 750 Vcc
- corrente nominale 2600 Acc
- corrente di breve durata ammissibile per 1 sec. 50 kA
- corrente limite dinamica (valore di cresta) 125 kA
- comando manuale
- contatti ausiliari 3 NA 3 NC

10.6 SHUNT

Di seguito vengono definite le principali caratteristiche elettriche indicative dello shunt da installare negli scomparti raddrizzatore e negli scomparti alimentatore:

- scomparto raddrizzatore 1600 kW 3000 A - 60 mV
- scomparto alimentatori di linea 2500 A - 60 mV
- classe di precisione 0,5

10.7 TRASDUTTORI DI MISURA PER CORRENTE E TENSIONE IN C.C.

All'interno del quadro in corrente continua sono previste delle misure di corrente e di tensione in corrente continua. Il sistema che si utilizza per la trasmissione dei segnali agli apparecchi di misura, è del tipo a fibra ottica.

Le principali caratteristiche elettriche dei vari componenti del sistema di misura a fibra ottica sono:

10.7.1 TRASMETTITORE A FIBRA OTTICA

Il trasmettitore converte i segnali prelevati dal partitore voltmetrico o dallo shunt amperometrico in segnali compatibili per essere trasmessi tramite fibra ottica. Le principali caratteristiche del trasmettitore devono essere le seguenti:

- contenitore isolante
- posizione di montaggio qualsiasi

Canale misure di tensione

- tensione nominale 750 V
- tensione massima di esercizio 900 V
- tensione minima di esercizio 500 V
- precisione $\pm 1 \% \text{ f.s.}$
- tempo di risposta $\leq 1 \text{ ms}$

Canali misure di corrente

- ingresso nominale $\pm 60 \text{ mV}$
- precisione $\pm 1 \% \text{ f.s.}$

10.7.2 RICEVITORE OTTICO

Ha la funzione di elaborare i segnali provenienti dal trasmettitore a fibra ottica in segnali idonei a pilotare le unità finali di misura della tensione e corrente. Le principali caratteristiche dei canali devono essere le seguenti:

Canale misura di tensione

- precisione $\pm 1 \% \text{ f.s.}$
- tempo di risposta $\leq 1 \text{ ms}$
- uscita 0÷20 mA per telemisura e misura su sinottico
- tensione di alimentazione $110 \pm 15\% V_{cc}$

Canale misura di corrente

- precisione $\pm 1\% \text{ f.s.}$
- tempo di risposta $\leq 1 \text{ ms}$
- uscite:
- alimentatore 3 uscite:
- n. 2 per di/dt e diagnostica
- n. 1 0÷20 mA per telemisura e misura su sinottico
- scomparto raddrizzatore 2 uscite

- n. 1 per pilotaggio relè 32
- n. 1 0÷20 mA per telemisura e misura su sinottico
- tensione di prova a frequenza industriale per 1' 2 kV

10.8 RELÈ DI PROTEZIONE E DIAGNOSTICA

In ogni cella alimentatore deve essere prevista l'installazione di un relè di protezione e diagnostica.

Il sistema di protezione e diagnostica previsto è di tipo a microprocessore, dedicato come in seguito descritto, oltre che a funzioni di protezione per l'impianto, proprio alla diagnostica degli interruttori extrarapidi. Tale apparecchiatura (tramite l'eccitazione di relè al suo interno) informerà l'Operatore del momento in cui si deve effettuare la manutenzione.

Il relè trova applicazione principale nei sistemi di alimentazione per linee di trazione, realizzando varie protezioni, tra le quali quella per guasto "lontano"; inoltre fornisce una serie di informazioni sullo stato dell'interruttore che consentono, tra l'altro, di gestire un piano di manutenzione preventiva.

Le principali funzioni integrate devono essere:

- diagnostica dell'interruttore;
- protezione di/dt;
- autodiagnostica interna.

I principali dati visualizzati sul display sono:

- valori di impostazione delle regolazioni;
- programmazione di indirizzamento dei relè di uscita;
- valore attuale dei principali parametri:
- corrente primaria;
- numero di manovre dell'interruttore (meccaniche, elettriche, interruzione);
- valore dei parametri significativi al momento di un qualsiasi intervento o comunque relativi all'ultimo intervento effettuato;
- valore massimo misurato dei principali parametri;
- numero di interventi avvenuti per ogni funzione.

10.8.1 SEGNALI D'INGRESSO

Caratteristiche ingressi di corrente:

- Corrente nominale +/- 20mA
- Sovraccaricabilità permanente 40%I_n
- Impedenza d'ingresso 100Ω
- risoluzione del canale 12 bit calcolati tra -25 e +25 mA

I canali di acquisizione vengono tarati in fabbrica e non necessitano di alcuna regolazione sul campo.

10.8.2 RELÈ D'USCITA

Sono previsti:

- n° 3 relè, uno per ogni funzione del relè, normalmente diseccitati ciascuno con 2 contatti di scambio
- n°1 relè normalmente eccitato con 2 contatti di scambio, utilizzato per la segnalazione di:
 - mancanza alimentazione ausiliaria
 - guasto interno al relè
 - modulo in programmazione

10.8.3 INTERFACCIA LOCALE

Sul pannello frontale sono disponibili:

- un display grafico .

Il visualizzatore permette attraverso apposita scansione comandata da tastiera, la lettura e la modifica delle impostazioni, la lettura delle misure e la consultazione e la modifica della programmazione.

- una tastiera che permette, oltre la scansione di cui sopra, la modifica delle impostazioni, attività di test e il ripristino delle segnalazioni memorizzate
- led di segnalazione, accesi a luce fissa come indicazione d'intervento della funzione ad esso associata, lampeggianti per anomalia sul canale d'ingresso.
- una connessione seriale tramite connettore posto sul retro del dispositivo, per l'interfaccia locale tramite convertitore RS485/RS232 con un PC.

Il PC mediante un opportuno programma d'interfaccia, consente la lettura e la modifica delle impostazioni, la lettura delle misure, degli eventi registrati, delle informazioni diagnostiche e delle registrazioni oscillografiche.

10.8.4 CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Orologio real - time

- Alimentazione – range di ingresso: 85.264 Vac 80.375 Vdc
- Alimentazione – ingresso nominale secondo EN 60950: 100.240 Vac 100.353 Vdc
- Temperatura di funzionamento da -20 a +55 °C
- Isolamento ingressi analogici: 1 KV
- 3 ingressi isolati (1 KV) per riarmo a distanza
- 1 canale seriale isolato (1 KV) RS485 con protocollo Modbus

10.8.5 FUNZIONI

Il relè di protezione ha integrate le seguenti funzioni:

- Diagnostica dell'interruttore
- Manutenzione per n di manovre meccaniche
- Manutenzione per n di aperture elettriche
- Manutenzione per n di interruzioni elettriche
- Massima corrente
- Istantanea
- ritardata
- Massima variazione di corrente in funzione del gradiente di corrente
- A/ms>
- DR>
- EXP
- Massima temperatura del conduttore
- Massimo I_{2t}
- Funzione di oscuramento
- Funzione ritardo intenzionale di intervento interruttore
- Relè di massa quadro o schermo cavo

10.8.6 DIAGNOSTICA DELL'INTERRUTTORE

La funzione di diagnostica dell'interruttore da indicazioni di manutenzione dei:

- Main contact – tramite analisi della corrente (aperture elettriche)
- Arc Chute – tramite analisi dell'energia d'arco (interruzioni elettriche)
- Della meccanica dell'interruttore – tramite analisi delle aperture meccaniche

I tre contatori possono essere abilitati o disabilitati separatamente, hanno 2 soglie impostabili una di allarme ed una di scatto.

10.8.7 CONTATORE DI APERTURE MECCANICHE – PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Una volta superata la soglia impostata il relè da una di “Manutenzione interruttore per N° manovre meccaniche”

Interrogando il relè si può visualizzare:

- la soglia impostata
- il n° progressivo di aperture effettuate
- il n° di manovre rimanenti

L'azzeramento dei contatori dello strumento è eseguibile solo tramite PASSWORD.

10.8.8 CONTATORE DI INTERRUZIONI ELETTRICHE – PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Data una corrente in ingresso I_k (dove I_k è in valore massimo registrato) che causa l'intervento della protezione il contatore di interruzioni elettriche si incrementa di una certa percentuale data da appropriati algoritmi di calcolo.

Interrogando il relè si visualizza:

- Lo stato attuale, espresso in percentuale, delle interruzioni effettuate

L'azzeramento dei contatori dello strumento è eseguibile solo tramite PASSWORD.

10.8.9 CONTATORE DI APERTURE ELETTRICHE – PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Questa funzione a differenza della precedente, oltre che la corrente interrotta prende in considerazione la durata d'arco, ossia il tempo che intercorre dal momento di superamento soglia fino a quando la corrente si estingue andando a 0.

Data una corrente in ingresso I che causa l'intervento della protezione ed un tempo d'arco dt il contatore di aperture elettriche si incrementa di una certa percentuale data da appropriati algoritmi di calcolo.

Interrogando il relè si visualizza:

- Lo stato attuale, espresso in percentuale, delle interruzioni effettuate

L'azzeramento dei contatori dello strumento è eseguibile solo tramite PASSWORD.

10.8.10 MASSIMA CORRENTE DIRETTA ISTANTANEA E RITARDATA

Il sistema monitorizza in modo continuo la corrente quando la corrente supera $I>$ si ha lo scatto istantaneo del relè associato ad $I>$; il relè si mantiene eccitato (se la corrente si mantiene superiore ad $I>$) per un tempo pari a $tI> + tBo$, dopodiché si diseccita (indipendentemente dal valore della corrente).

Se la corrente permane maggiore di $I>$ per un tempo pari a $tI>$, si ha lo scatto del relè associato a $tI>$.

La funzione di $I>$ e quella di $tI>$ non possono essere attive contemporaneamente.

Funzione di massima corrente parametri:

- Regolazione soglia $I>$
- Regolazione ritardo $tI> 5\div 999$ ms
- Regolazione ritardo $tBo 50\div 500$ ms

10.8.11 MASSIMA VARIAZIONE DI CORRENTE IN FUNZIONE DEL GRADIENTE DI CORRENTE

Questo modulo ha la funzione di analizzare le variazioni della corrente erogata dagli interruttori al fine di individuare se esse sono dovute a normali partenze di motori o a guasti di linea.

Parametri da impostare tramite calcoli di linea:

- Il gradiente di corrente gL in caso di guasto lontano nelle condizioni di massimo carico e minima tensione di alimentazione
- Il valore della corrente di regime IL in caso di guasto lontano nelle condizioni di

- massimo carico e minima tensione di alimentazione
- Il valore massimo della corrente istantanea erogata IM nelle condizioni di massimo carico
- La massima variazione di corrente nella fase di avviamento in caso di avviamento convenzionale

10.8.12 FUNZIONE MASSIMA TEMPERATURA DEL CONDUTTORE

Questa funzione ha lo scopo di evitare che la linea elettrica di trazione possa subire danni in seguito ad un eccessivo riscaldamento dovuto ad un sovraccarico.

Questa funzione si basa sul calcolo, istante per istante, della sovratemperatura θ in funzione della corrente e dei parametri caratteristici della linea, corrente termica I_t e costante di tempo della linea t_c , che devono essere noti.

Il sistema al raggiungimento della temperatura di allarme $T_{a/n}$ da un all'allarme, se la temperatura continua a crescere il sistema fa intervenire la protezione quando la temperatura raggiunge il 110% della temperatura di regime.

È possibile la rialimentazione della linea interessata solo quando la temperatura è scesa sotto la temperatura di autorizzazione alla richiusura $T_{c/n}$.

Per il funzionamento della protezione è necessario fornire in ingresso quattro parametri:

- $[t_c]$ = costante di tempo termica = $1 \div 60$ s
- $[I_t]$ = corrente termica continuativa
- $[T_{a/n}]$ = temperatura di preallarme = $70 \div 100\%$
- $[T_{c/n}]$ = temperatura di autorizzazione alla richiusura = $70 \div 100\%$

10.8.13 FUNZIONE I2T

La funzione I^2t viene attivata solo qualora la corrente di linea superi il doppio della corrente termica impostata.

Questa protezione ha lo scopo di proteggere componenti sensibili da sovraccarichi di breve durata (es. raddrizzatori).

Impostando il valore t_2 della durata massima ammessa del sovraccarico del 100%, la protezione provoca l'apertura dell'interruttore di linea qualora sia verificato l'algoritmo impostato.

10.8.14 FUNZIONE DI OSCURAMENTO T_{B0}

Per evitare scatti intempestivi all'atto della messa in tensione della linea dovuti alla eventuale presenza del carico degli ausiliari in linea il relè è stato dotato della funzione oscuramento che lo rende inattivo per un tempo prefissato $[t_{B0}]$

10.8.15 FUNZIONE ΔT

Questa funzione è un ritardo intenzionale all'eccitazione del relè di apertura da inserire in ogni funzione.

11 COMPLESSO TEST DI LINEA

In ogni cella alimentatore deve essere prevista l'installazione di un sistema di verifica dell'integrità della linea. Il prova linea dovrà consentire le seguenti importanti verifiche prima di comandare la chiusura dell'interruttore extrarapido, per evitare i pericoli connessi all'alimentazione di un guasto:

- verifica integrità dello stato della linea di alimentazione
- prova integrità sbarre di SSE in caso di SSE con funzione di posto di parallelo

Il sistema di prova linea ha la funzione di verificare le due condizioni illustrate precedentemente per mezzo di una iniezione di corrente nella linea (o nella sbarra a seconda dei casi), misura della tensione residua e confronto della stessa con un valore prefissato indipendente dal valore della tensione di linea.

Il complesso prova linea si compone essenzialmente di:

- un circuito di iniezione di corrente, collegato in parallelo all'interruttore extrarapido (e quindi estraibile con lo stesso), composto da un contattore protetto da un fusibile con segnalazione di integrità e da un resistore di adeguata potenza;
- un dispositivo di logica, che comanda il funzionamento del circuito di iniezione e si interfaccia con le altre apparecchiature di comando.

La sorgente di prova utilizzata per verificare la linea di contatto è la tensione presente all'interno dello scomparto alimentatori, mentre per verificare la integrità della sbarra omnibus viene utilizzata la tensione della linea di alimentazione.

Il sistema prevede le seguenti uscite ciascuna delle quali pilota un proprio relè:

- n° 1 relè normalmente diseccitato (eccitato per intervento) per il comando del contattore.
- n° 2 relè normalmente diseccitati (eccitati per intervento) indirizzati come segue:
 1. linea stabile
 2. linea guasta
- n° 1 relè normalmente eccitato (diseccitato per intervento) utilizzato per la segnalazione di:
 1. mancanza alimentazione ausiliaria
 2. guasto interno al sistema

Il riarmo, dopo l'intervento del relè, avviene automaticamente quando:

- la causa del guasto è stata rimossa
- alla fine del test

Oltre ai normali controlli da WATCHDOG e POWERFAIL, è previsto un ampio programma di test ed auto-diagnosi che si esegue mediante auto-generazione di adeguato segnale.

Auto-test diagnostico e funzionale alla accensione: avviene automaticamente ad ogni accensione e comprende il controllo di tutti i programmi e delle memorie.

Test comandato da pannello frontale o da linea di comunicazione: prevede un completo controllo diagnostico e funzionale con o senza intervento dei relè di uscita.

Il sistema dovrà fornire localmente all'operatore numerose misure ed informazioni utili per la diagnostica del sistema, le principali sono le seguenti:

- tensione di linea
- tensione delle sbarre

- valore della tensione al primo tentativo
- numero totale di richieste di verifica della linea
- numero totale di test con esito linea sana
- numero totale di test con esito linea guasta

12 CONTATTORE PROVA LINEA

Il contattore di prova linea, posizionato a bordo del carrello interruttore avrà caratteristiche idonee al tipo di servizio previsto.

Dato il campo di applicazione gravoso, i contattori previsti dovranno essere garantiti per un elevatissimo numero di manovre meccaniche e per un corretto funzionamento anche in presenza di urti e vibrazioni.

Il circuito magnetico di comando è previsto per il funzionamento in corrente continua.

I contatti di potenza dovranno essere sempre facilmente accessibili e sostituibili con l'ausilio di normali attrezzi.

Dovrà essere garantito il buon funzionamento anche con temperatura ambiente molto elevata.

Il contattore il cui scopo è inserire e disinserire il circuito prova linea dovrà avere le seguenti principali caratteristiche elettriche:

- | | |
|---|------------------------|
| • tensione nominale U_n | 750 V |
| • livello di isolamento (norma CEI EN 50123-1) | |
| • tensione di tenuta a 50Hz per 1' verso terra e tra i poli (U_a) | 5,5kV |
| • tensione di prova a frequenza industriale per 1' fra i circuiti ausiliari e massa | 2kV |
| • corrente termica nominale | 50A |
| • potere di apertura | 50A |
| • potere di chiusura | 50A |
| • tensione nominale di alimentazione dei circuiti ausiliari e di comando | 110(+10,-15)% V_{cc} |
| • contatti ausiliari | 2NA+2NC |

13 RESISTENZA PROVA LINEA

La resistenza prova linea, posizionata sul carrello dell'extrarapido, è utilizzata per realizzare il "circuito prova linea" del quadro blindato di alimentazione dovrà avere le seguenti principali caratteristiche elettriche:

- | | |
|--|-------------|
| • resistenza | 12 Ω |
| • tensione nominale U_n | 750 V |
| • livello di isolamento: | |
| tensione di tenuta a 50Hz per 1' verso terra (U_a) | 5,5 kV |
| • corrente termica nominale per 3 secondi | 30 A |

14 FUSIBILE DI PROTEZIONE

Il fusibile, posizionato a bordo del carrello interruttore, è inserito in serie al circuito contattore e resistenza e sarà adibito alla protezione dello stesso.

Le sue principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- tensione nominale U_n 750 V
- Potere di interruzione a $L/R=15ms$ 60kA

Il fusibile dovrà essere dotato di micro contatto di segnalazione.

15 RELÈ DI PROTEZIONE 64

15.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Il dispositivo di protezione svolge la seguente funzione di protezione:

- Relè di guasto a terra massa quadro o schermo cavo 64

15.2 SEGNALI D'INGRESSO

Caratteristiche ingressi di corrente:

- Corrente nominale +/- 20mA da toroide TO64
- Sovraccabilità permanente 40% I_n
- Impedenza d'ingresso 100 Ω
-

I canali di acquisizione vengono tarati in fabbrica e non necessitano di alcuna regolazione sul campo.

15.3 RELÈ D'USCITA

Sono previsti:

- n° 2 relè, , normalmente diseccitati

Le caratteristiche elettriche dei relè di uscita sono:

- I_{th} 6A
- V_n 250Vca
- Potere di chiusura 30A(picco) per 0,5 s
- Interruzione 0,2 A, 110Vcc, $L/R=40ms$
- tempo eccitazione 6 msec – tempo rilascio 5 msec

15.4 INTERFACCIA LOCALE

Sul pannello frontale sono disponibili:

- un display alfanumerico su 2 righe di 8 caratteri ciascuna.
Il visualizzatore permette attraverso apposita scansione comandata da tastiera, la lettura e la modifica delle impostazioni, la lettura delle misure e la consultazione e la modifica della programmazione.
- una tastiera che permette, oltre la scansione di cui sopra, la modifica delle impostazioni, attività di test e il ripristino delle segnalazioni memorizzate
- tre led di segnalazione, accesi a luce fissa come indicazione d'intervento della funzione ad asso associata, lampeggianti per anomalia sul canale d'ingresso.
- una connessione seriale tramite connettore posto sul fronte del dispositivo, per l'interfaccia locale con un PC.

Il PC mediante un opportuno programma d'interfaccia, consente la lettura e la modifica delle impostazioni, la lettura delle misure, degli eventi registrati, delle informazioni diagnostiche e delle registrazioni oscillografiche.

15.5 CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Orologio real - time
- Alimentazione – range di ingresso: 85.264 Vac 80.375 Vdc
- Alimentazione – ingresso nominale secondo EN 60950: 100.240 Vac 100.353 Vdc
- Isolamento alimentazione 2 KVac
- Resistenza di isolamento > 1 GOhm
- Temperatura di funzionamento da -20 a +55 °C
- Isolamento ingressi analogici: 1 KV
- 3 ingressi isolati (1 KV) per riarmo a distanza
- 1 canale seriale isolato (1 KV) RS485 con protocollo Modbus
- 5 buffer di memorizzazione eventi Orologio e memoria tamponati (2 giorni minimo)
- Uscita alimentazione isolata (1 KV) +15...0...-15 Vcc per alimentazione dispositivo VAC 08 4-20 e TA ad effetto Hall
- tensione di prova d'isolamento IEC 60255-5 2kV,50Hz,1min
- tensione di prova ad impulso IEC 60255-5 5kV (c.m.), 2kV (d.m.) – 1,2/50µs

16 RELÈ DI PROTEZIONE 32

16.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Il dispositivo di protezione svolge la seguente funzione di protezione:

- Relè di ritorno di Energia 32

16.2 SEGNALI D'INGRESSO

Caratteristiche ingressi di corrente:

- Corrente nominale $\pm 20\text{mA}$ da Trasduttore di misura
- Sovraccabilità permanente $2I_n$
- Impedenza d'ingresso 100Ω

I canali di acquisizione vengono tarati in fabbrica e non necessitano di alcuna regolazione sul campo.

16.3 RELÈ D'USCITA

Sono previsti:

- n° 1 relè normalmente diseccitato con 2 contatti di scambio

Le caratteristiche elettriche dei relè di uscita sono:

- I_{th} 6A
- V_n 250Vca
- Potere di chiusura 30A(picco) per 0,5 s
- Interruzione 0,2 A, 110Vcc, L/R=40ms
- tempo eccitazione 6 msec – tempo rilascio 5 msec

16.4 CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Alimentazione – range di ingresso: 85.264 Vac 80.375 Vdc
- Alimentazione – ingresso nominale secondo EN 60950: 100.240 Vac 100.353 Vdc
- Isolamento alimentazione 2 KVac
- Resistenza di isolamento $> 1\text{ G}\Omega$
- Temperatura di funzionamento da -20 a +55 °C
- 3 ingressi isolati (1 KV) per riarmo a distanza

- Uscita alimentazione isolata (1 KV) +15...0...-15 Vcc per alimentazione dispositivo VAC 08 4-20 e TA ad effetto Hall
- tensione di prova d'isolamento IEC 60255-5 2kV,50Hz,1min
- tensione di prova ad impulso IEC 60255-5 5kV (c.m.), 2kV (d.m.) – 1,2/50µs

17 SEZIONATORE UNIPOLARE DI TERRA SCOMPARTO ALIMENTATORI

Tali sezionatori sono previsti installati negli scomparti alimentatori.

Il sezionatore di terra è dotato di blocchi a chiave che lo blocca nelle posizioni di chiuso e aperto.

Il sezionatore di terra deve avere le seguenti principali caratteristiche elettriche:

- tensione nominale di esercizio 750 Vcc
- livello di isolamento:
- tensione di prova a frequenza industriale per 1' verso terra e fra i poli 5,5 kV
- corrente di breve durata ammissibile per 200 ms 30 kA
- corrente limite dinamica (valore di cresta) 65 kA

L'installazione deve essere prevista all'interno dello scomparto alimentatori positivi con comando manuale rinviato sulla portella del vano posteriore in cui è inserito.

Il meccanismo di comando deve garantire la perfetta esecuzione delle manovre di apertura e chiusura nonché la stabilità delle posizioni di "aperto" e "chiuso".

18 SCALDIGLIE

Le scaldiglie utilizzate all'interno degli scomparti alimentatori sono di tipo corazzato ed autoregolanti in modo da gestire automaticamente la loro inserzione.

Di seguito vengono date le principali caratteristiche:

- Tensione di alimentazione 230 Vca
- Potenza 40 W
- Quantità (per scomparto) 1
- Grado di protezione IP 20

19 CONDUTTORI AUSILIARI DI COLLEGAMENTO

Le apparecchiature contenute nel quadro sono complete dei collegamenti fino alle morsettiere terminali.

A queste o a quelle interne sono collegati i contatti ausiliari degli interruttori, contattori, i contatti di relé di protezione e ausiliari e di tutte le apparecchiature rappresentate sugli schemi funzionali tipo.

I cablaggi (ad eccezione dei cablaggi realizzati dal Costruttore delle singole apparecchiature) sono realizzati con cavetti flessibili in rame tipo N07G9-K.

I conduttori saranno provvisti ai due estremi di marcafili in plastica componibili, portanti la sigla od il numero corrispondente sullo schema funzionale.

Le connessioni alle morsettiere e alle apparecchiature saranno effettuate tramite terminali isolati.

Ogni qualvolta dei cavi attraverseranno diaframmi saranno usate opportune guarnizioni passacavo.

I conduttori di cablaggio saranno previsti protetti nel loro percorso da canaline o tubi isolanti autoestinguenti.

Il collegamento tra i TA ad effetto Hall e le protezioni 64, tra i rilevatori di misura ed il relè di protezione e diagnostica e tutti gli eventuali collegamenti che necessitano di cavi particolari sono realizzati con cavi schermati.

Di seguito vengono date le principali caratteristiche:

- tensione nominale: 450/750 V (U_o/U) (cablaggi aux)
1,5 kV (cablaggi di potenza 750Vcc)
- sezioni minime:
- circuiti di comando aux 1 mmq
- cavo schermato 0,5 mmq
- cablaggi dei circuiti di potenza 750Vcc 2,5 mmq

20 FINECORSA

I finecorsa utilizzati hanno le seguenti principali caratteristiche elettriche:

- tensione nominale 110 Vcc
- corrente nominale 10 A
- tensione di prova 2 kV
- potere di interruzione 0,5 A
- n. di manovre totali 1.000.000

21 ILLUMINAZIONE INTERNA

L'illuminazione interna ai quadri è comandata da un apposito selettore a due posizioni posto all'esterno dello scomparto.

Le principali caratteristiche elettriche sono:

- Tensione di alimentazione 230 Vca
- Potenza (lampade ad alta efficienza e basso consumo) 8 W
- Grado di protezione IP 20

22 DISPOSITIVI VOLANTI DI MESSA A TERRA UNIPOLARE

Per ogni quadro in corrente continua è fornito un dispositivo volante di messa a terra delle sbarre positive.

Essi sono costituiti dalle seguenti apparecchiature:

- punto fisso a sfera con attacco maschio avente le seguenti caratteristiche:
- realizzazione in rame elettrolitico UNI 5649-71-1;
- rivestimento protettivo mediante stagnatura galvanica;
- corrente di cortocircuito 20 kA per 1 secondo;
- pinza in ottone stampato idonea per stringere il punto fisso di cui sopra, con attacco a baionetta con campana di guida in gomma semirigida per montaggio su fioretto, avente le seguenti principali caratteristiche:
- corpo in ottone stampato collaudato per alte intensità di corrente;
- vite di serraggio in acciaio con rivestimento antiossidante;
- bullone in acciaio inox;
- fioretto in vetroresina con attacco CL;
- cavo di collegamento sezione 95 mmq
- morsetto di terra NB idoneo per essere fissato alla barra di terra.

23 VERNICIATURA

Tutta la struttura metallica del quadro, salvo le parti in lamiera elettrozincate, dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza all'usura.

Il ciclo di preparazione e verniciatura delle superfici metalliche sopra menzionato è in linea di massima costituito da:

- fosfosgrassaggio;
- asciugatura;
- deposizione polveri;
- essiccazione;

Il colore dei quadri sarà RAL 7030 e l'aspetto della superficie sarà bucciato-semilucido.

Lo spessore minimo della finitura è 50 micron.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori in materiale ferroso saranno protetti mediante zincatura elettrolitica.

24 TARGHE

Le targhe di identificazione delle apparecchiature contenute nello scomparto rispettano le indicazioni presenti negli schemi elettrici e sono poste in maniera inamovibile su tutte le apparecchiature.

Sul quadro, in posizione idonea, dovrà essere posta in maniera inamovibile una targa metallica riportante le seguenti indicazioni minime:

- Nome del Costruttore o Marchio di fabbrica
- Numero di fabbrica
- Tensione nominale
- Tensione di esercizio
- Corrente nominale
- Riferimento alla norma corrispondente.

Sulle porte dello scomparto sul fronte e sul retro ove necessario, vengono applicate le targhe sequenza manovre riportanti le istruzioni generali di manovra dello stesso ed il sinottico dello scomparto che può essere sostituito da un pannello touch screen.

Sul fronte e sul retro in alto viene posta la targa di identificazione dello scomparto.

Nei punti dove necessario sono applicate targhe monitorici di forma e contenuto secondo i tipi di normale produzione e in commercio.

Gli apparecchi contenuti nei singoli scomparti sono contrassegnati con la sigla di identificazione della propria funzione indicata sugli schemi. Il contrassegno sarà indelebile ed inamovibile.

Nei punti dove necessario dovranno essere applicate cartelli triangolari con indicazione "PERICOLO DI FOLGORAZIONE" serie UNI 7545

25 PROVE

25.1 PROVE DI TIPO

Sarà fornita copia dei bollettini delle prove di tipo effettuate presso il CESI o altri enti riconosciuti, su apparecchiature di caratteristiche riconducibili a quelle oggetto della presente specifica tecnica o prove eseguite presso il laboratorio del costruttore eventualmente alla presenza del cliente

25.2 PROVE DI ACCETTAZIONE

25.2.1 GENERALITÀ

E' prevista l'effettuazione delle prove di accettazione in accordo alla norma CEI EN 50123. Tutte le prove meccaniche ed elettriche, atte a controllare la rispondenza del complesso e delle singole parti della fornitura alla presente specifica ed alle Norme in essa citate, saranno realizzate presso la fabbrica.

Il fornitore dovrà, preliminarmente all'approntamento ed installazione dei componenti, presentare, per approvazione, i documenti che rappresentino:

- il fronte quadro
- lo schema unifilare e multifilare

- lo schema funzionale
- le morsettiere di ogni scomparto
- targhe e targhette
- tutte le informazioni tecniche che caratterizzano il quadro

25.2.2 PROVE SUL QUADRO

E' prevista l'effettuazione delle seguenti prove:

- controllo a vista e dimensionale del complesso e delle singole parti;
- prove di funzionamento meccanico, con particolare riguardo alla verifica degli interblocchi ed arresti meccanici relativi all'introduzione in cella ed all'estrazione degli interruttori, raddrizzatori, contattori, ecc.;
- controllo dell'intercambiabilità di tutte le apparecchiature in versione estraibile di eguale portata;
- prove di sequenza di manovra;
- prove dei dispositivi elettrici di manovra;
- prove di tensione a frequenza industriale del circuito principale e sui circuiti ausiliari e di comando;
- controllo elettrico e di funzionamento dei circuiti ausiliari, esteso a tutti i circuiti del quadro verificando:
 - la corretta inserzione delle protezioni;
 - il corretto funzionamento delle protezioni;
 - il corretto funzionamento delle logiche di comando, segnalazioni e i tempi di ritardo dei relè;
- prove dei dispositivi ausiliari.
- verifica della remotizzazione dei segnali di stato, comando, allarme e misura previsti
- verifica degli interblocchi a chiave ed elettrici