



trasporti regionali della sardegna

#### **PROGETTO**

Sistema SIAP (Sistema integrato di Alimentazione e protezione) per l'alimentazione in emergenza degli apparati ACEI presenti nelle stazioni di : Sassari scalo - Santa Maria Di Betlem - Olmedo - Alghero - SanGiorgio

#### **PROGETTO FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

#### **PROGETTAZIONE**

Ing. Antonio Sogos

#### **COORDINATORE**

Ing. Antonio Sogos

#### **COLLABORATORI**

Ing. Maurizio Mei



#### **OGGETTO**

ELABORATI DI PROGETTO

#### **ELABORATO**

RELAZIONE TECNICA

#### **CODICE ELABORATO**

ALL.B

| REV. | DATA | MODIFICHE |
|------|------|-----------|
|------|------|-----------|

|   |             |  |
|---|-------------|--|
| 0 | APRILE 2022 |  |
|---|-------------|--|

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 |  |  |
|---|--|--|

|   |  |  |
|---|--|--|
| 2 |  |  |
|---|--|--|

|   |  |  |
|---|--|--|
| 3 |  |  |
|---|--|--|

| FORMATO |
|---------|
|---------|

|    |
|----|
| A4 |
|----|

| SCALA |
|-------|
|-------|

|       |
|-------|
| VARIE |
|-------|

## 1. NORMATIVA

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>D.Lgs. 9/4/08 n.81</b>    | TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e succ. mod. e int.  |
| <b>D.Lgs. 3/8/09 n.106</b>   | Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro   |
| <b>Legge 186/68</b>          | Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.   |
| <b>DPR 151 01/08/11</b>      | Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.   |
| <b>D.Lgs. 22/01/08 n. 37</b> | Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.   |
| <b>CEI 64-8</b>              | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.  |
| <b>CEI 64-8/1</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.   |
| <b>CEI 64-8/2</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: definizioni.  |
| <b>CEI 64-8/3</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.   |
| <b>CEI 64-8/4</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.  |
| <b>CEI 64-8/5</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.   |
| <b>CEI 64-8/6</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: verifiche.  |
| <b>CEI 64-8/7</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.   |
| <b>CEI 64-8; V1</b>          | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene modifiche ad alcuni articoli nonché correzioni di inesattezze riscontrate in alcune Parti della Norma CEI 64-8.   |
| <b>CEI 64-8; V2</b>          | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. La Variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuovi documenti CENELEC della serie HD 60364.  |
| <b>CEI 64-8; V3</b>          | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene il nuovo Allegato A della Parte 3: "Ambienti residenziali - Prestazioni dell'impianto" e modifiche ad alcuni articoli della Norma CEI 64-8 in seguito al contenuto dell'Allegato A. |
| <b>CEI 64-50</b>             | Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.  |
| <b>CEI 11-17</b>             | Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee  |
| in cavo.                     |  |
| <b>CEI 0-2</b>               | Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti   |
| elettrici.                   |  |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>CEI EN 61439-1</b>           | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.  |
| <b>CEI EN 61439-2</b>           | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.  |
| <b>CEI 0-10</b>                 | Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.  |
| <b>CEI 81-10/1</b>              | Protezione contro i fulmini. Principi generali.  |
| <b>CEI 81-10/2</b>              | Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio.  |
| <b>CEI 81-10/3</b>              | Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.  |
| <b>CEI 81-10/4</b>              | Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.   |
| <b>CEI-UNEL 35026</b>           | Cavi elettrici isolati 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.            |
| <b>CEI-UNEL 35024/1</b>         | Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria. |
| <b>CEI-UNEL 35023</b>           | Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.  |
| <b>CEI 3-50</b>                 | Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature. Parte 2: Segni originali.   |
| <b>CEI 0-11</b>                 | Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza   |
| <b>CEI 64-14</b>                | Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.  |
| <b>CEI 34-22</b>                | Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza.  |
| <b>CEI 34-111</b>               | Sistemi di illuminazione di emergenza.   |
| <b>CEI 23-50</b>                | Spine e prese per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali.  |
| <b>CEI EN 60909-0 CEI 11-25</b> | Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti.  |
| <b>CEI EN 50125-2</b>           | Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Condizioni ambientali per gli equipaggiamenti Parte 2: Impianti elettrici fissi   |
| <b>CEI EN 50125-3</b>           | Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Condizioni ambientali per le apparecchiature. Parte 3: Apparecchiature per il segnalamento e le telecomunicazioni   |
| <b>CEI EN 61000-4-11</b>        | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-11: Tecniche di prova e di misura - Prove di immunità a buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione  |
| <b>CEI EN 61000-6-2</b>         | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali  |
| <b>CEI EN 50121-1</b>           | Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica. Parte 1: Generalità   |
| <b>CEI EN 50121-5</b>           | Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica. Parte 5: Emissioni ed immunità di apparecchi e impianti fissi di alimentazione  |
| <b>CEI 17-5 CEI 17-5 -V1</b>    | Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici  |
| <b>CEI IEC/TR 60890</b>         | Modalità di verifica tramite calcolo della sovratemperatura per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)   |
| <b>CEI EN 60529-V</b>           | Sistema di classificazione dei gradi di protezione degli involucri per il materiale elettrico, la cui tensione nominale non supera 72.5 kV.  |

#### **Direttiva 2006/95/CE (Direttiva BT)**

Concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione

#### **Direttiva 89/336/CEE**

Direttiva Compatibilità Elettromagnetica modificata ed integrata dalle direttive 92/28/CEE, 93/68/CEE e 93/97/CEE

#### **SPECIFICHE TECNICHE RFI :**

**DTCDNSSSTB SF IS 06 732 D** : Parte III Sistema integrato di alimentazione e protezione per impianti di

Sicurezza e Segnalamento

**DTCDNSSSTB SF IS 06 365 A** : Trasformatori di isolamento monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria destinati agli impianti di Sicurezza e Segnalamento

**Disposizione RFI/TC.SS /009/523** : Protezione contro le sovratensioni dell'alimentazione degli Impianti di Sicurezza e Segnalamento

Inoltre dovranno essere rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.F., Ente distributore di energia elettrica, Impresa telefonica, ISPESL, ASL, ecc.

## 2. PREMESSA

Lo scopo di questo documento è quello di illustrare la scelta ed il dimensionamento del sistema di alimentazione dei circuiti di sicurezza ed enti di piazzale ACEI installati nelle Stazioni della linea ferroviaria TPL Sassari-Alghero:

1. Sassari Scalo
2. Santa Maria di Betlem
3. San Giorgio
4. Olmedo
5. Alghero Sant'Agostino

in quanto le attuali centraline, per il superato livello tecnologico e per l'impossibilità di reperire sul mercato le schede elettroniche di ricambio che gestiscono la logica di funzionamento per l'ottenimento delle tensioni di lavoro dei circuiti di sicurezza del segnalamento ferroviario ed enti di piazzale: 150Vac e 144Vcc, non garantiscono più i livelli minimi di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità (RAM).

In particolare la presente relazione tecnica contiene la descrizione della configurazione delle differenti apparecchiature tecnologiche che, nel complesso, costituiscono il SIAP, ossia il *Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione*, specificatamente strutturato per l'alimentazione degli impianti di sicurezza ferroviari.

In riferimento alla limitata estensione ed al non elevato grado di complessità degli apparati ACEI installati nelle suddette stazioni la norma tecnica di riferimento è costituita dalla **"Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTCDNSSSTB SF IS 06 732 - Parte III - SIAP: Tipologie per Piccoli Impianti"**, la cui configurazione prevede un modulo per le utenze in corrente alternata ed un altro per le utenze in corrente continua.

Nello schema a blocchi di principio è rappresentata l'architettura completa di tutti i possibili componenti del sistema integrato.

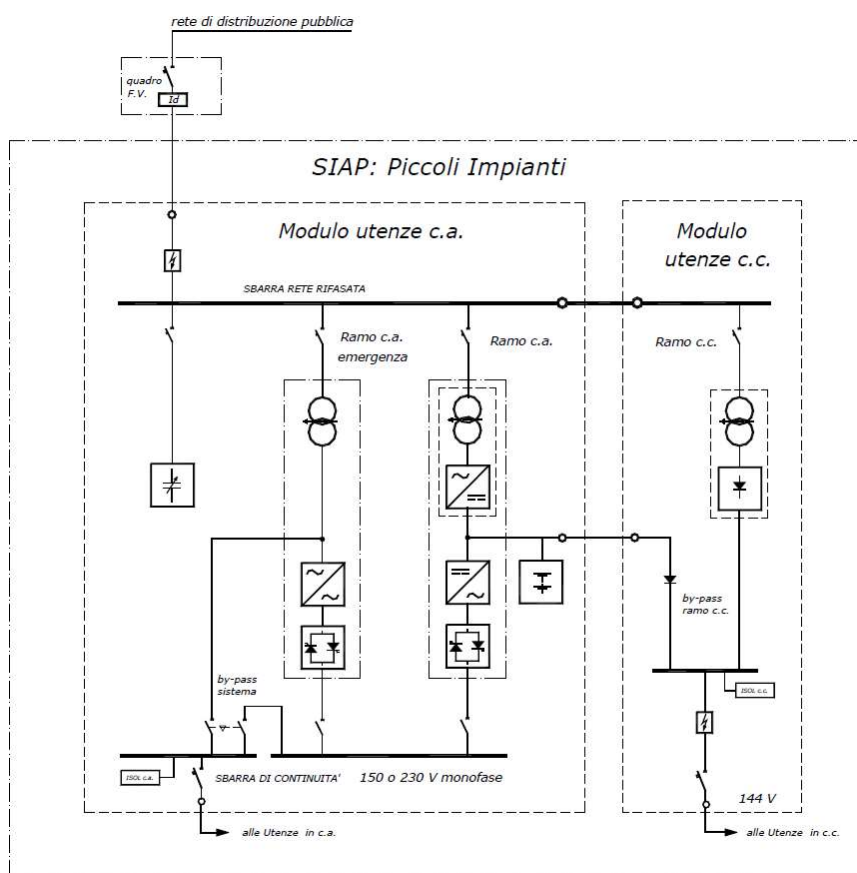


Fig. 1 SCHEMA A BLOCCHI DI PRINCIPIO DEL SIAP PER PICCOLI IMPIANTI

### 3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA SIAP

Il sistema integrato è progettato per poter operare alle seguenti condizioni ambientali:

- Ambiente: Aerato e protetto da agenti atmosferici
- Tipo installazione: All'interno di locali dedicati
- Temperatura dell'aria: Media di riferimento 30°C con variazioni comprese tra 0°C e + 45°C
- Umidità relativa dell'aria:  $\leq 90\%$
- Altitudine: Inferiore a 1000 m. s.l.m.

Per quanto riguarda il sistema elettrico cui il SIAP è collegato le caratteristiche tecniche sono le seguenti:

- Sistema TT (alimentazione da rete pubblica)
- Tensione in ingresso  $V_{ac} = [400 \pm 10\%] V - (3F+N)$
- Frequenza in ingresso  $[50 \pm 5\%] Hz$
- Corrente di Corto Circuito in ingresso 10 kA.

Il Sistema in oggetto deve poter essere impiegato per alimentare impianti dove è realizzata la protezione per separazione elettrica e/o mediante utilizzo di componenti in doppio isolamento. La funzione di separazione elettrica non deve essere inficiata dalla presenza di:

- linee e dispositivi di diagnostica
- filtri
- scaricatori
- componenti ausiliari.

Al fine di soddisfare le esigenze impiantistiche, il SIAP deve:

- garantire la sicurezza elettrica;
- assicurare l'alimentazione degli apparati anche in caso di mancanza tensione da parte dell'ente distributore;
- proteggere i carichi dalle micro-interruzioni e/o dai buchi di tensione;
- alimentare il carico con tensioni di qualità;
- proteggere sé stesso ed i carichi da fenomeni di sovratensione.

I Sistemi SIAP per Piccoli Impianti, pertanto, devono avere caratteristiche tali da poter essere impiegati essi stessi isolati da terra con protezione per separazione elettrica, rispettando tutte le prescrizioni delle norme CEI.

In tutte le condizioni di impiego, nel SIAP non devono essere presenti circuiti o dispositivi che generino correnti di dispersione superiori ai limiti ammessi dalle norme CEI.

In particolare per le seguenti Stazioni degli impianti:

- Santa Maria di Betlem
- San Giorgio
- Olmedo
- Alghero Sant'Agostino

si adotterà, tenuto conto del basso livello della complessità degli impianti, un SIAP della potenza nominale di 5 kVA, mentre per la Stazione di Sassari Scalo si adotterà un SIAP avente potenza nominale pari a 10 kVA.

In riferimento al precedente schema a blocchi di principio del SIAP, il sistema è composto dai seguenti rami o sottoassiemi funzionali:

- Modulo Utenze in Corrente Alternata
- Modulo Utenze in Corrente Continua.

Il modulo per le utenze in corrente alternata, con tensione in uscita monofase Vac a 150 V e frequenza in uscita a 50 Hz, è composto da:

- a) Ramo in Corrente Alternata che comprende:
  - *La Sezione Raddrizzatore*
  - *La Sezione Inverter*
  - *L'Interruttore Statico*
- b) Ramo Emergenza in Corrente Alternata che comprende:
  - *Trasformatore di Separazione Galvanica*
  - *Sezione Stabilizzatore*
  - *Interruttore Statico*
- c) Batteria di Accumulatori
- d) Sezione di Rifasamento
- e) Quadro Gestore comprendente i dispositivi di sezionamento e protezione, la diagnostica di sistema
- f) Il modulo per le utenze in corrente continua a tensione nominale Vcc di 144 V è composto da:
  - *Ramo in Corrente Alternata che comprende:*
    - *Trasformatore di Separazione Galvanica*
    - *Ponte di Conversione a Diodi*
    - *Diodo di Blocco Unidirezionale verso la Batteria.*

I vari sottoassiemi costituenti i SIAP verranno installati negli appositi locali UPS e Batteria dei Fabbricati Viaggiatori, delle stazioni precedentemente descritte (vedasi Tav. N.\*\*), dove attualmente sono alloggiati le centraline ed accumulatori.

I locali UPS e Batteria verranno, preventivamente, attrezzati di apposito impianto di condizionamento e/o di estrazione d'aria conformi alle vigenti normative tecniche e di sicurezza. Tutti i diversi componenti del SIAP sono assiemati, unitamente ai tutti i dispositivi di comando, misura, protezione, regolazione e con tutte le interconnessioni elettriche e meccaniche in modo da costituire un unico sistema, nel pieno rispetto dei criteri di sicurezza e funzionalità richiesti per l'esercizio ferroviario.

Il SIAP per Piccoli Impianti, destinato a fornire, senza soluzione di continuità, l'alimentazione agli impianti di segnalamento ferroviario alla tensione alternata di 150V e alla tensione in corrente continua di 144V deve possedere le caratteristiche tecniche e la configurazione di seguito descritte.

Alimentazione del SIAP:

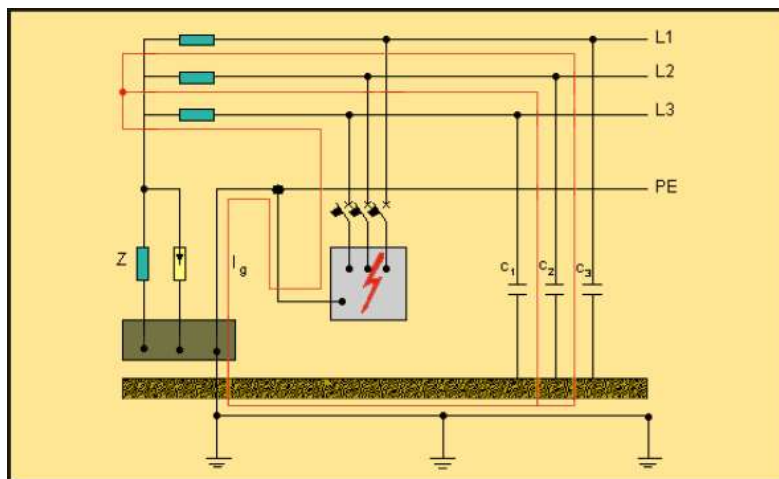
- Vac =  $[400 \pm 10\%]$  V - (3F) e/o (3F+N)
- Frequenza in ingresso  $[50 \pm 5\%]$  Hz
- Corrente di Corto Circuito in ingresso 10 kA
- Potenza nominale, a  $\cos\vartheta=1$ , 5kVA - 10kVA

Il SIAP funziona in modo continuativo e l'alimentazione dei carichi in corrente alternata avviene in via preferenziale dal ramo raddrizzatore/inverter.

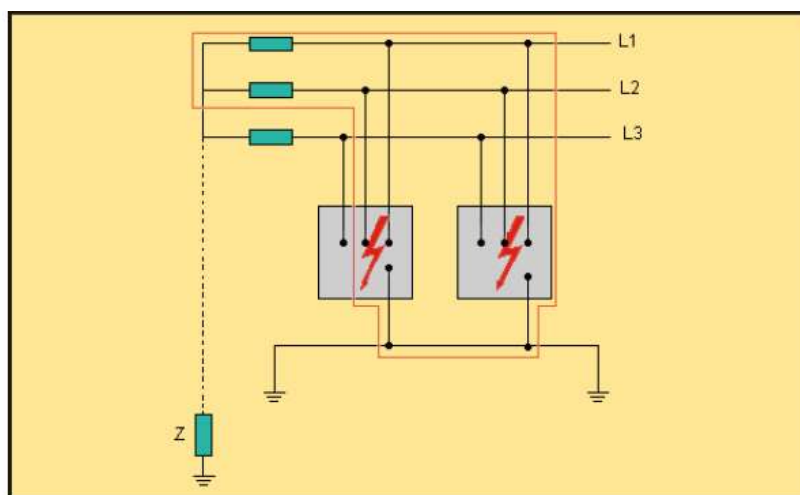
In caso di fuori servizio del ramo in corrente alternata o a causa dell'insorgere di un elevato sovraccarico i vengono commutati sul ramo emergenza.

Non essendo presente il gruppo elettrogeno le apposite batterie di accumulatori, alimentate e tenute in carica di mantenimento, fungono come riserva di energia ed in emergenza, provvedono all'alimentazione dei carichi in corrente continua a 144Vcc.

Il sistema integrato deve realizzare al suo interno la separazione elettrica delle utenze dalla rete pubblica ed il by-pass del sistema per l'alimentazione dei carichi essenziali è realizzato tramite trasformatore di isolamento del ramo corrente alternata emergenza ed il by-pass dello stabilizzatore al fine di non alterare il sistema elettrico di distribuzione in uscita del SIAP: Sistema IT, che evolve in un Sistema TN al primo guasto a terra.



*Fig. 7.13 – Percorso della corrente di primo guasto a terra in un sistema IT.*



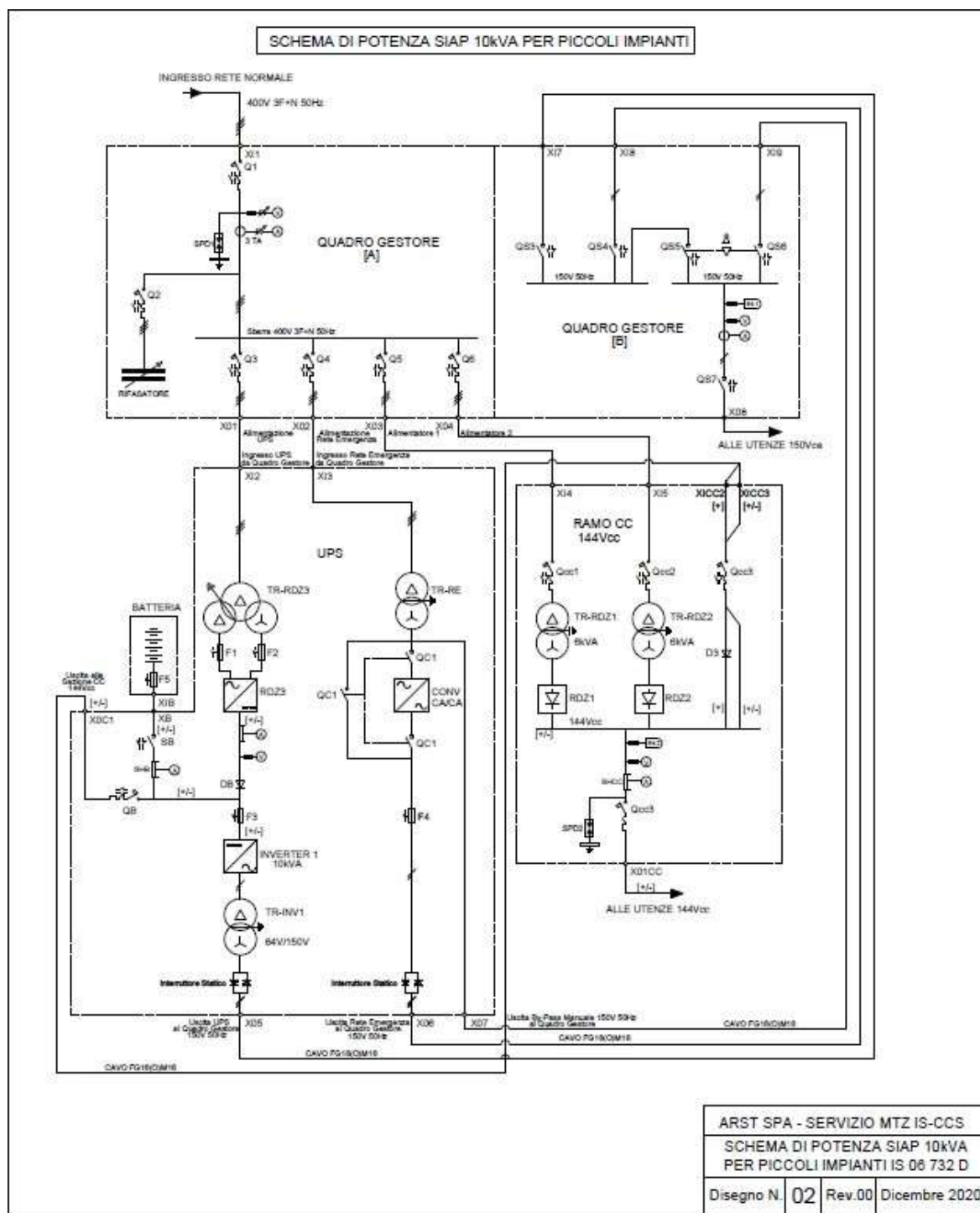
*Fig. 7.14 – Impianto IT con le masse degli utilizzatori collegate ad uno stesso impianto di terra. A seguito di un primo guasto a terra il sistema IT si trasforma in un sistema TN.*

## **Fig. 2 IMPIANTO IT PER ALIMENTAZIONE CIRCUITI DI SICUREZZA FERROVIARI**

Di seguito viene riportato lo schema di potenza del SIAP per Piccoli Impianti da 10kVA (vedasi Capitolato Tecnico-Amministrativo), per la Stazione di Sassari Scalo, in cui è sintetizzata l'architettura del sistema integrato composto da:

1. Quadro Gestore
2. UPS
3. RAMO CC a 144Vcc
4. Batteria di Accumulatori.





**Fig. 3 SCHEMA DI POTENZA DEL SIAP 10 kVA PER PICCOLI IMPIANTI**

Nello schema di potenza, successivo, del SIAP per Piccoli Impianti da **5kVA** (vedasi Capitolato Tecnico-Amministrativo), per le stazioni di:

- Santa Maria di Betlem
- San Giorgio
- Olmedo
- Alghero sant'Agostino

è sintetizzata l'architettura del sistema integrato composto da:

1. Quadro Gestore + RAMO CC a 144Vcc
2. UPS
3. Batteria di Accumulatori.

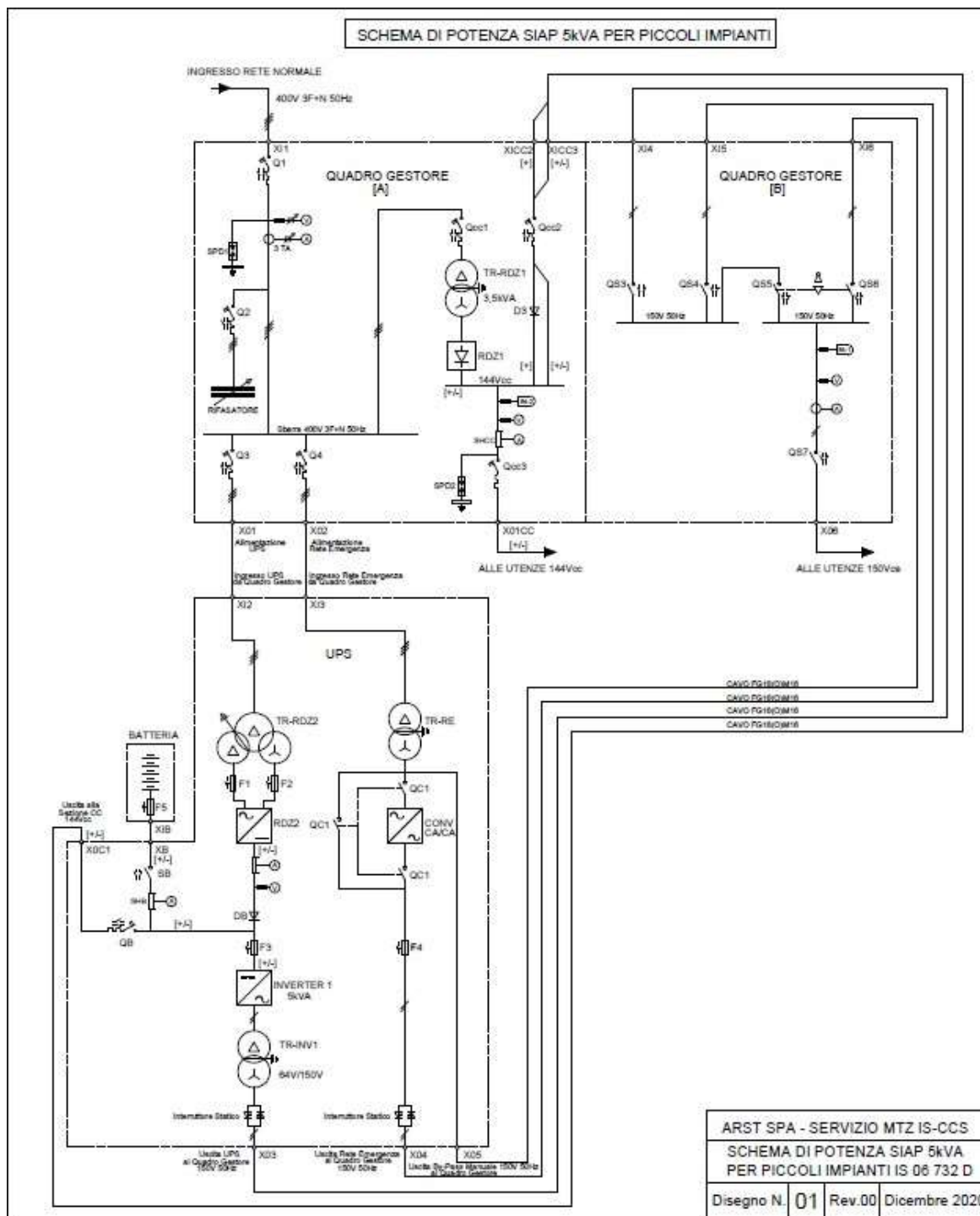


Fig. 4 SCHEMA DI POTENZA DEL SIAP 5 kVA PER PICCOLI IMPIANTI

#### 4. QUADRO GESTORE

Il Quadro Gestore, per le due differenti taglie di SIAP, deve consentire il sezionamento, il distacco elettrico e la rimozione di ciascun ramo o sottoassieme funzionale, singolarmente, senza che si venga a creare alcun tipo di disservizio all'intero impianto ed in regime di sicurezza, in particolare deve mantenere immutato il sistema di distribuzione (Sistema TT o Sistema IT) nelle diverse operazioni di sezionamento o di by-pass.

Il regime del neutro della sorgente normale, rete pubblica di distribuzione, è tipo TT.

Le utenze privilegiate IS a 150 Vac saranno alimentate tramite trasformatori di isolamento e il regime del neutro e delle masse verso le utenze IS sarà del tipo IT, con segnalazione del primo guasto a terra.

Nel Quadro Gestore devono essere installati, coordinati fra loro, tutti i dispositivi di protezione e sezionamento per ogni sottoassieme, conformi alle vigenti norme tecniche (Norme CEI).

Ogni dispositivo di sezionamento e protezione:

- Interruttori automatici magnetotermici modulari e scatolati
- Interruttori di manovra-sezionatori
- Fusibili
- Limitatori di sovratensione (SPD)

deve essere corredato di opportuni contatti ausiliari riguardanti lo stato di funzionamento dello stesso:

- Aperto
- Chiuso
- Intervenuto per sovracorrente
- Intervenuto per sovratensione

Il potere di interruzione (PI) degli interruttori automatici non deve essere:

| <b>Interruttori Automatici in Corrente Alternata</b> |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Interruttori Automatici Modulari                     | <b><math>\geq 15\text{kA}</math></b> |
| Interruttori Automatici Scatolati                    | <b><math>\geq 25\text{kA}</math></b> |

| <b>Interruttori Automatici in Corrente Continua</b> |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Interruttori Automatici Modulari                    | <b><math>\geq 10\text{kA}</math></b> |
| Interruttori Automatici Scatolati                   | <b><math>\geq 25\text{kA}</math></b> |

Gli interruttori di manovra sezionatori in corrente alternata [AC] la corrente interrotta non deve essere inferiore a  $6 \cdot I_n$ , mentre in corrente continua [DC] la corrente interrotta non deve essere inferiore a  $2,5 \cdot I_n$ .

In ingresso alla linea di alimentazione, a valle del dispositivo di comando, sezionamento e protezione, deve essere installato un Limitatore di Sovratensione (SPD) avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tipo 2 secondo EN61643-11, Tensione nominale 230Vac, Corrente maxima di scarica  $I_{\max} (8/20\mu\text{s})$  (L-N/N-PE)  $\geq 40\text{kA}$  (per polo), Corrente nominale di scarica  $I_n (8/20\mu\text{s})$  (L-N/N-PE)  $\geq 20\text{kA}$  (per polo), Livello di protezione  $U_p$  (L-N/N-PE)  $\leq 1,5\text{kV}$ , tipo estraibile per polo, munito di protezione termica, protezione di back-up con fusibili e/o interruttori automatici magnetotermici, Corrente di Corto Circuito  $\geq 15\text{kA}$  indicatore di stato di guasto.

In uscita, sulla sbarra che alimenta le utenze in corrente continua a 144Vcc, deve essere installato un Limitatore di Sovratensione (SPD) avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Idoneo per circuiti in corrente continua, Tensione nominale 600Vdc, Corrente maxima di scarica  $I_{max}(8/20\mu s) \geq 40kA$  (per polo), Corrente nominale di scarica  $I_n(8/20\mu s) \geq 20kA$  (per polo), Livello di protezione  $Up \leq 2,2kV$ , tipo estraibile per polo, munito di protezione termica, Corrente di Corto Circuito  $\geq 10kA$  indicatore di stato di guasto.

Tutti i cavi di interconnessione tra i sottosistemi costituenti il SIAP:

1. Quadro Gestore
2. UPS
3. RAMO CC a 144Vcc
4. Batteria di Accumulatori

devono essere del tipo: FG16(O)M16, Tensione nominale  $U_o/U$ : 0,6/1 kV, conforme alla Norma: EN 50575:2014+A1:2016 e al Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575, Classe di reazione al fuoco Cca, s1b, d1, a1, per le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, sono adatti per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

Per la linea di alimentazione del SIAP, tipo 3F+N, si utilizzerà il montante esistente che si sviluppa a partire dal punto di consegna in BT: cavo multipolare  $4 \times 10 \text{ mm}^2$ , tensione nominale  $U_o/U$ : 0,6/1 kV, con protezione dalle sovracorrenti mediante interruttore automatico modulare tetrapolare avente  $I_n=40A/C$ ,  $I_{cn}=10kA$ ,  $V_n=500V$ , corredato di sganciatore differenziale istantaneo  $I_{dn}=500mA$  tipo A. Nella tabella seguente sono riportati i risultati della verifica, considerando il massimo sviluppo del montante, in posa interrata, pari a 100 m (Stazione di Alghero).

#### Caratteristiche generali della line

| P [kW] | $I_b [A]/I_{nm} [A]$ | $I_{b L1} [A]$ | $I_{b L2} [A]$ |       | $\cos \varphi_b$ | $K_{utilizzo}$ | $K_{contemp.}$ |
|--------|----------------------|----------------|----------------|-------|------------------|----------------|----------------|
| 13,14  | 19,16                | 19,16          | 19,16          | 19,16 | 0,99             | 1              | 1              |

| Derivazione | tipo cond. | Lung h. [m] | Posa 64-8 | Temp. [°C] | Resistività [°K m/W] | Prof. di Posa [m] | ravv. dist. | altri circuiti | K secur. |
|-------------|------------|-------------|-----------|------------|----------------------|-------------------|-------------|----------------|----------|
| 3F+N+PE     | multi      | 100         | 61        | 30         | 1,06                 | 0,8               | ravv.       | 1              | 1        |

| Sezione Conduttori [mm²] F N PE | $R_{cavo} [m\Omega]$ | $X_{cavo} [m\Omega]$ | $R_{tot} [m\Omega]$ | $X_{tot} [m\Omega]$ | $\Delta V_{cavo} [\%]$ | $\Delta V_{tot} [\%]$ | $\Delta V_{max} \text{ prog} [\%]$ |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1x10                            | 185,2                | 8,61                 | 199,75              | 30,73               | 1,87                   | 1,89                  | 4                                  |

| $I_b [A]$ | $I_z [A]$ | $I_{cc \text{ max inizio linea}} [kA]$ | $I_{cc \text{ max Fine linea}} [kA]$ | $I_{cc \text{ min fine linea}} [kA]$ | $I_{cc \text{ Terra}} [kA]$ |
|-----------|-----------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 19,16     | 54,21     | 9,59                                   | 1,25                                 | 0,28                                 | 0,05                        |

| Designazione / Conduttore |
|---------------------------|
| FG7OR 0.6 kV/1kV          |

#### VERIFICHE PROTEZIONI

| Sovraccarico | Corto Circuito massimo | Corto Circuito minimo | Persone |
|--------------|------------------------|-----------------------|---------|
| SI           | SI                     | SI                    | SI      |

## 5. RAMO IN CA (UPS) 400Vca/150Vca

Il ramo in corrente alternata per l'alimentazione delle utenze in CA è composto dai seguenti sottoassiemi funzionali:

Ramo in CA:

- Trasformatore di separazione galvanica
- Sezione Raddrizzatore
- Sezione Inverter
- Interruttore Statico

Ramo Emergenza:

- Trasformatore di separazione galvanica
- Sezione Stabilizzatore
- Interruttore Statico.

La Sezione Raddrizzatore converte la tensione alternata di alimentazione in una tensione continua per la carica della batteria di accumulatori e l'alimentazione del carico costituito dalla Sezione Inverter.

La Sezione Raddrizzatore deve essere in grado di fornire la potenza necessaria alla sezione inverter, a pieno carico, anche in assenza di batteria.

La logica di regolazione e controllo deve adeguare in modo automatico i parametri elettrici di erogazione: tensione e corrente continua, verso la batteria senza compromettere il regolare funzionamento della Sezione Inverter.

Il Raddrizzatore è così costituito:

1. Trasformatore trifase:

- Classe H, in aria naturale;
- Schermo elettrostatico tra primario e secondario;
- Impregnazione con resina epossidica;
- Isolamento 3 kV 50 Hz / 1 min, tra primario e schermo, secondario e schermo, tra avvolgimenti e nucleo;

2. Ponte di conversione d'ingresso: total controllato dodecafase a tiristori;

- Raffreddamento dei dispositivi con ventilazione forzata;
- Efficienza (%)  $\geq 0.93$

3. Protezione termostatica dei tiristori:

- Per massima temperatura (T2), con spegnimento del raddrizzatore;
- Allarme per limite di temperatura interna alta: T1 essendo  $T1 < T2$ ;

4. Logica di controllo a schede, contenute in un cestello porta schede, aventi le seguenti funzioni:

- Controllo sequenza accensioni dei tiristori del ponte dodecafase;
- Controllo e regolazione dei parametri di tensione e corrente continua erogati dal convertitore;
- Controllo e regolazione dei parametri di carica della batteria.

## 6. INVERTER

L'inverter è così costituito:

### 1. Ponte di commutazione a transistori (IGBT):

- Raffreddamento dei dispositivi con ventilazione forzata in modo che la temperatura massima di giunzione degli IGBT sia  $\leq 80\%$   $T_{jmax}$ , con temperatura ambiente e corrente erogata nominale;

### 2. Trasformatore monofase:

- Classe H (Norma CEI 15-26), in aria naturale;
- Impregnazione con resina epossidica;
- Isolamento 3 kV 50 Hz/1 min, tra primario e secondario, tra avvolgimenti e nucleo;

### 3 Condensatori circuiti di potenza tipo "Long Life Grade" alla temperatura di riferimento di 85°C;

- Efficienza (%)  $\geq 0.85$

### 4. Logica di controllo a schede, contenute in un cestello portaschede, aventi le seguenti funzioni:

- Controllo regolarità della tensione continua di alimentazione al ponte di commutazione inverter;

- Formazione degli impulsi PWM di comando del ponte monofase di potenza a IGBT;
- Controllo della sintesi sinusoidale monofase e sua correzione del fattore di forma;
- Controllo e regolazione dei parametri statici e dinamici della tensione e corrente erogata;
- Protezione contro sovraccarichi transitori;
- Tensione d'uscita monofase: 150V;
- Stabilità statica della tensione d'uscita: +1%;
- Frequenza nominale: 50Hz;
- Limite campo di frequenza di sincronizzazione: 49–51Hz;
- Distorsione della tensione d'uscita, con carico lineare:  $< 3\%$ ;
- Distorsione della tensione d'uscita, con carico non lineare:  $< 8\%$  (definito secondo la Norma CEI

EN 62040-3);

- Stabilità dinamica della tensione d'uscita: classe 1 - Norma CEI EN 62040-3;
- Sovraccarico: 125%, per 1 min;
- Sovraccarico: 150 %, per 10 s;
- Sovraccarico: 200%, per 1s;
- Durata del corto circuito massimo accettabile:  $< 0,1$  s;
- Tempo di rientro intolleranza statica:  $< 100$ ms;
- Limiti ammessi del fattore di potenza del carico:  $0,5 - 1 \cos\phi$ .

## 7. SEZIONE EMERGENZA CA

La Sezione Emergenza in CA è così costituita:

### 1. Trasformatore tri-monofase:

- Classe H, in aria naturale;
- Schermo elettrostatico tra primario e secondario;
- Impregnazione con resina epossidica;
- Isolamento 3 kV 50 Hz / 1 min, tra primario e schermo, secondario e schermo, tra avvolgimenti e nucleo;
- Sezionatori di carico installati a monte ed a valle dello stabilizzatore;
- Sezionatore di by-pass manuale.

### 2. Stabilizzatore monofase:

- Tensione d'uscita: 150V, 50 Hz, monofase;
- Stabilità della tensione d'uscita: + 2 % del valore nominale;
- Sovraccarico: 150 %, per 1 min;
- Sovraccarico: 200 %, per 1 s;

- Durata del corto circuito massimo accettabile  $\leq 0,1$  s.

Il quadro per la linea di emergenza (quadro di by-pass) sarà costituito da:

- un trasformatore di isolamento realizzato secondo la Norma Tecnica RFI IS 365 ed. 2008;
- uno stabilizzatore di tensione;
- un interruttore statico dimensionato per la potenza pari a quella continuativa dell'UPS;
- sezionatori di carico installati a monte ed a valle dello stabilizzatore;
- un sezionatore di by-pass manuale.

## **8. RAMO CORRENTE CONTINUA A 144V**

Il ramo in corrente continua a 144V, consente l'alimentazione delle casse di manovra per i deviatori e passaggi a livello, costituito da un gruppo trasformatore-raddrizzatore (Alimentatore), ridondato solo per il SIAP da 10 kVA, conforme alla Specifica Tecnica di Fornitura RFI IS 06 732 D ed avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione Ingresso Armadio  $[400 \pm 10\%]$  V - (3F)
- Frequenza in ingresso  $[50 \pm 5\%]$  Hz
- Corrente di Corto Circuito in ingresso 10 kA
- N.1 interruttore-sezionatore automatico tripolare di tipo scatolato per il gruppo trasformatore-raddrizzatore ed avente con potere d'interruzione  $\geq 16$  kA
- N.1 trasformatori trifase: classe H, in aria naturale a specifica IS 365
- N.1 ponte di conversione trifase a diodi, con tensione inversa ripetitiva  $\geq 3,5$  volte il valore della tensione massima applicata al singolo diodo, corrente diretta media, riferita ad un tempo di integrazione di 20ms,  $\geq 3$  volte il valore della corrente media che attraversa il diodo nelle condizioni di carico nominale, con la temperatura di giunzione di ogni diodo, nelle condizioni di carico nominale, non deve essere superiore al 50% del valore massimo dichiarato dalla casa produttrice
- N.1 Relè indicatore di isolamento per corrente continua
- N.1 Voltmetro tensione continua utenze cc
- N.1 Amperometro tensione continua utenze cc
- Tensione Uscita Armadio 144Vdc.

## **9. QUADRO BATTERIE SISTEMA DIAGNOSTICO ORACLE**

Le batterie a servizio della sezione di continuità CA e della Sezione di continuità CC devono avere le seguenti caratteristiche tecniche e le condizioni di servizio di seguito descritte:

- Batterie di accumulatori del tipo stazionario a 72 elementi al piombo, regolato a valvole in tecnologia AGM (Adsorbed Glass Materials), con vita attesa uguale o superiore a 10 anni (a Norme CEI EN 60896-21 e 60896-22);
- Le batterie devono essere sezionabili e scollegabili in totale sicurezza per gli operatori ed in conformità alla norma CEI 64-8;
- In particolare una volta scollegato e sfilato un monoblocco, non dovranno essere accessibili punti a tensione pericolosa per l'Operatore;
- Regime di ricarica a tensione di mantenimento (2,27V/el a 20°C), con massima corrente iniziale di ricarica regolabile tra 0,10 e 0,15 C10, in funzione dell'effettiva temperatura di esercizio;
- Massima escursione termica dell'ambiente operativo  $-5^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$ ;
- La batteria deve essere protetta contro l'eccessiva scarica (oltre la soglia minima di tensione: 1,75V/el) mediante distacco delle utenze (spegnimento inverter);
- Organo di sezionamento per il distacco del carica-batteria nel caso di tensione applicata superiore al valore di 2,45 V/el, con successivo riarmo esclusivamente di tipo manuale;
- Fusibili per la protezione dalle sovracorrenti;
- Condizioni di installazione secondo la Norma CEI EN 50272-2;

- Capacità non inferiore a 300 A/h;
- Numero degli elementi della Batteria: 72;
- Autonomia non inferiore a 6 ore;
- Sistema di monitoraggio delle batterie tipo Oracle che, attraverso opportuni sensori posti sul singolo elemento o gruppo di elementi del banco batteria, consente di monitorare costantemente, in aggiunta allo stato di carica, anche l'impedenza degli elementi del banco batteria, parametro che, sulla base dei parametri indicati nel data - sheet del produttore della batteria, permette di comprendere in maniera predittiva lo stato di degrado dell'elemento, ottimizzando la gestione del piano di manutenzione. Il sistema deve essere integrato nel SIAP, pertanto nel pannello operatore del Quadro Gestore è possibile gestire tutti gli allarmi ed accedere a tutti i valori delle misure eseguite dal sistema di monitoraggio sia durante il processo di carica che quello di scarica. Il Sistema di monitoraggio deve consentire la consultazione da remoto della registrazione dei Log eventi e delle misure.

## 10. DIAGNOSTICA DEL SISTEMA

Per i SIAP per Piccoli impianti, sul pannello anteriore dei singoli armadi, mediante apposito schema sinottico, sono evidenziate sia le principali condizioni di funzionamento e sia le indicazioni fornite dagli strumenti di misura, di seguito descritte:

- voltmetro tensione rete (230V/400V)
- amperometro alimentazione da rete
- voltmetro tensione alternata sbarra di continuità (150Vac)
- amperometro corrente alternata sbarra di continuità;
- voltmetro corrente continua raddrizzatore (144Vcc)
- amperometro batteria
- voltmetro tensione continua utenze a 144Vcc
- stato dei controllori di isolamento lato AC 150 Vac e lato DC 144Vcc
- Sempre sul pannello anteriore deve essere riportato lo stato di funzionamento delle singole Unità e Moduli, le principali grandezze elettriche, lo stato di carica delle batterie.

## 11. REQUISITI DI AFFIDABILITÀ, DISPONIBILITÀ, MANUTENIBILITÀ (RAM)

Il sistema integrato sarà progettato in maniera tale da soddisfare e garantire il possesso dei requisiti definiti agli otto punti del **Capitolo 1.06** della **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTCDNSSSTB SF IS 06 732 D**, pertanto il Fornitore dovrà produrre apposita documentazione dettagliata in cui sono sviluppati almeno i seguenti argomenti:

- Struttura dell'hardware
- Scomposizione gerarchica e lista dei sottoassiemi sostituibili
- Modello Funzionale
- Livello di sollecitazione dei componenti principali
- Predizione di affidabilità: tassi di guasto e MTBF dei singoli componenti e schede elettroniche
- Modello di affidabilità: Diagrammi a Blocchi dell'Affidabilità
- Disponibilità
- Manutenibilità: MTTR
- Documentazione della Manutenzione Preventiva/Programmata
- Documentazione della Manutenzione Correttiva
- Lista dei componenti Critici.



## Indice

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | NORMATIVA .....  | 1  |
| 2.  | PREMESSA.....  | 4  |
| 3.  | ARCHITETTURA DEL SISTEMA SIAP.....                                   | 5  |
| 4.  | QUADRO GESTORE.....  | 10 |
| 5.  | RAMO IN CA (UPS) 400Vca/150Vca.....                                  | 12 |
| 6.  | INVERTER.....  | 13 |
| 7.  | SEZIONE EMERGENZA CA .....   | 13 |
| 8.  | RAMO CORRENTE CONTINUA A 144V .....                                  | 14 |
| 9.  | QUADRO BATTERIE SISTEMA DIAGNOSTICO ORACLE .....                     | 14 |
| 10. | DIAGNOSTICA DEL SISTEMA.....   | 15 |
| 11. | REQUISITI DI AFFIDABILITÀ, DISPONIBILITÀ, MANUTENIBILITÀ (RAM) ..... | 15 |