

# LIATION LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO  
CUP C11J05000030001

## EQUIPEMENTS-IMPIANTI

ALIMENTATION DES EQUIPEMENTS AUXILIAIRES / ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI AUSILIARI  
ALIMENTATION 20 KV / ALIMENTAZIONE 20 kV  
GENERALITES / ELABORATI GENERALI

TECHNIQUES SPÉCIFICATIONS HT / SPECIFICHE TECNICHE AT

| Indice | Date/ Data | Modifications / Modifiche   | Etabli par / Concepito da  | Vérifié par / Controllato da | Autorisé par / Autorizzato da |
|--------|------------|---|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 0      | 26/10/2012 | Emission pour vérification C2B et validation C3.0 / Emissione per la verifica C2B e la validazione C3.0 | M. FRANCISI<br>(ITALIENNE) | G. BOVA<br>C. OGNIBENE       | M. FORESTA<br>M. PANTALEO     |
| A      | 08/02/2013 | Emissione a seguito commenti LTF e CCF  | M. FRANCISI<br>(ITALIENNE) | G. BOVA<br>C. OGNIBENE       | M. FORESTA<br>M. PANTALEO     |
|        |            |   |                            |                              |                               |
|        |            |   |                            |                              |                               |
|        |            |   |                            |                              |                               |

  
**Tecnimont**  
Civil Construction  
Dott. Ing. Aldo Marcarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



|             |              |          |                     |          |          |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------|--------------|----------|---------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| CODE<br>DOC | <b>P</b>     | <b>D</b> | <b>2</b>            | <b>C</b> | <b>2</b> | <b>B</b>             | <b>T</b> | <b>S</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>8</b> | <b>7</b> | <b>1</b> | <b>A</b> |
|             | Phase / Fase |          | Sigle étude / Sigla |          |          | Émetteur / Emittente |          |          | Numero   |          |          | Indice   |          |          |

|                |          |             |          |          |
|----------------|----------|-------------|----------|----------|
| <b>A</b>       | <b>P</b> | <b>N</b>    | <b>O</b> | <b>T</b> |
| Statut / Stato |          | Type / Tipo |          |          |

|                              |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ADRESSE GED<br>INDIRIZZO GED | <b>C2B</b> | <b>//</b> | <b>//</b> | <b>35</b> | <b>01</b> | <b>00</b> | <b>10</b> | <b>02</b> |
|------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

|                 |
|-----------------|
| ECHELLE / SCALA |
| --              |



LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse - BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
Tel. : +33 (0)4.79.68.56.50 - Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 - TVA FR 03439556952  
Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet  
est cofinancé par  
l'Union européenne  
(DG-TREN)



Questo progetto  
è cofinanziato  
dall'Unione europea  
(TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUME/RIASSUNTO .....  | 3  |
| 1. INTRODUZIONE .....   | 4  |
| 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....   | 5  |
| 2.1 Riferimenti normativi .....   | 5  |
| 2.2 Riferimenti ad elaborati di progetto.....   | 5  |
| 3. SISTAMA DI PROTEZIONE E MISURA.....  | 7  |
| 3.1 Protezioni installate all'interno dei PdA.....                                    | 7  |
| 4. PRINCIPALI APPARECCHIATURE REPARTO AT 132KV.....                                   | 7  |
| 4.1 Trasformatore di tensione di misura .....   | 7  |
| 4.2 Trasformatore di corrente di misura e protezione 1600/5-5-5 A.....                | 8  |
| 4.3 Trasformatore di corrente di protezione stallo trasformatore .....                | 8  |
| 4.4 Sezionatore tripolare di linea .....  | 9  |
| 4.5 Interruttore bipolare/tripolare .....   | 10 |
| 4.6 Interruttore bipolare/tripolare stallo trasformatore .....                        | 11 |
| 4.7 Sezionatore a pantografo .....  | 12 |
| 4.8 Scaricatore .....   | 12 |
| 4.9 Trasformatore di potenza per PdA da 25MVA 132/20kV.....                           | 13 |
| 5. PRINCIPALI APPARECCHIATURE REPARTO AT 63KV.....                                    | 14 |
| 5.1 Scaricatore .....   | 14 |
| 5.2 Trasformatore di tensione di misura .....   | 15 |
| 5.3 Modulo ibrido compatto in SF6 per l'interruzione ed il sezionamento delle linee . | 16 |
| 5.4 Trasformatore di potenza per PdA da 25MVA 63/20kV.....                            | 22 |
| 6. PRINCIPALI APPARECCHIATURE REPARTO MT 20KV .....                                   | 24 |
| 6.1 Trasformatore di corrente di misura e protezione.....                             | 24 |
| 6.2 Bobina di Petersen .....  | 24 |

## RESUME/RIASSUNTO

Ce document décrit les caractéristiques techniques des principaux équipements utilisés dans les postes d'alimentation électrique de la ligne ferroviaire internationale Lyon-Turin :

- PdA Sain jea de Maurienne
- PdA Modane
- PdA Susa

Tous les choix effectués au niveau de projet préliminaire sont confirmés.

Nel presente documento sono descritte le caratteristiche tecniche delle principali apparecchiature dei posti di alimentazione a servizio degli impianti non ferroviari della tratta Torino – Lione.

- PdA Sain jea de Maurienne
- PdA Modane
- PdA Susa

Tutte le scelte del progetto preliminare sono confermate.

## 1. Introduzione

La rete di MT del tunnel sarà alimentata da quattro punti di alimentazione: il primo, situato all'imbocco ovest del tunnel di Base in corrispondenza della stazione di St. Jean de Maurienne, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 63 kV RTE; Il secondo, situato in corrispondenza dell'imbocco esterno della discenderia di Modane, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 63 kV RTE; il terzo, situato all'imbocco est del tunnel di Base, all'interno dell'area di SSE di Susa, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 132 kV TERNA, ed il quarto, situato a Piana delle Chiuse, prenderà alimentazione dalla rete MT ENEL a 15 kV; quest'ultimo Posto di Alimentazione non verrà realizzato nella prima fase.

I PdA alimentano le dorsali di media tensione a 20kV, che corrono lungo la tratta, attraverso trasformatori abbassatori (elevatori nel caso del PdA di Bussoleno), due per ogni PdA.

## 2. Documenti di riferimento

La presente relazione, nonché tutta la documentazione progettuale che verrà successivamente citata, è conforme alle indicazioni contenute negli elaborati standard a riferimento, per quanto applicabili. Nei punti seguenti vengono citate le principali Norme e documenti tecnici cui nel prosieguo della relazione verrà fatto esplicito od implicito riferimento.

### 2.1 Riferimenti normativi

Per la esecuzione del presente progetto sono state adottate le Norme CEI nella loro edizione più recente nonché le NT, Istruzioni e Circolari RFI vigenti, delle quali si elencano qui di seguito le principali:

- **ANSI / IEEE Std 80** – Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- **L. 1/3/1968, n. 186** “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”
- **CEI EN 50119** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- **CEI EN 50122-1** Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra
- **CEI EN 50163** Applicazioni ferroviarie- Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- **CEI EN 50124-1** Applicazioni ferroviarie tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 1: Requisiti base, distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica e elettronica.
- **CEI EN 50124-2** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 2: Sovratensioni e relative protezioni
- **Norma CEI EN 50522** Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in Corrente Alternata"
- **Norma CEI EN 60076-1** Trasformatori di potenza - Parte 1: Generalità
- **Norma CEI EN 60129** Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000 V
- **Norma CEI EN 60298** Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV.
- **Norma CEI EN 60694** Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

### 2.2 Riferimenti ad elaborati di progetto

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di progetto definitivo di seguito riepilogati, ai quali si rimanda per gli aspetti di dettaglio non esplicitamente menzionati nel presente documento:

- **PD2-C2B-TS3-0873-0-PA-PLA** - Schema elettrico generale rete 20kV

- **PD2-C2B-TS3-0890-0-PA-PLA** - SJM - Schéma électrique - Schema elettrico AT
- **PD2-C2B-TS3-0910-0-PA-PLA** - Modane - Schéma électrique - Schema elettrico AT
- **PD2-C2B-TS3-0930-0-PA-PLA** - Susa- Schéma électrique - Schema elettrico AT
- **PD2-C2B-TS3-0951-0-PA-PLA** – Innesto Bussoleno- Schéma électrique - Schema elettrico

### 3. Sistema di protezione e misura

#### 3.1 Protezioni installate all'interno dei PdA

I PdA saranno dotati delle seguenti protezioni (codifica ANSI):

- Arrivo linea AT:
  - minima tensione (27)
  - massima corrente di prima e seconda soglia (50-51)
  - massima corrente omopolare di prima e seconda soglia (50N, 51N)
  - differenziale di linea (87) ( se richiesta dall'ente distributore)
- Stallo trasformatore:
  - differenziale (87)
  - massima corrente con due soglie di intervento (50, 51)
  - massima corrente omopolare con due soglie di intervento (50N, 51N)
  - guasto a terra della carcassa (64)
  - relè Buchholz (97)
  - livello olio trasformatore (99QT)
  - temperatura olio (26Q)
  - temperatura del ferro (28FE)
  - livello olio del variatore sotto carico (99QC)
  - relè Buchholz del variatore sottocarico (97C)
  - immagine termica (49Cu)
  - termostato temperatura olio (28Q)
  - Relè di pressione 63Q

### 4. Principali apparecchiature reparto AT 132kV

#### 4.1 Trasformatore di tensione di misura

| Item | Dato   | Descrizione |
|------|--|-------------|
| .1   | Tensione nominale  | 132 kV      |
| .2   | Tensione isolamento  | 145 kV      |
| .3   | Frequenza nominale   | 50 Hz       |
| .4   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1' | 275kV       |
| .5   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs (BIL)    | 650 kV      |

|           |                                    |   |
|-----------|------------------------------------|---|
| <b>.6</b> | Rapporto di trasformazione         | 132kV: $\sqrt{3}$ / 0,1: $\sqrt{3}$ - 0,1: $\sqrt{3}$   |
| <b>.7</b> | Caratteristiche degli avvolgimenti | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 60VA Cl 0,5 e 3P</li> <li>• 2 30VA Cl 0,2</li> </ul> |
| <b>.8</b> | Linea di Fuga                      | $\geq 25$ mm/kV   |
| <b>.9</b> | Norme                              | EN 60044-2 Ed.2001<br>EN 60044-2/A2 Ed.2003   |

#### 4.2 Trasformatore di corrente di misura e protezione 1600/5-5-5 A

| Item       | Dato   | Descrizione   |
|------------|--|---|
| <b>.1</b>  | Tensione nominale  | 132 kV  |
| <b>.2</b>  | Tensione isolamento  | 145 kV  |
| <b>.3</b>  | Frequenza nominale   | 50 Hz   |
| <b>.4</b>  | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1'   | 275kV   |
| <b>.5</b>  | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 $\mu$ s (BIL) | 650 kV  |
| <b>.6</b>  | Rapporto di trasformazione                                     | 1600/5-5-5A   |
| <b>.7</b>  | Caratteristiche degli avvolgimenti                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 30VA Cl 0,2 FS5</li> <li>• 2 30VA 5P30</li> <li>• 3 30VA 5P30</li> </ul> |
| <b>.8</b>  | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV   |
| <b>.11</b> | Norme  | EN 60044-1 Ed. 2000<br>EN 60044-1/A1 Ed. 2001<br>EN 60044-1/A2 Ed. 2003   |

#### 4.3 Trasformatore di corrente di protezione stallo trasformatore

| Item      | Dato                | Descrizione |
|-----------|---------------------|-------------|
| <b>.1</b> | Tensione nominale   | 132 kV      |
| <b>.2</b> | Tensione isolamento | 145 kV      |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| <b>.3</b>  | Frequenza nominale   | 50 Hz  |
| <b>.4</b>  | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1'   | 275 kV   |
| <b>.5</b>  | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 $\mu$ s (BIL) | 650 kV   |
| <b>.6</b>  | Rapporto di trasformazione                                     | 200/5-5 A  |
| <b>.7</b>  | Caratteristiche degli avvolgimenti                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 30VA 5P30</li> <li>• 2 30VA 5P30</li> </ul> |
| <b>.8</b>  | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV  |
| <b>.11</b> | Norme  | EN 60044-1 Ed. 2000<br>EN 60044-1/A1 Ed. 2001<br>EN 60044-1/A2 Ed. 2003                |

#### 4.4 Sezionatore tripolare di linea

| <b>Item</b> | <b>Dato</b>  | <b>Descrizione</b>   |
|-------------|--|--|
| <b>.1</b>   | Tensione nominale  | 132 kV   |
| <b>.2</b>   | Tensione isolamento  | 145 kV   |
| <b>.3</b>   | Frequenza nominale   | 50 Hz  |
| <b>.4</b>   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1'   | Sul sezionamento: 315 kV<br>Verso terra e tra i poli: 275 kV   |
| <b>.5</b>   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 $\mu$ s (BIL) | Sul sezionamento: 750 kV<br>Verso terra e tra i poli: 650 kV   |
| <b>.6</b>   | Corrente nominale  | 1600 A   |
| <b>.7</b>   | Corrente di corto circuito                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valore efficace (1''): 31,5 kA</li> <li>• Valore di cresta: 80kA</li> </ul> |
| <b>.11</b>  | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV  |
| <b>.12</b>  | Comando  | Motorizzato  |
| <b>.13</b>  | Alimentazione aux.   | comandi e segnalazioni: 110 Vcc  |

|            |       |   |
|------------|-------|---|
|            |       | illuminazione e anticondensa: 230 Vac             |
| <b>.14</b> | Norme | EN 62271-102 Ed. 2003<br>EN 62271-102/EC Ed. 2008 |

#### 4.5 Interruttore bipolare/tripolare

| Item       | Dato   | Descrizione  |
|------------|--|--|
| <b>.1</b>  | Tensione nominale  | 132 kV   |
| <b>.2</b>  | Tensione isolamento  | 145 kV   |
| <b>.3</b>  | Frequenza nominale   | 50 Hz  |
| <b>.4</b>  | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1' | Verso terra e tra i poli: 275 kV   |
| <b>.5</b>  | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs (BIL)    | Verso terra e tra i poli: 650 kV   |
| <b>.6</b>  | Corrente nominale  | 1600 A   |
| <b>.7</b>  | Corrente di corto circuito                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valore efficace (1''): 31,5 kA</li> <li>• Valore di cresta: 80kA</li> </ul> |
| <b>.8</b>  | Corrente di interruzione nominale linee a vuoto              | $\geq 50$ A  |
| <b>.9</b>  | Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto            | $\geq 160$ A   |
| <b>.10</b> | Sequenza assegnata di operazioni                             | O-0,3''-CO-1'-CO   |
| <b>.11</b> | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV  |
| <b>.12</b> | Comando  | Motorizzato  |
| <b>.13</b> | Alimentazione aux.   | comandi e segnalazioni: 110 Vcc<br>illuminazione e anticondensa: 230 Vac   |
| <b>.14</b> | Norme  | EN 62271-100 Ed. 2005<br>EN 62271-100/A2 Ed. 2007  |

#### 4.6 Interruttore bipolare/tripolare stallo trasformatore

| Item | Dato   | Descrizione  |
|------|--|--|
| .1   | Tensione nominale  | 132 kV   |
| .2   | Tensione isolamento  | 145 kV   |
| .3   | Frequenza nominale   | 50 Hz  |
| .4   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1' | Sul sezionamento: 315 kV<br>Verso terra e tra i poli: 275 kV   |
| .5   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs (BIL)    | Sul sezionamento: 750 kV<br>Verso terra e tra i poli: 650 kV   |
| .6   | Corrente nominale  | 800 A  |
| .7   | Corrente di corto circuito                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valore efficace (I''): 31,5 kA</li> <li>• Valore di cresta: 80kA</li> </ul> |
| .8   | Corrente di interruzione nominale linee a vuoto              | $\geq 50$ A  |
| .9   | Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto            | $\geq 160$ A   |
| .10  | Sequenza assegnata di operazioni                             | O-0,3''-CO-1'-CO   |
| .11  | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV  |
| .12  | Comando  | Motorizzato  |
| .13  | Alimentazione aux.   | comandi e segnalazioni: 110 Vcc<br>illuminazione e anticondensa: 230 Vac   |
| .14  | Norme  | EN 62271-100 Ed. 2005<br>EN 62271-100/A2 Ed. 2007  |

#### 4.7 Sezionatore a pantografo

| Item | Dato   | Descrizione   |
|------|--|---|
| .1   | Tensione nominale  | 132 kV  |
| .2   | Tensione isolamento  | 145 kV  |
| .3   | Frequenza nominale   | 50 Hz   |
| .4   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1'   | Sul sezionamento: 315 kV<br>Verso terra e tra i poli: 275 kV  |
| .5   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 $\mu$ s (BIL) | Sul sezionamento: 750 kV<br>Verso terra e tra i poli: 650 kV  |
| .6   | Corrente nominale  | 1250 A  |
| .7   | Corrente nominale di breve durata                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valore efficace (I''): 31,5 kA</li> <li>• Valore di cresta: 80 kA</li> </ul> |
| .11  | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV   |
| .12  | Comando  | Motorizzato   |
| .13  | Alimentazione aux.   | comandi e segnalazioni: 110 Vcc<br>illuminazione e anticondensa: 230 Vac  |
| .14  | Norme  | EN 62271-102 Ed. 2003<br>EN 62271-102/EC Ed. 2008   |

#### 4.8 Scaricatore

| Item | Dato   | Descrizione  |
|------|--|--|
| .1   | Tensione massima del sistema                         | 145 kV   |
| .2   | Tensione nominale assegnata in servizio continuativo | 92 kV  |
| .3   | Frequenza nominale                                   | 50 Hz  |
| .4   | Corrente nominale di scarica                         | 10 kA  |
| .5   | Tensione residua massima                             | Tensione residua ad imp. Atmosf. (8/20 $\mu$ s) $\leq 336$ kV<br>Tensione residua ad imp. di man. (500 A 30/60 $\mu$ s): $\leq 270$ kV |

|     |  |  |
|-----|--|--|
|     |  | Tensione residua per corrente a fronte ripido (10kA 1 µs): <=386 |
| .6  | Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)  | 100 kA   |
| .7  | Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata  | 3  |
| .11 | Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA) | 40 kA  |
| .12 | Linea di Fuga  | >=25mm/kV  |
| .13 | Norme  | EN 60099-4 Ed.2005<br>EN 60099-4/A1 Ed.2006                      |

#### 4.9 Trasformatore di potenza per PdA da 25MVA 132/20kV

| Item | Dato                               | Descrizione                               |
|------|------------------------------------|---|
| .1   | Tipo                               | In olio per installazione all'aperto      |
| .2   | Numero di fasi                     | 3   |
| .4   | Frequenza nominale                 | 50 Hz                                     |
| .5   | Potenza nominale                   | 25 MVA                                    |
| .6   | Rapporto di trasformazione a vuoto | 132±8x1,5 % / 21 kV                       |
| .7   | Tipo di collegamento               | Dyn                                       |
| .8   | Raffreddamento                     | ONAN                                      |
| .9   | Sovratemperatura                   | Avvolgimenti 65K<br>Olio 60K<br>Ferro 75K |
| .10  | Caratteristiche dell'isolamento    | AT MT                                     |

|            |                               |  |        |
|------------|-------------------------------|--|--------|
|            | (CEI EN 60076-3)              |  |        |
|            | Tensione massima              | 145  | 24     |
|            | Imp. Atm.                     | 650 kV   | 125 kV |
|            | Imp. di manovra<br>50Hz       | 275 kV   | 50 kV  |
| <b>.11</b> | Perdite<br>a vuoto a Vn       | 22kW   |        |
| <b>.12</b> | Perdite<br>a carico           | <=110kW  |        |
| <b>.13</b> | Tensione di cto cto a<br>75°C | 10%  |        |
| <b>.14</b> | Linea di Fuga                 | >=25mm/kV  |        |
| <b>.15</b> | Livello di rumore             | <=40dB a distanza di 3m  |        |
| <b>.16</b> | Comando                       | Motorizzato  |        |
| <b>.17</b> | Alimentazione aux.            | comandi e segnalazioni: 110 Vcc<br>illuminazione e anticondensa: 230 Vac |        |

## 5. Principali apparecchiature reparto AT 63kV

### 5.1 Scaricatore

| Item      | Dato   | Descrizione  |
|-----------|--|--|
| <b>.1</b> | Tensione nominale<br>assegnata in servizio<br>continuativo | 66 kV  |
| <b>.2</b> | Tensione massima<br>temporanea per 1'                      | 76,5 kV  |
| <b>.3</b> | Frequenza nominale   | 50 Hz  |
| <b>.4</b> | Corrente nominale<br>di scarica                            | 10 kA  |
| <b>.5</b> | Tensione residua<br>massima                                | Tensione residua ad imp. Atmosf. (8/20 μs)<br><=140 kV<br><br>Tensione residua ad imp. di man. (500 A<br>30/60μs): <=130 kV<br><br>Tensione residua per corrente a fronte ripido<br>(10kA 1 μs): <=150 |

|            |  |   |
|------------|--|---|
| <b>.6</b>  | Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)  | 100 kA                                      |
| <b>.7</b>  | Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata  | 3   |
| <b>.11</b> | Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA) | 65 kA                                       |
| <b>.12</b> | Linea di Fuga  | $\geq 25 \text{ mm/kV}$                     |
| <b>.14</b> | Norme  | EN 60099-4 Ed.2005<br>EN 60099-4/A1 Ed.2006 |

## 5.2 Trasformatore di tensione di misura

| <b>Item</b> | <b>Dato</b>  | <b>Descrizione</b>  |
|-------------|--|---|
| <b>.1</b>   | Tensione nominale  | 63 kV   |
| <b>.2</b>   | Tensione isolamento  | 72,5 kV   |
| <b>.3</b>   | Frequenza nominale   | 50 Hz   |
| <b>.4</b>   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1'         | 140kV   |
| <b>.5</b>   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 $\mu\text{s}$ (BIL) | 325 kV  |
| <b>.6</b>   | Rapporto di trasformazione   | $63\text{kV}:\sqrt{3} / 0.1\text{kV}:\sqrt{3} - 0.1\text{kV}:\sqrt{3}$                          |
| <b>.7</b>   | Caratteristiche degli avvolgimenti                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 60VA CI 0,5 e 3P</li> <li>• 2 30VA CI 0,2</li> </ul> |
| <b>.8</b>   | Linea di Fuga  | $\geq 25 \text{ mm/kV}$   |
| <b>.9</b>   | Norme  | EN 60044-2 Ed.2001<br>EN 60044-2/A2 Ed.2003   |

### 5.3 Modulo ibrido compatto in SF6 per l'interruzione ed il sezionamento delle linee

L'apparato, che costituirà il modulo ibrido AT, deve poter assolvere le seguenti funzionalità di base:

- funzione di interruzione e protezione linea/trasformatore gruppo;
- funzione di misura (corrente/tensione);
- funzione di sezionamento linea/trasformatore gruppo; (motorizzato e manuale);
- funzione di messa a terra linea/trasformatore gruppo; (motorizzata e manuale).

Le funzioni sopra indicate devono poter essere realizzate all'interno di un singolo involucro per fase isolato in gas SF6.

Ogni involucro deve essere dotato:

- di due passanti polimerici per le relative connessioni AT rispettivamente alla linea e verso le sbarre (Modulo Ibrido di potenza compatto per montanti di linea).
- di un passante polimerico per le relative connessioni AT alle sbarre di SSE e con uscita in cavo AT per il collegamento dell'alimentazione al trasformatore di gruppo (Modulo Ibrido di potenza compatto per montanti di gruppo).

| <b>Condizioni normali di esercizio</b>      |                 |        |
|---|-----------------|--------|
| Tipo di installazione                       | Esterno/interno |        |
| Massima temperature ambiente                | °C              | 40     |
| Minima temperature ambiente                 | °C              | -30    |
| Umidità relativa                            | %               | 100    |
| Pressione del vento (velocità vento 34 m/s) | Pa              | 700    |
| Radiazione solare (IEC 694)                 | W/m2            | ≤ 1000 |
| Accelerazione (IEC1166)                     | G               | 0.5    |
| Grado di protezione nin.(IEC 60529)         | IP              | 44     |
| Livello di inquinamento (IEC 60815)         | IV forte        |        |
| Involucri anticorrosione                    | Si              |        |
| Spessore del ghiaccio                       | mm              | 10     |

|   |    |      |
|---|----|------|
| <b>Livello di isolamento</b>  |    |      |
| Livello di isolamento   | kV | 72.5 |
| Frequenza nominale  | Hz | 50   |
| <b>Tensione nominale di tenuta alla frequenza industriale (1 min)</b> |    |      |
| Tra le fasi e verso massa   | kV | 140  |

|  |    |     |
|--|----|-----|
| Sulla distanza di isolamento                               | kV | 160 |
| Tensione nominale di tenuta ad impulse atmosferico (picco) |    |     |
| Tra le fasi e verso massa                                  | kV | 325 |
| Sulla distanza di isolamento                               | kV | 375 |

| <b>Isolatori siliconici</b>                              |    |      |
|--|----|------|
| Livello di isolamento                                    | kV | 72.5 |
| Corrente nominale  | A  | 2000 |
| Tensione nominale di tenuta alla frequenza industriale   | kV | 140  |
| Tensione nominale di tenuta ad impulse atmosferico       | kV | 325  |
| Livello scariche parziali a 46 kV                        | pC | ≤ 5  |
| Livello di radio interferenza                            | μV | NA   |
| Tensione di tenuta alla freq. industriale (15 min) a 100 | kV | 46   |
| Lunghezza  | mm | 560  |
| Linea di fuga  | mm | 1852 |
| Carichi massimi ammissibili                              |    |      |
| Longitudinale  | N  | 750  |
| Trasversale  | N  | 500  |
| Verticale  | N  | 750  |

| <b>Dati nominali</b>                                       |    |      |
|--|----|------|
| Frequenza  | Hz | 50   |
| Corrente nominale  | A  | 2000 |
| Corrente di breve durata                                   | kA | 31,5 |
| Durata nominale corto circuito                             | s  | 3    |
| Potere di stabilimento in corto circuito                   | kA | 80   |
| Sovratemperatura delle parti attive alla corrente nominale | °C | < 65 |
| Sovratemperatura dei terminale alla corrente nominale      | °C | < 65 |
| Sovratemperatura dell'involucro alla corrente nominale     | °C | < 30 |

| <b>Gas SF6</b>   |     |         |
|--|-----|---------|
| Perdita annuale di SF6   | %   | <1%     |
| Interruttore e sezionatore ( valori relativi )                 | kV  | 72.5    |
| Pressione di riempimento a 20 °C                               | kPa | 600     |
| Pressione minima di esercizio a 20°C                           | kPa | 540-570 |
| Pressione nominale di esercizio a 20 °C                        | kPa | 540-570 |
| 1° livello di allarme a 20 °C (Solo Allarme)                   | kPa | 560     |
| 2° livello di allarme a 20 °C (interruttore o chiuso o aperto) | kPa | 540     |
| <b>Involucro (Valori relativi)</b>                             |     |         |
| Pressione di progetto  | kPa | 700     |
| Pressione di test  | kPa | 1050    |
| Pressione di rottura   | kPa | >3000   |
| Pressione disco di rottura                                     | kPa | 1050    |

| <b>Interruttore</b>   |                 |      |
|---|-----------------|------|
| Frequenza   | Hz              | 50   |
| Numero massimo di manovre meccaniche del meccanismo manovra                     | 10.000          |      |
| Sequenza nominale operazioni secondo IEC  | O-0.3s-CO-1'-CO |      |
| Sequenza di scarico molla   | O – CO          |      |
| Corrente nominale   | A               | 2000 |
| Corrente di breve durata  | kA              | 31,5 |
| Potere di stabilimento in corto circuito  | kA              | 80   |
| Durata nominale corto circuito  | s               | 3    |
| Numero massimo di manovre alla corrente nominale                                | 3.000           |      |
| <b>Caratteristiche di guasto<br/>(T100s E T100a cIcO SECONDO IEC 62271-100)</b> |                 |      |
| Corrente di breve durata  | kA              | 31,5 |
| Potere di stabilimento in corto circuito  | kA              | 80   |
| Fattore d'interruzione riferito al primo polo                                   | Pu              | 1.5  |
| Tensione di ritorno   | kV              | 63   |
| Valore di picco uc tensione transitoria di ritorno TRV                          | kV              | 124  |
| Tempo per raggiungere valore di picco t3  | µs              | 165  |

|   |       |      |
|---|-------|------|
| Incremento nel tempo della tensione transitoria di ritorno (RRRV) | kV/μs | 0.75 |
| Tempo di chiusura (alla tensione nominale)                        | ms    | 28±3 |
| Tempo di aperture (alla tensione nominale)                        | ms    | 28±3 |
| Tempo minimo d'arco   | ms    | 7.5  |
| Tempo minimo d'interruzione                                       | ms    | 44.5 |
| Massimo tempo apertura  | ms    | <50  |
| Valore corrente di picco per corto circuito simmetrico            | Pu    | 1.21 |
| Durata massima del ciclo  | ms    | 11.5 |

|   |     |           |
|---|-----|-----------|
| <b>Circuiti di controllo interruttore (Bobine apertura-chiusura )</b> |     |           |
| Tensione nominale di alimentazione                                    | Vcc | 110 ± 10% |
| Corrente nominale (valore RMS alla tensione nominale)                 |     |           |
| Bobina apertura   | A   | 0.41±0.05 |
|   | W   | 45        |
| Bobina chiusura   | A   | 2.1±0.5   |
|   | W   | 230       |

|   |     |             |
|---|-----|-------------|
| <b>Meccanismo di manovra dell'interruttore</b>                  |     |             |
| Tensione nominale alimentazione                                 | VCC | 110 ± 10%   |
| Potenza nominale  | W   | 400         |
| Corrente nominale (valore RMS alla tensione nominale)           | A   | 3.5±1.5     |
| Corrente di avviamento (valore di picco alla tensione nominale) | A   | 10±1.5      |
| Numero contatti ausiliari                                       | n°  | 6 NO + 6 NC |
| <b>Sezionatore combinato di linea/gruppo e di terra</b>         |     |             |
| Numero massimo di manovre meccaniche                            | n°  | 10.000      |
| <b>Meccanismo di manovra del sezionatore combinato</b>          |     |             |
| Tensione nominale alimentazione                                 | VCC | 110 ± 10%   |
| Potenza nominale  | W   | 80          |
| Corrente nominale (valore RMS alla tensione nominale )          | A   | 2.75±0.25   |
| Corrente di avviamento (valore di picco alla tensione nominale) | A   | 13±0.5      |

|                           |     |         |
|---------------------------|-----|---------|
| Numero contatti ausiliari | N°  | 2NO+2NC |
| Tempo di manovra          | S   | <10     |
| Tensione di alimentazione |     |         |
| Circuiti ausiliari        | VCC | 110     |
| Corrente ausiliari        | A   | 5       |
| Riscaldatori              | VCA | 220     |
| Potenza riscaldatori      | W   | 150     |

## Caratteristiche degli apparati di manovra:

### Interruttore

L'interruttore deve essere del tipo blindato in SF6 ed essere costituito da tre poli, ciascuno, alloggiato in un singolo involucro. Il comando dell'interruttore deve essere del tipo a molla tripolare.

Il comando deve essere corredato dei seguenti accessori:

- Dispositivo di chiusura:
  - Deve essere del tipo ad accumulo di energia tramite molle precaricate;
  - Deve consentire l'effettuazione della manovra a seguito di comando impulsivo;
  - Essere corredato di bobina di chiusura;
  - Deve essere protetto contro comandi di chiusura permanenti (antipompaggio);
- Dispositivo di apertura:
- Deve essere consentito effettuare l'apertura tramite bobina/e ad eccitazione e/o a diseccitazione;
  - Deve consentire l'utilizzo in modalità "linea": bobina a diseccitazione esclusa ed immobilizzazione dell'interruttore al verificarsi di blocchi permanenti, ad esclusione dei casi da concordare con il personale addetto;
  - Deve consentire l'utilizzo in modalità "gruppo": bobina a diseccitazione e bobine ad eccitazione abilitate ed apertura automatica dell'interruttore al verificarsi di blocchi permanenti, ad esclusione dei casi da concordare con il personale addetto;
  - La scelta tra modalità "linea" a modalità "gruppo" deve poter essere effettuata da apposito commutatore;
- Ogni circuito di chiusura e/o apertura deve esser protetto da un proprio e apposito interruttore di protezione;

### Sezionatore di linea/trasformatore gruppo

Il sezionatore deve essere alloggiato nello stesso involucro dell'interruttore. Il comando deve essere del tipo tripolare motorizzato con possibilità di manovra manuale. Detta manovra manuale deve poter essere abilitata da apposita bobina di sblocco: l'eccitazione deve consentire l'effettuazione della manovra a mano, mentre la diseccitazione ne deve impedire la manovra.

Lo stato di aperto e/o chiuso del sezionatore deve essere visibile tramite un apposito oblò.

Il comando deve essere del tipo tripolare motorizzato.

### **Sezionatore di terra**

Il sezionatore di terra deve essere realizzato attraverso lo stesso contatto mobile del sezionatore. Il comando deve essere lo stesso utilizzato per il sezionatore, di tipo tripolare motorizzato con possibilità di manovra manuale. Detta manovra manuale deve poter essere abilitata da apposita bobina di sblocco: l'eccitazione deve consentire l'effettuazione della manovra a mano, mentre la diseccitazione ne deve impedire la manovra.

La bobina di sblocco della manovra manuale del sezionatore di terra deve essere distinta dalla bobina di sblocco della manovra manuale del sezionatore.

Lo stato di aperto e/o chiuso del sezionatore di terra deve essere visibile tramite un apposito oblò.

Il comando deve essere del tipo tripolare motorizzato.

### **Interblocchi**

Gli interblocchi minimi che devono essere previsti sono:

- interblocco meccanico tra sezionatore e corrispondente sezionatore di terra: deve essere impossibile chiudere il sezionatore se il sezionatore di terra è chiuso;
- interblocco tra sezionatore ed interruttore: deve essere impossibile poter manovrare il sezionatore se l'interruttore è chiuso;
- interblocco tra sezionatore di terra e interruttore: deve essere impossibile poter manovrare il sezionatore di terra se l'interruttore è chiuso.

Devono essere previsti degli opportuni morsetti liberi per il collegamento di eventuali interblocchi esterni.

### **Caratteristiche dell'apparato di misura/controlli**

#### **Manodensostati**

Modulo ibrido – Montante linea

- Deve essere previsto l'impiego di:
  - n. 1 manodensostato, per il rilievo della densità dell'SF6 connesso ai tre poli del Modulo mediante serpentine;
  - n. 1 manodensostato, per il rilievo della densità dell'SF6 connesso ai tre TV blindati mediante serpentine;

Modulo Ibrido – Montante gruppo

- Deve essere previsto l'impiego di n. 1 manodensostato, per il rilievo della densità dell'SF6 connesso ai tre poli del Modulo mediante serpentine;

### **Trasformatore di corrente**

Deve essere previsto, per ciascuna fase degli interruttori, un trasformatore di corrente in corrispondenza del collegamento tra involucro e passanti lato trasformatore e/o linea di tipo convenzionale a nuclei toroidali.

Le caratteristiche nominali sono:

- Modulo Ibrido di potenza compatto in SF<sub>6</sub>, per Montanti di linea:
  - Rapporto di trasformazione: 200-400/5-5 A
  - Numero di nuclei: 2
  - Corrente massima permanente: 1,2 In
  - Prestazione e classe di precisione:
    - nucleo di misura 20 VA classe 0,5
    - nucleo di protezione 20 VA classe 5P20
- Modulo Ibrido di potenza compatto in SF<sub>6</sub>, per Montanti di gruppo:
  - Rapporto di trasformazione: 100-200/5-5 A
  - Numero di nuclei: 2
  - Corrente massima permanente: 1,2 In
  - Prestazione e classe di precisione:
    - nucleo di misura 15 VA classe 0,5
    - nucleo di protezione 15 VA classe 5P20

### Armadi e collegamenti

La manovra dell'apparecchiatura è realizzata, a livello locale, mediante l'accesso ad un quadro di comando posizionato su uno dei supporti dell'apparato.

All'interno del quadro sono previste sia le morsettiere di collegamento alla sezione di controllo sia l'apparato necessario per l'esecuzione degli interblocchi.

### Isolatori passanti

Il collegamento tra l'apparato multifunzionale la linea o le sbarre avviene attraverso l'impiego di isolatori passanti di tipo polimerico. Tali isolatori sono costituiti da un tubo in resina epossidica rinforzato con fibra di vetro e ricoperto da un'alettatura in gomma siliconica.

### Supporti e fondazioni

L'apparecchiatura multifunzionale è vincolata ad un telaio che costituisce anche il sistema di supporto per il trasporto dell'unità. Caratteristica principale del sistema è il fissaggio degli involucri, per ogni fase, costituenti l'apparato. In tal modo, se del caso, si può realizzare l'operazione di sostituzione/manutenzione dell'apparato per ogni singola fase.

Il telaio è a sua volta fissato ad una struttura di tipo tubolare, quest'ultima vincolata alla fondazione attraverso tasselli chimici ad espansione o tirafondi.

## 5.4 Trasformatore di potenza per PdA da 25MVA 63/20kV

| Item | Dato | Descrizione |
|------|------|-------------|
|------|------|-------------|

|            |  |  |        |
|------------|--|--|--------|
| <b>.1</b>  | Tipo   | In olio per installazione all'aperto                                     |        |
| <b>.2</b>  | Numero di fasi                                   | 3  |        |
| <b>.4</b>  | Frequenza nominale                               | 50 Hz  |        |
| <b>.5</b>  | Potenza nominale                                 | 25 MVA   |        |
| <b>.6</b>  | Rapporto di trasformazione a vuoto               | 63±8x1,5 % / 21 kV   |        |
| <b>.7</b>  | Tipo di collegamento                             | Dyn  |        |
| <b>.8</b>  | Raffreddamento                                   | ONAN   |        |
| <b>.9</b>  | Sovratemperatura                                 | Avvolgimenti   | 65K    |
|            |  | Olio   | 60K    |
|            |  | Ferro  | 75K    |
| <b>.10</b> | Caratteristiche dell'isolamento (CEI EN 60076-3) | AT   | MT     |
|            | Tensione massima                                 | 72,5   | 24     |
|            | Imp. Atm.  | 325 kV   | 125 kV |
|            | Imp. di manovra 50Hz                             | 140 kV   | 50 kV  |
| <b>.11</b> | Perdite a vuoto a Vn                             | 22kW   |        |
| <b>.12</b> | Perdite a carico                                 | <=110kW  |        |
| <b>.13</b> | Tensione di cto cto a 75°C                       | 10%  |        |
| <b>.14</b> | Linea di Fuga                                    | >=25mm/kV  |        |
| <b>.15</b> | Livello di rumore                                | <=40dB a distanza di 3m  |        |
| <b>.16</b> | Comando  | Motorizzato  |        |
| <b>.17</b> | Alimentazione aux.                               | comandi e segnalazioni: 110 Vcc<br>illuminazione e anticondensa: 230 Vac |        |

## 6. Principali apparecchiature reparto MT 20kV

### 6.1 Trasformatore di corrente di misura e protezione

| Item | Dato   | Descrizione   |
|------|--|---|
| .1   | Tensione nominale  | 20 kV   |
| .2   | Tensione isolamento  | 24 kV   |
| .3   | Frequenza nominale   | 50 Hz   |
| .4   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1' | 50kV  |
| .5   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs (BIL)    | 125 kV  |
| .6   | Rapporto di trasformazione                                   | 1000/5-5-5 A  |
| .7   | Caratteristiche degli avvolgimenti                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 20VA CI 0,2 FS5</li> <li>• 2 20VA 5P30</li> <li>• 3 20VA 5P30</li> </ul> |
| .8   | Linea di Fuga  | $\geq 25$ mm/kV   |
| .11  | Norme  | EN 60044-1 Ed. 2000<br>EN 60044-1/A1 Ed. 2001<br>EN 60044-1/A2 Ed. 2003   |

### 6.2 Bobina di Petersen

| Item | Dato   | Descrizione      |
|------|--|------------------|
| .1   | Tensione nominale  | $20/\sqrt{3}$ kV |
| .2   | Tensione isolamento  | 24 kV            |
| .3   | Frequenza nominale   | 50 Hz            |
| .4   | Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz per 1' | 50kV             |
| .5   | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs (BIL)    | 125 kV           |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| <b>.6</b>  | Corrente nominale                            | 225 A  |
|            | Massima corrente nominale                    | 300 A  |
| <b>.7</b>  | Campo di regolazione della corrente nominale | 45-225 A   |
| <b>.8</b>  | Avvolgimento secondario di potenza           | 390V<br>600 A<br>Breve durata 10'<br>10% Un servizio permanente          |
| <b>.9</b>  | Avvolgimento secondario di misura            | 100V<br>3 A<br>Servizio permanente                                       |
| <b>.10</b> | Trasformatore di corrente                    | 300/5 A ; 10VA ; 5P5   |
| <b>.11</b> | Classe di temperatura                        | A  |
| <b>.12</b> | Tipo di raffreddamento                       | ONAN   |
| <b>.13</b> | Regolazione                                  | Continua   |
| <b>.14</b> | Alimentazione aux.                           | comandi e segnalazioni: 110 Vcc<br>illuminazione e anticondensa: 230 Vac |
| <b>.15</b> | Linea di Fuga                                | $\geq 25$ mm/kV  |
| <b>.16</b> | Norme  | EN 60289   |

Corrente complessiva monofase a terra stimata da compensare circa 1000A;