

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Indice

| | |
|---|----|
| 1 OGGETTO | 2 |
| 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 2 |
| 2.1 NORMATIVA DI SICUREZZA | 2 |
| 3 APPARECCHIATURE MT E AT..... | 3 |
| 4 SERVIZI AUSILIARI (SA)..... | 3 |
| 5 SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE (SCS)..... | 3 |
| 6 APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE..... | 4 |
| 6.1 SCHEMA ELETTRICO E LAYOUT DELL'IMPIANTO..... | 4 |
| 6.2 GRANDEZZE ELETTRICHE NOMINALI..... | 4 |
| 6.3 APPARECCHIATURE AT..... | 5 |
| 6.4.1 INTERRUTTORE AT..... | 6 |
| 6.4.2 SEZIONATORE AT ORIZZONTALE CON LAME DI TERRA..... | 7 |
| 6.4.3 RIDUTTORE DI TENSIONE CAPACITIVO (TVC)..... | 7 |
| 6.4.4 TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO (TVI)..... | 8 |
| 6.4.5 RIDUTTORE DI CORRENTE (TA)..... | 8 |
| 6.4.6 SCRICATORI AT..... | 8 |
| 6.4.7 TERMINALI CAVO..... | 9 |
| 7 SISTEMA 30 KV – QUADRO MT..... | 9 |
| 8 TRASFORMATORI ELEVATORI DI STAZIONE..... | 9 |
| 8.1 GENERALITA' | 10 |
| 8.2 NUCLEO..... | 10 |
| 8.3 AVVOLGIMENTI..... | 11 |
| 8.4 ISOLAMENTO..... | 11 |
| 8.5 TRATTAMENTO DEGLI AVVOLGIMENTI..... | 12 |
| 8.6 CASSA..... | 12 |
| 8.7 CONSERVATORE D'OLIO..... | 12 |
| 8.8 VARIATORE SOTTO CARICO..... | 13 |
| 8.9 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO..... | 13 |
| 9 REATTORE DI COMPENSAZIONE..... | 13 |
| 10 SISTEMA DI PROTEZIONE E MISURA..... | 14 |
| 11 SERVIZI AUSILIARI DI SOTTOSTAZIONE..... | 14 |
| 11.1 TRASFORMATORE 30/0,4 KV..... | 15 |
| 11.2 SISTEMA ALIMENTAZIONI PROTETTE..... | 15 |
| 11.3 BATTERIA..... | 15 |
| 11.4 RADDRIZZATORE/CARICABATTERIA..... | 15 |
| 11.5 GRUPPO ELETTROGENO..... | 16 |
| 11.6 QUADRO DI DISTRIBUZIONE SERVIZI AUSILIARI..... | 16 |
| 12 SISTEMA ANTINTRUSIONE E VIDEOSORVEGLIANZA..... | 17 |

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

1. OGGETTO

La presente specifica descrive la Sottostazione di Utenza, ubicata c/o il vecchio ovile nell'area del Parco Eolico. Alla sottostazione afferisce l'energia prodotta dal grappolo di Turbine con un collegamento a 30 kV tra la Cabina di raccolta No. 1 ed il quadro 30 kV di Cabina 2, ubicato nella sottostazione elevatrice.

La sottostazione si compone quindi di un quadro a 30 kV, di due trasformatori elevatori 30/150 kV, di un montante di linea per la manovra e protezione della linea, le apparecchiature di misura fiscale e di controllo dell'Impianto, dei terminali cavo 150 kV per l'uscita linea verso la Sottostazione di rete di proprietà del Gestore di Rete, Terna SpA.

La sottostazione é dotata di due trasformatori di potenza pari a 40/50 MVA cadauno, per avere la riserva piena, portando il grado di affidabilità dell'Impianto a valori interessanti.

I trasformatori sono alimentati da due collegamenti in cavo che partono dalle due semisbarre del quadro 30 kV, ed a loro volta si attestano attraverso organi di manovra e protezione, alle sbarre omnibus di sottostazione. Dalle sbarre parte il montante di linea che alimenta il cavo 150 kV.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La sottostazione sarà progettata e realizzata in accordo alla normativa vigente sia in Italia che in Europa, per quanto attiene alle soluzioni tecniche adottate oltre che alle normative di sicurezza vigenti in materia. In particolare essa sarà conforme alla seguente normativa di riferimento:

- Normativa CEI EN, CEI, IEC;
- Normativa di unificazione UNI e UNEL;
- Normativa UNI;
- Normative europee EN-CENELEC;
- DM 14.01.2008;
- normativa ISO 9000:2000;
- TERNA - CODICE DI RETE;
- Dichiarazione e Marcatura CE per le apparecchiature elettriche/elettromeccaniche, ove Applicabile;
- D.M. 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti;

2.1 Normativa di sicurezza

La Sottostazione e le soluzioni tecniche adottate sono conformi alla vigente normativa ed alla legislazione in materia di sicurezza e ambiente di cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo.

- D.lgs del 9 aprile 2008, n. 81 :Testo Unico sulla Sicurezza e successive modifiche ed integrazioni;
- D.lgs del 3 agosto 2009, n. 106: Decreto correttivo del Testo Unico sulla Sicurezza 81/08;

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

3. APPARECCHIATURE AT E MT

Le apparecchiature di media ed di alta tensione, tipicamente conformi alle prescrizioni per stazioni AT isolate in aria, saranno essenzialmente costituite da:

- Apparecchiature AT costituenti i montanti trasformatore;
- Cavalletto porta sezionatore e terminali cavo 30 kV in uscita dai trasformatori AT/MT e collegamento fra questi ultimi e la sezione MT di impianto;
- Interconnessione di tutte le apparecchiature per i circuiti di potenza AT;
- Quadro MT di interfaccia con l'impianto eolico;
- Tutti i terminali MT del quadro MT di interfaccia con il campo eolico;
- Cavi di interconnessione MT e relative terminazioni/connessioni tra il quadro MT ed i trasformatori AT/MT e MT/BT di Impianto;
- Interconnessione di tutte le apparecchiature, sia per i circuiti di alimentazione, sia per quelli di controllo, comando, protezione e misure;

4. SERVIZI AUSILIARI (SA)

La sottostazione sarà dotata di servizi ausiliari essenzialmente costituiti da:

- Trasformatore MT/BT 50 kVA con alimentazione dal Quadro MT di Sottostazione;
- Sistema alimentazioni protette composto da raddrizzatore carica batteria e batteria di tipo ermetico a 110 Vcc;
- Quadro di distribuzione alimentazioni a 400/230Vca e 110 Vcc;
- Gruppo elettrogeno da 20 kW;
- Impianto di illuminazione e forza motrice interno a tutti i locali ed all'esterno;
- Impianto antintrusione;
- Impianto di videosorveglianza;
- Impianto di rilevazione incendio, temperatura e gas;
- Impianto di condizionamento e riscaldamento elettrico;
- Predisposizione impianto fonia/dati;
- Cavi di interconnessione BT e relative connessioni tra tutte le apparecchiature costituenti la stazione sia per quanto concerne i circuiti di alimentazione, comando, protezione, e supervisione, ecc;
- Contatori di misura per metering, per cessione energia (TERNA) e ad uso fiscale (UTF), completi di certificato di taratura ad uso fiscale rilasciato da organismo certificato;
- Cavi di interconnessione per il contatore (metering);

5. SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE (SCS)

L'SCS sarà costituito essenzialmente da:

- Sistema di controllo e comando delle apparecchiature costituenti l'impianto;

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

- Sistema di protezione;
- Sistema di allarme;
- Sistema di misura;
- Morsettiere e/o porte seriali di interfaccia per la teleconduzione remota;
- Sistema per il metering comprendente la cassetta di smistamento amperometriche e voltmetriche delle apparecchiature AT a norma TERNA;
- Interconnessioni necessarie per i sistemi di controllo, comando, protezione allarme. misure, morsettiere per il telecomando e metering;

6. APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE

6.1 Schema elettrico e lay-out dell'impianto

Lo schema elettrico della sottostazione consiste di:

Un quadro a 30 kV cui pervengono i cavi dalle Turbine del Grappolo No. 2, dai cavi di interconnessione in arrivo dalla cabina No. 1, da un congiuntore operato normalmente aperto e due uscite in cavo per alimentazione Trasformatori elevatori 30/150 kV.

Da una semisbarra viene alimentato il Trasformatore dei servizi ausiliari di Sottostazione.

Il quadro é disegnato per operare con il congiuntore aperto, con possibilità di trasferire tutta la potenza prodotta dal parco su un solo Trasformatore, nel caso di avaria o manutenzione sull'altra Unità.

La sezione Alta Tensione si compone di tre montanti 150 kV ed un sistema sbarre omnibus.

I due montanti Trasformatore si allacciano alle sbarre a mezzo di sezionatore con lame di terra, per permettere la manutenzione delle varie sezioni di Impianto. I due montanti, oltre alle apparecchiature di misura e controllo, sono equipaggiati anche con Trasformatori di Tensione del tipo induttivo per la misura fiscale dell'energia. I trasformatori di corrente invece, sono a tre secondari con un secondario sigillabile per le misure UTF.

Il Montante di Linea a sua volta si diparte dalle sbarre a mezzo di un sezionatore di sbarra, ed é equipaggiato con trasformatori di tensione e corrente per il controllo e protezione del montante, sezionatore di linea in uscita, dotato di lame di terra, scaricatori all'ossido di zinco e terminali cavo con isolatore in composito.

I tre montanti sono corredati di interruttore ad apertura tripolare, per manovra e protezione.

Il lay out di Impianto prevede uno schema lineare per una facile individuazione dei montanti e delle apparecchiature, e prevede distanze tra le apparecchiature, dello stesso montante e tra quelle di montanti diversi, si da permettere la manutenzione delle varie sezioni in maniera sicura, e comunque in accordo alla normativa ed alle leggi vigente in termini di sicurezza.

6.2 Grandezze elettriche nominali

Le caratteristiche elettriche nominali delle apparecchiature per i vari livelli di tensione sono le seguenti:

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: ***Sottostazione elettrica***

A. Sistema AT

| | |
|---|----------|
| • Tensione nominale di servizio | 150 kV |
| • Tensione massima del sistema | 170 kV |
| • Frequenza nominale | 50 Hz |
| • Tensione di tenuta ad impulso atmosferico | 1.050 kV |
| • Tensione di tenuta a frequenza industriale | 750 kV |
| • Tensione di tenuta a 50 Hz per passanti Trasformatori | 650 kV |
| • Messa a terra del centro stella trasformatore | Diretta |
| • Corrente nominale delle sbarre | 1.250 A |
| • Corrente nominale delle apparecchiature 150 kV | 1.250 A |
| • Corrente di corto circuito del sistema | 25 kA |
| • Potere di chiusura degli interruttori e sezionatori | 63 kA |
| • Distanza tra le fasi per le sbarre | 2.200 mm |
| • Quota asse sbarre | 7.500 mm |
| • Altezza dei conduttori di | 4.500 mm |

B. Sistema 30 kV

| | |
|--|----------------|
| • Tensione nominale di servizio | 30 kV |
| • Tensione massima del sistema | 36 kV |
| • Frequenza nominale | 50 Hz |
| • Corrente nominale sbarre principali | 1.250 A |
| • Corrente termica simmetrica di c.to c.to | 20 kA x 1 sec. |
| • Corrente dinamica di picco | 50 kA |
| • Grado di protezione involucro esterno | IP 30 |
| • Grado di protezione interno | IP 20 |

C. Sistema BT

| | |
|---|-------------|
| • Tensione nominale circuiti controllo e protezione | 110 V cc |
| • Tensione nominale circuiti voltmetrici | 100 V |
| • Tensione alimentazione circuiti ausiliari | 220/380 V |
| • Corrente nominale circuiti amperometrici | 1A opp. 5 A |

6.3 Apparecchiature AT

Le apparecchiature AT, del tipo per esterno saranno conformi alle prescrizioni tecniche applicabili per ciascuno dei componenti.

Le apparecchiature elettriche AT che costituiscono gli stalli della Sottostazione, sono le seguenti:

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

6.3.1 Stallo Trasformatore

No. 2 stalli trasformatore, ciascuno comprendente:

- 1 Sezionatore di sbarra tripolare rotativo, a doppia apertura, con dispositivo di messa a terra, completo di comando motorizzato per le lame principali e manuale per quelle di terra;
- 3 trasformatori di tensione capacitivi (TVC) con 2 nuclei secondari per misure e protezioni;
- 1 interruttore AT, del tipo in SF6, dotato di comando tripolare;
- 3 trasformatori di corrente (TA) con tre nuclei secondari per misure, protezione e contabilizzazione dell'energia (metering);
- 3 scaricatori di tensione per la protezione del TR AT/MT;
- 1 trasformatore AT/MT;
- 1 sezionatore 30 kV sul secondario del trasformatore, del tipo rotativo con lame di terra;
- 2 set trifasi di terminali per esterno per cavo XLPE;
- 1 collegamento dal trasformatore al quadro 30 kV con cavi XLPE.

6.3.2 Sistema sbarre omnibus 150 kV

No. 1 sistema sbarre 150 kV comprendente:

- 1 set trifase di sbarre in lega di alluminio, 1.250 A;
- 3 trasformatori di tensione induttivi (TVI) per la misura e contabilizzazione dell'energia (metering);

6.3.1 No. 1 Stallo Uscita Linea in cavo 150 kV comprendente:

- 1 Sezionatore di sbarra tripolare rotativo, a doppia apertura, completo di comando motorizzato;
- 3 trasformatori di corrente (TA) con due nuclei secondari per misure;
- 1 interruttore AT, del tipo in SF6, dotato di comando tripolare;
- 1 Sezionatore di sbarra tripolare rotativo, a doppia apertura, con dispositivo di messa a terra, completo di comando motorizzato per le lame principali e manuale per quelle di terra;
- 3 trasformatori di tensione capacitivi (TVC) con 2 nuclei secondari per misure e protezioni;
- 3 scaricatori di tensione per la protezione del cavo 150 kV;
- 3 Terminali cavo 150 kV con isolatori del tipo in composito;

Di seguito sono descritte le caratteristiche principali delle singole apparecchiature facendo riferimento alla tecnologia costruttiva standard "open-air".

6.4.1 Interruttore AT

L'interruttore AT sarà conforme agli Standard CEI ed IEC di riferimento, e sarà del tipo in SF6 con Comando tripolare a molla.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

6.4.2 Sezionatore AT orizzontale con lame di terra

Il sezionatore AT, del tipo a tre colonne con doppia apertura, avrà le seguenti caratteristiche principali:

6.4.3 Riduttore di tensione capacitivo (TVC)

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

- Fattore di sicurezza 1,5
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto 325 kV
- Tensione di tenuta a impulso atmosferico 750 kV

6.4.4 Trasformatore di tensione induttivo (TVI):

- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima 170 kV
- Rapporto di trasformazione 150:1,73/0,1:1,73
- Numero di avvolgimenti secondari 2
- Frequenza nominale 50 Hz
- Prestazioni secondario per misura energia 0,2
- Prestazioni altro secondario 0,5 – 3 P
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto 325 kV
- Tensione di tenuta a impulso atmosferico 750 kV

Il TV sarà fornito completo di certificato di taratura per metering rilasciato da Ente Indipendente
Il secondario per le misure fiscali sarà sigillabile.

6.4.5 Riduttore di corrente (TA)

- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 200-400-800/5-5-5 A
- Numero di avvolgimenti secondari 3
- Avvolgimenti secondari sigillabili per misure fiscali 1
- Fattore di sicurezza 10
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto 325 kV
- Tensione di tenuta a impulso atmosferico 750 kV
- Tipo di isolamento olio o SF6

Il TA sarà fornito completo di certificato di taratura per metering rilasciato da Ente Indipendente
Il secondario per le misure fiscali sarà sigillabile.

6.4.6 Scaricatori AT

Gli scaricatori, del tipo ad ossido di zinco, avranno le seguenti caratteristiche principali:

- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione nominale dello scaricatore 144 k
- Classe relativa capacità di scarica 3

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

- Corrente di scarica nominale 10 kA

Gli scaricatori saranno provvisti di basi isolate e dispositivo conta scariche su ciascuna fase.

6.4.7 Terminali cavo

- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale 1.250 A
- Tipo di Isolatore Composito
- Fluido isolante Olio minerale

7. SISTEMA 30 KV – QUADRO MT

Il quadro a 30 kV, del tipo Metal Clad per interno, sarà in aria a prova d'arco interno. Esso si compone di due semisbarre unite con congiuntore normalmente aperto, che permette di convogliare l'energia prodotta nel parco, su un unico trasformatore, nel caso il secondo trasformatore é in manutenzione od in avaria.

Le caratteristiche principali del quadro sono quelle indicate al punto 2.6.B, con le seguenti precisazioni:

Gli interruttori saranno del tipo in SF6, oppure sotto vuoto, estraibili e dotati di comando a molle motorizzato.

Ogni scomparto con interruttore, sarà completo di sezionatore di terra, interbloccato con carrello interruttore, per ragioni di sicurezza, con blocco a chiave. Lo scomparto sarà dotato di serrande automatiche per l'inserzione dell'interruttore. Inoltre ogni scomparto sarà completo di trasformatori di corrente del tipo in resina, trasformatore di corrente toroidale per la protezione del cavo di uscita, e protezione di tipo multifunzione con controllo e misure – BCU – Bay Control Unit.

Il quadro é composto delle seguenti unità (scomparti):

- Arrivo da cabina di raggruppamento n.1 No. 2 scomparti
- Arrivo linea da campo No. 3 sc.
- Arrivo linea da campo di riserva No. 1 sc.
- TV di sbarra estraibili completi di fusibili No. 2 sc.
- Alimentazione trasformatore servizi ausiliari No. 1 sc.
- Congiuntore di sbarra No. 1 sc.
- Partenze per trasformatori elevatori 40/50 MVA No. 2 sc.

8. TRASFORMATORI ELEVATORI DI STAZIONE

Per ragioni di affidabilità di Impianto, vengono utilizzati due trasformatori di potenza, ciascuno adatto per trasformare la potenza totale generata dal Parco Eolico, costituendo quindi una riserva piena.

I due trasformatori sono alimentati da una semisbarra 30 kV e sono sempre allacciati, garantendo come riserva calda, la continuità di servizio anche nel caso di avaria di uno dei due.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

I Trasformatori sono dotati di commutatore sotto carico per garantire l'adattamento alle variazioni di tensione di rete, con regolatore automatico di manovra dei gradini, e ciascuno ha le seguenti caratteristiche principali:

| | |
|---|-----------------------------|
| a. Tipo di trasformatore | Trasformatore in olio |
| b. Potenza nominale | 40/50 MVA |
| c. Tipo di raffreddamento | ONAN/ONAF |
| d. Rapporto di trasformazione | 150/30 kV |
| e. Frequenza nominale | 50 Hz |
| f. Tipo di collegamento avvolgimenti | YNd11 |
| g. Stato del centro stella | Direttamente a terra |
| h. Tensione di corto circuito | 12 % a 50 MVA |
| i. Max. densità di flusso a tensione nominale | 1,6 Tesla |
| j. Tipo di nucleo | Lamierino a grani orientati |
| k. Commutatore sotto carico | Sull'avvolgimento 150 kV |
| l. Variazione di tensione | $\pm 10 \times 1,25$ % |
| m. Tenuta di tenuta ad impulso: | |
| • Avvolgimento 150 kV | 650 kV |
| • Avvolgimento 30 kV | 170 kV |
| n. Tenuta a tensione industriale: | |
| • Avvolgimento 150 kV | 650 kV |
| • Avvolgimento 30 kV | 170 kV |
| o. Perdite nel ferro vuoto P_{Fe} | ≤ 20 kW |
| p. Perdite nel rame P_{Cu} | ≤ 140 kW |
| q. Linea di fuga degli passanti | ≥ 25 kV/mm |

Si da qui di seguito una breve descrizione delle parti importanti del trasformatore, secondo lo standard di riferimento per macchine di media potenza.

8.1. Generalità

Il trasformatore è del tipo trifase a tre colonne avvolte e con disposizione concentrica degli avvolgimenti, secondo gli standards di riferimento.

8.2 Nucleo

Il nucleo è di sezione circolare gradinata e con interposizione di canale di raffreddamento parallelo al piano di laminazione.

I lamierini magnetici impiegati sono del tipo laminati a freddo, a cristalli orientati con alto tenore di silicio, isolati con carlite speciale.

I giunti sono realizzati a 45° per permettere un passaggio del flusso magnetico dalle colonne ai gioghi sempre parallelo alla direzione preferenziale di laminazione.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Le armature di serraggio del nucleo particolarmente robuste vengono realizzate in acciaio e dotate di meccanismi di registrazione per la compressione degli avvolgimenti.

Tra i gioghi inferiore e superiore sono interposte delle piastre collegate meccanicamente alle armature, per evitare che vengano sollecitati i lamierini magnetici al sollevamento dell'intero nucleo avvolto.

L'isolamento delle armature verso i lamierini è ottenuto con l'impiego di fogli di cartogeno.

L'assieme del nucleo è realizzato mediante nastri di fibra di vetro resinati e termorestringenti lungo le colonne, nastri di acciaio stretti da fibre isolanti lungo i gioghi e con selle poste alle estremità delle armature. Si evitano bulloni che riducono la sezione effettiva del ferro.

L'intero sistema è quindi capace di resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche derivanti da prove o dall'esercizio più gravoso (capacità di tenuta al corto circuito secondo norme IEC 76 e derivate).

Il nucleo viene collegato alle armature e poi a terra in un unico punto, tramite una piattina di rame. Sono previsti cavallotti di piattina di rame in corrispondenza dei canali di raffreddamento.

8.3 Avvolgimenti

Gli avvolgimenti sono realizzati in rame elettrolitico puro secondo norma UNI 5649, tipo *Cu-ETP* isolato con carta di pura cellulosa. In particolare:

- Gli *avvolgimenti MT* sono avvolti in più strati a barile, realizzati in cavo a conduttori trasposti con continuità. Ogni conduttore elementare è in rame ad incrudimento controllato e ricoperto da resina a base epossidica che durante il trattamento degli avvolgimenti polimerizza in modo che l'insieme dei conduttori assuma rigidità globale, con resistenza meccanica prossima a quella di un conduttore della stessa sezione realizzato in un unico pezzo.
- Gli *avvolgimenti fondamentali AT* sono realizzati in piattina avvolta a disco a spire intercalate (*interleaved*) per assicurare la migliore condizione di antirisonanza degli avvolgimenti stessi.
- Gli *avvolgimenti di regolazione AT* sono invece avvolti a strati ad eliche interavvolte in piattina, in modo da evitare squilibri o "buchi" di *amper-spire* in senso assiale nello stesso avvolgimento.

L'isolamento dei conduttori è ottenuto da un appropriato numero di nastri di carta di pura cellulosa avvolti a spirale e parzialmente sovrapposti. Le caratteristiche dielettriche della carta sono ulteriormente esaltate dall'impregnazione sotto vuoto di olio.

8.4 Isolamento

L'isolamento fra nucleo ed avvolgimenti BT e MT viene realizzato con cilindri di carta bachelizzata alternati a canali d'olio.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

L'isolamento fra gli avvolgimenti MT, AT fondamentale e gli strati di regolazione viene realizzato con cilindri e cappe in cartogeno, opportunamente distanziati tra loro mediante spaziatori, in modo da realizzare canali di isolamenti e contemporaneamente di raffreddamento.

L'isolamento fra avvolgimenti e gioghi viene realizzato da collari e cappe isolanti, intercalati da spaziatori che permettono la circolazione dell'olio in corrispondenza dei canali d'olio assiali.

8.5 Trattamento degli avvolgimenti

Gli avvolgimenti singolarmente sono trattati in autoclave e sottoposti a pressatura a valori predeterminati allo scopo di evitare qualsiasi successivo cedimento anelastico.

Successivamente vengono montati concentricamente gli avvolgimenti di una stessa fase, compresi gli isolamenti tra gli avvolgimenti e quelli delle testate.

La fase assiemata viene di nuovo trattata in autoclave sottoposta ad ulteriore pressatura fino ad ottenere le esatte dimensioni di progetto.

8.6 Cassa

La cassa, del tipo a guscio rettangolare, è realizzata con lamiere di acciaio saldate e corredata di rinforzi in modo da permettere il sollevamento in esercizio del trasformatore pieno d'olio, senza presentare perdite di olio e/o deformazioni permanenti.

È inoltre atta a resistere al vuoto praticamente assoluto e alla pressione sul fondo della cassa, o ai valori prescritti nella specifica tecnica del Cliente. Il coperchio è del tipo bullonato alla cassa e presenta dei golfari per il sollevamento.

Le guarnizioni sono realizzate in gomma sintetica non solubile nell'olio caldo, sistemate in apposite sedi con riscontri in acciaio per evitare la supercompressione delle stesse guarnizioni.

Sia la cassa che il coperchio non presentano tasche esterne in cui possa raccogliersi acqua, o tasche interne in cui possa rimanere aria durante il riempimento del trasformatore con l'olio.

Comunque sono previsti tubi di sfiato che collegano il relé Buchholz a tutti i punti in cui possano accumularsi gas.

8.7 Conservatore d'olio

Il conservatore dell'olio è in lamiera di acciaio ed atto a resistere al vuoto ed ai valori di pressione come la cassa. È composto di due parti indipendenti, una per l'olio del trasformatore e l'altra per l'olio del comparto interruttori del variatore sotto carico.

Ogni parte ha l'estremità asportabile per le operazioni di pulizia.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

8.8 Variatore sotto carico

La regolazione della tensione AT, del tipo ad inversione, avviene a mezzo di variatore di tensione sottocarico posto sul centro stella degli avvolgimenti AT.

Il trasformatore ha la potenza costante su ogni presa del variatore.

L'interruttore di commutazione è sistemato in un contenitore con olio separato dall'olio del trasformatore ed è collegato mediante un relé a flusso di olio alla sua sezione del conservatore.

Il variatore è manovrabile sia con comando manuale che con comando a motore, con intervento locale ed a distanza. I comandi, i controlli e le protezioni sono montati in un armadio montato su una parete del trasformatore.

8.9 Sistema di raffreddamento

Il sistema di raffreddamento viene realizzato nelle seguenti modalità, per le varie fasi di funzionamento:

➤ **Funzionamento ONAN**

Circolazione naturale dell'olio e dell'aria per la potenza fino a 40 MVA con radiatori costituiti da tubi o piastre saldate tra due collettori di estremità collegati alla cassa con

interposizione di valvole di intercettazione per una parzializzazione del sistema di raffreddamento e per una rapida sostituzione dei radiatori stessi. Ciascuno di essi comprende tappi di scarico e di sfiato.

➤ **Funzionamento ONAF:**

Circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria, per la piena potenza del trasformatore da 40 a 50 MVA.

Le apparecchiature di controllo e protezione (contattori e relé) sono alloggiare in un armadio montato su una parete della cassa.

Tutti gli accessori/apparecchiature devono essere conformi alle specifiche Enel/Terna di riferimento.

9. REATTORE DI COMPENSAZIONE

Al fine di mantenere il fattore di potenza dell'energia resa ai morsetti del Gestore della Rete nazionale, entro i valori contrattuali, si rende necessaria l'installazione di un reattore per compensare l'energia reattiva prodotta dal cavidotto media tensione ed alta tensione.

Esso sarà installato nel piazzale della sottostazione ed alimentato dal quadro media tensione a 30 kV. La potenza stimata, è di circa 20 MVar a 30 kV, con una reattanza di fase di circa 45 Ω

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

| | |
|--|---------------------|
| • Potenza nominale | 20 MVA _r |
| • Tensione di alimentazione | 30 kV |
| • Tensione massima del sistema | 36 kV |
| • Reattanza nominale | 45 Ω |
| • Connessione avvolgimenti | Stella con neutro |
| • Tensione di tenuta ad impulso atmosferico | 170 kV |
| • Tensione di tenuta a frequenza industriale | 70 kV |
| • Densità di flusso (a condizioni nominali) | 1,7 Tesla |
| • Normativa di riferimento | IEC 60289 – 60076-6 |

10. SISTEMA DI PROTEZIONE E MISURA

Il sistema elettrico sarà dotato di dispositivi di misura e protezione, si da garantire il controllo dell'impianto e la salvaguardia dello stesso in caso di anomalie.

Le funzioni protettive da realizzare si riferiscono essenzialmente al quadro di cabina 2, cui afferiscono le torri del grappolo orientale del Parco, al quadro di cabina 1 ed alla sottostazione 150 kV.

Le protezioni saranno del tipo multifunzione a microprocessore così da realizzare con un'unica apparecchiatura per ogni unità funzionale, tutte le funzioni protettive, comando, visualizzazione e di misura richieste. Tipicamente i relè di protezione verranno alloggiati sui rispettivi scomparti a media tensione, mentre per l'alta tensione, essi saranno montati sui pannelli di protezione dedicati, ubicati nel Control building di sottostazione.

Le principali funzioni previste per le protezioni, sono:

- 50/51 massima corrente per montante e singoli scomparti MT
- 51N massima corrente omopolare per montante e singoli scomparti MT
- 27 minima tensione concatenata
- 59 massima tensione concatenata
- 59N massima tensione omopolare per montante MT
- 67N corrente direzionale di terra per montante e singole dorsali MT
- BF Mancata apertura interruttore "Breaker failure"
- 25 Protezione di linea per il montante 150 kV di uscita

11. SERVIZI AUSILIARI DI SOTTOSTAZIONE

I servizi ausiliari (SA) saranno alimentati da uno scomparto del quadro MT di sottostazione mediante trasformatore 30/0,38-0,22 Kv.

Nel seguito, sono descritte le caratteristiche tecniche delle apparecchiature che costituiscono i servizi ausiliari.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Tutti i segnali di allarme e/o anomalia saranno indirizzati verso il sistema di controllo e supervisione (SCS).

11.1 Trasformatore 30/0,4 kV

Il trasformatore MT/BT sarà ubicato in un ambiente segregato all'interno dell'edificio e con accesso interbloccato con il relativo scomparto del quadro di media tensione.

Il trasformatore sarà del tipo a secco (isolato in resina epossidica) ed avrà le seguenti caratteristiche:

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| • Tipo di servizio | Continuo |
| • Tipo di installazione | Interno |
| • Potenza nominale | 100 kVA |
| • Numero fasi | 3 |
| • Tensione nominale BT | 380-220 V |
| • Tensione nominale alimentazione | 30 kV |
| • Frequenza nominale | 50 Hz |
| • Raffreddamento | AN |
| • Tensione di c.c. | 6 % |

11.2 Sistema alimentazioni protette

Tutte le utenze a cui è legata la sicurezza ed il controllo della stazione (sistemi di protezione, comando, misura, teleconduzione, ecc.) sono alimentate con una tensione "protetta" cioè sempre presente anche in caso di mancanza di tensione sulla rete AT.

Il livello nominale di questa tensione sarà 110 Vcc e sarà fornita da un sistema composto da batteria e raddrizzatore carica batteria con le caratteristiche di massima indicate nel seguito.

Le utenze alimentate da questa tensione dovranno essere idonee a sopportare le variazioni di tensione generate dalla dinamica del sistema (tipicamente +/- 10%).

Il complesso raddrizzatore e batterie saranno contenuti in un armadio metallico, per montaggio a pavimento su apposito telaio di base e provvisto di golfari di sollevamento.

11.3 Batteria

La batteria dovrà essere del tipo ermetico costituita da celle al piombo e avere una capacità tale da garantire una autonomia del sistema di almeno 5 ore. Essa dovrà essere di capacità minima 250 AH con scarica in 5 ore, per alimentare tutti i carichi protetti della sottostazione in assenza di rete.

11.4 Raddrizzatore/Caricabatteria

Il raddrizzatore carica batteria sarà realizzato in conformità alle norme CEI 22-5, sarà alimentato a 400/230 Vca ed avrà un'uscita a 110 Vcc.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Lo schema é del tipo a doppio ramo adatto ad erogare la corrente richiesta dai carichi di sottostazione, sia la corrente richiesta per la ricarica della batteria.

11.5 Gruppo elettrogeno

Il gruppo sarà destinato ad alimentare le utenze BT nel caso di mancata tensione del trasformatore dei servizi ausiliari e sarà ubicato all'interno dell'edificio servizi in apposito locale dedicato.

| | |
|----------------------------|---------|
| • Potenza nominale | 30 KVA |
| • Numero fasi | 3 |
| • Tensione nominale | 400 V |
| • Frequenza nominale | 50 |
| • Motore Termico | Diesel |
| • Autonomia (Serbatoio) | ≥36 ore |
| • Tipo di installazione | Interno |
| • Grado di protezione (IP) | P23 |

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di serbatoio di gasolio incorporato, alternatore caricabatteria, batteria, motorino di avviamento, regolatore di giri, marmitta con apposito condotto per evacuare i fumi di combustione verso l'esterno, quadro di controllo manuale, pannello operatore, dispositivi di sicurezza (isolamento parti calde, protezione bassa pressione olio, protezione alta temperatura motore, protezione sovraccarico, protezione cortocircuito), allarme riserva carburante, prefiltro carburante, quadro intervento automatico, interruttore differenziale, morsettiera prelievo carico, avviamento remoto da consenso esterno, pulsante di emergenza.

11.6 Quadro di distribuzione servizi ausiliari

Le alimentazioni delle utenze ausiliarie di sottostazione, sia in c.a. (400/230 Vca) che in c.c. (110 Vcc), saranno fornite da due distinti pannelli di distribuzione raggruppati in un unico quadro. Ogni alimentazione sarà protetta da un adeguato interruttore automatico di tipo magnetotermico corredato di contatti ausiliari di posizione.

Il quadro alimenterà, tra le altre utenze di sottostazione, le seguenti:

- Prese 380/220 V trifasi per trattamento olio trasformatori
- Carica batteria
- Alimentazione scaldiglie dei pannelli
- Alimentazione scomparti media tensione
- Alimentazione montanti di alta tensione
- Lece interna
- Prese
- Luce esterna
- Impianto di condizionamento

Per i consumi ai fini di centrale, dovrà prevedersi complesso di misura (contatori, riduttori e idonee morsettiere) corredato di certificati di taratura redatti da laboratori abilitati, a fini fiscali.

Adest S.r.l.
Tricarico Wind Mill Park - Basilicata
Sistema Elettrico 30 e 150 kV

Relazione Tecnica: *Sottostazione elettrica*

Il quadro dovrà contenere il commutatore automatico rete/gruppo elettrogeno ed il sistema UPS, opportunamente dimensionato, per le utenze privilegiate.

12. SISTEMA ANTINTRUSIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

L'intera area di sottostazione dovrà essere protetta dall'ingresso di non autorizzati tramite un sistema antintrusione, conforme alle norme CEI EN, CEI vigenti in materia e composto da:

- Barriere perimetrali antiscavalco su tutto il perimetro della sottostazione;
- Contatti magnetici sulle porte di accesso ai locali, con eccezione del locale misure;
- Sirena auto-alimentata antischiama;
- Centrale elettronica di allarme con almeno 4 zone;
- Trasponder o chiave elettronica con interfaccia presso il cancello di ingresso;

Il sistema restituirà, in locale/remoto almeno i segnali di:

- Allarme intrusione;
- Anomalia sistema;
- Presenza personale in Sottostazione.

L'intera area di sottostazione viene dotata di impianto di videosorveglianza con un numero idoneo di telecamere a colori per esterno che inquadrino il cancello di ingresso, il fabbricato e gli stalli AT.

L'impianto sarà dotato di videoregistratore digitale con capacità di registrazione di 24h e dovrà essere collegato su rete ADSL/HDSL per la visualizzazione dei filmati da remoto.