

19_18_EO_ENE_AU_RE_24_01	NOVEMBRE 2020	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	Ing. Valentina Fornaro	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
19_18_EO_ENE_AU_RE_24_00	GIUGNO 2020	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	Ing. Valentina Fornaro	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" della potenza complessiva di 154 MW da realizzare nei comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA)

COMMITTENTE:

YELLOW ENERGY s.r.l.
Z.I. Lotto n. 31
74020 San Marzano di S.G (TA)

TITOLO:

BCT90A2_Disciplinare

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu



P.IVA: 02658050733



NOME
 19_18_ENE_AU_RE_24_01

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA: A4

SCALA:

ELAB.
 24

INDICE

1	GENERALITÀ	2
2	COMPONENTI DELL'IMPIANTO (ROTORE, SISTEMA DI ORIENTAMENTO DEL ROTORE, SISTEMA DI CONTROLLO)	3
2.1	ROTORE E PALE	4
2.2	SISTEMA DI TRASMISSIONE E GENERATORE	5
2.3	SISTEMA DI FRENATURA	6
2.4	SISTEMA DI ORIENTAMENTO	6
2.5	GONDOLA	7
2.6	TORRE DI SOSTEGNO	8
2.7	UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA	8
2.8	IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE EOLICO	9
2.9	SISTEMA DI IMBARDATA	10
2.10	SISTEMA DI CONTROLLO	10
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE	12
3.1	SEZIONE MT	12
3.2	SEZIONE AT	12
3.3	CARATTERISTICHE ELETTRICHE	13
3.4	IMPIANTO DI TERRA	16
3.5	OPERE CIVILI	16
3.6	EDIFICIO SERVIZI AUSILIARI	17
4	SISTEMA DI ACCUMULO	17
4.1	SCHEMA DI CONNESSIONE ALLA RETE	18
4.2	SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO	19

1 GENERALITÀ

Il parco eolico "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" è costituito da 19 aerogeneratori, le cui coordinate planimetriche sono riportate nella tabella che segue, da uno storage e dalle opere connesse (opere di fondazione, piazzali, viabilità e cavidotti).

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio di:

- n.5 aerogeneratori nel Comune di Avetrana;
- n.11 aerogeneratori nel Comune di Erchie;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di Manduria;
- n.1 aerogeneratore nel Comune di Torre Sanata Susanna.

N.	UTM WGS84 33	
	East (m)	North (m)
ER1	734178.14	4480483.46
ER2	734817.02	4480387.01
ER3	735330.85	4480044.98
ER4	735850.02	4479861.28
ER5	733452.78	4477849.65
ER6	733960.64	4478047.19
ER7	734487.01	4478187.00
ER8	735006.46	4478560.56
ER9	736179.99	4478393.99
ER10	733148.98	4476175.97
ER11	734915.77	4476387.27
ER12	735380.02	4476671.99
ER13	728321.00	4474239.00
ER14	729199.00	4474082.00
ER15	729695.00	4474964.00
ER16	730006.00	4473780.00
ER17	730826.00	4474358.00

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" della potenza complessiva di 154 MW da realizzare nei Comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA)

ER18	731767.00	4474035.00
ER19	732864.00	4474207.00

Tabella 1. Ubicazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto, con riferimento al sistema di riferimento UTM – WGS 84, per le coordinate piane.

2 COMPONENTI DELL'IMPIANTO (ROTORE, SISTEMA DI ORIENTAMENTO DEL ROTORE, SISTEMA DI CONTROLLO)

Per il Parco eolico di progetto da realizzarsi nel territorio dei Comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA) è stato preso in considerazione un aerogeneratore da 6.0 MW di SIEMENS GAMESA avente un rotore tripala con un sistema di orientamento attivo.

Si tratta di una macchina della più avanzata tecnologia con una potenza nominale di 6.0 MW e fornita delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali. Il rotore ha un diametro massimo di 170 m ed utilizza un sistema di controllo capace di adattare l'aerogeneratore per operare in un ampio intervallo di velocità del rotore.

Il numero di aerogeneratori previsti è 19 per una potenza totale installata di 114 MW. Gli aerogeneratori sono collocati nel parco, come si può evincere dagli elaborati grafici, ad un'interdistanza pari a 3 volte il diametro, gli stessi sono disposti perpendicolarmente rispetto alla direzione del vento dominante. L'aerogeneratore è progettato per un intervallo di temperatura compreso fra -20°C e $+40^{\circ}\text{C}$. Al di fuori di questo intervallo devono osservarsi precauzioni particolari. L'umidità relativa può arrivare anche al 100%.

2.1 ROTORE E PALE

Il rotore è costituito da 3 pale disposte in maniera aerodinamica e costruite in resine di poliestere rinforzate con fibra di vetro fissate ad un nucleo metallico. Le caratteristiche principali del rotore sono:

Diametro massimo	170 m
Area spazzata	22,698 m ²
Senso di rotazione	in senso orario (vista frontale)
Orientamento rotore	sopravvento
Angolo di inclinazione	6°
Inclinazione pala	2°
Numero di pale	3
Freno aerodinamico	Pale in bandiera

Il rotore avrà una velocità di rotazione variabile tra 9,0 e 19,8 giri/min. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alla specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche. Le pale avranno una lunghezza massima di 83.5 m, pertanto poiché il rotore è installato in cima alla torre ad un'altezza di 115 m, il massimo sviluppo verticale del sistema torre - pale sarà di 200 m. Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato secondo lo standard IEC 1024-1. Questo sistema conduce il fulmine attraverso i lati della pala dalla punta sino alla giunzione del rotore e da qui sino al sistema di protezione di terra e consente di proteggere ogni componente dell'aerogeneratore.

L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Durante il funzionamento sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e

velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. La bassa velocità del rotore alle basse velocità mantiene bassi i livelli di emissione acustica. A potenza nominale ed ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante. Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario. Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

2.2 SISTEMA DI TRASMISSIONE E GENERATORE

Il nucleo di supporto delle pale si avvita a quello principale del sistema appoggiato su due supporti a rulli sferici che assorbono gli sforzi assiali e radiali del rotore. L'albero principale trasmette la potenza al generatore attraverso la scatola ad ingranaggi - moltiplicatore di giri.

La scatola ad ingranaggi è costituita da una trasmissione combinata planetario-ruota elicoidale. Dal moltiplicatore di giri la potenza è trasmessa al generatore elettrico mediante un accoppiamento in materiale composito, esente da manutenzione. Il generatore elettrico ad induzione è uno speciale generatore asincrono a 4 poli con rotore avvolto.

2.3 SISTEMA DI FRENATURA

L'aerogeneratore è equipaggiato con 2 sistemi indipendenti di frenata (aerodinamico e meccanico) attivati idraulicamente e interconnessi onde controllare la turbina in tutte le condizioni di funzionamento. Il sistema di regolazione del passo (noto come "pitch") delle pale si utilizza per frenare la turbina cosicché, quando le pale girano perpendicolari all'asse longitudinale, il rotore riduce la superficie esposta al vento.

Peraltro il sistema di frenatura meccanico incorpora un freno a disco idraulico fissato all'asse ad alta velocità ed integrato con un disco di frenata e 3 ganasce idrauliche con pastiglie prive di amianto. Le sue caratteristiche principali sono le seguenti:

2.4 SISTEMA DI ORIENTAMENTO

L'aerogeneratore dispone di un sistema di orientamento attivo. L'allineamento della gondola con la direzione del vento avviene mediante 4 motoriduttori che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre. La banderuola situata sulla copertura della gondola invia un segnale al controllo il quale aziona i motori di orientamento che a loro volta ruotano la turbina. I componenti del sistema sono di seguito specificati:

Banderuola tipo	Optoelettrico
Tipo	cuscinetto piano con frizione incorporata
Materiale	anelli d'imbardata, cuscinetti piani, PETP
Velocità di imbardata	<0.5/secondo

Trasmissione di imbardata:

Tipo	ingranaggi a cremagliera/planetari 2° step planetari 1° step e cremagliera autobloccante
Motori	6 motori asincroni, 2,5 kW 6 poli
Controllo	protezione contro torsione dei cavi

Come caratteristica addizionale di sicurezza, il sistema di orientamento può essere utilizzato, mediante attivazione manuale per ruotare la gondola e il piano del rotore fuori dalla direzione del vento nel caso ciò sia necessario.

2.5 GONDOLA

Tutti i componenti descritti sono situati sulla piattaforma della gondola. Dentro la gondola è anche contenuto il trasformatore di potenza. La potenza elettrica generata a 690 V è inviata ad un trasformatore che restituisce in uscita una potenza di 20 KV. Questo trasformatore è sistemato all'interno della navicella o gondola onde evitare ingombri alla base del pilone o sul terreno. Il telaio è composto da profilati tubolari, cavi e lastre di acciaio. Il telaio della gondola poggia sulla corona di orientamento e slitta su un alloggiamento di nylon per evitare che gli sforzi trasmessi generino eccessive tensioni sugli ingranaggi del sistema di orientamento. Il peso totale della gondola, inclusi i dispositivi contenuti, è di 61.2 tonnellate.

La gondola incorpora oltre agli elementi descritti, un anemometro elettronico (in un braccio rotante connesso alla banderuola) connesso all'unità di controllo per ottimizzare la produzione energetica dell'aerogeneratore. Tutto il macchinario, ad eccezione dell'anemometro e della veletta, è protetto da un involucro chiuso, di fibre di vetro, che appoggia su una banda in gomma sui bordi del telaio. Questo tipo di chiusura totale protegge i diversi componenti dagli agenti atmosferici, e nello stesso tempo riduce il rumore dell'aerogeneratore impedendo la sua trasmissione attraverso l'aria.

Ciò nonostante l'involucro incorpora i fori di ventilazione sufficienti a garantire un'efficace raffreddamento del moltiplicatore e del generatore. La parte superiore dell'involucro può essere aperta permettendo al personale di servizio di stare in piedi nella gondola per la manutenzione dei componenti o per sostituirli senza smontare l'involucro stesso. Un apertura situata sulla parte frontale dell'involucro permette l'introduzione del rotore e degli appoggi delle pale. Inoltre nella gondola è installata un circuito di illuminazione. La piattaforma della gondola dispone di un foro per accedervi dalla torre.

2.6 TORRE DI SOSTEGNO

L'aerogeneratore è alloggiato su una torre metallica tubolare troncoconica d'acciaio alta 115 mt zincata e verniciata. Nel suo interno è posizionata una scala per accedere alla gondola, completa di dispositivi di sicurezza e di piattaforma di disaccoppiamento e protezione. Sono presenti anche elementi per il passaggio dei cavi elettrici e un dispositivo ausiliario di illuminazione. Vi si accede tramite una porta posta nella parte inferiore. All'interno della torre può essere montato un ascensore- montacarichi. La torre viene costruita in sezioni che vengono unite tramite flangia interna a piè d'opera e viene innalzata mediante una gru ancorata alla fondazione con un'altra flangia.

8

2.7 UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA

L'unità di controllo e potenza, monitorizza e controlla tutte le funzioni critiche dell'aerogeneratore al fine di ottimizzare, in ogni momento, il funzionamento dello stesso in tutta la gamma di velocità del vento; esse possono riassumersi come segue:

- Sincronizzazione della velocità di rotazione con quella nominale, prima della connessione alla rete, per limitare l'intensità di connessione;
- connessione degli aerogeneratori mediante IGBT per limitare la corrente;
- come risultato, l'intensità di connessione minore della corrente a pieno carico;
- regolazione dell'angolo di passo delle pale per ottimizzare il funzionamento dell'aerogeneratore conseguendo:
 - ottimo adattamento della potenza nominale
 - connessione più morbida dell'aerogeneratore
 - avviamento senza consumo di energia
 - minori carichi sulla struttura
 - fermo dell'aerogeneratore senza utilizzazione del freno meccanico
 - ottima produttività sotto ogni condizione del vento
 - vita utile prevista di 20 anni.
- grazie alla regolazione del passo non è necessario l'avviamento del motore;
- orientamento automatico verso la direzione del vento;
- dispositivo di compensazione disegnato per compensare anche il consumo a vuoto del

generatore;

- controllo dell'unità idraulica;
- controllo della rete elettrica;
- controllo delle funzioni di sicurezza;
- fermo della turbina in caso di errore.

Il sistema VMP consta di due microprocessori interconnessi, rispettivamente posizionati in unità di controllo alla base della torre e nella gondola. Nel quadro dei fusibili (FUSE SECTION) è collocato un relè di scarico a terra, un interruttore automatico da 10 A per l'illuminazione e i punti di potenza della torre tubolare. Nel quadro generale (BUS BAR SECTION) ci sono due interruttori principali, uno per il generatore e l'altro per il sistema VMP. Con esso si ottiene che, anche con l'interruttore generale disconnesso, permane tensione nell'unità di controllo e nel dispositivo ausiliare di servizio. Nel quadro del microprocessore (PROCESSOR SECTION), è alloggiato il microprocessore dell'unità di controllo con pannello operativo.

2.8 IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE EOLICO

L'impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell'aerogeneratore. Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell'efficienza, riduce l'emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete. Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale. Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell'aerogeneratore e riduce nettamente i carichi dinamici strutturali. Le raffiche di vento sono "immagazzinate" dall'accelerazione del rotore e sono convogliate gradatamente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti. Inoltre il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli.

Il generatore è completamente incapsulato ed ha una classe di protezione IP65. Il calore in

eccesso viene disperso nell'atmosfera mediante uno scambiatore aria-aria che fa uso di canali fonoassorbenti. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità. La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete.

2.9 SISTEMA DI IMBARDATA

L'aerogeneratore è dotato di due banderuole riscaldate a controllo incrociato per l'esatta corrispondenza dei segnali. Esse forniscono una misurazione molto accurata della direzione del vento. L'esatto allineamento del rotore alla direzione del vento è un requisito essenziale per ottimizzare la resa e contemporaneamente evitare carichi aggiuntivi sull'aerogeneratore causati da un flusso d'aria obliquo. Il basamento è collegato alla torre per mezzo di una ralla a quattro contatti con dentatura esterna. L'imbardata della navicella è ottenuta per mezzo di quattro motoriduttori. Tra un movimento di imbardata e l'altro la navicella viene ancorata per mezzo di dieci pinze (freno d'imbardata) in modo da evitare che l'anello di imbardata sia soggetto a momenti d'imbardata esterni. Durante il movimento la pressione del freno viene solo ridotta per evitare l'inversione di direzione della dentatura durante l'imbardata e quindi proteggerla.

I freni di imbardata ricevono la necessaria pressione da una centralina oleodinamica così come il freno di sicurezza del sistema di trasmissione. Per garantire la sicurezza del funzionamento in ogni condizione, l'impianto idraulico è dotato di diversi accumulatori che garantiscono la necessaria pressione dei freni anche nel caso in cui venisse a mancare l'alimentazione.

2.10 SISTEMA DI CONTROLLO

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e

funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo. La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna.

Tutti i dati possono essere monitorati a distanza da un PC collegato mediante una linea telefonica, in modo che l'operatore e il personale della manutenzione possano ricevere in qualsiasi momento informazioni complete sullo stato dell'aerogeneratore. Sono previsti vari livelli, protetti da password, che permettono persino il telecomando dell'aerogeneratore sulla base di appropriati privilegi di accesso.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE

L'unità produttiva di Erchie dovrà essere allacciata in Alta Tensione (150 kV): l'intervento consiste, quindi, nella realizzazione di una nuova stazione di trasformazione 150/30 kV esterna alla stazione elettrica e connessa alla sezione a 150 kV della stessa mediante linea di collegamento aerea/interrata.

3.1 SEZIONE MT

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 30 kV costituito da celle del tipo protetto con interruttori di protezione e sezionatori a vuoto isolati in esafluoro di zolfo SF₆, ad alto potere di interruzione. La derivazione verso il trasformatore sarà prelevata a valle del sezionatore, protetto con fusibili, con cavi MT aventi terminali opportunamente isolati. Al fine di impedire manovre errate, tutti i quadri saranno equipaggiati con dispositivo di interblocco elettrico con i corrispondenti interruttori generali oltre a dispositivi di interblocco meccanico.

3.2 SEZIONE AT

L'avvolgimento secondario del trasformatore di potenza MT/AT è collegato mediante la sezione MT ai sistemi di produzione, la sezione in alta tensione delle stazioni elettriche di elevazione si compone dei seguenti apparati:

- n. 1 trasformatore 150/30 kV;
- n. 3 scaricatori di sovratensione.
- n. 3 trasformatore di corrente (fiscale e protezione);
- n. 1 interruttore automatico tripolare, isolato in SF₆ con comando unipolare;
- n. 3 trasformatore di tensione (fatturazione e protezione);
- n. 1 sezionatore di isolamento rotativo tripolare;

Il sistema di sbarre verrà connesso allo stallo produttore della SE RTN mediante linea in cavo interrato con tensione di 150 kV, la connessione verrà realizzata attraverso il sistema GIS comprendente le apparecchiature isolate in gas SF₆, quali interruttori automatici, sezionatori, trasformatore di corrente e tensione.

3.3 CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Da un punto di vista elettrico l'inserimento dell'impianto alla rete di distribuzione sarà:

- di tipo in antenna su Stazione Elettrica connessa alla linea AT;
- con sistema a semplice sbarra;
- con interruttori utilizzati come organi di manovra e interruzione (soluzione normale).

L'interruttore generale automatico (lato 150 kV) sarà asservito ad un sistema di protezione in grado di selezionare i guasti che avvengono a valle dell'interruttore stesso.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (99-2) e specifiche.

Interruttori tripolari in SF6:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- corrente nominale: 1600 A;
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori orizzontali con lame di messa a terra:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 315 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- corrente nominale: 1600 A;
- corrente di breve durata: 31,5 kA.

Trasformatori di corrente:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;

- rapporto di trasformazione nominale: 800-1600/5 A/A;
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale;
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V;
- classe di precisione: 0,2-0,5-3P;
- fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5;
- salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m^3): da 14 a 56;
- tipologia: induttivo.

Scaricatori di tensione 150 Kv:

- frequenza: 50 Hz;
- salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m^3): da 14 a 56;
- tensione residua con impulsi atmosferici alla corrente nominale (8/20 μs): 396 kV;
- tensione residua con impulsi di corrente a fronte rapido (10 kA fronte 1 μs): 455 kV;
- tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A 30/60 μs): 318 kV;
- corrente nominale di scarica: 10 kA;
- valore di cresta degli impulsi di forte corrente: 100 kA.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Sistema GIS

- Frequenza nominale 50/60 Hz
- tensione nominale 170 kV
- corrente nominale 2000 A
- max. tensione di prova tra fase e terra;

- tensione di tenuta nominale a frequenza di esercizio 1 min. 325 kV;
- Impulso con onda 1,2/50 ms 650 kV 750 kV
- max. tensione di prova sulla distanza di sezionamento;
- tensione di tenuta nominale a frequenza di esercizio 1 min. 375 kV;
- Impulso con onda 1,2/50 ms 650 kV 860 kV
- corrente di breve durata 40 kA
- corrente nominale di picco 100 kA
- perdita annua gas SF6 < 1%
- temperatura ambiente: min / max -25°C / +55°C

Trasformatore trifase in olio minerale

- tensione massima 170 kV
- frequenza 50 Hz
- rapporto di trasformazione 150+-
10x1,25%/30 kV/30 kV
- livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 650 kV
- livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- tensione di corto circuito 11 %
- collegamento avvolgimento Primario Stella
- collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- potenza in servizio continuo 175 MVA

Caratteristiche di massima dei componenti MT

- tensione di esercizio nominale Vn 30 kV
- tensione di isolamento nominale 36 kV
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV
- tensione di tenuta ad impulso 170 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo In 2000 A
- corrente ammissibile di breve durata IK 25 kA
- corrente di cresta IP 2,5x· IK

- temperatura di esercizio -5 ÷ +40 °C

3.4 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato in conformità alle prescrizioni della norma EN 61936-1 e EN 50522, pertanto sarà tale da:

- avere una sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra;
- evitare danni a componenti elettrici e beni;

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegati.

La stazione di consegna e connessione sarà dotata di un apposito impianto di terra, realizzato mediante un sistema dispersore con stesura di una rete di terra in corda di rame nudo al di sotto dell'intero piazzale e dell'edificio in muratura e complementata da dispersori a picchetto infissi al fondo di pozzetti di ispezione con chiusino in cemento, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature.

Al fine di evitare il trasferimento di tensioni tra impianti di terra indipendenti:

- per alimentazione di emergenza in MT, dovranno essere previsti giunti di isolamento sulle guaine dei cavi;
- per alimentazione di emergenza in BT, dovrà essere previsto un trasformatore di isolamento;
- l'eventuale alimentazione ausiliaria avrà il neutro connesso allo stesso impianto di terra della stazione di consegna e connessione.

3.5 OPERE CIVILI

L'impianto di trasformazione, consegna e connessione sarà realizzato nell'ambito di aree opportunamente attrezzate e completamente recintate. Nell'ambito di tali aree saranno realizzati gli opportuni fabbricati. L'accesso all'area avverrà da strada, tramite porta pedonale e cancello scorrevole carrabile ad assicurare un rapido accesso agli impianti.

Il fabbricato è costituito da un edificio in muratura a pianta rettangolare composto principalmente dal locale quadri MT e BT, locale misura, locale controllo, servizi igienici, un locale per il trasformatore MT/BT; il pavimento sarà di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi, gli infissi

saranno in alluminio anodizzato naturale.

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e con una larghezza non inferiore a 4 m, le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

3.6 EDIFICIO SERVIZI AUSILIARI

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadri MT;
- trasformatori 30/04 kV – 500 kVA;
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri).

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e sottoquadri di distribuzione (comuni per c.a. e c.c.).

Anche per il piazzale della sottostazione all'aperto è prevista la realizzazione di impianti ausiliari, sia per l'illuminazione interna ed esterna ordinaria e di emergenza sia per la fornitura di un servizio di prese di energia e di videosorveglianza.

Sarà curata, inoltre, la fornitura e posa in opera degli accessori di completamento e dei presidi antinfortunistici, quali: schemi, cartelli monitori, cartelli di segnalazione, cartelli con le istruzioni di pronto soccorso, guanti isolanti, tappeti isolanti ed estintori.

4 SISTEMA DI ACCUMULO

Il cuore del Sistema di Accumulo è l'accumulatore elettrochimico ricaricabile. Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LMO) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

Le batterie sono alloggiare all'interno di container e sono raggruppate in stringhe da 192 elementi ciascuna. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS attraverso un Power Center che consente l'interfaccia con il PCS.

Il sistema di accumulo è costituito essenzialmente dai seguenti componenti:

1. Assemblati Batterie;
2. PCS (apparecchiature di conversione dell'energia elettrica da c.c. in c.a.);
3. Trasformatore di accoppiamento;
4. Apparecchiature di manovra e protezione;
5. Servizi ausiliari;
6. Sistema di controllo.

Le apparecchiature principali saranno alloggiare in container metallici da 12x2,5x3m "High Cube".

I containers verranno attrezzati con sistemi di condizionamento opportunamente dimensionati in modo da garantire le migliori condizioni ambientali per il corretto funzionamento degli equipaggiamenti.

All'interno dei container è previsto un sistema di estinzione (NOVEC 1230, FM200 o equivalente) e in aggiunta acqua come ulteriore mezzo di estinzione.

4.1 SCHEMA DI CONNESSIONE ALLA RETE

La Norma CEI 0-16, con la variante V1 2013-12, ha definito i possibili schemi di connessione di un impianto di accumulo inserito in impianti per la produzione di energia incentivati.

Con riferimento ad un impianto di produzione, in particolare, il sistema di accumulo può essere connesso:

- nella parte di impianto in corrente continua (Figura 26 della citata Norma)
- nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore di produzione dell'impianto di generazione (Figura 27 della citata Norma)
- nella parte di impianto in corrente alternata a monte del contatore di produzione dell'impianto di generazione (Figura 28 della citata Norma)

Data la specificità del sistema di accumulo considerato, che prevede una interfaccia in corrente alternata, lo schema di inserzione è quello di figura 28, che si riporta per comodità:

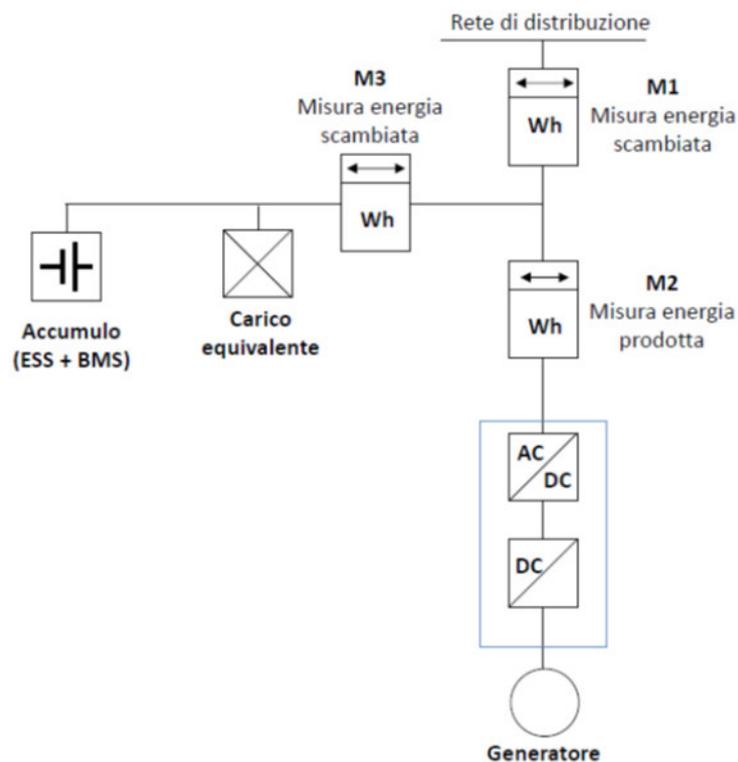


Figura 1: Schema elettrico semplificato del sistema di misura ed inserzione dell'accumulo
(da Norma CEI 0-16, V1, fig. 28)

4.2 SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO

Il sistema di accumulo può essere controllato da: un sistema centralizzato di controllo locale e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

Il Sistema di Controllo Integrato locale è formato da una rete di controllori digitali per il controllo dei container PCS e di unità di controllo remoto di segnali I/O, per la gestione dei container batterie. Vi è poi una unità centrale di controllo che funge da collettore di informazioni verso lo SCADA di livello superiore e il sistema di controllo della centrale esistente.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione e alla registrazione cronologica degli eventi.