



REGIONE BASILICATA



PARCO EOLICO SERRA GAGLIARDI
GENZANO DI LUCANIA (PZ)

ELABORATO DI PROGETTO



2	17/03/2016	Ing. M.Martellucci	Ing. M.Martellucci	Ing. F. Di Chiappari	
1	30/06/2014	Ing. M.Martellucci	Ing. M.Martellucci	Ing. F. Di Chiappari	
0	14/01/2011	Ing. M.Martellucci	Ing. M.Martellucci	Ing. F. Di Chiappari	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato*	Descrizione

Redazione: **SKYWIND S.r.l.** via Marconi, 6, 04024 Gaeta (LT)

Titolo dell'allegato:

**Disciplinare descrittivo e prestazionale
degli elementi tecnici**



Pagine:

1 di 86

Doc.n°:

A.15.

Committente:



S.r.l. Via Marconi, 6
04024 Gaeta (LT) ITALY

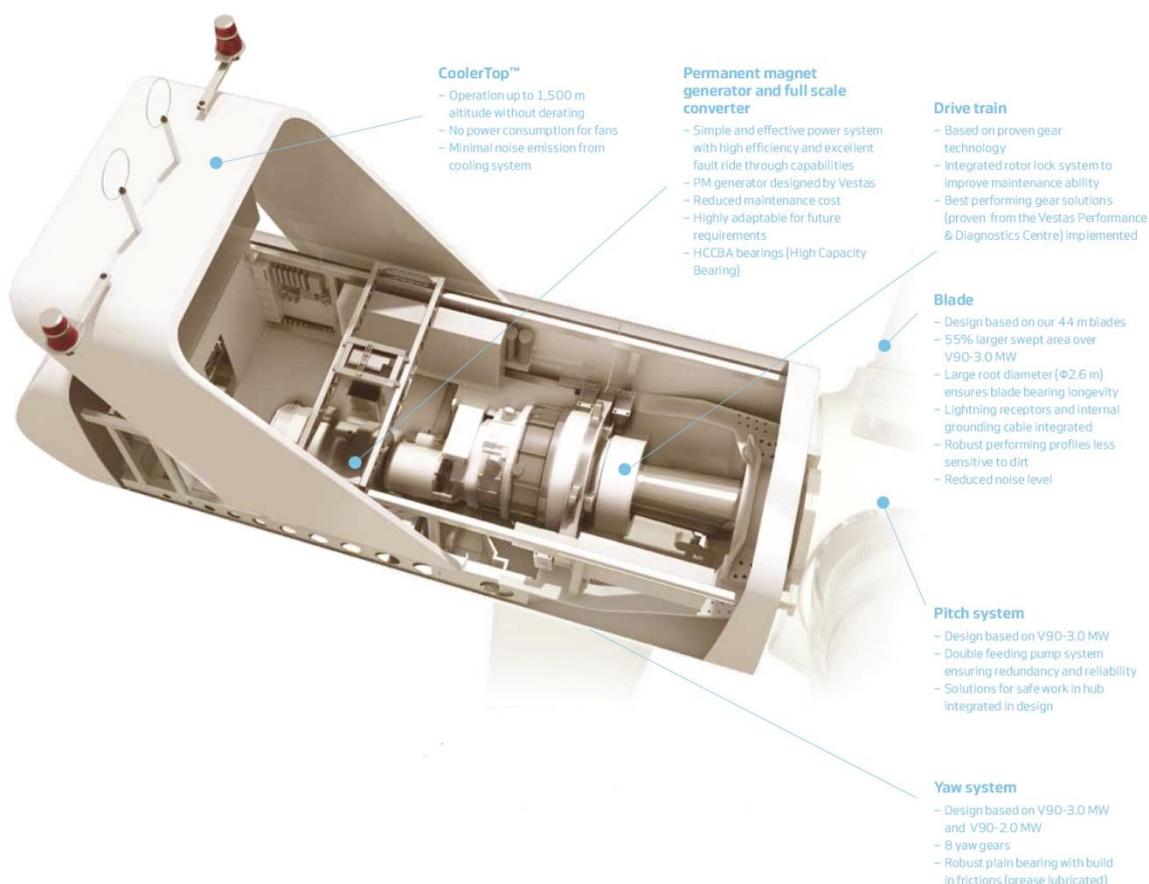
SOMMARIO

1. L'aerogeneratore.....	4
1.1 Rotore.....	5
1.2. Pale	5
1.3. Cuscinetto pala.....	6
1.4. Sistema di regolazione del passo pala	6
1.5. Mozzo	7
1.6. Asse principale.....	7
1.7. Involucro del cuscinetto principale	7
1.8. Cuscinetto principale	7
1.9. Moltiplicatore dei giri	8
1.10. Cuscinetti del generatore	8
1.11. Dispositivo di accoppiamento ad alta velocità.....	8
1.12. Sistema di imbardata	9
1.13. Gru	9
1.14. Torre	10
1.15. Base-Struttura e copertura della carlinga	10
1.16. Sistema di condizionamento termico	11
1.17. Il raffreddamento del convertitore e del generatore.....	12
1.18. Il moltiplicatore di giri ed il raffreddamento idraulico.....	12
1.19. Raffreddamento del trasformatore	12
1.20. Raffreddamento della carlinga.....	13
1.21. Progettazione elettrica	13
1.21.1 Generatore	13
1.21.2 Convertitore.....	14
1.21.3 Trasformatore di alta tensione	14
1.21.4 Cavi AT.....	15
1.21.5 Quadri AT.....	16
1.21.6 AUX System	16
1.21.7 Sensori di vento	16
1.21.8. VMP (Vestas Multi processore) regolatore	17
1.21.9. Il regolatore VMP6000 serve le seguenti funzioni principali:.....	17
1.21.10. Gruppo di continuità (UPS)	18
2. DESCRIZIONE IMPIANTO ELETTRICO	19
2.1. Punto di Consegna e Stazione di Consegna	19

2.2. Sottostazione di ingresso alla Stazione RTN	20
2.2.1. Montante di arrivo	20
2.2.2. Apparecchiature AT	20
2.2.3. Sostegni, isolatori, morsetti, connessioni	25
2.2.4. Apparecchiature MT	26
2.2.5. Servizi Ausiliari	27
2.2.5.1. Quadro dei Servizi ausiliari in corrente alternata.....	27
2.2.5.2. Quadro dei Servizi ausiliari in corrente continua	28
2.2.6. Impianto Terra	30
2.2.7. Impianti Tecnologici.....	31
2.2.8. Installazioni Elettromeccaniche.....	32
2.2.9. Dati generali di Progetto	32
2.3. Linea Alta Tensione interrata	33
2.4. Sottostazione Elevazione	34
2.4.1. Montante di arrivo	34
2.4.2. Montante trasformatori.....	34
2.4.3. Opere accessorie	35
2.4.4 Quadri Elettrici.....	37
2.4.4.1. Quadro di controllo.....	37
2.4.4.2. Quadro media tensione di Distribuzione Generale	38
2.4.4.3. Trasformatore MT/BT	41
2.4.4.4. Quadro di distribuzione BT	41
2.4.4.5. Quadro UPS e distribuzione 400/230Vca.....	42
2.4.4.6. Quadro raddrizzatore e distribuzione 110Vcc.....	42
2.4.4.7. Contatori fiscali	42
2.4.4.8. Quadro media tensione	43
2.4.4.9. Linee Media Tensione Principali	43
2.5. Quadri Media Tensione di Torre.....	44
2.6. Sistema di Controllo (SCADA).....	46
ALLEGATO 1	48

1. L'aerogeneratore

La figura sottostante raffigura i vari componenti nella cabina dell'aerogeneratore:



L'aerogeneratore Vestas V112-3.60 MW IEC IA 50/60 Hz – Power Optimized Mode PO1, è una turbina tripala dotata di un sistema di orientamento attivo. La Vestas V112-3.6 MW ha un diametro del rotore di 112 m ed una potenza nominale (Pn) di 3650 kW / 3800 kW. La turbina utilizza il sistema OptiTip® e Grid Streamer™.

Con questi sistemi l'aerogeneratore è in grado di azionare il rotore a velocità variabile, mantenendo la potenza di uscita in prossimità della potenza nominale, anche con alta velocità del vento.

A bassa velocità del vento, i sistemi OptiTip ® e Grid StreamerTM, ottimizzano la potenza di produzione scegliendo la migliore combinazione tra velocità del rotore ed angolo di attacco in modo da operare sempre al massimo rendimento.

1.1 Rotore

La V112-3.6 MW è equipaggiata da un rotore di 112 metri di diametro costituito da tre pale ed un mozzo.

Le pale sono controllate da un sistema di controllo chiamato OptiTip ®. In base alle condizioni del vento, le pale vengono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di attacco.

Rotore	
Diametro	112 m
Area spazzata	9852 m ²
Velocità media di rotazione	12.85 rpm
Intervallo velocità di rotazione	8.1 – 17.6
Senso di rotazione	Senso orario (vista frontale)
Orientamento rotore	Sopravento
Angolo di inclinazione	6°
Inclinazione pala	4°
Numero di pale	3
Freno aerodinamico	Pale a bandiera

1.2. Pale

Le pale sono realizzate in carbonio e fibra di vetro e sono costituite da due gusci alari legati ad una trave portante.

Pale	
Tipo	Gusci alari agganciati ad una trave portante
Lunghezza	54.65 m
Materiale	Fibra di vetro rinforzata con fibre di carbonio e resina epossidica

Fissaggio pala	Inserti in acciaio
Larghezza corda	4.0 m

1.3. Cuscinetto pala

I cuscinetti sono formati da due corone di sfere con 4 punti di contatto.

Cuscinetto pala	
Lubrificazione	Grasso, pompa di lubrificazione automatica

1.4. Sistema di regolazione del passo pala

La turbina è dotata di un sistema di regolazione del passo per ogni pala ed un blocco distribuzione, situati nel mozzo. Ogni sistema di regolazione del passo pala è collegato al blocco di distribuzione mediante tubi flessibili.

Il blocco distribuzione è collegato alle tubazioni del gruppo idraulico di rotazione del mozzo per mezzo di tre tubi (linea di pressione, linea di ritorno e la linea di scarico).

Ogni sistema di regolazione passo consiste in un cilindro idraulico montato sul mozzo e con la biella montata alla pala tramite un perno a coppia di torsione. Le valvole che facilitano il funzionamento del cilindro del passo sono installate su un blocchetto serrato direttamente sul cilindro.

Sistema di regolazione del passo pala	
Tipo	Idraulico
Numero	1 per pala
Escursione	-9° to 90°

Sistema idraulico	
Pompa principale	Due pompe ad olio interne ad ingranaggi ridondanti
Pressione	260 bar
Filtraggio	3 µm (assoluto)

1.5. Mozzo

Il mozzo supporta le tre pale e trasferisce le forze di reazione al cuscinetto principale e la coppia di torsione al cambio. La struttura del mozzo supporta anche, i cuscinetti ed il cilindro per il passo delle pale.

Mozzo	
Tipo	Mozzo sferico a fusione
Materiale	Ghisa

1.6. Asse principale

L'asse principale trasferisce le forze di reazione al cuscinetto principale e la coppia di torsione al cambio.

Asse principale	
Tipo	Albero cavo
Materiale	Ghisa

1.7. Involucro del cuscinetto principale

L'involucro del cuscinetto copre il cuscinetto principale ed è il primo punto di contatto del sistema di trazione con il telaio di base.

Involucro del cuscinetto	
Materiale	Ghisa

1.8. Cuscinetto principale

Il cuscinetto principale sopporta tutti i carichi di spinta.

Cuscinetto principale	
Tipo	Cuscinetto a doppia fila di rulli sferici
Lubrificazione	Lubrificazione a grasso automatica

1.9. Moltiplicatore dei giri

L'ingranaggio principale converte la rotazione a bassa velocità del rotore in rotazione ad alta velocità del generatore.

Il moltiplicatore dei giri è un cambio differenziale a quattro fasi, dove le prime 3 fasi sono planetarie e la quarta è elicoidale.

Il freno a disco è montato sull'asse ad alta velocità. Il sistema di lubrificazione del moltiplicatore dei giri è a pressione - sistema di alimentazione.

Moltiplicatore dei giri	
Tipo	Differenziale, 3 fasi planetarie + 1 fase elicoidale
Materiale involucro ingranaggi	Fusione
Rapporto	1:113,2
Alimentazione meccanica	3300kW
Sistema di lubrificazione	Olio a pressione
Sistema di lubrificazione ausiliario	Coppa dell'olio riempita a gravità da serbatoio esterno
Quantità totale dell'olio	1000-1200 litri
Specifica purezza Olio	ISO 4406-/15/12
Paraolio asse	labirinto

1.10. Cuscinetti del generatore

I cuscinetti sono lubrificati con grasso ed il grasso è fornito continuamente da un'unità automatica di lubrificazione.

1.11. Dispositivo di accoppiamento ad alta velocità

Il giunto trasmette la coppia di torsione ad alta velocità, dell'asse di uscita del moltiplicatore di giri, all'asse di ingresso del generatore.

L'accoppiamento consiste in due pacchetti di 4 laminati collegati ed un tubo intermedio in vetroresina con due flange metalliche. L'accoppiamento è fissato a due perni armati sul disco del freno e del generatore.

1.12. Sistema di imbardata

Il sistema di imbardata è un sistema attivo basato su un solido concetto di precarico del cuscinetto a strisciamento di imbardata con PETP come materiale di attrito.

Gli ingranaggi di imbardata sono ingranaggi planetari a 2 stadi con una vite senza fine con limitatore di coppia.

La vite senza fine è autobloccante per evitare imbardate accidentali.

Sistema imbardata	
Tipo	Sistema normale a cuscinetto con attrito incorporato
Materiale	Anello di imbardata forgiato termicamente
Velocità di imbardata 50Hz	0,46°/sec.
Velocità di imbardata 60Hz	0,6°/sec.

1.13. Gru

Nella carlinga alloggia una gru di servizio per il sicuro carico da lavoro (SWL). La gru ha un singolo sistema a paranco.

Gru	
Capacità di sollevamento	Max. 800 kg
Alimentazione	3 x 400 V, 10 A

1.14. Torre

Torri tubolari con connessioni a flangia, certificati secondo le omologazioni del caso, sono disponibili in diverse altezze standard.

Le torri sono progettate rimpiazzando la maggior parte dei collegamenti interni saldati con supporti magnetici per creare prevalentemente una torre a pareti lisce. I magneti forniscono il supporto del carico in direzione orizzontale ed interni, quali le piattaforme, scale, ecc, sono sostenute verticalmente (cioè in senso gravitazionale), da un collegamento meccanico. La progettazione a torre liscia riduce lo spessore richiesto di acciaio, rendendo la torre più leggera rispetto agli interni unicamente saldati ai gusci della torre. Le altezze del mozzo elencate includono, la distanza fra la sezione della fondazione ed il livello del suolo, di circa 0,2 m dipendente dallo spessore della flangia inferiore, e la distanza fra la flangia della cima della torre ed il centro del mozzo di 2,2 m.

Torre	
Tipo	Cilindrico-conica tubolare
Altezze mozzo	69 m/94 m/119
Diametro massimo	4.2 m (Standard)/4.45 m (119 m DIBt 2))
Materiale	Acciaio

1.15. Base-Struttura e copertura della carlinga

La copertura della carlinga è fatta di vetroresina. Gli accessi sono posizionati nel pavimento per la salita o la discesa dell'attrezzatura dalla carlinga e per l'evacuazione del personale. La sezione del tetto è fornita di sensori di vento e di lucernari. I lucernari possono sia essere aperti dall'interno della carlinga per accedere al tetto che dall'esterno per accedere alla carlinga. L'accesso dalla torre alla navicella è attraverso il sistema di imbardata.

La base della navicella è composta da due parti e si compone da una parte anteriore in ghisa e da una struttura a traliccio nella parte posteriore. La parte del basamento anteriore della carlinga è il supporto per la trasmissione, il quale trasmette le forze dal rotore alla torre, attraverso il sistema di imbardata. La superficie inferiore è zigrinata e collegata al cuscinetto di imbardata. Gli otto ingranaggi di imbardata sono avvitati alla base anteriore della carlinga.

Le travi della gru sono attaccate alla struttura superiore. Le travi inferiori della struttura portante sono collegati nella parte posteriore. La parte posteriore del basamento funge da base per i pannelli di controllo, il sistema di raffreddamento ed il trasformatore. La copertura della navicella è montata sul basamento carlinga.

Descrizione	Materiale
Copertura della carlinga	GRP
Base Telaio anteriore	Ghisa
Telaio base posteriore	Struttura tralicciata

1.16. Sistema di condizionamento termico

Il sistema di condizionamento termico è costituito da pochi e robusti componenti:

- il Vestas Cooler Top™ è situato sopra l'estremità posteriore della carlinga.
- Il liquido I del sistema di raffreddamento, il quale raffredda il moltiplicatore di giri ed i sistemi idraulici, è spinto da una singola pompa elettrica.
- Il trasformatore si raffredda con aria forzata mediante una ventola elettrica.
- La carlinga è raffreddata da due ventole elettriche.

1.17. Il raffreddamento del convertitore e del generatore

I sistemi di raffreddamento del generatore e convertitore di funzionare in parallelo. Una valvola di flusso dinamico montato nel circuito di raffreddamento del generatore divide il flusso di raffreddamento.

Il liquido di raffreddamento rimuove il calore dal convertitore e dal generatore, tramite libere correnti d'aria che attraversano il radiatore disposto sopra la carlinga.

Oltre al generatore, al convertitore ed il radiatore, il sistema di circolazione comprende una pompa elettrica ed una valvola termostatica a 3 vie.

1.18. Il moltiplicatore di giri ed il raffreddamento idraulico

La scatola del moltiplicatore di giri ed i sistemi di raffreddamento idraulici sono accoppiati in parallelo. Una valvola di flusso dinamico montata nel circuito di raffreddamento del moltiplicatore, divide il flusso di raffreddamento.

Il liquido di raffreddamento rimuove il calore dalla scatola del moltiplicatore di giri.

1.19. Raffreddamento del trasformatore

Il trasformatore è dotato di un raffreddamento ad aria forzata. Il sistema di ventilazione è composto da una ventola centrale, situato sotto il pavimento di servizio ed un condotto che conduce l'aria sotto e fra gli avvolgimenti AT e BT del trasformatore.

1.20. Raffreddamento della carlinga

L'aria calda, generata da apparecchi meccanici ed elettrici, viene rimossa da due ventole situate su ciascun lato della carlinga. Il flusso d'aria entra attraverso una presa d'aria situata nella parte inferiore della carlinga. I ventilatori possono funzionare a bassa od alta velocità a seconda della temperatura nella carlinga.

1.21. Progettazione elettrica

1.21.1 Generatore

Il generatore è un generatore trifase asincrono ad induzione con rotore a gabbia che è collegato alla rete attraverso un convertitore.

L'alloggiamento del generatore consente la circolazione dell'aria di raffreddamento all'interno dello statore e rotore. Lo scambio di calore aria-acqua nel caso di scambiatore di calore esterno.

Generatore	
Tipo	Asincrono con rotore a gabbia
Potenza nominale [Pn]	3650 kW / 3800 kW
Potenza apparente [Sn]	4000 kVA ($\text{Cos}\varphi = 0.85$)
Frequenza [Fn]	0-100 Hz
Voltaggio statore [UNS]	3 x 750 V (alla velocità nominale)
Numero di poli	4/6
Tipo di avvolgimento	Modulo con VPI (impregnazione pressurizzata a vuoto)
Collegamento avvolgimento	Stella o Delta
Efficienza nominale (solo generatore)	98%
Numero di giri/scivolamento nominale	1450-1550 Giri/minuto
Limite di sopravvelocità rif. IEC (2min.)	2400 Giri/minuto
Cuscinetto del generatore	Ibrido/ceramico
Sensori di temperatura statore	3 sensori Pt100 messi nei punti caldi e 3 come ausiliari
Sensori di temperatura cuscinetti	1 per cuscinetto
Classe di isolamento	F o H
Chiusura	IP54

1.21.2 Convertitore

Il convertitore è un sistema convertitore fondo scala che controlla sia il generatore che la qualità potenza erogata alla rete.

Il convertitore è costituito da quattro unità di convertitori che operano in parallelo con un controllo comune.

Il convertitore controlla la conversione della frequenza di potenza variabile del generatore, in corrente alternata a frequenza fissa con desiderati livelli attivi e reattivi (ed altri parametri di collegamento rete) conformi alla rete. Il convertitore si trova nella navicella e ha, lato rete, una tensione di 650 V. La tensione, lato del generatore, è fino a 750 V e dipende dalla velocità del generatore.

Convertitore	
Potenza apparente nominale [Sn]	4000 kVA
Tensione nominale di rete	650 V
Tensione nominale dell'alternatore	750 V
Corrente nominale generatore	3550 A

1.21.3 Trasformatore di alta tensione

Il trasformatore di elevazione, si trova in una stanza separata e bloccata della carlinga con scaricatori di sovratensione montati sul lato alta tensione del trasformatore. Il trasformatore è formato da due avvolgimenti, del tipo trifase a secco ed è autoestinguente. Gli avvolgimenti sono collegati a triangolo sul lato ad alta tensione se non diversamente specificato.

Per aree a 50Hz, il trasformatore è progettato in accordo alla IEC standard.

Trasformatore di alta tensione	
Tipo	Resina a secco
Tensione Nominale, lato turbina	

	Um 1,1kV	0,650 kV
Tensione Nominale, lato rete		
	Um 12,0kV	10,0-11,0 kV
	Um 24,0kV	11,1-22,0 kV
	Um 36,0kV	22,1-33,0 kV
	Um 41,5kV	33,1-36,0 kV
Potenza apparente nominale [S_N]		3750kVA
Perdita senza carico [P₀]		5,8 kW
Perdita sotto carico (a 120 ° C) [P_n]		30,5 kW
Potenza reattiva senza carico [Q₀]		16 kVAr
Potenza reattiva con carico [Q_n]		330 kVAr
Gruppo vettoriale		Dyn5 (opzioni: YNyn0)
Frequenza		50/60 Hz
AT - Tappings		± 2 x 2,5 % scariche
Corrente di spunto		6-10 x I _n dipendenti dal tipo
Impedenza di corto circuito		8% @ 650 V, 3450 kVA, 120°C
Sequenza positiva di Tensione di impedenza di cortocircuito U_{k p-s1}		9,0 %
Sequenza positiva di Tensione di impedenza di cortocircuito (resistiva) U_{kr p-s1}		0,7 %
Nessuna sequenza di Tensione di impedenza di cortocircuito U_{k0 p-s1}		9,0 %
Nessuna sequenza di Tensione di impedenza di cortocircuito (resistiva) U_{kr0 p-s1}		0,7 %
Classe di isolamento		F
Classe climatica		C2
Classe ambientale		E2
Classe di comportamento al fuoco		F1

1.21.4 Cavi AT

Il cavo ad alta tensione, dal trasformatore nella navicella, scorre giù per la torre ai quadri situati nella parte inferiore della torre. Il cavo ad alta tensione è composto da 4 anime isolate e prive di alogeni.

Cavi AT	
Composizione dell'isolamento	Materiale basato sul migliore etilene-propilene (EP) – EPR o alto modulo o dura gomma etilene-propilene - HEPR
Sezione del conduttore	3x70/70 mm ²
Tensione massima	24 kV / 42 kV in funzione della tensione nominale del trasformatore

1.21.5 Quadri AT

I quadri ad alta tensione si trovano nella parte inferiore della torre.

Quadri AT			
Tipo	Isolati in gas SF6		
Frequenza nominale	50/60 Hz		
Tensione nominale stimata	10 - 22 kV	22,1 – 33 kV	33,1 – 35 kV
Tensione massima	24 kV	36 kV	40,5 kV
Massima corrente di corto circuito 1sec.	20 kA	25kA	25kA

1.21.6 AUX System

Il Sistema AUX è fornito dal trasformatore separato 650/400 V. Tutti i motori, pompe, ventilatori e riscaldatori sono alimentati da questo sistema.

Tutte le utenze a 230 V, sono alimentate da un trasformatore 400/230 V.

Prese elettriche	
Monofase (Navicella, Torre & Piattaforme)	230 V (16 A)/110 V (16 A)/2x55 V (16 A)
Trifase (Navicella, Torre & Base)	3 x 400 V (16 A)

1.21.7 Sensori di vento

La turbina è dotata di due sensori di vento ad ultrasuoni senza parti mobili.

I sensori sono costruiti in riscaldatori per ridurre al minimo le interferenze da ghiaccio / neve.

I sensori di vento sono ridondanti, e la turbina è in grado di operare con un solo sensore.

Sensori di vento	
Tipo	FT702LT
Principio	Risonanza acustica
Riscaldatore	99 W

1.21.8. VMP (Vestas Multi processore) regolatore

La turbina è controllata e monitorata dal sistema di controllo VMP6000. VMP6000 è un sistema di controllo multiprocessore composto da quattro processori principali (terra, navicella, mozzo e convertitore) collegati tra loro da un sistema ottico basato su rete a 2,5 Mbit ArcNet.

Oltre ai quattro processori principali VMP6000 consiste in un numero di I / O moduli interconnessi da una rete a 500 kbit CAN.

I moduli I / O sono collegati ai moduli di interfaccia CAN da un bus seriale digitale, CTBus.

1.21.9. Il regolatore VMP6000 serve le seguenti funzioni principali:

- Monitoraggio e controllo del funzionamento generale.
- Sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di connessione.
- Funzionamento della turbina eolica durante situazioni di guasto varie.
- Automatico di imbardata della navicella.
- OptiTip ® - controllo del passo pala.
- Controllo della potenza reattiva ed il funzionamento a velocità variabile.
- Controllo delle emissioni rumorose.
- Monitoraggio delle condizioni ambientali.
- Monitoraggio della rete.

- Monitoraggio del sistema di rilevazione di fumo.

1.21.10. Gruppo di continuità (UPS)

Durante l'interruzione della rete, il sistema UPS Garantire alimentazione specifica di componenti.

Il sistema UPS è costruito da tre sottosistemi:

1. 230V AC UPS per l'alimentazione di emergenza della navicella ed dei sistemi di controllo hub.
2. 24V DC-UPS per alimentazione di emergenza dei sistemi di controllo alla base della torre e del sistema opzionale SCADA.
3. 230V AC UPS per alimentazione di emergenza delle luci interne in torre e la navicella.

La luce interna del mozzo è alimentato da batterie incorporate nell'armatura.

2. DESCRIZIONE IMPIANTO ELETTRICO

Sostanzialmente il sistema elettrico è costituito da:

- n°1 stazione di Consegna, ubicata in prossimità della linea Alta Tensione della Rete Nazionale;
- n°1 eventuale Sottostazione di ingresso alla Stazione di Consegna RTN;
- n°1 linea Alta Tensione interrata, per il collegamento tra le due sottostazioni;
- n°1 Sottostazione di trasformazione, ubicata in prossimità dell'impianto, per la trasformazione del livello di tensione (comprensiva di n°1 quadro di Distribuzione Generale in Media Tensione);
- n°1 linea Media Tensione Principale interrata, per il collegamento tra le torri ed il n°1 quadro di Media Tensione Principale della Sottostazione di trasformazione, destinato a ricevere l'energia prodotta da tutti i generatori eolici;
- n°10 quadri di Media Tensione di torre, destinati alla protezione e sezionamento di ciascun generatore eolico;
- n°10 linee Media Tensione interrate per l'intercollegamento tra i vari generatori eolici;
- n°10 generatori eolici completi di tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento, protezione e connessione in rete dei generatori stessi;
- Sistema di Controllo (SCADA).

2.1. *Punto di Consegna e Stazione di Consegna*

Il punto di Consegna dell'energia elettrica alla Rete Nazionale è stato individuato sulla linea a 380kV "Matera – S. Sofia".

L'inserimento sulla suddetta linea, con cavidotto interrato, verrà eseguito su una sola terna; sulla base del tipo di inserimento, la stazione di consegna sarà come di seguito realizzata:

Si rimanda alla apposita relazione tecnica allegata alla stazione di Consegna.

2.2. Sottostazione di ingresso alla Stazione RTN

2.2.1. Montante di arrivo

La Stazione elettrica sarà costituita da:

- N. 6 Scaricatori AT completi di contascariche;
- N. 3 Trasformatori di tensione induttivi 170kV (protezioni)
- N. 1 Sezionatori AT motorizzati con lame di messa a terra
- N. 1 Interruttore AT 170kV
- N. 3 Trasformatori di tensione induttivi 170kV (misure)
- N. 3 Trasformatori di corrente 170kV (misure e protezioni)
- N. 1 Trasformatore AT/MT 150/12kV da 55-64MVA
- N. 1 Collegamento del centro stella a terra del trasformatore AT/MT.

2.2.2. Apparecchiature AT

Le caratteristiche principali (dati nominali e vincoli di ingombro) delle apparecchiature AT sono descritte nel seguito del presente paragrafo.

N. 1 Collegamento in cavo AT,

Il cavidotto AT 150kV che collegherà la SS.ne Utente alla SE Terna di Genzano prevede l'utilizzo di cavo in XLPE di sezione 400mmq in alluminio avente caratteristiche costruttive e funzionali secondo quanto previsto nella tabella tecnica Terna UX LK101 riferimento 101/35Al e codice SAP 1010767.

Il progetto esecutivo elettrico e la relazione di dimensionamento elettromeccanico saranno elaborati dal fornitore del cavo secondo quanto

indicato nella prescrizione tecnica Terna UX LK401. Al termine dei lavori l'impresa esecutrice e il fornitore del cavo provvederanno a redigere il progetto AS-BUILT.

Le pezzature di ogni bobina saranno di circa 700mt cadauna per cui si prevede l'esecuzione di n. 13 giunti per ogni fase (totale di 39 giunti su intero cavidotto).

La posa del cavo prevista ad una profondità di circa 1,6 mt sarà interrata del tipo a trifoglio secondo la prescrizione tecnica Terna UX LK401 e in base alle zone di posa secondo gli allegati A1, B1; C1, D1 e E1 della prescrizione tecnica stessa.

I giunti saranno del tipo per cavo XLPE tipo 105/35 e codice SAP 1010803 e avranno caratteristiche costruttive secondo quanto previsto nella tabella tecnica Terna UX LK105.

Le esecuzioni delle opere civili relative agli scavi necessari per la posa del cavo e alla costruzione delle buche necessarie per le esecuzioni dei giunti saranno eseguite nel rispetto della prescrizione Terna UX LK411.

Sono previsti n.6 terminali Aria-Cavo tipo 123/2 con codice SAP 1012198 rispondenti a quanto riportato nella tabella tecnica terna UX LK123 costruiti secondo le prescrizioni Terna LK421 e collaudati secondo le prescrizioni Terna UX LK102 e UX LK208.

N. 6 scaricatori di sovratensione,

- Norme applicabili: IEC 99-4
- Tipo di isolamento: normale
- Tensione nominale: 144 kV
- Tensione residua con onda 8/20 s a corrente di scarica di:
 - 5 kA 322 kV
 - 10 kA 339 kV
 - 20 kA 373 kV
- Tensione residua con onda 30/60 s a corrente di scarica di:

- 0,5 kA 277 kV

- 1 kA 286 kV

- 2 kA 297 Kv

- Classe di scarica secondo IEC: 3
- Corrente nominale di scarica: 10 kA
- Valore di cresta della corrente per la prova di tenuta ad impulso di forte corrente: 100 kA
- Valore efficace della corrente elevata per la prova di sicurezza contro le esplosioni: 65 kA
- Capacità d'assorbimento dell'energia: 7.8 kJ/kV

N. 3 Trasformatori di tensione induttivi (protezioni),

- Standard: IEC 60044-2
- Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV
- Rapporto di trasformazione: 150000:r3/100:r3 V/100:r3/100:3 V
- Prestazioni nominali e classe di precisione
- Avvolgimento per protezioni 10 VA cl.0,2
- Avvolgimento per protezioni 30 VA cl. 3P
- Avvolgimento per protezioni 30 VA cl. 3P
- Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s): 1.5
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Tipo di isolatori: siliconici
- Installazione esterna

N. 1 Sezionatore AT motorizzato con lame di messa a terra,

- Norme di riferimento: IEC 62271-102
- Tensione massima di esercizio: 170 kV
- Corrente nominale: 2000 A
- Corrente nominale di breve durata:

-
- valore efficace 31,5 kA
 - valore di cresta 80 kA
 - Durata ammissibile della corrente di breve durata: 1 s
 - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:
 - verso massa 650 kV
 - sulla distanza di sezionamento 750 kV
 - Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.):
 - verso terra 275 kV
 - sulla distanza di sezionamento 325 kV
 - Operazione delle lame di linea: motorizzata
 - Operazione delle lame di terra: manuale
 - Contatti ausiliari di linea 6NA+6NC
 - Contatti ausiliari di terra 4NA+4NC
 - Tensioni ausiliarie: 110 V cc
220 V ca
- N. 1 Interruttore tripolare,
- Norme applicabili: IEC 62271-100
 - Numero dei poli: 3
 - Mezzo di estinzione dell'arco: SF6
 - Tensione nominale: 150 kV
 - Tensione massima di esercizio: 170 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 micros: 750 kV
 - Corrente nominale: 1250 A
 - Corrente di breve durata ammissibile per 1 s: 31,5 kA
 - Durata di corto circuito nominale: 1 s
 - Potere di interruzione nominale per guasto ai morsetti:
 - a 170 kV 31.5 kA
 - potere di chiusura nominale 50 kA
 - Ciclo di operazione nominale O-0.3s-CO-1 min -CO

- Tipo di comando: BLK 222 mecc. a molla
- Comando manovra: tripolare
- Tensioni di alimentazione ausiliaria:
 - motore 110 VCC
 - bobine di apertura / chiusura 110 VCC
 - relè ausiliari 110 VCC
 - resistenza di riscaldamento/anticondensa 230V Vca
- Contatti ausiliari: 8NA + 8NCN. 3 Trasformatori di tensione induttivi (misure),
- Standard: IEC 60044-2
- Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV
- Rapporto di trasformazione: 150000:r3/100:r3 V/100:r3/100:r3 V
- Prestazioni nominali e classe di precisione
- Avvolgimento per protezioni 10 VA cl.0,2
- Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s): 1.5
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Tipo di isolatori: siliconici
- Installazione esterna

N. 3 Trasformatori di corrente,

- Isolamento SF6
- Montaggio esterno
- Norme applicabili IEC 185
- Tensione nominale 150 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 micros 750 kV
- Corrente termica di corto circuito 31.5 kA
- Corrente limite dinamica 50 kA
- Corrente nominale primaria 300 A
- Corrente nominale secondaria 5 A

-
- Numero nuclei 1 / 4
 - Prestazioni e classi di precisione:
 - N°2 Nuclei misure 10 VA - 0.2 A UTF
 - N°2 Nuclei protezioni 15 VA - 5P20
 - Corrente termica di corto circuito 31.5 kA
 - Corrente massima permanente 1,2 In

N. 1 Trasformatore di potenza, è conforme alla Norma CEI 14-4. Esso è del tipo isolato in olio a rapporto variabile, per le eventuali sovrappressioni interne è prevista una valvola di sicurezza, inoltre, il trasformatore è posizionato sopra una speciale vasca per il raffreddamento e il contenimento dell'eventuale fuoriuscita dell'olio in caso di guasto. Gli isolatori sono in porcellana di colore bruno rispondenti alle Norme CEI 36-8 (1998). Il trasformatore sarà dotato di variatore sottocarico e polo di messa a terra sul lato 150KV di equal altezza degli isolatori di fase.

Dati tecnici: Pn = 55-64 MVA ONAN/ONAF

Tensione primaria :150+/-10x1. 25%

Tensione secondaria : 12 KV

Gruppo : YNd11

Tensione di c.to : 13%

2.2.3. Sostegni, isolatori, morsetti, connessioni

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione sono di tipo tubolare. Il tipo tubolare viene utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione.

Tutti i sostegni sono rispondenti alle seguenti Norme e Decreti:

- ◆ Norme CEI 7-6 e 11-4
- ◆ Norme UNI 3740 e 7091

- ◆ Norme UNI EN 10025 e 10045/1
- ◆ Norma CNR UNI 10011
- ◆ D.M. 1086 del 05/11/71

Tutti i materiali utilizzabili per la costruzione dei sostegni sono, di norma, scelti tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso è zincato a caldo secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6.

Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4.

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti sono realizzati in silicone con altezza pari a 1500 mm.

La morsetteria AT di stazione è conforme alle Norme CEI EN 61284 e comprende tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, per le connessioni tra le apparecchiature e per quelle tra le apparecchiature e le sbarre, nonché quelli necessari per gli ammarri di linea. La morsetteria è dimensionata per le correnti di breve durata definite.

Il sistema di sbarre è ad una trave continua vincolata ai sostegni, con appoggio fisso al centro e rimanenti appoggi scorrevoli.

Per i collegamenti tra le apparecchiature vengono impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm e tubi in lega di alluminio 40/30 mm.

2.2.4. Apparecchiature MT

Il quadro MT 12 kV di sottostazione sarà di tipo blindato, con le seguenti caratteristiche:

- tecniche generali:
- Tensione nominale: 11kV
- Tensione nominale di isolamento: 12kV

- Tensione di prova a frequenza industriale: 28kV
- Tensione di tenuta ad impulso: 75kV
- Frequenza nominale: 50Hz
- Corrente ammissibile nominale di breve durata (1s): 50kA
- Corrente nominale di sbarra: 4000A
- Grado di protezione esterno: IP31
- Colore: RAL 7035
- Temperatura massima di ambiente: 40 °C
- Temperatura minima di ambiente: - 5 °C
- Tensione di alimentazione dispositivi di controllo e segnale: 110Vcc
- Tensione di alimentazione dispositivi di ricarica motori: 110V cc
- Tensione di alimentazione illuminazione interna e resistenza anticondensa: 110V cc

2.2.5. Servizi Ausiliari

2.2.5.1. Quadro dei Servizi ausiliari in corrente alternata

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata (400-230 V) sarà utilizzato un quadro di distribuzione che oltre ad alimentare i servizi generali (impianto luce ed FM, quadro scada, ecc.), alimenterà i circuiti relativi alle apparecchiature AT. I carichi gestiti da detto quadro, sono considerati privilegiati, in quanto in caso di mancanza dell'alimentazione principale, saranno alimentati, in modo automatico, da un gruppo elettrogeno di potenza pari a 15KVA.

Quadro S.A. saranno composti essenzialmente dalle seguenti apparecchiature:

- Protezioni 27 minima tensione c.a.;
- Voltometri digitali con commutatore e fusibili 500 V f.s.;
- Amperometri digitali con commutatore e TA 200/5A f.s.;
- Relè crepuscolare per comando luce esterna con contattore da 4x25A;
- Interruttori automatici scatolati tetrapolare da 160A 25KA A generale SA;

- Interruttori automatici miniaturizzati tetrapolare da 40 A per asservire GE;
- Teleruttori, provvisti degli opportuni interblocchi, per lo scambio automatico delle alimentazioni di emergenza;
- Interruttori automatici miniaturizzati tetrapolari da 10 ÷ 32 A per asservire:
 - o prese F.M. (con differenziale 0,3A)
 - o alimentazione motore VSC trafo
 - o illuminazione sala quadri(con differenziale 0,3A)
 - o illuminazione esterna(con differenziale 0,3A)
- Interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 ÷ 25 A per asservire:
 - o alimentazione prese luce
 - o alimentazione scaldiglie lato A.T.
 - o alimentazione ausiliari quadro protezione e controllo
 - o riserve.
- TA 200/5A10VA cl. 0,5 con certificati UTF
- Morsettiera di prova
- Contatori trifase con omologazione MID completo di certificazione per uso UTF.

2.2.5.2. Quadro dei Servizi ausiliari in corrente continua

L'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua (110 V) avrà un campo di variazione compreso tra +10%,-15%.

Lo schema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. sarà essenzialmente composto da:

- Due complessi raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionati in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto. I raddrizzatori saranno quindi dimensionati per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica delle batterie (sia di mantenimento che di carica); le batterie saranno del tipo ermetico e conformi alle vigenti normative

ed in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a.

Caratteristiche principali:

- Tensione di alimentazione trifase 400Vca + Neutro +- 10% 50Hz +- 5%

RAMO BATTERIA

Trasformatore di isolamento in ingresso

Tensione di uscita nominale Vcc 110

Stabilità tensione in uscita - $\pm 1\%$

Erogazione continua A 15

Ripple - $< 1\%$

Funzionamento - Automatico curva di carica "IU" DIN 41773

Stabilizzazione statica - +- 0.5%

RAMO SERVIZI

Trasformatore di isolamento in ingresso

Tensione di uscita nominale Vcc 110

Stabilità tensione in uscita - $\pm 1\%$

Erogazione continua A 30

Ripple - $< 1\%$

Stabilizzazione statica - $\pm 0.5\%$

Caratteristiche raddrizzatore

Rumore dBA < 60 a 1 mt

Ventilazione armadio - Naturale

Ventilazione delle unità di convertitori - Naturale

Temperatura operativa °C 0 ... +40 limite a 55

Temperatura di immagazzinamento °C -20 a + 70

Umidità relativa - $< = 90\%$ senza condensa

Altitudine mt/slm < 1000

Strumentazione

Voltmetro e amperometro sul ramo servizi

Voltmetro e amperometro sul ramo batteria

Allarmi

Mancanza rete

Avaria

Minima tensione batteria

Polo +/- a terra

Un sistema di distribuzione in c.c. opportunamente dimensionato, per le effettive esigenze di impianto.

Le principali utenze in c.c. sono le seguenti:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature;
- misure;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica e telecontrollo.

2.2.6. Impianto Terra

L'impianto di terra è costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è opportunamente dimensionato. Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-1. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (portali, TA, TVC), le dimensioni delle maglie sono opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto è costituito da maglie aventi lato di 5-10 m nella zona delle apparecchiature e di circa 15-20 m in periferia. Le maglie vengono notevolmente infittite mediante collegamenti delle apparecchiature che sono connesse alla rete mediante due o quattro conduttori di terra. Va precisato in ogni caso che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto vengono rilevate sperimentalmente e, nel caso eccedano i limiti, vengono effettuate le necessarie modifiche dell'impianto (dispersori profondi,

asfaltature, ecc.). La rete di terra è costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mmq) interrati ad una profondità di 0,70 m. Tale materiale ha le seguenti caratteristiche:

- ◆ buona resistenza alla corrosione ad una diversa varietà di terreni
- ◆ comportamento meccanico adeguato
- ◆ bassa resistività, anche a frequenze elevate
- ◆ bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche sono in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mmq) collegati a due lati di maglia. I TA, TVC e portali di ammarro sono collegati alla rete di terra mediante quattro conduttori di rame sempre di diametro 14,7 mm, allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza.

2.2.7. Impianti Tecnologici

Negli edifici di stazione vengono realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- ◆ illuminazione e prese FM
- ◆ riscaldamento, condizionamento e ventilazione
- ◆ antincendio e antintrusione

Gli impianti tecnologici vengono realizzati conformemente a quanto è prescritto dalle Norme

CEI e UNI di riferimento. Vengono impiegati inoltre apparecchiature e materiali provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo ed internazionale equivalente.

In alcuni locali gli impianti sono soggetti agli adempimenti della legge 46/1990. Gli impianti elettrici sono tutti "a vista".

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici è derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo Norme CEI 23-18); il sistema di distribuzione bt 400 V c.a. e 220 V c.a. adottato è di tipo TN-S previsto dalle

Norme CEI 64-8/3. Tutti gli impianti elettrici sono completi di adeguato impianto di protezione.

2.2.8. Installazioni Elettromeccaniche

Le distanze adottate dal progetto, calcolate secondo le prescrizioni della Norma CEI 11-1, tengono conto delle normali esigenze di esercizio e manutenzione e sono le seguenti:

- ◆ distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature ed i conduttori: m 2,20
- ◆ altezza dei conduttori di stallo: 4,50 m

In particolare si evidenzia che le distanze verticali adottate tra elementi in tensione ed il suolo sono tali da assicurare la possibilità di circolazione in sicurezza delle persone su tutta l'area della stazione e quella dei normali mezzi di manutenzione sulla viabilità interna.

La scrivente si riserva la facoltà di apportare al progetto esecutivo modifiche di dettaglio, dettate da esigenze tecniche ed economiche contingenti al fine di migliorare l'assetto complessivo dell'opera e comunque senza variazioni sostanziali del progetto in essere e nel rispetto di tutta la normativa vigente in materia.

2.2.9. Dati generali di Progetto

Nella stazione, oltre a macchinari statici che costituiscono una modesta sorgente di rumore, è previsto un generatore di emergenza da 15kVA provvisto di cofanatura insonorizzata che ne garantisce un'elevata silenziosità d'utilizzo.

In ogni caso, la stazione viene realizzata in ottemperanza alla legge 26.10.95 n. 447, al D.P.C.M. 01.03.91 ed in modo da contenere il rumore prodotto al di sotto dei limiti previsti dal D.P.C.M. 14.11.97.

Vengono rispettate le raccomandazioni riportate nei par. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11-1.

Il livello di corto circuito trifase per il dimensionamento della stazione (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti e dimensionamento termico della rete di terra dell'impianto) è di 31,5 kA.

2.3. Linea Alta Tensione interrata

Al fine di realizzare il collegamento tra la Stazione di Consegna e la sottostazione di elevazione, sarà prevista una linea in alta tensione interrata per un percorso di circa 8400 metri.

La massima potenza erogabile dal parco eolico è di 33MW, che alla tensione di 150kV con un fattore di potenza pari a 0.9, corrispondono ad una corrente pari a circa 180A; sulla base di detto valore si è scelto di realizzare una linea elettrica costituita con cavi unipolari (n°1 per ciascuna fase) della sezione pari a 400mm².

La linea in oggetto oltre ad essere adeguatamente dimensionata per la portata di corrente consente di limitare la caduta di tensione entro valori accettabili. Per realizzare la linea in oggetto saranno utilizzati cavi con conduttore in rame o in alluminio e materiale isolante in XLPE, armatura in fili di acciaio zincato e protezione esterna in polipropilene.

I cavi saranno posati in piano ad una distanza, uno dall'altro, pari almeno ad un diametro del cavo stesso.

Il percorso sarà realizzato principalmente a bordo strada, i cavi verranno posati in un letto di sabbia e successivamente protetti da un "tegolo" prefabbricato.

Detto "tegolo" verrà a sua volta ricoperto con terreno di riempimento compattato.

Il percorso del cavo sarà inoltre segnalato (in caso di attività di scavo successive alla posa stessa) da una rete di plastica forata di colore rosso arancione e da un nastro di segnalazione in PVC opportunamente interrati.

All'interno di detto percorso verrà posato un cavo in fibra ottica a più fibre, per la trasmissione dei dati al sistema SCADA.

2.4. Sottostazione Elevazione

La sottostazione Mare sarà realizzata come di seguito:

- n°1 montante di arrivo;
- n°2 montanti trasformatori;
- opere accessorie;
- quadri elettrici.

2.4.1. Montante di arrivo

Il montante di arrivo sarà costituito da:

_ n°3 supporti per la connessione della linea AT interrata proveniente dalla Stazione di Consegna.

_ n°1 sezionatore tripolare A.T. (300A), con comando motorizzato.

_ n°3 trasformatori di tensione, di tipo induttivo, con n°1 secondario che sarà utilizzato per le misure fiscali.

_ n°3 trasformatori di corrente con n°1 primario da 200A e n°1 secondario (5A) che sarà utilizzato per le misure fiscali.

Il montante di arrivo sarà collegato ad un adeguato sistema sbarre, da detto sistema si deriveranno i montanti trasformatori.

2.4.2. Montante trasformatori

Ciascun montante trasformatore sarà costituito da:

- n°1 sezionatore tripolare A.T. (300A), con comando motorizzato.

- n°3 trasformatori di tensione, di tipo induttivo, aventi ciascuno n°2 secondari di cui il primo sarà utilizzato per la misura delle grandezze elettriche di montante mentre il secondo per le protezioni di montante.
- n°3 trasformatori di corrente aventi ciascuno n°1 primario da 300A e n°2 secondari (5A) di cui il primo sarà utilizzato per la misura delle grandezze elettriche di montante mentre il secondo per le protezioni di montante.
- n°1 interruttore tripolare A.T. (1250A) in SF6, con comando motorizzato.
- n°3 scaricatori di tensione
- n°1 trasformatore AT/MT.

Il trasformatore AT/MT provvederà ad elevare il livello di tensione della rete del parco eolico (30kV) al livello di tensione della Rete Nazionale (150kV); detto trasformatore sarà di tipo con isolamento in olio e di potenza pari a 30MVA.

Il trasformatore sarà dotato di sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e di dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio di isolamento; i segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviate al quadro di controllo della sottostazione e utilizzate per segnalazioni di allarme e blocco.

2.4.3. Opere accessorie

La sottostazione di trasformazione sarà opportunamente recintata e verranno previsti, come indicato in planimetria, n°2 ingressi carrai adeguatamente collegati al sistema viario più prossimo.

Sarà previsto un adeguato sistema di illuminazione esterna, realizzato con proiettori al sodio da 125W o 250W, installati su palo o altra struttura, secondo necessità. Il sistema di illuminazione esterna sarà gestito da un interruttore crepuscolare.

Tutta la sottostazione sarà provvista di un adeguato impianto di terra che collegherà tutte le apparecchiature elettriche e le strutture metalliche presenti nella sottostazione stessa.

Per la salvaguardia delle persone e dei beni esistenti sull'impianto, dai pericoli derivanti dalle scariche atmosferiche, sarà impiegata la procedura prevista dalla norma CEI 81-1, CEI 81-4.

A corredo della sottostazione verrà realizzato un edificio in muratura per il contenimento dei quadri di controllo ed ausiliari della sottostazione. Detto edificio sarà diviso, secondo le prescrizioni GRTN, in quattro locali con le seguenti funzioni.

- Locale contatori, destinato al contenimento dei contatori fiscali per il computo dell'energia attiva e reattiva.
- Locale quadri, destinato al contenimento dei quadri di potenza e controllo della sottostazione.
- Locale batterie, destinato al contenimento dell'armadio batterie relative al sistema di alimentazione 110Vcc ed UPS.
- Locale telecontrollo, destinato al contenimento di eventuali quadri ed apparecchiature GRTN, relativi al telecontrollo della sottostazione ed anche del Sistema di Controllo di tutto l'impianto (SCADA).

I locali saranno illuminati con plafoniere stagne, contenenti uno o due lampade fluorescenti da 18/36/58W secondo necessità.

Sarà inoltre previsto un adeguato numero di plafoniere stagne dotate di batterie tampone, per l'illuminazione di emergenza.

Detto edificio sarà sviluppato su due piani di cui:

- il piano terra che sarà diviso in tre locali con le seguenti funzioni:
 - Locale contatori, destinato al contenimento dei contatori fiscali per il computo dell'energia attiva e reattiva.

-
- Locale quadri, destinato al contenimento dei quadri di potenza e controllo della sottostazione.
 - Locale batterie, destinato al contenimento dell'armadio batterie relative al sistema di alimentazione 110Vcc ed UPS.
- il piano primo che sarà diviso indicativamente in tre locali con le seguenti funzioni:
- Locale SCADA, destinato al contenimento del rack di automazione e della stazione di supervisione di tutto l'impianto. Detto locale sarà provvisto di pavimentazione flottante per la posa dei cavi.
 - Servizi igienici
 - Magazzino / Disponibile

I locali saranno illuminati con le seguenti apparecchiature:

- Sale quadri: plafoniere stagne, contenenti uno o due lampade fluorescenti da 18/36/58W secondo necessità,
- Sala controllo e servizi: plafoniere non stagne, contenenti uno o più lampade fluorescenti da 18/36/58W secondo necessità.

Sarà inoltre previsto un adeguato numero di plafoniere stagne dotate di batterie tampone, per l'illuminazione di emergenza.

2.4.4 Quadri Elettrici

La tipologia e la quantità dei quadri elettrici relativi alla sottostazione sarà concordata con il GRTN, in ogni caso di seguito sono indicati i principali armadi necessari per il corretto funzionamento della sottostazione.

2.4.4.1. Quadro di controllo

Destinato al comando e controllo della sottostazione, detto quadro sarà completo di un sinottico operativo riportante le apparecchiature della

sottostazione ed i relativi pulsanti e lampade di segnalazione per il comando degli interruttori e sezionatori.

Il quadro di controllo conterrà inoltre il relè multifunzione per le protezioni elettriche; oltre a quanto eventualmente richiesto da GRTN, saranno previste le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata (50 e 51).

Sul quadro di controllo saranno inoltre previsti dei convertitori di segnale per la ritrasmissione (segnale 4÷20mA) a SCADA e GRTN delle principali grandezze elettriche quali:

- Tensione
- Potenza attiva
- Potenza reattiva
- Fattore di potenza
- Corrente

A seguito di quanto verrà concordato con GRTN, verranno resi disponibili a morsettiera dei contatti liberi da tensione per la ripetizione a GRTN dello stato delle apparecchiature della sottostazione e dell'intervento protezioni ed allarmi. Saranno inoltre previsti a morsettiera ulteriori contatti liberi da tensione per la ripetizione a SCADA dello stato delle apparecchiature della sottostazione e dell'intervento protezioni ed allarmi.

2.4.4.2. Quadro media tensione di Distribuzione Generale

Allo scopo di convogliare l'energia prodotta (a 30kV) dai quattro gruppi dei generatori eolici sui due trasformatori AT/MT, sarà previsto un quadro di media tensione di tipo blindato costituito da n°4 scomparti:

- n°2 scomparti protezione trasformatori AT/MT: ciascuno dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente,

- istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Inoltre su detta apparecchiatura saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Ciascun scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.
- n°1 scomparti di arrivo dai generatori eolici: ciascuno dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, minima e massima tensione, massima tensione omopolare e minima e massima frequenza (50, 51, 51N, 27, 59, 59Vo, 81< e 81>). Le protezioni voltmetriche sopra indicate sono quelle prescritte da GRTN per gli impianti produttori (DV601).

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Ciascun scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT ausiliari: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei

fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

Il dimensionamento degli interruttori MT del quadro in oggetto è stato eseguito considerando le correnti di ciascuna linea. In particolare:

per la protezione della linea "L5", relativa a 14 generatori con una potenza complessiva erogata pari a 42MW che (alla tensione di 30kV con un fattore di potenza pari a 0.9) corrispondono ad una corrente pari a circa 900A, è stato scelto un interruttore di taglia pari a 1400A.

Per la protezione di ciascuna linea che collega il quadro di distribuzione MT ai trasformatori elevatori della sottostazione, di potenza nominale pari a 30MVA che (alla tensione di 30kV) corrispondono ad una corrente pari a 640A, è stato scelto un interruttore di taglia pari a 1000A. Per la protezione della linea relativa all'alimentazione del trasformatore ausiliario è stato scelto un interruttore di taglia pari a 630A.

Per quanto concerne il dimensionamento della barratura del quadro in oggetto è stato considerato il valore cautelativo di 3000A, tuttavia in considerazione della particolarità di realizzazione di un quadro con tali caratteristiche, ci riserviamo di rivedere tale valore in fase di progettazione di dettaglio, dopo lo studio, insieme al costruttore del quadro stesso, di conformazioni tali da consentire la riduzione del valore stesso.

Sul quadro di media tensione saranno previsti i seguenti interblocchi:

- Sistema di "rincalzo" per mancata apertura interruttore MT (152/L4) per intervento protezioni voltmetriche DV601):
nel caso in cui si verificasse su una o più linee (relative ai suddetti interruttori), una anomalia tale da determinare l'intervento delle protezioni DV601 e, a seguito di detto intervento, non si verificasse l'apertura del relativo interruttore MT, è stato previsto un sistema di "rincalzo" interruttori AT (252/5 e 252/6). In tal modo viene garantito, con un doppio sistema di interruzione, l'isolamento del parco eolico dalla Rete Nazionale in caso di perturbazione elettrica.

- Sistema di "trascinamento" interruttori AT (252/5 e 252/6) – interruttori MT protezione trasformatori (152/L1 e 152/L7): nel caso in cui si verificasse l'apertura di un interruttore AT è stato previsto un sistema di "trascinamento" che provoca l'apertura del relativo interruttore MT.

Al tempo stesso il sistema di "rincalzo" precedentemente descritto assicura che, in ogni caso, la perturbazione elettrica prodotta dagli aerogeneratori, non investa la Rete Nazionale.

2.4.4.3. Trasformatore MT/BT

Detto trasformatore, alimentato dal quadro di media tensione sopra descritto, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 63KVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione (20kV o altro livello di tensione da concordare con GRTN) in bassa tensione (400V). Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovratemperature, a dare una segnalazione di allarme. Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l'apertura dell'interruttore MT ad esso relativo. Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

2.4.4.4. Quadro di distribuzione BT

Detto quadro riceverà alimentazione dal trasformatore sopra descritto e provvederà a distribuire l'alimentazione BT, tramite adeguati interruttori, a tutte le utenze elettriche (compresi gli impianti di illuminazione interna ed esterna) presenti nella sottostazione. Sarà inoltre previsto, sull'interruttore generale, un comando di trascinamento proveniente dall'interruttore, quadro di

media tensione, che determinerà (in caso di apertura di quest'ultimo) la conseguente apertura dell'interruttore generale BT.

2.4.4.5. Quadro UPS e distribuzione 400/230Vca

Detto quadro riceverà alimentazione dal quadro di distribuzione e sarà del tipo a due "rami" ovvero adatto all'alimentazione dei carichi privilegiati 400/230Vca ed alla contemporanea carica (normalmente in tampone e periodicamente a fondo) di una batteria di accumulatori. Detti accumulatori saranno installati in un quadro dedicato e distinto dal quadro UPS e ubicato, come già indicato, in un apposito locale. Sul quadro sarà inoltre prevista una sezione di distribuzione contenente tutti gli interruttori necessari per le alimentazioni di tutte le utenze privilegiate a 400/230Vca presenti nella sottostazione.

2.4.4.6. Quadro raddrizzatore e distribuzione 110Vcc

Detto quadro riceverà alimentazione dal quadro di distribuzione e sarà del tipo a due "rami" ovvero adatto all'alimentazione dei carichi in corrente continua ed alla contemporanea carica (normalmente in tampone e periodicamente a fondo) di una batteria di accumulatori.

Detti accumulatori saranno installati in un quadro dedicato e distinto dal quadro 110Vcc e posizionato, come già indicato, in un apposito locale. Sul quadro sarà inoltre prevista una sezione di distribuzione contenente tutti gli interruttori necessari per le alimentazioni di tutte le utenze a 110Vcc presenti nella sottostazione.

2.4.4.7. Contatori fiscali

I contatori fiscali saranno installati in un locale ad essi dedicato e consentiranno il computo dell'energia attiva e reattiva. A corredo di detti contatori sarà previsto un modem GSM per la ritrasmissione a GRTN dei dati acquisiti.

2.4.4.8. Quadro media tensione

La sottostazione di elevazione riceverà, oltre alla connessione a 30kV di cui sopra, anche una alimentazione ausiliaria (20kV o altro livello di tensione da concordare con GRTN); a tale scopo sarà previsto un quadro di media tensione di tipo protetto costituito da n°3 scomparti:

- n°1 scomparto di arrivo e risalita: dotato di un sezionatore generale da 630A.
- n°1 scomparto interruttore da 630A: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.

Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, massima corrente direzionale (50, 51, 51N e 67). Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

- n°1 scomparto misure: dotato di sezionatore da 400A, fusibili MT e trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

2.4.4.9. Linee Media Tensione Principali

Al fine di collegare il quadro di media tensione, nella sottostazione di elevazione, con il quadro di media tensione Principale, è prevista pertanto n°1 linea in media tensione interrata "L4.4" per un percorso di circa 4752 metri.

In funzione dei valori della corrente circolante su ciascuna linea e soprattutto in relazione alla lunghezza delle linee stesse (allo scopo di limitare il valore della caduta di tensione) le linee in oggetto sono state così dimensionate:

SIGLA CAVO	FORM.	L (m)	D (mm)
L1	3x35	603	82,2
L2	3x50	1450	82,2
L3	2x3x50	980	86,8
L3.1	2x3x50	416	86,8
L3.2	2x3x70	721	91
L4	3x35	580	82,2
L4.1	3x50	383	86,8
L4.2	2x3x50	385	86,8
L4.3	2x3x50	412	86,8
L4.4	3x3x150	4752	95,2
L6	3x1x400	8397	97

Per realizzare le linee in oggetto saranno utilizzati cavi, in accordo alle normative IEC 60502-2, con conduttore in rame e materiale isolante in XLPE, armatura in fili di acciaio zincato e protezione esterna in polipropilene.

All'interno dei cavi in oggetto (inglobato nel materiale isolante) è previsto, per ciascuno, un cavo in fibra ottica a più fibre, per la trasmissione dei dati al sistema SCADA.

I suddetti cavi, nel percorso in terra, saranno posati in piano ad una distanza uno dall'altro pari almeno ad un diametro del cavo stesso.

Il percorso sarà realizzato principalmente a bordo strada, i cavi verranno posati in un letto di sabbia e successivamente protetti da un "tegolo" prefabbricato. Detto "tegolo" verrà a sua volta ricoperto con terreno di riempimento compattato. Il percorso del cavo sarà inoltre segnalato (in caso di attività di scavo successive alla posa) da un nastro di segnalazione in PVC opportunamente interrato.

2.5. Quadri Media Tensione di Torre

Per quadri di media tensione di Torre si identificano due configurazioni:

-
- Quadro MT "Entra-Esce": quadri che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove sono ubicati, hanno la funzione di "entra-esce" all'interno della sottogruppo di generatori di cui fanno parte.

I quadri MT "Entra-Esce" saranno di tipo blindato, in quantità pari a n°10 e saranno costituiti da n°3 scomparti

- n°1 scomparto protezione trasformatore di torre: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore. Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.n°1 scomparto protezione linea di arrivo da altri generatori: ciascuno dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore. Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.
- n°1 scomparto di invio energia al quadro ubicato nella posizione successiva all'interno del sottogruppo.

Il dimensionamento degli interruttori MT dei quadri in oggetto è stato eseguito considerando quanto segue:

Ciascun generatore eroga una potenza massima pari a 3.3MW che (alla tensione di 30kV con un fattore di potenza pari a 0.9) corrispondono ad una corrente pari a circa 64A; pertanto tutti gli interruttori di protezione del trasformatore di torre saranno di taglia pari a 630A.

Per quanto concerne il dimensionamento della barratura di ciascun quadro è stato scelto il valore 630A che è un valore fortemente cautelativo rispetto all'effettiva corrente circolante che, come abbiamo già evidenziato, è pari a circa 64A.

2.6. Sistema di Controllo (SCADA)

Per controllare l'intero parco eolico sarà impiegato un sistema SCADA pensato appositamente per il controllo e supervisione di impianti di notevoli dimensioni per poter garantire il più elevato livello di prestazioni ed affidabilità.

Lo scopo del sistema SCADA è quello di massimizzare l'erogazione della centrale eolica, nel rispetto dei suoi limiti operativi, per mezzo di un controllo e di una diagnostica perfetti.

Il compito principale del sistema SCADA consiste nel registrare i dati operativi sulla centrale e nel renderli disponibili non appena richiesto.

I dati saranno resi disponibili nella forma desiderata, alle persone interessate e nel momento giusto.

E' importante avere a disposizione, per esempio, tutti i dati storici relativi allo stato dei segnali di tensione, di corrente, di temperatura, velocità per il personale di intervento in caso di malfunzionamento di qualche apparecchiature o per il personale di manutenzione.

Il responsabile di impianto avrà a disposizione i dati statistici, le tabelle relative alle prestazioni dei generatori, il rendimento dell'impianto ecc.

Sarà quindi possibile avere a disposizione tutte le cause di malfunzionamento, dello stato di tutte le apparecchiature, il rapporto tra erogazione della potenza e velocità del vento, stime ecc.

Il sistema SCADA permette l'elaborazione dei dati trasformandoli in report personalizzati alle esigenze richieste dal responsabile di impianto e tecnici di centrale.

Nel caso di malfunzionamento che causa allarme, sarà immediatamente generato un segnale che sarà inviata a personale preposto al controllo o tramite SMS o EMail.

ALLEGATO 1

Vestas V112-3.6Mw General Description 3MW Platform

Restricted
Document no.: 0053-3707 V02
2016-01-22

General Description

3MW Platform



Table of contents

1 Introduction..... 5

2 General Description..... 5

3 Mechanical Design..... 6

3.1 Rotor..... 6

3.2 Blades..... 6

3.3 Blade Bearing 7

3.4 Pitch System..... 7

3.5 Hub..... 7

3.6 Main Shaft 8

3.7 Main Bearing Housing..... 8

3.8 Main Bearing..... 8

3.9 Gearbox..... 8

3.10 Generator Bearings..... 9

3.11 High-Speed Shaft Coupling..... 9

3.12 Yaw System..... 9

3.13 Crane..... 9

3.14 Towers..... 10

3.15 Nacelle Bedplate and Cover 10

3.16 Thermal Conditioning System 11

3.16.1 Generator and Converter Cooling 11

3.16.2 Gearbox and Hydraulic Cooling 11

3.16.3 Transformer Cooling 11

3.16.4 Nacelle Cooling..... 11

3.16.5 Optional Air Intake Hatches 11

4 Electrical Design..... 11

4.1 Generator 11

4.2 Converter..... 12

4.3 HV Transformer 13

4.3.1 IEC 50 Hz/60 Hz version..... 13

4.3.2 Ecodesign - IEC 50 Hz/60 Hz version 15

4.3.3 IEEE 60Hz version..... 16

4.4 HV Cables 18

4.5 HV Switchgear 18

4.5.1 IEC 50/60Hz version 20

4.5.2 IEEE 60Hz version..... 20

4.6 AUX System 21

4.7 Wind Sensors 21

4.8 Vestas Multi Processor (VMP) Controller 21

4.9 Uninterruptible Power Supply (UPS) 22

5 Turbine Protection Systems..... 23

5.1 Braking Concept 23

5.2 Short Circuit Protections 23

5.3 Overspeed Protection 23

5.4 Arc Detection 23

5.5 Smoke Detection 24

5.6 Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower..... 24

5.7 EMC 24

5.8 Earthing..... 24

5.9 Corrosion Protection 25

6 Safety..... 25

6.1	Access	25
6.2	Escape	26
6.3	Rooms/Working Areas	26
6.4	Floors, Platforms, Standing, and Working Places	26
6.5	Service Lift	26
6.6	Climbing Facilities	26
6.7	Moving Parts, Guards, and Blocking Devices	26
6.8	Lights	26
6.9	Emergency Stop	27
6.10	Power Disconnection	27
6.11	Fire Protection/First Aid	27
6.12	Warning Signs	27
6.13	Manuals and Warnings	27
7	Environment	27
7.1	Chemicals	27
8	Design Codes	28
8.1	Design Codes – Structural Design	28
9	Colours	28
9.1	Nacelle Colour	28
9.2	Tower Colour	29
9.3	Blade Colour	29
10	Operational Envelope and Performance Guidelines	29
10.1	Climate and Site Conditions	29
10.2	Operational Envelope – Temperature	29
10.3	Operational Envelope – Grid Connection	31
10.4	Operational Envelope – Reactive Power Capability	31
10.5	Performance – Fault Ride Through	33
10.6	Performance – Reactive Current Contribution	34
10.6.1	Symmetrical Reactive Current Contribution	34
10.6.2	Asymmetrical Reactive Current Contribution	35
10.7	Performance – Multiple Voltage Dips	35
10.8	Performance – Active and Reactive Power Control	35
10.9	Performance – Voltage Control	36
10.10	Performance – Frequency Control	36
10.11	Main Contributors to Own Consumption	36
11	Drawings	37
11.1	Structural Design – Illustration of Outer Dimensions	37
11.2	Structural Design – Side View Drawing	37
12	General Reservations, Notes and Disclaimers	38

Recipient acknowledges that (i) this General Description is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this general description (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, section 12, p. 38) to this general description.

1 Introduction

The 3MW Platform wind turbine configurations covered by this General Description are listed below with designations according to IEC61400-22. The maximum DIBt 2012 wind class is listed where applicable. Please refer to the Performance Specification for the relevant turbine variant for full wind class definition.

This General Description contains data and descriptions common among the platform variants. The variant specific performance can be found in the Performance Specifications for the turbine variant and operational mode required.

Turbine	Configuration
V105	V105-3.45 MW IEC IA 50/60 Hz
	V105-3.60 MW IEC IA 50/60 Hz – Power Optimized Mode PO1
V112	V112-3.45 MW IEC IA 50/60 Hz
	V112-3.60 MW IEC IA 50/60 Hz – Power Optimized Mode PO1
V117	V117-3.45 MW IEC IB 50/60 Hz
	V117-3.60 MW IEC S 50/60 Hz – Power Optimized Mode PO1
	V117-3.45 MW IEC IIA 50/60 Hz
	V117-3.60 MW IEC IIA 50/60 Hz – Power Optimized Mode PO1
V126	V126-3.45 MW IEC IIB 50/60 Hz – Low Torque (LTq)
	V126-3.45 MW IEC IIIA 50/60 Hz – Low Torque (LTq)
	V126-3.45 MW IEC IIA 50/60 Hz – High Torque (HTq)
	V126-3.60 MW IEC IIA 50/60 Hz – High Torque (HTq) – Power Optimized Mode PO1
	V126-3.45 MW IEC IIIA 50/60 Hz – High Torque (HTq)
	V126-3.60 MW IEC IIIA 50/60 Hz – High Torque (HTq) – Power Optimized Mode PO1
	V126-3.45 MW WZ 3 GK II TK A 50 Hz – High Torque (HTq)
V136	V136-3.45 MW IEC IIIA 50/60 Hz
	V136-3.45 MW WZ 2 GK II TK A 50 Hz

Table 1-1: 3MW Platform turbine configurations covered

2 General Description

Vestas 3MW Platform comprises a family of wind turbines sharing a common design basis. The 3MW Platform family of wind turbines includes V105-3.45 MW, V112-3.45 MW, V117-3.45 MW, V126-3.45 MW and V136-3.45 MW. These turbines are pitch regulated upwind turbines with active yaw and a three-blade rotor. The wind turbine family provides rotors with a diameter in the range 105 m to 136 m and a rated output power of 3.45 MW. A 3.6 MW Power Optimized Mode (PO1) is available for all variants except V136-3.45 MW and V126-3.45 MW Low Torque (LTq).

The wind turbine family utilises the OptiTip[®] concept and a power system based on an induction generator and full-scale converter. With these features, the wind turbine is able to operate the rotor at variable speed and thereby maintain the power output at or near rated power even in high wind speed. At low wind speed, the OptiTip[®] concept and the power system work together to maximise the power output by operating at the optimal rotor speed and pitch angle.

Operating the wind turbine in the 3.6 MW Power Optimized Mode (PO1) is achieved by applying an extended derate strategy and reduced reactive power capability compared with 3.45 MW operation.

3 Mechanical Design

3.1 Rotor

The wind turbine is equipped with a rotor consisting of three blades and a hub. The blades are controlled by the microprocessor pitch control system OptiTip[®]. Based on the prevailing wind conditions, the blades are continuously positioned to optimise the pitch angle.

Rotor	V105	V112	V117	V126	V136
Diameter	105 m	112 m	117 m	126 m	136 m
Swept Area	8659 m ²	9852 m ²	10751 m ²	12469 m ²	14527 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	8.3-17.6	8.1-17.6	6.7-17.5	5.9-16.3 (6.2-16.3)	5.6-15.3
Rotational Direction	Clockwise (front view)				
Orientation	Upwind				
Tilt	6°				
Hub Coning	4°				
No. of Blades	3				
Aerodynamic Brakes	Full feathering				

Table 3-1: Rotor data

3.2 Blades

The blades are made of carbon and fibreglass and consist of two airfoil shells bonded to a supporting beam.

Blades	V105	V112	V117	V126	V136
Type Description	Airfoil shells bonded to supporting beam			Infused structural airfoil shell	
Blade Length	51.15 m	54.65 m	57.15 m	61.66 m	66.66 m
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)				

Blades	V105	V112	V117	V126	V136
Blade Connection	Steel roots inserted				
Airfoils	High-lift profile				
Maximum Chord	4.0 m				4.1 m

Table 3-2: Blades data

3.3 Blade Bearing

The blade bearings are double-row four-point contact ball bearings.

Blade Bearing	
Lubrication	Grease

Table 3-3: Blade bearing data

3.4 Pitch System

The turbine is equipped with a pitch system for each blade and a distributor block, all located in the hub. Each pitch system is connected to the distributor block with flexible hoses. The distributor block is connected to the pipes of the hydraulic rotating transfer unit in the hub by means of three hoses (pressure line, return line and drain line).

Each pitch system consists of a hydraulic cylinder mounted to the hub and a piston rod mounted to the blade bearing via a torque arm shaft. Valves facilitating operation of the pitch cylinder are installed on a pitch block bolted directly onto the cylinder.

Pitch System	
Type	Hydraulic
Number	1 per blade
Range	-10° to 90°

Table 3-4: Pitch system data

Hydraulic System	
Main Pump	Two redundant internal-gear oil pumps
Pressure	260 bar
Filtration	3 µm (absolute)

Table 3-5: Hydraulic system data.

3.5 Hub

The hub supports the three blades and transfers the reaction loads to the main bearing and the torque to the gearbox. The hub structure also supports blade bearings and pitch cylinders.

Hub	
Type	Cast ball shell hub
Material	Cast iron

Table 3-6: Hub data

3.6 Main Shaft

The main shaft transfers the reaction forces to the main bearing and the torque to the gearbox.

Main Shaft	
Type Description	Hollow shaft
Material	Cast iron

Table 3-7: Main shaft data

3.7 Main Bearing Housing

The main bearing housing covers the main bearing and is the first connection point for the drive train system to the bedplate.

Main Bearing Housing	
Material	Cast iron

Table 3-8: Main bearing housing data

3.8 Main Bearing

The main bearing carries all thrust loads.

Main Bearing	
Type	Double-row spherical roller bearing
Lubrication	Automatic grease lubrication

Table 3-9: Main bearing data

3.9 Gearbox

The main gear converts the low-speed rotation of the rotor to high-speed generator rotation.

The disc brake is mounted on the high-speed shaft. The gearbox lubrication system is a pressure-fed system.

Gearbox	
Type	Planetary stages + one helical stage
Gear House Material	Cast
Lubrication System	Pressure oil lubrication

Gearbox	
Backup Lubrication System	Oil sump filled from external gravity tank
Total Gear Oil Volume	1000-1200
Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12
Shaft Seals	Labyrinth

Table 3-10: Gearbox data

3.10 Generator Bearings

The bearings are grease lubricated and grease is supplied continuously from an automatic lubrication unit.

3.11 High-Speed Shaft Coupling

The coupling transmits the torque of the gearbox high-speed output shaft to the generator input shaft.

The coupling consists of two 4-link laminate packages and a fibreglass intermediate tube with two metal flanges.

The coupling is fitted to two-armed hubs on the brake disc and the generator hub.

3.12 Yaw System

The yaw system is an active system based on a robust pre-tensioned plain yaw-bearing concept with PETP as friction material.

Yaw System	
Type	Plain bearing system
Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Yawing Speed (50 Hz)	0.45°/sec.
Yawing Speed (60 Hz)	0.55°/sec.

Table 3-11: Yaw system data

Yaw Gear	
Type	Multiple stages geared
Ratio Total	944:1
Rotational Speed at Full Load	1.4 rpm at output shaft

Table 3-12: Yaw gear data

3.13 Crane

The nacelle houses the internal safe working load (SWL) service crane. The crane is a single system hoist.

Crane	
Lifting Capacity	Maximum 800 kg

Table 3-13: Crane data

3.14 Towers

Tubular towers with flange connections, certified according to relevant type approvals, are available in different standard heights. The towers are designed with the majority of internal welded connections replaced by magnet supports to create a predominantly smooth-walled tower.

Magnets provide load support in a horizontal direction and internals, such as platforms, ladders, etc., are supported vertically (that is, in the gravitational direction) by a mechanical connection. The smooth tower design reduces the required steel thickness, rendering the tower lighter compared to one with all internals welded to the tower shells.

Available hub heights are listed in the Performance Specification for each turbine variant. Designated hub heights include a distance from the foundation section to the ground level of approximately 0.2 m depending on the thickness of the bottom flange and a distance from tower top flange to centre of the hub of 2.2 m.

Towers	
Type	Cylindrical/conical tubular

Table 3-14: Tower structure data

3.15 Nacelle Bedplate and Cover

The nacelle cover is made of fibreglass. Hatches are positioned in the floor for lowering or hoisting equipment to the nacelle and evacuation of personnel. The roof section is equipped with wind sensors and skylights. The skylights can be opened from inside the nacelle to access the roof and from outside to access the nacelle. Access from the tower to the nacelle is through the yaw system.

The nacelle bedplate is in two parts and consists of a cast iron front part and a girder structure rear part. The front of the nacelle bedplate is the foundation for the drive train and transmits forces from the rotor to the tower through the yaw system. The bottom surface is machined and connected to the yaw bearing and the yaw gears are bolted to the front nacelle bedplate.

The crane girders are attached to the top structure. The lower beams of the girder structure are connected at the rear end. The rear part of the bedplate serves as the foundation for controller panels, the cooling system and transformer. The nacelle cover is installed on the nacelle bedplate.

Type Description	Material
Nacelle Cover	GRP
Bedplate Front	Cast iron
Bedplate Rear	Girder structure

Table 3-15: Nacelle bedplate and cover data

3.16 Thermal Conditioning System

The thermal conditioning system consists of a few robust components:

- The Vestas CoolerTop[®] located on top of the rear end of the nacelle. The CoolerTop[®] is a free flow cooler, thus ensuring that there are no electrical components in the thermal conditioning system located outside the nacelle.
- The Liquid Cooling System, which serves the gearbox, hydraulic systems, generator and converter is driven by an electrical pumping system.
- The transformer forced air cooling comprised of an electrical fan.

3.16.1 Generator and Converter Cooling

The generator and converter cooling systems operate in parallel. A dynamic flow valve mounted in the generator cooling circuit divides the cooling liquid flow. The cooling liquid removes heat from the generator and converter unit using a free-air flow radiator placed on the top of the nacelle. In addition to the generator, converter unit and radiator, the circulation system includes an electrical pump and a three-way thermostatic valve.

3.16.2 Gearbox and Hydraulic Cooling

The gearbox and hydraulic cooling systems are coupled in parallel. A dynamic flow valve mounted in the gearbox cooling circuit divides the cooling flow. The cooling liquid removes heat from the gearbox and the hydraulic power unit through heat exchangers and a free-air flow radiator placed on the top of the nacelle. In addition to the heat exchangers and the radiator, the circulation system includes an electrical pump and a three-way thermostatic valve.

3.16.3 Transformer Cooling

The transformer is equipped with forced-air cooling. The ventilator system consists of a central fan, located below the converter and an air duct leading the air to locations beneath and between the high voltage and low voltage windings of the transformer.

3.16.4 Nacelle Cooling

Hot air generated by mechanical and electrical equipment is dissipated from the nacelle by a fan system located in the nacelle.

3.16.5 Optional Air Intake Hatches

Primary air intakes in the nacelle can optional be fitted with hatches which can be operated as a part of the thermal control strategy. In case of lost grid to the turbine, the hatches will automatically be closed.

4 Electrical Design

4.1 Generator

The generator is a three-phase asynchronous induction generator with cage rotor that is connected to the grid through a full-scale converter.

The generator housing allows the circulation of cooling air within the stator and rotor. The air-to-water heat exchange occurs in an external heat exchanger.

Generator	
Type	Asynchronous with cage rotor
Rated Power [P_N]	3650 kW / 3800 kW
Frequency [f_N]	0-100 Hz
Voltage, Stator [U_{NS}]	3 x 750 V (at rated speed)
Number of Poles	4/6
Winding Type	Form with VPI (Vacuum Pressurized Impregnation)
Winding Connection	Star or Delta
Rated rpm	1450-1550 rpm
Overspeed Limit Acc. to IEC (2 minutes)	2400 rpm
Generator Bearing	Hybrid/ceramic
Temperature Sensors, Stator	3 PT100 sensors placed at hot spots and 3 as back-up
Temperature Sensors, Bearings	1 per bearing
Insulation Class	F or H
Enclosure	IP54

Table 4-1: Generator data

4.2 Converter

The converter is a full-scale converter system controlling both the generator and the power quality delivered to the grid. The converter consists of 3 machine-side converter units and 3 line-side converter units operating in parallel with a common controller.

The converter controls conversion of variable frequency power from the generator into fixed frequency AC power with desired active and reactive power levels (and other grid connection parameters) suitable for the grid. The converter is located in the nacelle and has a grid side voltage rating of 650 V. The generator side voltage rating is up to 750 V dependent on generator speed.

Converter	
Rated Apparent Power [S_N]	4000 kVA
Rated Grid Voltage	650 V
Rated Generator Voltage	750 V
Rated Grid Current	4000 A
Rated Generator Current	3550 A
Enclosure	IP54

Table 4-2: Converter data

4.3 HV Transformer

The step-up HV transformer is located in a separate locked room in the back of the nacelle.

The transformer is a three-phase, two-winding, dry-type transformer that is self-extinguishing. The windings are delta-connected on the high-voltage side unless otherwise specified.

The transformer comes in different versions depending on the market where it is intended to be installed.

- For 50 Hz regions the transformer is as default designed according to IEC standards. However on special request, a 60 Hz transformer based on IEC standards could also be delivered. Refer to Table 4-3.
- For turbines installed in Member States of the European Union, it is required to fulfil the Ecodesign regulation No 548/2014 set by the European Commission. Refer to Table 4-4.
- For 60 Hz regions the transformer is as default designed mainly according to IEEE standards but on areas not covered by IEEE standards, the design is also based on parts of the IEC standards. Refer to Table 4-5.

4.3.1 IEC 50 Hz/60 Hz version

Transformer	
Type description	Dry-type cast resin transformer.
Basic layout	3 phase, 2 winding transformer.
Applied standards	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1.
Cooling method	AF
Rated power	4000 kVA
Rated voltage, turbine side	
U_m 1.1kV	0.650 kV
Rated voltage, grid side	
U_m 12.0kV	10.0-11.0 kV
U_m 24.0kV	11.1-22.0 kV
U_m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U_m 41.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U_m 1.1kV	3 ¹ / - / - kV
U_m 12.0kV	28 ¹ / 75 / 75 kV

Transformer	
U_m 24.0kV	50 ¹ / 125 / 125 kV
U_m 36.0kV	70 ¹ / 170 / 170 kV
U_m 41.5kV	80 ¹ / 170 / 170 kV
Off-circuit tap changer	±2 x 2.5 %
Frequency	50 Hz / 60Hz
Vector group	Dyn5 / YNyn0
No-load loss ²	>5.8 kW
Load loss @ rated power HV, 120°C ²	>30.5 kW
No-load reactive power ²	>16 kVAr
Full load reactive power ²	>345 kVAr
No-load current ²	~0.5 %
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 120°C ³	~9.0 %
Positive sequence short-circuit resistance @ rated power, 120°C ²	~0.8 %
Zero sequence short-circuit impedance @ rated power, 120°C ²	~8.2 %
Zero sequence short-circuit resistance @ rated power, 120°C ²	~0.7 %
Inrush peak current ²	
	Dyn5 6-9 x \hat{I}_n
	YNyn0 8-12 x \hat{I}_n
Half crest time ²	~0.7 s
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average temperature rise at max altitude	≤90 K
Max altitude ⁴	2000 m
Insulation class	155 (F)
Environmental class	E2
Climatic class	C2
Fire behaviour class	F1
Corrosion class	C4
Weight	≤9500 kg
Temperature monitoring	PT100 sensors in LV windings and core
Overvoltage protection	Surge arresters on HV terminals
Temporary earthing	3 x Ø20 mm earthing ball points

Table 4-3: Transformer data for IEC 50 Hz/60 Hz version

- NOTE**
- ¹ @1000m. According to IEC 60076-11, AC test voltage is altitude dependent. All values are preliminary.
- ² Based on an average of calculated values across voltages and manufacturers. All values are preliminary.
- ³ Subjected to standard IEC tolerances. All values are preliminary.
- ⁴ Transformer max altitude may be adjusted to match turbine location.

4.3.2 Ecodesign - IEC 50 Hz/60 Hz version

Transformer	
Type description	Ecodesign dry-type cast resin transformer.
Basic layout	3 phase, 2 winding transformer.
Applied standards	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1, Commission Regulation No 548/2014.
Cooling method	AF
Rated power	4000 kVA
Rated voltage, turbine side	
U_m 1.1kV	0.650 kV
Rated voltage, grid side	
U_m 12.0kV	10.0-11.0 kV
U_m 24.0kV	11.1-22.0 kV
U_m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U_m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U_m 1.1kV	3 ¹ / - / - kV
U_m 12.0kV	28 ¹ / 75 / 75 kV
U_m 24.0kV	50 ¹ / 125 / 125 kV
U_m 36.0kV	70 ¹ / 170 / 170 kV
U_m 40.5kV	80 ¹ / 170 / 170 kV
Off-circuit tap changer	±2 x 2.5 %
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Vector group	Dyn5 / YNyn0
Peak Efficiency Index (PEI) ²	Ecodesign requirement
U_m 12.0kV	> 99.348
U_m 24.0kV	> 99.348
U_m 36.0kV	> 99.348
U_m 40.5kV	> 99.158
No-load loss ²	
U_m 12.0kV	< 5800 W
U_m 24.0kV	< 5800 W
U_m 36.0kV	< 5800 W
U_m 40.5kV	< 6900 W
Load loss @ rated power HV, 120°C ²	
U_m 12.0kV	< 29300 W
U_m 24.0kV	< 29300 W
U_m 36.0kV	< 29300 W
U_m 40.5kV	< 37850 W
No-load reactive power ³	>25 kVAr
Full load reactive power ³	>370 kVAr
No-load current ³	~0.5 %
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 120°C ⁴	~9.0 %
Positive sequence short-circuit resistance@ rated power, 120°C ³	~0.8 %
Zero sequence short-circuit impedance@ rated power, 120°C ³	~8.2 %
Zero sequence short-circuit resistance@ rated power, 120°C ³	~0.7 %

Transformer	
Inrush peak current ³	
	Dyn5
	YNyn0
	6-9 x I_n
	8-12 x I_n
Half crest time ³	~ 0.7 s
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average temperature rise at max altitude	≤90 K
Max altitude ⁵	2000 m
Insulation class	155 (F)
Environmental class	E2
Climatic class	C2
Fire behaviour class	F1
Corrosion class	C4
Weight	≤10000 kg
Temperature monitoring	PT100 sensors in LV windings and core
Overvoltage protection	Surge arresters on HV terminals
Temporary earthing	3 x Ø20 mm earthing ball points

Table 4-4: Transformer data for Ecodesign IEC 50 Hz/60 Hz version.

- NOTE**
- ¹ @1000m. According to IEC 60076-11, AC test voltage is altitude dependent. All values are preliminary.
- ² For Ecodesign transformers, PEI is the legal requirement and is calculated according to the Commission Regulation based on rated power, no-load and load losses. Losses are maximum values and will not simultaneously occur in a specific design as this will be incompliant with the PEI requirement. All values are preliminary.
- ³ Based on an average of calculated values across voltages and manufacturers. All values are preliminary.
- ⁴ Subjected to standard IEC tolerances. All values are preliminary.
- ⁵ Transformer max altitude may be adjusted to match turbine location.

4.3.3 IEEE 60Hz version

Transformer	
Type description	Dry-type cast resin transformer.
Basic layout	3 phase, 2 winding transformer.
Applied standards	UL 1562, CSA C22.2 No. 47, IEEE C57.12, IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1.
Cooling method	AFA
Rated power	4000 kVA
Rated voltage, turbine side	
N_{LL} 1.2 kV	0.650 kV
Rated voltage, grid side	
N_{LL} 15.0 kV	10.0-15.0 kV
N_{LL} 25.0 kV	15.1-25.0 kV

Transformer	
N_{LL} 34.5 kV	25.1-34.5 kV
Insulation level AC / LI & LIC	
N_{LL} 1.2 kV	4 ¹ / +10 kV
N_{LL} 15.0 kV	34 ¹ / +95 kV
N_{LL} 25.0 kV	50 ¹ / +125 kV
N_{LL} 34.5 kV	70 ¹ / (+150 & -170) or +170 kV
Off-circuit tap changer	±2 x 2.5 %
Frequency	60 Hz
Vector group	Dyn5 / YNyn0
No-load loss ²	>5.8 kW
Load loss @ rated power HV, 120°C ²	>30.5 kW
No-load reactive power ²	>16 kVAr
Full load reactive power ²	>345 kVAr
No-load current ²	~0.5 %
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 120°C ³	~9.0 %
Positive sequence short-circuit resistance @ rated power, 120°C ²	~0.7 %
Zero sequence short-circuit impedance @ rated power, 120°C ²	~8.3 %
Zero sequence short-circuit resistance @ rated power, 120°C ²	~0.7 %
Inrush peak current ²	
	Dyn5 6-9 x \hat{I}_n
	YNyn0 8-12 x \hat{I}_n
Half crest time ²	~ 0.7 s
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average temperature rise at max altitude	≤ 90 K
Max altitude ⁴	2000 m
Insulation class	150°C
Environmental class	E2
Climatic class	C2
Fire behaviour class	F1
Corrosion class	C4
Weight	≤ 9500 kg
Temperature monitoring	PT100 sensors in LV windings and core
Overvoltage protection	Surge arresters on HV terminals
Temporary earthing	3 x Ø20 mm earthing ball points

Table 4-5: Transformer data for IEEE 60 Hz version

- NOTE**
- ¹ @1000m. According to IEEE C57.12, AC test voltage is altitude dependent. All values are preliminary.
- ² Based on an average of calculated values across voltages and manufacturers. All values are preliminary.
- ³ Subjected to standard IEEE C57.12 tolerances. All values are preliminary.
- ⁴ Transformer max altitude may be adjusted to match turbine location.

4.4 HV Cables

The high-voltage cable runs from the transformer in the nacelle down the tower to the HV switchgear located at the bottom of the tower. The high-voltage cable is a four-core, rubber-insulated, halogen-free, high-voltage cable.

HV Cables	
High-Voltage Cable Insulation Compound	Improved ethylene-propylene (EP) based material-EPR or high modulus or hard grade ethylene-propylene rubber-HEPR
Conductor Cross Section	3 x 70 / 70 mm ²
Maximum Voltage	24 kV for 10.0-22.0 kV rated voltage 42 kV for 22.1-36.0 kV rated voltage

Table 4-6: HV cables data

4.5 HV Switchgear

A gas insulated switchgear is installed in the bottom of the tower as an integrated part of the turbine. Its controls are integrated with the turbine safety system which monitors the condition of the switchgear and high voltage safety related devices in the turbine. This ensures all protection devices are fully operational whenever high voltage components in the turbine are energised. The earthing switch of the circuit breaker contains a trapped-key interlock system with its counterpart installed on the access door to the transformer room in order to avoid unauthorized access to the transformer room during live condition.

The switchgear is available in three variants with increasing features, see Table 4-7. Beside the increase in features, the switchgear can be configured depending on the number of grid cables planned to enter the individual turbine. The design of the switchgear solution is optimized such grid cables can be connected to the switchgear even before the tower is installed and still maintain its protection toward weather conditions and internal condensation due to a gas tight packing.

The switchgear is available in an IEC version and in an IEEE version. The IEEE version is however only available in the highest voltage class. The electrical parameters of the switchgear are seen in Table 4-8 for the IEC version and in Table 4-9 for the IEEE version.

HV Switchgear			
Variant	Basic	Streamline	Standard
IEC standards	○	⊙	⊙
IEEE standards	⊙	○	⊙
Vacuum circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Overcurrent, short-circuit and earth fault protection	⊙	⊙	⊙
Disconnecter / earthing switch in circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for grid cables	⊙	⊙	⊙
Double grid cable connection	⊙	⊙	⊙
Triple grid cable connection	⊙	○	○
Preconfigured relay settings	⊙	⊙	⊙
Turbine safety system integration	⊙	⊙	⊙
Redundant trip coil circuits	⊙	⊙	⊙
Trip coil supervision	⊙	⊙	⊙
Pendant remote control from outside of tower	⊙	⊙	⊙
Sequential energization	⊙	⊙	⊙
Reclose blocking function	⊙	⊙	⊙
Heating elements	⊙	⊙	⊙
Trapped-key interlock system for circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
UPS power back-up for protection circuits	⊙	⊙	⊙
Motor operation of circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Cable panel for grid cables (configurable)	○	⊙	⊙
Switch disconnector panels for grid cables – max three panels (configurable)	○	⊙	⊙
Earthing switch for grid cables	○	⊙	⊙
Internal arc classification	○	⊙	⊙
Supervision on MCB's	○	⊙	⊙
Motor operation of switch disconnector	○	○	⊙
SCADA ready	○	○	⊙
SCADA operation of circuit breaker	○	○	⊙
SCADA operation of switch disconnector	○	○	⊙

Table 4-7: HV switchgear variants and features.

4.5.1 IEC 50/60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEC 62271-103 IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-200, IEC 60694
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
	U_r 24.0kV 10.0-22.0 kV
	U_r 36.0kV 22.1-33.0 kV
	U_r 40.5kV 33.1-36.0 kV
Rated insulation level AC // LI Common value / across isolation distance	
	U_r 24.0kV 50 / 60 // 125 / 145 kV
	U_r 36.0kV 70 / 80 // 170 / 195 kV
	U_r 40.5kV 85 / 90 // 185 / 215 kV
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated normal current	630 A
Rated Short-time withstand current	
	U_r 24.0kV 20 kA
	U_r 36.0kV 25 kA
	U_r 40.5kV 25 kA
Rated peak withstand current 50 / 60 Hz	
	U_r 24.0kV 50 / 52 kA
	U_r 36.0kV 62.5 / 65 kA
	U_r 40.5kV 62.5 / 65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	
	U_r 24.0kV IAC A FLR 20 kA, 1 s
	U_r 36.0kV IAC A FLR 25 kA, 1 s
	U_r 40.5kV IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface	Outside cone plug-in bushings, IEC interface C1.
Loss of service continuity category	LSC2
Ingress protection	
	Gas tank IP 65
	Enclosure IP 2X
	LV cabinet IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-8: HV switchgear data for IEC version.

4.5.2 IEEE 60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEEE 37.20.3, IEEE C37.20.4, IEC 62271-200, ISO 12944.
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
	U_r 38.0kV 22.1-36.0 kV

HV Switchgear	
Rated insulation level AC / LI	70 / 150 kV
Rated frequency	60 Hz
Rated normal current	600 A
Rated Short-time withstand current	25 kA
Rated peak withstand current	65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface grid cables	Outside cone plug-in bushings, IEEE 386 interface type deadbreak, 600A.
Ingress protection	
Gas tank	NEMA 4X / IP 65
Enclosure	NEMA 2 / IP 2X
LV cabinet	NEMA 2 / IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-9: HV switchgear data for IEEE version.

4.6 AUX System

The AUX system is supplied from a separate 650/400 V transformer located in the nacelle. All motors, pumps, fans and heaters are supplied from this system. All 230 V consumers are supplied from a 400/230 V transformer located in the tower base.

Power Sockets	
Single Phase (Nacelle and Tower Platforms)	230 V (16 A)/110 V (16 A)/ 2 x 55 V (16 A)
Three Phase (Nacelle and Tower Base)	3 x 400 V (16 A)

Table 4-10: AUX system data

4.7 Wind Sensors

The turbine is either equipped with two ultrasonic wind sensors or optional one ultrasonic wind sensor and one mechanical wind vane and anemometer. The sensors have built-in heaters to minimise interference from ice and snow. The wind sensors are redundant, and the turbine is able to operate with one sensor only.

4.8 Vestas Multi Processor (VMP) Controller

The turbine is controlled and monitored by the System 8000 control system.

System 8000 is a multiprocessor control system comprised of main controller, distributed control nodes, distributed IO nodes and ethernet switches and other network equipment. The main controller is placed in the tower bottom of the turbine. It runs the control algorithms of the turbine, as well as all IO communication.

The communications network is a time triggered Ethernet network (TTEthernet).
 The System 8000 control system serves the following main functions:

- Monitoring and supervision of overall operation.
- Synchronizing of the generator to the grid during connection sequence.
- Operating the wind turbine during various fault situations.
- Automatic yawing of the nacelle.
- OptiTip® - blade pitch control.
- Reactive power control and variable speed operation.
- Noise emission control.
- Monitoring of ambient conditions.
- Monitoring of the grid.
- Monitoring of the smoke detection system.

4.9 Uninterruptible Power Supply (UPS)

During grid outage, an UPS system will ensure power supply for specific components.

The UPS system is built by 3 subsystems:

1. 230V AC UPS for all power backup to nacelle and hub control systems
2. 24V DC UPS for power backup to tower base control systems and optional SCADA Power Plant Controller.
3. 230V AC UPS for power backup to internal lights in tower and nacelle.
 Internal light in the hub is fed from built-in batteries in the light armature.

UPS		
Backup Time	Standard	Optional
Control System* (230V AC and 24V DC UPS)	15 min	Up to 400 min**
Internal Lights (230V AC UPS)	30 min	60 min***
Optional SCADA Power Plant Controller (24V DC UPS)	N/A	48 hours****

Table 4-11: UPS data

*The control system includes: the turbine controller (System 8000), HV switchgear functions, and remote control system.

**Requires upgrade of the 230V UPS for control system with extra batteries.

***Requires upgrade of the 230V UPS for internal light with extra batteries.

****Requires upgrade of the 24V DC UPS with extra batteries.

NOTE For alternative backup times, consult Vestas.

5 Turbine Protection Systems

5.1 Braking Concept

The main brake on the turbine is aerodynamic. Stopping the turbine is done by full feathering the three blades (individually turning each blade). Each blade has a hydraulic accumulator to supply power for turning the blade.

In addition, there is a mechanical disc brake on the high-speed shaft of the gearbox with a dedicated hydraulic system. The mechanical brake is only used as a parking brake and when activating the emergency stop buttons.

5.2 Short Circuit Protections

Breakers	Breaker for Aux. Power. (not settled)	Breaker for Converter Modules (not settled)
Breaking Capacity, Icu, Ics	TBD	TBD
Making Capacity, Icm	TBD	TBD

Table 5-1: Short circuit protection data

5.3 Overspeed Protection

The generator rpm and the main shaft rpm are registered by inductive sensors and calculated by the wind turbine controller to protect against overspeed and rotating errors.

In addition, the turbine is equipped with a safety PLC, an independent computer module that measures the rotor rpm. In case of an overspeed situation, the safety PLC activates the emergency feathered position (full feathering) of the three blades independently of the turbine controller.

Overspeed Protection	
Sensors Type	Inductive
Trip Level (variant dependent)	15.3-17.6 rpm / 2000 (generator rpm)

Table 5-3: Overspeed protection data

5.4 Arc Detection

The turbine is equipped with an Arc Detection system including multiple optical arc detection sensors placed in the HV transformer compartment and the grid interface cabinet. The Arc Detection system is connected to the turbine safety system ensuring immediate opening of the HV switchgear if an arc is detected.

5.5 Smoke Detection

The turbine is equipped with a Smoke Detection system including multiple smoke detection sensors placed in the nacelle (above the disc brake), in the transformer compartment, in main electrical cabinets in the nacelle and above the HV switchgear in the tower base. The Smoke Detection system is connected to the turbine safety system ensuring immediate opening of the HV switchgear if smoke is detected.

5.6 Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower

The Lightning Protection System (LPS) helps protect the wind turbine against the physical damage caused by lightning strikes. The LPS consists of five main parts:

- Lightning receptors.
- Down conducting system (a system to conduct the lightning current down through the wind turbine to help avoid or minimise damage to the LPS itself or other parts of the wind turbine).
- Protection against overvoltage and overcurrent.
- Shielding against magnetic and electrical fields.
- Earthing system.

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	i_{max}	[kA]	200
Impulse Charge	$Q_{impulse}$	[C]	100
Long Duration Charge	Q_{long}	[C]	200
Total Charge	Q_{total}	[C]	300
Specific Energy	W/R	[MJ/Ω]	10
Average Steepness	di/dt	[kA/μs]	200

Table 5-4: Lightning protection design parameters

NOTE The Lightning Protection System is designed according to IEC standards (see section 8 Design Codes, p. 28).

5.7 EMC

The turbine and related equipment fulfils the EU Electromagnetic Compatibility (EMC) legislation:

- DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility.

5.8 Earthing

The Vestas Earthing System consists of a number of individual earthing electrodes interconnected as one joint earthing system.

The Vestas Earthing System includes the TN-system and the Lightning Protection System for each wind turbine. It works as an earthing system for the medium voltage distribution system within the wind farm.

The Vestas Earthing System is adapted for the different types of turbine foundations. A separate set of documents describe the earthing system in detail, depending on the type of foundation.

In terms of lightning protection of the wind turbine, Vestas has no separate requirements for a certain minimum resistance to remote earth (measured in ohms) for this system. The earthing for the lightning protection system is based on the design and construction of the Vestas Earthing System.

A primary part of the Vestas Earthing System is the main earth bonding bar placed where all cables enter the wind turbine. All earthing electrodes are connected to this main earth bonding bar. Additionally, equipotential connections are made to all cables entering or leaving the wind turbine.

Requirements in the Vestas Earthing System specifications and work descriptions are minimum requirements from Vestas and IEC. Local and national requirements, as well as project requirements, may require additional measures.

5.9 Corrosion Protection

Classification of corrosion protection is according to ISO 12944-2.

Corrosion Protection	External Areas	Internal Areas
Nacelle	C5-M	C3
Hub	C5-M	C3
Tower	C5-I	C3

Table 5-5: Corrosion protection data for nacelle, hub, and tower

6 Safety

The safety specifications in this section provide limited general information about the safety features of the turbine and are not a substitute for Buyer and its agents taking all appropriate safety precautions, including but not limited to (a) complying with all applicable safety, operation, maintenance, and service agreements, instructions, and requirements, (b) complying with all safety-related laws, regulations, and ordinances, and (c) conducting all appropriate safety training and education.

6.1 Access

Access to the turbine from the outside is through a door located at the entrance platform approximately 3 meter above ground level. The door is equipped with a lock. Access to the top platform in the tower is by a ladder or service lift. Access to the nacelle from the top platform is by ladder. Access to the transformer room in the nacelle is controlled with a lock. Unauthorised access to electrical switchboards and power panels in the turbine is prohibited according to IEC 60204-1 2006.

6.2 Escape

In addition to the normal access routes, alternative escape routes from the nacelle are through the crane hatch, from the spinner by opening the nose cone, or from the roof of the nacelle. Rescue equipment is placed in the nacelle.

The hatch in the roof can be opened from both the inside and outside.

Escape from the service lift is by ladder.

An emergency response plan, placed in the turbine, describes evacuation and escape routes.

6.3 Rooms/Working Areas

The tower and nacelle are equipped with power sockets for electrical tools for service and maintenance of the turbine.

6.4 Floors, Platforms, Standing, and Working Places

All floors have anti-slip surfaces.

There is one floor per tower section.

Rest platforms are provided at intervals of 9 metres along the tower ladder between platforms.

Foot supports are placed in the turbine for maintenance and service purposes.

6.5 Service Lift

The turbine is delivered with a service lift installed as an option.

6.6 Climbing Facilities

A ladder with a fall arrest system (rigid rail) is installed through the tower.

There are anchor points in the tower, nacelle and hub, and on the roof for attaching fall arrest equipment (full-body harness).

Over the crane hatch there is an anchor point for the emergency descent equipment.

Anchor points are coloured yellow and are calculated and tested to 22.2 kN.

6.7 Moving Parts, Guards, and Blocking Devices

All moving parts in the nacelle are shielded.

The turbine is equipped with a rotor lock to block the rotor and drive train.

Blocking the pitch of the cylinder can be done with mechanical tools in the hub.

6.8 Lights

The turbine is equipped with lights in the tower, nacelle, transformer room, and hub.

There is emergency light in case of the loss of electrical power.

6.9 Emergency Stop

There are emergency stop buttons in the nacelle, hub and bottom of the tower.

6.10 Power Disconnection

The turbine is equipped with breakers to allow for disconnection from all power sources during inspection or maintenance. The switches are marked with signs and are located in the nacelle and bottom of the tower.

6.11 Fire Protection/First Aid

A handheld 5-6 kg CO₂ fire extinguisher, first aid kit and fire blanket are required to be located in the nacelle during service and maintenance.

- A handheld 5-6 kg CO₂ fire extinguisher is required only during service and maintenance activities, unless a permanently mounted fire extinguisher located in the nacelle is mandatorily required by authorities.
- First aid kits are required only during service and maintenance activities.
- Fire blankets are required only during non-electrical hot work activities.

6.12 Warning Signs

Warning signs placed inside or on the turbine must be reviewed before operating or servicing the turbine.

6.13 Manuals and Warnings

The Vestas Corporate OH&S Manual and manuals for operation, maintenance and service of the turbine provide additional safety rules and information for operating, servicing or maintaining the turbine.

7 Environment

7.1 Chemicals

Chemicals used in the turbine are evaluated according to the Vestas Wind Systems A/S Environmental System certified according to ISO 14001:2004. The following chemicals are used in the turbine:

- Anti-freeze to help prevent the cooling system from freezing.
- Gear oil for lubricating the gearbox.
- Hydraulic oil to pitch the blades and operate the brake.
- Grease to lubricate bearings.
- Various cleaning agents and chemicals for maintenance of the turbine.

8 Design Codes

8.1 Design Codes – Structural Design

The turbine design has been developed and tested with regard to, but not limited to, the following main standards:

Design Codes	
Nacelle and Hub	IEC 61400-1 Edition 3 EN 50308
Tower	IEC 61400-1 Edition 3 Eurocode 3
Blades	DNV-OS-J102 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Part 1, 12 and 23) IEC WT 01 IEC DEFU R25 ISO 2813 DS/EN ISO 12944-2
Gearbox	ISO 81400-4
Generator	IEC 60034
Transformer	IEC 60076-11, IEC 60076-16, CENELEC HD637 S1
Lightning Protection	IEC 62305-1: 2006 IEC 62305-3: 2006 IEC 62305-4: 2006 IEC 61400-24:2010
Rotating Electrical Machines	IEC 34
Safety of Machinery, Safety-related Parts of Control Systems	IEC 13849-1
Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines	IEC 60204-1

Table 8-1: Design codes

9 Colours

9.1 Nacelle Colour

Colour of Vestas Nacelles	
Standard Nacelle Colour	RAL 7035 (light grey)

Colour of Vestas Nacelles	
Standard Logo	Vestas

Table 9-1: Colour, nacelle

9.2 Tower Colour

Colour of Vestas Tower Section		
	External:	Internal:
Standard Tower Colour	RAL 7035 (light grey)	RAL 9001 (cream white)

Table 9-2: Colour, tower

9.3 Blade Colour

Blade Colour	
Standard Blade Colour	RAL 7035 (light grey)
Tip-End Colour Variants	RAL 2009 (traffic orange), RAL 3020 (traffic red)
Gloss	< 30% DS/EN ISO 2813

Table 9-3: Colour, blades

10 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

10.1 Climate and Site Conditions

Values refer to hub height:

Extreme Design Parameters	
Wind Climate	All
Ambient Temperature Interval (Standard Temperature Turbine)	-40° to +50°C

Table 10-1: Extreme design parameters

10.2 Operational Envelope – Temperature

Values refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval (Standard Turbine)	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (Low Temperature Turbine)	-30° to +45°C

Table 10-2: Operational envelope - temperature

NOTE At ambient temperatures above +30°C, the turbine will maintain derated production, within the component capacity as seen in figure 10-2. For 3.6 MW Power Optimized Mode (PO1), derated production will start from +20°C. The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C. For the low temperature options of the wind turbine, consult Vestas.

Power derating as a function of ambient temperature (0-1000 m.a.s.l.)

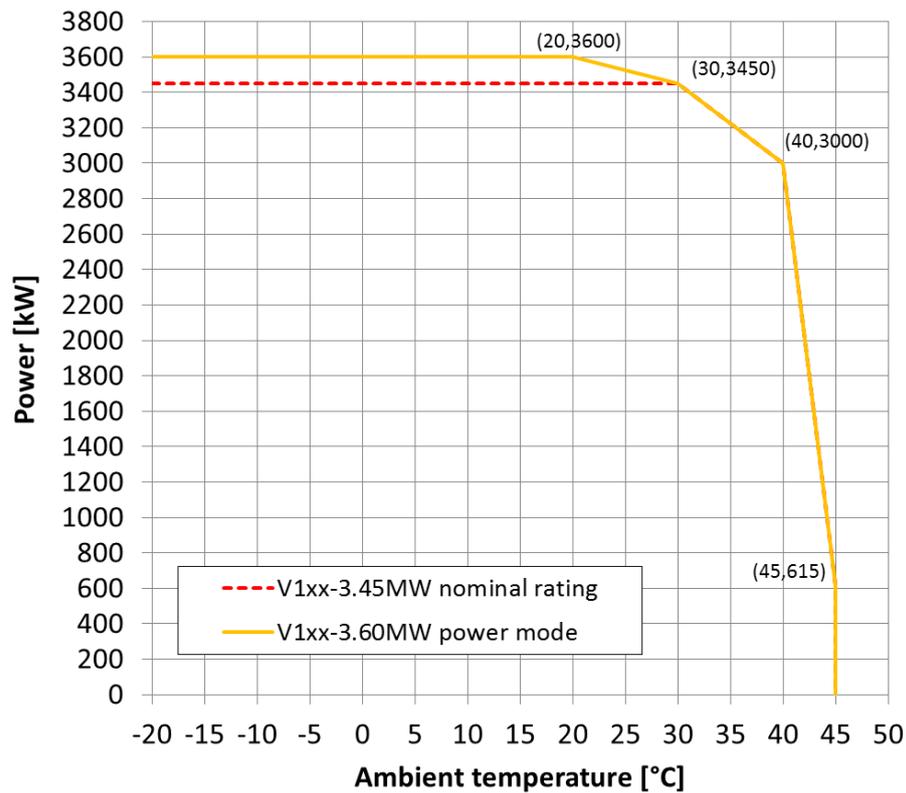


Figure 10-2: Derated operation for 3.45 MW rating and 3.6 MW Power Optimized Mode (PO1).

10.3 Operational Envelope – Grid Connection

Operational Envelope – Grid Connection		
Nominal Phase Voltage	[U _{NP}]	650 V
Nominal Frequency	[f _N]	50/60 Hz
Maximum Frequency Gradient	±4 Hz/sec.	
Maximum Negative Sequence Voltage	3% (connection) 2% (operation)	
Minimum Required Short Circuit Ratio at Turbine HV Connection	5.0	
Maximum Short Circuit Current Contribution	1.05 p.u. (continuous) 1.45 p.u. (peak)	

Table 10-3: Operational envelope – grid connection

The generator and the converter will be disconnected if*:

Protection Settings	
Voltage Above 110%** of Nominal for 3600 Seconds	715 V
Voltage Above 121% of Nominal for 2 Seconds	787 V
Voltage Above 136% of Nominal for 0.150 Seconds	884 V
Voltage Below 90%** of Nominal for 60 Seconds	585 V
Voltage Below 80% of Nominal for 10 Seconds	520 V
Frequency is Above 106% of Nominal for 0.2 Seconds	53/63.6 Hz
Frequency is Below 94% of Nominal for 0.2 Seconds	47/56.4 Hz

Table 10-4: Generator and converter disconnecting values

NOTE

* Over the turbine lifetime, grid drop-outs are to occur at an average of no more than 50 times a year.

** The turbine may be configured for continuous operation @ +/- 13 % voltage. Reactive power capability is limited for these widened settings (See section 10.4).

All protection settings are preliminary and subject to change.

10.4 Operational Envelope – Reactive Power Capability

The 3.45 MW turbine has a reactive power capability on the low voltage side of the HV transformer as illustrated in Figure 10-4a:

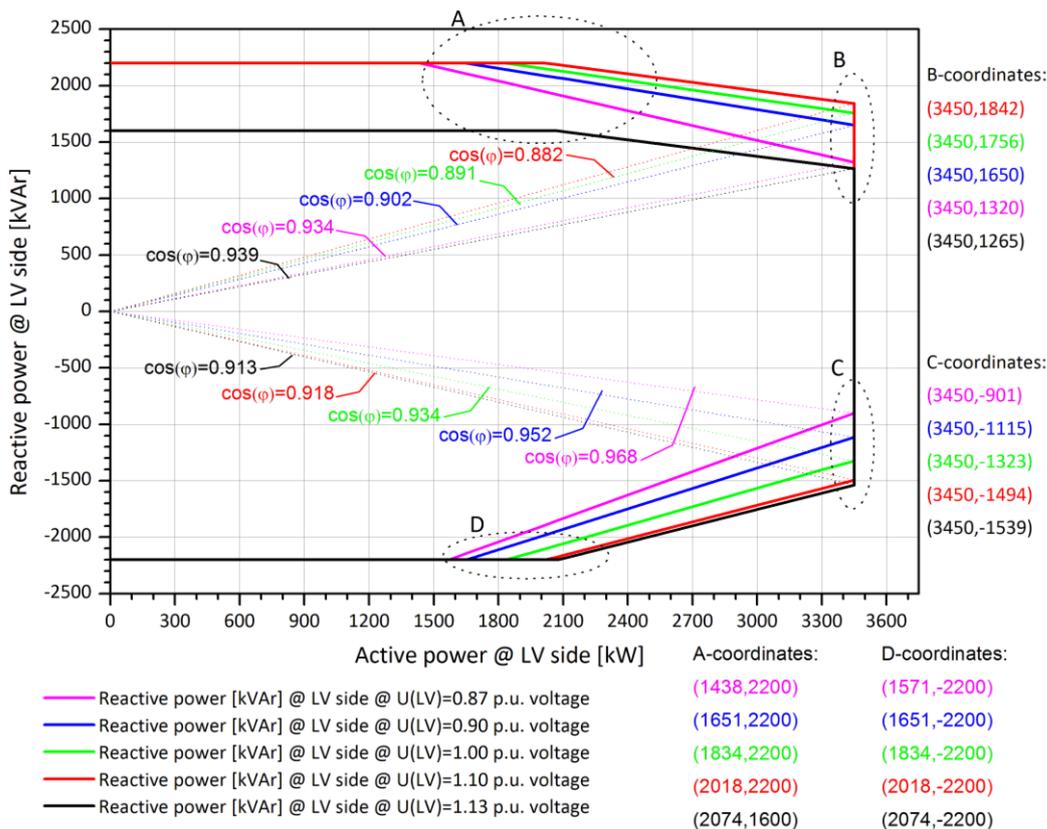


Figure 10-4a: Reactive power capability for 3.45 MW nominal power rating.

When operating at 3.45 MW nominal power at LV side of the HV transformer, the reactive power capability on the high voltage side of the HV transformer is approximately:

- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.940$ capacitive @ $U(\text{HV}) = 0.87$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.938/0.946$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.88$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.935/0.935$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.90$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.920/0.906$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.00$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.952/0.892$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.10$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.979/0.888$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.13$ p.u. voltage

Reactive power is produced by the full-scale converter. Traditional capacitors are, therefore, not used in the turbine.

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

The reactive power capability for 3.6 MW Power Optimized Mode (PO1) is as illustrated in Figure 10-4b:

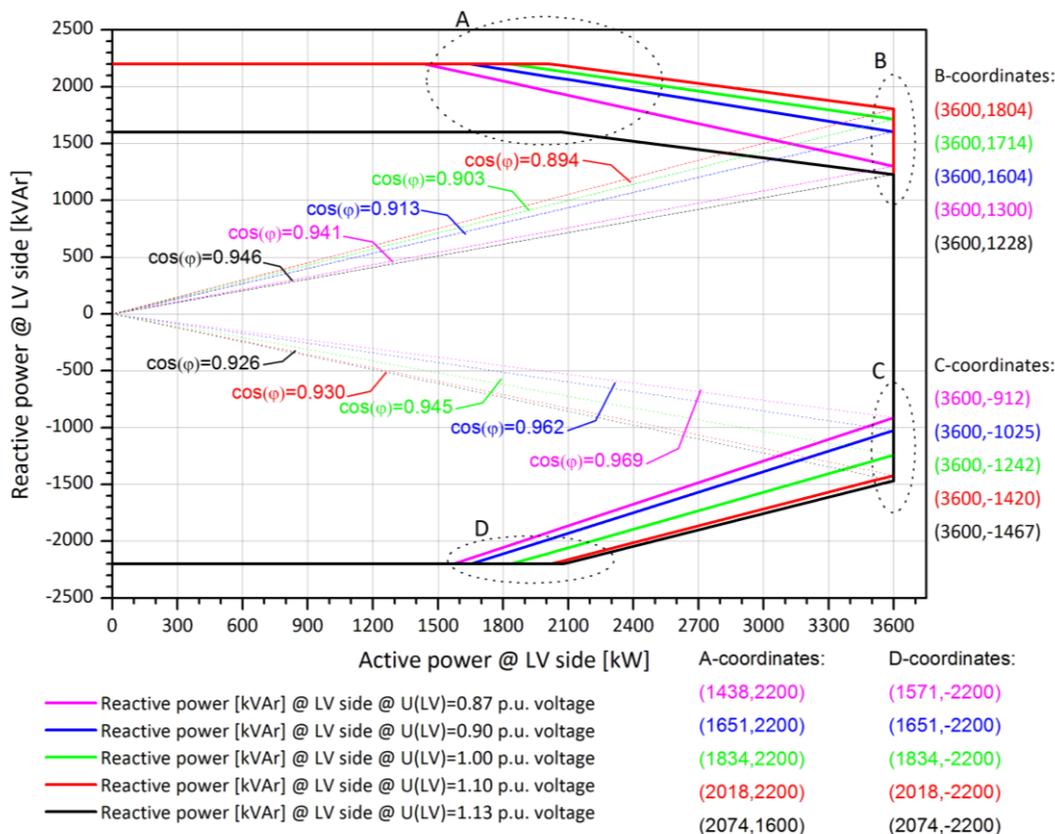


Figure 10-4b: Reactive power capability for 3.6 MW Power Optimized Mode (PO1).

When operating at 3.6 MW in Power Optimized Mode (PO1) at LV side of the HV transformer, the reactive power capability on the high voltage side of the HV transformer is approximately:

- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.950$ capacitive @ $U(\text{HV}) = 0.87$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.949/0.942$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.88$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.946/0.937$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.90$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.932/0.918$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.00$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.959/0.905$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.10$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.983/0.901$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.13$ p.u. voltage

NOTE All reactive power capability values are preliminary and subject to change.

10.5 Performance – Fault Ride Through

The turbine is equipped with a full-scale converter to gain better control of the wind turbine during grid faults. The turbine control system continues to run during grid faults.

The turbine is designed to stay connected during grid disturbances within the voltage tolerance curve as illustrated:

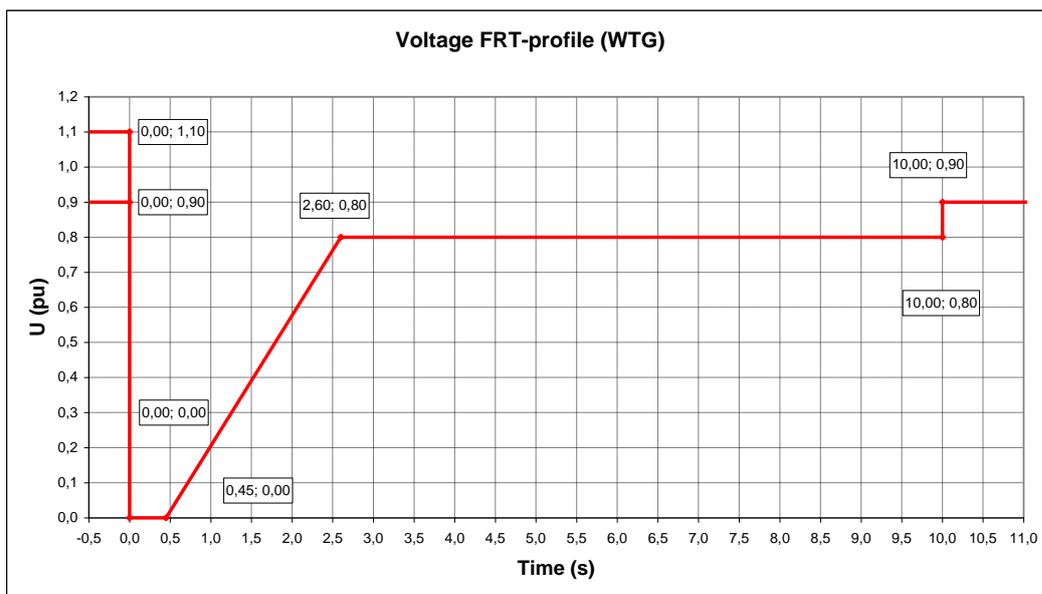


Figure 10-5: Low voltage tolerance curve for symmetrical and asymmetrical faults, where U represents voltage as measured on the grid

For grid disturbances outside the tolerance curve in Figure 10-5, the turbine will be disconnected from the grid.

Power Recovery Time	
Power Recovery to 90% of Pre-Fault Level	Maximum 0.1 seconds

Table 10-5: Power recovery time

10.6 Performance – Reactive Current Contribution

The reactive current contribution depends on whether the fault applied to the turbine is symmetrical or asymmetrical.

10.6.1 Symmetrical Reactive Current Contribution

During symmetrical voltage dips, the wind farm will inject reactive current to support the grid voltage. The reactive current injected is a function of the measured grid voltage.

The default value gives a reactive current part of 1 p.u. of the rated active current at the high voltage side of the HV transformer. Figure 10-6, indicates the reactive current contribution as a function of the voltage. The reactive current contribution is independent from the actual wind conditions and pre-fault power level.

As seen in Figure 10-6, the default current injection slope is 2% reactive current increase per 1% voltage decrease. The slope can be parameterized between 0 and 10 to adapt to site specific requirements.

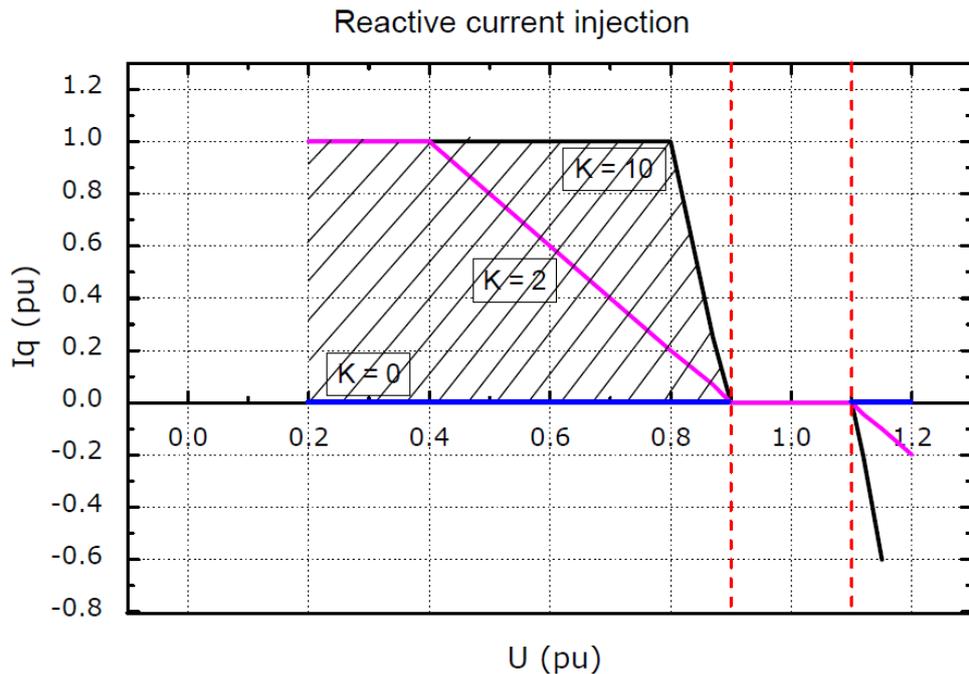


Figure 10-6: Reactive current injection

10.6.2 Asymmetrical Reactive Current Contribution

The injected current is based on the measured positive sequence voltage and the used K-factor. During asymmetrical voltage dips, the reactive current injection is limited to approximate 0.4 p.u. to limit the potential voltage increase on the healthy phases.

10.7 Performance – Multiple Voltage Dips

The turbine is designed to handle re-closure events and multiple voltage dips within a short period of time due to the fact that voltage dips are not evenly distributed during the year. For example, the turbine is designed to handle 10 voltage dips of duration of 200 ms, down to 20% voltage, within 30 minutes.

10.8 Performance – Active and Reactive Power Control

The turbine is designed for control of active and reactive power via the VestasOnline® SCADA system.

Maximum Ramp Rates for External Control	
Active Power	0.1 p.u./sec for max. power level change of 0.3 p.u. 0.3 p.u./sec for max. power level change of 0.1 p.u.
Reactive Power	20 p.u./sec

Table 10-6: Active/reactive power ramp rates (values are preliminary)

To support grid stability the turbine is capable to stay connected to the grid at active power references down to 10 % of nominal power for the turbine. For active power references below 10 % the turbine may disconnect from the grid.

10.9 Performance – Voltage Control

The turbine is designed for integration with VestasOnline[®] voltage control by utilising the turbine reactive power capability.

10.10 Performance – Frequency Control

The turbine can be configured to perform frequency control by decreasing the output power as a linear function of the grid frequency (over frequency). Dead band and slope for the frequency control function are configurable.

10.11 Main Contributors to Own Consumption

The consumption of electrical power by the wind turbine is defined as the power used by the wind turbine when it is not providing energy to the grid. This is defined in the control system as Production Generator 0 (zero). The following components have the largest influence on the own consumption of the wind turbine (the average own consumption depends on the actual conditions, the climate, the wind turbine output, the cut-off hours, etc.):

Main contributors to Own Consumption	
Hydraulic Motor	2 x 15 kW (master/slave)
Yaw Motors	Maximum 18 kW in total
Water Heating	10 kW
Water Pumps	2.2 + 4.0 kW
Oil Heating	7.9 kW
Oil Pump for Gearbox Lubrication	10 kW
Controller Including Heating Elements for the Hydraulics and all Controllers	Approximately 3 kW
HV Transformer No-load Loss	See section 4.3 HV Transformer, p. 13

Table 10-7: Main contributors to own consumption data (values are preliminary).

11 Drawings

11.1 Structural Design – Illustration of Outer Dimensions

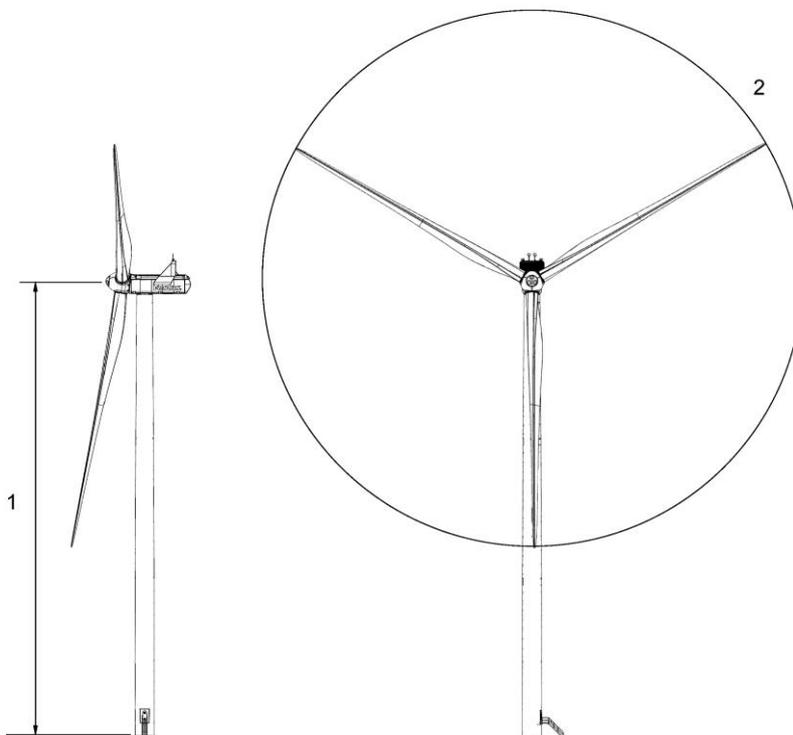


Figure 11-1: Illustration of outer dimensions – structure

- 1 Hub heights: See Performance Specification
- 2 Rotor diameter: 105-136 m

11.2 Structural Design – Side View Drawing

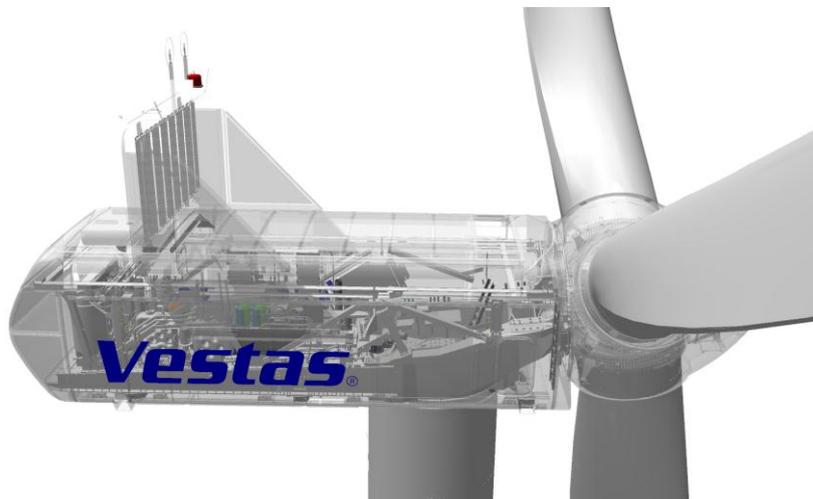


Figure 11-2: Side-view drawing

12 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2016 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The general descriptions in this document apply to the current version of the 3MW Platform wind turbines. Updated versions of the 3MW Platform wind turbines, which may be manufactured in the future, may differ from this general description. In the event that Vestas supplies an updated version of a specific 3MW Platform wind turbine, Vestas will provide an updated general description applicable to the updated version.
- Vestas recommends that the grid be as close to nominal as possible with limited variation in frequency and voltage.
- A certain time allowance for turbine warm-up must be expected following grid dropout and/or periods of very low ambient temperature.
- All listed start/stop parameters (e. g. wind speeds and temperatures) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- The earthing system must comply with the minimum requirements from Vestas, and be in accordance with local and national requirements and codes of standards.
- This document, General Description, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method) must be agreed to separately in writing.