



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 1 de 42



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS CENTRAL PARQUE EOLICO LEBU-TORO

00	2019-23-07	BFR	OGV	DRS
REVISION	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO

PROPIETARIO		TIPO DE DOCUMENTO	CODIGO	
		SIN PROCEDIMIENTO	B.F.001.06	
TIPO DE COPIA	ORIGINAL	TITULO. DETERMINACION DE PARAMETROS (PPyD)		
UNIDAD O AREA		DESCRIPTOR	PAGINAS	
		INFORME	42	



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 2 de 42

1 TABLA DE CONTENIDOS.

2 Contenido.

1	TABLA DE CONTENIDOS.....	2
3	RESUMEN EJECUTIVO.....	4
4	MARCO NORMATIVO.	4
5	ANTECEDENTES TECNICOS DE DISEÑO PARQUE EOLICO LEBU-TORO.	5
5.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	5
5.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	8
5.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]	11
5.4	AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW].....	14
6	ANTECEDENTES DE OPERACIÓN DE PARQUE EÓLICO LEBU-TORO.	17
6.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	17
6.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	17
6.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]	18
6.4	AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW].....	18
7	JUSTIFICACIONES QUE DESCRIBEN FUENTES DE INESTABILIDAD AEROGENERADORES Y PARQUE EÓLICO LEBU-TORO.	19
8	DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE TIEMPO DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE LOS AEROGENERADORES BONUS AN 600 KW Y PARQUE EÓLICO LEBU-TORO.	20
8.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	20
8.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	21
8.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]	22
8.4	AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW].....	24
9	CONSUMO DE POTENCIA EN SISTEMA AUXILIARES EN CADA ETAPA CON SU RESPECTIVO TIEMPO.	26
9.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	26
9.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	28
9.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]	29



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **3** de **42**

9.4	AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW].....	31
10	CONCLUSIÓN.	33
10.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	33
10.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	33
10.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 DE 1500 [kW]	34
10.4	AEROGENERADORES VESAS V66 DE 1750 [kW].....	34
11	ANEXO N°1.....	35
11.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	35
11.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	36
11.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 DE 1500 [kW]	37
11.4	AEROGENERADORES VESAS V66 DE 1750 [kW].....	38
12	ANEXO N°2.....	39
12.1	AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]	39
12.2	AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]	40
12.3	AEROGENERADORES HEWIND 77 DE 1500 [kW]	41
12.4	AEROGENERADORES VESAS V66 DE 1750 [kW].....	42



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 4 de 42

3 RESUMEN EJECUTIVO.

El presente informe tiene por finalidad establecer de acuerdo a la resolución de la Comisión Nacional de Energía, las empresas generadoras deberán determinar e informar a la Dirección de Operaciones los parámetros de partida y detención del parque eólico Lebu-Toro en sus unidades generadoras, en conformidad a las disposiciones del Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partidas y Detención de Unidades Generadoras”.

4 MARCO NORMATIVO.

El Anexo Técnico de Determinación de Parámetros para los procesos de partida y detención de unidades Generadoras, establece en su Artículo 10 que la Empresa Generadora deberá proporcionar a la DO los antecedentes que respaldan los parámetros de los procesos de partida y detención informados, incluyendo los supuestos y metodologías utilizadas para establecer dicho valor, los que deberán recoger las recomendaciones entregadas por el fabricante y antecedentes operativos que hayan sido registrados durante la operación de la respectiva unidad generadora.

El Informe Técnico que respalda los parámetros de partida y detención, consiste en un documento que describe los registros de operación, supuestos, metodologías, alcances de la aplicación de estas metodologías, y conclusiones bajo los cuales se establecieron dichos parámetros.

Este informe debe contener, al menos, la siguiente información:

- Información técnica, recomendaciones del fabricante y antecedentes internacionales de unidades de similares características.
- Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.
- Antecedentes técnicos que respalden y expliquen el comportamiento esperado o desempeño registrado.

5 ANTECEDENTES TECNICOS DE DISEÑO PARQUE EOLICO LEBU-TORO.

5.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

El parque eólico Lebu-Toro posee 2 aerogeneradores de procedencia Alemana.

- AN BONUS DE 600 [kW] de potencia nominal.

El Aerogenerador AN BONUS de 600 [kW] de potencia nominal. Su sistema de generación consiste en un generador de jaula de ardilla con doble bobinado, para viento bajo y viento alto. Las características principales del aerogenerador se resumen en los siguientes diagramas.

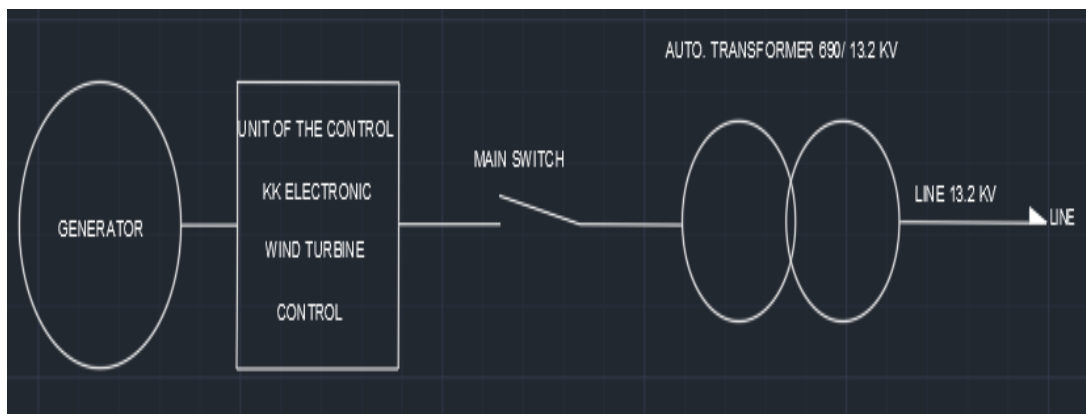


Figura N° 1: Esquema de generación AN BONUS.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
 PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
 UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 6 de 42

Generator

Type..... Asynchronous
 Nominal power..... 600 / 120 kW
 Synchronous speed..... 1500 / 1000 rpm
 Voltage..... 690 V
 Nominal current..... 557 / 124 A
 Frequency..... 50 Hz
 Protection..... IP 54
 Generator designation..... M2BG 400 XL 4/6
 Generator manufacturer..... ABB

Equivalent data at normal duty ($U_v = 690 / \sqrt{3}$)

Stator resistance R_1 0.00491 / 0.0533 Ω
 Stator reactance X_1 0.0633 / 0.218 Ω
 Rotor resistance $R'_{2/s}$ 0.0064 / 0.0278 Ω
 Rotor reactance X'_2 0.0631 / 0.383 Ω
 Loss resistance R_m 0.0900 / 0.205 Ω
 Magnetisation reactance X_m 2.69 / 7.62 Ω

Efficiency at 690 V and nominal grid conditions

Efficiency at 25 % load..... 94.4 / 91.0 %
 Efficiency at 50 % load..... 96.3 / 94.3 %
 Efficiency at 75 % load..... 96.8 / 95.1 %
 Efficiency at 100 % load..... 96.8 / 95.2 %
 Efficiency at 125 % load..... 96.6 / 95.0 %

Winding protection

Insulation class..... F
 Thermistors..... 3 x 3 at winding head
 Analogue temperature..... 2 hot spot sensor (Pt 100)

Power factor at 690 V and nominal grid conditions

Capacitors..... 162.5 / 50.0 kVAR
 Power factor at 25 % load.. >0.98 / >0.86
 Power factor at 50 % load.. >0.98 / >0.93
 Power factor at 75 % load.. >0.98 / >0.94
 Power factor at 100 % load >0.97 / >0.95
 Power factor at 125 % load >0.97 / >0.94

Cooling

Flow direction..... Suction to rear
 Ventilator type..... Centrifugal
 Ventilator motor..... 2 x 1.5 kW
 Maximum flow volume..... 6000 m³/h
 Control parameter..... Winding temperature

Controller protection

Circuit breaker..... ABB SACE
 Surge arrester..... 100 kA varistores

Typical transformer data

Rating..... 630 kVA
 Voltage..... 0.69/11 kV or 0.69/33 kV
 Cooling..... Oil / surface convection
 Loss (P_σ/P_n)..... 0.8 / 6.0 kW
 Protection..... Fuses

Earthing requirements

Earth resistance..... Acc. to IEC1024.1
 Depth electrodes..... Min. 2 x 5 m 50 mm² Cu
 Ring electrode..... Min. 1 x ϕ 12 m 50 mm² Cu
 Foundation reinforcement.. Must be connected to earth electrodes.

Peak power levels

10 min average..... 110 % of nominal

Grid requirements

Minimum voltage..... 90 % of nominal
 Maximum voltage..... 105 % of nominal
 Minimum frequency..... 94 % of nominal
 Maximum frequency..... 102 % of nominal
 Maximum current asym. ... \pm 5%
 Max 1 s. short circuit level at controller's grid terminals 18 kA
 Min 1 s. short circuit level at controller's grid terminals... 4 kA
 Grid error numbers..... Max. 300 per year

Power consumption from grid

At stand-by..... 0.8 kW
 At stand-by, yawing..... 2.0 kW
 During cut-in (5 s)..... 600 kW
 Before cut-out (60 s)..... 6 kW
 After cut-out (600 s)..... 6 kW

Optional, not included in standard delivery

System for unity power factor

Capacitors..... 1 x 12.5 + 4 x 25 kVAR
 Power factor..... >0.99

Figura N° 2: Principales características del aerogenerador AN BONUS.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 7 de 42

En el siguiente diagrama, se muestra la curva de viento-potencia y eficiencia del aerogenerador AN BONUS realizado por la empresa SIEMENS de acuerdo a la norma IEC61400-12. En este diagrama, se muestra que el aerogenerador comienza a generar energía a partir de una velocidad de viento de aproximadamente 4 [m/s], mientras que la máxima eficiencia del generador se produce con viento en torno a los 15 [m/s].

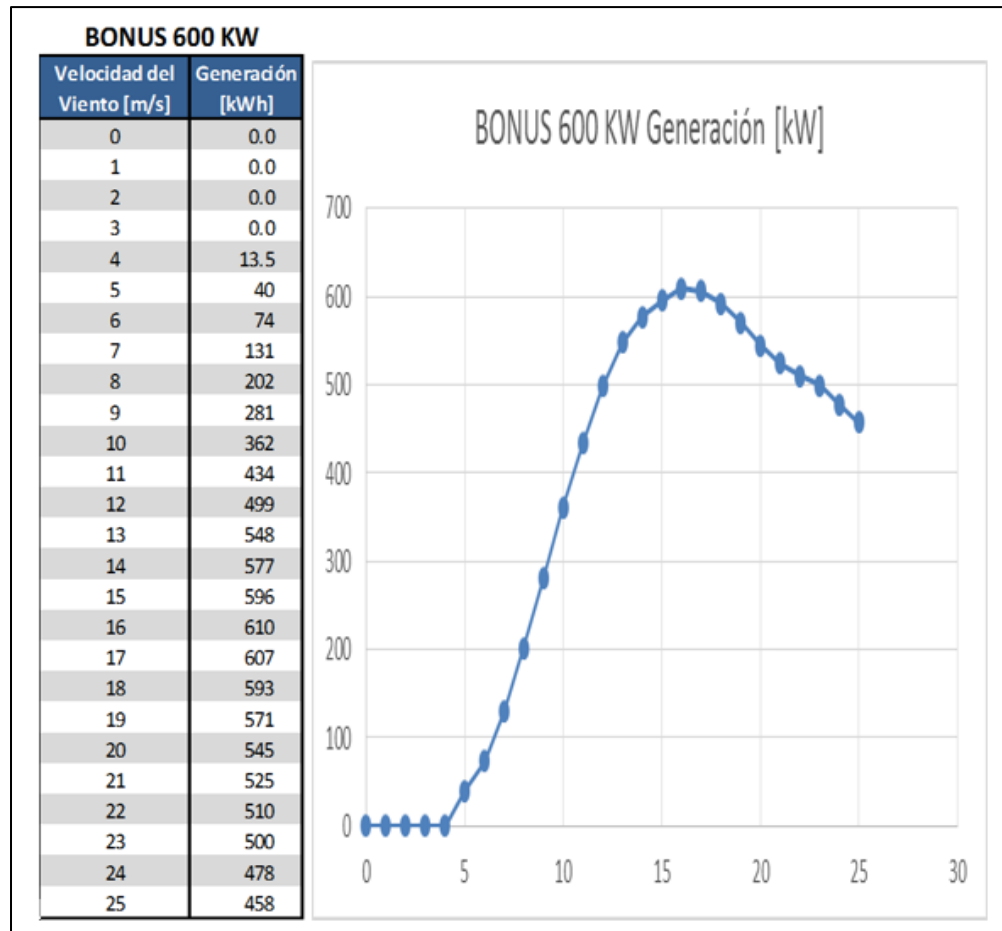


Figura N° 3: Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador AN BONUS.

5.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

El parque eólico Lebu-Toro está compuesto por 3 aerogeneradores de procedencia China.

- HEWIND MODELO HW50 DE 780[kW] de potencia nominal.

El Aerogenerador HEWIND MODELO HW50 DE 780[kW] de potencia nominal. Su sistema de generación consiste en un generador de jaula de ardilla con doble bobinado, para viento bajo y viento alto. Las características principales del aerogenerador se resumen en los siguientes diagramas.

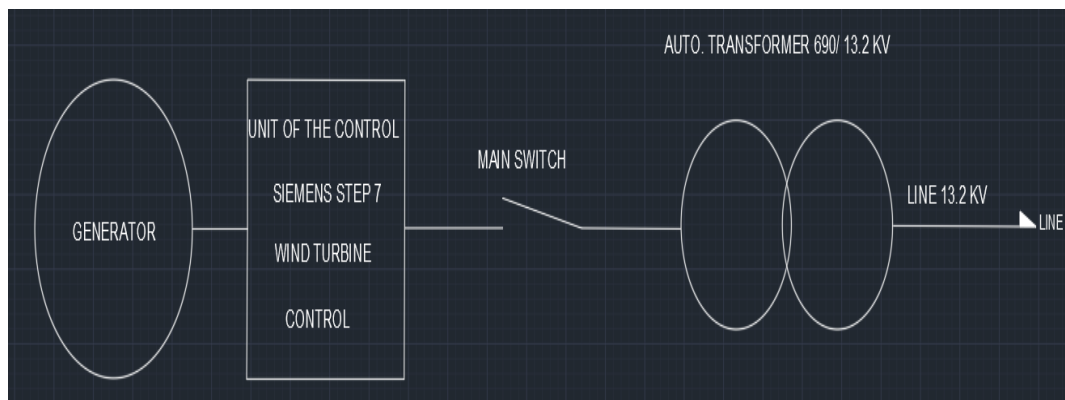


Figura N° 4: Esquema de generación HEWIND HW50.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 9 de 42

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DE LA TURBINA HUAYI DE 780 kW.

1) Generator Equivalent data at normal duty ($U_v=690/SQR(3)$):

1.1) Stator resistance

$$R_1=0.01067 \Omega$$

1.2) Stator reactance

$$X_1=0.112 \Omega$$

1.3) Rotor resistance

$$R_2=0.01718 \Omega$$

1.4) Rotor reactance

$$X_2=0.15 \Omega$$

1.5) Magnetisation reactance

$$R_m=73.8\Omega \quad X_m=8\Omega$$

2) Power factor at 690 V and nominal grid conditions:

2.1) Wind turbines capacitors

225kVar with five levels.

2.2) Power factor at 25%, 50%, 75%, 100% and 125% load

$$\cos\varphi=0.78;0.9;0.93;0.94;0.94$$

3) Grid requirements:

Rated voltage $\pm 10\%$

Grid frequency: 2%

4) Wind turbine power consumption from the grid:

4.1) At stand-by

Maximum 6.1kW

4.2) At stand-by, yawing

Maximum: 8.1 kW

4.3) Before cut out

Fast cut out 10kW for minute

Slow cut out 5 kW for 10 minutes.

5.4) After cut-out

Maximum: 6.1 kW

Figura N° 5: Principales características del aerogenerador HEWIND HW50.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 10 de 42

En el siguiente diagrama, se muestra la curva de viento-potencia y eficiencia del aerogenerador HEWIND HW50 realizado por la empresa HEWIND. En este diagrama, se muestra que el aerogenerador comienza a generar energía a partir de una velocidad de viento de aproximadamente 4 [m/s], mientras que la máxima eficiencia del generador se produce con viento en torno a los 15 [m/s].

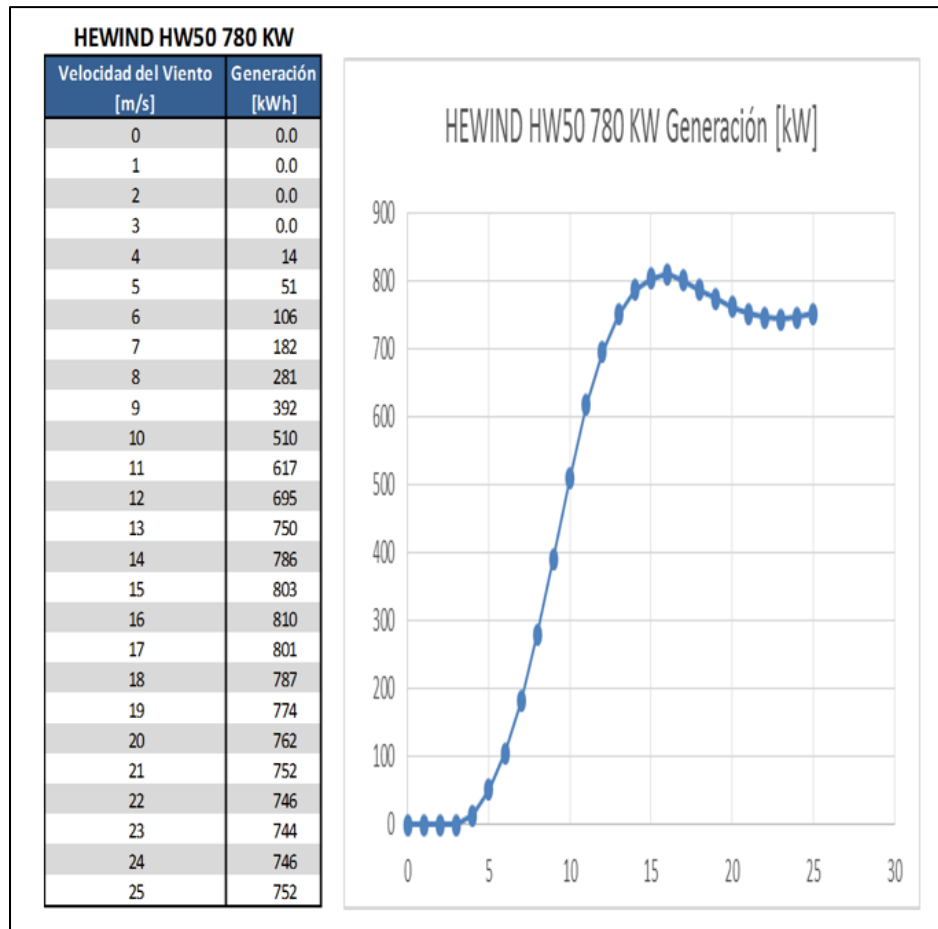


Figura N° 6: Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador HEWIND HW50.

5.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]

El parque eólico Lebu-Toro posee otros 2 aerogeneradores de procedencia China.

- HEWIND modelo 77 de 1500 [kW] de potencia nominal.

El Aerogeneradores marca HEWIND modelo 77 de 1500 [kW] de potencia nominal. Su sistema de generación está basado en una máquina de inducción de rotor bobinado con conexión a la red tanto del estator como del rotor (Generador de Inducción doblemente alimentado). Las principales características del aerogenerador HEWIND 77 se resumen en los siguientes diagramas:

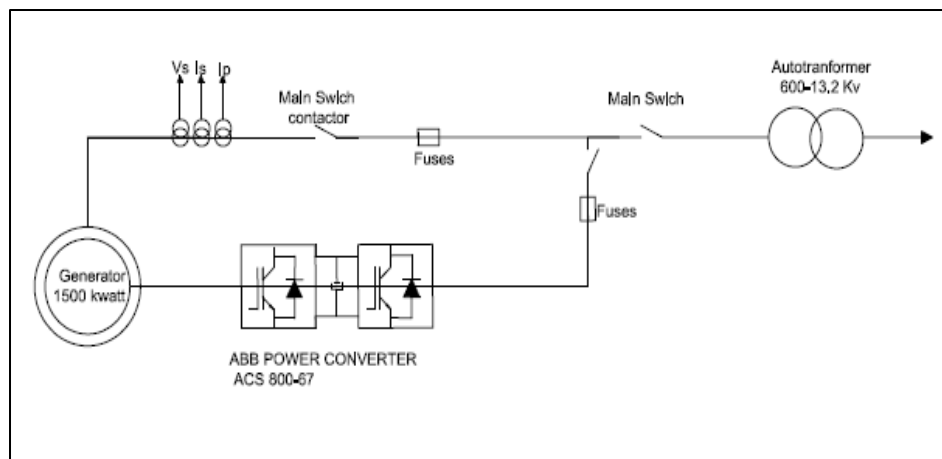


Figura N° 7: Diagrama simplificado Turbinas HEWIND 77/1500 [KW].



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.



FECHA

23-07-2019

Página 12 de 42

GENERADOR	
Type Description	Double fed asynchronous with wound rotor, slip rings and converter control
Rated Power (PN)	1550 Kw
Frequency	50 Hz
Voltage, Generator	690 Vac
Voltage, Converter	690 Vac
Number of Poles	4
Winding Type (Stator/Rotor)	Form/Form
Winding Connection, Stator	Star/Delta
Rated Efficiency (generator only)	96.5 %
Power Factor, default (cos)	1.0
Weight	About 7400 kg
Generator Bearing - Temperature	2 Pt100 sensors
Per phase in the hot spots of the stator	2 Pt100 sensors
Cooling air outlet	1 Pt100 sensors
Space heater	Yes

Figura N° 8: Especificaciones generador de turbinas HEWIND 77/1500 [KW].

Converter	
Type Description	IGBT direct voltage inverter for double fed induction generator
Rated RPM	1735 RPM
Rotor power	600 kW
Voltage	690 ±10%V
Efficiency at rated power	97.5%
Grid frequency (Inverter output)	50 Hz ±2.5 %
IGBT switching frequency	> 2 kHz
Auxiliary Voltage	400/230 Vac, 10 A

Figura N° 9: Especificaciones Inversor de turbinas HEWIND 77/1500 [KW].



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.



FECHA

23-07-2019

Página **13** de **42**

En el siguiente diagrama, se muestra la curva de viento-potencia y eficiencia del aerogenerador HEWIND HW77. En este diagrama, se muestra que el aerogenerador comienza a generar energía a partir de una velocidad de viento de aproximadamente 3 [m/s], mientras que la máxima eficiencia del generador se produce con viento en torno a los 12 [m/s].

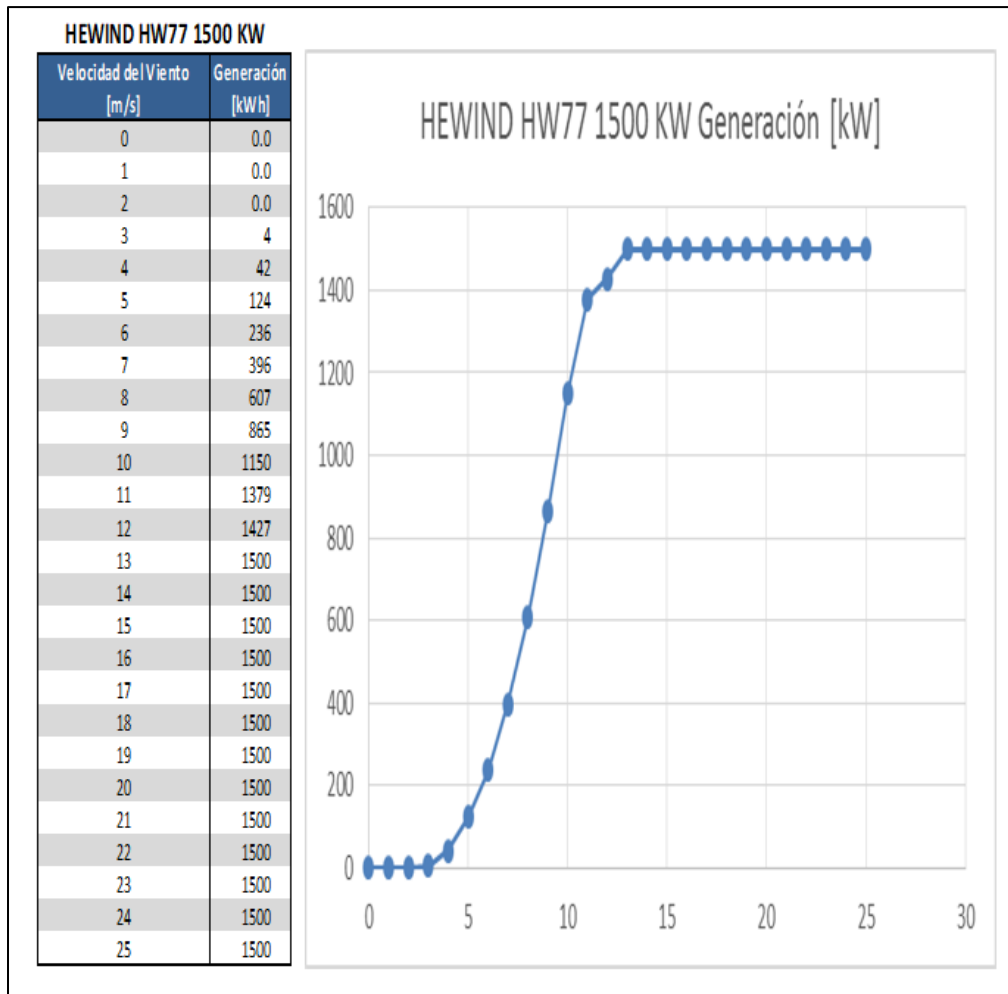


Figura N° 10: Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador HEWIND HW77.

5.4 AEROGENERADORES VESTAS V66 de 1750 [kW]

El parque eólico Lebu-Toro está compuesto por 2 aerogeneradores de procedencia Danesa.

- VESTAS modelo V66 de 1750 [kW] de potencia nominal.

El Aerogeneradores marca VESTAS modelo V66 de 1750 [kW] de potencia nominal. Su sistema de generación está basado en una máquina de inducción de rotor bobinado con conexión a la red tanto del estator como del rotor (Generador de Inducción doblemente alimentado). Las principales características del aerogenerador VESTAS V66 se resumen en los siguientes diagramas:

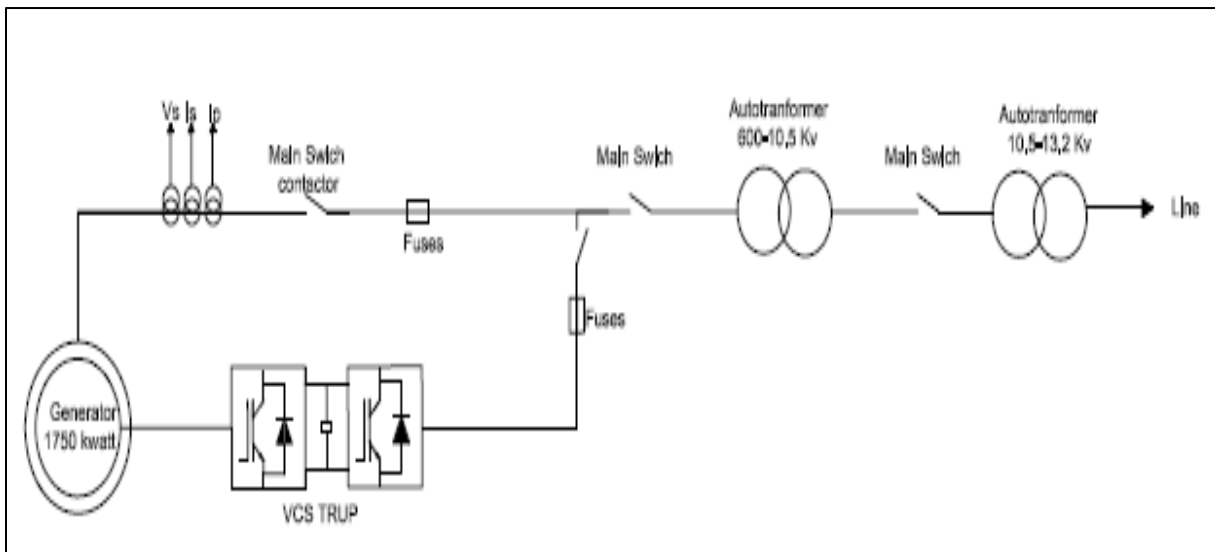


Figura N° 11: Diagrama simplificado Turbinas VESTAS V66 1750 [KW].



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.



FECHA

23-07-2019

Página 15 de 42

Nominal Generator Data

Rated power:	1750 kW
Total power	1842 kVA(Cos ϕ = 0.95)
Generator type	Asynchronous with wound rotor, slin rings and VCS
Building size	500
Degree of protection (Gen)	IP54
Voltage, generator:	690 VAC
converter:	480 VAC
Frequency	50 Hz
Number of poles	4
Winding connection, stator:	Star/delta
Rated efficiency with converter	96%
Power factor, default (cos ϕ)	1.0
Possible cos ϕ regulation, capacitive/inductive	0.98/0.95
Full load current at 10.5 kV:	96/101 A (Cos ϕ =1/0.95)
Full load current at 20.0 kV	51/53 A (Cos ϕ =1/0.95)
Full load current at 33.0 kV	31/32 A (Cos ϕ =1/0.95)

Figura N° 12: Especificaciones generador de turbinas VESTAS V66 1750[KW].

En el siguiente diagrama, se muestra la curva de viento-potencia y eficiencia del aerogenerador VESTAS V66. En este diagrama, se muestra que el aerogenerador comienza a generar energía a partir de una velocidad de viento de aproximadamente 3 [m/s], mientras que la máxima eficiencia del generador se produce con viento en torno a los 12 [m/s].

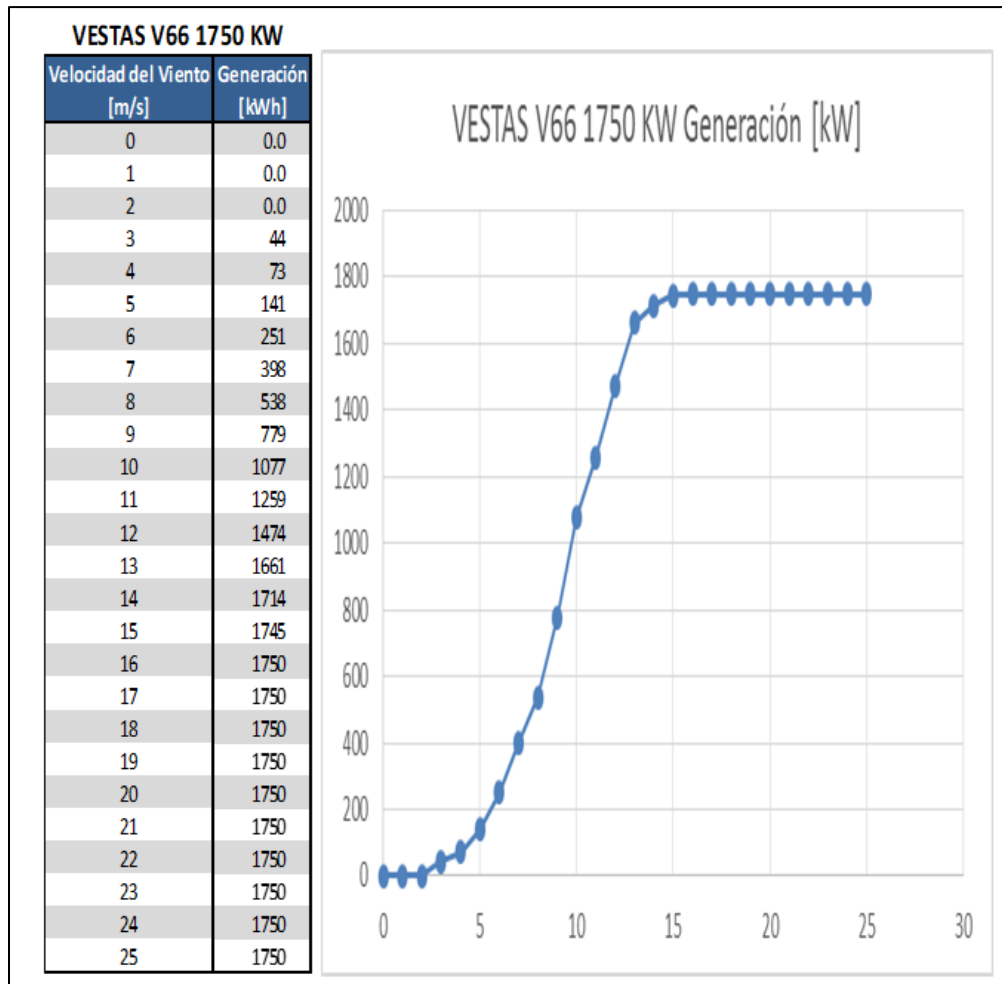


Figura N° 13: Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador VESTAS V66.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **17** de **42**

6 ANTECEDENTES DE OPERACIÓN DE PARQUE EÓLICO LEBU-TORO.

6.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

Los siguientes antecedentes de operación, consisten en las medidas de potencia y vientos tomados el 23 de Febrero del 2010, en los que se pueden verificar los distintos niveles de generación para diferentes velocidades de viento registrados de acuerdo a las tablas ya mencionadas anteriormente en las siguientes figuras.

- [Figura N° 3](#): Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador AN BONUS.

Según el fabricante de cada Aerogenerador. De acuerdo a los valores registrados, se logra verificar que la turbina en el Parque Eólico Lebu-Toro tiene una producción de acuerdo con la curva de viento-potencia garantizada por el fabricante.

6.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

Los siguientes antecedentes de operación, consisten en las medidas de potencia y vientos tomados el 14 de Julio del 2012, en los que se pueden verificar los distintos niveles de generación para diferentes velocidades de viento registrados de acuerdo a las tablas ya mencionadas anteriormente en las siguientes figuras.

- [Figura N° 6](#): Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador HEWIND HW50.

Según el fabricante de cada Aerogenerador. De acuerdo a los valores registrados, se logra verificar que el Parque Eólico Lebu-Toro tiene una producción de acuerdo con la curva de viento-potencia garantizada por el fabricante.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **18** de **42**

6.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]

Los siguientes antecedentes de operación, consisten en las medidas de potencia y vientos tomados el 23 de Febrero del 2010, en los que se pueden verificar los distintos niveles de generación para diferentes velocidades de viento registrados de acuerdo a las tablas ya mencionadas anterior mente en las siguientes figuras.

- [Figura N° 10](#): Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador HEWIND HW77.

Según el fabricante de cada Aerogenerador. De acuerdo a los valores registrados, se logra verificar que el Parque Eólico Lebu-Toro tiene una producción de acuerdo con la curva de viento-potencia garantizada por el fabricante.

6.4 AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW]

Los siguientes antecedentes de operación, consisten en las medidas de potencia y vientos tomados el 15 de Enero del 2017, en los que se pueden verificar los distintos niveles de generación para diferentes velocidades de viento registrados de acuerdo a las tablas ya mencionadas anterior mente en las siguientes figuras.

- [Figura N° 13](#): Curva viento-potencia y eficiencia del aerogenerador VESTAS V66.

Según el fabricante de cada Aerogenerador. De acuerdo a los valores registrados, se logra verificar que el Parque Eólico Lebu-Toro tiene una producción de acuerdo con la curva de viento-potencia garantizada por el fabricante.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **19** de **42**

7 JUSTIFICACIONES QUE DESCRIBEN FUENTES DE INESTABILIDAD AEROGENERADORES Y PARQUE EÓLICO LEBU-TORO.

De acuerdo al registro de potencia en función del viento, se puede verificar que los aerogeneradores instalados en el parque eólico Lebu-Toro pueden funcionar en todo el rango definido en su curva de viento-potencia, por lo que no han realizado hallazgos de inestabilidad.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **20** de **42**

8 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE TIEMPO DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE LOS AEROGENERADORES BONUS AN 600 KW Y PARQUE EÓLICO LEBU-TORO.

8.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

El 23 de Julio del 2019 con presencia del recurso eólico, se realizaron los ensayos de medición de los tiempos de partida y detención de los aerogeneradores del Parque Eólico Lebu Toro. Con la celda de generación del automatismo PEL deshabilitada y con el control de potencia activa del parque en modo local, se estableció una consigna de generación de acuerdo al recurso disponible que fue un viento promedio de 8m/s a 10m/s, esto es de 0.4 [MW], de manera de tomar la medida del tiempo de partida del Parque Eólico. De acuerdo a las mediciones realizadas, se logró verificar que el tiempo de detención es del orden de 3 segundos desde su potencia de despacho hasta su mínimo técnico, con lo que se establece una tasa de bajada de carga del orden de 8 [MW/min], mientras que el tiempo de detención, desde mínimo técnico a pausa es de 0 [min]. Una vez ingresada una consigna de generación de 0.4 [MW] en el SCADA del Parque Eólico Lebu-Toro, el tiempo de partida fue de aproximadamente 3 [min]. Una vez que el aerogenerador sincroniza a la red, este inmediatamente toma su valor de mínimo técnico, el que de acuerdo a su curva de viento-potencia, corresponde a 40 [kW]. Este tiempo se basa principalmente en el tiempo de verificación de los sistemas mecánicos hidráulicos que realiza el sistema de control de cada aerogenerador. Luego, desde que el parque comienza a generar energía, el tiempo en alcanzar los 0.4 [MW] es de aproximadamente 3 [min], limitado por la rampa de toma de carga, que de acuerdo a los ensayos realizados, se establece en 0.13 [MW/min]. El tiempo desde la orden de arranque hasta el tiempo de sincronización, consiste en el lapso de tiempo en que el sistema de control del aerogenerador realiza las siguientes tareas:

- Chequeo de variables mecánicas e hidráulicas del aerogenerador.
- Chequeo de orientación de la nacelle.
- Tiempo que demora el equipo en cerrar tips (Freno Aerodinámico).
- Tiempo de pasar de modo stop a modo start.
- Tiempo de pasar de modo pausa a modo run.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.



FECHA

23-07-2019

Página 21 de 42

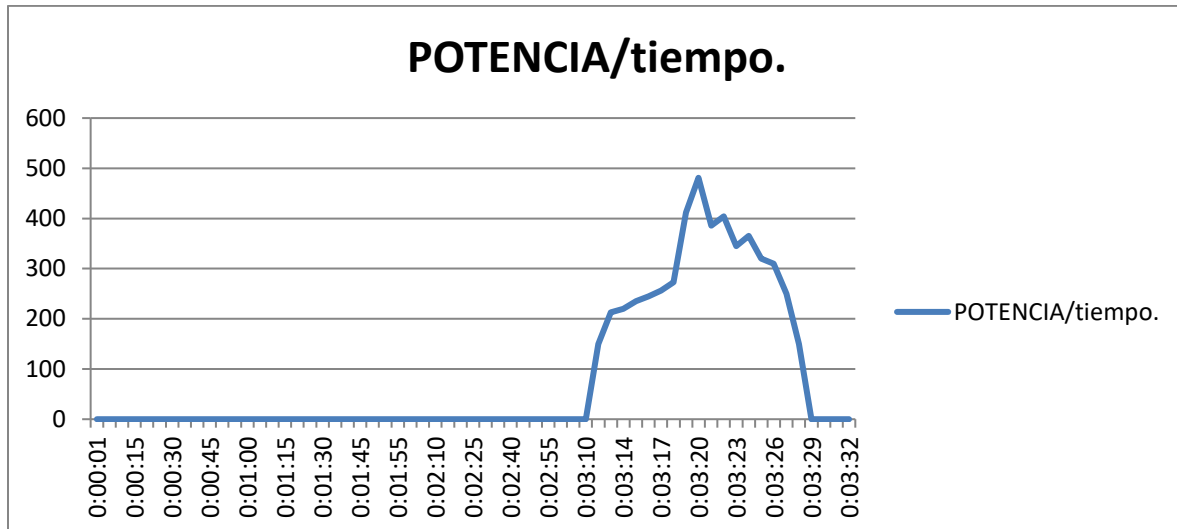


Figura N° 14: Registro del aerogenerador AN BONUS 600Kw, tiempo de detención es 3 (seg) y partida es de 3 (minutos).

En la siguiente figura podemos analizar el tiempo en que se presiona Start hasta el momento del sincronismo de la turbina y luego Stop para la detención final del aerogenerador.

8.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

El 23 de Julio con presencia del recurso eólico, se realizaron los ensayos de medición de los tiempos de partida y detención de los aerogeneradores del Parque Eólico Lebu Toro. Con la celda de generación del automatismo PEL deshabilitada y con el control de potencia activa del parque en modo local, se estableció una consigna de generación de acuerdo al recurso disponible que fue un viento promedio de 14m/s a 18m/s, esto es de 1.56 [MW], de manera de tomar la medida del tiempo de partida del Parque Eólico. De acuerdo a las mediciones realizadas, se logró verificar que el tiempo de detención es del orden de 2 segundos desde su potencia de despacho hasta su mínimo técnico, con lo que se establece una tasa de bajada de carga del orden de 46.8 [MW/min], mientras que el tiempo de detención, desde mínimo técnico a pausa es de 0 [min]. Una vez ingresada una consigna de generación de 1.56 [MW] en el SCADA del Parque Eólico Lebu-Toro, el tiempo de partida fue de aproximadamente 2 [min]. Una vez que el aerogenerador sincroniza a la red, este inmediatamente toma su valor de mínimo técnico, el que de acuerdo a su curva de viento-potencia, corresponde a 110 [kW]. Este tiempo se basa principalmente en el tiempo de verificación de los sistemas mecánicos hidráulicos que realiza el sistema de control de cada aerogenerador. Luego, desde que el parque comienza a generar energía, el tiempo en alcanzar los 1.56 [MW] es de aproximadamente 2 [min], limitado por la rampa de toma de carga, que de acuerdo a los ensayos realizados, se establece en 0.78 [MW/min]. El tiempo desde la orden de arranque hasta el tiempo de sincronización, consiste en el lapso de tiempo en que el sistema de control del aerogenerador realiza las siguientes tareas:

- Chequeo de variables mecánicas e hidráulicas del aerogenerador.

- Chequeo de orientación de la nacelle.
- Chequeo de ángulos de orientación de las palas del aerogenerador.
- Tiempo de pasar de modo stop a modo star.
- Tiempo de pasar de modo pausa a modo run.

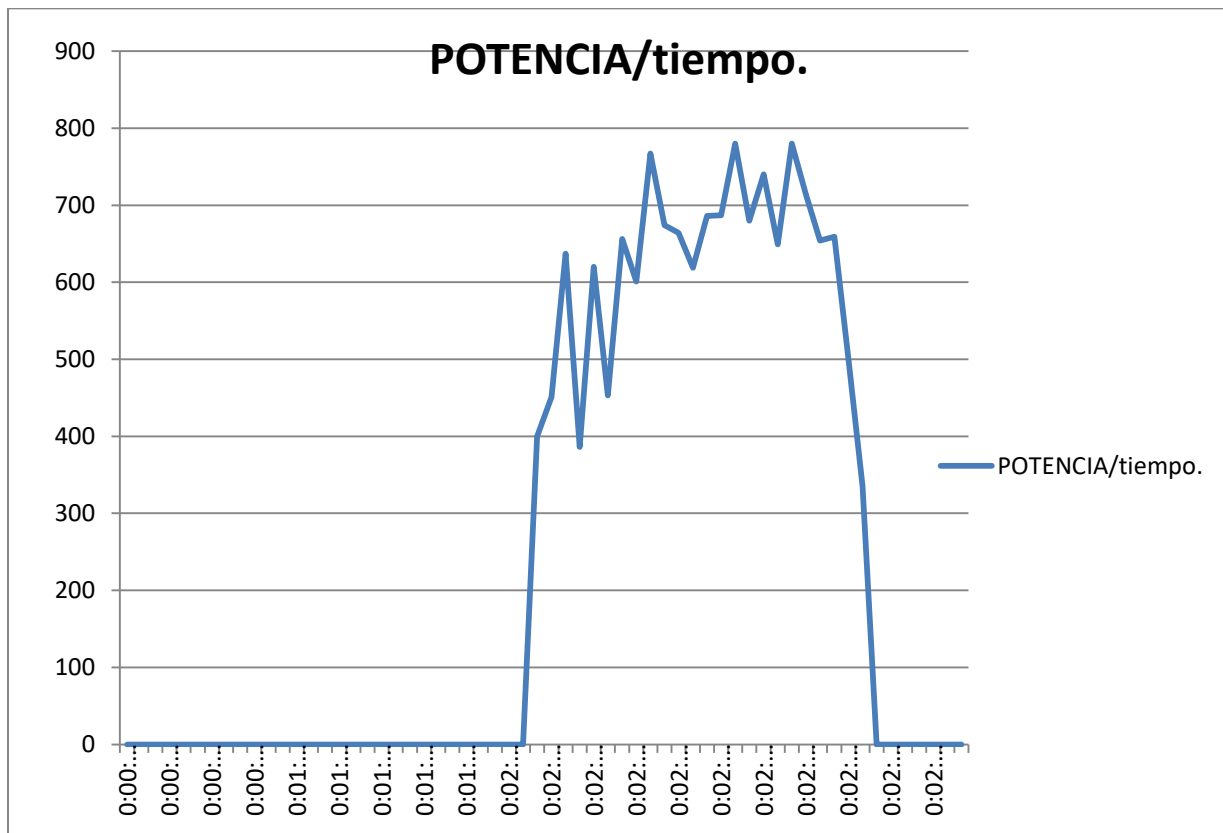


Figura N° 15: Registro del aerogenerador HEWIND HW50, tiempo de detención es 2 (seg) y partida es de 2 (min).

En la siguiente figura podemos analizar el tiempo en que se presiona Star hasta el momento del sincronismo de la turbina y luego Stop para la detención.

8.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]

El 23 de Julio del 2019 con presencia del recurso eólico, se realizaron los ensayos de medición de los tiempos de partida y detención de los aerogeneradores del Parque Eólico Lebu Toro. Con la celda de generación del automatismo PEL deshabilitada y con el control de potencia activa del parque en modo local, se estableció una consigna de generación de acuerdo al recurso disponible que fue un viento



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS
PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE
UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **23** de **42**

promedio de 14m/s a 19m/s, esto es de 3 [MW], de manera de tomar la medida del tiempo de partida del Parque Eólico. De acuerdo a las mediciones realizadas, se logró verificar que el tiempo de detención es del orden de 25 segundos desde su potencia de despacho hasta su mínimo técnico, con lo que se establece una tasa de bajada de carga del orden de 7.5 [MW/min], mientras que el tiempo de detención, desde mínimo técnico a pausa es de 0 [min]. Una vez ingresada una consigna de generación de 3 [MW] en el SCADA del Parque Eólico Lebu-Toro, el tiempo de partida fue de aproximadamente 2 [min]. Una vez que el aerogenerador sincroniza a la red, este inmediatamente toma su valor de mínimo técnico, el que de acuerdo a su curva de viento-potencia, corresponde a 192 [kW].

Este tiempo se basa principalmente en el tiempo de verificación de los sistemas mecánicos hidráulicos que realiza el sistema de control de cada aerogenerador. Luego, desde que el parque comienza a generar energía, el tiempo en alcanzar los 3 [MW] es de aproximadamente 2 [min], limitado por la rampa de toma de carga, que de acuerdo a los ensayos realizados, se establece en 1.5 [MW/min]. El tiempo desde la orden de arranque hasta el tiempo de sincronización, consiste en el lapso de tiempo en que el sistema de control del aerogenerador realiza las siguientes tareas:

- Chequeo de variables mecánicas e hidráulicas del aerogenerador.
- Chequeo de orientación de la nacelle.
- Tiempo que demora el equipo en realizar cierre de tips (Freno Aerodinámico).
- Tiempo de pasar de modo stop a modo start.
- Tiempo de pasar de modo pausa a modo run.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 24 de 42

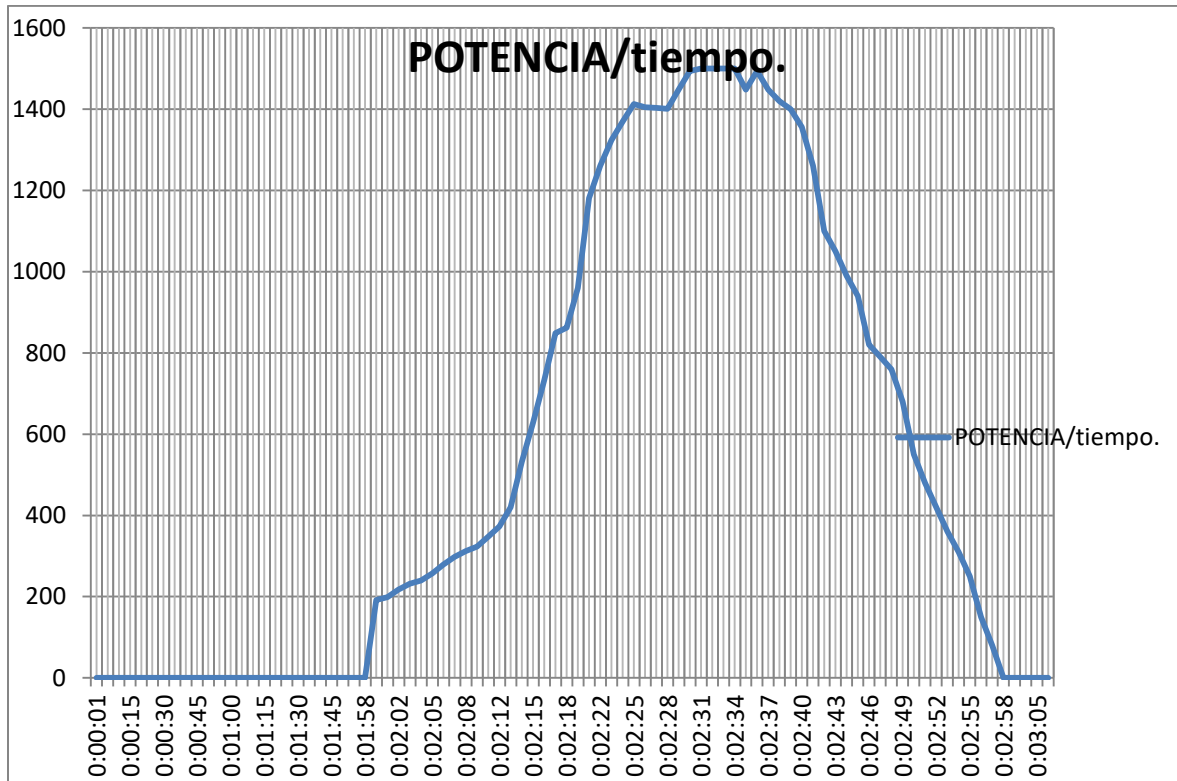


Figura N° 16: Registro del aerogenerador HEWIND HW77, tiempo de detención es 25 (seg) y partida es de 2 (minutos).

En la siguiente figura podemos analizar el tiempo en que se presiona Start [00:01] hasta el momento del sincronismo de la turbina y luego Stop a los 2:34 [min] para la detención.

8.4 AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW]

El 24 de Julio del 2019 con presencia del recurso eólico, se realizaron los ensayos de medición de los tiempos de partida y detención de los aerogeneradores del Parque Eólico Lebu Toro. Con la celda de generación del automatismo PEL deshabilitada y con el control de potencia activa del parque en modo local, se estableció una consigna de generación de acuerdo al recurso disponible que fue un viento promedio de 14m/s a 19m/s, esto es de 3.5 [MW], de manera de tomar la medida del tiempo de partida del Parque Eólico. De acuerdo a las mediciones realizadas, se logró verificar que el tiempo de detención es del orden de 35 segundos desde su potencia de despacho hasta su mínimo técnico, con lo que se establece una tasa de bajada de carga del orden de 5.96 [MW/min], mientras que el tiempo de detención, desde mínimo técnico a pausa es de 0 [min]. Una vez ingresada una consigna de generación de 3.5 [MW] en el SCADA del Parque Eólico Lebu-Toro, el tiempo de partida fue de aproximadamente



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **25** de **42**

2 [min]. Una vez que el aerogenerador sincroniza a la red, este inmediatamente toma su valor de mínimo técnico, el que de acuerdo a su curva de viento-potencia, corresponde a 36 [kW].

Este tiempo se basa principalmente en el tiempo de verificación de los sistemas mecánicos hidráulicos que realiza el sistema de control de cada aerogenerador. Luego, desde que el parque comienza a generar energía, el tiempo en alcanzar los 3.5 [MW] es de aproximadamente 2 [min], limitado por la rampa de toma de carga, que de acuerdo a los ensayos realizados, se establece en 1.75 [MW/min]. El tiempo desde la orden de arranque hasta el tiempo de sincronización, consiste en el lapso de tiempo en que el sistema de control del aerogenerador realiza las siguientes tareas:

- Chequeo de variables mecánicas e hidráulicas del aerogenerador.
- Chequeo de orientación de la nacelle.
- Chequeo de ángulos de orientación de las palas del aerogenerador.
- Tiempo de pasar de modo stop a modo star.
- Tiempo de pasar de modo pausa a modo run.

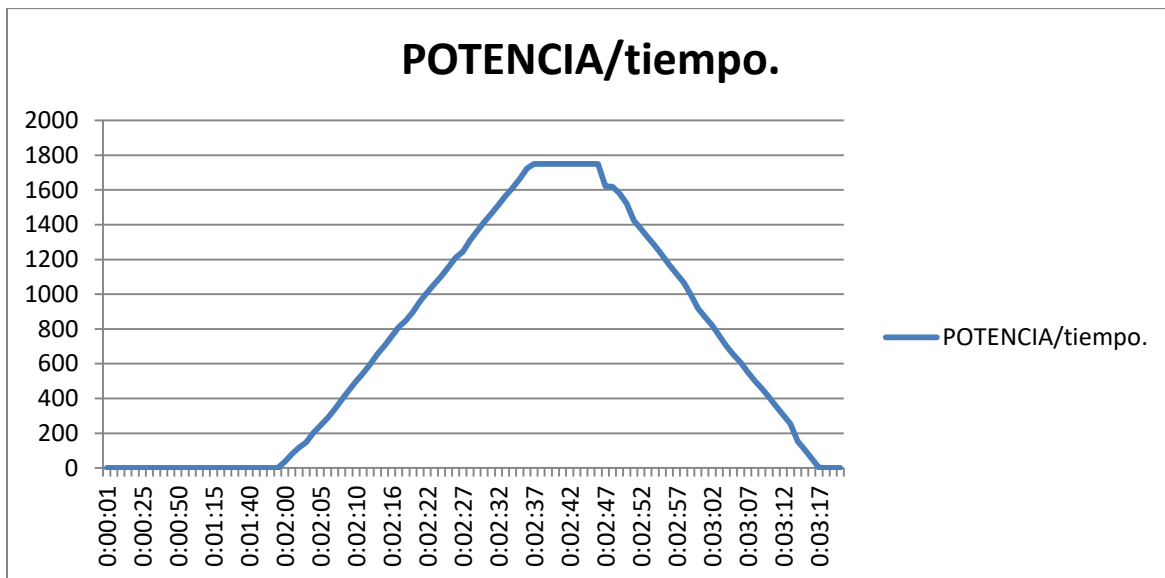


Figura N° 17: Registro del aerogenerador VESTAS V66, tiempo de detención es 35 (seg) y partida es de 2 (minutos).

En la siguiente figura podemos analizar el tiempo en que se presiona Star [00:01] hasta el momento del sincronismo de la turbina y luego Stop a los 2:44 [min] para la detención.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **26** de **42**

9 CONSUMO DE POTENCIA EN SISTEMA AUXILIARES EN CADA ETAPA CON SU RESPECTIVO TIEMPO.

9.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

De acuerdo a lo especificado en el Artículo 6 del Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras” se indican a continuación los datos de Consumos auxiliares de los AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 del Parque Eólico Lebu-Toro, para los distintos estados de partida o detención:

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de partida.

Durante el proceso de partida del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 80 [kW]. Por lo tanto, la energía consumida en servicios auxiliares, considerando la puesta en marcha simultánea de todos los aerogeneradores del parque, se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 4 [kWh].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 5.04 [kWh].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 12 [kWh].

Tiempo requerido para el proceso de partida:

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.1 del presente informe, el tiempo requerido para el proceso de partida, entendiéndose dicho tiempo como el tiempo requerido desde que se le da orden de arranque a la unidad hasta que esta queda sincronizada y en un valor estable de mínimo técnico, es de 2.57 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 3 [minutos].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 2.57 [min].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 3.20 [minutos] considerando una tasa de toma de carga de 0.1875 [MW/min] por aerogenerador.

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **27** de **42**

Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.

Durante el proceso de detención del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 20 [kW].

Tiempo requerido para el proceso de detención:

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.1 del presente informe, considerando el proceso de detención de la unidad generadora como aquel que permite que la unidad deje de entregar energía al sistema, partiendo desde punto de operación a Mínimo Técnico hasta quedar en estado apagado, el tiempo requerido es de 0.02 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde la operación a potencia nominal hasta la desconexión: 0.05 [min], considerando una tasa de bajada de carga de 0.8 [MW/min] por aerogenerador.
- Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención: 0 [min].

El resumen de parámetros de partida y detención del Parque Eólico Lebu-Toro se indican en el [Anexo N°1](#) y [Anexo N°2](#) del presente informe.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **28** de **42**

9.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

De acuerdo a lo especificado en el Artículo 6 del Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras” se indican a continuación los datos de Consumos auxiliares de los AEROGENERADORES HW50 del Parque Eólico Lebu-Toro, para los distintos estados de partida o detención:

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de partida.

Durante el proceso de partida del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 1 [kW]. Por lo tanto, la energía consumida en servicios auxiliares, considerando la puesta en marcha simultánea de todos los aerogeneradores del parque, se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 3 [kWh].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 3.85 [kWh].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 14 [kWh].

Tiempo requerido para el proceso de partida.

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.2 del presente informe, el tiempo requerido para el proceso de partida, entendiéndose dicho tiempo como el tiempo requerido desde que se le da orden de arranque a la unidad hasta que esta queda sincronizada y en un valor estable de mínimo técnico, es de 1.58 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 2 [min].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 1.58 [min].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 2.15 [min] considerando una tasa de toma de carga de 0.36 [MW/min] por aerogenerador.

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.

Durante el proceso de detención del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 2 [kW].



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **29** de **42**

Tiempo requerido para el proceso de detención.

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.2 del presente informe, considerando el proceso de detención de la unidad generadora como aquel que permite que la unidad deje de entregar energía al sistema, partiendo desde punto de operación a Mínimo Técnico hasta quedar en estado apagado, el tiempo requerido es de 0.016 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde la operación a potencia nominal hasta la desconexión: 0.03 [min], considerando una tasa de bajada de carga de 4.68 [MW/min] por aerogenerador.
- Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención: 0.03 [min].

El resumen de parámetros de partida y detención del Parque Eólico Lebu-Toro se indican en el [Anexo N°1](#) y [Anexo N°2](#) del presente informe.

9.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 de 1500 [kW]

De acuerdo a lo especificado en el Artículo 6 del Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras” se indican a continuación los datos de Consumos auxiliares de los AEROGENERADORES HEWIND 77 del Parque Eólico Lebu-Toro, para los distintos estados de partida o detención:

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de partida.

Durante el proceso de partida del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 8 [kW]. Por lo tanto, la energía consumida en servicios auxiliares, considerando la puesta en marcha simultánea de todos los aerogeneradores del parque, se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 3.6 [kWh].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 3.8 [kWh].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 11 [kWh].

Tiempo requerido para el proceso de partida.

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.3 del presente informe, el tiempo requerido para el proceso de partida, entendiéndose dicho tiempo como el tiempo requerido desde que se le da orden de arranque a la unidad hasta que esta queda sincronizada y en un valor estable de mínimo técnico, es de 1.57 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **30** de **42**

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 2 [min].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 1.57 [min].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 2.30 [min] considerando una tasa de toma de carga de 0.65 [MW/min] por aerogenerador.

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.

Durante el proceso de detención del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 3 [kW].

Tiempo requerido para el proceso de detención.

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.3 del presente informe, considerando el proceso de detención de la unidad generadora como aquel que permite que la unidad deje de entregar energía al sistema, partiendo desde punto de operación a Mínimo Técnico hasta quedar en estado apagado, el tiempo requerido es de 0.32 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde la operación a potencia nominal hasta la desconexión: 0.41 [min], considerando una tasa de bajada de carga de 0.71 [MW/min] por aerogenerador.
- Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención: 0 [min].

El resumen de parámetros de partida y detención del Parque Eólico Lebu-Toro se indican en el [Anexo N°1](#) y [Anexo N°2](#) del presente informe.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **31** de **42**

9.4 AEROGENERADORES VESAS V66 de 1750 [kW]

De acuerdo a lo especificado en el Artículo 6 del Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras” se indican a continuación los datos de Consumos auxiliares de los AEROGENERADORES VESAS V66 del Parque Eólico Lebu-Toro, para los distintos estados de partida o detención:

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de partida.

Durante el proceso de partida del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 1.3 [kW]. Por lo tanto, la energía consumida en servicios auxiliares, considerando la puesta en marcha simultánea de todos los aerogeneradores del parque, se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 1.08 [kWh].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 2.75 [kWh].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 10 [kWh].

Tiempo requerido para el proceso de partida.

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.4 del presente informe, el tiempo requerido para el proceso de partida, entendiéndose dicho tiempo como el tiempo requerido desde que se le da orden de arranque a la unidad hasta que esta queda sincronizada y en un valor estable de mínimo técnico, es de 1.52 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde el inicio del proceso de partida hasta sincronización: 2 [minutos].
- Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico: 1.52 [min].
- Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal: 2.37 [min] considerando una tasa de toma de carga de 0.74 [MW/min] por aerogenerador.

Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.

El Parque Eólico Lebu-Toro no utiliza ningún tipo de combustible en sus procesos de partida y detención.

Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **32** de **42**

- Durante el proceso de detención del Parque Eólico Lebu-Toro, los aerogeneradores necesitan de una potencia aproximada de 5 [kW].

Tiempo requerido para el proceso de detención.

De acuerdo a lo indicado en el punto 8.4 del presente informe, considerando el proceso de detención de la unidad generadora como aquel que permite que la unidad deje de entregar energía al sistema, partiendo desde punto de operación a Mínimo Técnico hasta quedar en estado apagado, el tiempo requerido es de 0.42 minutos. Este tiempo se puede desglosar de la siguiente manera:

- Desde la operación a potencia nominal hasta la desconexión: 0.58 [min], considerando una tasa de bajada de carga de 0.6 [MW/min] por aerogenerador.
- Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención: 0 [min].

El resumen de parámetros de partida y detención del Parque Eólico Lebu-Toro se indican en el [Anexo N°1](#) y [Anexo N°2](#) del presente informe.



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **33** de **42**

10 CONCLUSIÓN.

10.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

De acuerdo a lo expuesto en el punto 6 del presente informe, se concluye que el parámetro de detención de los AEROGENERADORES AN BONUS del Parque Eólico Lebu-Toro es de 0.05 [min], mientras que el parámetro de tiempo de partida del Parque Eólico Lebu-Toro es de 3 [min], desde que el operador emite la orden de partida o la orden de detención y siempre que exista recurso eólico suficiente para la adecuada operación de los aerogeneradores ya que el tiempo de partida puede variar dependiendo del recurso eólico.

Los principales resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Cuadro N° 1: Tiempos de partida y detención
AEROGENERADORES AN BONUS - Parque Eólico Lebu-Toro.**

Parámetro	Parque Eólico Lebu (PEL)
Tiempo de Partida	3 [min]
Tiempo de Detención	0.05 [min]

10.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

De acuerdo a lo expuesto en el punto 6 del presente informe, se concluye que el parámetro de detención de los AEROGENERADORES HW50 del Parque Eólico Lebu-Toro es de 0.03 [min], mientras que el parámetro de tiempo de partida del Parque Eólico Lebu-Toro es de 2 [min], desde que el operador emite la orden de partida o la orden de detención y siempre que exista recurso eólico suficiente para la adecuada operación de los aerogeneradores ya que el tiempo de partida puede variar dependiendo del recurso eólico.

Los principales resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Cuadro N° 2: Tiempos de partida y detención
AEROGENERADORES HW50 - Parque Eólico Lebu-Toro.**

Parámetro	Parque Eólico Lebu (PEL)
Tiempo de Partida	2 [min]
Tiempo de Detención	0.03 [min]



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **34** de **42**

10.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 DE 1500 [kW]

De acuerdo a lo expuesto en el punto 6 del presente informe, se concluye que el parámetro de detención de los AEROGENERADORES HEWIND 7 del Parque Eólico Lebu-Toro es de 0.41 [min], mientras que el parámetro de tiempo de partida del Parque Eólico Lebu-Toro es de 3 [min], desde que el operador emite la orden de partida o la orden de detención y siempre que exista recurso eólico suficiente para la adecuada operación de los aerogeneradores ya que el tiempo de partida puede variar dependiendo del recurso eólico.

Los principales resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Cuadro N° 3: Tiempos de partida y detención
AEROGENERADORES HEWIND 77 - Parque Eólico Lebu-Toro.**

Parámetro	Parque Eólico Lebu (PEL)
Tiempo de Partida	3 [min]
Tiempo de Detención	0.41 [min]

10.4 AEROGENERADORES VESAS V66 DE 1750 [kW]

De acuerdo a lo expuesto en el punto 6 del presente informe, se concluye que el parámetro de detención de los AEROGENERADORES VESAS V66 del Parque Eólico Lebu-Toro es de 0.58 [min], mientras que el parámetro de tiempo de partida del Parque Eólico Lebu-Toro es de 2 [min], desde que el operador emite la orden de partida o la orden de detención y siempre que exista recurso eólico suficiente para la adecuada operación de los aerogeneradores ya que el tiempo de partida puede variar dependiendo del recurso eólico.

Los principales resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Cuadro N° 4: Tiempos de partida y detención
AEROGENERADORES VESAS V66 - Parque Eólico Lebu-Toro.**

Parámetro	Parque Eólico Lebu (PEL)
Tiempo de Partida	2 [min]
Tiempo de Detención	0.58 [min]



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 35 de 42

11 ANEXO N°1.

11.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

Tabla 1: Resumen de parámetros de partida AEROGENERADORES AN BONUS

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de partida.		Operación normal.	
		I) Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.	II) Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a mínimo técnico.	III) Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal.	IV) Desde la operación a potencia nominal hasta la operación a mínimo técnico.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	4	5.04	12	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	3	2.57	3.20	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	N/A	N/A	N/A	20
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	N/A	N/A	N/A	0.02
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A	N/A



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.



FECHA

23-07-2019

Página **36** de **42**

11.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

Tabla 2: Resumen de parámetros de partida AEROGENERADORES HW50

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de partida.		Operación normal.	
		I) Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.	II) Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a mínimo técnico.	III) Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal.	IV) Desde la operación a potencia nominal hasta la operación a mínimo técnico.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	3	2.86	14	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	2	1.58	2.15	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	N/A	N/A	N/A	2
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	N/A	N/A	N/A	0.016
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A	N/A



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.



FECHA

23-07-2019

Página **37** de **42**

11.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 DE 1500 [kW]

Tabla 3: Resumen de parámetros de partida AEROGENERADORES HEWIND 77

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de partida.		Operación normal.	
		I) Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.	II) Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a mínimo técnico.	III) Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal.	IV) Desde la operación a potencia nominal hasta la operación a mínimo técnico.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	3.6	3.8	11.4	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	2	1.57	2.30	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	N/A	N/A	N/A	3
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	N/A	N/A	N/A	0.32
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A	N/A



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **38** de **42**

11.4 AEROGENERADORES VESAS V66 DE 1750 [kW]

Tabla 4: Resumen de parámetros de partida AEROGENERADORES VESAS V66

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de partida.		Operación normal.	
		I) Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.	II) Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a mínimo técnico.	III) Desde la operación a mínimo técnico hasta la operación a potencia nominal.	IV) Desde la operación a potencia nominal hasta la operación a mínimo técnico.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	1.8	2.75	10.92	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	2	1.52	2.37	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	N/A	N/A	N/A	5
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	N/A	N/A	N/A	0.42
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A	N/A



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **39** de **42**

12 ANEXO N°2.

12.1 AEROGENERADORES AN BONUS DE 600 [kW]

Tabla 5: Resumen de parámetros de detención AEROGENERADORES AN BONUS

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de detención.		
		V) Desde la operación a mínimo técnico hasta la desconexión.	VI) Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención (Estado de apagado.)	VII) Desde finalizado el proceso de partida hasta antes de poder detenerse.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	N/A	N/A	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	0	0	
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	0	0.05	N/A
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	0



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **40** de **42**

12.2 AEROGENERADORES HW50 DE 780[kW]

Tabla 6: Resumen de parámetros de detención AEROGENERADORES HW50

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de detención.		
		V) Desde la operación a mínimo técnico hasta la desconexión.	VI) Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención (Estado de apagado.)	VII) Desde finalizado el proceso de partida hasta antes de poder detenerse.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	N/A	N/A	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	0	0	
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	0	0.03	N/A
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	0



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página **41** de **42**

12.3 AEROGENERADORES HEWIND 77 DE 1500 [kW]

Tabla 7: Resumen de parámetros de detención AEROGENERADORES HEWIND 77

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de detención.		
		V) Desde la operación a mínimo técnico hasta la desconexión.	VI) Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención (Estado de apagado.)	VII) Desde finalizado el proceso de partida hasta antes de poder detenerse.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	N/A	N/A	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	0	0	
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	0	0.41	N/A
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	0



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS PROCESOS DE PARTIDA Y DETENCIÓN DE UNIDADES GENERADORAS.

CODIGO

B.F.001.06

REV.

FECHA

23-07-2019

Página 42 de 42

12.4 AEROGENERADORES VESAS V66 DE 1750 [KW]

Tabla 8: Resumen de parámetros de detención AEROGENERADORES VESAS V66

Parámetro técnico.	Unidad.	Proceso de detención.		
		V) Desde la operación a mínimo técnico hasta la desconexión.	VI) Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención (Estado de apagado.)	VII) Desde finalizado el proceso de partida hasta antes de poder detenerse.
a) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.	[kWh]	N/A	N/A	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A
e) energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.	[kWh]	0	0	
f) Tiempo requerido para el proceso de detención.	[min]	0	0.58	N/A
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida.	[min]	N/A	N/A	0