



ANÁLISIS DE OPERACIÓN DEL GENERADOR AW-1500

OPCIÓN I:

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRICO

PRESENTA:

RODRIGO FIGUEROA CRUZ

HEROICA CD. DE JUCHITAN DE ZARAGOZA, OAX. SEPTIEMBRE DEL 2023





Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oax. **04 - Septiembre - 2023**

**DEPTO.: DIV. DE ESTUDIOS PROFESIONALES.
No. DE OFICIO DEP-121/23**

ASUNTO: Se autoriza Impresión de
Trabajo Profesional.

**C. RODRIGO FIGUEROA CRUZ
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
PRESENTE.**

De acuerdo con el reglamento de Titulación y habiendo cumplido con todos los requisitos e indicaciones que la Comisión Revisora le hizo con respecto a su Trabajo Profesional, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le autoriza la impresión del mismo, cuyo tema es: **ANÁLISIS DE OPERACIÓN DEL GENERADOR AW - 1500**

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Por una tecnología propia como principio de libertad"

LIC. MARIA DE LOS ANGELES CELAYA CABRERA
JEFA DE LA DIV. DE ESTS. PROFESIONALES



C.c.p. Coordinación de Titulación

Mx/C/M/SLP/cgb



AGRADECIMIENTO

Primero antes que nada quiero agradecer a dios por darme la dicha de tener buena salud día a día, para poder seguir adelante y culminar mis estudios. Cumplir con la meta que me propuse desde el momento que decidí iniciar con una profesión, el cual estoy orgulloso de mis logros.

Quiero agradecer en especial a mis padres, el señor AGUSTÍN FIGUEROA TOLEDO y a la señora ALBA CRUZ ROMÁN, por su inmenso apoyo moral, comprensión y confianza que pusieron en mí, que siempre estuvieron en las buenas y en las malas, han sido un pilar en mi vida y mi motor para poder llevar acabo esta meta que sin su apoyo no lo hubiese logrado.

A si mismo agradezco a mis hermanos que siempre estuvieron conmigo dándome su apoyo incondicional, palabras de aliento y que me ayudaron a llegar al final de mis estudios.

También les doy las gracias a los docentes por sus conocimientos y sabidurías que me transmitieron en el transcurso para poder concluir mi carrera.

CONTENIDO

Notaciones y/o acrónimos - - - - -	I
Lista de figuras - - - - -	II
Lista de tablas - - - - -	V
Resumen - - - - -	VI

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación.....	1
1.2 Objetivo general y específico.....	1
1.2.1 Objetivo general.....	1
1.2.2 Objetivos específicos.....	1
1.3 Características del área que participan.....	2
1.4 Problemas a resolver priorizándolo.....	7
1.5 Alcances y limitaciones.....	7
1.5.1 Alcances.....	7
1.5.2 Limitaciones.....	7
1.6 Estructura del reporte.....	8

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Funcionamiento del generador.....	9
2.2 Componentes del generador aw-1500.....	10
2.2.1 Refrigeración.....	10
2.2.2 Monitorización.....	11

2.2.3	Sistema de anillos rozantes.....	11
2.2.4	Rodamientos.....	12
2.2.5	Encoder.....	12
2.2.6	Causa de fallo de aislamiento.....	13
2.2.7	Rotor.....	14

CAPITULO III

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR AW-1500

3.1	Mantenimiento preventivo.....	15
3.2	Herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo.....	18
3.3	Comprobación de la unidad refrigeradora.....	19
3.4	Cuerpos de anillos rozantes.....	19
3.5	Comprobación de rodamientos.....	28
3.6	Comprobación de encoder.....	30
3.7	Comprobación de la resistencia de aislamiento.....	31
3.8	Montaje y desmontaje del cuerpo de anillo en el generador.....	34
3.9	Procedimiento de manipulación, carga y descarga.....	40
3.10	Instalación.....	41
3.10.1	Consideraciones de utilización.....	41
3.10.2	Instalaciones mecánicas.....	43
3.10.3	Instalaciones eléctricas.....	43

CAPITULO IV

ACTUALIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

4.1	Parada de máquina y corte de control remoto.....	46
4.2	Bloqueo y retención de la puerta.....	46
4.3	Línea de vida y antiácidas.....	48
4.4	Acceso a cimentación.....	49
4.5	Acceso y descenso de la torre.....	50
4.5.1	Estancia de la plataforma de la torre.....	52
4.5.2	Transito a la corona y viceversa.....	53
4.6	Estancia en la necelle.....	59
4.6.1	Caídas de altura.....	59
4.6.2	Atrapamientos en el eje de transmisión.....	61
4.6.3	Paradas de emergencia.....	62
4.7	Uso del polipasto.....	63
4.8	Bloqueo mecánico del rotor.....	64
4.8.1	Eje rápido.....	64
4.8.2	Eje lento.....	67
4.9	Acceso al buje.....	68
4.10	Bloqueo de la pala.....	69
4.10.1	Bloqueo del sistema pitch/ “llave de bola”	70
4.11	Salida del exterior de la góndola.....	71
4.12	Acceso a bornas del generador.....	74
4.13	Procedimiento de evacuación.....	75
4.14	Finalización de trabajos en el aerogenerador.....	77
	Conclusión.....	78
	Referencias.....	79

NOTACIONES Y/O ACRONIMOS

NOTACIONES

°C	Grados centígrados
AT	Atmosfera
IF	Índice de frecuencia
IP	Índice de polarización
KM	Kilo-metros
KT	Coeficiente de corrección
KV	Kilo-volts
KW	Kilo-watts
L.A	Lado acoplamiento
LO.A	Lado opuesto acoplamiento
L.O	Lado opuesto
LV	Línea de vida
M	Metro
MM	Milímetro
MW	Mega-watts
MΩ	Mega-ohm
O&M	Operación y mantenimiento
PLC	Control lógico programable
R	Resistencia
RP	Resistencia de perdidas
RPM	Resistencia por minuto

ACRONIMOS

GIS	Gestión de impacto social
-----	---------------------------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Energía eólica.....	2
Figura 1.2	Ubicación del parque eólico eurus.....	3
Figura 1.3	Aerogenerador AW-1500.....	3
Figura 2.1	Presentación del generador.....	9
Figura 2.2	Refrigeración.....	11
Figura 2.3	Rodamientos.....	12
Figura 2.4	Elementos del encoder del generador AW-1500.....	13
Figura 3.1	Soltar y sacar todos los tornillos de la tapa final cubreanillos.....	20
Figura 3.2	Soltar los tornillos hexagonales de unión del ventilador.....	20
Figura 3.3	Extraer el ventilador para poder acceder al cuerpo de anillos.....	21
Figura 3.4	Colocar el ventilador en el eje y atar los tornillos de fijación.....	21
Figura 3.5	Limpieza del cuerpo de anillos.....	22
Figura 3.6	Extraer las escobillas de su alojamiento.....	23
Figura 3.7	Fijar las escobillas con el mecanismo de presión del porta escobillas.....	23
Figura 3.8	Escobillas.....	24
Figura 3.9	Introducir un tubo para proteger los cables.....	25
Figura 3.10	Fijar cuatro varillas roscadas en los cuatro agujeros.....	26
Figura 3.11	Retirar el cuerpo de anillo con un gato hidráulico.....	26
Figura 3.12	Limpiar la superficie del eje para colocar el nuevo cuerpo de anillo.....	26
Figura 3.13	Aplicar en la superficie del eje una fina película de grasa para ayudar en la introducción del cuerpo de anillo.....	27
Figura 3.14	Soltar la tuerca del brazo de fijación del encoder.....	30
Figura 3.15	Soltar el tornillo allen que amarra el encoder al eje y verificar el encoder con cuidado.....	31
Figura 3.16	Mediante una llave allen quitar los cuatro tornillos de la tapa del encoder	35
Figura 3.17	Con una llave allen soltar el tornillo del cónico.....	35
Figura 3.18	Anti giro del encoder.....	36
Figura 3.19	Quitar los tornillos de la tapa trasera y apartar la tapa.....	36
Figura 3.20	Desmontar el ventilador.....	36
Figura 3.21	Soltar con la llave fija las tuercas que amarra los cables del rotor al cuerpo de anillos.....	37
Figura 3.22	Una vez suelta los cables de potencia quitar la pieza que hace del soporte del ventilador.....	37
Figura 3.23	Unir los tres cables con bridas.....	37
Figura 3.24	Quitar la carcasa del cuerpo del anillo.....	38
Figura 3.25	Desmontar la carcasa en la que van las resistencias calefactoras.....	38
Figura 3.26	Para no tener que desconectarlo hay que ganarle longitud a los cables soltándolos de las bridas.....	38
Figura 3.27	Colocar el útil de extracción del cuerpo de anillos.....	39
Figura 3.28	Para poder introducir el cuerpo de anillo en el eje es necesario calentarlo mediante la resistencia y el display con el que se controla la temperatura.....	39
Figura 3.29	Grafica de altitud.....	42
Figura 4.1	Pantalla en armario ground.....	46
Figura 4.2	Sistema de retención en la puerta en aegs, AW-1500 con torre metálica.....	47

Figura 4.3	Detalle de la puerta en una torre de hormigón. No en todos los casos dispone de sistema de retención.....	47
Figura 4.4	Registro de revisión de la LV.....	48
Figura 4.5	Antiácidas Cabmax.....	48
Figura 4.6	Detalle de la plataforma de tramex que cubre la cimentación en torres metálicas.....	49
Figura 4.7	Detalle de la plataforma 0 de un aerogenerador con torre de hormigón.....	49
Figura 4.8	Distribución en la planta 0 (Aegs. AW-1500 con torre metálica). El trafo de servicios auxiliar se encuentra en la primera plataforma (Aprox. A 5 m del suelo).....	50
Figura 4.9	Distribución en planta cero de aerogenerador con torre de hormigón: de frente a la puerta está el elevador y la escalera, a la derecha el armario ground y a la izquierda la celda y el trafo de servicios auxiliares.....	51
Figura 4.10	Descansillo recogido. Detalle del pasador de seguridad.....	51
Figura 4.11	Descansillo abatido.....	52
Figura 4.12	Detalle del hueco del elevador en una plataforma intermedia de una torre metálica..	52
Figura 4.13	Detalle de una de las pasarelas intermedias en una torre de hormigón.....	53
Figura 4.14	Detalle de la plataforma de la corona en una torre metálica.....	53
Figura 4.15	Detalle de la plataforma en una torre de hormigón.....	54
Figura 4.16	Elevador goian en el final superior del recorrido. Los elevadores de la marca onik disponen de una varadilla similar.....	55
Figura 4.17	Técnico abandonando la cabina de un elevador goian.....	56
Figura 4.18	Punto de anclaje alternativo en la corona en torre de hormigón.....	57
Figura 4.19	Al subir solo se podrá soltar el cavo de anclaje una vez cerrado la trampilla de la plataforma.....	57
Figura 4.20	Armario de control del elevador situado en la plataforma del ground.....	58
Figura 4.21	Cuadro del control del elevador en la plataforma de la corona.....	58
Figura 4.22	Detalles de la escalera de acceso a la nacelle desde la plataforma de la corona. En las torres de hormigón postensadas se ha sustituido la primera escalera fija por otra amovible.....	59
Figura 4.23	La trampilla de acceso a la nacelle esta sustituida justo en el lateral derecho del Caballete.....	60
Figura 4.24	No abandonar la trampilla de la nacelle en posición abierta después de haberla utilizado.....	59
Figura 4.25	Puerta trasera cerrada y con las barras de seguridad colocadas.....	60
Figura 4.26	Detalle de la envolvente de fibra situada debajo del generador.....	60
Figura 4.27	Detalle de la protección metálica del disco del freno sin retrofitada.....	61
Figura 4.28	Protección metálica retrofitada para controlar la accesibilidad del disco.....	61
Figura 4.29	Setas en la nacelle (top vertical)	62
Figura 4.30	Seta en la plataforma de la corona.....	62
Figura 4.31	Parada de emergencia en el armario ground.....	63
Figura 4.32	Operación usando el polipasto asegurado contra las caídas de altura.....	63
Figura 4.33	Zona de atasco de la cadena cuando se está recogiendo el polipasto si el tubo no está bien centrado.....	64
Figura 4.34	Bomba hidráulica de bloqueo.....	65
Figura 4.35	Bulòn de bloqueo roscado en la pinza.....	65
4.36	Primera versión del resguardo de fibra: el bulòn de bloqueo se introduce a través de una ventana abatible por lo que el disco de freno continuo siendo accesible en la maniobra de bloqueo.....	66
Figura 4.37	Última versión del resguardo de fibra: la ventana de bloqueo es fija y el bulón es más largo. No hay riesgos de atrapamiento ni siquiera en la operación de bloqueo porque no es posible introducir la mano.....	67

Figura 4.38	Detalle de uno de los bulones del bloqueo del eje lento.....	67
Figura 4.39	Escotilla de acceso al buje.....	68
Figura 4.40	Punto de anclaje para el retráctil.....	68
Figura 4.41	Técnico accediendo al buje asegurado con el dispositivo retráctil.....	69
Figura 4.42	Raíz de la pala.....	69
Figura 4.43	Sistema de bloqueo mecánico de palas en bandera.....	70
Figura 4.44	Detalle de la llave de bola.....	70
Figura 4.45	Única trampilla de salida a la capota en maquina AW-1500.....	71
Figura 4.46	Configuración del punto de anclaje para retráctil. Notar que las cintas están conectadas a los ojales de las barras para limitar su deslizamiento.....	72
Figura 4.47	La reunión de las dos cintas se realizara obligatoriamente con un mosquetón semicircular.....	72
Figura 4.48	La reunión de las dos cintas se realizara obligatoriamente con un mosquetón “de pera” en su defecto.....	73
Figura 4.49	Detalle del acceso a la veleta y al anemómetro advertir que no se alcanza el anemómetro con el cabo izquierdo conectado si no se utiliza un anillo de cinta como punto de anclaje extra.....	74
Figura 4.50	Q5 alimentación del rotor.....	74
Figura 4.51	Relè k1 (Gobierna el cierre del contactor del estator).....	75
Figura 4.52	Punto de anclaje previsto para el montaje del descensor de emergencia. Capacidad nominal: 1 usuario máximo.....	76
Figura 4.53	Asegurar el descensor a las orejeta del generador.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1	Recomendación general de los repuestos más típico.....	16
Tabla 3.2	Operaciones recomendadas para un mantenimiento preventivo.....	16
Tabla 3.3	Herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo.....	18
Tabla 3.4	Temperatura devanados.....	32
Tabla 3.5	Sistema de aislamiento.....	32
Tabla 3.6	Factores correctores de potencia en función de la altitud.....	42

RESUMEN

En este trabajo se da a conocer la información necesaria para la correcta operación y Mantenimiento del generador perteneciente a un parque eólico, basadas en normas, reglamentos y manuales proporcionados por el fabricante, con el fin de asegurar las condiciones óptimas de funcionamiento de cada equipo, cumpliendo con los requisitos reglamentarios y atendiendo a normas establecidas por la empresa de calidad, seguridad, continuidad y fiabilidad para las personas, medio ambiente y las propias instalaciones.

Las principales características del aerogenerador AW-1500 en sus distintos modelos son las siguientes:

Solidez:

- Doble apoyo del eje principal para reducir cargas sobre la multiplicadora y prolongar su vida útil.
- Cimentación con doble fila de pernos, para garantizar una mejor transmisión de las cargas al hormigón.
- Bastidor principal de fundición.
- Diseñado para soportar las solicitaciones más exigentes que hemos encontrado en parques de orografía compleja situados en zonas montañosas.

Tecnología:

- Velocidad variable con control de pitch hidráulico independiente para cada pala, para minimizar las cargas, captar la máxima energía y garantizar el control de la velocidad de giro del rotor y la seguridad de la máquina en operación.

Seguridad:

- Acceso directo al buje desde la barquilla.
- Protección de los elementos rotatorios.
- Materiales antideslizantes dentro y fuera de la barquilla
- Aislamiento acústico y materiales anti inflamables.

Modelos disponibles:

El aerogenerador AW-1500 está disponible en clases I, II y III, con rotores entre 70 y 82 metros de diámetro y torres tubulares de acero de 80 y 60 metros de altura. También en tecnología de torres de hormigón de 80 m, certificada para la clase II, estando prevista la certificación de esta tecnología para 100 m de altura de buje. Opcionalmente incorpora ascenso interior.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

El desarrollo de este proyecto es importante para lograr una correcta operación que va de la mano de un eficaz mantenimiento del aerogenerador, con el fin de que las instalaciones de transmisión operen en forma consecutiva, así como una alta confiabilidad y continuidad en la transmisión de energía eléctrica; esto quiere decir que no debe afectarse en absoluto la continuidad de la transmisión y que el equipo opere sin riesgos de fallas. Vale la pena destacar que es muy importante el mantenimiento para que exista una correcta operación.

Una de las tareas más afectadas por esta situación es la operación de los sistemas eléctricos frente a la presencia de fallas, donde la primera labor a realizar por parte del personal de operación de la red es la pronta ubicación del lugar de falla dentro del sistema.

1.2 Objetivo general y específico

1.2.1 Objetivo general.

Supervisar la operación sobre equipos y componentes del generador, para verificar que se realiza conforme a los procedimientos establecidos, en coordinación con los responsables de operación del centro de control, con criterios de fiabilidad, calidad, continuidad y seguridad para las personas, medio ambiente e instalaciones. Conocer el protocolo de operación del aerogenerador para que su funcionamiento sea seguro.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Conocer y comprender todos los elementos que contribuyen la subestación y su funcionamiento
- Estudiar el fundamento de los diferentes tipos de mantenimiento utilizados en las subestaciones.
- Adquirir conocimientos sobre Operación de equipos y componentes de subestación eléctrica.
- Clasificación de los elementos o dispositivos que van a ser objeto del mantenimiento.

- Tener conocimiento sobre las pruebas que se utilizan en el mantenimiento del equipo eléctrico de la subestación.
- Tener amplio criterio en el procedimiento a seguir en la aplicación del mantenimiento de la subestación eléctrica.
- Determinar qué tipo de beneficios se pueden obtener mediante la implementación de un programa de mantenimiento.
- Organización y control de la ejecución del plan de seguridad en la operación y Mantenimiento de subestaciones eléctricas.
- Mantenimiento de subestaciones eléctricas.
- Determinar qué criterios se deben de seguir para la implementación de un Programa de mantenimiento.
- Presentar recomendaciones para realizar un buen mantenimiento.

1.3 Características del área que participan

ACCIONA Energía es un líder global en la promoción, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eólicas, con más de 20 años de experiencia en el sector. Su posición de liderazgo y conocimiento del sector acreditan la capacidad de ACCIONA Energía como proveedor global de productos y servicios en todos los aspectos de la cadena de valor eólica. Ha instalado más de 7.000 MW en propiedad y cerca de 1.500 MW adicionales para clientes.



Figura 1.1 Energía eólica

El parque eólico Eurus se encuentra ubicado en La Venta, término municipal de Juchitán de Zaragoza, en el estado de Oaxaca. ACCIONA Energía es el mayor operador energético global que trabaja exclusivamente en el sector de las energías renovables, con presencia destacada en más de 20 países de los cinco continentes. Cuenta con actividad relevante en cinco tecnologías: eólica, solar fotovoltaica, termosolar, hidráulica y biomasa.

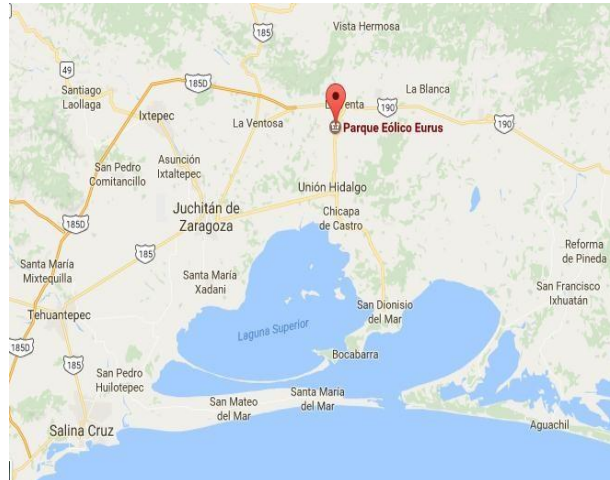


Figura 1.2 Ubicación del parque eólico Eurus

El mayor complejo eólico de América Latina, incorpora 204 aerogeneradores AW1500 que fueron instalados en un tiempo récord de 204 días, capaces de cubrir la demanda eléctrica de unos 700.000 hogares mexicanos. El complejo eólico está integrado por los parques Oaxaca II, Oaxaca III y Oaxaca IV, todos ellos dotados de aerogeneradores AW1500 de 1,5 MW de potencia unitaria. Situado en una zona de excepcional recurso eólico, como es el Istmo de Tehuantepec.

La seguridad de las personas es para nosotros una prioridad. Por eso diseñamos aerogeneradores especialmente pensados para facilitar el trabajo de quienes tienen como misión garantizar su buen funcionamiento en todo momento. En beneficio de todos.



Figura 1.3 Aerogenerador AW1500

Los aerogeneradores AW han sido concebidos para crear un entorno de trabajo lo más seguro posible a los responsables de su mantenimiento. Por ello presentan, entre otras, las siguientes características ideadas para maximizar las condiciones de seguridad:

- Ascensor de 2 plazas estándar.
- Acceso directo al buje desde el interior de la nacelle.
- Nacerles de diseño ergonómico para facilitar las labores de mantenimiento en su interior.
- Protección de todos los elementos rotatorios.
- Transformador (en los proyectos en que es necesario) instalado en el exterior de la turbina.

Aspectos destacados

- Instalación de 204 aerogeneradores.
- Complejo integrado por 3 parques eólicos de 102 MW cada uno (Oaxaca II, Oaxaca III y Oaxaca IV).
- 34.5 km de pistas rodadas.
- 350 km de cables subterráneos.
- 49 km de línea de transmisión de 230 Kv.

Objetivo

- Reducir emisiones a la atmósfera y al agua en las instalaciones O&M, oficinas y proyectos de construcción.
- Reducir en un 5% la generación de RP con respecto al promedio obtenido en los últimos 3 años para los proyectos Oaxaca II, III y IV.
- Implementar el aula de sostenibilidad sobre el área de influencia del proyecto.
- Cumplir con el índice de frecuencia (IF).

- Desarrollar el proceso de evaluación de proveedores críticos en los ámbitos de calidad, prevención y medio ambiente.
- Dar cumplimiento a las acciones establecidas en el plan de sostenibilidad 2020.

Misión

Ser líderes en la creación, promoción y gestión de infraestructuras, energía, agua y servicios; contribuyendo activamente al bienestar social, al desarrollo sostenible y a la generación de valor para nuestros grupos de interés.

Visión

Ser capaces de dar respuesta al reto de conseguir un desarrollo sostenible a través de todas nuestras áreas de actividad, para que generaciones actuales y futuras disfrutemos de una vida mejor.

Política de calidad

ACCIONA se compromete a aportar valor a sus grupos de interés a través de la gestión excelente de sus procesos de negocio, responsabilizándose no solo de velar por el cumplimiento de los requisitos legales y aquellos de carácter voluntario, sino de ser pionera y referente de buenas prácticas, considerando prioritaria la exigencia de mejora continua de la calidad de sus productos y servicios. La cultura de calidad y eficiencia en los procesos se extiende a través de todas las Divisiones y países donde ACCIONA opera.

La Política de Calidad se fundamenta en los siguientes principios:

- Alineación - Los objetivos de calidad se alinean con la misión, visión y estrategia de la compañía.
- Compromiso de Sostenibilidad – ACCIONA hace extensivo a sus clientes el compromiso con la sostenibilidad: promoviendo mejoras ambientales, fomentando el consumo responsable y ofreciendo productos y servicios beneficiosos desde el punto de vista social y ambiental.
- Seguridad y salud – ACCIONA aplica el máximo rigor en el control de calidad de sus productos y servicios, minimizando los riesgos de uso, contribuyendo a la seguridad y salud de sus consumidores.
- Calidad de vida - Aumentando la disponibilidad de productos y servicios esenciales, generando entornos que puedan ser disfrutados por todas las personas, incluidas las de capacidades diferentes, ACCIONA contribuye a la mejora sistemática de la calidad de vida.

- Satisfacción de los clientes -ACCIONA escucha a sus clientes y atiende e incorpora sus expectativas a los productos y servicios de la empresa para mejorar permanentemente su nivel de satisfacción.
- Genera innovaciones operativas en los procesos como frente de mejora de la productividad, creación de valor económico y contribución al desarrollo sostenible.

Valores

Los valores fundamentales incluyen:

- Honestidad
- Liderazgo
- Excelencia
- Preocupación por el entorno
- Responsabilidad social
- Enfoque a largo plazo
- Solidez financiera
- Orientación al cliente
- Innovación
- Cuidado de las personas

Impacto social

ACCIONA, dentro de su modelo de negocio sostenible, sigue estudiando el impacto social derivado del desarrollo de sus proyectos y servicios en la comunidad, entendiendo la Gestión del Impacto Social (GIS) como un proceso de análisis y tratamiento de las consecuencias sociales, tanto negativas como positivas. La metodología permite prevenir riesgos que afecten a los grupos de interés locales, como:

- Afeción a servicios básicos de las comunidades: electricidad, agua, educación, salud o comunicaciones.

- Alteración de la continuidad de las actividades económicas de las comunidades locales.
- Afección a los derechos de grupos vulnerables como indígenas, personas con bajos ingresos, niños, ancianos, entre otros.
- Afección a los derechos de empleados directos o indirectos.

1.4 Problemas a resolver priorizándolo

1. Tener el control y una perspectiva del funcionamiento de los equipos y evitar fallas que podrían causar pérdidas y daños. De la misma manera realizar maniobras para el aislamiento de equipos para realizar trabajos de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.
2. Localización oportuna de fallas o eventos en la red y restablecerla de acuerdo a los procedimientos de operación de los equipos y tomando las medidas de seguridad con el menor tiempo para reducir los daños en el sistema eléctrico.
3. Realizar el mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos para tener una mayor confiabilidad y seguridad en la operación de estos y así evitar paros innecesarios y reduciendo los tiempos fuera de operación y los mantenimientos correctivos.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

Se cuenta con toda la información y herramientas necesarias para la elaboración del proyecto (Manuales de Operación y Mantenimiento, Procedimientos, Normas, Reglamentos, Programas)

1.5.2 Limitaciones

Como se tiene un contrato de Operación y Mantenimiento en garantía y el parque eólico aún se encuentra dentro de esta, las empresas subcontratadas son las encargadas de resolver fallas o daños en los equipos.

1.6 Estructura del reporte

El reporte está estructurado en 4 capítulos que consiste en una introducción general, información sobre la empresa acciona operación y mantenimiento, fundamentos teóricos del generador, mantenimiento preventivo, actualización y mejoramiento de las instrucciones técnicas de seguridad.

En el capítulo 2 se describe el funcionamiento del generador, también se mencionan los principales componentes, características, datos generales y técnicos.

El capítulo 3 se presenta el mantenimiento preventivo del generador AW1500 que es necesario para asegurar la estabilidad, fiabilidad y seguridad para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. El objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

El capítulo 4 se detalla la actualización y mejoramiento de las instrucciones técnicas de seguridad con el fin de dar a conocer los procedimientos, reglas, inspección y mantenimiento necesario para la correcta operación de la misma.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS [1]

2.1 Funcionamiento del generador

Convierte la energía mecánica en energía eléctrica. El aerogenerador AW1500 utiliza un generador de 3 pares polos asíncrono doblemente alimentado con rotor conectado a anillos rozantes, la generación de energía es 1500 kW.

El generador es uno de los dispositivos más demandados del mercado por su capacidad para convertir la energía mecánica en energía eléctrica, la clave del funcionamiento del generador eléctrico se encuentra en la llamada Ley Faraday, que establece, textualmente, que para que se genere una corriente eléctrica debe haber un movimiento entre el conductor y el campo magnético ya que “el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde”.

En otras palabras, el generador emplea un campo magnético para generar un movimiento de electrones y producir energía eléctrica. Exactamente, al ensamblar la bobina conductora a una corriente eléctrica continua se consigue un cambio en el flujo del campo magnético, que interactúa con los polos del imán y que provoca que la bobina gire sobre sí misma produciendo una fuerza psicomotriz capaz de transformarse en energía eléctrica. Por lo tanto, la energía mecánica que hace rotar la bobina se convierte en energía eléctrica

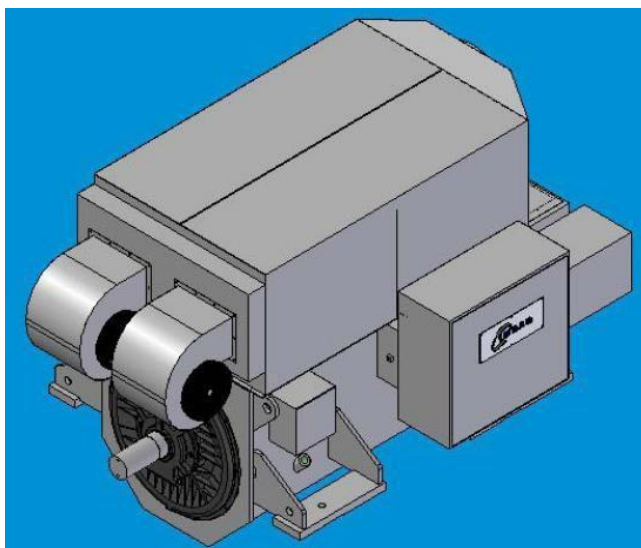


Figura 2.1 Representación del generador

Las características principales de este generador son:

- La potencia se genera a media tensión (12kV).
- La refrigeración se lleva a cabo por ventilación forzada por medio de dos electro-ventiladores para incrementar el intercambio de calor.
- La temperatura en los devanados del estator, en el cuerpo de anillos rozantes y en los rodamientos está monitorizada. La temperatura de dichos puntos se controla con ayuda de resistencias calefactoras y de los ventiladores mencionados anteriormente.
- El cuerpo de anillos está situado en el Lado Opuesto de la máquina, formando un habitáculo, separado del conjunto de la máquina. El cuerpo de anillos está constituido por 4 anillos.
- El generador lleva 2 rodamientos rígidos a bolas rodamiento del Lado Opuesto y del Lado Acoplamiento son aislados para evitar paso de corriente.
- Resistencias Calefactoras de los bobinados del estator, para evitar cambios bruscos de temperaturas en el aislante que provoque grietas en él.
- El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales.
- Pt' s de rodamiento (una para L.A y otra para L.O.A) y Pt' s bobinados (2 por fase)
- Otros elementos mecánicos para el funcionamiento del generador.

2.2 Componentes del generador aw-1500

2.2.1 Refrigeración

Este tipo de refrigeración, se encuentra en motores de 1500 rpm. Su mecanismo, consigue extraer el aire a través de una turbina y disponen de un radiador que regula la temperatura del aceite. Gracias a su diseño, estos motores son los adecuados para trabajar en zonas donde el polvo es abundante y necesitan de poco cuidado. En regiones donde la temperatura es elevada, puede recalentarse el aceite y dañarse el motor.

El sistema de refrigeración por agua, consigue enfriar el motor y el alternador, mediante un ventilador que elimina el aire caliente, y lo traslada hacia el radiador, que posee una bomba, que conduce el agua al motor. Si la temperatura que el motor necesita para funcionar correctamente, no alcanza los niveles óptimos, existe un termostato, que detiene el paso del agua.

Los sistemas de refrigeración por agua, funcionan eficientemente en regiones con temperaturas elevadas. Si se utilizan generadores eléctricos con motores refrigerados por agua, en regiones con temperaturas bajas, se requerirá de anticongelantes. A diferencia de los motores refrigerados por aire, este tipo de refrigeración, no está recomendada para zonas con abundante polución. Además, este tipo de motores, necesitan de un cuidado constante.

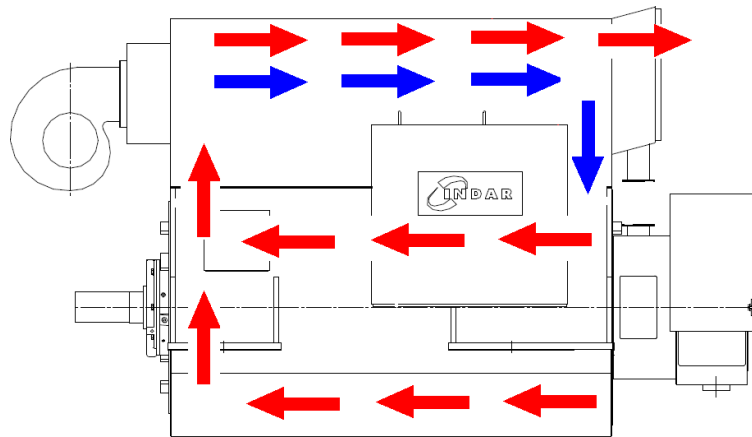


Figura 2.2 Refrigeración

2.2.2 Monitorización

La temperatura en los devanados del estator, en el cuerpo de anillos rozantes, y en los rodamientos está monitorizada por medio de PT100. La temperatura de dichos puntos se controla con ayuda de resistencias calefactoras y de los ventiladores mencionados anteriormente.

2.2.3 Sistema de anillos rozantes

El cuerpo de anillos está situado en el Lado Opuesto de la máquina, formando un habitáculo, separado del conjunto de la máquina. Tres anillos permiten la conexión eléctrica de las 3 fases del devanado del rotor con el equipo de control Ingecon-W, a través de 18

escobillas (6 escobillas por anillo). El 4º anillo tiene la función de descargar corrientes parásitas, que se crean en el eje a través de dos escobillas que están unidas eléctricamente a la carcasa de la máquina.

El cuerpo de anillos lleva un ventilador trasero el cual lleva un filtro que impide que el polvo de las escobillas salga al exterior. Cuando el eje gira, los anillos rozantes (fijos al rotor) y las escobillas (fijas a la carcasa) están en contacto de forma continua, con lo que se asegura el paso de la corriente eléctrica entre la parte giratoria y la parte fija.

2.2.4 Rodamientos

El generador lleva 2 rodamientos rígidos a bolas tipo 6326 C3, en el L.A. y tipo 6326 C3 (E) en el L.O.A, que garantiza una vida de 150.000 horas. El rodamiento del Lado Opuesto y del Lado Acoplamiento es aislado para evitar paso de corriente. En la tapa del L.A. de la máquina lleva un porta-escobillas de manera que una vez alineada la máquina se colocará la escobilla de descarga en el mangón del acoplamiento con el objeto de evitar el paso de corriente.

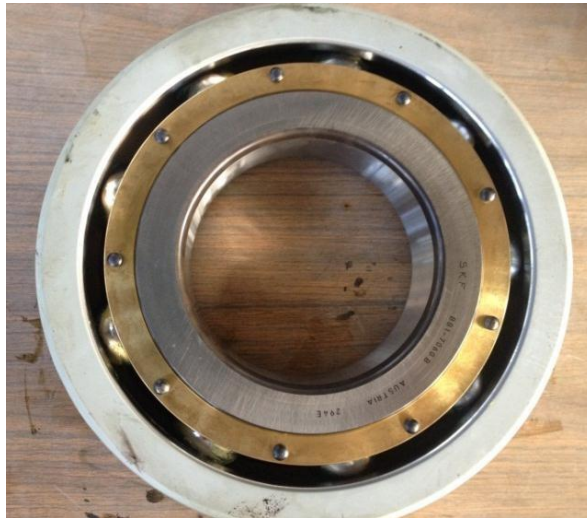


Figura 2.3 Rodamientos

2.2.5 Encoder

El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal. Los codificadores incrementales se utilizan en aplicaciones de posicionamiento y de control de desplazamiento de un móvil por contaje/descontaje de impulsos.

El disco de un codificador incremental incluye dos tipos de pistas:

- Una pista exterior (vías A y B) que en nuestro caso son K1 y K2 dividida en “n” intervalos de mismo ángulo y alternativamente opacos y transparentes, donde “n” es la resolución o número de períodos. Dos fotodiodos decalados e instalados detrás de esta pista suministran señales cuadradas A y B (K1 y K2) cada vez que el haz luminoso atraviesa una zona transparente. El desfase de 90° eléctricos (1/4 de periodo) de las señales A y B define el sentido de la rotación: en un sentido, la señal B se mantiene a 1 durante el flanco ascendente de A, mientras que en el otro sentido se mantiene a 0.
- Una pista interior (pista Z) que consta de una sola ventana transparente. La señal Z, denominada “top cero”, en nuestro caso K0, tiene una duración de 90° eléctricos y es sincrónica con las señales A y B. Define una posición de referencia y permite la reinicialización en cada vuelta.

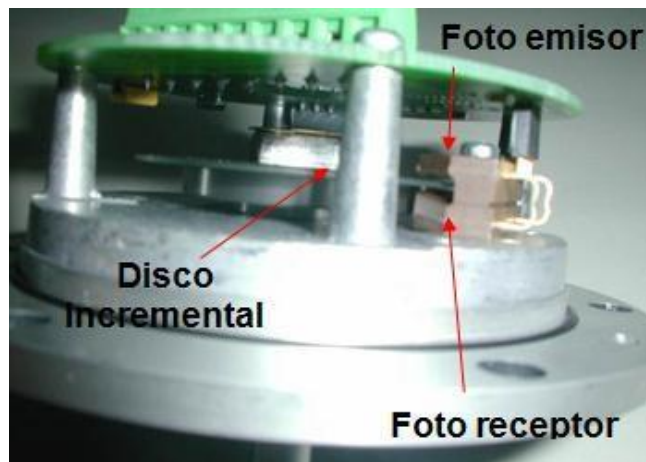


Figura 2.4 elementos del encoder del generador AW1500

2.2.6 Causa de fallo de aislamiento

- La fatiga de origen eléctrico.
- La fatiga de origen mecánico.
- La fatiga de origen químico.
- La fatiga relacionada con los cambios de temperatura.

- La contaminación ambiente.

2.2.7 Rotor

El rotor es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estátor, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general. El rotor está formado por un eje que soporta un juego de bobinas arrolladas sobre un núcleo magnético que gira dentro de un campo magnético creado bien por un imán o por el paso por otro juego de bobinas, arrolladas sobre unas piezas polares, que permanecen estáticas y que constituyen lo que se denomina estátor de una corriente continua o alterna, dependiendo del tipo de máquina de que se trate.

Álabes

Conocidos también como aspas o palas, los álabes son una parte imprescindible y fundamental en una turbina eólica. Los álabes toman la energía del viento, la capturan y la convierten en rotación en el buje. Emplean el mismo principio de la fuerza de empuje que actúa por la parte de abajo del ala. El aire produce una sobrepresión en la parte inferior y un vacío en la parte superior. Esta provoca una fuerza de empuje que hace que el rotor rote.

Diseño y perfil

El diseño de un rotor de una turbina eólica se basa en el principio de definir la geometría más adecuada de los álabes para alcanzar el comportamiento deseado. Las aspas deben ser además fáciles de fabricar y tener una adecuada resistencia estructural, para resistir las altas cargas a que van a estar sometidas.

Velocidad.

Cada fabricante tiene su propio principio de diseño y lleva a cabo investigaciones para mejorar las características aerodinámicas de sus álabes. Los perfiles que se emplean usualmente son los mismos que se utilizan en la industria aeronáutica. Cada aspa tiene su geometría particular y son diferentes unas de otras según el fabricante. La potencia desarrollada por una turbina depende en gran medida de la geometría de sus álabes. En general, su fabricación se asemeja al ala de un avión.

Buje

El buje es el componente del rotor que une las palas con el sistema de rotación y constituye el centro del rotor, al cual se fijan los álabes. El buje se fabrica de hierro o acero fundidos. Transmite la energía desde el rotor hasta el generador, si la turbina es de conexión directa, el buje transmite la energía directamente al generador.

CAPÍTULO III

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL GENERADOR [2]

3.1 Mantenimiento preventivo

A continuación, se detallan todas las instrucciones que se deben seguir para un correcto mantenimiento preventivo de los generadores. El propósito del mantenimiento es asegurar que la máquina funcionará de forma fiable y sin ningún comportamiento o acción inesperada, y estimar y planificar las acciones de mantenimiento para minimizar los tiempos de parada. El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, etcétera.

Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros. Este capítulo presenta recomendaciones concernientes al programa de mantenimiento y las instrucciones de trabajo para las tareas de mantenimiento más comunes. Estas instrucciones y recomendaciones se deben leer con detenimiento y utilizarlas para diseñar el programa de mantenimiento del generador. Hay que señalar que las recomendaciones de mantenimiento descritas en este capítulo representan un nivel mínimo de mantenimiento.

Los datos obtenidos durante la supervisión y el mantenimiento son útiles para estimar y planificar acciones adicionales al mantenimiento. En el caso de que alguno de estos datos indique algo fuera de lo normal, la guía de solución de problemas ayudará a localizar la razón del problema.

Piezas de repuesto

El generador desarrollado por INDAR se diseña y fabrica para obtener un funcionamiento fiable y libre de problemas durante 20 años. Esto requiere, sin embargo, que el generador reciba un correcto mantenimiento y manipulación. Este mantenimiento incluye la sustitución de las piezas sujetas a un desgaste normal.

Siempre existe una inevitable incertidumbre relativa al desgaste. El desgaste normal de estas partes varía enormemente según la aplicación, el ambiente y las condiciones particulares de funcionamiento. Por lo tanto, estas piezas deben ser comprobadas regularmente y deben tener en reserva una cantidad suficiente de repuestos. Estos repuestos ayudan a minimizar el tiempo de parada si aparece la necesidad de un cambio.

Siempre existe un desgaste mecánico cuando dos superficies en movimiento están en contacto una con la otra. En las máquinas eléctricas la mayor parte del desgaste ocurre entre eje en rotación y las partes estacionarias. Las partes de rodamientos tales como rodillos de rodamientos, cajas de rodamientos y anillos de lubricación en cojinetes pueden ser eventualmente desgastados y necesitar ser reemplazados,

incluso si se mantiene la lubricación correcta. Otras partes de desgaste incluyen las gomas que están en contacto con el eje enrotación, las escobillas y los anillos de deslizamiento del cuerpo de anillos.

Los repuestos de la siguiente tabla constituyen una extensa, pero no completa, lista de las partes mecánicamente desgastables. Estas partes tienen una vida estimada de diseño, pero como se ha mencionado anteriormente, su duración real puede variar significativamente.

Tabla 3.1

Recomendación general de los repuestos más típicos.

PIEZAS DE REPUESTO	CANTIDAD
Electroventiladores	2 uds
Encoder	1 uds
Gomas de cierre (cajas de conexiones, cajón refrigerador, etc.)	4 uds
Resistencias de caldeo	4+2 uds
Rodamientos	2 uds.
Escobillas	18+2+1 uds
Portaescobillas	9+1+1 uds.

Tabla 3.2

Operaciones recomendadas para un mantenimiento preventivo.

INTERVALO DE MANTENIMIENTO	ELEMENTO	ACCION	OBSERVACIONES
Cada 6 meses	Rodamiento	Comprobación	Funcionamiento
	Tuercas y tornillo	Comprobación de apriete	Ver planos de pares de apriete
	Cuerpo de anillos	Limpieza	Comprobar anillos para condiciones adecuadas
	Aislamiento de estator y rotor	Prueba	Prueba de resistencia de aislamiento
	Rejilla ventilador externo, cubreanillo	Inspección visual	Acondicionar y limpieza si fuera necesario
	Escobillas	Inspección visual	Comprobar uniformidad de la superficie de contacto y la usencia de marcas fuertes, comprobar si el desgaste es uniforme en todas las escobillas.
	Porta-escobillas	Inspección visual	Alineación funcionamiento
	Cable conexión escobilla	Inspección visual	Estado de los cables, color, aislamiento, par de apriete.

	Mecanismo de presión de los portaescobillas	Inspección visual	Estado
	Acoplamiento	Comprobación	Alineación
	Rodamiento	Prueba	Valoración, estado general, resistencia del aislamiento, ruido extra
	Rodamiento	Reengrase	Reengrasar rodamientos como se indica en la placa de característica
Cada 12 meses	Auto válvulas	Comprobación	Funcionamiento
	Sensor inductivo	Comprobación	Funcionamiento, distancia entre sensor y rueda polar
	Sondas PT-100(devanados, rodamientos, aire, cubreanillos)	Prueba	Medida de resistencia
	Resistencia de caldeo	Comprobación	Funcionamiento
	Encoder	Comprobación	Funcionamiento alineación, estado pares de apriete
	Cajas de conexión	Comprobación	Medida de resistencia
	Maquina	Comprobación	Estado general, pintura, puesta a tierra
	Escobilla	Reemplazar	Cambio de escobilla si es necesario
	Mecanismo de presión de los portaescobillas	Comprobación	Comprobar el mecanismo de presión del portaescobilla
	Anillos rozantes	Prueba	Desgaste, redondez
	Electroventiladores	Comprobación	Funcionamiento, limpieza de los alabes
	Cierre (caja de conexiones, cajón refrigerador, etc.	Inspección visual	Estado , escapes
Cada 4 años	Tubos de cajón refrigerador	Comprobación	Si la superficie del cajón refrigerador está sucia es necesario limpiar con aire comprimido o con un cepillo adecuado.
	Cuerpo de anillos	Reacondicionador	Si los anillos rozantes están desgastados y ásperos hay que tornearlos y limpiar con cuidado

3.2 Herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo

Tabla 3.3

Herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo

HERRAMIENTAS	CARACTERISTICAS
Tijeras	Estándar (tipo electricista)
Alicates	Estándar
Pistola engrasadora	Recomendación: 1 bombeo = 1 gr. Grasa
Grasa	BRUGAROLAS BESLUX LIPLEX M1-2/S
Juego de llaves dinamométricas	M5-M6-M8-M10-M12-M16-M18
Megger	Estándar
Polímetro	Estándar
Paño	Estándar
Disolvente	Dieléctrico, no inflamable. Recomendado por INDAR: IND.G 14.
Pincel	Estándar n° 18
Aspirador	Estándar (pequeño)
Escobillas de fase	18 escobillas metalográficas 40x20x40 Referencia INDAR IND.G 53.
Escobillas de tierra	2 escobillas metalográficas 40x20x40. Referencia. INDAR IND.G 42 y 1 escobilla metalográfica 40x20x40. Referencia INDAR IND.G 39.
Papel de lija	Estándar n° 2
Destornillador	Estándar M6-M12
Recogedor de líquidos	Estándar
Detector de vibraciones	Medida valor eficaz RMS (mm/s)
Termómetro de contacto	Estándar
Guantes resistentes al calor	Estándar
Soplete	Estándar
Guantes aislantes	Estándar
Varilla roscada	4 unidades M10 x 50
Disco ranurado	Diámetro exterior 350 mm , espesor 30 mm , 12 ranuras 110x20 mm , diámetro interno según gato neumático
Gato neumático	Estándar
Tubo de protección	Diámetro 65mm
Equipo de medida de excentricidad.	Estándar

3.3 Comprobación de la unidad refrigeradora

La unidad refrigeradora se instala encima del generador y consiste en una estructura de acero soldada con tubos de aluminio y 2 ventiladores accionados por un motor eléctrico.

Limpieza.

Si dentro del cajón refrigerador está sucio o atorado, la eficacia del refrigerador puede disminuir y la temperatura de los devanados se incrementará. Se debe limpiar el refrigerador para mantener la capacidad de refrigeración. Para realizar la limpieza, soplar el refrigerador con aire comprimido o limpiar los tubos con un cepillo adecuado. Esta operación se debe repetir cada 4 años.

Mantenimiento de los electroventiladores.

Con los electroventiladores parados se deben seguir los siguientes pasos:

- Desatar los tornillos hexagonales que unen el motor del ventilador del circuito de aire exterior, localizado en LA.
- Extraer la unidad completa.
- Girar los electroventiladores a mano.
- Comprobar si gira libremente.
- Soplar al ventilador para eliminar cualquier suciedad fijada en los álabes.

Una vez realizado, montar el conjunto electroventilador y fijar los tornillos hexagonales aplicando el par de apriete adecuado (véase el plano de pares de apriete). Esta operación deberá repetirse cada 12 meses

3.4 Cuerpos de anillos rozantes

El cubreanillos se puede desmontar completamente. Las cuatro tapas laterales y la tapa frontal son desmontables. La estructura también se puede desmontar si fuera necesario. Esto proporciona total acceso a los anillos rozantes para el mantenimiento y el cambio de escobillas. Para el desmontaje del cubreanillos proceder como sigue:

- Primero, desmontar el encoder según los pasos descritos antes y las trenzas de tierra.
- A continuación desmontar el sensor inductivo tal y como se explica en una sección previa.

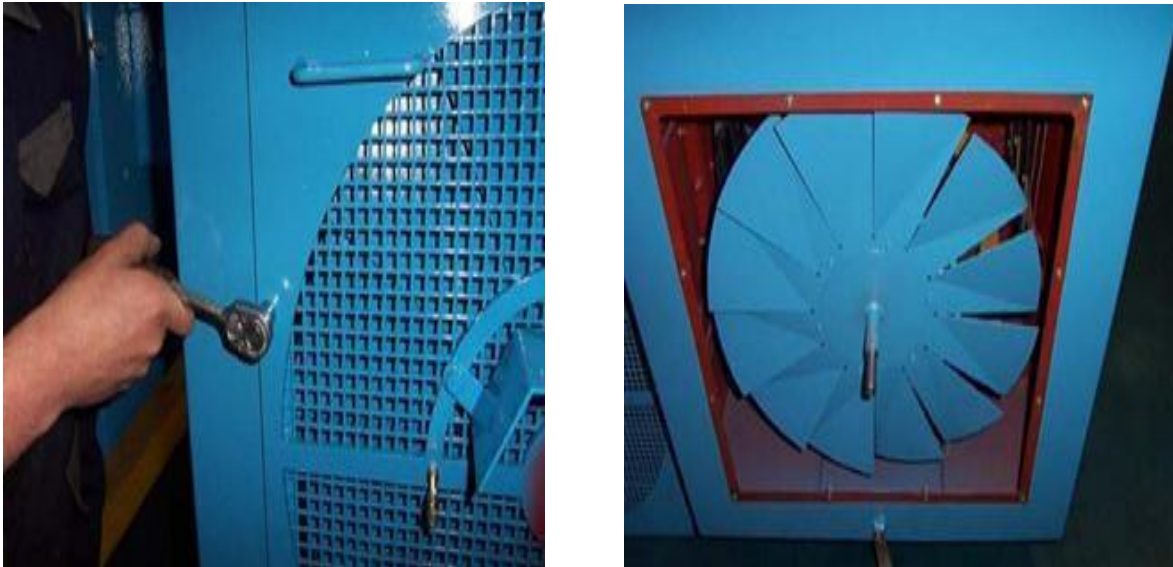


Figura 3.1 Soltar y sacar todos los tornillos de la tapa final cubreanillos



Figura 3.2 Soltar los tornillos hexagonales de unión del ventilador



Figura 3.3 extraer el ventilador para poder acceder al cuerpo de anillos

Aquí están los pasos para volver a montar el cubreanillos:

- Limpiar la superficie donde se coloca la base del reloj comparador antes de montar el cubreanillos.
- Colocar el sensor sobre la superficie del pitón de acoplamiento para comprobar la concentricidad. El error de concentricidad debe ser menor que 0,1 mm.



Figura 3.4 Colocar el ventilador en el eje y atar los tornillos de fijación.

Una vez terminado este procedimiento se puede montar el cubreanillos.

- Introducir los tornillos de fijación del cubreanillos y atarlos con el adecuado par de apriete.
- Instalar el sensor inductivo.
- Instalar el encoder.

Limpieza del cuerpo de anillos

Las superficies deslizantes de los anillos rozantes deben mantenerse lisos y limpios. Los anillos rozantes deben ser inspeccionados y las superficies de aislamiento limpiadas. El desgaste de las escobillas produce polvo de carbón que fácilmente da lugar a puentes de contacto sobre las superficies de aislamiento. Podrían producirse descargas eléctricas entre los anillos rozantes e interrumpir el funcionamiento de la máquina.

La superficie de contacto de los anillos rozantes forma con las escobillas una pátina o capa fina. La pátina es como una superficie coloreada, es un comportamiento normal y es beneficioso para el funcionamiento de la escobilla; por lo tanto, la pátina no hay que considerarla como un fallo en el funcionamiento y no hay que eliminarla.

Es esencial que el cuerpo de anillos se limpie con cuidado y concienzudamente. Para ello:

- Desmontar el encoder.
- Desmontar el sensor inductivo.
- Soltar las tapas de los anillos.
- Limpiar el cuerpo de anillos con un pincel pequeño y entonces aspirar el polvo de escobillas utilizando un aspirador.

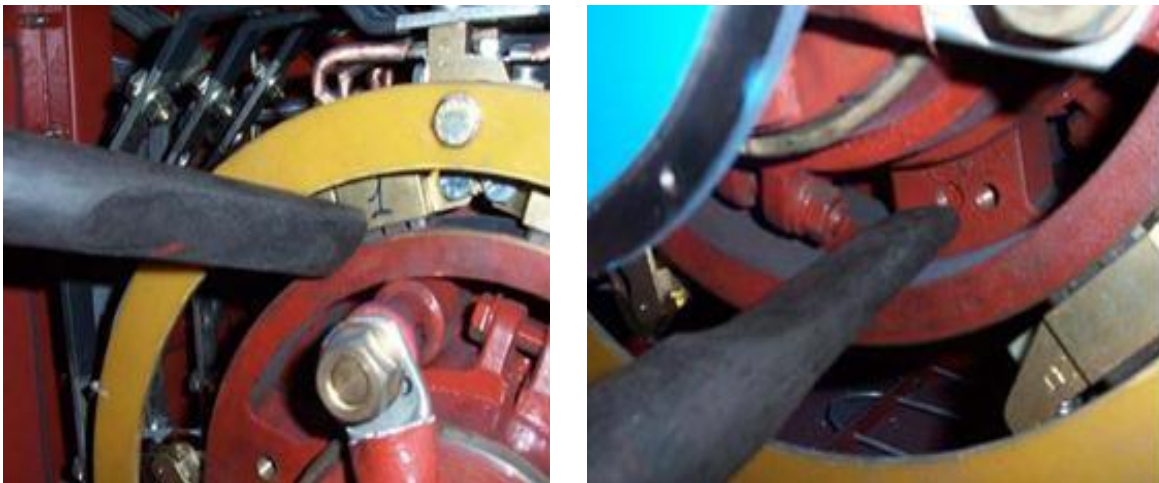


Figura 3.5 Limpieza del cuerpo de anillos



Figura 3.6 Extraer las escobillas de su alojamiento.



Figura 3.7 fijar las escobillas con el mecanismo de presión del portaescobillas

Nota: En el caso de que la altura de alguna de las escobillas sea inferior a 28 mm en su parte central, cambiar el juego entero de escobillas.

- Permitir que se sequen completamente todos los componentes del conjunto de anillos (aproximadamente 5 minutos).
- Recoger con un paño limpio el líquido y suciedad depositados en la parte baja del cuerpo de anillos.

Cambio de escobillas.

Las escobillas se desgastan debido a la fricción con los anillos rozantes. Las escobillas tienen dos marcas en el lateral que representan la alarma y el cambio necesario. Estas marcas

se encuentran a 19mm y 24mm de la parte de arriba de la escobilla. Cuando el desgaste de la escobilla ha llegado a la primera marca se recomienda el cambio de todas las escobillas. Cuando el desgaste de la escobilla llega a la segunda marca el generador se debe parar, es necesario cambiar las escobillas.

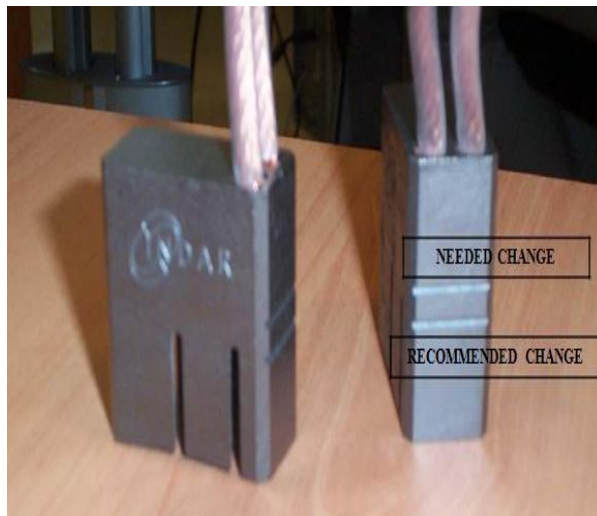


Figura 3.8 Escobillas

Para el procedimiento de cambio de escobillas es necesario soltar las tapas del cubreanillos tal y como se indica en un sección previa. Esto permite acceso libre a toda la unidad de anillosrozantes. Si fuera necesario también es posible soltar el encoder y quitar la tapa final.

Extracción de escobillas

- Desatar el tornillo de fijación de la escobilla.
- Levantar el mecanismo de presión del portaescobillas.
- Sacar la escobilla de su alojamiento en el portaescobillas.
- Repetir esta acción con todas las

escobillas. Instalación de escobillas

- Insertar una nueva escobilla.
- Apretar el tornillo de fijación de la escobilla.
- Colocar la escobilla en su alojamiento.
- Después de montar las dos escobillas en cada portaescobillas, colocar un trozo de papel de lija nº 2 en el anillo con la parte áspera hacia arriba.

- Cerrar los mecanismos de presión del portaescobillas
- Lijar siguiendo la curva del anillo para asegurar un buen asiento de la escobilla en el anillo.
- Repetir este proceso para todos los pares de escobillas de cada portaescobillas.

Desmontaje y mantenimiento del cuerpo de anillos

En el caso de que los anillos rozantes se hayan vuelto ásperos o irregulares, deberán ser desmontados y torneados. La asimetría de todo el diámetro del anillo debe ser menor que 1.0 mm. Si los anillos rozantes están gastados, o muy quemados, se deben montar nuevos anillos.

A continuación, se indican los pasos a seguir para desmontar el cuerpo de anillos.

- Quitar el encoder.
- Sacar las tapas del cubreanillos.
- Sacar el ventilador del acoplamiento del encoder.
- Soltar el acoplamiento del encoder.
- Sacar los terminales de los cables de los tornillos de los anillos rozantes.



Figura 3.9 Introducir un tubo para proteger los cables.

- Soltar todas las escobillas (escobillas de fase y de descarga).
- Retirar el anillo rozante, utilizando para tal fin los 4 agujeros para sujetar los extractores adecuados. Fijar 4 varillas roscadas en los 4 agujeros.



Figura 3.10 Fijar 4 varillas roscadas en los 4 agujeros



Figura 3.11 Retirar el cuerpo de anillo con un gato hidráulico



Figura 3.12 limpiar la superficie del eje para colocar el nuevo cuerpo de anillos.



Figura 3.13 Aplicar en la superficie del eje una fina película de grasa para ayudar en la introducción del cuerpo de anillos.

Para colocar el cuerpo de anillos, hay que seguir los siguientes pasos:

- Calentar la superficie interna del cuerpo de anillos con un soplete hasta conseguir una temperatura de 130°C (comprobar la temperatura con un termómetro). Esta operación hay que llevarla a cabo con máximo cuidado y solamente por personal cualificado para evitar daños en el cuerpo de anillos)
- Introducir el cuerpo de anillos con cuidado.

Para limpiar y reacondicionar el cuerpo de anillos, seguir los siguientes pasos:

- Introducir el cuerpo de anillos en agua jabonosa alcalina durante 10 minutos.
- Limpiar el cuerpo de anillos cuidadosamente con agua caliente a presión.
- Se secará el cuerpo de anillos en un horno a 160°C durante por lo menos 6-8 horas. Durante el proceso de secado se controlará cuidadosamente la temperatura. Es necesario que haya buena ventilación dentro del cuerpo de anillos durante el proceso de secado para asegurar una completa eliminación de la humedad.
- Se torneará la superficie de contacto de los anillos para asegurar que las superficies de los anillos quedan lisas y uniformes.

3.5 Comprobación de rodamientos

Esta operación se realizará con el generador girando. Verificar que la grasa inyectada en el canal de lubricación del rodamiento ha llegado al rodamiento. Usando un detector de vibraciones medir la velocidad de vibración del generador en los tres ejes en los lados LA y LO. Los niveles de vibraciones se indican en el apartado 7.6.2 comprobación del nivel de vibraciones.

Si el rodamiento está en malas condiciones, se oirá un continuo golpeteo metálico. En este caso, se deberá reemplazar el rodamiento. Esta operación debe repetirse una vez cada 6 meses.

Las vibraciones medidas pueden ser causadas por varios factores:

- Rodamientos dañados.
- Alineación del generador.
- Aflojamiento de los puntos de unión del generador.
- Vibraciones transmitidas por el acoplamiento.

Se debe tomar las acciones necesarias para evitar la fuente de estas vibraciones

Reengrase de rodamientos.

Los generadores llevan rodamientos lubricados con grasa consistente. El reengrase de los rodamientos es necesario para asegurar un buen funcionamiento en operación. Esta grasa debe estar exenta de resina y ácidos, no debe solidificarse ni ponerse grumosa. Existen dos boquillas de engrase en LA y LO para conectar la bomba de engrase. Para esta acción el generador debe estar girando. Se deben seguir los siguientes pasos:

- Verificar que la grasa a usar es la adecuada.
- Limpiar las boquillas de engrase.
- Verificar que el canal de lubricación está abierto y lleno de grasa.
- Introducir la cantidad y el tipo de grasa especificada dentro del rodamiento.
- Dejar el generador girando para asegurar que el exceso de grasa se expulsa del rodamiento. La temperatura del rodamiento puede incrementarse temporalmente durante este tiempo. Esta operación debe de repetirse una vez cada 6 meses.

Cambio de rodamientos

En el caso de que los rodamientos necesiten ser cambiados o desmontados se deben realizarlos siguientes pasos:

Rodamiento LA:

- Quitar la escobilla de descarga y el portaescobillas.
- Sacar el casquillo laberinto calentándolo.
- Extraer un tornillo del platillo exterior e insertar una varilla roscada para mantener el montaje.
- Sacar el resto de tornillos y quitar el platillo exterior.
- Soltar la tuerca KM de fijación y quitarla. Extraer la arandela de sujeción MB.
- Calentar el casquillo centrífugo y sacarlo del eje.
- Quitar la arandela retención de grasa.
- Quitar la tapa LA.
- Extraer el rodamiento con un extractor de rodamientos.

Rodamiento LO:

- Quitar el cuerpo de anillos.
- Quitar el casquillo laberinto calentándolo.
- Extraer un tornillo del platillo exterior e insertar una varilla roscada para mantener el montaje.
- Sacar el resto de tornillos y quitar el platillo exterior.
- Calentar el casquillo centrífugo y sacarlo del eje.
- Quitar la arandela retención de grasa.
- Quitar la tapa LO.
- Extraer el rodamiento con un extractor de rodamientos.

Aislamiento de rodamientos.

Se debe medir la resistencia de aislamiento entre el eje y tierra en cada mantenimiento. Si el aislamiento es bajo es indicativo de rodamiento dañado y paso de corriente. Se producirá un fallo de rodamiento si no se cambia el rodamiento.

3.6 Comprobación de encoder

Los pasos a realizar en el encoder y sus tornillos de fijación son los siguientes.

- Comprobar el apriete de los tornillos del brazo de torsión.
- Comprobar el apriete del tornillo que fija el encoder al eje.
- Comprobar visualmente el brazo de fijación.

Procedimiento de montaje y desmontaje del encoder. Aquí se encuentran los pasos necesarios para desmontar el encoder.

- Soltar el enchufe del encoder.



Figura 3.14 Soltar la tuerca del brazo de fijación del encoder.

- Soltar el terminal de tierra del encoder.
- Soltar los cuatro tornillos de la tapa del encoder y retirarla cuidadosamente.



Figura 3.15 Soltar el tornillo Allen que amarra el encoder al eje y retirar el encoder con cuidado.

3.7 Comprobación de la resistencia de aislamiento

Se debe medir la resistencia de aislamiento antes de poner en marcha el generador, después de un largo periodo de parada o cuando haya cualquier pequeño indicio de humedad en el estator y en el rotor. En generadores nuevos la resistencia de aislamiento es muy alta, pero puede decrecer debido a un almacenamiento en malas condiciones, como en un ambiente húmedo. La Resistencia de aislamiento de las bobinas del estator y del rotor se mide con un equipo de medida de aislamiento (Megger) a las siguientes tensiones:

Estator: 5000 V_{dc}

Rotor: 1000 V_{dc}

La resistencia de aislamiento depende fuertemente de la temperatura a la que se ha medido el aislamiento. Se debe tener en cuenta que la resistencia de aislamiento baja a la mitad por cada 10°C de incremento en la temperatura del aire. Aparte de la temperatura la resistencia de aislamiento de un bobinado depende también de la humedad, la suciedad el valor de tensión y el tiempo de medida. Como las distintas medidas a realizar en un generador se realizarán a diferentes temperaturas, es necesario definir una diferencia para poder comparar estos valores de aislamiento. Se estable como referencia los valores de resistencia de aislamiento a 40°C. Si la prueba se realiza a una temperatura diferente el valor medido obtenido se debe corregir a 40°C utilizando la gráfica de variación de resistencia de aislamiento. La correlación entre la resistencia de aislamiento y la temperatura es la siguiente:

$$R_{40} = R \times Kt$$

R₄₀: Resistencia de aislamiento equivalente a 40°C.

Valor de Resistencia de aislamiento a una temperatura específica.

Kt: Coeficiente de corrección.

Para saber el valor de Kt, mirar la gráfica o comprobar la siguiente tabla:

Tabla 3.4

Temperatura devanados

Temperatura Devanados	K_t
20	0,27
30	0,5
40	1
50	2
60	4
70	8
80	16
90	32

Valores mínimos de Resistencia de aislamiento

Los valores de resistencia de aislamiento para bobinados secos deben ser mucho mayores que los valores mínimos dados aquí. Estos valores dependen del tipo de generador, las condiciones ambientales, la edad de la máquina y su uso. Aunque es difícil dar un valor definitivo se mostrarán algunas referencias. Estas referencias para la resistencia de aislamiento se obtienen a 40°C y para medidas realizadas durante 1 minuto o más.

ESTATOR: $R_{40} > 100$

MΩ ROTOR: $R_{40} > 5 \text{ M}\Omega$

Tabla 3.5

Sistema de aislamiento

Valor de resistencia de aislamiento a 40 ° C	Evaluación de aislamiento
5 MΩ o menos	Malo
< 50 MΩ	Peligroso
50...100 MΩ	Normal
100...500 MΩ	Bueno
500...1000 MΩ	Muy bueno
> 1000 MΩ	Excelente

Si el valor de la resistencia de aislamiento no llega al mínimo es necesario definir las causas del bajo aislamiento:

- Humedad: Se debe secar el bobinado.
- Envejecimiento: Una variación fuerte de la resistencia de aislamiento en un intervalo de tiempo moderado es síntoma de un deterioro o ensuciamiento del sistema de aislamiento.

La historia de los valores de resistencia de aislamiento de una máquina dada, realizada bajo condiciones uniformes, será un buen exponente del envejecimiento del aislamiento a lo largo del tiempo.

Índice de Polarización.

Cuando el aislamiento de un bobinado es bajo, es posible tener más información con el índice de polarización. El índice de polarización se obtiene midiendo la resistencia de aislamiento a 1 y a 10 minutos:

$$IP = \frac{R_{10 \text{ min}}}{R_{1 \text{ min}}}$$

Se supone que esta prueba es independiente de la temperatura ambiente cuando la temperatura ambiente está por debajo de 40°C, por tanto es una manera de saber la razón del descenso de la resistencia de aislamiento. El valor mínimo de IP para bobinados es más de 2.

PI > 2 (por debajo de este valor el aislamiento puede considerarse débil)

AVISO: Si la resistencia de aislamiento es alta (>100MΩ), el índice de polarización no muestra un dato significativo y puede llevar a conclusiones erróneas.

Prueba de resistencia de
aislamiento. Estator (Fase –
Tierra)

- Como el estator tiene la conexión en estrella dentro, solo es posible medir el valor fase tierra.
- Conectar uno de los terminales del Megger a un terminal del estator y el otro a tierra y medir la resistencia de aislamiento.
- Aplicar 5000 V_{dc} durante 1 minuto y medir la resistencia de aislamiento.

Rotor (Fase – Tierra)

- Como el estator tiene la conexión en estrella dentro, solo es posible medir el valor fase tierra.

- Conectar uno de los terminales del Megger a un terminal del estator y el otro a tierra y medir la resistencia de aislamiento.
- Aplicar 1000 V_{dc} durante 1 minuto y medir la resistencia de aislamiento.

AVISO: Se deben descargar inmediatamente las bobinas después de la medida para evitar el riesgo de descarga eléctrica. Los equipos Megger modernos suelen tener un proceso de descarga automático.

3.8 Montaje y desmontaje del cuerpo de anillo en el generador

Preparación de la máquina

- Avisar a telemando del comienzo de la tarea.
- Poner la máquina en estado PAUSA y esperar a que las palas vayan a 80°.
- Pulsar la seta y soltarla antes de 6 segundos para pasar a estado de EMERGENCIA, y rearmarla.
- Poner la máquina en estado MANUAL para poder trabajar con ella.
- Activar el modo MANTENIMIENTO para que no lleguen al telemando las alarmas provocadas por la manipulación de la máquina en manual.
- Tirar la protección Q5 del rotor.

A continuación, colocar la Tierras portátiles. Para ello, seguir las siguientes Instrucciones pertenecientes al Manual de Operación y Mantenimiento de la máquina:

IU0047 si se trata de una celda

Ormazábal. IU0048 si se trata de una

celda Ibérica.

Bloqueo de rotor

Bloquear el rotor colocando la T en el disco de freno. Para realizar esta operación seguir la Instrucción IMTO0029 perteneciente al Manual de Operación y Mantenimiento de la máquina.

Desmontaje del encoder



Figura 3.16 Mediante una llave allen de 3 mm quitar los cuatro tornillos de la tapa del encóder



Figura 3.17 con una llave Allen soltar el tornillo del acoplamiento cónico



Figura 3.18 Anti giro del encade

Extracción del cuerpo de anillos



Figura 3.19 quitar con la carraca de ¼ los tornillos de la tapa trasera y apartar la tapa



Figura 3.20 Desmontar el ventilador con la carraca de ¼



Figura 3.21 Soltar con la llave fija las tuercas que amarran los cables del rotor al cuerpo de anillos



Figura 3.22 Una vez sueltos los cables de potencia quitar con llave de 13 la pieza que hace de soporte del ventilador



Figura 3.23 unir los tres cables con bridas

A continuación, se explica cómo quitar las carcasas del cuerpo de anillos y la que lleva las resistencias calefactoras.



Figura 3.24 Quitar la carcasa del cuerpo de anillos



Figura 3.25 Desmontar la carcasa en la que van las resistencias calefactoras



Figura 3.26 Para no tener que desconectarlas hay que ganarle longitud a los cables soltándolos de las bridas

Sacar las escobillas y dejarlas pilladas con los porta escobillas (sin que toquen el cuerpo deanillos) para que no se queden colgando y puedan estorbar al extraer el cuerpo de anillos.



Figura 3.27 Colocar el útil de extracción del cuerpo de anillos

Montaje del cuerpo de anillos

Es muy importante antes de colocar de nuevo el cuerpo de anillos limpiar perfectamente el eje con papel y disolvente. Si notamos con el dedo alguna imperfección le pasaremos un papel de lija de grano fino.

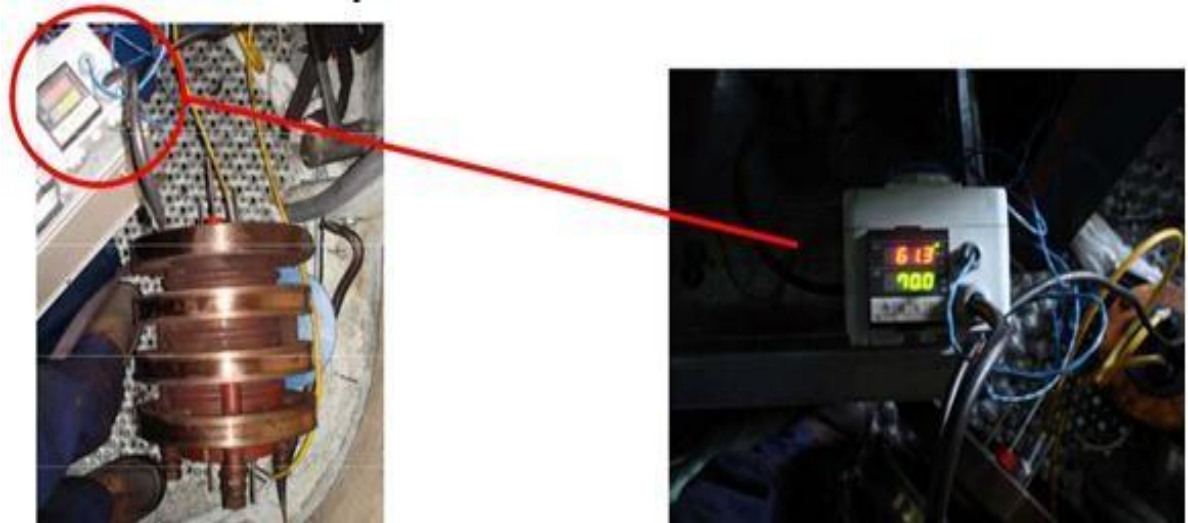


Figura 3.28 Para poder introducir el cuerpo de anillos en el eje es necesario calentarlo mediante dos resistencias y el display con el que se controla la temperatura.

Cuando el display emita un pitido se habrá alcanzado la temperatura fijada. En este momento, coger el cuerpo de anillos con guantes de aislamiento térmico y llevarlo a su posición. Mantener la presión hasta que desaparezca el efecto de la dilatación y el cuerpo de anillos quede agarrado al eje.

Volver a montar las carcasas.

- Quitar la brida a los cables de potencia y colocar la pieza que hace de soporte del ventilador y de eje para el encóder.
- Conectar los cables de potencia a las bornas del cuerpo de anillos tal y como estaban. Aplicarles un par de 60 Nm.
- Colocar el ventilador y a continuación la tapa trasera del cuerpo de

anillos. Montaje del encoder

- Colocar el encoder en el eje y apretar la tuerca del antigiro.

- Apretar con llave allen de 4 mm el acoplamiento cónico y colocar la tapa del encóderapretando los cuatro tornillos con llave allen de 3mm.
- Colocar el útil de extracción del cuerpo de anillos (foto 13) y por medio del gato hidráulico sacarlo y bajarlo al suelo.

Herramientas

- Destornilladores.
- Juego de llaves allen.
- Llaves fijas o combinadas de 10, 13, 17,19 y 30 mm.
- Carraca de ¼”.
- Vasos de 10 y 13 mm para carraca de ¼”.
- Carraca de ½”.
- Llaves dinamométricas
- Aspiradora.
- Bomba hidráulica.
- Gato de 30 Tn.
- Varillas y tuercas M12.

3.9 Procedimiento de manipulación, carga y descarga

El proceso de carga y descarga del cajón refrigerador y del generador debe ser realizado sólo por personal cualificado en posesión de los permisos pertinentes. Se deben tomar las precauciones adecuadas durante la realización de estos trabajos. El peso de la máquina se indica en la placa de características generales.

El generador se suministra amarrado a unas bases de madera como apoyos para su transporte. El cajón refrigerador va montado sobre el generador. El pallet se suministra con las protecciones adecuadas.

Se deberá de utilizar los dispositivos de elevación adecuados y en caso de necesidad, se deberá usar una plataforma para proteger el generador y el cajón refrigerador. La máquina nunca debe ser levantada por una carretilla elevadora desde la parte de abajo o los pies de la máquina.

Manipulación del cajón refrigerador.

Para levantar el cajón refrigerador se deben utilizar los 4 cáncamos superiores, teniendo en cuenta el peso indicado y la capacidad del dispositivo de elevación. Ver estos elementos en el plano de manipulación y transporte, que sólo deben utilizarse para manipular única y exclusivamente el cajón refrigerador y no todo el generador. Los cáncamos existentes en las tapas, cajas, etc. sirven única y exclusivamente para el manejo de dichos componentes; nunca deben de usarse estos elementos para levantar el generador.

Manipulación del generador.

Para poder manipular el generador y colocarlo en su lugar de trabajo, se deberán soltar los tornillos de amarre usados para unir el generador al pallet de transporte. Para levantar el generador se deben de utilizar los 4 cáncamos inferiores, teniendo en cuenta el peso indicado y la capacidad del dispositivo de elevación. Ver estos elementos en el plano de manipulación y transporte. En caso necesario, se deberá usar una plataforma para evitar daños al generador.

Cuando se manipule se debe observar el peso indicado. Se debe manipular con cuidado evitando sacudidas (movimientos violentos). Hay que tener cuidado también cuando se coloque en el suelo para evitar cualquier daño a los rodamientos del generador.

Los cáncamos existentes en las tapas, cajas, etc., sirven única y exclusivamente para el manejo de dichos componentes. Nunca debe de usarse el eje para levantar el generador por medio de cables, eslingas, etc.

3.10 Instalación

3.10.1 Consideraciones de utilización

El generador está diseñado para trabajar en un rango de temperatura ambiente de -20°C a 50°C. El local donde va a ser instalado el generador debe tener unas condiciones ambientales mínimas adecuadas al grado de protección del generador. Debe asegurarse que dicho lugar tenga una adecuada circulación del aire para la refrigeración del generador. Este aire de refrigeración ha de estar exento de polvo, de aceite y de gases agresivos en particular amoniaco, azufre, cloro y silicona.

La altura máxima sin corrección de potencia es de 1000 m sobre el nivel del mar con la misma temperatura ambiente.

Tabla 3.6

Factores correctores de potencia en función de la altitud.

T (°C)▼/A (m)►	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
50 °C	100%	100%	100%	96%	92%	88%	84%
45 °C	100%	100%	100%	100%	96%	92%	88%
40 °C	100%	100%	100%	100%	100%	96%	92%
35 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%
30 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
25 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
20 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
15 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
5 °C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Se puede mantener la potencia de generación si la máxima temperatura ambiente se reduce a ciertas altitudes tal y como se indica en la tabla y en la gráfica.

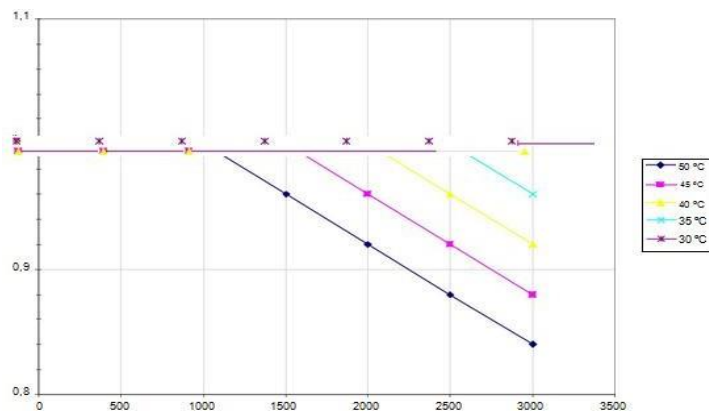


Figura 3.29 Grafica de altitud

3.10.2 Instalaciones mecánicas

Se puede mantener la potencia de generación si la máxima temperatura ambiente se reduce a ciertas altitudes tal y como se indica en la tabla y en la gráfica

a) Consideraciones previas

Antes de instalar el generador, quitar la película anticorrosiva del extremo del eje, si fuera necesario, utilizando un paño limpio. En ninguna circunstancia deberá quitarse dicha película con un material abrasivo o duro como papel de lija, rasqueta, etc. Antes de levantar la máquina sobre la cimentación comprobar que la cimentación es fuerte, rígida, plana, libre de vibraciones externas y limpia. La cimentación y los tornillos de montaje deben ser dimensionados para soportar bruscos pares mecánicos que ocurren cada vez que se arrancan o en un cortocircuito.

b) Alineación

La alineación entre el eje del generador y el eje de la multiplicadora será la adecuada dentro de los límites marcados por el elemento de unión, evitando vibraciones y esfuerzos no deseados que puedan repercutir negativamente en la vida de los rodamientos. Para asegurar una larga y adecuada vida se deben minimizar las desviaciones radial, axial y angular entre los dos ejes.

c) Fijación

Una vez realizada la alineación, se fijará el generador a la base, utilizando las herramientas adecuadas. La medida final de alineación debe ser guardada para futuras referencias.

d) Protección del eje

El eje debe quedar protegido para evitar un posible atrapamiento del personal durante el giro del generador.

3.10.3 Instalaciones eléctricas

A continuación, se describen los pasos a seguir para realizar la conexión eléctrica del aerogenerador con la red y con el equipo de control.

Consideraciones previas.

El generador se debe conectar a una línea de corriente alterna trifásica de la misma tensión y frecuencia que la indicada en la placa de características (ver anexos). La conexión debe respetar el orden de las fases independiente del sentido de giro. El generador se ha diseñado para trabajar en la conexión definida en la placa de características generales. Las variaciones de tensión y frecuencia deben mantenerse dentro de los límites especificados según

especificaciones generales en los anexos. Se debe comprobar que no exista un desequilibrio entre las tensiones de las tres fases mediante el control de la corriente absorbida en cada fase, ya que esto podría dañar el generador. Es imprescindible proteger el generador contra cortocircuitos y contra cualquier sobretensión o bruscas sobrecargas. Se deben tomar las precauciones adecuadas para evitar esto.

Conexión del estator.

La caja de conexión del estator debe estar libre de cualquier suciedad, polvo o humedad.

- Se conectará el estator a la red a través de 3 cables (ver plano de la caja de conexión de potencia).
- Cada terminal del aerogenerador (U1, V1 y W1) se conectará utilizando cables adecuados a la máxima corriente en carga. Cada cable se conectará en el armario con el terminal correspondiente.
- La fijación se realizará por medio de tornillos hexagonales con el par de apriete adecuado por terminal (ver plano de pares de apriete).

Es imprescindible proteger el generador contra cortocircuitos y contra cualquier sobretensión o bruscas sobrecargas. Se deben tomar las precauciones adecuadas para evitar esto.

Conexión del rotor.

La caja de conexión del rotor debe estar libre de cualquier suciedad, polvo o humedad.

- El rotor se conecta a la red a través de 6 cables monofásicos, 2 cables por fase (ver plano de la caja de conexiones del rotor).
- Cada terminal del aerogenerador (K, L, M) se conectará utilizando cables adecuados a la máxima corriente en carga. Cada cable se conectará en el armario con el terminal correspondiente.

La fijación se realizará por medio de tornillos hexagonales con el par de apriete adecuado por terminal (ver plano de pares de apriete).

Conexión de equipos auxiliares.

La caja de conexión del rotor debe estar libre de cualquier suciedad, polvo o humedad.

- Se eliminará el aislamiento terminal de los cables.

- El cable ya pelado se introducirá en el terminal correspondiente.
- Se fijará al regletero atornillando con un destornillador.
- Para más información véase el plano de la caja de conexiones auxiliares y el diagrama de conexiones auxiliares en los anexos.

Conexión de electroventiladores.

El generador está equipado con motores trifásicos asíncronos para el circuito exterior. Este motor tiene una caja de conexión en el marco del ventilador. El tipo de conexión, la tensión y la frecuencia se indican en el diagrama de conexiones auxiliares. El sentido de giro se indica con una flecha en el marco del ventilador.

Conexión a tierra.

Todas las cajas de conexiones y tapas están conectadas a la carcasa a través de trenzas de tierra.

- La puesta a tierra del generador se efectuará conectando la masa del generador a la red de tierras. El cable de tierra se conectará a la carcasa mediante un tornillo de un material no corrosivo. Existe un punto de tierra en cada pata de la máquina.
- Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre cuya sección mínima nunca será inferior al 50% de la sección nominal del cableado de la línea o fase.
- Para asegurar una buena puesta a tierra del generador, comprobar que las superficies de contacto entre la línea de tierra y la carcasa del generador están limpias y hacen buen contacto eléctrico. La puesta a tierra debe realizarse de acuerdo a las regulaciones locales antes de que se conecte al generador a la tensión de alimentación.

Para más información véase el plano de dimensiones generales.

Acoplamiento.

El extremo LA del eje del generador está acoplado a la multiplicadora con un elemento de unión que transmite el par con el extremo de eje. Debido a las corrientes inducidas que pueden aparecer en el eje se recomienda el uso de un acoplamiento aislado para evitar que la corriente pase del generador a la multiplicadora o cualquier daño eléctrico del eje principal al generador.

CAPÍTULO IV

ACTUALIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD [3]

4.1 Parada de máquina y corte de control remoto

La parada del aerogenerador se efectuará desde la pantalla del armario ground seleccionando primero el estado “pausa” y cuando la velocidad de giro sea próxima a 0 rpm seleccionar “stop”.

Para evitar que se pueda actuar sobre el aerogenerador a través del control remoto y de esta forma poner en peligro a los técnicos encargados del mantenimiento local, además de avisar a telemando de los inicios de los trabajos en la maquina será obligatorio pasar el PLC de modo “normal” a modo “manual” manteniéndolo en este modo desde la entrada en el aerogenerador hasta la finalización de los trabajos. La aplicación de cualquier seta de emergencia también anula el control remoto de la turbina.



Figura 4.1 Pantalla en el armario ground

4.2 Bloqueo y retención de la puerta

El mecanismo para la inmovilización de la puerta en posición abierta en aerogeneradores AW1500 con torre metálica es manual. Consiste en un soporte rígido atornillado en el último peldaño de la escalera de acceso al aerogenerador con un elemento giratorio en el que se

retiene la parte inferior de la puerta en posición abierta (Figura 4.2) El máximo radio de la puerta abierta es máximo de 90°.



Figura 4.2 Sistema de retención de la puerta en aegs, AW1500 con torre metálica

Las torres de hormigón están provistas de una puerta de aluminio a nivel del suelo con manilla y cerradura convencionales. Donde dispongan de sistema de retención deberá ser utilizado (Figura 4.3)



Figura 4.3 Detalle de la puerta en una torre de hormigón. No en todos los casos disponen de sistemas de retención

4.3 Línea de vida y antiácidas

Tabla 4.1 Línea de vida

LÍNEA DE VIDA	ANTICAIDAS	Nº MAXIMO DE USUARIOS
ANTEC	CABMAX(ANTEC)	1

Antes de usar la línea de vida comprobar que se encuentra revisada y que no se ha superado el período de vigencia de la revisión. Cualquier anomalía detectada en la línea comunicarla al jefe de parque (deficiente estado de conservación revisión caducada, sirga sin tensión, etc.).



Figura 4.4 Registro de revisión de la LV.



Figura 4.5 Anticaidas Cabmax

4.4 Acceso a cimentación

Antes de acceder a la cimentación interior de la torre se deberá desenergizar el circuito de AT del aerogenerador. En función de la configuración del parque la desenergización se realiza desde la celda del aerogenerador anterior desde su línea o desde la subestación.

Si por motivos del trabajo a ejecutar fuera necesario retirar alguna plataforma de tramex señalar tal situación en el exterior de la torre. Una vez finalizado el trabajo reponer los tramex retirados inmediatamente, nunca abandonar un aerogenerador con tramos de tramex retirados.

En torres de hormigón no hay cimentación interior como tal (ver figuras 4.6 y 4.7).



Figura 4.6 Detalle de la plataforma de tramex que cubre la cimentación en torres metálicas

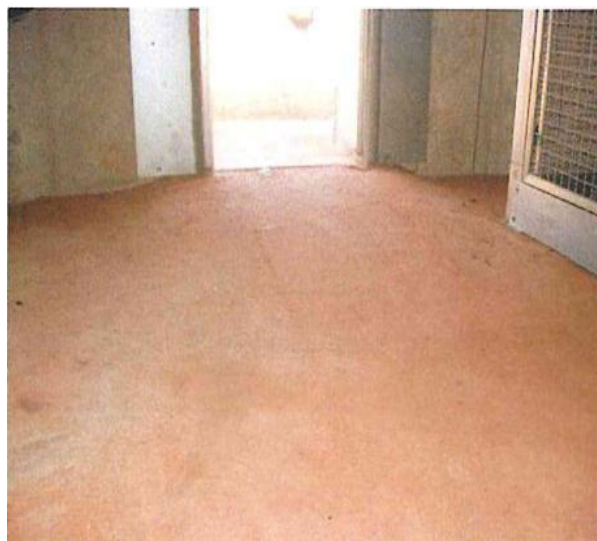


Figura 4.7 Detalle de la plataforma 0 de un aerogenerador con torre de hormigón

4.5 Acceso y descenso de la torre

Todos los aerogeneradores de la torre AW1500, incluidos los de la torre de hormigón, están provistos de elevador del tipo plataforma elevadora sobre mástil con sistema de tracción por piñón-cremallera. La propia escalera de servicio de la torre hace las veces de mástil guía del elevador.

La escalera está situada en el lado de la torre opuesto a la puerta y transcurre pegada a la pared. Este hecho junto a la cremallera situada en el lado exterior del larguero izquierdo hacen bastante incomodo el uso de las escaleras. Es por ello por lo que, siempre que el elevador se encuentre apto para el servicio (sin averías y al día en los mantenimientos) y se haya recibido formación específica para su uso, será el medio preferente de acceso al nacelle.

Como comparten recorrido a lo largo de la torre resulta obvio que estará prohibido el uso simultáneo del elevador y de la escalera; o un medio de acceso o el otro pero nunca los dos a la vez. En general, el uso de las escaleras estará reservado a evacuaciones de emergencia de la cabina y a averías del elevador.

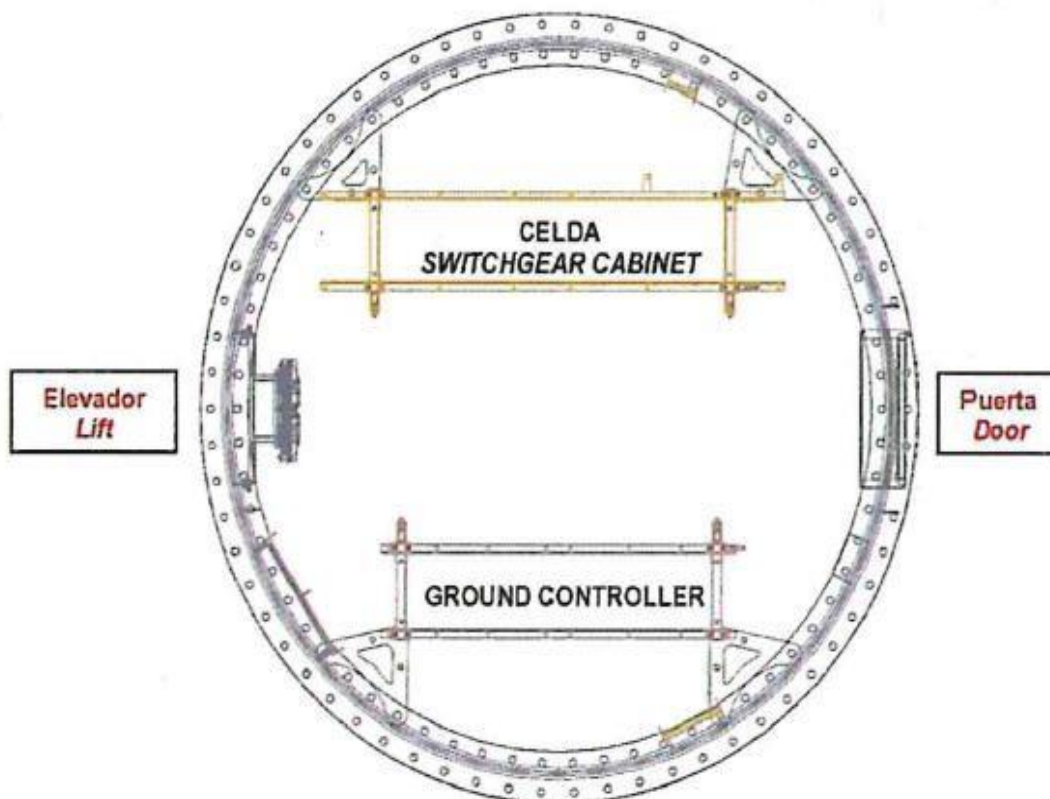


Figura 4.8 Distribución en la planta 0 (aegs. AW1500 con torre metálica). El trafa de servicio auxiliar se encuentran en la primera plataforma (aprox. A 5 m del suelo)



Figura 4.9 Distribución en planta cero de aerogenerador con torre de hormigón

Durante los desplazamientos por la escalera será obligatorio permanecer asegurado en todo momento a la línea de vida mediante dispositivos anticaídas deslizantes. En el caso de que la línea de vida no sea utilizada, de manera excepcional podrá realizarse desplazamiento por la escalera empleando doble cabo de anclaje con absorbedor de energía teniendo siempre un punto de anclaje por encima del nivel de la cabeza del operatorio. Tanto los peldaños como los largueros podrán usarse como puntos de anclaje.

La escalera dispone de descansillos escamoteables en todo su recorrido. Dichos descansillos están dotados de un pasador de seguridad que impide su despliegue involuntario así como de un dispositivo de retorno automático a su posición original. Es fundamental comprobar que el descansillo se recoge al abandonarlo así como reponer el pasador de seguridad para evitar incidentes como el elevador (ver figuras 4.10 y 4.11)

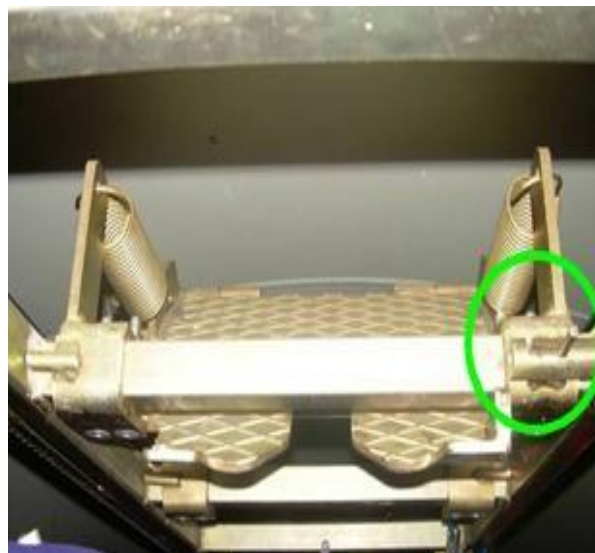


Figura 4.10 Descansillo recorrido.



Figura 4.11 Descansillo abatido

4.5.1 Estancia de la plataforma de la torre

Las plataformas intermedias de la torre están dimensionadas para soportar una carga máxima de 500 kg o 6 personas. El hueco de la escalera/elevador se encuentra protegido mediante una barandilla por lo tanto, en condiciones normales (con los pies apoyados en la plataforma y con la protección en buen estado) no será obligatorio el uso de elementos de protección individual contra las caídas de altura (ver figura 4.12).

En torres de hormigón no existe plataforma intermedia como tales sino pasillos a modo de coronas circulares en las zonas de las uniones. También disponen de barandillas perimetral por lo que con estas en buen estado de conservación y bien montadas tampoco será obligatorio usar equipo de protección individual contra las caídas. Se prohíbe en este caso trepar sobre las barandillas sin estar asegurado (ver figura 4.13)



Figura 4.12 Detalle del hueco del elevador en una plataforma intermedia de una torre metálica



Figura 4.13 Detalles de una de las pasarelas intermedias de una torre de hormigón

4.5.2 Tránsito a la corona y viceversa

Debido a los trabajos de postensado en las torres de hormigón se ha tenido que modificarsensiblemente la plataforma de la corona en este tipo de torres (figuras 4.14 y 4 .15)



Figura 4.14 Detalle de la plataforma de la corona en una torre metálica



Figura 4.15 Detalle de la plataforma de la corona en una torre de hormigón

Normalmente, el tránsito a la corona se realizará desde el elevador, pero si no se usa este último, el acceso a la nacelle se hará directamente desde la escalera. El paso del elevador a la nacelle se realizará permaneciendo asegurado en todo momento contra las caídas de altura hasta haber cerrado la trampilla de la plataforma de la corona. La manera de proceder será la siguiente:

1. Llevar la cabina hasta el final del recorrido superior (la barandilla del elevador quedará casi haciendo tope con la plataforma de la corona) (figura 4.16)
2. Abrir la trampilla del elevador.
3. Subir por la escalera de la cabina y situarse sobre el techo de la cabina.
4. Abrir la trampilla de la plataforma de la corona (figura 4.17).
5. Asegurarse con un clavo de anclaje a unos de los aros de protección del cableado de potencia en la plataforma de la corona. En las torres de hormigón potenciadas habrá un punto de anclaje alternativo ya que la colocación de los cables para las tensiones de la torre ha obligado a retirar los aros indicados (figura 4.18)
6. Cerrar la trampilla del elevador.
7. Subir a la plataforma de la corona

8. Cerrar la trampilla de la plataforma. Solo a partir de este momento podrá soltarse el cabo de anclaje (Figura 4.19)



Figura 4.16 Elevador guían en el final superior del recorrido. Los elevadores de la marca Onís disponen de una barandilla similar



Figura 4.17 Tencico abandonando la cabina de un elevador goian



Figura 4.18 punto de anclaje alternativo en la corona en torres de hormigon



Figura 4.19 Al subir solo se podrá soltar el cabo de anclaje una vez cerrada la trampilla de la plataforma.

¡ATENCIÓN!

Una vez cerrada la trampilla superior de la cabina y si se ha cambiado la posición del selector interior de la botonera de la cabina al “exterior” el control del elevador pasa de estar disponible de la botonera exteriores, incluido el armario del ground .

Para que por ello no se genere ningún accidente mientras se abandona la cabina si alguien está esperando para subir, coordinarse con el personal de ground quedando en el que el

elevador se enviará desde la tercera botonera (plataforma de la corona) una vez que todos los ocupantes haya abandonado la cabina y se encuentren seguros sobre la plataforma de la corona.

Para mayor seguridad, pulsar la seta de emergencia de la botonera superior antes de cerrarla trampilla de la cabina y no reponerla hasta encontrarse a salvo sobre la plataforma de la corona (ver figuras 4.20 y 4.21).



Figura 4.20 Armario de control del elevador situado en la plataforma del ground



Figura 4.21 Cuadro de control del elevador en la plataforma de la corona.

El acceso a la nacelle desde la escalera se realizará de la siguiente forma:

1. Llegar al final de la escalera asegurados a la línea de vida(o con doble cabo de anclajes si es el caso).
2. Abrir la trampilla de la plataforma.
3. Asegurarse con un cabo de anclaje a unos de los aros de protección del cableado de potencia de la plataforma de la corona.
4. Soltar el anticaídas retirándolo de la línea de vida.
5. Subir a la plataforma de la corona.
6. Cerrar la trampilla de la plataforma. Solo a partir de ese momento podrá soltarse el cabo de anclaje.

La nacelle se abandonará de manera inversa a la descrita. Extremar las precauciones para que no se produzcan atrapamientos en las torres de hormigón postensadas. En principio con el sistema de antiatrapamiento diseñado por acciona windpower el factor riesgo está controlado porque el sistema de orientación se detiene cada vez que se abre cualquiera de las trampillas de acceso a la corona (la de la nacelle o la de la escalera), no obstante se recuerda la resistencia de dicho riesgo.

De la plataforma de la corona a la nacelle se accederá a través de las escaleras previstas para dicho desplazamiento (figura 4.22). Dado que se trata de una zona muy sensible a las fugas de aceites y derrames de grasa, es fundamental, además de la precaución en el tránsito, la limpieza de las superficies para evitar resbalones. La presencia de banda antideslizante en el peldaño del bastidor no es suficiente para prevenir las caídas.



Figura 4.22 Detalles de la escalera de acceso a la nacelle desde la plataforma de la corona. En las torres de hormigón postensadas se ha sustituido la primera escalera fija por otra amovible.

4.6 Estancia en la nacelle

4.6.1 Caídas de altura

Una vez en la nacelle, existe riesgos de caída de altura en tres zonas: Trampilla de acceso a la plataforma de la corona, puerta del polipasto y desplazamientos sobre la envolvente de la fibra. En cuanto a la trampilla de acceso a la nacelle esta se mantendrá cerrada siempre que nose esté utilizando (figura 4.23 y 4.24)



Figura 4.23 La trampilla de acceso a la nacelle está situada justo en el lateral derecho del caballete



Figura 4.24 No abandonar la trampilla de la nacelle en posición abierta después de haberla utilizado.

En las mediciones de la puerta trasera con ella abierta (o puerta del polipasto) será obligatorio permanecer asegurados contra las caídas de altura incluso aunque estén colocadas las “barras de seguridad”. El motivo es que dichas barras no están certificadas como protección colectiva contra las caídas de altura. Cualquiera que vaya a abrir dicha puerta se asegurará, antes con un cabo de anclaje con absorbedor a la orejeta del generador.

Las barras solo se retirarán para introducir o descargar las cargas de polipasto, el resto del tiempo permanecerán puestas y aseguradas con los pasadores (figura 4.25). La puerta, cuando esté cerrada, también se mantendrá asegurada con el pasador de seguridad.



Figura 4.25 Puerta trasera cerrada y con la barra de seguridad colocadas

Antes de posicionarse con la envolvente de fibra realizar una inspección visual de la misma descartando el acceso si se detectaran grietas o daños que hicieran dudar de su resistencia. Será obligatorio asegurarse contra las caídas de altura siempre que se sitúen sobre la fibra dos o más personas o una persona más 100 kg de carga.



Figura 4.26 Detalle de la envolvente de fibra situada debajo del generador

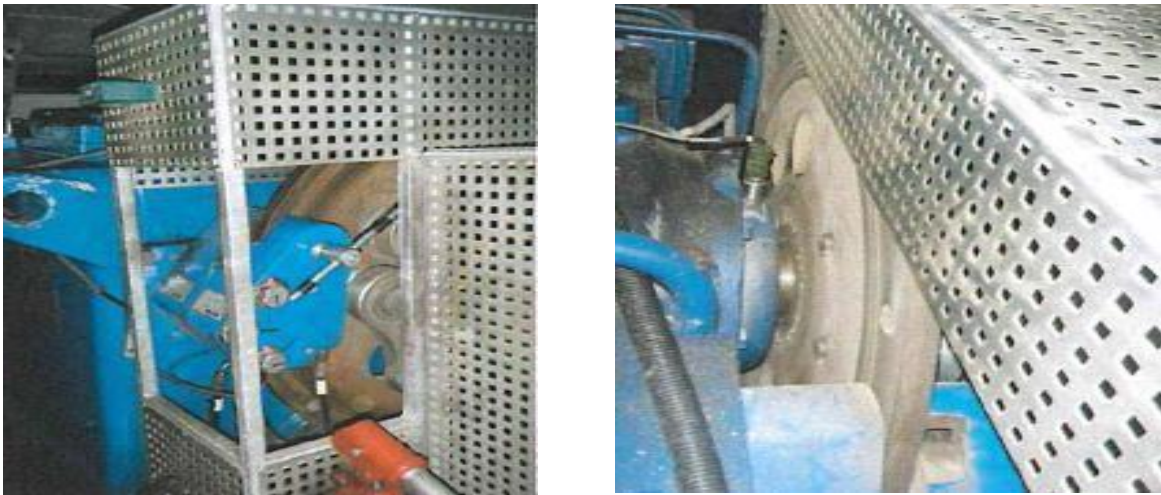
4.6.2 Atrapamientos en el eje de transmisión

No se retirará ningún elemento de protección del tren de potencia sin tener bloqueado mecánicamente el rotor (escotilla de acceso al buje incluida) salvo en aquellas operaciones excepcionalmente autorizadas por no poder hacerse de otra forma (inspección de multiplicadora, alineado del generador, etc.). Antes de desbloquear asegurarse de que se han repuesto todas las protecciones retiradas.

¡ATENCIÓN!

En los resguardos metálicos la protección del disco de freno no condena completamente el acceso al disco por lo que se debe extremar las precauciones para evitar atrapamiento a pesar de tener colocada la protección (ver figuras 4.27 y 4.28)

¡Está prohibido introducir la mano sin el eje bloqueado, salvo en la maniobra del bloqueo!



Figuras 4.27 Detalle de la proteccion metalica del disco de freno sin retrofitar



Figura 4.28 Protección metálica retrofitada para controlar la accesibilidad del disco

4.6.3 Paradas de emergencia

El aerogenerador aw 1500 dispone de cinco pulsadores de emergencia:

- El armario ground
- En el armario top
- En la corona de giro
- Sobre el caballete o eje principal
- En el grupo hidráulico

En máquinas con “top apaisado” se mantiene la seta del top pero la distribución del resto de paradas de emergencia de la nacelle puede haber sufrido modificaciones. Confirmar la ubicación definitiva en cada caso.



Figura 4.29 setas en la nacelle (top vertical)



Figura 4.30 seta en la plataforma de la corona.



Figura 4.31 parada de emergencia en el armario ground

Cuando se activa una seta de emergencia las palas pasaran a posición de bandera y se activara el freno. Recordar que actuando sobre un pulsador de emergencia no se elimina la presión en el sistema hidráulico ni se desenergiza el aerogenerador. La aplicación del freno tras la activación de una seta de emergencia tiene un retardo de 10 segundos.

4.7 Uso del polipasto

Carga máxima de utilización del polipasto: 250 kg.

El operario que maneje el polipasto siempre deberá estar anclado a un punto fijo en el interior de la nacelle (por ejemplo la orejeta del generador) ver figura 4.32. Atención especial cuando se está subiendo el polipasto para que la cadena no se quede atascada en el tubo: hay que asegurarse de tener bien centrado el tubo flexible con el agujero de la plataforma para que la cadena se valla recogiendo correctamente en el contenedor (figura 4.33).



Figura 4.32 Operario utilizando polipasto asegurados contra las caídas de altura



Figura 4.33 Zona de atasco de la cadena cuando se está recogiendo el polipasto si el tubo no está bien centrado.

4.8 Bloqueo mecánico del rotor

Velocidad máxima de viento para bloqueo de rotor: 15 m/s

Para acceder al interior del buje y actuar sobre los elementos giratorios del tren de potencia será obligatorio bloquear mecánicamente el rotor. El sistema de freno hidráulico del que dispone la turbina en el eje rápido no es suficiente protección para dichas actuaciones.

Las turbinas aw 1500 disponen de dos sistemas de bloqueo mecánico del rotor: uno en eje de altas revoluciones y otro en el eje lento. El uso del bloqueo en el eje lento solo es posible con las tres palas de banderas. En el otro caso, bloqueo en el eje rápido, para que el bulón resista en las condiciones de vientos establecidas al menos dos de las tres palas deben permanecer en bandera.

4.8.1 Eje rápido

El procedimiento del bloqueo es el siguiente:

1. Con la bomba hidráulica manual (figura 8.1) se ira frenando el disco hasta tener uno de los agujeros alineados con el bulón de bloqueo. Repetir la operación tantas veces como sea necesario. El disco dispone de 6 posiciones de bloqueos (situados a intervalos angulares regulares de 60°).

2. Posteriormente, roscar el bulón en la pinza de freno asegurándose de que atraviesa el disco y llega al final del recorrido de la pinza (figura 4.34).
3. Para desbloquear ir desbloqueado el bulón aprovechando el momento en los que el disco de freno no carga sobre el bulón.



Figura 4.34 Bomba hidráulica de bloqueo



Figura 4.35 Bulón de bloqueo roscado en la pinza

- Para la T de bloqueo soporte los esfuerzos para los que esta dimensionada (Viento < 15 m/s como mínimo siempre habrá dos palas en posición de bandera).
- Extremar las precauciones metálicas, el disco de freno es totalmente accesible desde la ventana de bloqueo. Solo meter la mano en el recinto para introducir el bulón, nunca para hacer girar el disco con la mano.
- Dependiendo de la versión del resguardo metálico, puede haber acceso al disco también por la parte trasera, atención para evitar atrapamientos.
- El bulón del bloqueo se sujeta por la T no por la punta.
- Al desbloquear, una vez que el bulón pierde contacto con el disco, frenar hidráulicamente el disco de freno y terminar de desenroscar el bulón.
- Nunca se abandonará el aerogenerador con el rotor bloqueado sin presencia de personal.

En las nuevas versiones del resguardo de protección del disco de freno fabricado en fibra, el sistema de bloqueo sigue siendo el mismo pero los órganos móviles se encuentran mejor protegidos (hay menos riesgos de atrapamiento).



Figura 4.36 Primera version del resguardo de fibra: El bulon del bloqueo se introduce a través de una ventana abatible por lo que el disco de freno continua siendo accesible en la maniobra del bloqueo.



Figura 4.37 Última versión de resguardo de fibra: La ventana de bloqueo es fija y el bulón es más largo. No hay riesgo de atrapamiento ni siquiera en la operación de bloqueo porque no es posible introducir la mano.

4.8.2 Eje lento

Para bloquear desde el lado de bajas revoluciones frenar el rotor cuando los agujeros del eje lento queden enfrentados con los bulones del bloqueo. Posteriormente con la ayuda de una llave fija o de una llave inglesa, roscar los bulones de bloqueo hasta que entren en los agujeros del eje lento. Si los bulones no coinciden con los agujeros de la brida del eje lento, recoger los bulones, relajar el freno, dejar girar el rotor y repetir la operación. El eje lento dispone de 12 posiciones de bloqueo (situados a intervalos angulares regulares de 30°). No se considerará el rotor bloqueado si no está insertado ambos bulones (el derecho y el izquierdo). El bloqueo del eje lento solo se podrá usar con las tres palas en bandera y $V_{Viento} < 15$ m/s.



Figura 4.38 Detalle de uno de los bulones de bloqueo del eje lento.

4.9 Acceso al buje

Una vez comprobado que el bloqueo mecánico del rotor se encuentra aplicado, abrir la escotilla del acceso al buje y realizar una inspección visual de la fibra de cono nariz para descartar grietas u otros defectos que hagan dudar de su resistencia. Toda persona que accede al buje ha de hacerlo asegurada contra las caídas de alturas mediante dispositivos anticaídas retráctil. Un extremo de retráctil se conectara a una de las orejetas de la multiplicadora con la ayuda de un anillo de cinta certificada (Figura 4.44) y el otro al arnés del usuario. E luso de retráctil solo es obligatorio mientras permanece sobre el cono nariz, una vez dentro de buje se podrá desconectar.



Figura 4.39 Escotilla de acceso al buje



Figura 4.40 Punto de anclaje para el retráctil



Figura 4.41 Tecnico accediendo al buje asegurado con el dispositivo retratil



Figura 4.42 Raíz de pala

Durante los trabajos en el interior del buje queda prohibido estar más de una persona sobre la raíz de la pala (figura 4.46), de lo contrario será obligatorio asegurarse contra las caídas de altura.

4.10 Bloqueo de pala

Las turbinas aw1500 disponen de un sistema automático de accionamiento hidráulico para el bloque mecánico de las palas en bandera. Al activarse el sistema pitch, el pasador de bloqueo se relaja liberando el movimiento de la pala.

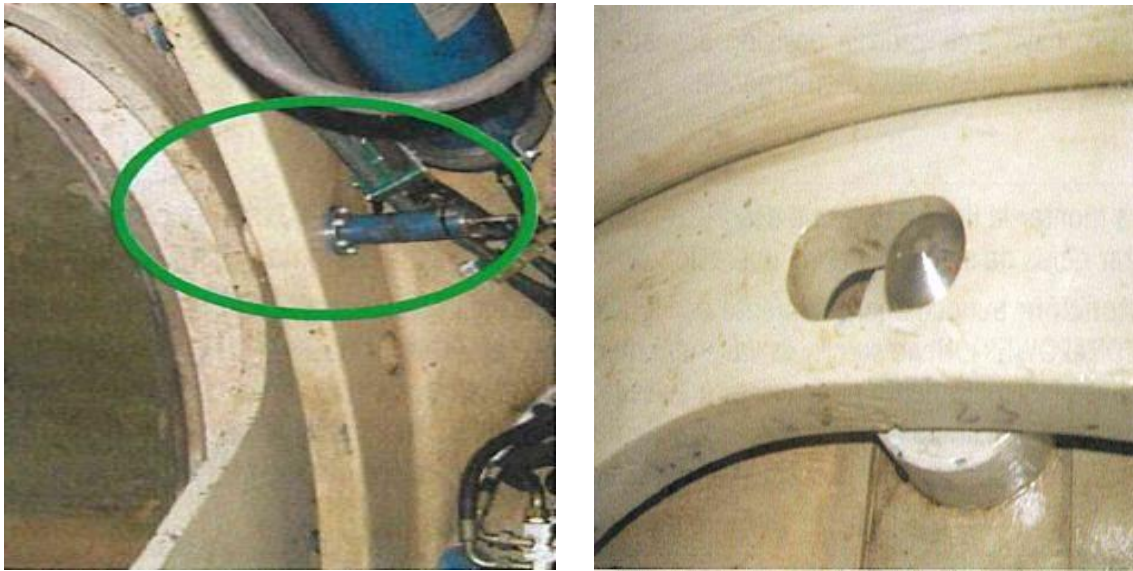


Figura 4.43 Sistema de bloqueo mecánico de palas en bandera.

4.10.1 Bloqueo del sistema pitch/ “llave de bola”

Para evitar atrapamientos en aquellas operaciones que requieran trabajar sobre las palas en una posición diferente a la bandera, como por ejemplo el apriete de pernos, se utiliza la “llave de seguridad de dos vías” de Acciona Windpower conocida comúnmente como la llave de bola. Como dicha llave se asegura la inmovilidad del sistema pitch garantizado con ello que no se producirá atrapamiento si de manera imprevista el control de la turbina recibiera la orden de llevar las palas a bandera.



Figura 4.44 Detalle de la llave de bola

Dicha llave se coloca en el latiguillo que conecta el bloque de válvula con la cámara trasera de la pala en la que se vayan a realizar los movimientos (figura 4.48). Consultar instrucciones de montaje con el propio tecnólogo. Con la palanca se controla el paso de aceite. Cuando el cilindro haya alcanzado la posición deseada cerrar la llave para impedir que se mueva en caso de máquina vaya a emergencia.

Para montar la llave habrá que despresurizar el grupo hidráulico previamente utilizar gafas de seguridad en la operación de montaje y desmontaje de la llave. Aunque aparentemente son iguales, cada grupo (Fluitemnik o Hidrapower) tiene su propia llave con métricas diferentes. No utilizar las llaves indistintamente pues existe un riesgo grave de rotura y proyección violentas de componentes mecánicos y de fluido. Las llaves deberán estar marcadas de forma que el usuario sepa con claridad en que grupo puede usarla.

4.11 Salida del exterior de la góndola

La salida a la capota se realizará por la única escotilla existente en la nacelle situada en la parte delantera, sobre el eje principal (Figura 4.49).



Figura 4.45 Única trampilla de salida a la capota en máquinas AW 1500.

El acceso al techo de la nacelle se hará provistos de doble cabo de anclaje con absorbedor de energía más dispositivo de anclaje retráctil. Con el uso de tres elementos de anclaje diferentes se intenta limitar toda posibilidad de caída de la capota.

Las especificaciones de uso de los elementos de anclaje descritos son las siguientes:

1. Los cabos de anclaje son para asegurarse directamente a las barras de la capota, siempre uno a cada lado con el fin de limitar las caídas laterales.
2. El dispositivo de anclaje retráctil se asegurará a las barras de la capota con las ayuda dedos cintas de anclaje EN 795 de 1,50 m tal y como se indica en la Figs. 11.2 y 11.3. El retráctil será el tercer elemento de anclaje del técnico (anilla dorsal del arnés) y evitará que se produzcan caídas hacia la parte trasera de la capota.



Figura 4.46 Configuración del punto de anclaje para el retráctil. Notar que las cintas están conectadas a los ojales de las barras para que limiten su deslizamiento



Figura 4.47 La "reunión" de las dos cintas se realizará obligatoriamente con un mosquetón "semicircular"



Figura 4.48 La “reunión” de las dos cintas se realizará obligatoriamente con un mosquetón “de pera” en su defecto

El avance sobre la capota se hará de la siguiente forma:

1. Los cabos de anclaje se conectarán a las barras laterales nada más asomar por la escotilla, un cabo a cada lado de la capota.
2. Montar el punto de anclaje del retráctil, conectar. Anclarse con el retráctil y ponerse de pie sobre la capota.
3. Avanzar sobre la capota soltando los cabos sólo para pasar de una barra a la otra. Este tránsito se hará de uno en uno, nunca soltando los dos cabos al mismo tiempo. El retráctil se mantendrá conectado en todo momento.
4. Para trabajos en la veleta y el anemómetro será necesario montar un anillo de cinta más(EN 795) en la barra izquierda para de esa forma ser capaces de alcanzar el anemómetro sin soltar ningún cabo de anclaje. Este anillo tendrá una longitud mínima de 60 cm.
5. Regresar a la nacelle sin soltar los elementos de anclaje hasta encontrarse en una posición segura.



Figura 4.49 Detalle del acceso a la veleta y al anemómetro. Advertir que no se alcanza el anemómetro con el cabo izquierdo conectado si no se utiliza un anillo de cinta como punto de anclaje extra.

4.12 Acceso a bornas del generador

Antes manipular en las bornas del generador se debe dejar sin tensión y poner a tierra la instalación. Para ello:

1. Aislar eléctricamente los circuitos que confluyen en el generador (rotor y estator):
 - **Circuito del rotor:** apertura y enclavamiento del interruptor “Q5” (alimentación del rotor). Ver Fig. 12.1.
 - **Circuito del estator:** extraer el relé K1 en el armario Ground para asegurar el corte efectivo y seguro del contactor de acoplamiento.



Figura 4.50 Q5, alimentación del rotor



Figura 4.51 Relé K1 (gobierna el cierre del contactor del estator).

2. Acceder al recinto del contactor, verificar la ausencia de tensión y poner a tierra el circuito del estator utilizando para ello un equipo de tierras portátiles (remitirse al protocolo específico tanto de maniobra de la celda como de colocación de las tierras portátiles).
3. Reponer las protecciones y enclavamientos retirados dejando las tierras portátiles instaladas y energizar de nuevo el aerogenerador.
4. Establecer señalización de seguridad en el Ground para delimitar la zona de trabajo y evitar manipulaciones accidentales.
5. Una vez arriba y antes de manipular en las bornas del generador (rotor o estator) verificar la ausencia de tensión utilizando equipos de protección personal y de medida adecuados a la tensión del circuito (690 V en el rotor y 12 KV en el estator).

4.13 Procedimiento de evacuación

Durante las tareas de montaje del descensor y entre tanto no se tenga conectado el cabo del descensor al arnés será obligatorio permanecer asegurados contra las caídas de altura.

Instrucciones de montaje y uso del descensor:

- Colocar el descensor en el punto de anclaje de la puerta trasera previsto para tal efecto (Figura 4.56). Cerrar el dispositivo de seguridad del gancho del

descensor y dejar caer la cuerda por el exterior asegurándose de que la cuerda queda completamente extendida y sin ningún nudo.

- Asegurar el descensor con un elemento de amarre EN 795 a la orejeta del generador(Figura 4.57).



Figura 4.52 Punto de anclaje previsto para el montaje del descensor de emergencia. Capacidad nominal: 1 usuario máximo.



Figura 4.53 Asegurar el descensor a la orejeta del generador.

- Atar el otro extremo de la cuerda del descensor al anclaje externo del arnés y cerrar el pestillo de seguridad del gancho.

- Tirar del cabo libre de la cuerda del descensor para tensar la conexión al arnés y así eliminar las holguras de la cuerda.
- Retirar las barras del hueco de la puerta y soltar el cabo que asegura al usuario a la nacelle.
- Sujetando el cabo libre de la cuerda del descensor (para controlar el momento en que se inicia el descenso) salir de la nacelle (de espaldas al vacío) e ir soltando poco a poco para comenzar el descenso.
- Una vez en el suelo soltarse del descensor y tirar de la cuerda hasta que haga tope. De esta forma el otro extremo del descensor quedará en la posición adecuada para que pueda ser utilizado por otro usuario.

ATENCIÓN: En general las AW 1500 **NO** disponen de descensor de emergencia en la góndola por lo que deberán subirlo los técnicos cada vez que accedan para realizar trabajos de mantenimiento. Altura de torre en aerogeneradores AW1500: **60 y 80 m.**

4.14 Finalización de trabajos en el aerogenerador

Una vez finalizadas las operaciones en el aerogenerador recordar:

- Reponer todas las protecciones retiradas.
- Cerrar todos los armarios eléctricos.
- Desbloquear el rotor (nunca se debe abandonar el aerogenerador con el rotor bloqueado mecánicamente)
- Cerrar con llave el aerogenerador.

CONCLUSIONES

El mantenimiento es de suma importancia para todos los elementos de la subestación, en especial en aquellos que son sometidos a variaciones de voltaje y corrientes.

Con ello se obtiene una vida útil de los equipos dando confiabilidad al sistema en la transmisión de la energía eléctrica. Para ello es necesario llevar un registro y reportes de las actividades y eventos que podrían surgir en el parque y así tener una visualización detallada del comportamiento de equipos. El tener un control estadístico de los servicios que se realizan, al mismo tiempo que se tiene el control del equipo en particular se pueden prevenir cualquier anomalía que se pudiera presentar, evitando paros no deseados y pérdida de energía en el sistema.

El ampliar los proyectos eólicos incrementan la capacidad de energía, por lo que pueden presentar más a menudo ciertos cambios en la red, como es el caso de operación de alarmas, falsas actuaciones de protecciones, normalización dificultosa o prolongada del sistema.

REFERENCIAS

- [1] Manual acciona windpower, Sarnago Setas Alberto, 4 de agosto del 2008.
- [2] "Manual de instrucciones, puesta en servicio y mantenimiento" 13 de enero del 2009.
- [3] Martínez Cordero Javier, actualización y mejoramiento de las instrucciones técnicas deseguridad, febrero del 2012.