


La protección contra rayos de LM

Domando la fuerza del rayo





LM Lightning Protection – la solución segura

Una protección efectiva contra los rayos es crucial para la seguridad de un aerogenerador. Por eso, LM Glasfiber, líder mundial en la fabricación de palas para aerogeneradores, ha trabajado intensamente desde 1994 en el desarrollo de sistemas de protección contra rayos.

El desarrollo de LM Lightning Protection ha dado como resultado la solución más segura y probada del mercado.

El sistema LM Lightning Protection se incluye como estándar en todas las grandes palas de LM Glasfiber. Con ello el cliente puede mantener una mayor sensación de seguridad ya que su aerogenerador le brindará una operación más fiable durante toda su vida útil.

Domando la fuerza del rayo

Los rayos tienden a caer en el punto más alto de una zona determinada. Por esta razón, los aerogeneradores son un blanco natural debido tanto a su altura como a su ubicación elevada. Las palas son uno de los componentes más caros del aerogenerador, y la caída de un rayo puede tener un efecto sumamente destructivo sobre la pala sin protección. Por eso, LM ha dedicado muchos años a la lucha para dominar las fuerzas desatadas del rayo.

La cantidad y el tipo de rayos varían considerablemente de un país a otro y de una región a otra. Tanto el tipo como la frecuencia fluctúan también según la estación del año. En algunos lugares cae, en promedio, un rayo al año, mientras que en otros la frecuencia es mucho mayor. Al mismo tiempo, el uso cada vez más extenso de energía eólica en todo el mundo exige sistemas de protección contra rayos capaces de demostrar su eficacia aun en los lugares más expuestos.

Los aerogeneradores modernos son cada vez más grandes, con el consiguiente aumento en el riesgo de ser impactados por un rayo. Los aerogeneradores offshore están aún más expuestos a los rayos que los terrestres.

En los aerogeneradores offshore se hace muy difícil supervisar visualmente las palas debido a la escasa accesibilidad del sitio de emplazamiento y a las condiciones climáticas. Además, el recambio de componentes y las reparaciones debidas a fallos del sistema son mucho más costosas mar adentro que en tierra.

Todos estos factores imponen un gran desafío a la protección contra rayos para palas– un desafío que LM Lightning Protection ha aceptado y superado.

La naturaleza del rayo

Se registran habitualmente más de 2000 tormentas eléctricas activas a lo largo del mundo en un momento determinado. Éstas producen unos 100 relámpagos por segundo.

Los rayos varían considerablemente en su naturaleza. Se pueden propagar tanto hacia abajo como hacia arriba – de la nube al suelo o del suelo a la nube – y a la vez pueden descargar en polaridad eléctrica positiva o negativa.

La mayoría de los rayos produce una descarga o múltiples descargas de corta duración. Las descargas múltiples utilizan el mismo canal de rayo. Otros constan de descargas de larga duración que, comparadas con las de corta duración,

provocan daños más graves a los objetos sobre los que caen. El rayo libera corriente de hasta 200.000 amperios y contenidos de energía de muy corta duración que provocan potentes impactos en los componentes expuestos.



Un impacto de rayo puede tener un alto efecto destructor en palas sin protección. Las palas protegidas a menudo pueden resistir el ser impactadas varias veces antes de que sea necesario cambiar el receptor.

El diseño del LM Lightning Protection está basado en el hecho de que el rayo normalmente impacta en la punta de la pala.



Una pala sin protección es vulnerable

El extenso trabajo de investigación que ha desarrollado LM sobre el tema ha demostrado que los rayos suelen golpear la parte más alejada de la raíz de la pala porque es el punto más alto.

Una pala sin protección es extremadamente vulnerable cuando impacta un rayo. En esos casos, se crea un arco eléctrico que se extiende desde el punto de

contacto a través de otros componentes conductores hasta la brida y puede alcanzar una temperatura de 30.000° C. El resultado es una expansión explosiva del aire contenido en la pala.

Los efectos que esto produce incluyen daños en la superficie, daños por presión, de laminación, grietas en los bordes de seleccionado ataque y de salida, y derreti-

miento del pegado. Las caídas de rayos también pueden producir daños ocultos y causar graves problemas a largo plazo que reducen significativamente la vida útil de la pala.

Seguridad documentada contra rayos

El sistema Lightning Protection está diseñado para interceptar y transmitir el rayo de manera eficaz y segura hacia las otras partes del sistema de protección del aerogenerador.

El desarrollo de LM Lightning Protection está respaldado por varios años de desarrollo intensivo, por la información contenida en una gran base de datos y por las pruebas extensivas a escala real llevadas a cabo en un avanzado laboratorio con capacidad para ensayos a alto voltaje.

Los resultados de los experimentos que se han llevado a cabo según los más recientes procedimientos de ensayo elaborados por la industria aeronáutica han documentado los efectos del sistema de protección contra rayos.

El sistema LM Lightning Protection cumple los más altos estándares de protección expresados como protección de clase 1 en los estándares internacionales

CEI/IEC, lo que corresponde al 98% de protección contra todas las caídas de rayos.

Se ha puesto especial énfasis en el desarrollo de un sistema simple y robusto, con la misma vida útil que el resto de la pala. Por eso, LM Lightning Protection es el sistema mejor documentado y más extensivamente probado y comprobado del mercado actual.

Relación de los parámetros de corriente del rayo y los sistemas de protección

Parámetro de rayo	Nivel de protección		
	1	2	3
Valor máximo de corriente I (kA)	200	150	100
Carga total Qtotal (C)	300	225	150
Energía específica W/R (kJ/Ω)	10,000	5,600	2,500
Escalón promedio kA/μs	200	150	100

Fuente: CEI/IEC 61024-1-1

El sistema de protección contra rayos ha sido desarrollado y diseñado para cumplir los estándares internacionales de protección CEI/IEC nivel 1, lo que significa protección contra el 98% de las caídas de rayos.

Ensayos a escala real de la protección contra rayos de LM

LM Glasfiber lleva a cabo extensas pruebas de laboratorio, a escala real, para evaluar y documentar la estimación de la protección contra rayos de LM.

El método de pruebas utilizado está basado en los novedosos procedimientos estándar para componentes de avión hechos de materiales compuestos. Estos procedimientos fueron desarrollados por los cuerpos de aviación Americano y Europeo, SAE y EUROCAE Aircraft Lightning Test Standard (Borrador, del 27 de Agosto 2002, revisión A), respectivamente.



LM Lightning protection – Un sistema comprobado

LM Lightning Protection es un sistema minuciosamente comprobado que consta de dos componentes principales cuidadosamente diseñados: los receptores ubicados en la superficie de la pala y un sistema de cables interiores que conducen la energía del rayo. Al caer un rayo, los receptores lo interceptan y el sistema de cables transporta la carga eléctrica a través de la pala hasta la torre, y de ahí a tierra.

Los receptores son precisamente los puntos de conducción donde el rayo impacta en la pala.

Elaborados en una aleación metálica especial, estos receptores tienen excelentes propiedades conductoras y gran resistencia a las altas temperaturas. Después de reiteradas caídas de rayos, la superficie del receptor se evapora parcialmente, pero la aleación asegura que los receptores puedan resistir varias caídas de rayos antes de que sea necesario cambiarlos. En comparación con los materiales que se

utilizaban anteriormente, esta aleación prolonga significativamente la vida útil del receptor y, con eso, reduce los costos de mantenimiento debido a la menor cantidad de recambios de receptores después de la caída de rayos. Gracias a su sencilla construcción, el receptor de rayos es muy fácil de reemplazar, si es necesario.

El sistema de conducción de rayos está constituido por una red de cables que transporta la corriente del rayo desde los receptores hasta el sistema contra rayos del aerogenerador. Gracias a la experiencia obtenida a través de los 45.000 sistemas contra rayos instalados, LM sabe cómo se debe conducir esa enorme cantidad de energía sin que haga cortocircuito en otras instalaciones conductoras. Asimismo, es necesario asegurar que los fuertes campos magnéticos formados cuando la corriente del rayo pasa a través del cable no hagan que las piezas se suelten ni ocasionen otros daños en la pala o el equipo.

La forma en que está construido el sistema asegura una protección óptima contra los daños causados por los rayos. El 98% de todos los rayos se interceptan y conducen a tierra sin ocasionar daños ni interrupción del servicio, lo cual brinda una protección ideal del servicio durante toda la vida útil del aerogenerador.

Protección mejorada para las palas grandes con el sistema LM MultiReceptor

La longitud de las palas se ha extendido considerablemente con el incremento de tamaño de los aerogeneradores. El aumento de altura de los modernos aerogeneradores multi-MW ha traído aparejado una mayor probabilidad de que los rayos impacten en la pala a lo largo de su superficie, mientras que las palas más pequeñas suelen ser golpeadas en su extremo exterior.

El sistema LM MultiReceptor ha sido desarrollado para eliminar este riesgo. Consta de varios receptores ubicados a

El sistema MultiReceptor de LM Glasfiber



ambos lados de la pala, a 20 metros de la raíz hasta la punta de la pala. Cada uno de los receptores puede conducir por sí solo toda la energía del rayo hasta el cable principal. En su conjunto, los MultiReceptores aumentan la protección contra rayos a lo largo de toda la superficie de la pala y son una solución segura y fiable para los aerogeneradores grandes, tanto terrestres como off-shore.

DrainReceptor – la combinación segura

DrainReceptor es un nuevo tipo de receptor que combina la intercepción de rayos con el drenaje del agua condensada.

Durante el funcionamiento, se produce agua condensada en el interior de la pala del aerogenerador como consecuencia de los cambios de temperatura del aire exterior. Esta agua condensada debe ser eliminada ya que, de lo contrario, debido a la rotación, se acumula en el extremo de la pala y afecta la marcha. Además, las palas que contienen agua corren el riesgo

de sobrecalentarse en caso de resultar golpeadas por un rayo. La importante presión del vapor formado puede, en casos extremos, hacer explotar la pala. Para evitarlo, se ha venido empleando hasta ahora un agujero de drenaje, pero los datos recopilados a lo largo de los años demuestran un mayor riesgo de caída de rayos en el agujero de drenaje. Combinando la intercepción de rayos con el drenaje del agua condensada, se elimina este riesgo.

Montado en el extremo mismo de la pala, DrainReceptor contribuye a proteger la sección más expuesta de la pala. Gracias a su construcción, DrainReceptor resulta fácil de cambiar, si es necesario.

El sistema fue desarrollado y patentado por LM Glasfiber.

Datos valiosos – experiencia documentada

El sistema LM Lightning Protection está basado en tareas de I&D altamente defi-

nidas y en años de trabajo sistemático en el cotejo de los resultados de la experiencia.

Se han llevado a cabo en laboratorio rigurosos simulacros de condiciones de rayos extremas para asegurar que tanto el sistema como los componentes individuales estén correctamente diseñados y construidos.

El sistema LM Lightning Protection incluye también una tarjeta magnética que registra las caídas de rayos. Esto nos ha permitido obtener un extenso y valioso volumen de datos y experiencia que documenta que un número representativo de palas han sido impactadas repetidamente por rayos sin sufrir daños.

Todo ello es consecuencia de un gran esfuerzo de desarrollo y de un trabajo meticuloso. La meta es continuar desarrollando, y documentando la eficacia de LM Lightning Protection – y extender su uso a las gigantescas palas del futuro.



Receptor

Debido a su construcción el receptor es fácil de cambiar en caso de ser necesario.



DrainReceptor

El DrainReceptor de LM Glasfiber combina la habilidad de interceptar impactos de rayo en la sección más expuesta de la pala con un diseño que drena la condensación del interior de la pala.

Confianza y servicio sin interrupciones

Todos los aerogeneradores pueden ser impactados por un rayo. Para sus dueños, es crucial que esas situaciones no ocasionen daños ni interrupciones en el servicio normal.

Por eso, todas las palas más grandes de LM cuentan con LM Lightning Protection como equipo estándar. El sistema está diseñado para capturar y conducir los rayos más potentes a través de la pala y hasta la torre de manera controlada. El sistema LM Lightning Protection es el sistema de protección contra rayos más probado del mercado, con resultados documentados. Esto le brinda al cliente la mayor seguridad y la certeza de un servicio ininterrumpido.

Como líder mundial de los fabricantes de palas para aerogeneradores, LM Glasfiber siempre ha tomado en serio su responsabilidad. A medida que se va progresando en el conocimiento de la naturaleza del rayo, va aumentando también la posibilidad de brindar una protección contra rayos todavía mejor. Por eso, LM mantiene un trabajo constante de I&D enfocado en este problema, en estrecha colaboración tanto con sus clientes como con los más destacados expertos a nivel mundial en el campo de los rayos.

El sistema LM Lightning Protection permite que los aerogeneradores utilicen la energía de la naturaleza – sin que la energía de la naturaleza los destruya.

LM Glasfiber A/S

Rolles Møllevvej 1
DK-6640 Lunderskov
Dinamarca

Teléf. +45 79 84 00 00
Fax +45 79 84 00 01

info@lm.dk
www.lm.dk