

DETECCIÓN DE TORMENTAS ELÉCTRICAS CON FINES PREVENTIVOS:

CONDICIONES DE RIESGO DE DESCARGA

Los rayos son fenómenos naturales que se pueden producir con una alta frecuencia en cualquier momento del año y que están sometidos a incertidumbre estadística: no se puede determinar dónde y cuándo impactará un rayo individual. Debido a esto, los sistemas de detección de tormentas no pueden predecir de forma precisa la localización ni el momento temporal de una determinada descarga¹, pero sí pueden determinar las Condiciones de Riesgo de Descarga según la distancia de rayos anteriores (detectores de campo electromagnético) o la variación del campo electrostático atmosférico (sensores de campo electrostático).



Aunque la formación de tormentas eléctricas no puede evitarse, la detección temprana permite minimizar los riesgos derivados de un posible impacto de rayo y evitar daños personales, proporcionando información para gestionar correctamente las medidas temporales preventivas. Para ello, es necesario que dichos detectores sean capaces de evaluar las Condiciones de Riesgo de Descarga. A continuación, detallaremos cómo los diferentes tipos de detectores de tormentas eléctricas disponibles determinan las Condiciones de Riesgo de Descarga.

TIPOS DE DETECTORES DE TORMENTAS ELÉCTRICAS: SISTEMAS BASADOS EN CAMPO ELECTROMAGNÉTICO VS BASADOS EN CAMPO ELECTROSTÁTICO

Los detectores de tormentas existentes utilizan la radiación electromagnética de los rayos para localizarlos una vez han caído, o bien miden el campo electrostático ambiental que es el indicador directo del riesgo de descarga de rayo.

Los detectores basados en campo electromagnético consideran el riesgo de caída de rayo en función de la distancia de descargas precedentes con respecto a la zona que se quiere proteger. En realidad, solo pueden detectar los rayos una vez se han producido y asumen no solo que habrá más descargas, sino que dichas descargas estarán más cerca del objetivo.

La medición objetiva del campo electrostático permite determinar las Condiciones de Riesgo de Descarga.

A diferencia de los detectores basados en campo electromagnético, los sensores de campo electrostático se basan en medir el campo electrostático atmosférico. Este campo en la superficie de la tierra puede variar por muchas causas (por ejemplo, la altitud, latitud, temperatura, contaminación, velocidad del viento, humedad, radiación solar, etc.), pero generalmente suele estar en torno a los +100-150 V/m en condiciones de buen tiempo sin nubes.



Durante el buen tiempo, existe un equilibrio en la atmósfera entre las cargas positivas y negativas, donde la tierra suele estar cargada más negativamente que el aire y los elementos situados sobre el suelo². Al formarse las nubes de tormenta se produce una polarización de cargas eléctricas, de manera que la parte inferior de las nubes queda cargada negativamente (en la mayoría de los casos), induciendo carga positiva en la tierra y los elementos situados sobre ella. El campo eléctrico que se forma en estas circunstancias puede llegar a decenas de kV. Así, aunque el aire es un aislante eléctrico casi perfecto en condiciones de buen tiempo, al generarse un campo eléctrico suficientemente elevado, se ioniza y se convierte en un medio conductor por el que circula la carga acumulada en las nubes³.

Por lo tanto, cuando se pasa de condiciones de buen tiempo a condiciones tormentosas, se produce una variación del campo eléctrico atmosférico (de +100-150 V/m a decenas de kV/m), que permite avisar de la formación o aproximación de tormentas en el área a proteger con un tiempo de anticipación suficiente para poner en marcha las medidas preventivas necesarias. Esta elevación del campo electrostático puede ser producida por la formación de tormentas en el área, así como por el paso de nubes de tormenta que no necesariamente impliquen descargas en el entorno⁴: para que se produzca la descarga de un rayo es condición necesaria pero no suficiente que el campo electrostático atmosférico sea muy elevado. Por eso, habrá veces que el sistema emita una alarma extrema y no se llegue a ocasionar una descarga. Sin embargo, que no acabe sucediendo una descarga, no implica que el riesgo de caída de rayo no haya sido real. Al final, resulta imposible predecir dónde y cuándo caerá un rayo determinado, lo único que se puede determinar son las Condiciones de Riesgo de Descarga.

La elevación del campo electrostático es condición necesaria pero no suficiente para que se produzcan las descargas en las tormentas eléctricas: aunque finalmente no se produzca un rayo, el riesgo siempre habrá sido real y elevado.

De la misma manera, cuando la tormenta se aleja o se disipa, los detectores basados en campo electrostático son los únicos capaces (según la norma IEC 62793:20201) de medir la variación de campo electrostático, avisando de que ya no hay riesgo de caída de rayos. Los sensores electromagnéticos, en cambio, basan su aviso de ausencia de riesgo en una cuenta atrás desde el último rayo (nube-nube o nube-tierra) en un área determinada. Cuando se alcanza un tiempo predeterminado (normalmente 30 minutos, aunque en el sector eólico puede ser de 1-2 horas) sin detectarse ninguna descarga en la zona a proteger, consideran que ya no existe riesgo y que se puede volver a la normalidad. Sin embargo, este tiempo puede resultar insuficiente si se produce una descarga justo tras emitir el aviso de ausencia de riesgo, poniendo en peligro vidas humanas. No hay que olvidar que la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos indica que la mayoría de accidentes por impacto de rayo se originan al inicio o final de las tormentas eléctricas⁵.

Por el contrario, también se puede dar el caso de que el tiempo de parada sea excesivo, acarreando elevados costes para el cliente. Por todo esto, es necesario un conocimiento preciso y fiable de las condiciones meteorológicas tanto para proteger a las personas como para evitar paradas innecesarias. Un detector de tormentas por medición de campo electrostático permite la gestión correcta del riesgo, garantizando la seguridad de los trabajadores y al mismo tiempo mayor eficiencia operativa.

Los detectores de tormenta basados en campo electromagnético establecen el aviso de ausencia de riesgo con una cuenta atrás de un tiempo predeterminado desde la última descarga que se registre en el área definida. Este tiempo puede resultar insuficiente o excesivo ya que no se sustenta en un parámetro objetivo.



ATSTORM®, LO MEJOR DE AMBAS TECNOLOGÍAS

ATSTORM® es un sistema local de alertas para la prevención de riesgo de tormentas eléctricas, desarrollado y patentado por Aplicaciones Tecnológicas. Por medio del sensor electrostático es capaz de detectar todas las fases de la evolución de una tormenta eléctrica. **ATSTORM®** puede percibir las variaciones del campo eléctrico de las tormentas formándose sobre el objetivo y/o las tormentas activas hasta en un radio de 20 km. En el caso de tormentas formándose directamente sobre el objetivo o aproximándose sin producir ninguna descarga, los detectores basados exclusivamente en el campo electromagnético no alertan del riesgo y, por lo tanto, no siempre son adecuados para fines preventivos.

La medición del campo electrostático es el único criterio objetivo que determina las Condiciones de Riesgo de Descarga, de manera que los sensores de campo electrostático pueden emitir aviso de tormenta y también de ausencia de riesgo para volver a la normalidad.



ATSTORM® incorpora también un sensor electromagnético como complemento para monitorizar el acercamiento de la tormenta hasta en un radio de 40 kilómetros. De esta manera, se extiende el área de monitorización y se puede definir un aviso de estado de prealerta ante la existencia de tormentas activas distantes que se acercan al objetivo a proteger.

Para más información acerca de las Condiciones de Riesgo de Descarga determinadas por el detector de tormentas

ATSTORM®, puede ponerse en contacto con nosotros en [este enlace](#).

Referencias:

1. International Electrotechnical Commission (IEC). IEC 62793:2020 Protection against lightning - Thunderstorm warning systems. International Standard (2020).
2. Wahlin, L. Atmospheric Electrostatics. (John Wiley & Sons, Ltd, 1989).
3. Henderson, T. Static Electricity - Lesson 4 - Electric Fields - Lightning. The Physics Classroom <https://www.physicsclassroom.com/class/estatics/Lesson-4/Lightning>.
4. Martínez-Lozano, M. Medición del campo eléctrico atmosférico en la ciudad de León. Establecimiento de límites para prevención ante la ocurrencia de descargas atmosféricas. (2014) doi:10.13140/2.1.3635.2323.
5. National Weather Service NOAA. Overview: Lightning Safety. <https://www.weather.gov/safety/lightning-safety-overview>.