

DÉTECTION DES ORAGES ÉLECTRIQUES À DES FINS PRÉVENTIVES:

CONDITIONS DU RISQUE DE FOUDRE

La foudre est un phénomène naturel qui peut se produire avec une fréquence élevée à tout moment de l'année et qui est soumis à une incertitude statistique: il est impossible de déterminer où et quand un coup de foudre individuel se produira. Pour cette raison, les systèmes de détection d'orages ne peuvent pas prédire avec précision le lieu et le moment d'une décharge donnée¹, mais ils peuvent déterminer les conditions du risque de foudre en fonction de la distance des précédents coups de foudre (détecteurs de champ électromagnétique) ou de la variation du champ électrostatique atmosphérique (capteurs de champ électrostatique).



Bien que la formation d'orages électriques ne puisse être évitée, une détection précoce permet de minimiser les risques liés à un éventuel foudroiement et d'éviter les dommages corporels, en fournissant des informations pour la gestion correcte de mesures préventives temporaires. Pour cela, il est nécessaire que ces détecteurs soient capables d'évaluer les conditions du risque de foudre. Dans ce qui suit, nous allons détailler comment les différents types de détecteurs d'orages disponibles déterminent les conditions du risque de foudre.

TYPES DE DÉTECTEURS D'ORAGES ÉLECTRIQUES: SYSTÈMES SE BASANT SUR LE CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE VS SYSTÈMES SE BASANT SUR LE CHAMP ÉLECTROSTATIQUE

Les détecteurs d'orages existants utilisent le rayonnement électromagnétique des éclairs pour les localiser une fois qu'ils ont frappé, ou mesurent le champ électrostatique ambiant qui est l'indicateur direct du risque de décharge de la foudre.

Les détecteurs se basant sur le champ électromagnétique considèrent le risque de foudre en fonction de la distance des précédents coups de foudre par rapport à la zone à protéger. En réalité, ils ne peuvent détecter la foudre qu'une fois qu'elle s'est produite et supposent non seulement qu'il y aura plus de coups de foudre, mais aussi que les coups de foudre seront plus proches de la cible.

La mesure objective du champ électrostatique permet de déterminer les conditions de risque de foudre.

Contrairement aux détecteurs se basant sur le champ électromagnétique, les capteurs de champ électrostatique reposent sur la mesure du champ électrostatique atmosphérique. Ce champ à la surface du sol peut varier en raison de nombreux facteurs (par exemple, l'altitude, la latitude, la température, la pollution, la vitesse du vent, l'humidité, le rayonnement solaire, etc.), mais il se situe généralement autour de +100-150 V/m dans de bonnes



conditions météorologiques sans nuages. Par beau temps, il existe un équilibre dans l'atmosphère entre les charges positives et négatives, le sol étant généralement plus chargé négativement que l'air et les éléments situés au-dessus du sol². Lorsque des nuages orageux se forment, une polarisation des charges électriques se produit, de sorte que la partie inférieure des nuages est chargée négativement (dans la plupart des cas), induisant une charge positive dans la terre et les éléments situés sur le sol. Le champ électrique formé dans ces circonstances peut atteindre des dizaines de kV. Ainsi, bien que l'air soit un isolant électrique presque parfait dans de bonnes conditions météorologiques, lorsqu'un champ électrique suffisamment élevé est généré, il s'ionise et devient un milieu conducteur dans lequel circule la charge accumulée dans les nuages³.

Par conséquent, lorsqu'on passe du beau temps à des conditions orageuses, il y a une variation du champ électrique atmosphérique (de +100-150 V/m à des dizaines de kV/m), ce qui permet d'être averti de la formation ou de l'approche d'orages dans la zone à protéger avec suffisamment de temps d'avance pour mettre en œuvre les mesures préventives nécessaires. Cette élévation du champ électrostatique peut être produite par la formation d'orages dans la région, ainsi que par le passage de nuages orageux qui n'impliquent pas nécessairement des décharges dans l'environnement⁴: pour qu'une décharge de la foudre se produise, il est une condition nécessaire mais non suffisante que le champ électrostatique atmosphérique soit très élevé. Par conséquent, il y aura des moments où le système donnera une alerte maximale sans pour autant qu'une décharge de la foudre ne se produise. Toutefois, le fait qu'une décharge ne se produise pas ne signifie pas que le risque de foudre n'était pas réel. En fin de compte, il est impossible de prédire où et quand un coup de foudre donné se produira; la seule chose qui peut être déterminée, ce sont les conditions du risque de foudre.

L'élévation du champ électrostatique est une condition nécessaire mais non suffisante pour que les décharges des orages électriques se produisent: même si aucun coup de foudre ne se produit finalement, le risque aura toujours été réel et élevé.

De même, lorsque l'orage s'éloigne ou se dissipe, les détecteurs se basant sur le champ électrostatique sont les seuls capables (selon la norme IEC 62793:20201) de mesurer la variation du champ électrostatique, signalant qu'il n'y a plus de risque de foudre. Les capteurs électromagnétiques, quant à eux, fondent leur alerte d'absence de danger sur un compte à rebours à partir du dernier coup de foudre (nuage à nuage ou nuage à sol) dans une zone donnée. Lorsqu'un temps prédéterminé (généralement 30 minutes, bien que dans le secteur éolien il puisse être de 1 à 2 heures) est atteint sans qu'aucune décharge ne soit détectée dans la zone à protéger, ils considèrent qu'il n'y a plus de risque et que le retour à la normale est possible. Toutefois, ce délai peut s'avérer insuffisant si une décharge se produit juste après l'émission de l'alerte d'absence de risque, mettant en danger des vies humaines. Il ne faut pas oublier que la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis indique que la plupart des accidents dus à la foudre se produisent au début ou à la fin des orages électriques⁵.

Inversement, il peut aussi arriver que les temps d'arrêt soient excessifs, ce qui entraîne des coûts élevés pour le client. Une connaissance précise et fiable des conditions météorologiques est donc nécessaire tant pour protéger les personnes que pour éviter des temps d'arrêt inutiles. Un détecteur d'orage par mesure du champ électrostatique permet une gestion correcte des risques, garantissant la sécurité des travailleurs tout en assurant une meilleure efficacité opérationnelle.

Les détecteurs d'orage se basant sur le champ électromagnétique déclenchent une alerte d'absence de risque avec un compte à rebours d'une durée prédéterminée à partir de la dernière décharge enregistrée dans la zone définie. Ce temps peut être insuffisant ou excessif car il n'est pas basé sur un paramètre objectif.



ATSTORM®, LE MEILLEUR DES DEUX TECHNOLOGIES

ATSTORM® est un système d'alerte locale pour la prévention des risques d'orage, développé et breveté par Aplicaciones Tecnológicas. Grâce à son capteur électrostatique, il est capable de détecter toutes les phases de l'évolution d'un orage. **ATSTORM®** peut détecter les variations du champ électrique des orages en formation au-dessus de la cible et/ou des orages actifs jusqu'à un rayon de 20 km. Dans le cas d'orages se formant directement au-dessus de la cible ou s'approchant sans produire de décharge, les détecteurs se basant uniquement sur le champ électromagnétique ne préviennent pas du risque et ne sont donc pas toujours adaptés à des fins préventives.

La mesure du champ électrostatique est le seul critère objectif qui détermine les conditions du risque de décharge, de sorte que les capteurs de champ électrostatique peuvent émettre une alerte d'orage et également une alerte d'absence de risque pour un retour à la normale.



ATSTORM® comprend également un capteur électromagnétique en complément pour surveiller l'approche de tout orage dans un rayon de 40 kilomètres. De cette manière, la zone de surveillance est étendue et un état de préalerte peut être défini pour les orages actifs éloignés s'approchant du site à protéger.

Pour plus d'informations sur les conditions du risque de foudre déterminées par le détecteur d'orages **ATSTORM®**, veuillez nous contacter en cliquant [sur ce lien](#).

Références:

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. Martinez-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>.