

Parte II Actualización en dispositivos captadores de rayos convencionales y no convencionales

HARTONO Zainal Abidin, Licenciado en Ciencias, MIEEE (Miembro del Institute of Electrical & Electronic Engineers [Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos]) y ROBI AH Ibrahim, licenciada en Ciencias, MIEEE

1. Introducción

Los sistemas de protección contra descargas atmosféricas (SPCR) que se utilizan en este país y en todo el mundo se dividen, básicamente, en dos tipos:

- SPCR convencionales o estándar, es decir, que cumplen con normas técnicas/códigos de práctica
- Los SPCR no convencionales o no estándar, es decir, los que no cumplen con normas/códigos

Los captadores asociados a los SPCR convencionales son la punta Franklin; los asociados a los SPCR no convencionales son los denominados "activos", como por ejemplo, el captador con dispositivo de cebado (ESE, por su sigla en inglés) y el sistema de transferencia de cargas (CTS, por su sigla en inglés).

En la última década, los SPCR convencionales han sido validados en una serie de estudios realizados por expertos en protección contra descargas atmosféricas de todo el mundo. Por otro lado, estudios similares han desacreditado a los SPCR no convencionales y ello ha resultado en el rechazo de estos sistemas por diversas organizaciones científicas y reguladoras. En el año 2005, la International Conference on Lightning Protection/ICLP [Conferencia internacional sobre protección contra descargas atmosféricas] emitió una advertencia en cuanto a que el uso de SPCR no convencionales presenta un riesgo para los usuarios finales. No obstante ello, esos hechos no disuadieron a los proveedores locales y proponentes de los SPCR no convencionales, quienes continuaron comercializando estos productos peligrosos para el público e, incluso, inventaron otro.

El presente artículo constituye un seguimiento de la ponencia presentada por los autores durante el foro de protección contra descargas atmosféricas organizado por ACEM en enero de 2004. Los lectores pueden descargarlo del sitio web de *Lightning Safety Alliance* (www.lightningsafetyalliance.org).

2. Normas de protección contra descargas atmosféricas

Las normas de protección contra descargas atmosféricas que se aplican frecuentemente en Malasia son la MS-IEC 61024 (de Malasia/IEC), BS 6651 (Reino Unido), NFPA780 (EE.UU.), AS/NZS 1768 (Australia/Nueva Zelanda) y CP33 (Singapur). Dichas normas se actualizan periódicamente a fin de incorporar los hallazgos nuevos en relación con las investigaciones de protección contra descargas atmosféricas.

Además de lo antedicho, los proveedores de SPCR han introducido/propuesto sus propias "normas del producto", como por ejemplo la NFC 17-102 francesa. Estas así llamadas "normas" ya han sido rechazadas por las organizaciones científicas en su país de origen.

2.1 AS/NZS 1768

Las tareas de revisión de esta norma se iniciaron a fines de la década del '90 y la nueva norma provisoria, AS/NZS 1768(Int.) 2003, fue publicada en diciembre de 2003. Aún siguen vigentes los métodos existentes de posicionamiento de las puntas captadoras a saber: el método del ángulo de protección (PAM, por su sigla en inglés), el método de la esfera rodante (RSM, por su sigla en inglés) y el método de la jaula de Faraday (FCM, por su sigla en inglés).

Además, la norma incorpora un nuevo método de posicionamiento de captadores basado en observaciones de los daños inducidos por las descargas atmosféricas en Malasia. La descripción de este método nuevo es la siguiente:

"Los datos de campo en relación con daños causados por impactos de rayos en estructuras (consulte el Apéndice G, referencias 2 y 3) identifican las partes vulnerables a los rayos. Las más vulnerables, asociadas con más del 90% de los daños por descargas atmosféricas observados, están casi siempre localizadas en las partes superiores de la estructura, como por ejemplo:

(a) Techos de ápice, chapiteles y protuberancias;

(b) Extremos de cumbrera de techos a dos aguas; y

(c) Esquinas externas de techos.

Otras áreas de vulnerabilidad, en orden decreciente, son las indicadas a continuación:

(d) Bordes expuestos de techos horizontales y el borde inclinado y horizontal de los techos a dos aguas (<10%);

(e) Bordes horizontales inferiores y bordes verticales de lados exteriores, inmediatamente por debajo de las esquinas (<5%);

(f) Superficies planas cerca de puntos y esquinas (<3%); y

(g) Superficies invasivas y de otro tipo, particularmente las planas (<1%)."

A fin de aprovechar al máximo la probabilidad de interceptar impactos de rayos, los captadores deben estar posicionados de acuerdo con las ubicaciones de alto riesgo antes mencionadas.

2.2 Nueva norma de la IEC, IEC 62305

Las tareas acerca de la revisión de la norma se iniciaron a fines de la década del '90 y la norma fue publicada finalmente en febrero de 2006 para reemplazar a la IEC 61024. La norma nueva se divide en cuatro partes:

a) IEC 62305-1: Principios generales

b) IEC 62305-2: Gestión de riesgos

c) IEC 62305-3: Daños físicos a estructuras y riesgos para la vida

d) IEC 62305-4: Sistemas eléctricos y electrónicos dentro de estructuras

En la norma IEC 62305-3, siguen vigentes los métodos del ángulo de protección, de la esfera rodante y de la jaula de Faraday para el posicionamiento de dispositivos captadores. Además, se ha agregado un párrafo nuevo en relación con el posicionamiento de dispositivos captadores, similar al que se encuentra en la norma AS/NZS 1768(Int.): 2003, antes indicada.

La norma IEC 62305 está actualmente en proceso de evaluación por el grupo de trabajo de protección contra descargas atmosféricas de SIRIM para reemplazar a la norma MS-IEC 61024.

2.3 "Norma" francesa de captadores con dispositivos de cebado (ESE, por su sigla en inglés), NFC 17- 102

Esta "norma" fue publicada en 1995 por GIMELEC, la asociación francesa de fabricantes de captadores ESE, a fin de normalizar la fabricación, prueba e instalación de captadores con dispositivos de cebado. Dicha "norma" ha sido copiada por otros fabricantes no franceses de este tipo de captadores, como por ejemplo, España.

La norma NFC 17-102 fue criticada en 2002 en un informe [1] emitido por la agencia científica francesa INERIS, a fin de que no sea implementada por los fabricantes de este tipo de captadores. Si bien éstos han convenido en revisar el documento, hasta el momento no se ha tomado acción alguna. Por lo tanto, los captadores con dispositivos de cebado que se encuentran en uso en todo el mundo no sólo no cumplen con las normas nacionales/internacionales reconocidas, sino que tampoco han cumplido con la propia norma de los fabricantes.

2.4 Norma propuesta para el sistema de transferencia de carga

Entre 1989 y 2005, el inventor del sistema de transferencia de cargas (CTS, por su sigla en inglés) realizó cinco aplicaciones ante la NFPA a fin de incluir el sistema de transferencia de cargas en la norma NFPA780. Todas las aplicaciones fueron rechazadas debido a que el inventor no pudo proporcionar la teoría científica requerida para respaldar dicho sistema. El último rechazo [2] por parte de la NFPA tuvo lugar en 2005.

2.5 Norma propuesta para el método de volumen de colección (CVM, por su sigla en inglés)

El método patentado de volumen de colección se utiliza para el posicionamiento del terminal captador activo Dynasphere® desarrollado en Australia. Este método fue incluido en el apéndice de la norma AS/NZS 1768:1991 a mero título informativo. Sin embargo, fue aplicado en muchos países para la instalación de captadores Dynasphere®. Dicho método fue también denominado método de intensificación del campo eléctrico (FIM, por su sigla en inglés) en el año 2002.

Los datos de campo recolectados en Malasia durante diez años acerca de la aplicación del método CVM/FIM no pudieron demostrar que el método es válido para el posicionamiento de captadores, pues la mayoría de los edificios que lo utilizaron sufrieron impactos de rayos que provocaron daños. En consecuencia, el método CVM/FIM fue eliminado de la norma AS/NZS 1768(Int.): 2003.

Asimismo, el método CVM/FIM también fue rechazado por la NFPA [3] en 2004 por los mismos motivos.

3. Legalidad de la publicidad del captador con dispositivo de cebado

Después del rechazo de la tecnología ESE por parte de la NFPA en el año 2000, varios proveedores estadounidenses de este tipo de captadores llevaron la cuestión a los tribunales alegando "prácticas comerciales injustas", por parte de sus opositores. Sin embargo, después de que los expertos en rayos fueron convocados para atestiguar acerca del funcionamiento de la tecnología ESE, el tribunal emitió una sentencia [4] conforme a la cual se prohíbe a los proveedores de captadores ESE afirmar que su producto puede brindar una zona de protección mucho más grande que la de la punta Franklin. El tribunal ha dictado que las afirmaciones efectuadas por los proveedores ESE constituyeron publicidad falsa e infringieron la Ley Lanham (de marcas).

4. SPCR no convencionales y seguridad pública

En septiembre de 2005, la ICLP (Conferencia Internacional sobre Protección contra Descargas Atmosféricas) emitió una advertencia [5] respecto de que el uso de SPCR no convencionales implicaba un riesgo para el usuario final y para el público en general. La advertencia destacaba los estudios de fallas de captadores con dispositivo de cebado en condiciones de descargas atmosféricas reales realizados en EE.UU. y Malasia. Después de dicha advertencia, ACEM ha emitido una recomendación (Ref. ACEM/sec/2005/13 de fecha 27 de octubre de 2005) a todos sus miembros para que dejen de usar SDP no convencionales.

Los siguientes casos resaltan fallas recientes de captadores ESE en Malasia.

4.1 Edificios residenciales

Algunos proyectistas utilizan captadores ESE para la protección de casas aisladas y edificios de poca altura. Sin embargo, los casos que se ofrecen a continuación demuestran que la zona aseverada de mayor protección de los captadores ESE no puede impedir el impacto de los rayos en esos edificios, ya sea que se trate de uno o de varios captadores.

Caso 1: Falla de la aplicación con instalación de varios captadores



Fig. 1: Techo de una casa dañado por la caída de un rayo.



Fig. 2: Primer plano del terminal captador ESE (señalado con flecha) en el edificio adyacente.

El rayo cayó sobre el techo de una casa adyacente a otra en la que había instalado un terminal captador ESE. El techo se quemó parcialmente como resultado del impacto. Este caso demuestra que el terminal captador ESE no es capaz de proteger pequeños grupos de edificios.

Caso 2: Falla de la aplicación con instalación de un solo terminal captador



Fig. 3: El fuego dañó el piso superior de una casa en la que cayó un rayo.



Fig. 4: Primer plano del terminal captador ESE sobre el techo (señalado con la flecha).

El rayo cayó sobre el techo de una casa que tenía instalado un captador ESE. El techo y el piso superior sufrieron daños graves por incendio como resultado del impacto del rayo. Este caso demuestra que el terminal captador ESE no es capaz de proteger edificios pequeños, tales como una casa aislada.

4.2 Mezquita de Putrajaya

El minarete de la mezquita, completado en 1998, es una delgada estructura de 116 m de altura que tiene instalado un único terminal captador ESE en el ápice. De acuerdo con el método de la esfera rodante, los lados del minarete de aproximadamente 50 m y más arriba están expuestos a impactos de rayos y requieren de protección.

De acuerdo con la "norma" NFC 17-102, la protección provista por el terminal captador ESE debe ser la mejor, pues el diámetro del minarete es de menos de 10 m. Sin embargo, en 2005, cayó un rayo al costado del minarete, a aproximadamente 30 m por debajo del ápice. Ello demuestra claramente que no existe la zona de mejor protección afirmada por los fabricantes del terminal captador ESE.



Fig. 5: Minarete de la mezquita de Putrajaya. La zona de protección afirmada está indicada por la línea punteada, mientras que el lugar del impacto del rayo está señalado por la flecha.



Fig. 6: Terminal captador ESE en el ápice del minarete (señalado por la flecha).



Fig. 7: Primer plano de la sección del minarete dañada por el rayo (señalada por la flecha).

La falla del terminal captador ESE para proteger el minarete explica por qué siempre caen rayos en las esquinas y bordes superiores de los edificios normales. Lo que sucede es que estos lugares quedan fuera de la zona de protección hipotética de dichos dispositivos. La instalación de captadores ESE en postes altos tampoco tiene efecto alguno para mejorar la zona de protección.

4.3 Edificio del Departamento del Primer Ministro, Putrajaya

En este edificio de envergadura se han instalado, por lo menos cinco captadores ESE, uno en el ápice de la cúpula y cuatro en los extremos de cumbrera de los techos metálicos por debajo de la cúpula. Un fotógrafo de prensa tomó recientemente una fotografía de un impacto de rayo en el terminal captador de la cúpula.

Un análisis de la trayectoria del rayo que captó el terminal indica que el principio de este tipo de captadores es incorrecto. De lo contrario, la trayectoria del rayo sería aproximadamente recta en varias decenas de metros por encima del terminal captador, pues el líder se desplazaría hacia el derivador.

La trayectoria curva de la corriente del rayo inmediatamente por encima del terminal captador indica que no se emitió ningún líder. Además, no se observaron líderes visibles desde los captadores ESE cercanos instalados en los techos metálicos. Según se mostró en el informe anterior, una esquina del edificio contiguo al que tenía instalados los captadores ESE inferiores fue alcanzada por un rayo.



Fig. 8: Fotografía de la caída de un rayo en el terminal captador ESE, sobre el edificio del Departamento del Primer Ministro. (Imagen de The Star Publications plc)



Fig. 9: La línea punteada representa la trayectoria hipotética del emisor temprano de líder, de acuerdo con la hipótesis de este tipo de captadores (Imagen de The Star Publications plc).

5. Estudios locales sobre el sistema de transferencia de cargas y el terminal ESE

Investigadores de la University of Technology Malaysia (UTM) [Universidad Tecnológica de Malasia] llevaron a cabo estudios

que respaldan las tecnologías CTS y ESE. Si bien afirmaron haber hallado evidencia para dichas tecnologías, los hallazgos siguen siendo poco convincentes.

5.1 Estudios acerca del sistema de transferencia de cargas

Dichos estudios fueron llevados a cabo conjuntamente con investigadores de Telekom Malaysia Research and Development. Los estudios realizados por Ramli y Ahmad [6], [7] afirmaban haber validado la tecnología CTS basado en datos obtenidos de la red de detección de descargas atmosféricas de Malasia (LDN), de grabaciones de rayos en video y de mediciones actuales de descargas atmosféricas hechas con captadores del sistema CTS. Sin embargo, se supo que las conclusiones erróneas estuvieron basadas en una mala interpretación de los tres tipos de datos [8].

5.2 Estudios de la tecnología ESE

Dichos estudios fueron llevados a cabo en el instituto de alta tensión de la universidad, IVAT.

En un estudio realizado por Ngu y Darus [9], se convalidó la tecnología ESE basado en la observación de datos de campo compuestos por el número de daños por impacto de rayos observados y por lecturas seleccionadas del contador de rayos. Sin embargo, los datos de este estudio resultaron ser similares a los datos del método CVM/FIM presentados por un proveedor de captadores ESE a Standards Australia. Debido a que el método CVM/FIM ha sido rechazado por Standards Australia y por la NFPA, la validez de este estudio es cuestionable.

En un estudio realizado por Sidik y Ahmad [10], se inventó otro terminal captador equipado con un generador electrostático accionado por el viento y un dispositivo láser del tamaño de la palma de la mano. Los inventores afirmaban [11] que el dispositivo láser es capaz de atraer rayos y que el terminal captador opera sobre el principio del método CVM. También aseveraron [12] que no es necesario instalar el invento en el edificio para protección contra impactos directos de rayos.

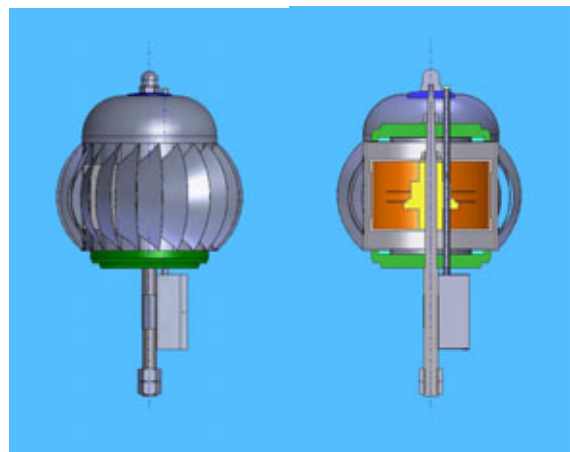


Fig. 10: Vista lateral (izquierda) y transversal (derecha) del terminal captador inventado por la UTM. El dispositivo láser en forma de caja está localizado por debajo del generador de estática accionado por el viento. (Imagen de UTM).

Varios estudios occidentales demuestran que los dispositivos láser requeridos para ionizar trayectorias aéreas muy prolongadas con el objeto de generar canales de conducción para descargas atmosféricas son grandes y poderosos; de ahí que resulte dudosa la afirmación de que el dispositivo láser del tamaño de la palma de una mano pueda producir los mismos resultados en campo.

El uso de un generador de estática accionado por el viento significa que la generación del líder sólo es practicable en días ventosos. La afirmación en cuanto al método CVM no está probada, pues éste ya había sido desacreditado y rechazado por Standards Australia y por la NFPA.

La última afirmación también resulta dudosa, pues se ha demostrado repetitivamente que los captadores ESE posicionados centralmente son ineficaces para la protección de edificios contra impactos de rayos; mucho más aún un captador ESE posicionado a un lado de un edificio grande.

A fin de evitar una disputa en relación con la condición de su invento ESE, los inventores también han aseverado [13] que su invento es un terminal captador convencional debido a la presencia de la punta Franklin en el núcleo.

6. Conclusión

Desde 2004, no se ha presentado evidencia nueva que respalde las hipótesis detrás de los SPCR no convencionales. Por otro lado, se han presentado más pruebas que demuestran la ineficacia de los SPCR no convencionales en aplicaciones de campo. La ICLP ha emitido una advertencia acerca del peligro de usar SPCR no convencionales.

Las normas nacionales e internacionales revisadas de protección contra descargas atmosféricas también han incluido un nuevo método de posicionamiento de captadores que mejorará de manera significativa la protección de los edificios contra impactos de rayos directos.

Los estudios realizados por instituciones de investigaciones locales en respaldo de los SPCR no convencionales tampoco son concluyentes, mientras un nuevo terminal captador ESE desarrollado por una universidad local está basado en tecnologías desacreditadas y no probadas.

7. Reconocimiento

Los autores desean agradecer a The Star Publications PLC por el permiso otorgado para utilizar su fotografía galardonada del impacto del rayo en el edificio del Departamento del Primer Ministro.

8. Bibliografía

- [1] Gruet, P., "Etude des Paratonnerres a Dispositif d'Amorçage: Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement", INERIS, 2001.
- [2] Decisión (Final) del Consejo de Normativa de la NFPA: D No. 05-11, enero de 2005.
- [3] Informe de la Comisión sobre Protección contra Descargas Atmosféricas de la NFPA, NFPA 780-04-ROC, 2004.
- [4] Corte de Distrito de Arizona, EE.UU., Orden No. CV 96-2796-PHX-ROS, del 9 de septiembre de 2005.
- [5] ADVERTENCIA de la Comisión Científica de ICLP, septiembre de 2005.
http://www.iclp-centre-org/view_news.php?id=45
- [6] Ramli, A., y otros, "Analysis of the Effectiveness of Charge Transfer System intended for Lightning Prevention using Lightning Detection System, Lightning Video System and Rogowski Coils" [Análisis de la eficacia del sistema de transferencia de cargas destinado a la prevención contra descargas atmosféricas utilizando el sistema de detección de rayos, el sistema de videos de descargas atmosféricas

y las bobinas de Rogowski], Conferencia Internacional sobre Descargas Atmosféricas y Electricidad Estática (ICOLSE2003), Inglaterra, 2003.

- [7] Ramli, A., y otros, "The Performance of Charge Transfer System against Lightning Rods at the Communication Towers Analyzed by Using Lightning Video System and Rogowski coils" [Desempeño del sistema de transferencia de cargas en comparación con las puntas pararrayos en las torres de comunicaciones analizadas mediante el uso del sistema de videos de descargas atmosféricas y las bobinas de Rogowski], Simposio de CEM, Zurich, Suiza, 2005.
- [8] Hartono, Z. A. y Robiah, I., "A review of studies on Early Streamer Emission and Charge Transfer System conducted in Malaysia" [Análisis de los estudios sobre el sistema captador con dispositivo de cebado y el sistema de transferencia de cargas realizados en Malasia], Simposio de CEM en Zurich, Singapur, 2006.
- [9] Ngu, E. E., y Darus, A. "A Study on the ESE Lightning Protection System" [Estudio del sistema de protección contra rayos con dispositivo de cebado], resumen del proyecto de investigaciones de la UTM, sitio web de IVAT, 2004.
- [10] Sidik, M. A., B. y Ahmad, H., "Study on the ESE Mechanisms aided by Laser Radiation Ionisation Process" [Estudio de los mecanismos ESE asistidos por el proceso de ionización de radiación láser], resumen del proyecto de investigación de la UTM, sitio web de IVAT, 2004.
- [11] Sidik, M. A., B. y Ahmad, H., "Competitive tests between two lightning air terminals" [Pruebas competitivas entre dos captadores de rayos], folleto de la UTM distribuido en la exposición IENA2006, Hamburgo, 2006.
- [12] Sidik, M. A., B. y Ahmad, H., "A new lightning air terminal for strategic structures using infra-red controlled technology" [Nuevo terminal captador de rayos para estructuras estratégicas con tecnología infrarroja controlada], folleto de la UTM distribuido en la exposición MTE2007, Kuala Lumpur, 2007.
- [13] Sidik, M. A., B. y Ahmad, H., "Modernised Lightning Protection System (MLPS) with 5-in-1 Surge Protective Device" [Sistema modernizado de protección contra descargas atmosféricas (MLPS) con dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias, 5 en 1], folleto de la UTM distribuido en la exposición IENA2006, Hamburgo, 2006.

Los autores de esta ponencia han realizado análisis forenses sobre sistemas electrónicos dañados por descargas atmosféricas desde 1980 y han llevado a cabo investigaciones en relación con los efectos de los impactos de rayos en edificios desde 1990. Han publicado más de veinticuatro ponencias científicas acerca de este tema en conferencias y publicaciones locales y extranjeras. Sus trabajos de investigaciones han sido ampliamente citados en publicaciones científicas occidentales desde 1995 e incluidos en las revisiones de las normas de protección contra descargas atmosféricas australianas y de la IEC.

Para más información acerca de los autores, ingrese "hartono" y "lightning protection" [protección contra descargas atmosféricas] en GOOGLE. Puede entrar en contacto con ellos escribiendo al correo electrónico: hartono@pc.jaring.my, teléfono 012-3059971.