

# Protección contra el rayo, las sobretensiones y el impulso electromagnético en los aeropuertos

Ing. Ángel Reyna  
Reyna y Asociados  
[www.reynayasociados.com.ar](http://www.reynayasociados.com.ar)

Desde los aeropuertos se controla todo el tráfico aéreo, y este adquiere más importancia en la medida que hay más aviones en servicio. En la actualidad, existen muchos aeropuertos en el mundo que tienen colmada su capacidad, ello se debe a que el transporte aéreo se halla en pleno crecimiento.

En el presente, los aeropuertos ocupan el primer lugar entre las construcciones de la sociedad, pero pueden estar sujetos a condiciones de desastre, si la caída de un rayo afecta uno o más elementos de

su infraestructura básica: energía eléctrica, procesamiento de datos, telecomunicaciones.

Tales tres elementos forman parte de la infraestructura esencial o básica de los cuales dependen casi totalmente los siguientes establecimientos: aeropuertos, hospitales, plantas químicas, sistema de alarmas y rescate, la defensa contra el fuego, la provisión de agua potable, y otros. La falla de estos tres elementos en forma simultánea puede conducir al caso catastrófico más severo.

## ¿Qué es un caso catastrófico o situación de desastre?

Resulta evidente que hay elementos de la infraestructura que deben considerarse esenciales, como plantas químicas que pueden enviar gases tóxicos y productos nocivos al medioambiente. En estos casos son inaceptables las catástrofes porque las vidas de las personas están en juego [4].

En el caso de los aeropuertos, una gran cantidad de personas están también expuestas a los riesgos ocasionados por el rayo, aunque allí el problema tiene un carácter muy particular. Típicamente, es un problema de caso aislado: la caída de un rayo no conduce a una pérdida moderada susceptible de repetirse un gran número de veces, sino a una pérdida ruinosa que se quiere evitar; es lo que se denomina el problema del desastre [3].

Este tipo de problema tiene un campo de aplicación muy vasto, porque se da en la construcción de grandes obras (edificios, puentes, presas, altos



hornos, etcétera) cuya ruina tendría consecuencias materiales y/o humanas graves. Sin embargo, al igual que con otros tipos de desastres naturales, se trata de un problema en el que el azar puede someterse al cálculo, pues es posible analizar el grado de probabilidad de ocurrencia de un cataclismo natural al que el hombre está expuesto.

En los casos que estamos estudiando, no es posible ni deseable eliminar totalmente el riesgo de la vida individual o colectiva, sin embargo, es un acto razonable reducir en la medida de lo posible los azares cuando la amenaza atañe a los hombres.

La dificultad se resuelve asumiendo una tasa de riesgo que nos asegure, para cada caso específico, que hemos cumplido con nuestro deber. Ya sabemos que la supresión total del riesgo no es posible, como lo ha demostrado con mucha elocuencia Emille Borel. El profesor Lindquist se refiere a casos que se califican como "lo que no debería haber sucedido". Por su parte, el doctor ingeniero Peter Hase y el profesor Johanes Wiesinger hablan en varios pasajes de su trabajo acerca de "...tormenta especial y severa"; "... nosotros no podemos aceptar estas catástrofes"; "...debemos tomar precauciones contra las descargas del rayo, para evitar las amenazas a la vida", etcétera.

De este modo, queda esbozada lo que podríamos denominar la filosofía para el tratamiento de los casos de desastres provocados por tormentas eléctricas severas que eventualmente puedan vulnerar simultáneamente dos o más elementos de una infraestructura.

El servicio de control de tránsito aéreo tiene el fin de prevenir colisiones entre aeronaves y entre estas y obstáculos en el área de maniobras, y además, el de agilizar y ordenar el tráfico aéreo. Podemos decir que un espacio aéreo controlado es un espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tránsito aéreo para los vuelos controlados.

En el funcionamiento de la aviación comercial interviene un extenso y complicado equipamiento eléctrico-electrónico. Debe existir una red de



radioayudas terrestres en constante operatividad, así como un sistema de comunicaciones cuyo funcionamiento debe estar garantizado las 24 horas del día, durante todos los días del año.

Empleando una terminología informática, podemos decir que el servicio de control es la 'interfaz' entre los sistemas de ayuda a la navegación aérea y los pilotos, los usuarios de dicha información. Los centros de control manejan información aeronáutica, meteorológica, comunicaciones con otros centros de control, comunicación de seguridad, mantenimiento, comunicaciones con organismos militares, servicios de calibración, etc.

Las radioayudas son emisoras radioeléctricas terrestres destinadas a auxiliar las tres fases del vuelo: despegue, ruta y aproximación. Los equipamientos de los centros de control y las radioayudas están compuestos por elementos electrónicos cada día más sensibles, gracias al avance de la técnica, a las sobretensiones y campos electromagnéticos que produce el rayo.

### Protección contra el rayo y las sobretensiones

#### Protección externa

La protección externa contra rayos está destinada a la protección contra las descargas del rayo. Es importante señalar que los riesgos y daños por rayos y sobretensiones no solo se producen como consecuencia de una descarga directa del rayo sobre un edificio sino también si la descarga tiene lugar en un entorno cercano.

Una descarga directa se produce cuando el rayo impacta contra el edificio y/o los elementos de la protección directa del edificio (antena, punta captadora, malla, etc.). Es cercana cuando se produce en las proximidades del edificio a través de cañerías u otras instalaciones o por efectos electromagnéticos producidos por el canal del rayo que haya caído hasta 1,5 kilómetros de distancia. Una descarga es lejana cuando viaja a través de las líneas de media o alta tensión.

La protección externa se realiza mediante los siguientes elementos:

- » Mallas y/o puntas franklin colocadas sobre los techos (a veces al costado de los edificios si son altos), destinados a captar la corriente del rayo.
- » Derivadores o bajadas, que son los conductores verticales, destinados a conducir las corrientes de rayo desde los elementos captadores al sistema de puesta tierra.
- » Sistema de puesta tierra. Es el sistema destinado a recibir las descargas del rayo, debe quedar compensado a las otras tomas de tierras (equipotencialización), como asimismo adoptar aquellas configuraciones físicas para hacer frente a las altas frecuencias del rayo y de los relojes de los centros de cómputos.
- » Equipotenciación. Es la igualación de los potenciales de todas las partes metálicas de las instalaciones, sean externas o internas. Está destinada fundamentalmente a salvaguardar la vida humana. Se logra en forma directa uniendo las cañerías y partes metálicas a las barras equipotenciales. Los cables de energía y de datos, a través

de los descargadores de sobretensión, también quedan conectados a las citadas barras equipotenciales, en el momento de producirse las sobretensiones.

#### Protección interna

Desde hace algunos años ha nacido una nueva rama en la ingeniería de la protección contra el rayo: la denominada protección interna, como complemento a la protección externa realizada con puntas franklin y jaulas de Faraday.

La protección interna contra las sobretensiones se compone de dispositivos pequeños que se colocan en el interior de los edificios cuyos equipos electrónicos se quiere proteger, sobre las líneas de energía, teléfonos, de datos, cables coaxiales, etc. Estos dispositivos protectores actúan en tiempos muy cortos: nanosegundos.

Para que una protección sea efectiva hay que instalar, por ejemplo en la línea de energía eléctrica, una protección basta, media y fina; lo que se denomina protección escalonada.

El origen de las sobretensiones que pueden producirse en las instalaciones es:

- » atmosférico
- » interno o de conmutación (actuación de los interruptores en las redes eléctricas)

Los dispositivos protectores de sobretensión protegen los elementos electrónicos, también los cables de las instalaciones eléctricas de baja tensión y otras partes de la instalación. En la Universidad de Upsala (Suecia) el doctor Lunquist ha demostrado a través de estudios estadísticos que los incendios de cables en instalaciones eléctricas guardan relación con la caída de rayos. Hay una estadística de Austria que muestra que el incendio se produce en un lapso posterior a la actividad cerámica.

#### Compatibilidad electromagnética

La compatibilidad electromagnética es un capítulo muy destacado dentro de la temática de protección contra el impulso electromagnético.

La determinación de las zonas de protección contra rayos de acuerdo a lo que establece la norma IEC 61312-1 facilita la compatibilidad.

Los campos electromagnéticos propagados en el aire pueden inducir tensiones dentro de los edificios, en espiras, en lazos o bucles (cerrados o abiertos) formados por la red técnica de información y cables de energía o circuitos internos de los equipos.

Las compañías de seguro llevan estadísticas de los montos pagados por daños de rayos y el porcentaje de incidencia respecto de otros daños en los equipos electrónicos es del orden del treinta por ciento (30%).

Este comportamiento se explica por la creciente sensibilidad de los dispositivos electrónicos en la medida que avanzamos hacia el futuro, a la mayor cantidad de equipos en servicio y su interconexión en redes (caso de las computadoras) y la ligazón a las líneas eléctricas, telefónicas a través de módems y coaxiales, si existen antenas.

### **Normas internacionales que rigen la protección contra el rayo y las sobretensiones**

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, por sus siglas en inglés), con sede en Ginebra, ha elaborado una serie de normas que sirven como base para realizar una protección adecuada. El Comité TC 81 ha implementado un conjunto de normas para este fin. También el Subcomité SC 37 A.

### **Recomendación final**

Cabe resaltar que las condiciones de navegación aérea se ven dificultadas con las tormentas eléctricas severas. Los equipos de control de los aeropuertos y otros terrestres de radioayudas deben tener un funcionamiento enteramente confiable para evitar las condiciones de desastre. Asimismo, la seguridad contra el rayo de las personas en el interior y exterior de los edificios y la protección del equipamiento eléctrico-electrónico deben quedar garantizados.



Por lo tanto, debe quedar establecida la obligatoriedad en nuestro país de la protección integral contra rayos, sobretensiones y el impulso electromagnético de acuerdo a la normativa IEC.

Esto quedará implementado a través de la Asociación Electrotécnica (AEA), en la reglamentación de protección contra rayo, cuya comisión respectiva está incorporando este tema. La aplicación de la metodología propuesta puede llevarse a cabo en estos momentos en que se están modernizando los aeropuertos argentinos. ■

#### **Bibliografía**

- *The future of transportation and communication*. Roland Tohr. Spriger-Verlag; 1993
- *La elección de las Inversiones*. Pierre Massé. Sagitario; 1959
- *Lightning Protection Research*. Strategy 2000. Stig Lundquist. Institute Of High Research Upsala University
- *Can you Avoid Disasters Caused by Lightning?*. Dr. Ing. Peter Hasse and Prof. Dr. Ing. Johannes Wiessinger. Edición DEHN from ETZ. Issue 2/1993