

Cálculo de Disturbios Atmosféricos, a partir del Nivel Isoceráunico

Con datos reales comparativos para Alemania Federal,
y curvas características de choque.

HORACIO TORRES SANCHEZ
Ingeniero Electricista U.N.
Profesor U.N.
Especialización en Alta Tensión
Technische Hochschule, Darmstadt (RFA)

El número de disturbios sobre una línea aérea, debidos a fenómenos atmosféricos, depende en primer lugar del Nivel Isoceráunico del área atacada. Esto significa, cuántos días tormentosos al año son esperados en un área determinada. Como día tormentoso es tomado aquel durante el cual, como mínimo, un trueno es oído. La figura 1. muestra la distribución de frecuencia de días tormentosos en el mundo (1). En las cercanías al ecuador se dan hasta 200 días tormentosos al año, (Amazonas y Africa Central) mientras que en las proximidades a los polos es prácticamente cero.

En Alemania Federal se tiene un Nivel Isoceráunico (NI) promedio de veinte. Una exacta distribución de

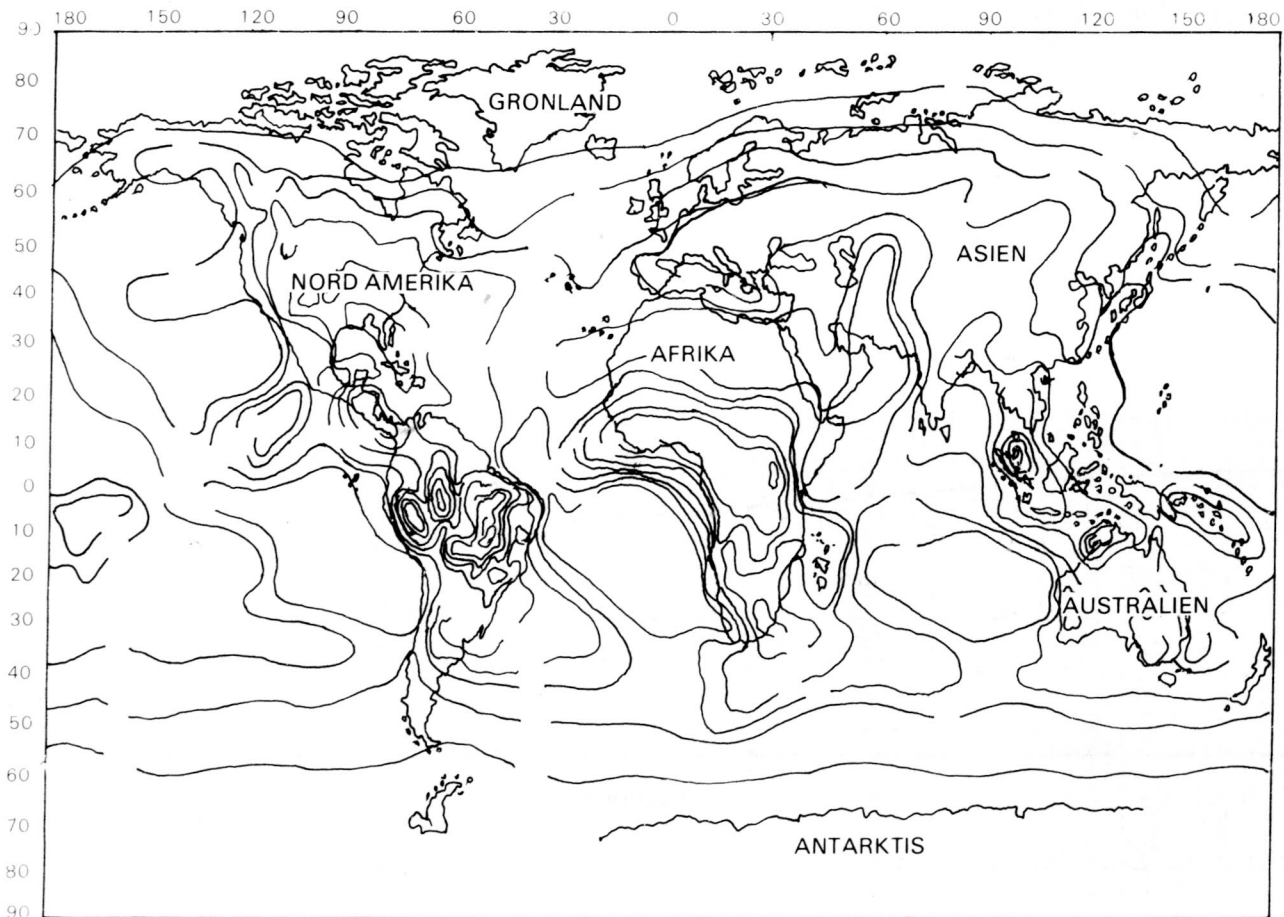


FIGURA 1. Distribución promedio de días tormentosos al año en el mundo.

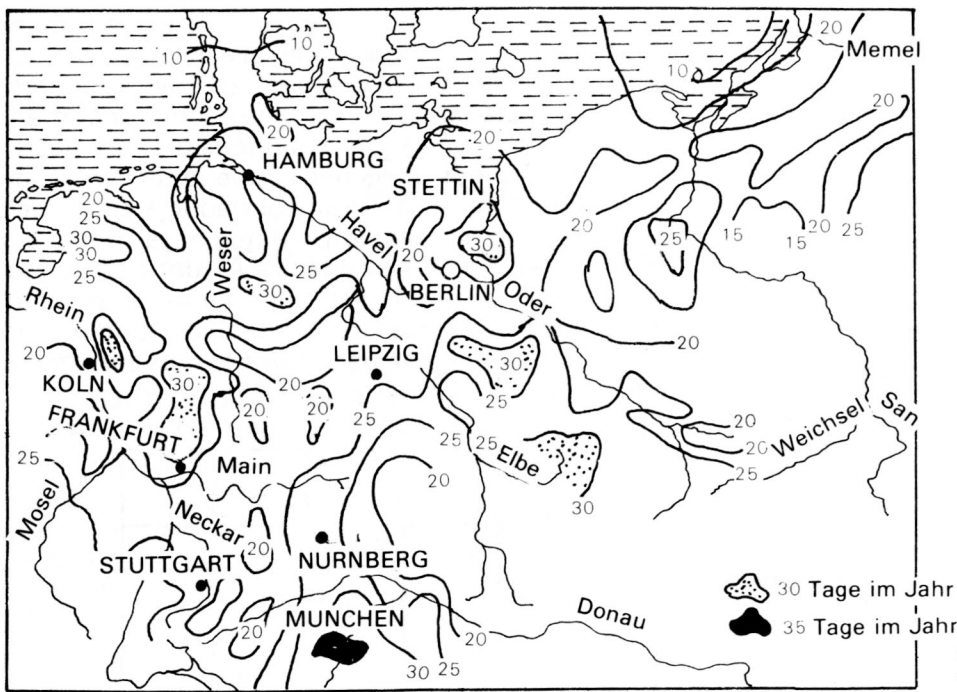


FIGURA 2. Distribución promedio de días tormentosos al año en Europa Central.

frecuencia de días tormentosos al año en Europa Central, se muestra en la figura 2 según Herath (2). De aquí se deduce que en áreas cercanas a las montañas el NI puede estar por encima de 30 (alrededores de los Alpes).

Ante todo, es de primordial interés conocer el número de descargas de rayos a tierra, debido al peligro que representan para las líneas aéreas. Una medida para esto es el número de rayos que impactan sobre una superficie de 1 Km² durante un año.

Según D. Müller-Hillebrand el número *n* de descargas de rayos a tierra por Km² por año, aumenta aproximadamente al cuadrado con respecto al Nivel Isoceráunico, según puede verse en la Figura 3.

En Alemania Federal con un Nivel Isoceráunico de 20, es esperado en promedio 1,6 descargas de rayos a tierra por Km² por año. De norte a sur este número fluctúa entre 1 y 4; y en algunos sitios de cierta particularidad geológica pueden tenerse variaciones mayores.

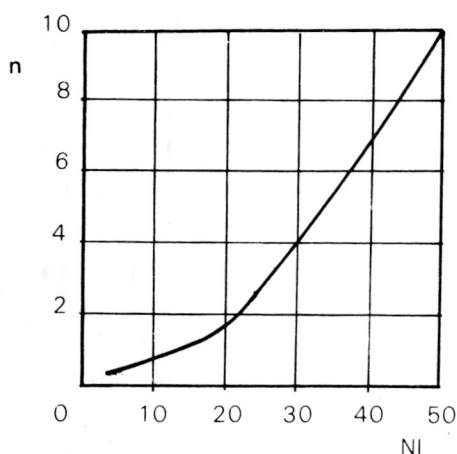


FIGURA 3. Número *n* de descargas de rayos a tierra por Km² por año en función del Nivel Isoceráunico (NI) según D. Müller - Hillebrand.

Cada línea aérea atrae un rayo que aterriza en sus cercanías. Mediante la utilización de teorías de descarga de rayos (3,4) y de la distribución de frecuencias de corrientes asociadas al rayo, fueron calculados, para líneas aéreas, de media tensión entre 10 y 30 KV, los siguientes "anchos de recepción de rayos" *b_m*:

para líneas sencillas = 70 metros.

para líneas dobles = 80 metros.

y para un sistema de doble circuito se tiene aproximadamente un *b_m* de 40 metros.

Del "ancho de recepción de rayos" *b_m* de una línea aérea y el número *n* de descargas de rayos a tierra por Km² por año, el cual para un determinado NI es tomado de la figura 3, se puede calcular para una longitud de línea *l* la frecuencia de descargas de rayos a tierra por año, según la ecuación:

$$He = n \cdot b_m \cdot l$$

Normalmente una línea aérea de media tensión no es protegida mediante cable de tierra y todos los impactos de rayo caen sobre el conductor, viajando sobre las líneas y presentando disturbios en el suministro de energía. Se calcula para Alemania Federal en promedio, con *n* = 1,6 y una longitud de 100 km de línea sencilla, cerca de 11, y para un sistema de doble circuito 6 descargas de rayos a tierra por año.

De un informe de la Empresa de Suministro de Energía alemana, sobre disturbios atmosféricos entre los años 1958-1963 (5), se obtuvieron valores parecidos en líneas aéreas de aproximadamente 100 Km y para diferentes niveles de tensión:

-en líneas de 10 KV --- 9 disturbios/año

-en líneas de 20 KV --- 9,5 disturbios/año

La distribución de frecuencia acumulada de corriente asociada al rayo se muestra en la figura 4. (2,6). Las medidas fuertemente dispersas son dadas

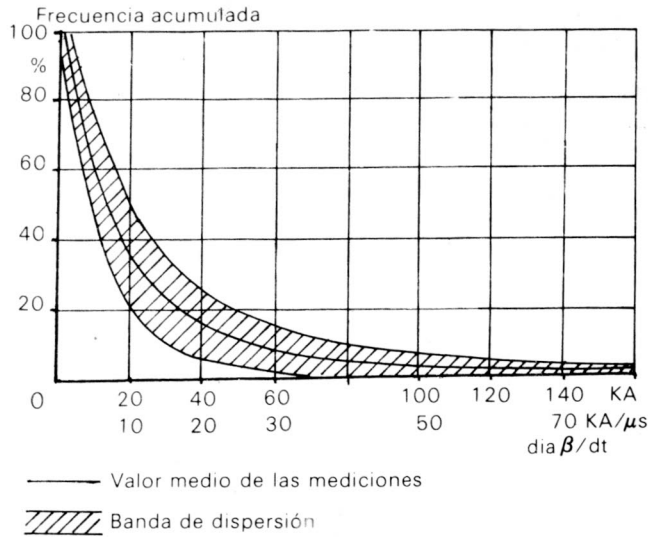


FIGURA 4. Frecuencia acumulada de corrientes y pendiente de corrientes asociadas al rayo.

en una banda de dispersión. En valores promedio el 50% de la corriente asociada al rayo tiene valores pico por encima de 15 KA; el 10%, corrientes por encima de 50 KA y 3%, corrientes por encima de 100 KA. De la figura 4 también puede leerse, sobre la misma curva, la pendiente de la corriente asociada al rayo en KA/ μ s ($di\beta/dt$), a esta pendiente corresponde una corriente asociada al rayo de $i\beta/2$, es decir, que el tiempo de frente de una onda de corriente de rayo es en promedio 2 μ s. En la figura 5 son confrontadas, a manera de ejemplo, las curvas características de choque, en valores absolutos, para el aislamiento de serie 20

KV. Como se puede ver, se corta la curva característica de choque del aislamiento interno del transformador, y la curva de los descargadores en los pasatapas. Por lo tanto, con una gran pendiente de onda de sobretensión, es decir, pequeños tiempos de flameo t_d , puede ser dañado el aislamiento interno del transformador a causa del menor retardo de reacción, sin que haya flameo en los electrodos de los pasatapas. Algunos esfuerzos deben, por lo tanto, ser controlados, mediante apropiadas medidas de protección como por ejemplo el montaje de pararrayos lo más cercano al transformador. (7).

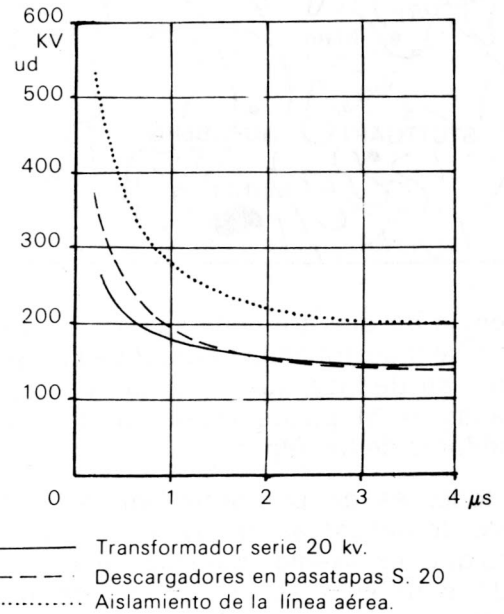


FIGURA 5. Características de choque. Aisl. S 20.

BIBLIOGRAFIA

1. Distribution of Thunderstorm Days. Part. 2. World Meteorological Organization WMO/OMM 1, TP 21 (1950).
2. Blitzschutz 7. Aufl. Hrsg. von Ausschuss für Blitzableiterbau. Berlin 1963.
3. Young, F. S. Clayton, J. M. Shielding of Transmission Lines. IEEE Trans. Paper 63-640 (1963) S. 132-154.
4. Rebske, W.: Beitrag zur Bestimmung der Häufigkeit von Blitzeinschlägen in die Leiterseile von H. S. leitungen. Elektrot. Z (1965) S. 193-197.
5. Reisner, H. Ergebnisse der neuen VDEW-Störungen.
6. Müller-Hillebrand, D: Zur Physic der Bletzentladung. LElektrot. Z. (1961) S. 232-249.
7. Otto Völker. Gewittergefährdung und Überspannungsschutz von Mittelspannungsanlagen. Siemens Zeits. 1968 S. 176-182.