
1. Introducción

Se entiende por sobretensión una sollicitación variable en el tiempo cuyo máximo valor es superior al valor de pico de la tensión nominal del sistema en estudio. Existen muchas causas por las que se pueden originar sobretensiones en una red de potencia; por esta razón su estudio se suele realizar atendiendo al origen, al tipo de proceso transitorio y al tiempo de duración. La clasificación más aceptada distingue tres tipos de sobretensiones:

a) Sobretensiones temporales

Dentro de este grupo están aquellas sobretensiones de larga duración (varios milisegundos), poco amortiguadas y de frecuencia igual o próxima a la frecuencia de operación. Ejemplos de sobretensiones temporales son las debidas a un cortocircuito entre una fase y tierra, o a un problema de ferorrresonancia.

b) Sobretensiones de maniobra

Una sobretensión de este tipo es fuertemente amortiguada, de corta duración y puede presentar un rango de frecuencias que varía entre los 2 y los 10 kHz. Su origen puede estar en una maniobra de conexión o de desconexión, sin embargo puede haber otras causas que den lugar a una sobretensión de este tipo; por ejemplo, un cortocircuito puede provocar transitoriamente una sobretensión que se clasificaría dentro de este grupo.

c) Sobretensiones de origen atmosférico

Son debidas a una descarga atmosférica, tienen una duración muy corta y una amplitud que puede ser varias veces la tensión de pico nominal.

No existe una frontera muy clara entre un tipo y otro de sobretensión; por ejemplo, una sobretensión originada por un cortocircuito es de tipo temporal, pero transitoriamente puede ser calificada como sobretensión de maniobra. Por otra parte, la severidad que puede alcanzar cualquier sobretensión depende del tipo y, sobre todo, del nivel de tensión de la red; en redes de tensión nominal inferior a 400 kV las sobretensiones debidas al rayo son más peligrosas que las debidas a otra causa, mientras que por encima de 400 kV las sobretensiones de maniobra suelen ser las más peligrosas.

La importancia de las sobretensiones atmosféricas crece conforme disminuye la tensión nominal de los componentes afectados por el rayo. El valor de las sobretensiones que se pueden producir en una red de distribución originadas por un rayo es tan elevado frente al valor de la tensión nominal de la red que tanto el nivel de aislamiento de los componentes como la selección y coordinación de protecciones se realiza teniendo en cuenta el efecto de las sobretensiones atmosféricas. En general, el nivel de las sobretensiones de origen interno es inferior o muy inferior al nivel de aislamiento de los componentes de una red de distribución, siendo el número de averías originadas por una sobretensión de este tipo mucho más reducido que el originado por sobretensiones atmosféricas directas o inducidas por el rayo. Un rayo puede originar una sobretensión que termine provocando un fallo en la línea aérea afectada o que se propague por la línea y pueda provocar

una avería en algún otro equipo. Esta Tesis Doctoral está dedicada exclusivamente a la evaluación de líneas de distribución frente a sobretensiones de origen atmosférico.

La aparición de una sobretensión de origen atmosférico en una línea aérea puede ser debida a uno de los mecanismos siguientes

- la descarga cae sobre un cable de tierra o un poste, en ambos casos una parte de la corriente del rayo termina propagándose a tierra donde originará sucesivas reflexiones que pueden dar lugar a una tensión superior a la rigidez dieléctrica del aislamiento entre el poste y alguno de los conductores de fase
- la descarga cae sobre un conductor de fase debido a un apantallamiento insuficiente del cable de tierra o a la inexistencia de éste; se produce una falta si la onda de tensión supera la rigidez dieléctrica del aislamiento
- la descarga cae en las cercanías de una línea aérea, pudiendo inducir en ésta tensiones superiores al nivel de aislamiento.

El estudio del comportamiento de las líneas de distribución frente al rayo ha sido objeto de gran atención durante los últimos años y existe una abundante literatura centrada exclusivamente en este campo. Sin embargo, todavía existen muchos puntos sobre los que no hay un conocimiento suficientemente preciso; probablemente, los más importantes sean la propia naturaleza del rayo y los principales parámetros que describen su comportamiento.

Esta Tesis Doctoral está dedicada al análisis estadístico de sobretensiones originadas por el rayo en líneas aéreas de distribución, con y sin apantallamiento. El objetivo es calcular la tasa de contorneamientos en función de los parámetros más característicos del rayo y de la línea, así como de la actividad atmosférica de la zona por donde transcurre la línea.

El documento ha sido estructurado de la siguiente forma

- en el capítulo 2 se resumen los antecedentes y los objetivos de esta Tesis Doctoral
- en el capítulo 3 se presenta una introducción al proceso de descarga de una nube, y se detallan los parámetros más importantes de un rayo
- en el capítulo 4 se realiza un análisis del comportamiento de líneas aéreas de distribución frente al rayo; el cálculo de sobretensiones se realiza de dos formas diferentes, mediante algoritmo y mediante simulación digital con el programa EMTP/ATP
- el capítulo 5 está dedicado al cálculo de la tasa de contorneamientos en líneas aéreas de distribución debidos a descargas atmosféricas; el cálculo se realiza de manera sistemática, y de manera estadística aplicando el método de Monte Carlo
- en el capítulo 6 se analiza el comportamiento de líneas aéreas de distribución frente al rayo empleando redes neuronales; el cálculo de la tasa de contorneamientos se realiza de manera estadística aplicando el método de Monte Carlo
- el capítulo 7 presenta las conclusiones más importantes de los diferentes estudios realizados
- el capítulo 8 incluye una bibliografía muy completa sobre el tema.