

Sobretensiones en los Sistemas Eléctricos

Juan Alvaro Fuentes Moreno
juanalvaro.fuentes@upct.es

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad Politécnica de Cartagena

enero 2012

Índice

- 1 Coordinación de aislamiento
- 2 Sobretensiones
- 3 Tipos de sobretensiones
- 4 Control de sobretensiones
- 5 Transitorios en líneas ideales con parámetros distribuidos

■ Definición según la IEC:

“La selección de la rigidez dieléctrica de los materiales del equipo (y su aplicación) en relación a las tensiones que pueden aparecer en el sistema en donde el equipo es utilizado, y teniendo en cuenta las características de los dispositivos protectores disponibles, de tal forma que reduzcamos a un nivel aceptable tanto económica como operacionalmente la probabilidad de que una sobretensión pueda causar daño al aislamiento del equipo o afecta a la continuidad del servicio”, IEC 1976.

■ Para poder realizar esto hay que realizar dos tipos de estudios:

- Estudiar las sobretensiones que pueden aparecer en el sistema eléctrico
- Una valoración general de las prestaciones de los aislantes bajo esas sobretensiones

■ Como resultado de estos estudios se deben especificar:

- La rigidez dieléctrica del aislamiento de todos los componentes del sistema
- Las distancias fase-fase y fase-tierra
- Los valores nominales, tipos, número y situación de los limitadores de sobretensiones

Índice

- 1 Coordinación de aislamiento
- 2 Sobretensiones**
- 3 Tipos de sobretensiones
- 4 Control de sobretensiones
- 5 Transitorios en líneas ideales con parámetros distribuidos

- Son perturbaciones que se superponen a la tensión nominal del sistema
- Pueden darse entre fases del mismo circuito (Modo diferencial) o entre fases y tierra (Modo común)
- Son difíciles de caracterizar debido a que su naturaleza es muy variada, permitiendo sólo una aproximación estadística
- Sus peores efectos son el mal funcionamiento o la destrucción de los equipos. Tanto para el suministrador como para el usuario.
- Como resultado de las sobretensiones se pueden dar:
 - Desconexiones cortas
 - Reenganchadores en media tensión
 - Desconexiones largas
 - Intervención para reemplazar el equipo dañado o los aisladores

Índice

- 1 Coordinación de aislamiento
- 2 Sobretensiones
- 3 Tipos de sobretensiones**
- 4 Control de sobretensiones
- 5 Transitorios en líneas ideales con parámetros distribuidos

■ Sobretensiones temporales

- Son de larga duración (desde varios milisegundos a varios segundos), poco amortiguadas y de frecuencia igual o próxima a la de operación.
 - Fallo del aislamiento
 - Pérdida brusca de carga
 - Resonancia y ferroresonancia

■ Sobretensiones de frente lento

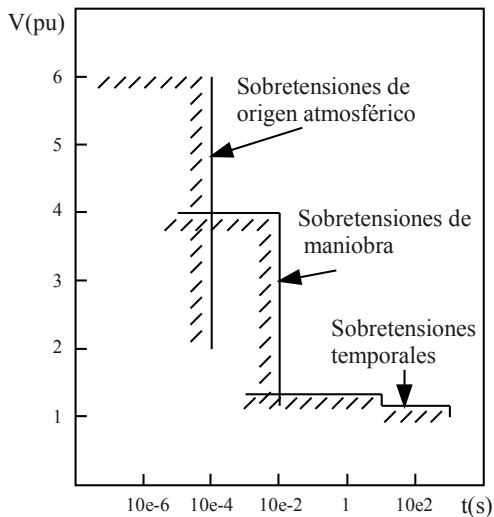
- Son de corta duración (pocos milisegundos), fuertemente amortiguadas y se presentan con una gama de frecuencias que varía entre 2 y 20kHz.
 - Energización y reenganche de líneas
 - Cortocircuitos y eliminación de cortocircuitos
 - Maniobras con corrientes inductivas o capacitivas
 - Pérdida brusca de carga

■ Sobretensiones de frente rápido

- Son generalmente unidireccionales, de duración muy corta y amplitud muy superior a la tensión de cresta nominal.
 - Sobretensiones por rayos en líneas aéreas
 - Sobretensiones por rayos en estaciones receptoras
 - Maniobras y cortocircuitos

Tipos de sobretensiones (II)

- Relación entre el tipo de sobretensión, la duración y el valor máximo



Índice

- 1 Coordinación de aislamiento
- 2 Sobretensiones
- 3 Tipos de sobretensiones
- 4 Control de sobretensiones**
- 5 Transitorios en líneas ideales con parámetros distribuidos

■ Reducción de las sobretensiones temporales

- Fallo de Aislamiento: selección de parámetros que tengan influencia en la sobretensión
- Pérdida brusca de carga: instalación de equipos que generen o absorban reactiva
- Resonancia: desintonizando el sistema de la frecuencia de resonancia

■ Reducción de las sobretensiones de frente lento

- Energización y reenganche de líneas: Preinserción de resistencias limitadoras. Control del instante de cierre en las maniobras
- Cortocircuitos y eliminación de cortocircuitos: empleo de varistores

■ Reducción de las sobretensiones de frente rápido

- Sobretensiones por rayos en líneas aéreas: empleo de cables de guarda. Reducción de la impedancia de puesta a tierra en los apoyos. Varistores.
- Maniobras y cortocircuitos: selección adecuada del equipo de maniobra
 - Interruptores adecuados
 - Preinserción de resistencias
 - Control del instante de maniobra

Índice

- 1 Coordinación de aislamiento
- 2 Sobretensiones
- 3 Tipos de sobretensiones
- 4 Control de sobretensiones
- 5 Transitorios en líneas ideales con parámetros distribuidos

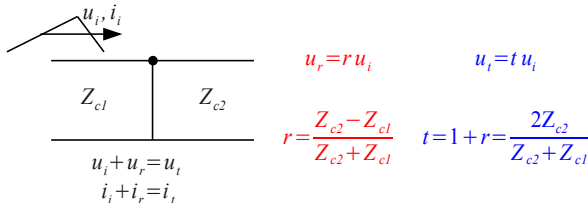
Transitorios en líneas ideales con parámetros distribuidos

■ Solución: onda incidente y onda reflejada

- $U_i = Z_c I_i$
- $U_r = -Z_c I_r$
- La existencia de ambas soluciones es debida a las discontinuidades en los medios transmisores

■ Principios de análisis

- Cuando una línea se energiza (también vale para la caída de un rayo), se inicia la propagación de una onda incidente.
- Dicha onda viaja, sin atenuación ni distorsión, cambiando cuando se encuentre una discontinuidad
- Frente a dicha discontinuidad, parte de la onda se refleja y parte se transmite
 - Punto de transición:

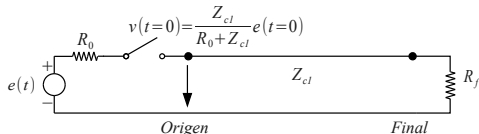


- ¿Final de línea?
- ¿Punto de bifurcación?

■ Diagrama reticular

- Es un método gráfico que permite registrar todas las ondas viajeras que se van generando en una red y construir mediante superposición las ondas de tensión y de corriente generadas en los puntos de interés

■ Ejemplo



$\epsilon(t - n\tau)$ = escalón unitario con un retardo: $n\tau$

$$v_{destino}(t) = v(t - \tau)\epsilon(t - \tau)(1 + r_f) + v(t - 3\tau)\epsilon(t - 3\tau)(r_0 r_f + r_0^2 r_f^2) + \dots$$

$$v_{origen}(t) = v(t - 2\tau)\epsilon(t - 2\tau)(r_f + r_0 r_f) + v(t - 4\tau)\epsilon(t - 4\tau)(r_0 r_f^2 + r_0^2 r_f^3) + \dots$$

■ ¿Rayo?

- Se modela como fuente de intensidad: I_{rayo}
- Y la línea actúa como divisor de intensidad
 - $v(t = 0)_{rayo} = Z_c \frac{I_{rayo}}{2}$

