

Aisladores de suspensión

Introducción

En el presente documento se describirán las características básicas de un aislador de suspensión y los elementos que lo conforman, de igual manera se analizará la distribución de potencial eléctrico en una cadena formada por este tipo de aisladores.

Configuración

De acuerdo con la norma ANSI C29.1, una unidad aisladora de suspensión es un ensamble de una pieza de porcelana y herrajes metálicos, provista de medios de acoplamiento no rígidos, a otras unidades o herrajes terminales.

Según la figura No. 1, en un aislador de suspensión típico se distinguen los siguientes elementos:

1. Esmalte
2. Arena cerámica
3. Cemento
4. Ojal o cuenca
5. Pintura bituminosa
6. Campana metálica
7. Cuerpo cerámico
8. Perno metálico (pasador o bola).

1. Esmalte

Las funciones esenciales que el esmalte ejerce en un aislador son:

a. Proporcionar a éste una buena apariencia superficial. Debido a su naturaleza vítrea, puede mantenerse fácilmente libre de polvo o suciedades residuales, ocasionadas por la contaminación ambiental, por medio del lavado natural de las aguas lluvias.

También por medio del esmalte se le puede dar al aislador el color que más convenga, de acuerdo con las exigencias del medio en donde se vaya a instalar.

b. El esmalte incrementa los parámetros mecánicos de la porcelana. Durante la cocción del aislador, en el período de fabricación, el esmalte hace parte integral de la

porcelana mediante un entrelazamiento molecular, robusteciendo mecánicamente toda la pieza.

Los esmaltes utilizados en los aisladores de porcelana son del tipo de compresión. Esto se logra ajustando la expansión térmica de esmalte, de tal manera que sea menor que la de la porcelana.

Los siguientes son algunos datos de ensayos mecánicos hechos sobre un tipo de aislador de porcelana con y sin esmalte, los cuales sirven de ilustración de la forma como se trabaja el esmalte de compresión:

	Resistencia normal		Alta resistencia	
	Módulo ruptura (Psi)	Resistencia a la tensión (Psi)	Módulo ruptura (Psi)	Resistencia a la tensión (Psi)
Aisladores con esmalte	15.000	7.000	24.000	9.500
Aisladores sin esmalte	11.000	6.000	18.000	8.000

2. Arenado

Se utiliza para obtener en la superficie de la porcelana un medio de la fijación del cemento.

Esta arena se logra de un compuesto que produce el mismo grado de compresión sobre el cuerpo cerámico, que el obtenido en los esmaltes. Por lo tanto, la expansión térmica de la arena es menor que la de la porcelana y muy semejante a la del esmalte.

3. Cemento

La unión del cuerpo de porcelana a los herrajes se hace con cemento Portland, de bajo coeficiente de expansión, que da a los aisladores un alto grado de confiabilidad y un excelente comportamiento respecto a las exigencias de tensión, tanto mecánicas como eléctricas.

Las principales características del cemento Portland, que eléctricos, son:
lo hacen apropiado en la producción de aisladores

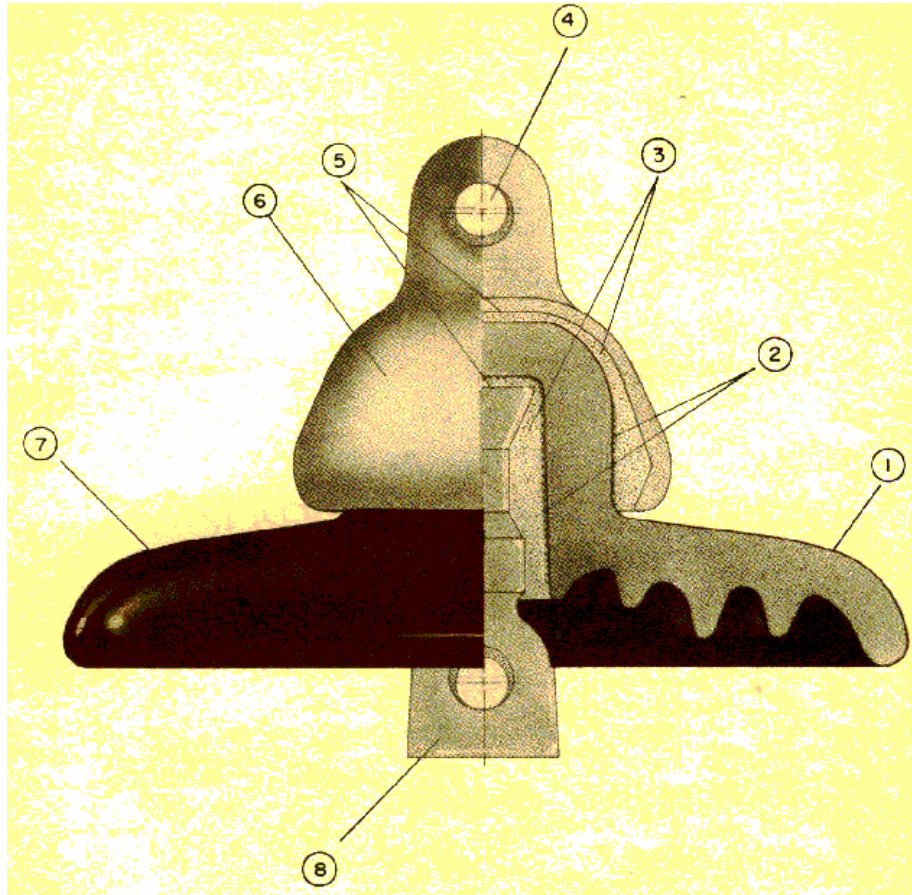


Fig. No. 1

- a. Con una resistencia a la compresión de 10.000 Psi., actúa como amarre entre la porcelana y el herraje, para así, eventualmente disminuir las cargas.
- b. Conserva sus características de resistencia durante largos períodos de tiempo.
- c. La flexibilidad en su aplicación, puede ser usada ventajosamente en diferentes tipos de aisladores; al variar el contenido de agua de la mezcla se puede cambiar la dureza y resistencia del cemento.

Dentro de las características de control se debe tener en cuenta, que el cemento utilizado sea de granulación fina, libre de agua y consistencia uniforme.

5. Pintura bituminosa

Antes de aplicar el cemento, los herrajes son revestidos con una capa de pintura bituminosa (pintura asfáltica) en todas las superficies que están en contacto con este. La pintura forma una junta de dilatación entre el cemento y los herrajes metálicos, que absorbe las expansiones originadas por cambios de temperatura y protege las

partes metálicas de los ataques químicos propios del cemento.

6. Herrajes Metálicos

De acuerdo con la elección que se haga de la cadena, se dispone del aislador normal tipo "Clevis" y del "Ball & Socket", también denominados "pasador - ojal" y "cuenca - bola" respectivamente.

Las campanas se fabrican de acero forjado, hierro maleable o aluminio. Las partes ferrosas, distintas del acero inoxidable, se deben galvanizar según las especificaciones existentes para galvanizado en caliente de herrajes en hierro y acero (Norma ASTM A-153).

7. Cuerpo cerámico

La porcelana eléctrica posee excelentes propiedades para ser utilizada como aislante eléctrico, tales como alta resistencia dieléctrica, alta resistencia mecánica, elevado punto de fusión, inercia química, etc.

Estas propiedades se obtienen mediante la adecuada combinación de materiales cerámicos, especialmente arcilla, feldespato y cuarzo. La arcilla permite una buena plasticidad que facilita la formación del aislador; el feldespato desempeña el papel de fundente y provoca la vitrificación de la porcelana y el cuarzo permite controlar el coeficiente térmico de expansión de la misma.

Además de las propiedades de material aislante, debe agregarse una tecnología de diseño que asegure a las piezas las condiciones necesarias para soportar severos esfuerzos electromecánicos sin perder sus propiedades.

Distribución de potencial en una cadena de aisladores de suspensión

En una cadena de aisladores de suspensión, (la unión de dos o más unidades, que se acoplan para formar un conjunto), el potencial entre el conductor y la cruceta no se reparte uniformemente. Ello trae como consecuencia una desigualdad en la tensión a la cual quedan sometidos los aisladores, siendo ésta tanto menor cuanto más alejados estén del conductor.

Análisis

El efecto anteriormente descrito se debe a la desigual corriente capacitiva en los diferentes elementos, por agregarse a la capacitancia de cada uno de ellos, la existente entre él y la tierra. Una cadena de aisladores es, desde el punto de vista de las capacitancias, equivalente a un conjunto de condensadores conectados, como se indica en la figura No. 2.

La corriente capacitiva que pasa por el elemento más cercano al conductor, es mayor que la de los demás, y va decreciendo en cada uno de ellos según el orden de colocación (desde el conductor a la cruceta) sucediendo lo propio con la diferencia de potencial a que se hallan sometidos los elementos y cuya expresión general es:

$$V = \frac{I}{WC}$$

- I: Corriente capacitiva.
- C: Capacitancia de cada elemento.
- W: Frecuencia natural, $(2\pi f)$.
- C1: Capacitancia de cada elemento respecto a tierra.
- Vn: Potencial del conductor respecto a tierra.
- Vn-1: Potencial en la unión de los dos últimos elementos.

Entonces se tendrá:

$$WC (V_n - V_{n-1}) = WC(V_n - V_{n-2}) + WC * V_{n-1}$$

$$WC (V_{n-1} - V_{n-2}) = WC(V_{n-2} - V_{n-3}) + WC_1 * V_{n-2}$$

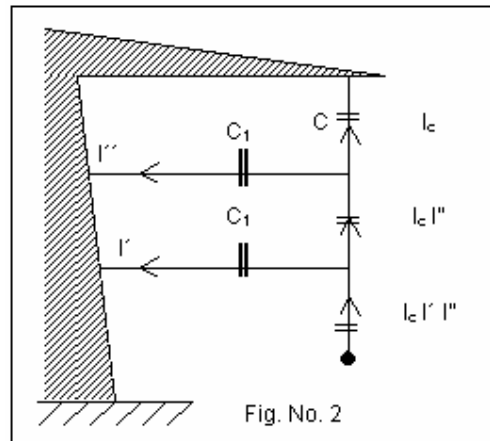
Y haciendo $K = \frac{C_1}{C}$ tendremos:

$$V_n = (2 + K)V_{n-1} - V_{n-2}$$

$$V_{n-i} = (2 + K)V_{n-2} - V_{n-3}$$

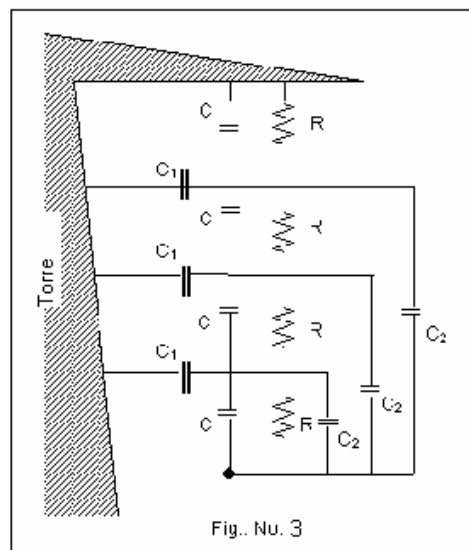
Con estas ecuaciones se podrán calcular los valores V_{n-1} , V_{n-2} ... conociendo el de V_n .

Nota: En las expresiones anteriores las corrientes y tensiones presentan un desfase de 90° .



Al aplicar las ecuaciones anteriores a una cadena formada por seis elementos, para un valor de K aproximadamente de 0.2 y V_n próximo a 100 kV., resulta que el último elemento soporta más de 30 kV, en lugar de 16.6 kV, valor que le correspondería si la distribución de voltajes fuera uniforme.

Este efecto haría imposible la utilización de tensiones de línea muy elevadas, a menos que se acudiera a elementos mayores, de capacidad más grande, para los situados en las proximidades del conductor. Pero afortunadamente en la práctica, se produce un efecto de fuga superficial que aumenta con la tensión entre las armaduras de cada elemento y presenta un camino aparte de las corrientes I' , I'' ,..., lo que permite la estabilización de todos los miembros de la cadena, sin trabajo excesivo para el último, tal como lo muestra la figura No. 3, circuito equivalente de una cadena de cuatro aisladores suspendidos.



- C: Capacidad propia del disco.
- C₁: Capacidad disco a tierra.
- C₂: Capacidad disco a línea.
- R: Resistencia de pérdidas.

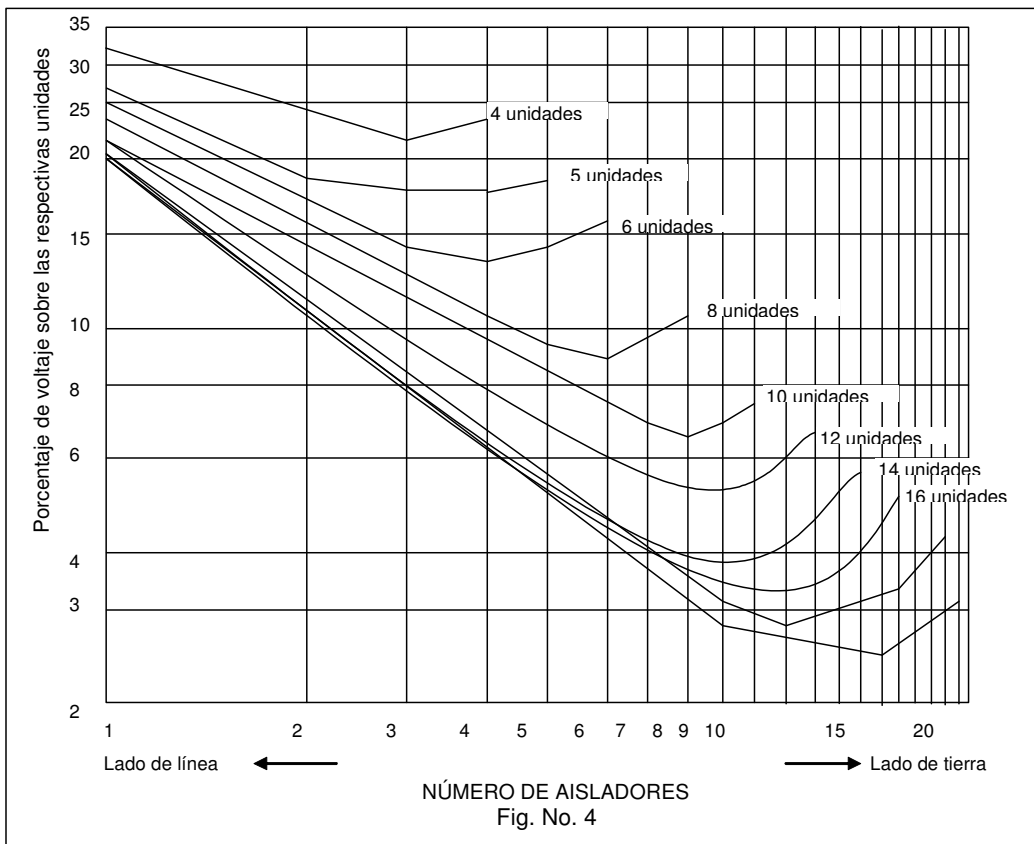
Dicha teoría está confirmada por los hechos experimentales.

Por medio de los métodos mencionados se han establecido ciertas características, tales como las que ilustra la figura No. 4, que muestra la distribución del voltaje en los elementos de cadenas de diferente longitud, usando aisladores de 10 pulgadas.

La corriente capacitiva total es del orden de un miliamperio, en condiciones de sequedad y limpieza del

aislador. Una vez adquirida la contaminación y presente la humedad, las corrientes de fuga adquieren valores de 1 a 100 miliamperios. Cuando la corriente de fuga excede la corriente capacitiva, la distribución del potencial de cada elemento depende en primer lugar del valor de aquella.

En realidad el tipo y grado de humedad tiene poca influencia sobre las características de flameo de una cadena, pero la contaminación si puede disminuir apreciablemente los valores de flameo. Así, corrientes de fuga del orden de 10 miliamperios, no representan peligro de flameo. Pero, al adquirir valores de 100 miliamperios, existe el peligro de flameo y debe efectuarse un lavado de aisladores, incrementar su cantidad o recurrir a los aisladores de tipo especial (FOG TYPE). En realidad el criterio en este aspecto, es una comparación entre el costo de sobreaislamiento y el costo del lavado.



Bibliografía

- Luís María Checa, Líneas aéreas de transporte de energía eléctrica. Madrid 1958. Nuevas gráficas.
- B.M. WEEDY, Sistemas Eléctricos de gran potencia. Barcelona 1978. Editorial Reverté, S.A.

Si desea cambiar su dirección electrónica, suscribir a un colega, solicitar ediciones anteriores o borrarse de la lista de distribución, envíenos un mensaje a:

carango@gamma.com.co

Atn Ing. Claudia Arango Botero.

Visítenos en nuestra página <http://www.gamma.com.co> o www.corona.com.co

Web: