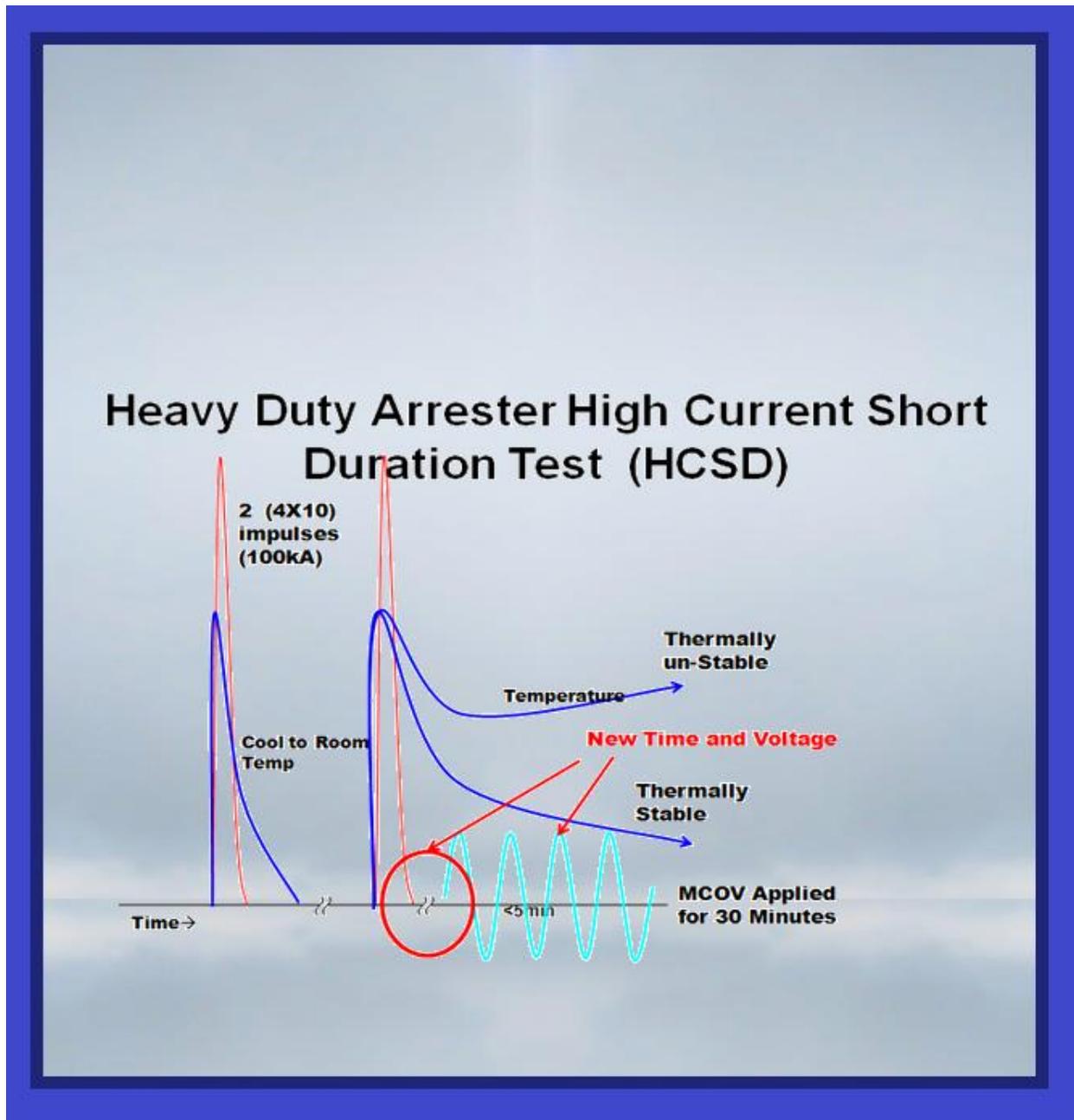


## Nuevo Protocolo IEEE C62.11-2012 Requerimientos de Preba para Supresores



10/23/2012

Jonathan Woodworth – ArresterWorks & Mike Comber - IEEE SPD WG 3.3.11 Working Group Chair

# Nuevo Protocolo IEEE C62.11

## Requerimientos de Preba para Supresores

Por Jonathan Woodworth y Michael Comber

### Introducción

Desde la introducción de supresores de Metal Oxide Varistor (MOV) a finales de 1970 no ha habido medios adecuados para evaluar la capacidad de manejo de energía de estos supresores. Los ensayos prescritos en la norma IEEE C62.11 hasta la fecha han sido esencialmente el mismo que los utilizados para las pruebas de los descargadores de carburo de silicio de generación anterior. A pesar de que las pruebas a varias muestras de supresores sobre varios tipos diferentes de sobretensiones, no ha habido ninguna cuantificación estandarizada de la capacidad de manejo de energía. Esta falta de normalización respecto a la manipulación de la energía ha dado lugar a una considerable falta de comprensión de las características publicadas del supresor. Algunos supresores parecían tener el doble de la capacidad de manejo de energía de supresores de construcción y calificación similares, pero que de hecho, fueron probados de manera diferente. Una situación similar existe con la prueba de la norma IEC 60099-4. Los miembros de ambas normas supresor IEEE e IEC equipos de redacción han participado en las actividades del Grupo de Trabajo CIGRE A3.17 (más tarde Grupo de Trabajo A3.25) que emprendió una investigación experimental de la caracterización de la manipulación de la energía de supresores MOV, con el objetivo de proporcionar información para ayudar a dar forma a las futuras pruebas estandarizadas. Desde el 2004 hasta la actualidad, los estudios CIGRE han arrojado nueva comprensión de cómo supresores MOV responden a diversas entradas de energía.

Después de que la edición anterior de C62.11 fue publicada en 2005, se propuso revisión exhaustiva de los requisitos de la prueba, con el objetivo de hacer las pruebas más relevantes y de mayor beneficio para la industria. A través de esta revisión, se esperaba que las partes de la norma que no puedan justificarse como "valiosas para la caracterización realista de un Supresor" serían modificadas o eliminadas. Como resultado de este proceso de revisión,

varias pruebas incluyendo TOV, tensión residual, aceleración del proceso de envejecimiento, baja corriente de larga duración, ciclo de trabajo y el modo de fallo de supresores inmersos en líquidos y supresores de frente muerto fueron modificados.

### Pruebas de Manejo de Energía para Supresores de Estación e Intermedios

Ha sido evidente para los interesados en los supresores durante muchos años que los métodos utilizados para cuantificar la capacidad de manejo de energía de los supresores de estación o intermedios han sido defectuosos. Después de una considerable contemplación del grupo de trabajo, se estableció que los siguientes temas necesitan resolución:

1. las pruebas existentes no proporcionan un medio estandarizado para establecer y verificar la capacidad de manejo de energía, dejando a la responsabilidad a fabricantes de "inventar" sus propios procedimientos y condiciones, por lo general dando como resultado grados de la energía que no significan lo mismo.
2. Los usuarios, que realizan estudios de transitorios de sus sistemas para determinar las necesidades de protección, requieren información más realista.
3. Las características de resistencia térmica y de impulso se prueban (en alguna forma) utilizando las mismas pruebas. Sin embargo, no son discernibles una de otra.

Se hizo evidente muy pronto que sería deseable modificar las pruebas para proporcionar medios para verificar de forma independiente las capacidades de resistencia térmica y de impulso del supresor. Anteriormente, los dos estaban entremezclados en ambas, las pruebas de ciclo de operación y las pruebas de baja corriente de larga duración (descarga de línea de transmisión).

## Valoración de Energía de Sobretensión por Conmutación

Durante la retención de una sobretensión en un sistema de energía, el supresor absorbe la energía, por lo que hay un aumento de la temperatura de los discos MOV. Si la temperatura se eleva a un nivel que deja al supresor incapaz de operar de manera estable, se convertirá en una sobrecarga térmica, dando lugar a una fuga de calor y probablemente al fracaso del dispositivo. En la nueva edición de C62.11, a energía máxima que el supresor puede manejar sin la sobrecarga que se conoce como el grado energético de sobretensiones de conmutación.

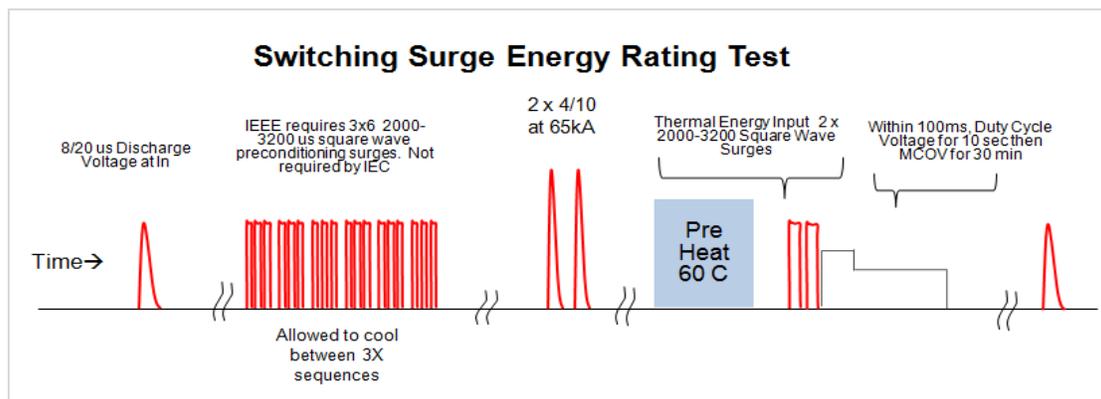
Dicha sobretensión es generalmente lo suficiente baja de amplitud y un solo impulso no causará daños electro-mecánicos a los discos MOV de un supresor de tamaño adecuado. La prioridad en este momento es la cantidad de energía total (a partir de múltiples oleadas) puede absorber el supresor y seguir siendo térmicamente estable.

## Descripción de la Prueba

La nueva prueba combina elementos de las pruebas **Alta corriente de Corta duración** y **Descarga de línea de Transmisión**, y su introducción permitirá que ambas pruebas sean eliminadas para supresores de Estación e Intermedios. La muestra de ensayo, que prácticamente tiene que ser una sección prorrateada, primero debe verificarse que tiene propiedades térmicas equivalentes a las de un Supresor completo.

La muestra sólo necesita ser de 6 kV, pero puede ser tan alta como se desee. Los pasos de la prueba y su justificación son:

1. Someter a las muestras a impulsos con una forma de onda a 8/20 de corriente a corriente nominal. Registre el voltaje de la descarga de las muestras.
2. Preacondicionar las muestras con seis series de tres impulsos de onda cuadrada. Este acondicionamiento es para producir un efecto de envejecimiento sobre la vida útil del supresor. La inyección de energía durante esta parte de la prueba es de 50% del grado energético anunciado de sobretensión de conmutación.
3. Someter a las muestras a dos impulsos de 65 kA de corriente elevada de duración corta, destinados desgastar la vida útil del supresor.
4. Calentar las muestras a 60 ° C. Esta temperatura representa la temperatura máxima de operación del supresor en condiciones normales de funcionamiento.
5. Someter las muestras a dos sobretensiones de forma de onda rectangular. Registre la energía absorbida durante estas dos sobretensiones. La absorción de la energía de cada sobretensión de la muestra será igual al 50% de la energía de sobrecarga de conmutación proyectada.
6. Dentro de 100 ms después de la segunda sobretensión de conmutación, someter a las muestras a una sobretensión temporal (TOV) durante 10 segundos. El voltaje será igual al grado de voltaje del ciclo de trabajo del descargador.
7. Inmediatamente después de la TOV, someter las muestras a MCOV durante 30 minutos o hasta que alcancen estabilidad térmica.
8. Repita la medición inicial de tensión de descarga.



**Figura 1.** Secuencia de prueba de Energía de Sobretensión por Conmutación.

## Evaluación

Si el supresor se mantiene estable en el final de la prueba, no hay ningún daño físico visible, y si el voltaje de la descarga no ha cambiado en más de un 10% de la muestra se considera que ha pasado la prueba.

## Calculo de Grado de Energía

El grado de energía de sobrecarga de conmutación de la muestra será de 2 veces la energía inyectada durante cada uno de las dos sobretensiones justo antes de la aplicación TOV.

Calificaciones de Energía típicas de Sobretensiones de Conmutación y Aplicación sugerida del Sistema		
Max system rms L-L voltage kV	Min rms MCOV rating kV	Minimum Switching Surge Energy Handling Class and kJ Rating
<b>Supresores de Estación</b>		
72	42	A (3.0)
121	70	A (3.0)
145	84	A (3.0)
169	98	A (3.0)
242	140	B (4.5)
362	209	C (6.0)*
550	318	F (11.0)*
800	462	H (15.0)*
<b>Supresores Intermedios</b>		
4.37–145	2.55–84	A (3.0)

**Tabla 1.** Calificaciones de energía típicas de Sobretensiones de Conmutación y Aplicación sugerida del Sistema.

**Nota:** Estos valores siguen siendo objeto de examen por el grupo de trabajo en la aplicación de IEEE.

Si cada sobretensión contenía 1.5kJ, la calificación energética de la muestra será 3.0kJ. Clases de calificaciones tendrá una duración de la clase A en el 3.0kJ / kV MCOV a clase N en 30kJ/kV MCOV. Nótese que la calificación se expresa como una función del descargador MCOV.

## Seleccionando el Grado de Energía apropiado

El requerimiento de energía para un Supresor de Estación o Intermedio es una función de la tensión del sistema, la longitud de la línea, y la calificación descargador. Para la mayoría de estimaciones precisas de capacidad de manejo de energía que se requiere, un análisis de transitorios detallado debe llevarse a cabo utilizando el software de transitorios. En ausencia de un análisis de transitorios, la guía de aplicación de sobretensiones IEEE C62.22, ofrece varias fórmulas sencillas que pueden ser utilizados para estimar los requisitos de absorción de energía de los supresores. La siguiente fórmula se utiliza con mayor frecuencia:

$$(1) \quad J = 2D_L E_A I_A / v$$

Donde:

$E_A$  es la descarga de voltaje de impulso de conmutación del Supresor (en kilovoltios) para  $I_A$ ,

$I_A$  es la corriente de impulso de conmutación (en kiloamperios),

$D_L$  es la longitud de línea (en kilómetros), y

$v$  es la velocidad de la luz, 300 km/ms.

La ecuación asume que toda la línea se carga a una sobretensión de conmutación a definir (que existe en la ubicación del descargador) y se descarga a través del supresor durante el doble del tiempo de viaje de la línea. El voltaje de descarga  $E_A$  y la corriente  $I_A$  están relacionadas por:

$$(2) \quad I_A = (E_s - E_A) / Z$$

Donde:

$E_s$  es sobretensiones de conmutación a definir (en kilovoltios)

$Z$  es la impedancia monofásica de sobretension de la línea (en ohmios).

Nótese que esta es una sola descarga, y si la reconexión es común donde se aplica el descargador, entonces debe considerarse el doble de la calificación energética. Una vez que el requisito de absorción de energía de un supresor (normalmente expresado en kJ/kV MCOV) se determina, la calificación energética sobretensiones de conmutación se puede seleccionar de los catálogos de los fabricantes. La siguiente clase más alta de energía por encima del mínimo requerido deberá seleccionarse. Véanse los ejemplos en la Tabla 1 para los grados de la energía cuando la reconexión no se considera.

Es importante que esta clasificación se basa en el supuesto que el supresor se energizará al voltaje de línea del sistema a tierra después del evento de conmutación. Si este no es el caso, entonces la calificación de resistencia de impulso único puede ser más relevante para la selección de la capacidad de manejo de energía supresor.

También hay que tener en cuenta que una calificación en Julios a veces puede ser engañosa. Pararrayos de igual calificación pueden tener diferentes capacidades de energía simplemente como resultado de las diferencias en sus voltajes de descarga en sobretensiones de conmutación (ejemplo en la Tabla 2). Dado que el objetivo principal del descargador es retener voltajes, la energía nominal superior del supresor puede de hecho ser una opción más pobre, y no mejor.

### Comentarios sobre Mejoras en las Pruebas

Para la primera vez en la historia de las normas supresor, la calificación energética de sobretensiones por conmutación será comparable a través de los diseños de supresores y entre los diferentes proveedores.

Otras mejoras incluyen:

- una prueba que cuantifica los límites térmicos de un supresor mientras no los

confunde con las capacidades de resistencia de impulso.

- El efecto de "envejecimiento" de la corriente alta de duración corta y corriente baja de larga duración se combinarán en una sola prueba.
- La capacidad de manejo de energía supresor publicada se puede utilizar con confianza en la selección de un supresor basado en análisis de transitorios resultados

### Calificación de Energía de Impulso Único

El grupo de trabajo había sido solicitado en numerosas ocasiones para desarrollar una prueba estándar que cuantificó la capacidad de resistencia de un solo impulso de un supresor. En este caso, la prioridad no es la recuperación térmica sino la carga máxima que un Supresor puede manejar en un solo evento sin daño físico. Esta característica está relacionada con la fuerza electro-mecánica del material. Impulsos de alta magnitud y/o rápido aumento pueden crear una onda de choque físico resultante de la rápida subida de la temperatura en los límites de fibra en el material MOV.

Una vez más, un estudio de CIGRE condujo a un medio de prueba para determinar y verificar esta capacidad, que se define como la carga máxima de un solo impulso de corriente que el supresor puede soportar múltiples veces durante su vida sin causar daño físico o eléctrico a los varistores del supresor. Mientras que la energía siempre se puede asociar con un impulso de corriente llevada a cabo por un Supresor, se determinó que el contenido de carga del impulso es una medida más relevante de la capacidad del impulso único.

### Test and Unit of Measure Rationale

Supresor MCOV	Tensión de descarga contra sobretensiones de conmutación	Julios Asorbidos	Carga Transferida
kV rms	kV peak	kJ/kV MCOV	Coulomb s
98	247	5.04	2.0
98	325	6.63	2.0

Tabla 2. Comparación de la unidad de carga de la Medida de Energía v de 1.000 A, 2 ms Corriente de impulso.

La capacidad de impulso única no se ha cuantificado en el pasado. Con base en los hallazgos CIGRE, se acordó que la mejor cuantificación de esta característica es la transferencia de carga, medida en Coulombios (C), en lugar de una medida de energía. Un Coulombio es un Amperios-segundo, y el contenido de carga de un Coulombio de un impulso de corriente es la integral de la corriente a lo largo de su duración. Esta unidad de medida es completamente independiente de la tensión de descarga del supresor y la calificación de voltaje. Es completamente una función de la amplitud y la duración de corriente. Esto es algo similar a la cuantificación capacidad de distribución de corriente alta de un supresor, 100 kA o 65kA. Tabla 2 contrasta los julios y carga clasificaciones de descargadores similares ambos con un impulso de 1000 A, 2 ms de onda rectangular.

### Carga estimada del acceso directo

El contenido de carga de un impulso de corriente es la integral de la corriente durante la duración del impulso, y es equivalente a la corriente media multiplicada por la duración del impulso. Para un impulso de conmutación, la corriente es normalmente de forma de onda rectangular, con la magnitud de corriente más o menos constante a lo largo de su duración, y la corriente promedio puede ser aproximada como la corriente de pico. Por lo tanto el contenido de carga del impulso se aproxima por la amplitud de pico multiplicada por la duración. Por ejemplo, si el impulso de prueba es una onda

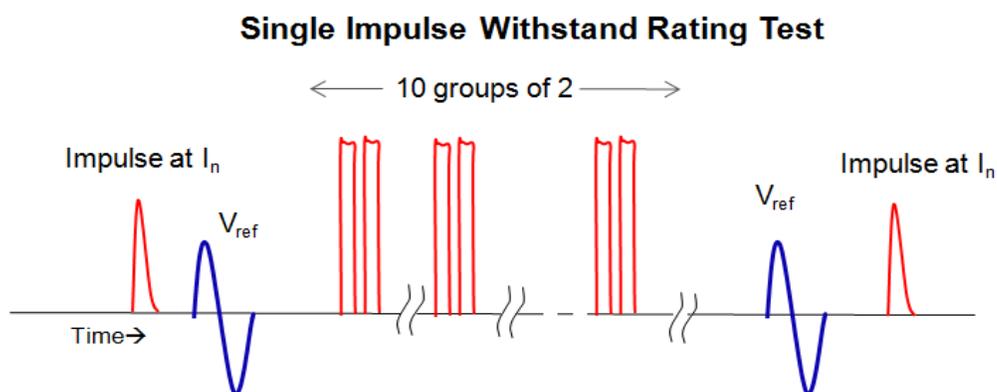
rectangular de 1,000 Una magnitud y 2 ms de duración, la carga transferida en el ensayo sería  $1,000 \times 0,002 = 2,0 \text{ C}$ .

### Prueba de Calificación de Resistencia de Impulso Individual

Esta prueba se realiza en discos MOV individuales que no necesitan representar térmicamente al supresor. La prueba se conoce como Prueba de Calificación de Resistencia de Impulso Individual, a pesar de que en realidad implica múltiples impulsos. La razón de los múltiples impulsos es demostrar que el supresor es capaz de soportar la carga de impulso muchas veces durante su vida útil. Se deja que el supresor se enfríe entre los impulsos para asegurar que el resultado no se ve afectado por las altas temperaturas que se producirían con impulsos repetidos.

Después la muestra se caracteriza con la tensión de referencia  $V_{ref}$  y la tensión de descarga en la clasificación corriente  $I_n$ , se sobretensiona 20 veces a 110% de la carga de impulso individual a verificar. El extra de 10% es un "margen de seguridad" para justificar que la prueba se realiza en un número relativamente pequeño de muestras. Después de los 20 impulsos, la muestra se re-caracteriza con  $V_{ref}$  y voltaje de la descarga en  $I_n$ . The evaluation is on based three criteria:

1. Daño físico nulo.
2.  $V_{ref}$  no cambia más de un 5%
3. Descarga de voltaje no cambia más de 5%.



**Figura 2.** Prueba de Calificación de Resistencia de Impulso Individual

### Comentarios sobre la nueva Prueba

Esta es la primera vez que  $V_{ref}$  se ha utilizado para evaluar la degradación en un descargador. It Ha sido bien conocido durante algún tiempo por los fabricantes de que los altos picos de corriente pueden degradar el material varistor y que pequeños cambios en  $V_{ref}$  un precursor a la degradación grave. Usando esta característica para evaluar la durabilidad es un paso muy positivo.

### Calificaciones Recomendadas

En la actualidad, no existen calificaciones de transferencia de carga recomendados para descargadores. Sin embargo, el cuadro 3 ofrece los niveles de carga asociados a diversos eventos de sobretensiones.

Tipo de Sobretension	Contenido de Carga Aproximado (C)
1000 A 2 ms cuadrados. onda	2.0
100kA 4/10	0.96
65kA 4/10	0.62
Primer golpe de una oleada	5.0
Toda la oleada	25.0

**Tabla 1.** Niveles típicos de Transferencia de Carga de Sobretensiones en Sistemas de Energía.

### Improved Discharge Voltage Tests

Tres cambios fundamentales en las pruebas voltaje de descarga vendrán con la próxima edición de C62.11:

1. La prueba ahora "normalizará" las tensiones de descarga de la prueba de diseño a la tensión de descarga de la prueba de rutina para validar los niveles de protección publicadas por el fabricante
2. La prueba frente de la ola ahora incluirá una "corrección" para dar cuenta de la auto-inductancia del supresor.

3. El uso de pruebas frente de la ola se simplifica mediante el uso de un solo impulso de forma de onda en vez de extrapolar los resultados de las pruebas con tres formas de onda de impulso.

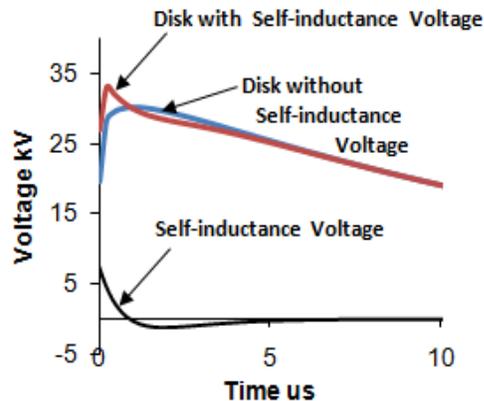
### Normalización de los Datos

Debido a que es aceptable ejecutar la prueba de rutina de la producción para los descargadores en las magnitudes de corriente diferente a los especificados para las pruebas de diseño, un método de relacionar los datos de prueba de diseño para los datos de prueba de rutina es necesario. El proceso para hacer esto no ha sido documentado en el pasado. Con el nuevo procedimiento de normalización, los datos de prueba de diseño pueden ser usados en conjunción con los datos de las pruebas de rutina para demostrar que el Supresor de sobretensiones que se produce cumplirá con las características de protección anunciadas por el fabricante. El término normalización se refiere simplemente al proceso de división de la medición de la tensión de prueba de diseño por el voltaje máximo permitido en la prueba de rutina de la producción. El Anexo A de la norma proporciona ejemplos numéricos de la utilización de este nuevo procedimiento.

### Efecto de la inductancia de Frente de la ola

En el pasado, la inductancia del descargador, que es sólo un problema para la frente de la ola y forma (debido a su alta tasa de aumento de la corriente), no ha sido bien documentado. La prueba ahora pide la medición específica de la caída de tensión inductiva inherente del supresor y debe reflejarse en los datos publicados. Los datos futuros publicada tendrán dos columnas de datos para datos frente de la ola. Una de ellas incluirá la caída de tensión inductiva del pararrayos y la otra no. Este es un cambio importante que ahora se mostrará la diferencia real entre característica de descargas de voltaje largas y cortas de supresores que tienen el mismo grado de MCOV. El método de cuantificación de la caída de tensión inductiva es colocar un disco de metal similar en tamaño al disco MOV se está probando en serie con el disco durante la

prueba. Primero se mide la tensión de descarga del disco MOV y a continuación, cambiar la posición del disco MOV y disco de metal. Durante un segundo impulso, se mide la caída de tensión de impulso a través del disco de metal. Al restar el voltaje del disco de metal de la tensión del disco MOV, la característica de descarga MOV representa un disco sin inductancia. Esto se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Front-of-wave discharge voltage with and without inductive voltage

Esta nueva característica frente de la ola será útil para aquellos que ejecutan análisis de transitorios y los supresores de modelado.

Para los datos de publicación, la columna de datos que incluye la tensión inductiva se calcula a partir de los datos excluyendo el efecto inductivo.

La tensión inductiva para añadir a la característica no inductivo será una función de la longitud del supresor y la velocidad de aumento de la corriente, y está dado por:

$$V_{ind} = L' \times h \times \frac{di}{dt} \quad (3)$$

Donde;

$h$  = Altura real del supresor en pies (o metros)

$L'$  = .33  $\mu\text{H}/\text{ft}$  (or 1  $\mu\text{H}/\text{m}$ ) para supresores con aislamiento de aire.

$dt$  = Tiempo a cresta en  $\mu\text{sec}$

Las magnitudes de corriente para ser utilizadas en el cálculo son las mismas que las de la corriente de clasificación nominal del supresor.

### Frente de la ola y forma

La prueba front-of-wave en IEEE C62.11 para supresores MOV era un remanente de la generación anterior de supresores de carburo de silicio en la norma IEEE C62.1. Cuando se desarrollaron esas pruebas, que era mucho más difícil de alcanzar una corriente de sobretensión de 1  $\mu\text{s}$  time-to-crest en el laboratorio de lo que es hoy. Consecuentemente, para determinar la característica frente de la ola, tres formas de onda de corriente más lentas fueron utilizados y el voltaje final frente de la ola era extrapolado a partir de la tensión resultante de las tres sobretensiones.

Después de la discusión de esta prueba durante las reuniones de justificación de prueba, se sugirió que esta prueba fuera enormemente simplificada y en lugar de utilizar tres formas de onda y extrapolar, aquella frente rápida forma de onda fuera usada. Esto fue adoptado y para las futuras pruebas frente de ola, solamente una sobretensión de 1  $\mu\text{s}$  tiempo de la cresta será empleada en varias muestras para medir la característica frente de ola. Esto fue adoptado y para el futuro

Esta prueba no sólo suministrará los supresores de modelado con mejores datos, también se correlacionará con el método utilizado en la comunidad IEC. Además se asegurará de que al contabilizar la inductancia de un descargador, un método estándar se usará en todos los laboratorios de pruebas y por todos los fabricantes.

### Typical Heavy Duty Arrester Duty Cycle Test

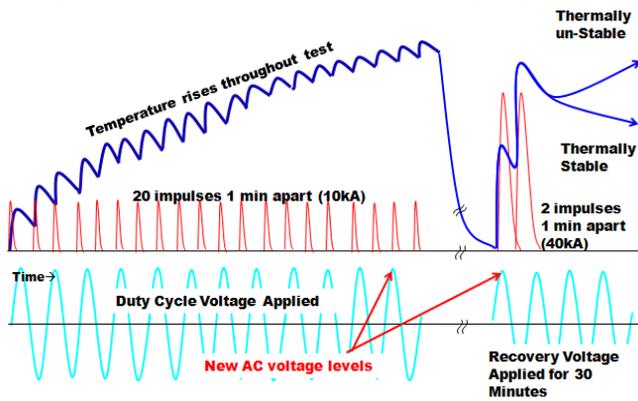


Figura 4. Grafico general de la prueba de ciclo de trabajo.

### Prueba Mejorada de Ciclo de Trabajo

La prueba de ciclo de trabajo es una de las pruebas más complejas realizadas en supresores. El Supresor experimenta impulsos repetidamente con corrientes de sobretensión mientras esta energizado a un voltaje AC. El primer cambio en esta prueba es el nivel de la tensión alterna aplicada durante los 20 picos de pre-acondicionamiento.

En el pasado, el voltaje aplicado fue modificado basado en un factor de Kr para tener en cuenta el envejecimiento de disco MOV y un factor Kw para tener en cuenta el hecho de que los discos MOV probados podrían no tener la más alta pérdida de vatios admisibles en la fabricación.

Puesto que el envejecimiento de disco se considera un problema del pasado que ya no debe existir con discos MOV modernos, se requiere una prueba separada para mostrar que no se produce el envejecimiento, eliminando de este modo el factor de Kr de la prueba de ciclo de trabajo. La tensión de prueba ahora sólo se ajusta por el factor Kw.

### Prueba Mejorada de Corriente Alta de Corta Duración

Dos cambios en este procedimiento que pueden aparecer de menor importancia, pero podrían tener un impacto significativo en los resultados de las pruebas. Una vez más, durante el proceso de revisión de justificación se señaló que la demora permitida (5 min) entre el segundo gran impulso de corriente y la aplicación de la recuperación de la tensión no era realista. En el mundo real no habría demora ya que el descargador se activa cuando la sobretensión golpea. El retraso ha sido permitido en todas las ediciones anteriores del C62.11 y fue implementado para dar tiempo suficiente para mover la muestra del laboratorio impulso al laboratorio AC. Dado que hoy en día estas salas de ensayo de ensayo están juntas se acordó que el retraso de 5 minutos se podría reducir drásticamente. El retraso es permitido ahora es 100 ms, suficiente para permitir la conexión de circuitos de impulso a CA.

El segundo cambio es similar al de la prueba de ciclo de trabajo; a saber, el voltaje de tensión de recuperación no necesita dar cuenta de un factor de corrección de envejecimiento y necesita ajuste sólo para conocer los valores de pérdida de vatios. La figura 5 muestra una visión general de la secuencia de prueba.

o

### Heavy Duty Arrester High Current Short Duration Test (HCSH)

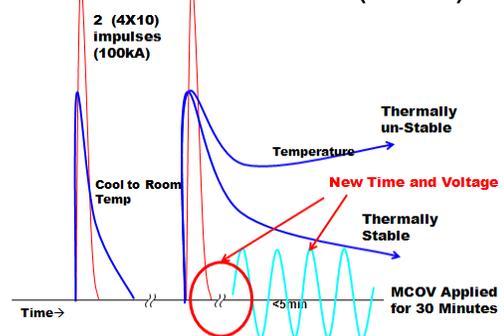


Figura 5. Prueba de Corriente Alta de Corta Duración.

## Prueba Mejorada de Corriente Baja de Larga Duración

Dos cambios significativos se han hecho para esta prueba.

1. Supresores de Estaciones e Intermedios ahora están exentos de esta prueba, ya que su capacidad de manejo de energía se cubre en otras pruebas.
2. La prueba ha sido cambiado para supresores de distribución a una prueba de resistencia de impulso (muy similar a la prueba para Supresor de Estación) en lugar de la combinación de pruebas de resistencia al impulso y de resistencia de sobrecarga de conmutación.

La prueba de como se realizó en el pasado era una extraña combinación de resistencia de impulso y resistencia térmica. Se acordó por el grupo de trabajo que puesto que la prueba de ciclo de trabajo evalúa adecuadamente la capacidad térmica de un Supresor de distribución, a continuación, esta prueba debe centrarse en soportada al impulso. Por lo tanto, se han realizado dos cambios.

El primero es para la aplicación de onda cuadrada, que se cambió de tres grupos de seis impulsos a seis grupos de tres impulsos. Esto elimina probar los discos a temperaturas extremas, que no es el propósito de una prueba de Resistencia al impulso. El segundo cambio es eliminar la parte de la recuperación térmica de la prueba.

## Prueba Mejorada de Envejecimiento Acelerado

Desde la primera norma para Supresor MOV, la prueba de envejecimiento acelerado ha servido a dos propósitos. Primero, garantiza que la formulación de disco tenga una estabilidad a largo plazo y, segundo, proporcionó factores de corrección utilizados en todas las pruebas de recuperación térmica.

Con los avances en la tecnología MOV largo de los años, la validez de la prueba de envejecimiento ha sido cuestionada. El comportamiento a largo plazo de los discos

## Heavy Duty Arrester Low-current Long-Duration Test

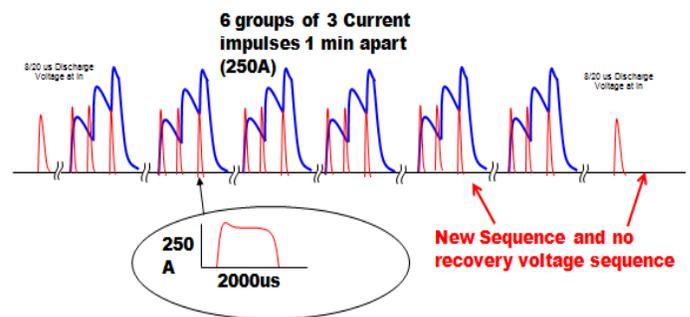


Figura 6. Nueva prueba de Corriente Baja de larga duración.

MOV de hoy claramente no sigue el modelo de envejecimiento de Arrhenius que se ha utilizado desde los primeros días de los supresores MOV. Este modelo considera que la pérdida de vatios aumenta de forma constante con el tiempo a una tensión y temperatura dada (manifestando un efecto de "envejecimiento").

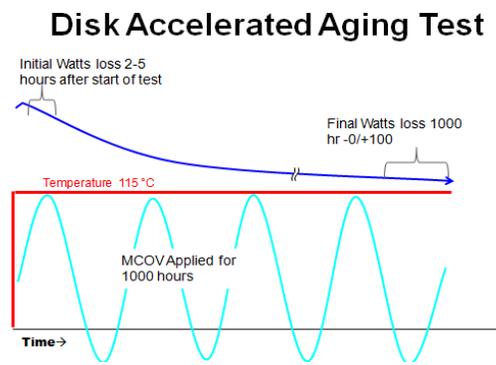
Sin embargo, ahora se reconoce ampliamente que los discos MOV tecnología actual no deberían exhibir una tendencia al aumento de vatios en el tiempo, esencialmente no muestran el "envejecimiento" de la manera previamente comprendida.

En consecuencia, la prueba de envejecimiento acelerado se ha cambiado para reflejar el avance de la tecnología. En lugar de utilizar la prueba como un medio para determinar un factor de corrección dar cuenta del envejecimiento, ahora es una prueba para demostrar que no hay un efecto de envejecimiento. El criterio para la superación de la prueba es simple. No se permite el envejecimiento de discos. Esto significa que la pérdida de vatios en el final de la prueba no puede ser mayor que al inicio de la prueba.

## Prueba de Sobretensión Temporal

El test de sobretensión temporal se ha cambiado teniendo en mente la simplificación. El procedimiento básico se consideró apropiado para la determinación del TOV frente a la curva de tiempo, pero el número de pruebas fue excesiva.

Era la opinión general de aquellos experimentados en la prueba que las muestras adicionales y pruebas repetitivas no añaden ningún valor a los datos o a la prueba. Cinco muestras se redujeron a 4 muestras, y en lugar de probarlas 5 veces en 5 registros de tiempo, las 4 muestras se analizan una vez en 4 registros de tiempo. El número de pruebas se redujo de 25 a 4. Todos los otros aspectos de la prueba permanecen iguales.



**Figura 7. Nueva Prueba de Envejecimiento Acelerado**

## Prueba Mejorada de Envejecimiento Acelerado para Albergues de Polímero

El único cambio en esta prueba ha sido la eliminación de la prueba de 5000 h alternativa. La eliminación de esta prueba se justifica en que con demasiada frecuencia se especificó por los usuarios, no como una alternativa, sino como un requisito en su especificación.

La razón por la que la prueba a menudo se requería en las especificaciones era la falta de comprensión y en lugar de dejarlo como una prueba alternativa se añadió en un esfuerzo por ser conservador.

Debido a que no se considera que la prueba ofrezca más calidad de los datos de ejecución del alojamiento del supresor, se acordó simplemente en eliminarla.

## Eliminación de Pruebas de Conformidad

Después de 35 años de producción MOV, se determinó que ningún fabricante de supresores que había realizado esta prueba. Por falta de valor a la norma, que fue eliminado. Las pruebas de rutina se mantienen sin cambios.

## Anexo D - Justificación de Prueba

En 2005 Se propuso un proceso de revisión exhaustiva de la norma de pruebas para supresores. Para cumplir con este objetivo un equipo de trabajo se organizó para escribir una justificación para cada prueba requerida. Se creía que en el proceso de escritura de las justificaciones, las mejoras de las pruebas saldrían a la flote.

Después de varias justificaciones fueron escritos se hizo evidente para el grupo de trabajo que este proceso era de hecho muy valioso por las siguientes razones:

1. El grupo de trabajo dio un método formal de revisar las pruebas en detalle.
2. Los miembros del grupo de trabajo proporcionaron una lección de historia de la procedencia de la prueba y por qué eran necesarias.

El grupo de trabajo dio un foro para discutir mejoras potenciales realistas.

Después de varias sesiones de debate, se decidió que mantener la justificación como un anexo a C62.11 sería muy beneficioso para los futuros redactores de normas. Se acordó, además, que siempre que sea posible la justificación tendría las siguientes secciones:

1. Propósito Declarado: Esta es una repetición de la finalidad de cada sección. Por lo general es muy corta por lo que sirve como un recordatorio local del objetivo de la prueba.

2. Notas Históricas: Para algunas pruebas, esta sección es muy valiosa para la comprensión de la prueba y el razonamiento detrás de ellas.
3. Justificación de la Selección de Muestras
4. Justificación de Procedimientos
5. Justificación de la Evaluación
6. Consideraciones Futuras: En esta sección de la justificación, las pruebas que necesitan más consideración se pueden identificar y se dejan para futuros trabajos.

Los resultados del equipo de trabajo justificación fueron sustanciales en la prestación de orientación al grupo de trabajo sobre era necesario mejorar la norma. El Anexo D sobre la Justificación de la norma se actualizará cada vez que se actualiza una prueba y una explicación clara de las razones de realizar la prueba siempre estarán disponible para los usuarios actuales y futuros de la norma.

## Resumen

El grupo de trabajo ha realizado importantes modificaciones a esta norma, con resultados muy positivos en el valor de los datos y el producto al que se certifica. Las únicas áreas principales en el trabajo futuro debe tener en cuenta son las pruebas mecánicas y eléctricas de los Supresores de línea de transmisión.

## Reconocimientos

Esta edición sumamente mejorada de C62.11 no habría sido posible sin los volúmenes de referencia de muchos de los miembros del Grupo de Trabajo SPD 3.3.11. Their cooperation and insight over the last five years were remarkable.

## Referencias

C62.11-2005 Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuit (>1 kV)  
PC62.11 D12 ha servido como la última versión del texto.  
PC62.22a D1 ha servido como la revisión más reciente utilizada en la aplicación de pruebas de manejo de energía.

## ArresterFacts

Son una recopilación de datos acerca de supresores para ayudar a todos los interesados en la aplicación y la comprensión de supresores. Todos ArresterFacts asumen un conocimiento básico de protección contra sobretensiones de los sistemas de energía; Sin embargo, siempre nos complace tener la oportunidad para ayudar a un estudiante en la obtención de su objetivo, así que por favor llámenos si tiene alguna pregunta. Visite nuestra biblioteca de ArresterFacts para más lectura sobre temas de interés para los que participan en la protección del sistema de energía en: [www.arresterworks.com](http://www.arresterworks.com)

## Acerca de los Autores

ArresterFacts 040 fue elaborado en conjunto por Jonathan Woodworth y Michael Comber

Jonathan comenzó su carrera después de recibir su título de Licenciado en Ingeniería Electrónica por el Instituto de Tecnología de Ohio, en el Laboratorio Nacional Fermi en Batavia, IL. Como un ingeniero físico en Fermi Lab, fue un miembro integral del equipo de alta energía física de partículas en busca de la escurridizo quark. Deseoso de regresar a su estado natal, se unió al equipo de ingeniería de diseño en McGraw Edison (más tarde de Cooper Power Systems) en Olean, Nueva York. Durante su permanencia en Cooper, se vio involucrado en el diseño, desarrollo y fabricación de supresores. Se desempeñó como Gerente de Ingeniería, así como Gerente de Marketing de Supresores durante ese tiempo. Jonathan ha estado activo durante los últimos 30 años en las asociaciones de estándares IEEE e IEC. Jonathan es inventor/co-inventor de cinco patentes de los EE.UU. y recibió su MBA de la Universidad St. Bonaventure.



**Jonathan Woodworth**  
**Ingeniero Consultor**  
**de ArresterWorks**

[www.arresterworks.com](http://www.arresterworks.com)

[jonathan.woodworth@arresterworks.com](mailto:jonathan.woodworth@arresterworks.com)

+1.716.307.2431



**Michael G Comber**  
**Ingeniero Eléctrico**  
**Autoridad en**  
**Supresores**

(M'72, SM'80, F'02, LF'11) Michael se recibió como Bachelor in Science en Ingeniería Eléctrica al igual que su Master in Sciences en Ingeniería de Sistemas de Energía en la Universidad de Aston, en Birmingham, Inglaterra, en 1966 y 1967, respectivamente. Después de 2 años con la Central Electricity Generating Board en Inglaterra, se unió a la General Electric Company en Pittsfield, Massachusetts. Durante 20 años con General Electric, ocupó diversos cargos en la investigación y desarrollo de productos de alto voltaje, los últimos 7 años siendo el jefe del grupo de ingeniería y desarrollo del supresor GE. En 1989, se unió a Ohio Brass Company (ahora Hubbell Power Systems), donde actualmente ocupa el cargo de Gerente-Ingeniería para Supresores. Es presidente del IEEE SPDC WG 3.3.11, que es responsable del mantenimiento continuo de la norma de prueba supresor C62.11. Él también está activo en IEC y CIGRE, siendo actualmente el secretario del comité técnico del supresor de sobretensiones, TC37, así como ser experto en IEC TC37 MT4, que es responsable de la prueba estándar IEC 60099-4 para supresores, y miembro de CIGRE WG A3.25.