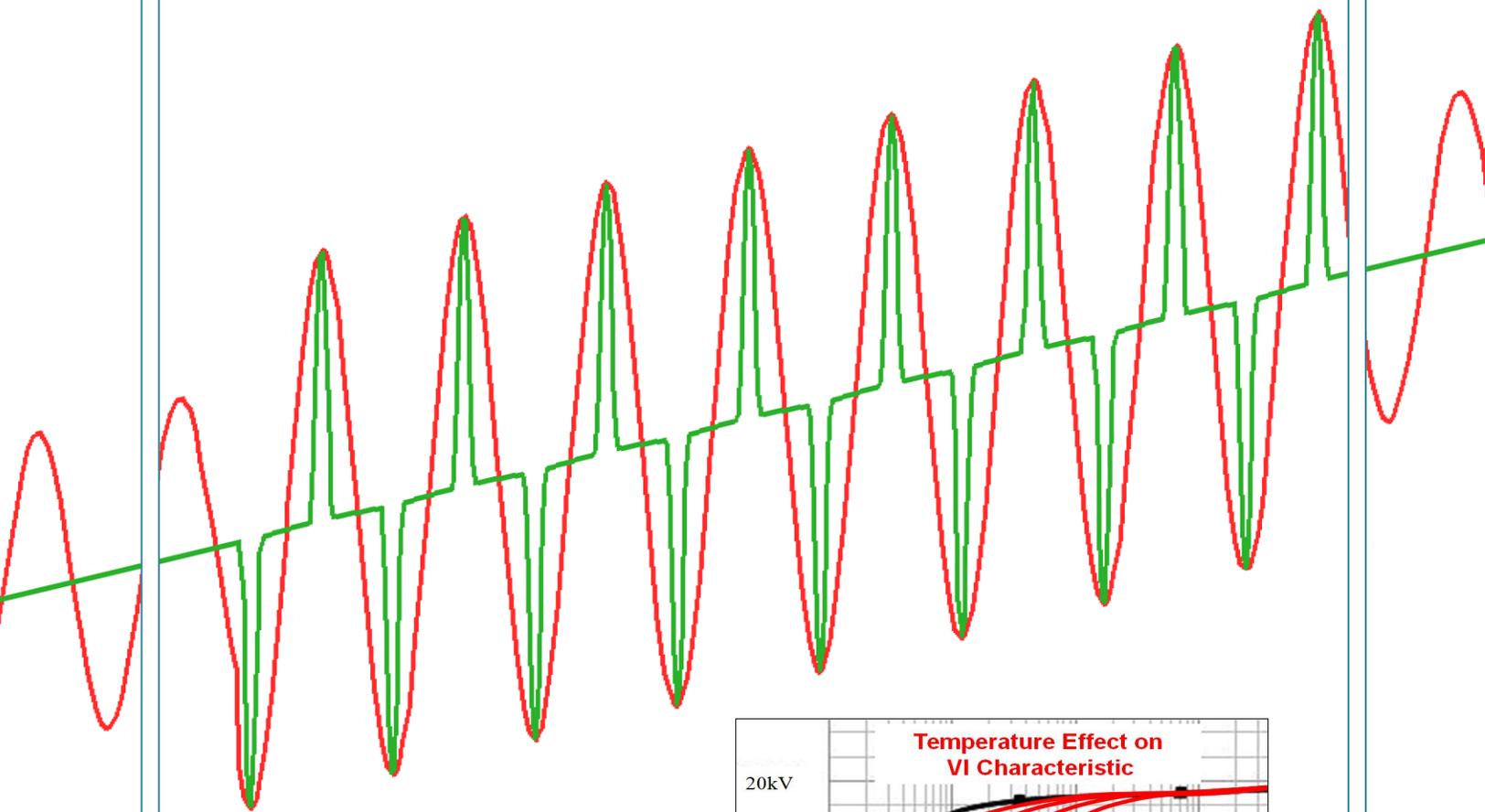
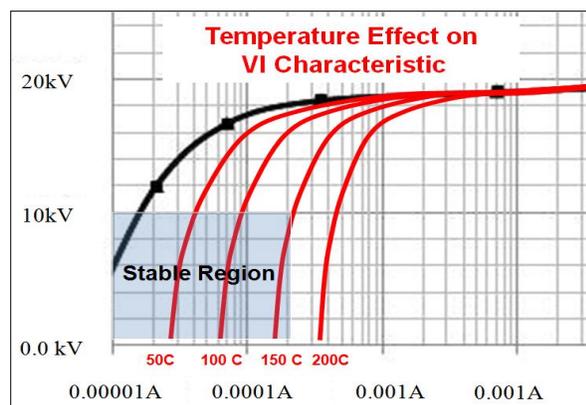


### Comprendiendo el Comportamiento de Sobre voltaje Temporal de Supresores



Prepared by  
Jonathan Woodworth  
Consulting Engineer  
ArresterWorks

August 2011



# Comprendiendo el Comportamiento de Sobrevoltaje Temporal de Supresores

Por Jonathan Woodworth

## Contenidos

- [Definition of TOV](#)
- [The TOV Event](#)
- [Arrester Response to TOV](#)
- [Temperature-Stability Relationship](#)
- [The TOV Curve](#)
- [Application of TOV Curves](#)
- [TOV and Vref](#)
- [TOV Testing](#)

## Introducción

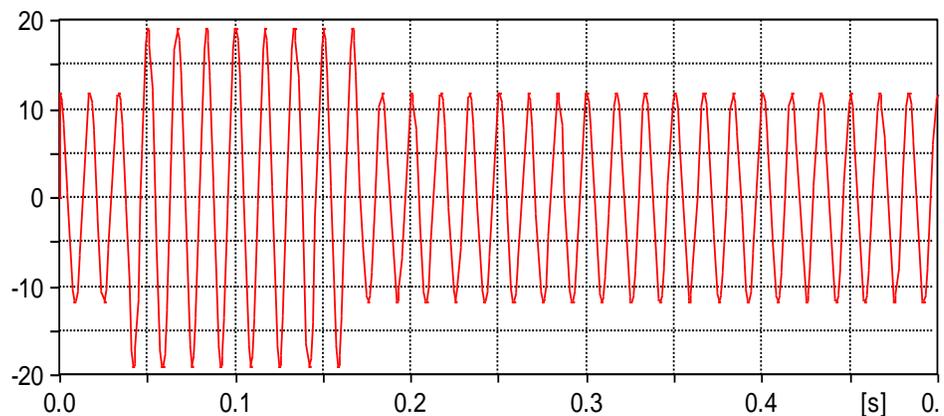
Describir cómo un Supresor responde a los sobrevoltajes temporales de frecuencia de potencia (TOV), rara vez se discute en la literatura y es un fenómeno que se estudia incluso menos. Este Arresterfacts es una breve sinopsis del tema que presenta al lector algunos de los aspectos relevantes de los TOV con respecto a los supresores.

## Definiciones

Las definiciones de IEC y IEEE son iguales.

### Sobre-voltaje Temporal - TOV (Temporary Over-Voltage)

Es una sobretensión oscilatoria, asociada con la conmutación u otros fallos. Por ejemplo, rechazo de la carga, fallas monofásicas y/o fallas no-lineales (efectos ferromonancia, armónicos), todos ellos de duración relativamente larga, lo cual puede ser completa o parcialmente amortiguado. En algunos casos, su frecuencia puede ser varias veces mayor o menor que la frecuencia de energía.



**Figura 1.** Evento TOV - El voltaje en un circuito de 13,8 kV con un evento de sobretensión de 1.6pu por 8 ciclos

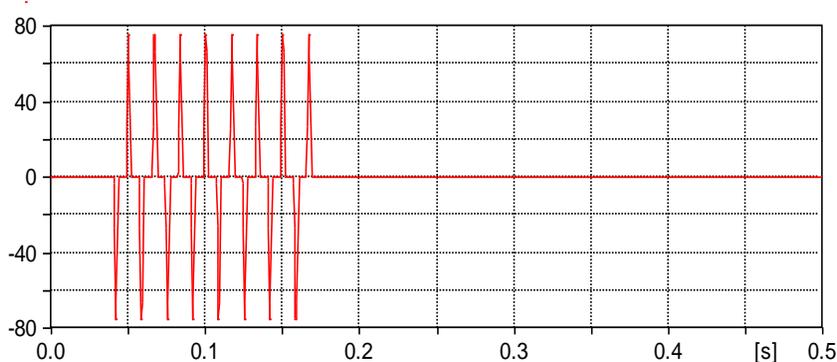
## Antecedentes

Con la introducción del supresor tipo MOV, la noción de TOV nació en relación con los supresores. Antes de eso, los Supresores no tenían curvas TOV y por esa razón, no hubo consideraciones sobre los sobrevoltajes temporales.

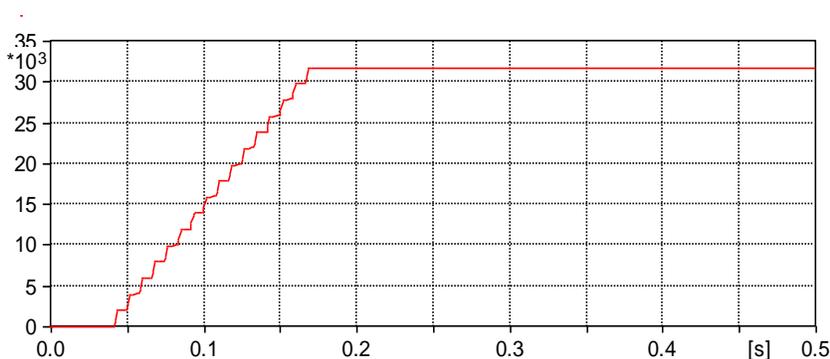
Dado que los Supresores MOV están generalmente energizados en todo momento, deben resistir los cambios de voltaje del sistema de 0.05 a 0.06 veces el voltaje máxima de funcionamiento continuo (**Maximum Continuous Operating Voltage**). Debido a que los Supresores separados en silicón Carbide fueron diseñados con niveles de energía de frecuencia acondicionados alrededor de 1.5 veces la línea de voltaje a tierra del sistema, eran inmunes a estos cambios de voltaje del sistema de corta duración. Los Supresores MOV, sin embargo, no son inmunes a estos cambios y la noción de TOV se convirtió en una característica importante del Supresor. Cuando era un joven ingeniero en los años 80, recuerdo vívidamente los muchos fracasos de los primeros diseños porque su resistencia TOV no era lo suficientemente alta. Esta baja capacidad de resistencia TOV fue resuelta en pocos años por todos los fabricantes de supresores cambiando fundamentalmente los diseños.

## El Evento TOV

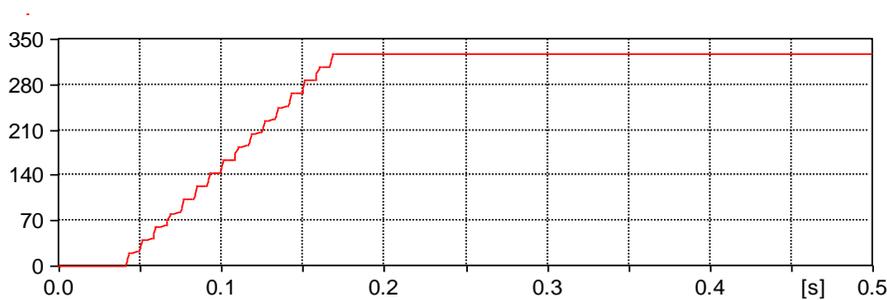
En la Figura 1, la línea a tierra de tensión es 8.3kV rms y 11.8kV el pico. El voltaje en el supresor se incrementa desde 11.8kVp de 18.8kVp que supone un incremento de 1.6pu. Este aumento de la de voltaje es típico de un circuito conectado a tierra de manera ineficaz. Durante los 8 ciclos, la corriente aumenta hasta un pico de aproximadamente 80amps a través del supresor 8.4kV MCOV.



**Figura 2.** Corriente del Supresor durante un evento TOV. En una escala Amperios la corriente registra 0 antes y después y durante el evento.



**Figura 3.** Absorción de energía en Julios para los 8 ciclos. El total de energía absorbida es 32kJ durante los 8 ciclos.



**Figura 4.** Aumento de temperatura en C° del Supresor Debido a la absorción de energía.

## Respuesta del Supresor al TOV

La Figura 2 muestra la corriente a través del supresor. Antes de que la corriente empiece a fluir y después de la corriente termina su flujo, el supresor está conduciendo solamente la corriente de fuga. Mientras que el supresor está tratando de controlar el voltaje conduciendo la corriente, este está absorbiendo energía considerable durante cada ciclo.

Esta absorción de energía se puede ver en la figura 3. La energía se mide en Julios y en este caso particular, el supresor absorbe 32kJoules. La energía eléctrica se convierte directamente en un aumento de la temperatura directamente proporcional a la energía absorbida.

La Figura 4 muestra un aumento de la temperatura de 333Deg C sólo durante el evento TOV, como se puede ver, antes y después del evento, la temperatura se mantiene igual.

Desde el aumento de la temperatura, se puede determinar si el supresor será estable o no después del evento. El fabricante del supresor sabe aproximadamente qué tan caliente su supresor puede operar y se permanecer estable.

La absorción de energía también se puede comparar con la capacidad de manejo de energía térmica del Supresor. Si la energía absorbida es superior a la apreciación de la energía térmica, es muy posible que el supresor fallará en el evento.

## Relación de Temperatura y Estabilidad

Los discos de Óxido de Metal, el corazón de un supresor, tienen un coeficiente de temperatura positivo en los voltajes de operación. En otras palabras, mientras aumenta la temperatura en un disco MOV, su corriente de fuga aumenta también. La corriente de fuga es aquella que fluye a través del disco durante su operación estado de equilibrio. Esta corriente de fuga también se convierte en julios y calienta el supresor durante cada ciclo. Si la corriente de fuga y la entrada de calor asociada superan la capacidad del descargador de fugarla, aumenta en la temperatura. La figura 5 muestra este efecto gráficamente en la Característica de curva de corriente del Supresor.

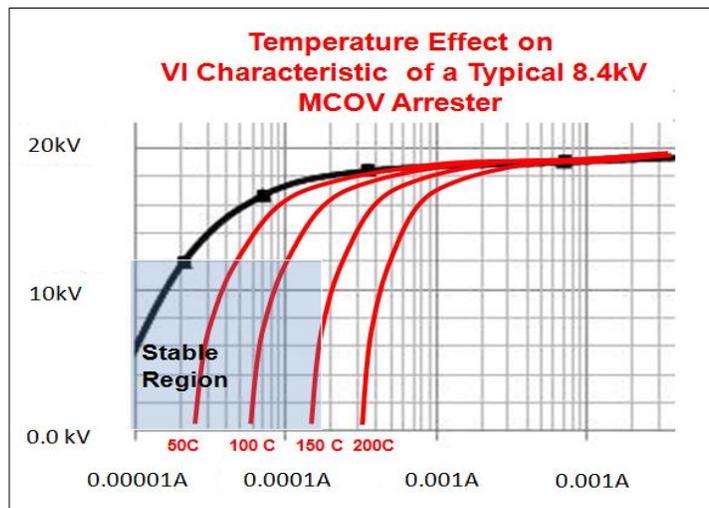


Figura 5. Efecto de la Temperatura en la característica VI

## Curva TOV del Supresor

La curva TOV supresor es una herramienta que permite a los usuarios determinar con alguna precisión si el supresor que han elegido para una aplicación en particular puede soportar el sobrevoltaje esperado. Es muy importante tener en cuenta para aplicaciones estándar de supresores, que el supresor no está diseñado para retener o suprimir el sobrevoltaje, sino que están diseñados para soportar durante el evento sin fallar. Para hacer las curvas aplicables a todos los niveles de supresor, el eje vertical aparece en términos de MCOV del supresor.

Al multiplicar sobrevoltaje de la PU por unidad por el MCOV del Supresor, la RMS de sobrevoltaje real puede determinarse. Este es el voltaje que el supresor es capaz de soportar dependiendo del tiempo como se refleja en el eje horizontal. Esta comprobación de la capacidad de TOV es una parte esencial en la selección de un supresor.

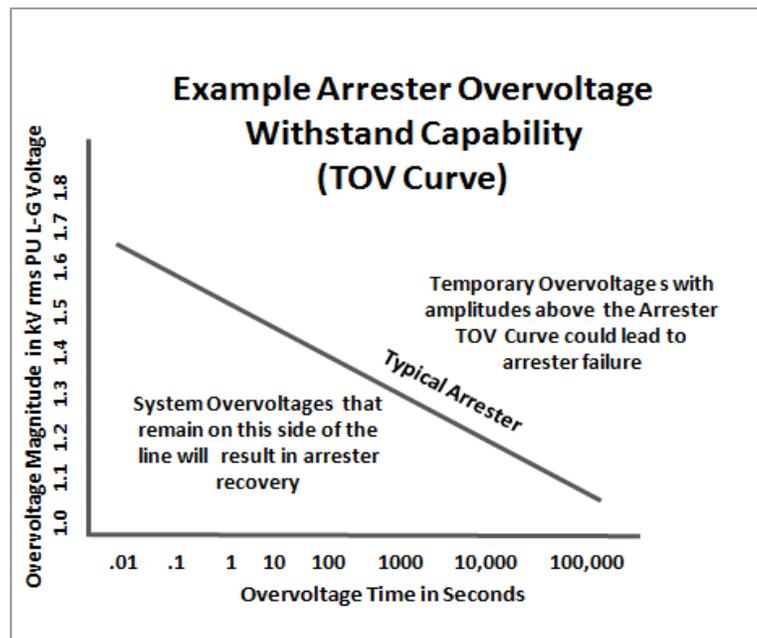
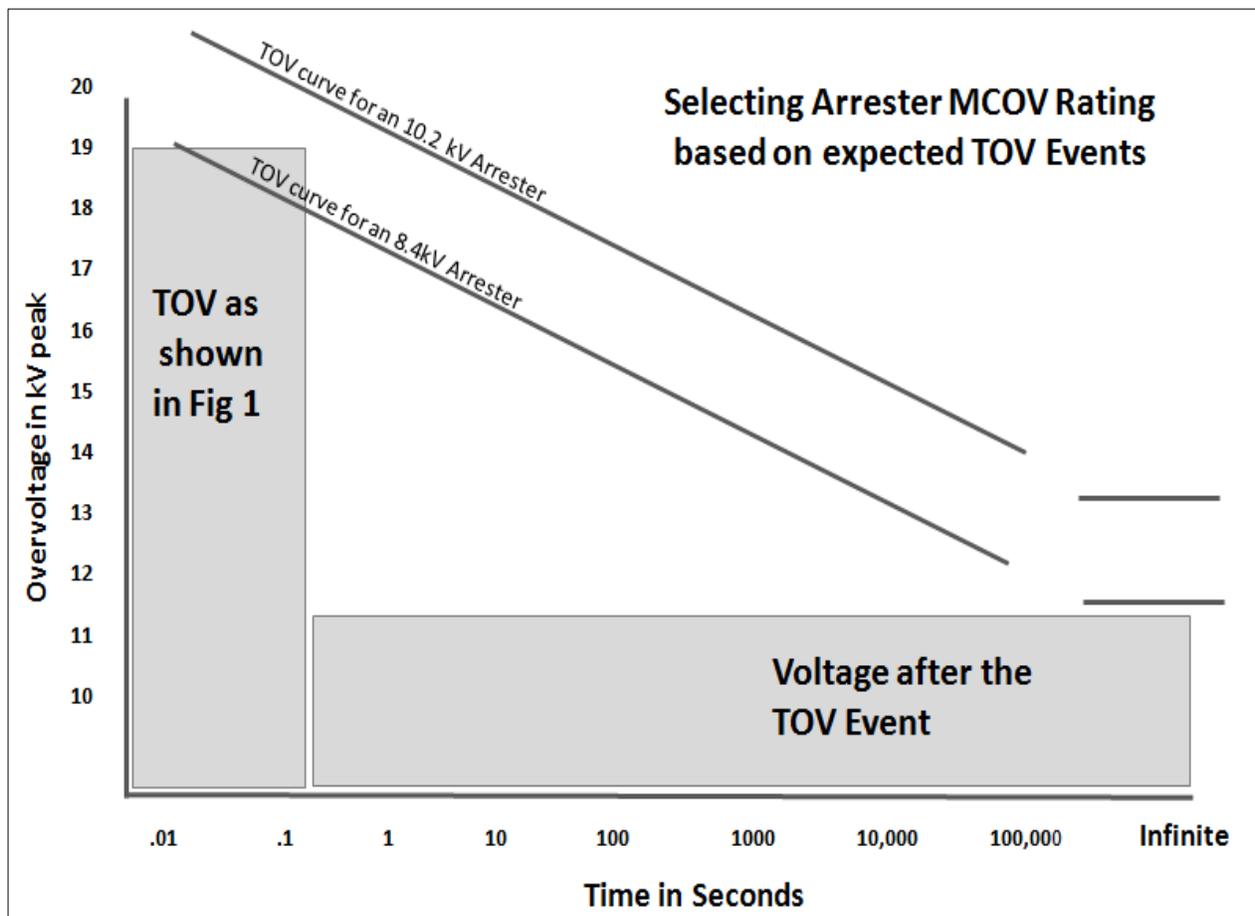


Figura 6. Curva Típica de TOV

## Aplicación de Curvas TOV

TOV curvas se utilizan para seleccionar supresores para sistemas de distribución y sistemas de transmisión. La aplicación más importante es en la subestación donde se requiere la máxima protección de supresores y los eventos TOV no son poco frecuentes. Una vez que se selecciona un supresor tipo MCOV en el proceso de selección, el siguiente paso es probar la capacidad de resistencia TOV del Supresor seleccionado. El primer paso en este proceso es identificar la amplitud máxima TOV esperada y las duraciones.

Las características TOV esperadas se calculan a partir de los típicos programas de estudio de falla del sistema o de los cálculos a mano usando métodos descritos en C62.22 en el Anexo C. En cualquier caso, la amplitud de la TOV se determina por las impedancias del sistema, mientras que la duración del evento se determina generalmente al configurar los interruptores o reconectores. Una vez que se determinan de estos datos, se puede comparar con la capacidad de resistencia del Supresor mediante el trazado de directo en la curva de TOV como se muestra en la Figura 7. La imagen muestra la curva TOV durante 8,4 y 10.2kV en supresores tipo MCOV.

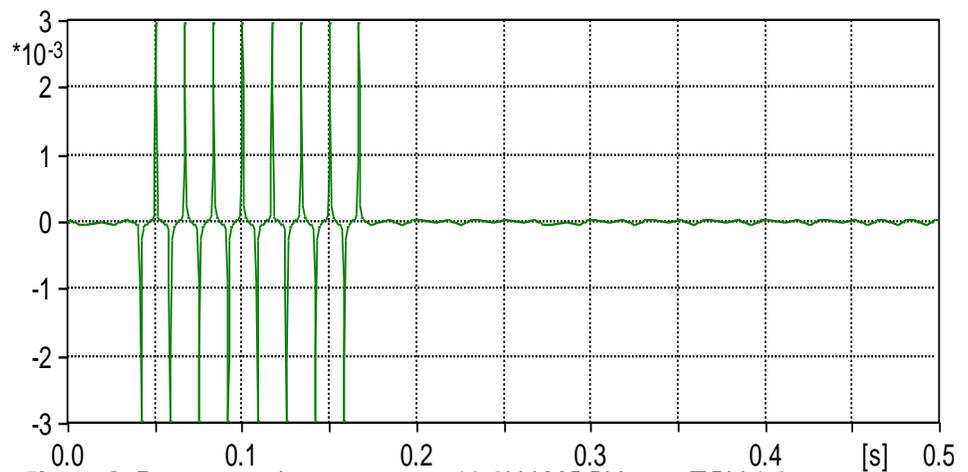


**Figura 7.** Uso de la curva TOV para probar la capacidad de Resistencia un Supresor. Nótese que la capacidad TOV de un descargador 8.4kV MCOV en este caso no es suficiente. Sin embargo, si el supresor MCOV aumenta de nivel a 10.2kV, el supresor probablemente sobrevivirá el evento.

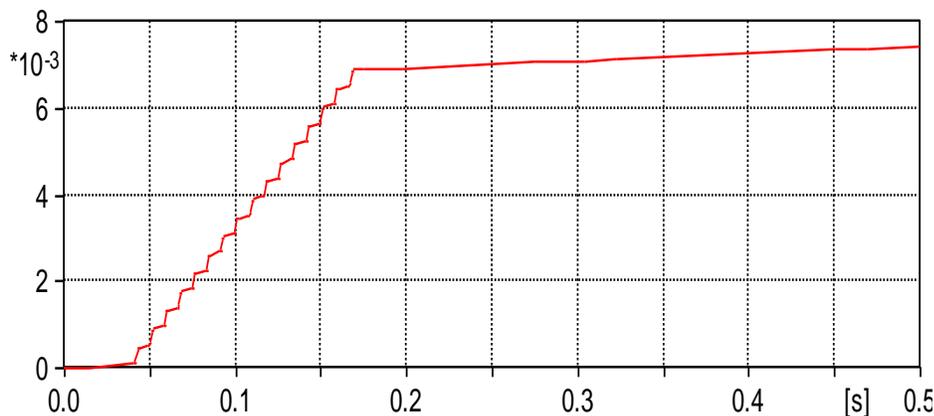
## Respuesta de un Supresor 10.2kV MCOV a un “Evento TOV”

Como se puede ver en la figura 7, un Supresor 8.4kV MCOV se estresa más allá de su resistencia TOV garantizada. Esto también se indica mediante el aumento de la temperatura que el supresor experimentó como se muestra en la Figura 4.

Si el rating del supresor MCOV se aumenta a 10.2kV rms, la corriente que fluye del supresor durante el mismo evento de amplitud TOV disminuirá a unos pocos miliamperios como se muestra en la Figura 8. Por otro lado, la Figura 9 muestra que el aumento de temperatura será sólo una pocos Milli-C° que es prácticamente un aumento nulo por completo de la temperatura.



**Figura 8.** Respuesta de un supresor 10.2kV MCOV a un TOV 1.6pu como se muestra en la Figura 1. La corriente de pico es de 3 ma.



**Figura 9:** El aumento de temperatura de un supresor 10.2kV MCOV expuesto a un pico de sobrevoltaje 19kV, aumento de temperatura en unos 7milli-C°

## Arrester TOV Withstand Capability and Vref

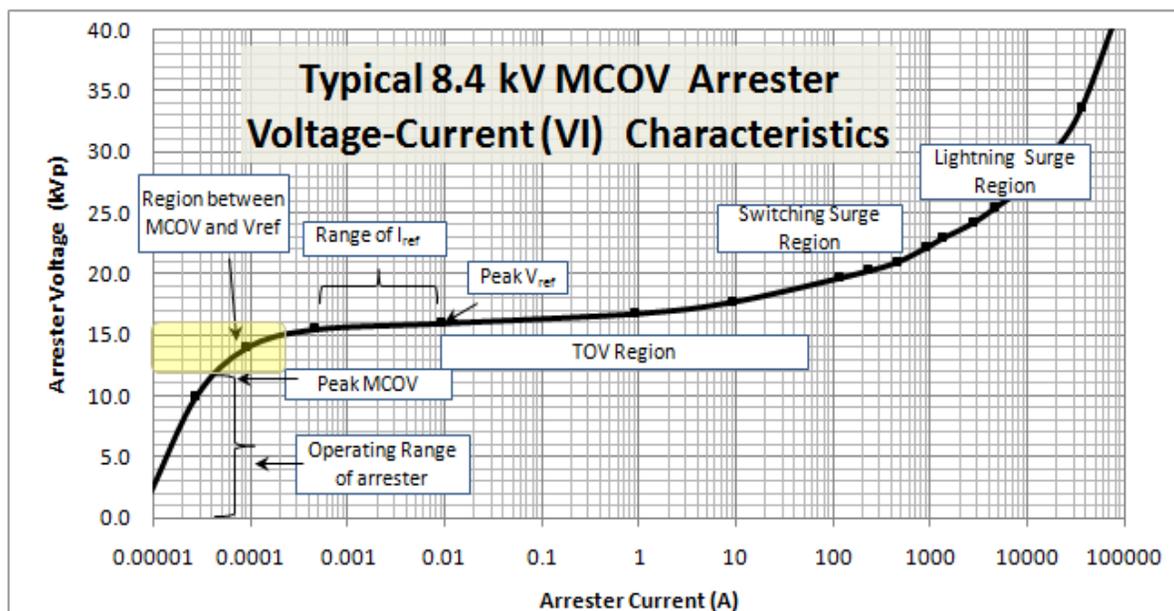
La capacidad de resistencia TOV de un Supresor es una función de varias características. Sin embargo, las dos características principales son:

1. Relación Vref/MCOV ratio
2. Sensibilidad térmica de el material MOV

Como se muestra en la figura 10, el pico de tensión de funcionamiento de un descargador está 15-30% por debajo del voltaje de referencia de un Supresor. Es esta diferencia de voltaje la que afecta fuertemente la resistencia TOV de un supresor. Si la diferencia entre Vref y MCOV fuera más grande, la capacidad de resistencia TOV sería mayor, dado que todas las demás características se mantienen constantes. Esencialmente, cuando se elige un supresor MCOV mayor para un voltaje de funcionamiento más bajo como se hizo en el ejemplo anterior, la diferencia entre Vref y MCOV se incrementa.

Esta es una buena manera de aumentar la capacidad de TOV de un supresor, sin embargo, en el otro extremo de la curva VI; También se aumenta el voltaje de bloqueo de rayos. Este aumento de la tensión de bloqueo a veces no es una solución aceptable para el aumento de TOV.

La segunda característica gobernante de la capacidad TOV de un descargador es uno que no se cuantifique fácilmente. La sensibilidad térmica de cualquier disco en particular es una fuerte función para su proceso de formación, incluyendo la formulación del material y el tratamiento térmico recibidos durante la fabricación. Discos MOV que demuestran un pequeño cambio en la fuga sobre un gran aumento de la temperatura son mejores que los discos que cambian rápidamente su fuga de cara de los cambios de temperatura. Consulte la Figura 5 para una descripción gráfica de esta característica. Lo ideal sería que no haya ningún cambio en la conducción de temperatura, pero con la tecnología actual aun no es probable alcanzar ese ideal.

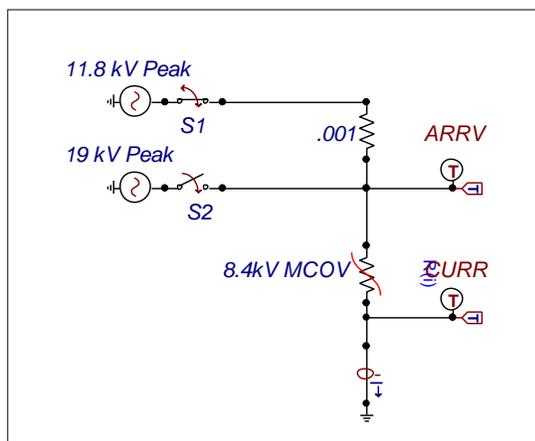


**Figura 10.** VI Característico de un descargador 8.4kV que muestra la región TOV y la región de funcionamiento típica.

## Probando la Capacidad de Resistencia TOV de un Supresor

El procedimiento de ensayo utilizado para generar la curva TOV de un descargador se describe en detalle en la norma IEEE C62.11 y IEC 60099-4 vease Figura 6. El procedimiento de circuito y la prueba es muy simple. El circuito de la Figura 11 se utiliza con mayor frecuencia. Con dos fuentes de CA, los Supresores son energizados en dos voltajes, en la secuencia apropiada durante períodos de tiempo específicos.

Numerosas muestras se analizan para verificar si la curva TOV requerida puede cumplirse. Si las muestras de prueba sobreviven el evento de sobretensión entonces el punto se utiliza para crear la curva publicada. Si el supresor no pasa, entonces se crea una curva inferior para reemplazar la curva objetivo. Es importante señalar, que la impedancia de red necesita ser baja para asegurar que la capacidad de sujeción del Supresor no distorsiona la tensión y da falsas lecturas de voltaje. El circuito de la Figura 14 es también el modelo de ATP que se utilizó para producir todos los gráficos de ciclo 8 en este ArresterFacts.



**Figura 11.** Prueba TOV de Circuito Simplificada

## Resumen

La característica TOV supresor es muy importante en la determinación de la apreciación MCOV adecuada del descargador para aplicar a los sistemas. La comprensión de todos los aspectos de la característica TOV puede ser útil para cualquier persona en la selección de un supresor.

## Acerca de ArresterFacts

ArresterFacts posee documentos con Copyright destinados a la educación de los usuarios de supresores y todas las partes interesadas. Copiar o usar cualquier parte de este documento con fines educativos está autorizado, sin embargo por favor dé el crédito correspondiente a ArresterWorks.

Gracias por usar [www.arresterworks.com](http://www.arresterworks.com) como fuente de información sobre los supresores de alto voltaje.

Como de costumbre, si este ArresterFacts no responde a las preguntas usted que tiene con respecto a esta característica, por favor póngase en contacto conmigo, Jonathan Woodworth,

[jonathan.woodworth@ArresterWorks.com](mailto:jonathan.woodworth@ArresterWorks.com) y estaré encantado de hablar con usted.