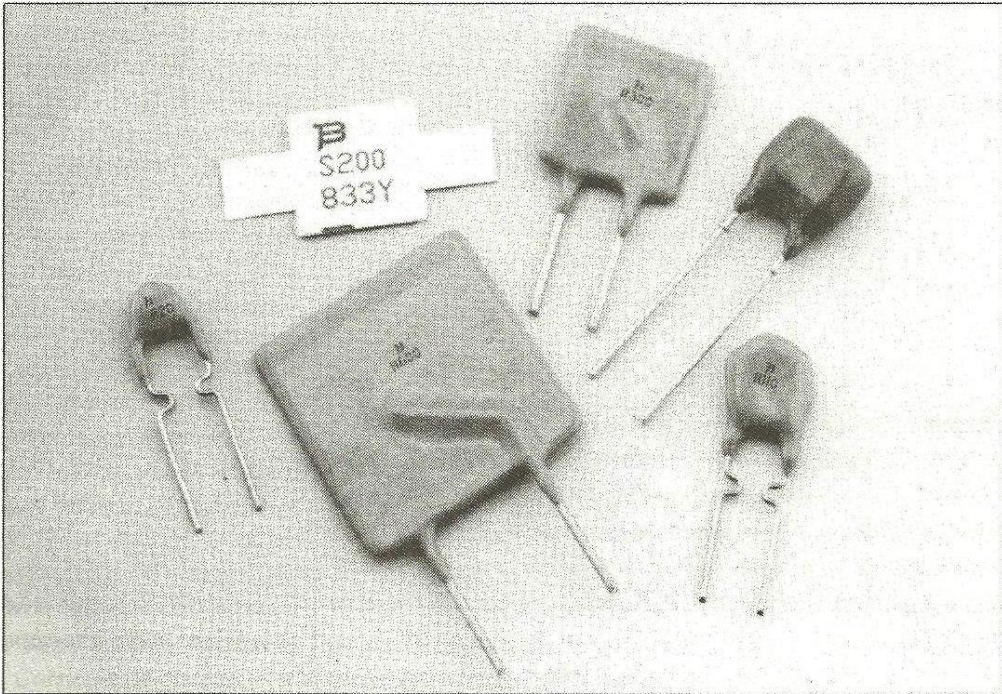


# LOS FUSIBLES ELECTRÓNICOS



**Hace algún tiempo, la casa Bourns desarrolló una serie de componentes, llamados MultiFuse, que pueden reemplazar -en determinados montajes- a los fusibles de cristal de todos conocidos. La principal ventaja de los MultiFuse utilizados como fusibles, es el corto espacio de tiempo que necesitan para enfriarse después de haber entrado en funcionamiento (corte de tensión). Un circuito desconectado a través de un MultiFuse puede reutilizarse rápidamente sin necesidad de la intervención de un técnico.**

Las protecciones de restablecimiento automático existen desde hace bastante tiempo. Muy conocidos son los corta-corrientes térmicos utilizados en cafeteras y freidoras, que cortan la tensión del elemento calefactor cuando se produce un calentamiento excesivo de la máquina. Después de un periodo de enfriamiento, el bimetálico que ha provocado el corte de tensión vuelve a su posición inicial y se restablece el circuito.

El nuevo MultiFuse presenta un funcionamiento similar. Cuando la corriente que atraviesa el MultiFu-

se sobrepasa un valor límite, la resistencia interna de éste aumenta progresivamente, provocando una importante caída de corriente, lo que pone fuera de servicio el aparato en cuestión. Contrariamente al cortacorrientes mecánico descrito anteriormente, el MultiFuse no tiene ninguna pieza móvil.

Estos cortacorrientes presentan ventajas evidentes respecto de los mecánicos: los mecánicos son sensibles a las vibraciones y, las pequeñas chispas que se producen entre sus contactos hacen que éstos se corroan, naciendo así una re-

sistencia de transferencia. Las resistencias PTC (Positive Temperature Coefficient = Coeficiente de temperatura positivo) cerámicas que se utilizan normalmente como protección, tienen un comportamiento parecido al de los MultiFuse, sin embargo, también presenta inconvenientes: su tiempo de reacción es muy grande y en el caso de aplicarles una tensión muy elevada, su resistencia puede disminuir progresivamente hasta entrar en cortocircuito. Tal situación hace perder al PTC su función de protector pudiendo provocar la destrucción del circuito conectado.

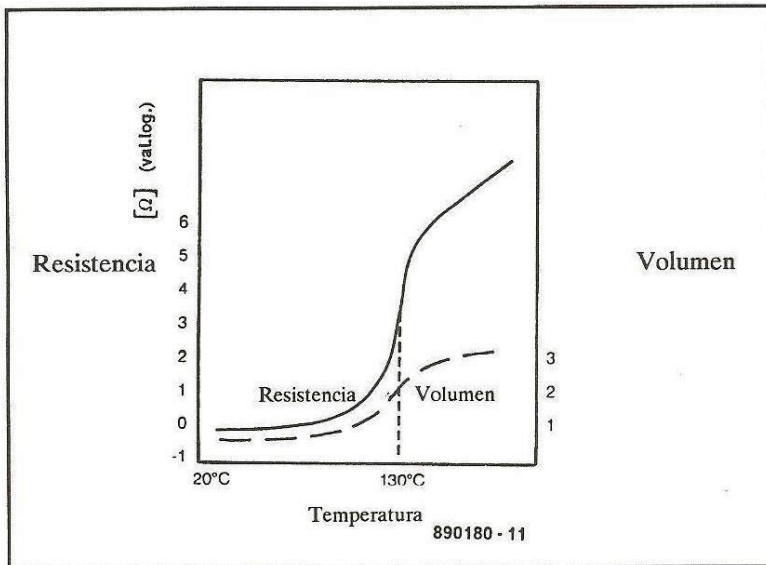


Figura 1. Representación de la evolución de la resistencia y del volumen de un MultiFuse en función de la temperatura. El tiempo necesario para pasar de un valor de resistencia pequeño a un valor elevado es del mismo orden que el tiempo de respuesta de un fusible de vidrio de acción retardada. La curva de evolución de la resistencia muestra claramente que el comportamiento del MultiFuse no es comparable con el de un termistor PTC.

### Principio de funcionamiento

Aunque el funcionamiento de un MultiFuse sea similar al de un PTC, su composición es totalmente distinta. El PTC está fabricado a base de material cerámico más bario y titanio. El MultiFuse lo constituye un polímero conductor (material sintético). La investigación en el campo de los componentes ha hecho que los polímeros conductores tengan múltiples aplicaciones dentro de la electrónica moderna.

Para la fabricación del MultiFuse se ha utilizado un polímero con moléculas conductoras (en el caso que se presenta, carbono conductor) dispersas por la estructura cristalina. Este polímero hace que el cortacorrente electrónico presente mejores características que cualquiera de los realizados con componentes convencionales.

El dopaje del carbono se ha hecho de forma que las partículas, en lugar de estar distribuidas al azar, forman una cadena que atraviesa el polímero de un lado a otro. La resistencia específica del material es de alrededor de 1. La densidad del dopaje y el tipo de carbono utilizado determinan la resistencia

específica definitiva; cuanto menor sea el dopaje del polímero en moléculas de carbono, mayor será la resistencia específica del material. El polímero posee la característica de perder su estado estructural cuando se produce un aumento importante de su volumen, lo que ocurre a una temperatura de 125 °C. En la medida en que va aumentando el volumen, las moléculas de carbono se van separando cada vez más, de forma que la resistencia del material (la curva discontinua de la figura 1 representa el crecimiento del volumen del polímero en función de la temperatura). La modificación de la estructura cristalina y, por lo tanto, de la resistencia, se produce a una temperatura perfectamente definida. Este cambio brusco de la resistencia específica hace que el MultiFuse funcione como interruptor.

La figura 1 muestra la relación entre el cambio de la resistencia del polímero utilizado y el cambio de la temperatura del material. Se puede observar que la pendiente aumenta rápidamente (de  $10^5$  a  $10^6$ ) a partir de que la temperatura alcanza los 125 °C.

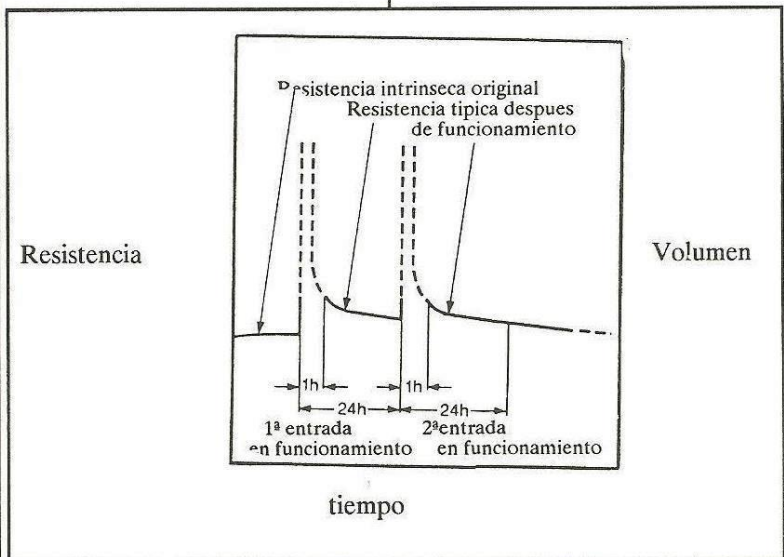


Figura 2. Después de un calentamiento importante, el MultiFuse necesita un cierto tiempo para alcanzar su resistencia original. Este valor será siempre superior al que presenta el componente siendo nuevo.

Tabla 1. Características eléctricas de diferentes tipos de Multifuse a una temperatura ambiente de 20 °C.

Composant	V <sub>max</sub> [V <sub>eff</sub> ]	I <sub>hold</sub> [A <sub>eff</sub> ]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>nom</sub> [Ω]	R <sub>max</sub> [Ω]	I <sub>trip</sub> [A <sub>eff</sub> ]	P <sub>d</sub> [W]	I <sub>max</sub> [A <sub>eff</sub> ]
MF-R020	60	0.20	1.83	2.67	4.50	0.30	0.40	40
MF-R025		0.25	1.25	1.83	3.10	0.38	0.45	
MF-R030		0.30	0.87	1.27	2.20	0.45	0.50	
MF-R040		0.40	0.55	0.81	1.33	0.60	0.55	
MF-R050		0.50	0.49	0.75	1.20	0.75	0.75	
MF-R065		0.65	0.30	0.46	0.75	0.98	0.90	
MF-R075		0.75	0.25	0.39	0.62	1.13	0.90	
MF-R090		0.90	0.19	0.34	0.48	1.35	1.00	
MF-R110		30	1.10	0.08	0.13	0.23	1.87	
MF-R135	1.35		0.06	0.10	0.17	2.30	1.10	
MF-R160	1.60		0.05	0.08	0.14	2.72	1.20	
MF-R185	1.85		0.04	0.06	0.11	3.15	1.30	
MF-R230	2.30		0.03	0.05	0.09	3.91	1.40	
MF-R250	2.50		0.02	0.04	0.08	4.25	1.50	
MF-R300	3.00		0.02	0.03	0.06	5.10	2.00	
MF-R400	4.00		0.01	0.02	0.04	6.80	2.50	
MF-R600	6.00		0.005	0.01	0.03	10.2	3.50	
MF-R800	8.00		0.005	0.01	0.02	13.6	4.00	
MF-S200	15	2.00	0.03	0.04	0.08	3.00	*	100
MF-S350		3.50	0.02	0.03	0.04	5.25	*	
MF-T110	250	0.11	13	17	26.0	0.17	1.00	3
MF-T145		0.145	7	8.5	13.0	0.22	1.00	

V<sub>max</sub> Valor máximo absoluto de funcionamiento del cortacorrientes.

I<sub>hold</sub> Corriente de mantenimiento (el Multifuse no está funcionando).

R<sub>min</sub> Valor de la resistencia mínima.

R<sub>nom</sub> Valor de la resistencia nominal.

R<sub>max</sub> Valor de la resistencia máxima.

I<sub>trip</sub> Corriente de entrada.

P<sub>d</sub> Disipación específica en un corte.

I<sub>max</sub> Valor máximo absoluto de la corriente que puede ser cortada.

\* = Función de la técnica de montaje.

Existen diferentes modelos de Multifuse, del componente discreto al SMD.

## Retorno al estado primitivo

Cuando el componente se enfría (por efecto del aire ambiental, por ejemplo) el polímero vuelve a su estado cristalino y las cadenas de carbono se vuelven a unir. La figura 2 muestra el retorno progresivo de la resistencia a su valor nominal (definida a una temperatura de 20 °C) después de la fase de refresco.

La fabricación de la mayor parte de los componentes se realiza de forma que tengan una resistencia de valor mínima indicada por el fabricante. Cuando se adquiere uno

de estos componentes, todavía no ha sufrido ningún calentamiento, con lo que la resistencia es menor que después de haber sido utilizado debido a que la estructura es más compacta.

Después de la primera entrada en funcionamiento de un MultiFuse implantado en un circuito, su estructura cristalina cambia definitivamente, lo que se traduce en un retorno muy lento a la estructura original (tiempo de enfriamiento). El polímero no vuelve a obtener la estructura compacta que tiene en origen.

Después de una hora de refrigeración, la resistencia del polímero to-

davía sobrepasa en un 20 % a la que tenía antes de entrar en funcionamiento. A lo largo del tiempo (días, meses, e incluso, años) la resistencia disminuye progresivamente acercándose a su valor original. Después de un periodo de enfriamiento de 24 horas, el valor de la resistencia que presenta el componente ya se encuentra entre los valores de las tolerancias que da el fabricante. Esto significa que el MultiFuse puede volverse a utilizar dentro de 24 horas.

## Aplicación práctica de los MultiFuse

Supóngase que se desea proteger una carga óhmica de 33 Ω (por

ejemplo, un motor, un transformador o un elemento de calentamiento) contra sobrecargas utilizando un MultiFuse. En condiciones normales de funcionamiento, por la carga tomada como ejemplo fluye una corriente nominal máxima de 150 mA a una temperatura ambiente de 70 °C y la tensión de pico es de 30 V. Con la ayuda de estos datos se puede seleccionar en la tabla 1 el MultiFuse que mejor convenga. Para el ejemplo propuesto habría que elegir el MF-R030. Las características de este MultiFuse son: una corriente de mantenimiento de 160 mA a una temperatura de 70 °C, lo que permite un funcionamiento sin disparo por encima de las condiciones normales definidas. El MF-R030 soporta una tensión de 60 V, valor que es suficiente para una tensión máxima de 30 V. A temperatura

ambiente, este MultiFuse presenta una resistencia mínima de 0'87  $\Omega$  , limitando la corriente a su través a 34'8 A en caso de cortocircuito. Esta corriente es inferior a la corriente máxima admisible que es de 40 A.

Esta enumeración de condiciones demuestra que no hay riesgo de disparos no deseados y que el componente no puede ser dañado en la aplicación propuesta.

Otra cuestión que surge es sobre el tiempo de disparo del MultiFuse: si es suficientemente corto para asegurar una protección adecuada a la carga. La ficha de características del fabricante da un tiempo de respuesta de 0'4 segundos a una temperatura de 20 °C partiendo de una corriente de 2 A.

El tiempo de respuesta indicado por el fabricante responde a la fórmula  $I^2t[s]$ .

Para el MultiFuse elegido, esta fórmula da un resultado de 1'6 segundos. Mientras responde el MultiFuse, la carga debe poder disipar una energía de 58 julios como máximo ( $I^2t \times R_L$ ). Si la ficha de características de la carga permite esta disipación, se puede utilizar el componente indicado.

Para estar absolutamente seguro de la elección de los valores, es aconsejable utilizar un banco de pruebas para testear la configuración basada en el valor de resistencia menor que la carga pueda aceptar, a la temperatura más baja posible y aplicando corrientes ampliamente sobredimensionadas.