

**Multifuse®
Einheiten**

MF-MSMF

MF-PSMF

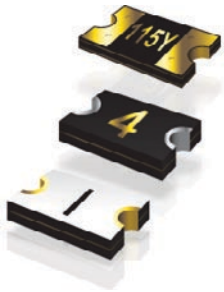
MF-FSMF

Einführung

Während der Bedarf nach elektronischen Bauelementen bei noch vielseitigeren und komplexeren, eingebetteten Systemen steigt, wird der Schutz empfindlicher Anwendungen gegen Überstrombedingungen zu einem entscheidenden Faktor. Zuverlässiger Schaltkreisschutz ist eine grundlegende Erwägung beim Entwurf kostspieliger und langlebiger Produkte. Jedes Mal, wenn ein Benutzer ein Gerät anschließt, bedient oder unbeaufsichtigt läßt, muss ein Mechanismus vorhanden sein, mit dem sichergestellt wird, dass kein Überstrom die für den Betrieb notwendigen Schaltkreise beschädigt. Da die meisten Anwendungen keinen Zugriff im Austauschfall ermöglichen, wie dies bei einer konventionellen Sicherung oder einem Leistungsschalter im Haushalt der Fall ist, wurde das Konzept der rückstellbaren Sicherung fast überall übernommen. Einige Normanschlüsse erfordern gar einen rückstellbaren Überstromschutz. So werden die Entwickler im Voraus an die Wichtigkeit eines stabilen Schaltkreisschutzes erinnert. Die Anforderungen an Platineplätze sind gross und unterschiedlichste Nutzungsumgebungen müssen gewährleistet werden, daher sind kleinere, schnellere und leichtere Produkte notwendig.

Überstrom- und Übertemperaturbedingungen sind reale Probleme, die zu kostspieligen Ausfällen führen können. Die Notwendigkeit eines Überstromschutzes zu ignorieren, ist keine Option. Daher bleibt die Frage, wie diese Funktion eingebunden werden kann, ohne dass Einbußen beim Entwurf oder der Applikation und ihrer Funktionsweise hingenommen werden müssen. In diesem Whitepaper werden einige der neuesten Fortschritte in der Schaltkreisschutztechnologie beschrieben, die in den rückstellbaren Multifuse®-Produkten von Bourns enthalten sind, welche nun ein neues platzsparendes *freeXpansion™*-Herstellungsverfahren einbinden.

Multifuse®-Einheiten sind dafür designed, eine breite Palette an Anwendungen gegen potenziell schädliche Einwirkungen dieser Bedingungen abzusichern und einen außergewöhnlichen Schutz bereitzustellen. Sobald die Systemanforderungen definiert und mithilfe der Schaltkreisanalyse die Betriebsparameter bestimmt sind, wie dies beispielhaft in diesem Whitepaper dargestellt wird, ist die Auswahl des für einen vorgegebenen Entwurf geeigneten Bauelements einfach. Eine breite Palette an Geschwindigkeits-, Spannungs- und Stromspezifikationen der Multifuse®-Komponenten und spezifische Serien für Produkte, wie USB, die gemäß Norm einen rückstellbaren Überstromschutz erfordern, ermöglicht, dass das ideale Bauelement ohne Beeinträchtigungen in einen vorgegebenen Entwurf eingebunden werden kann.



Multifuse® Einheiten

MF-MSMF

MF-PSMF

MF-FSMF

Technologie der rückstellbaren Multifuse®-Sicherung

Multifuse®-Einheiten werden aus einer Mischung aus Polymer, Kohlenstoff und firmeneigenen Materialien hergestellt, die in eine Form gegeben und dann aus der Form „ausgestanzt“ werden. Die Eigenschaften einer gegebenen Multifuse®-Einheit können durch die Anpassung der Menge der Bestandteile innerhalb der Zusammensetzung oder durch die Änderung des Bereichs des Ausschnitts angepasst werden.

Durch leitende, in Kunststoff eingebundene Kohlenstoffketten im Multifuse®-Entwurf wird eine niedrige Impedanz von drei Milliohm bis acht Ohm erreicht. Die Nähe der Kohlenstoffketten in dieser Kristallstruktur ermöglicht einen leichten Stromfluss und das Bauelement bietet bei Betriebsstrom einen niedrigen Widerstand. Wie eine Menge anderer Materialien weisen diese rückstellbaren Sicherungen bei Erwärmung einen positiven Temperaturkoeffizienten (PTC; Positive Temperature Coefficient) auf. Bei durch den Strom oder die Umgebungstemperatur steigendem positiven Temperaturkoeffizienten, dehnt sich das Material aus. Diese Ausdehnung erhöht die Impedanz von niedrig auf hoch, wodurch ein offener Stromkreis mit Verluststrom entsteht.

Bei steigender Temperatur ist den rückstellbaren Sicherungen, wie den Multifuse®-Einheiten, ein exponentieller anstelle eines linearen Anstiegs des Widerstands eigen. Der in den Kunststoff eingebrachte schwarze Kohlenstoff wird bei steigender Temperatur isoliert, wobei das kristalline Polymer amorph wird, und so einen Stromfluss vermeidet. Auf dieser Weise wird der Widerstand mit einer Rate von I^2R erhöht. Tatsächlich erhöht sich der Widerstand um zwei Größenordnungen, wenn der Schaltkreis angesprochen wird. Durch diese Transformation des Materials von einem niedrigen zu einem hohen Widerstand, die bei Ansprechen einer Multifuse®-Einheit eintritt, kann die rückstellbare Sicherung vor Überstrom schützen. Sobald kein Strom mehr fließt, kühlt das Material ab und kehrt zur Kristallstruktur mit niedrigem Widerstand zurück.

Entwickler müssen sich darüber bewusst sein, dass die Multifuse®-Einheit nach dem Ansprechen der Einheit und nach dem Entfernen des Stroms ein- und wieder ausgeschaltet werden muss, damit eine Rückstellung wirksam wird. Bleibt die Einheit nach einem Ansprecheignis eingeschaltet, erfolgt keine selbständige Rückstellung der Multifuse®-Einheit. Nach einem längeren Zeitraum im angesprochenen Modus erzeugt das Bauelement im angesprochenen Zustand weiterhin Wärme. Dies führt zu einem hohen Widerstand, der eine Rückstellung der Einheit auch nach dem Ein- und Ausschalten verhindert. Die geeignete Methode zur Rückstellung einer Multifuse®-Einheit besteht aus dem Ein- und Ausschalten der Einheit innerhalb von einer Sekunde. Wird die Spannungsquelle entfernt, erfolgt eine eigenständige Rückstellung der Einheit.



Multifuse® Einheiten

MF-MSMF

MF-PSMF

MF-FSMF

Daher sind Multifuse®-Einheiten so einzigartig

Bourns hat eine neue Technologie für das Herstellungsverfahren entwickelt. Diese heißt *freeXpansion™* und kommt für die Produktlinie der Polymer-PTC-Multifuse®-Produkte in Oberflächenmontage zum Einsatz. Die Ausdehnung der Materialien während des Ansprechens und das Zusammenziehen der Materialien nach der Rückstellung erfolgen mittels der *freeXpansion™*-Technologie ohne mechanische Einschränkungen in den Multifuse®-Einheiten. Durch die kleinere Oberflächenmontage-Modulbereiche ermöglichte die *freeXpansion™*-Technologie den Start der neuen 0603-Familie. Zu den weiteren Vorteilen der *freeXpansion™*-Technologie gehört, dass Multifuse®-Einheiten nunmehr größere Ströme und Spannung bei verbesserter Widerstandsstabilität schalten können.

Die Multifuse®-Einheiten mit *freeXpansion™*-Technologie in SMD/Oberflächenmontage von Bourns bieten einen Technologievorteil bei der Modulgröße 0603, wobei sie den Miniaturisierungstrend in Bezug auf den Schaltkreisschutz anführen, während der globale Bedarf weiterhin ansteigt. Diverse Serien der Multifuse®-Einheiten werden von diesem Vorteil dieser Technologie profitieren, um die Spannungs- und Stromanforderungen zu erfüllen und einen zuverlässigen Überstrom- und Temperaturschutz für eine breite Palette an Verbraucherelektronik-, Fahrzeugelektronik-, USB-Schnittstellen- und Videoschnittstellenanwendungen zu bieten. Ein Beispiel für eine anvisierte Anwendung ist USB 3.0, das im November 2008 auf den Markt kam und höhere Betriebsströme als sein Vorgänger USB 2.0 benötigt.

Multifuse® Serie	Teilenummer
MF-MSMF	MF-MSMF150/24X-2
MS-PSMF	All
MF-FSMF	All

Table 1: Multifuse®-Einheiten mit freeXpansion™-Technologie

Auswahl einer geeigneten Multifuse®-Einheit

Die Lebensdauer einer Multifuse®-Einheit hängt von Anstieg, Dauer und Spitze des Stroms ab, dem die Einheit in einem gegebenen System ausgesetzt ist. Multifuse®-Einheiten wurden auf die Erfüllung der Branchenstandards für die anspruchsvollsten Umgebungen und Anwendungen entworfen und getestet, wodurch die Auswahl der geeigneten Einheit von einer gesamten Serie bis hin zum spezifischen Bauelement einfach ist. Es sind nur der Ansprechpunkt, die Spannungsanforderungen und die Modulgröße für die Auswahl der Multifuse®-Einheit notwendig.

Da ein größeres Chipmodul zu einer größeren thermisch wirksamen Masse führt, erwärmt sich das Material langsamer als bei einem kleineren Modul. Ein kleineres Modul spricht schneller an, obwohl es über einen höheren Widerstandswert für den gleichen Haltestrom verfügt. Multifuse®-Einheiten können in Bruchteilen von Sekunden ansprechen und es kann das geeignete Multifuse®-Bauelement ausgewählt werden, um die Last bei einem gegebenen Entwurf basierend auf der maximal zulässigen Ansprechzeit zu schützen. Das 0603-Modul bietet einen klaren Vorteil für Anwendungen mit wenig Platz, bei denen die Reduzierung der Platinengröße oberste Priorität hat.



Multifuse® Einheiten

MF-MSMF

MF-PSMF

MF-FSMF

In Anbetracht der Erweiterung der elektronischen Geräte und der Zunahme von Schnittstellen Mensch – Elektronik steigt der Bedarf an kreativen Überstromlösungen, um eine effektive Nutzung aller Systemressourcen sicherzustellen. Diverse Beispiele stellen den Entwurf und den Auswahlprozess bei der Nutzung von Bourns® Multifuse®-Einheiten für den Überstromschutz heraus.

Allgemeine Berechnungen

Wenn sich diverse Lasten die gleiche Spannungsquelle teilen, kann es vorteilhaft sein, wenn jede Last einzeln oder die Lasten in Untergruppen betrieben werden, anstatt den Betrieb einer jeden Last von den Systemstrombedingungen abhängig zu machen. Wie in der unten dargestellten Abbildung zu sehen, ist es möglich, mehrere Kaltleiter für mehrere Knoten, die sich eine Spannungsquelle teilen, zu realisieren. In diesem Fall wird über das Ohmsche Gesetz lediglich die Strombedingung für jeden Knoten berechnet. So wird bestimmt, welcher Kaltleiter basierend auf dem Strom im jeweiligen Knoten auszuwählen ist.

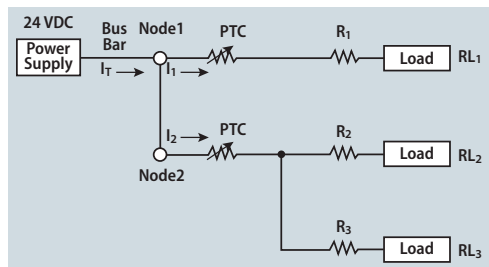


Abbildung 1: Allgemeines Kaltleiterbeispiel

Beim vorliegenden Beispiel handelt es sich um eine 24-Volt-Spannungsquelle. Die Widerstandswerte sind: $R_1=2$ Ohm, $RL_1=6$ Ohm, $R_2=5$ Ohm, $RL_2=19$ Ohm, $R_3=10$ Ohm, $RL_3=14$ Ohm. Der Widerstandswert bei Knoten 1 wird durch die Serienwiderstandsberechnung ermittelt: $R_1+RL_1=8$ Ohm. Der Widerstandswert bei Knoten 2 wird durch die Parallelwiderstandsberechnung ermittelt: $(1/((1/(R_2+RL_2))+1/(R_3+RL_3))))=12$ Ohm. Der in die Knoten fließende Strom I_T entspricht der Summe der Ströme, die in die Knoten fließen und wird über $I_T=I_1+I_2$ berechnet. $V=I_R$ wird für die Berechnung des Stroms verwendet: $I_1=V/8$ Ohm = 3 A. $I_2=V/12$ Ohm = 2 A. Gesamtstrom: $I_T=5$ A. Basierend auf diesen Ergebnissen muss der Haltestrom der für Knoten 1 ausgewählten PPTC 3 A oder größer und der für Knoten 2 ausgewählten PPTC 2 A oder größer sein. Um die Stromanforderungen des Systems zu erfüllen, muss für jede Auswahl bestätigt werden, dass I_{max} mindestens 5 A beträgt. Wenn der Kaltleiter auf einer beliebigen Seite der Verzweigungen anspricht, wird der im System fließende Strom auf den Strom im noch betriebenen Zweig verringert. Befände sich stattdessen ein einzelner Kaltleiter zwischen der Spannungsversorgung und Knoten 1, würde der ausgewählte Kaltleiter einen Haltestrom von $I_T=5$ A und einen I_{max} von > 5 A erfordern. Vorausgesetzt, dass die Spannungsversorgung 24 Volt Nennspannung liefert, ist es ratsam, ein Bauelement mit Toleranz zu wählen. Daher betrüge die angemessene Wahl 30 V oder größer mit $I_{max} > 5$ A für den ersten Fall und 30 V oder größer mit $I_{hold} > 5$ A für den letzteren Fall.

Es gibt diverse Multifuse®-Produktlinien, die die Anforderungen einer spezifischen Anwendung erfüllen. Power-over-Ethernet (PoE), USB und Firewire sind drei Beispiele für derartige Anwendungen. Die Auswahl des Bauelements ist einfach und basiert auf den an den unterschiedlichen Anschlüssen des Systems vorliegenden Strömen.



**Multifuse®
Einheiten**

- MF-MSMF
- MF-PSMF
- MF-FSMF

Power over Ethernet

Für PoE-Überstromschutz ist eine Multifuse®-Einheit spezifisch auf die Erfüllung der 350-mA-Schnittstelle mit bis zu 57 V ausgelegt. Die Abbildung unten zeigt, wie ein an der Spannungsquelle befindlicher Kaltleiter den Überstromschutz in einem mit Transformatoren bestückten Schaltkreis liefert. Dieser Überstromschutz ist nur an der Quelle notwendig.

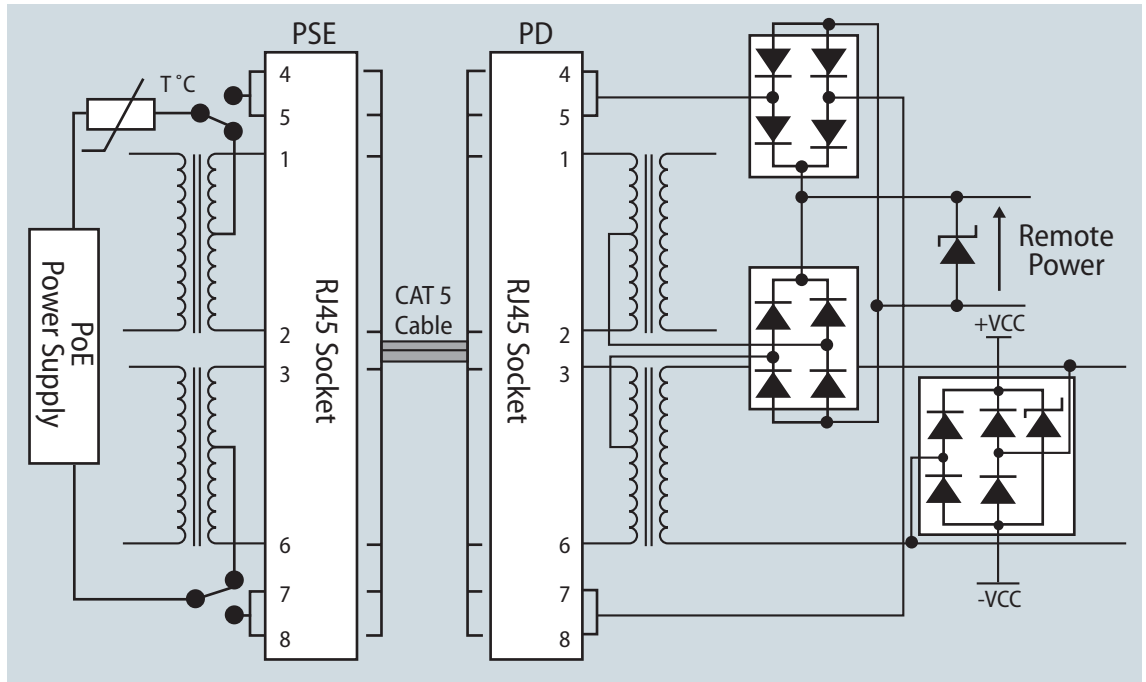


Abbildung 2: Beispiel für PoE-Schnittstelle

USB

Bei USB handelt es sich um eine vieradrige Schnittstelle mit zwei Datenleitungen, Spannungsleitung und Erde. Hier ist ein rückstellbarer Schaltkreis für den Überstromschutz zwingend erforderlich. Für jeden Entwurf, bei dem eine USB-Schnittstelle zum Einsatz kommt, muss der Überstromschutz nur auf der Spannungsleitung bereitgestellt werden. Alle drei Spannungs- und Datenleitungen nutzen einen Überspannungsschutz wie unten angegeben.

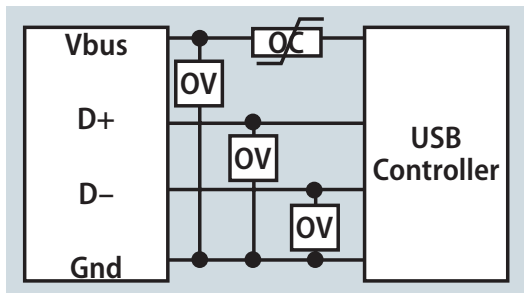
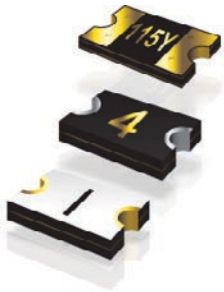


Abbildung 3: Beispiel für USB-Schnittstelle



**Multifuse®
Einheiten**

- MF-MSMF
- MF-PSMF
- MF-FSMF

Wie im allgemeinen USB-Schnittstellen-Beispiel gesehen, ist es möglich, einen Kaltleiter für mehrere USB-Controller oder einen Kaltleiter pro USB-Controller zu nutzen. Diese Entscheidung wird basierend auf dem Widerstand und dem Strom in jeder Last und dem verfügbaren Platinenplatz getroffen. Bei der Auswahl einer Multifuse®-Einheit für eine USB-Anwendung ist weiterhin die Aufrechterhaltung eines niedrigen Widerstandswerts zu berücksichtigen, d. h. ein Wert unter 700 Milliohm mit einem Spannungsabfall von unter 350 mV. Mit der Einführung von USB 3.0 sind die Stromanforderungen größer, was zu einem Kaltleiter pro Leitung beim Entwurf führen kann.

Da die USB-Standardbetriebsspannung stets 5 V beträgt, stellt die Minimalspannung der Multifuse®-Einheit von 6 V eine Toleranz von mindestens 20 Prozent (1 V) über der erforderlichen Spannung bereit. So bleibt ein zusätzlicher Puffer zum Schutz. Der gemäß USB-Spezifikation festgelegte Kurzschlussstrom beträgt 5 A. Nach 60 Sekunden Betrieb ist ein maximaler Betriebsstrom von 5 A für einen USB-Anschluss zulässig. Der normale Betriebsstrom beträgt jedoch 100 mA für Anschlüsse niedriger Spannung und nur 500 mA für Anschlüsse hoher Spannung, wobei beide weit unter dem Kurzschlussbereich von 5 A liegen.

Eine breite Palette an Multifuse®-Einheiten steht für USB-Entwürfe mit einer Bemessung von 6 Volt zur Verfügung. Sobald Strom und Ansprechzeit festgelegt sind, ist die Auswahl der geeigneten Einheit leicht. Für USB-Schutz werden die rückstellbaren Multifuse®-Sicherungen durch zwei Produktlinien vertreten, die sich in ihren Eigenschaften in Bezug auf die Strombelastbarkeit unterscheiden.

MF-USMF

Modell	Volt max.	Ampere max.	Halte-	An-	Widerstand		Max. Zeit bis zum Ansprechen		Verlustleistung im angesprochenen Zustand
			Ampere bei 23 °C		Ohm bei 23 °C		Ampere bei 23 °C	Sekunden bei 23 °C	Watt bei 23 °C
			Halte-	An-	RMin.	R1Max.			
MF-USMF035	6,0	40	0,35	0,75	0,200	1,300	8,00	0,20	0,6
MF-USMF075	6,0	40	0,75	1,50	0,070	0,450	8,00	0,10	0,6
MF-USMF110	6,0	40	1,10	2,20	0,050	0,210	5,00	1,00	0,6
MF-USMF150	6,0	40	1,50	3,00	0,030	0,110	5,00	5,00	0,6
MF-USMF175X*	6,0	40	1,75	3,50	0,020	0,090	8,00	1,00	0,7

*Multifuse® freeExpansion™-Entwurf für MF-USMF-Serie

Tabelle 2: MF-USMF-Spezifikationen für USB-Entwürfe



**Multifuse®
Einheiten**

- MF-MSMF
- MF-PSMF
- MF-FSMF

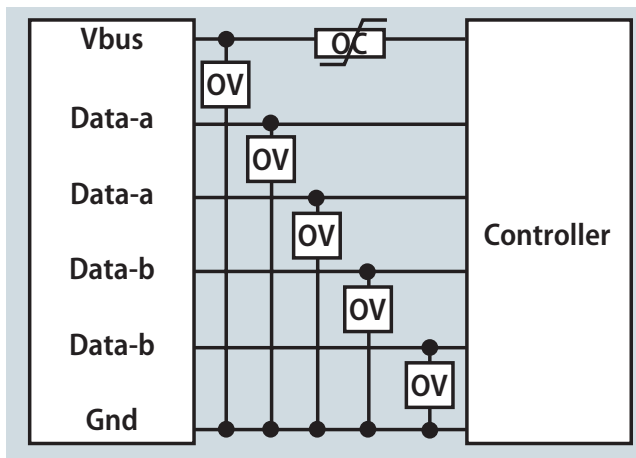
MF-MSMF

Modell	Volt max.	Ampere max.	Halte- strom	An- sprechen	Widerstand		Max. Zeit bis zum Ansprechen		Verlustleistung im angesprochenen Zustand
			Ampere bei 23 °C		Ohm bei 23 °C		Ampere bei 23 °C	Sekunden bei 23 °C	Watt bei 23 °C
			Halte- strom	An- sprechen	RMin.	R1Max.	bei 23 °C	bei 23 °C	Typ
MF-MSMF110	6,0	100	1,10	2,20	0,040	0,210	8,00	0,30	0,8
MF-MSMF125	6,0	100	1,25	2,50	0,035	0,140	8,00	0,40	0,8
MF-MSMF150	6,0	100	1,50	3,00	0,030	0,120	8,00	0,50	0,8
MF-MSMF260	6,0	100	2,60	5,20	0,015	0,080	8,00	5,00	0,8

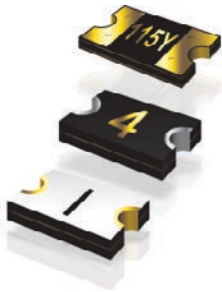
Tabelle 3: MF-MSMF-Spezifikationen

Firewire

Firewire, auch bekannt als IEEE-1394, ähnelt USB in seiner Auslegung, es sind jedoch keine rückstellbaren Sicherungen erforderlich. Alle Spannungsquellen der Schnittstelle benötigen gemäß der IEEE-1394-Norm einen Überstromschutz. Das Beispiel unten zeigt einen Überstromschutz auf der Spannungsleitung und einen Überspannungsschutz auf den Spannungs- und Datenleitungen. Wie bei USB ist die Multifuse®-Einheit in der Lage, den Überstrom für einen Controller oder mehrere Controller basierend auf den Anforderungen des Systems und der Anzahl der Lasten zu bewältigen. Es können sich üblicherweise bis zu vier Controller eine einzige Multifuse®-Einheit teilen. Im Firewire-Standard gibt es vier Leistungsniveaus für Geräte, wobei das Maximum bei 30 V liegt. Dies ist bedeutend höher als die 5 V bei USB. Basierend auf den Maximalleistungen von 15 W, 30 W, 45 W und 3 W für die vier entsprechenden Leistungsniveaus reichen die Ströme von 100 mA bis 1,5 A.



Warum sollten Sie sich für Bourns entscheiden?



**Multifuse®
Einheiten**

- MF-MSMF
- MF-PSMF
- MF-FSMF

Durch das Engagement, unseren Kunden einen stetigen Mehrwert zu bieten, weist Bourns seit mehr als 60 Jahren ein stetiges Wachstum auf. Das Unternehmen investiert in innovative neue Produkte über interne Entwicklungen und die strategische Akquisition von Unternehmen oder Produktlinien. Die von den Ingenieuren von Bourns entwickelte *freeXpansion™*-Technologie ist nur ein Beispiel der außergewöhnlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Bourns bedient die Hardwaremärkte der vielseitigsten Branchen – von Computern und Peripheriegeräten über Telekommunikationsprodukte, Kassengeräte bis hin zu industrieller und medizinischer Hardware. Durch die Verpflichtung zu Vortrefflichkeit in Bezug auf Entwurf und Kundendienst und die fast vier Jahrzehnte umfassende Erfahrung im Bereich Schaltkreisschutz setzt sich Bourns gegenüber seinen Mitbewerbern in Bezug auf Qualität und Zuverlässigkeit ab. Es wird deutlich, warum Bourns stets zu den führenden Lieferanten im Land gezählt wird.

Fazit

Serie	Anwendungen
MF-SM	Einsatz in Anwendungen mit Niederspannungsquelle und bei zu schützenden Lasten, einschließlich: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Computer und Peripheriegeräte</i> • <i>Allgemeine Elektronikgeräte</i> • <i>Fahrzeugausrüstung</i>
MF-NSMF	Einsatz in dicht gepackten Platinenanwendungen, einschließlich: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Festplatten</i> • <i>PC-Hauptplatinen</i> • <i>PC-Peripheriegeräte</i> • <i>Kassengeräte</i> • <i>PCMCIA-Karten</i>
MF-MSMF	
MF-USMF	

Tabelle 4: Auswahl des richtigen Multifuse®-Produkts für eine Anwendung

Der Überstromschutz ist für die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von elektronischen Bauteilen in einer breiten Palette an Anwendungen entscheidend. Die Einfachheit, mit der sich Bourns® Multifuse®-Einheiten in Überstromschutzschaltkreise einfügen lassen, und die neue *freeXpansion™*-Technologie machen es zu einer naheliegenden Wahl. Mithilfe des Ohmschen Gesetzes, der Schnittstellennormen und einer leistungsstarken Auswahl für eine breite Palette an Strom- und Spannungsanforderungen ist es ein Leichtes, die richtige Auswahl der Multifuse®-Einheit für den idealen Überstromschutz in allen Entwürfen zu finden.

Für weiteren technischen Support und ganzheitliche Stromkreisschutzlösungen besuchen Sie uns bitte unter

www.bourns.com

Amerika: Tel +1-951 781-5500
Fax +1-951 781-5700

Europa: Tel +41-(0)41 768 55 55
Fax +41-(0)41 768 55 10

Asien-Pazifik: Tel +886-2 256 241 17
Fax +886-2 256 241 16