

Immer richtig gesichert



Welche Kriterien für die Auswahl der passenden Sicherung wichtig sind

Dem Überstromschutz in Schaltkreisen wird oft nur wenig Beachtung geschenkt. Eine nicht ausreichend durchdachte Wahl von Sicherungen kann jedoch zu Ausfällen von Geräten und Anlagen führen, was hohe Ersatzkosten und unzufriedene Kunden zur Folge hat. Kenntnis und Berücksichtigung der richtigen Auswahlkriterien für Sicherungen und Sicherungshalter helfen, solche Probleme zu vermeiden. ■ Thomas Hubmann



Aufgabe einer Sicherung ist es, einen unkontrollierten Fehlerstrom oder Überstrom zuverlässig zu unterbrechen, bevor größerer Schaden im Gerät entsteht. Die Schmelzsicherung eignet sich dabei gut für den Kurzschlusschutz, da sie dort die Unterbrechung sicher gewährleistet. Bei moderaten Überströmen bis zum Zwei- oder Dreifachen des Nennstromwerts sind Schmelzsicherungen ungenau und daher als Schutzelement kaum geeignet. In diesem Fall sind andere Maßnahmen wie elektronischer Schutz, thermische Schutzelemente oder zusätzliche Sicherungen

notwendig. Bei der Auswahl einer optimalen Sicherung gilt es, drei Aspekte zu berücksichtigen.

Drei Aspekte, die es bei der Auswahl einer Sicherung zu beachten gilt

Punkt 1 behandelt den Normalbetrieb nach dem Einschalten und sollte in jedem Fall beachtet werden. Die Berücksichtigung von Punkt 2 ist nur bei kapazitiven Lasten notwendig, wenn beim Einschalten zum Laden der Kondensatoren Einschaltstromspitzen entstehen, welche den Nennstromwert der Sicherung um ein Vielfaches übersteigen. Punkt 3 listet wichtige Fakten über Sicherungshalter auf und erklärt, wie Sicherung und Sicherungshalter richtig kombiniert werden.

Punkt 1: Normalbetrieb nach dem Einschalten

Eine Sicherung ist in der Regel einem maximalen Betriebsstrom und einer maximalen Betriebstemperatur ausgesetzt. Da

eine Sicherung selten bei 23 °C betrieben wird, ist meist ein Derating des Nennstroms nötig. Als Beispiel soll eine träge SMD-Sicherung (Surface Mounted Devices) wie die UMT 250 von Schurter dienen, die bei 60 °C betrieben wird.

Diese muss gemäß Abbildung 1 um 17 Prozent „derated“ werden. Wenn der Betriebsstrom 1 A bei 60 °C beträgt, ist also eine Sicherung mit einem gerundeten Sicherungswert von 1,25 A (1 A/0,83) notwendig.

Sicherungen können nach IEC 60127 oder nach UL 248-14 dimensioniert sein. Dabei gilt es, bezüglich der Nennstromauslegung folgenden Unterschied zu beachten: Sicherungen gemäß IEC 60127 dürfen bei 100 Prozent, Sicherungen gemäß UL 248-14 hingegen nur bei 75 Prozent des Nennstromwerts dauerhaft betrieben werden. Typisch für eine Sicherung mit UL-248-14-Charakteristik ist die Betriebszeit von mindestens vier Stunden bei Nennstrom. >

AUTOR

Thomas Hubmann
ist Produktmanager Sicherungen
bei Schurter in Luzern, Schweiz

T +41/41/369-3360
F +41/41/369-3333
thomas.hubmann@schurter.ch

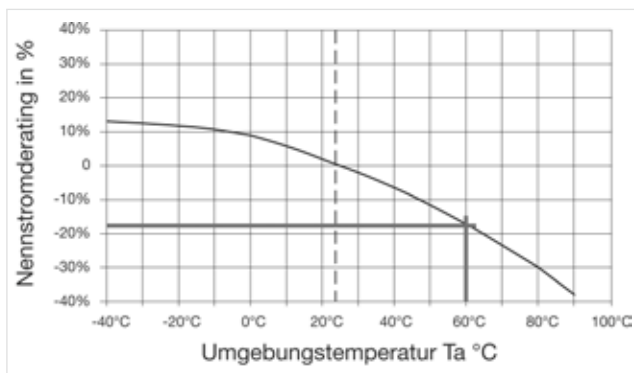


Abb. 1:
Derating-Kurve der
trägen SMD-Sicherung
UMT 250

Die Eigenerwärmung von trägen Sicherungen ist geringer als bei flinken. Dies ist am typischen Spannungsfallwert zu erkennen. So verfügt beispielsweise eine 2-A-5x20-mm-Glassicherung über einen typischen Spannungsfall von 60 mV in der trägen und von 90 mV in der flinken Ausführung.

Dieser Unterschied erklärt sich aus dem dickeren Schmelzleiter (höherer Energiewert I^2t , siehe Punkt 2), der für träge Sicherung erforderlich ist. Weiter ist zu beachten, dass sich Sicherungen durch den Strom erwärmen, bis bei einer bestimmten Temperatur der Schmelzleiter durchschmilzt und den Schaltkreis unterbricht. Jegliche Maßnahmen zur Kühlung wie Lüftung, Kühlkörper, größere Lötflächen oder Wärmeakkumulationen ändern die Zeit/Strom-Charakteristik der Sicherungen und sollten daher vermieden werden.

Punkt 2: Einschaltstromspitzen

Einschaltstromspitzen (Abbildung 2) entstehen durch Kapazitäten, die beim Einschalten zuerst aufgeladen werden müssen. Diese Pulse können ein Vielfaches des Nennstroms betragen, sind jedoch meist von sehr kurzer Dauer.

Die Fläche unterhalb der Kurve nennt man Schmelzintegral oder I^2t -Wert. Dieser Wert definiert die Energiemenge, die zum Durchschmelzen eines Drahtes oder Schmelzleiters nötig ist. In der Regel handelt es sich um eine Exponentialkurve mit einem Stromspitzenwert I_p und einem Zeitwert τ , bei dem der Strom 37 Prozent des Stromspitzenwerts erreicht hat. Am Beispiel der trägen SMD-Sicherung UMT 250 mit einem Nennstrom von 1 A, einem I_p von 13 A und einem Zeitwert von 6 ms lässt sich der I^2t -Wert folgendermaßen berechnen:

$$\begin{aligned} I^2t_{\text{Anwendung}} &= 0,5 \cdot I_p^2 \cdot \tau \\ I^2t_{\text{Anwendung}} &= 0,5 \cdot (13 \text{ A})^2 \cdot 6 \text{ ms} = 0,507 \text{ A}^2 \text{ s} \end{aligned} \quad (1)$$

Zusätzlich muss die Anzahl der Pulse während der gesamten Lebensdauer des Gerätes einbezogen werden, um ein entsprechendes vorzeitiges Altern der Sicherung zu berücksichtigen. Für träge Sicherungen gilt bei 10.000 Einschaltpulsen ein Faktor von 0,29 (Tabelle 1).

$$\begin{aligned} I^2t_{\text{min, Sicherung, T}} &= I^2t_{\text{Anwendung}} / F \\ I^2t_{\text{min, Sicherung, T}} &= 0,507 \text{ A}^2 \text{ s} / 0,29 = 1,748 \text{ A}^2 \text{ s} \end{aligned} \quad (2)$$

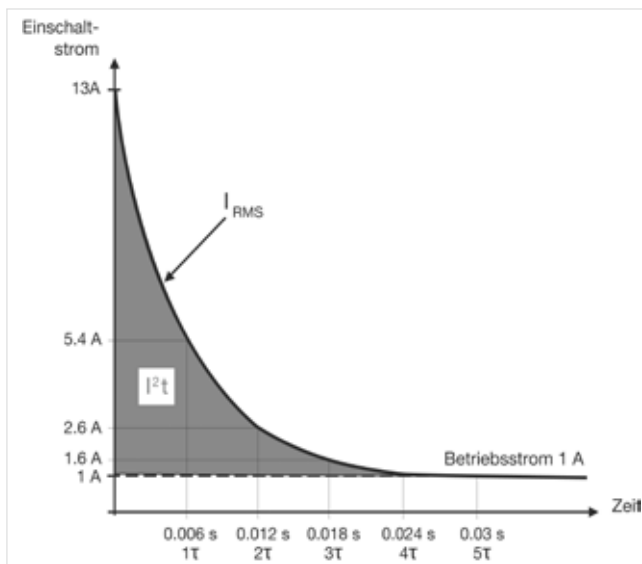


Abb. 2:
Typische Einschaltkurve
bei getakteten Netzge-
räten, wenn Kondensa-
toren geladen werden
müssen

Der Hersteller gibt im Katalog für jeden Typ und Nennstrom Schmelzintegralwerte an. Für die UMT 250 mit 1 A Nennstrom gilt ein I^2t -Wert von $2,8 \text{ A}^2 \text{ s}$, das heißt bei einem hohen Überstrom (Kurzschluss) oder einer Einschaltstromspitze über diesem Wert schmilzt der Schmelzleiter und unterbricht den Schaltkreis. Der im Beispiel berechnete Wert liegt mit $1,748 \text{ A}^2 \text{ s}$ unter dem angegebenen I^2t -Wert – die Sicherung ist für diese Anwendung also eine gute Wahl.

Sicherungen altern durch Einschaltstromspitzen schneller

Häufige Einschaltpulse lassen Sicherungen vorzeitig altern und können später zu Ausfällen auf dem Feld führen. Dies soll mit der Berücksichtigung dieser Berechnung vermieden werden. Um einen hohen I^2t -Wert zu erreichen, verfügen träge Sicherungen meist über einen verzinnenden Schmelzleiter. Das Zinn kann über die Zeit in den Draht diffundieren, was zu einer Änderung der Zeit/Strom-Charakteristik führt. Generell gilt, dass flinke Sicherungen pulsresistenter sind als träge Sicherungen. Oft müssen jedoch träge Sicherungen zum Einsatz kommen, weil flinke Sicherungen nicht ausreichend hohe I^2t -Werte aufweisen.

Punkt 3: Kombination von Sicherung und Sicherungshalter

In Industrieanwendungen sind 5x20-mm-Sicherungen verbreitet, da sie weltweit verfügbar sind und sich leicht vor Ort ersetzen lassen. Meist wird dazu auch ein Sicherungshalter benötigt. Dabei ist zu beachten, dass für nach der Norm IEC 60127-6 zugelassene Sicherungshalter unter anderem elektrische Eigenschaften wie Nennleistungsaufnahme, Nennstrom und Nennspannung spezifiziert sind, für nach UL 512 und CSA C22.2 no. 39 zugelassene Sicherungshalter dagegen nur Nennstrom und Nennspannung.

Der Strom ist bei UL meist höher als bei IEC. Das liegt daran, dass IEC eine Dummy-Sicherung verwendet (zum Beispiel $40 \text{ m}\Omega = 4,0 \text{ W}/10 \text{ A}$). Diese Dummy-Sicherung und der Kontaktwiderstand zwischen Sicherung und Clip erzeugen Wärme. Der Sicherungshalter muss diese Bedingung 500 Stunden aushalten können, wobei sich berührbare Teile nicht über 85°C erwärmen dürfen. UL/CSA hingegen verwendet ein Silberrohr mit 0Ω . Das heißt, die Wärme wird nur beim Kontaktwiderstand zwischen Sicherung und Clip erzeugt, was letztlich dazu führt,

dass der Sicherungshalter einen höheren Nennstrom aushalten kann. Hier wird jedoch allein der Sicherungshalter geprüft. Da jede Sicherung einen Widerstand besitzt und deshalb Wärme erzeugt, liegt die IEC-Betrachtung näher an der Realität und sollte aus diesem Grund auch bei der Auslegung herangezogen werden.

Die Normen für Sicherungen (IEC 60127-2 bis 4) prüfen generell elektrische Eigenschaften wie beispielsweise minimale und maximale Schmelzzeiten. Die Norm für Sicherungshalter (IEC 60127-6) prüft thermische Eigenschaften wie Temperaturbedingung bei Nennleistung und Nennstrom während 500 Stunden Betriebszeit. Um Sicherung und Sicherungshalter optimal zu kombinieren, muss der Kunde also eigene Berechnungen durchführen. Dabei hat sich der folgende Ansatz bewährt:

Angenommen wird zum Beispiel ein Betriebsstrom von 5 A bei 60 °C. Wegen der erhöhten Temperatur im Sicherungshalter muss das in Punkt 1 beschriebene Derating berücksichtigt werden. Im Beispiel entspricht dies für Standardsicherungen einem Derating von etwa 20 Prozent, also einem gerundeten Sicherungswert von 6,3 A (5 A/0,8). Die Verlustleistung der Sicherung wird mit Nennstrom und mithilfe des typischen Spannungsfallwerts (Spannung über der Sicherung bei Nennstrom) gemäß Katalog ermittelt. 5x20-mm-Keramiksicherungen, wie z.B. die SPT 5x20, besitzen einen typischen Spannungsfallwert von 70 mV bei Nennstrom.

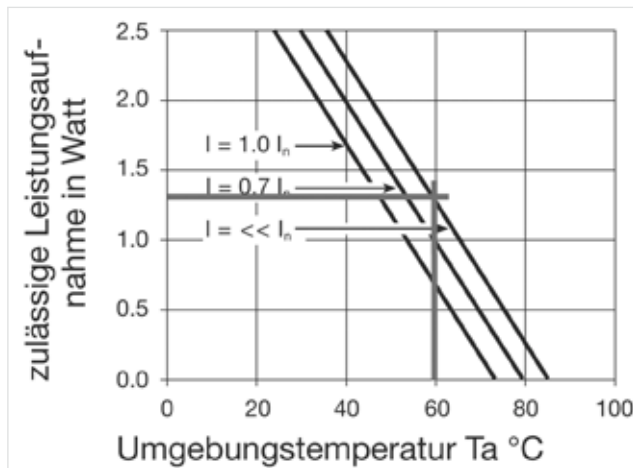


Abb. 3:
Derating-Kurve eines
geschlossenen Sicherungshalters

$$P_{\text{Sicherung}} = I_N \cdot U_{\text{Spannungsfall_typ}} \quad (3)$$

$$P_{\text{Sicherung}} = 6,3 \text{ A} \cdot 70 \text{ mV} = 441 \text{ mW}$$

Beim Sicherungshalter mit einer Nennleistungsaufnahme von 2,5 W bei 10 A muss die empfohlene Derating-Kurve (Abbildung 3) einbezogen werden. In diesem Fall wird die Linie $I = << I_n$ verwendet, weil der Betriebsstrom 5 A und der nach IEC zugelassene Strom des Sicherungshalters 10 A beträgt. Daraus ergibt sich eine maximale Nennleistungsaufnahme $P_{\text{Sicherungshalter}}$ von 1,3 W.

Der Kontaktwiderstand zwischen Sicherung und Clip beträgt gemäß IEC-Norm maximal 5 mΩ. Die Verlustleistung lässt sich mit folgender Formel berechnen:

$$P_{\text{Kontakt}} = R_c \cdot I^2$$

$$P_{\text{Kontakt}} = 0,005 \text{ Ohm} \cdot (6,3 \text{ A})^2 = 198 \text{ mW} \quad (4)$$

Ein Vergleich stellt schließlich sicher, dass die Dimensionierung korrekt ist. Dabei muss gelten:

$$P_{\text{Sicherungshalter}} > P_{\text{Sicherung}} + P_{\text{Kontakt}}$$

$$P_{\text{Sicherungshalter}} = 1,3 \text{ W}$$

$$P_{\text{Sicherung}} + P_{\text{Kontakt}} = 441 \text{ mW} + 198 \text{ mW} = 639 \text{ mW}$$

$$1,3 \text{ W} > 639 \text{ mW} \quad (5)$$

Fazit

Da zum Beispiel elektrische Laständerungen, ein Betrieb über 500 Stunden ohne Unterbrechung mit Strömen $> 0,7 \times I_N$ sowie Einflüsse von Ventilation und Kühlung oder auch ein Wärmestau den Sicherungshalter zusätzlich belasten, müssen solche Betriebsarten speziell beurteilt werden. Selbst nach Berücksichtigung all der angeführten Auswahlkriterien sind daher umfassende Tests unerlässlich, um einen sicheren Betrieb von Geräten und Anlagen zu gewährleisten. ■

TABELLE 1: FAKTOREN TRÄGER UND FLINKER SICHERUNGSTYPEN

	Träge	Flink
100 Pulse	0,5	0,6
10.000 Pulse	0,29	0,49
1 Mio. Pulse	0,19	0,42

Weiterführende Infos auf www.EuE24.net

more @ click EEK80504

Lesetipp

► Sie suchen nach geeigneten Anbietern für ein bestimmtes Produkt oder eine bestimmte Dienstleistung?

In den „Produktverzeichnissen“ der jeweiligen Rubrik finden Sie das gewünschte Produkt oder die gewünschte Dienstleistung sowie die zugehörigen Anbieter.