

Überwachungsbaustein

Schutz von Wechselstromschaltern in Hausgeräten

Der Sicherheitsstandard EN 60335-1 hat jüngst eine Überarbeitung erfahren. Im Zusammenhang mit Wechselstromverbrauchern ist gefordert, dass die Sicherheit des jeweiligen Geräts durch keinen denkbaren Ausfall gefährdet werden darf. In den meisten Designs werden AC-Schalter, die kritische Verbraucher ansteuern, inzwischen überwacht, was zum Entstehen einer neuen Art von Schalter-Treibern wie dem STCC08 von STMicroelectronics geführt hat.

Egal ob Waschmaschine, Kühlschrank oder Elektroherd, alle sind heute mit Mikrocontrollern ausgestattet, um z. B. den Stromverbrauch zu senken oder die Bedienung zu erleichtern. Dieses hat die Art und Weise, wie die Steuerung von Geräten sicher gemacht wird und speziell wie Wechselstromverbraucher angesteuert werden, grundlegend verändert. Hausgeräteentwickler haben sich frühzeitig auf die neuesten Ergänzungen der Standards IEC60335-1 und IEC60730-1 eingestellt.

Neufassungen der Sicherheitsstandards

Die Sicherheitsnormen erhöhen die Anforderungen, die im Zusammenhang mit sicherheitsrelevanten Aufgaben an die Mikrocontroller gestellt werden (z. B. Betätigung einer Türverriegelung, Antrieb einer Waschtrommel oder Kühlung einer Trockner trommel). Durch entsprechende Sorgfalt beim Design wird sichergestellt, dass:

- ▶ vom Gerät keine Gefahr für den Benutzer ausgeht, wenn eine Störung im Mikrocontroller oder seiner Peripherie auftritt,
- ▶ die Mikrocontroller-Software unter Beachtung der einschlägigen Sicherheits-Richtlinien geschrieben wurde und die Voraussetzungen für die Zertifizierung nach Klasse B erfüllt,
- ▶ die übrigen in derselben Funktion wie der Mikrocontroller verwendeten Bauele-

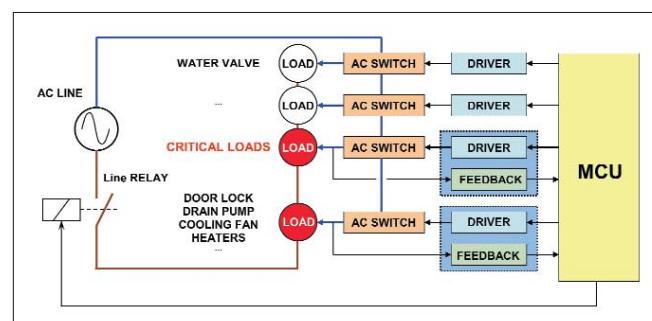


Bild 1: Die Elektronik-Architektur von Haushaltsgeräten.

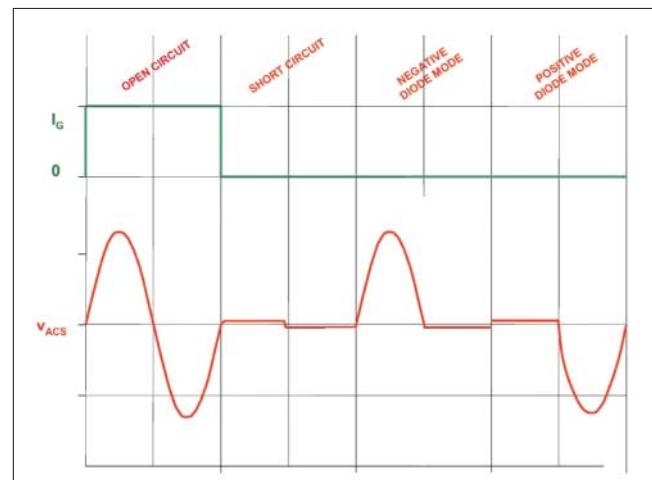


Bild 2: Triac-Spannung bei den verschiedenen Ausfallmechanismen.

mente, Sensoren und Aktoren bei einer Störung zur sicheren Seite fallen.

Gerade den Aktoren wird besondere Beachtung gewidmet, da sie unmittelbare Bedeutung für die Sicherheit des Geräts haben (**Bild 1**). Hier ein paar Beispiele für gängige Sicherheitsprobleme:

- ▶ Versagen der Türverriegelung bei einer Waschmaschine oder einem Herd,
- ▶ Ausbleiben der Gerätekühlung, wenn ein mit Wechselstrom betriebener Lüfter durch versehentliches Anlegen von Gleichspannung defekt wird,
- ▶ störungsbedingter Dauerbetrieb eines Heizgeräts.

Die zum Schalten von Wechselstrom verwendeten Halbleiterbausteine (z. B. Triacs) finden im Standard IEC 60335-1 besondere Berücksichtigung. Ihr Ausfallmechanismus ist in Bezug auf das System zu analysieren. Gefährliche Auswirkungen müssen durch Einwirkung des Mikrocontrollers oder einer externen Schutzfunktion unterbunden werden.

Auf dem Mikrocontroller beruhende Schutzmaßnahmen gewinnen an Verbreitung, da sie schneller sind, in den Prozess des Geräts eingebunden sind und außerdem den Verzicht auf andere teure Schutzmaßnahmen erlauben. Der Mi- ►

	AUTOR
Pascal Paillet	ist Strategic Marketing Engineer für AC Switching and Industrial Segments bei STMicroelectronics



all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante
Artikel und News zum Thema auf
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



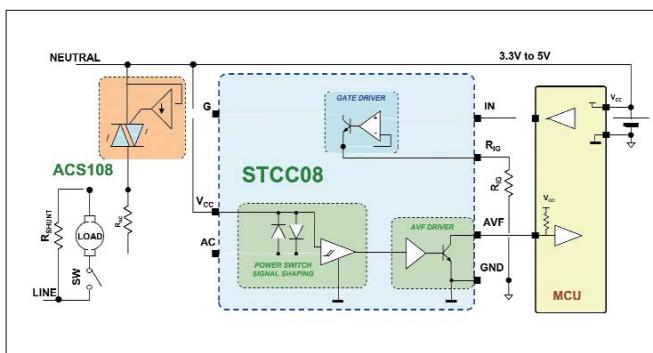


Bild 3: Schaltbild eines Wechselstromschalters auf Basis des STCC08.

krocontroller erkennt kritische Situationen des Schalters umgehend und sorgt dafür, dass das Gerät in einen sicheren Betriebszustand wechselt. Einige einfachen Schaltungen an den Wechselstromschaltern geben eine Information über die Schaltstellung an den Mikrocontroller weiter, der im Störungsfall mithilfe eines vorgeschalteten Relais die Leistungs-Schaltungen vom Netz trennen kann.

Ausfallmechanismen von Triacs

Triacs sind monolithische Halbleiterschalter, die Ströme in beiden Richtungen schalten können. Sie bestehen aus zwei antiparalle geschalteten, von einem gemeinsamen Gate-Anschluss angesteuerten unidirektionalen Thyristoren (**Bild 2**). Die Ausfallmechanismen von Triacs sind hinreichend bekannt und dokumentiert:

- ▶ Leitungsunterbrechung: der Triac leitet keinen elektrischen Strom mehr. Hierzu kommt es beispielsweise, wenn die Bonddrähte zwischen den Gehäuse-Pins und dem Die durch zu hohe Stromstärken zerstört werden oder die Anschlüsse des Bausteins nicht einwandfrei mit der Leiterplatte verbunden wurden.
- ▶ Kurzschluss: der Triac ist permanent leitend. Diese Situation tritt ein, wenn der Triac durch einen zu hohen Strom zerstört wird oder die äußeren Anschlüsse durch Verunreinigungen auf der Leiterplatte kurzgeschlossen werden.
- ▶ Dioden-Modus: Der Triac lässt nur noch eine Wechselstrom-Halbwelle durch. Dieser Fall tritt ein, wenn nicht beide, sondern nur einer der beiden Thyristoren in der Triac-Struktur ausfällt. Hierzu kann es kommen, wenn der Baustein einer steilen Spannungsspitze ausgesetzt wird.

Welche Konsequenzen die Ausfallmechanismen eines Triac haben, lässt sich für eine Reihe signifikanter Fälle abstecken:

- ▶ Eine Leitungsunterbrechung kann das Verhalten einer Türverriegelung beeinflussen.
- ▶ Ein Kurzschluss kann die ungewollte Aktivierung von Heizelementen bewirken.
- ▶ Der Dioden-Modus kann zur Beschädigung induktiver Wechselstrom-Aktoren (z. B. Pumpen, Lüfter usw.) führen, die in die Sättigung geraten, sich dadurch übermäßig erhitzen und schließlich zerstört werden.

Der Dioden-Modus ist eine Besonderheit von Anwendungen, die am Wechselspannungsnetz betrieben werden und in denen Wechselstromschalter wie etwa Triacs zum Einsatz kommen. Dabei sind stets zwei Dioden-Modi zu berücksichtigen – für jeden Thyristor (und somit für jede Polarität) einer. Eine solche Störung zu erkennen, stellt für die Elektronik eine anspruchsvolle Aufgabe dar, gilt es doch, ein hohes Wechselspannungs-Signal zu messen und in eine niedrige Gleichspannung umzuwandeln. Die Komplexität dieser Funktion erklärt, weshalb hierfür spezielle Schaltungen entwickelt wurden.

Ansteuerung und Überwachung von Wechselstromschaltern

Mit dem AC-Power-Controller STCC08 bietet STMicroelectronics eine plug-and-play-fähige Lösung für das Erkennen von Störungen an Triacs an. Die Schaltung ist speziell für das Ansteuern von Wechselstromschaltern vorgesehen und enthält neben dem Treiber für den Wechselstromschalter auch einen Block für dessen Überwachung (**Bild 3**). Dieser Block erfasst den Betriebszustand des Schalters während beider Netz-

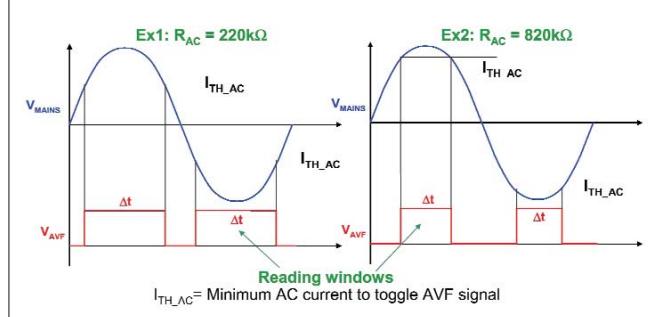


Bild 4: Zeitlicher Verlauf des AVF-Signals als Funktion von RAC bei Wechselstrombetrieb.

spannungs-Halbwellen und macht es dementsprechend möglich, neben dem Dioden-Modus auch Leitungsunterbrechungen und Kurzschlüsse aufzudecken.

Der STCC08 dient als Treiber für einen Triac oder eine der neuesten „planaren“ Versionen wie z. B. ACS oder ACST-Schalter, deren Gate-Triggerstrom kleiner als 10 mA ist. Der Triac-Schalter wird mit einem Senkenstrom aus dem Gate-Anschluss angesteuert (Trigger-Quadranten Q2 und Q3). Es besteht die Wahl zwischen DC-Ansteuerung und gepulster Ansteuerung. Der geregelte Gate-Treiberstrom IG kann mithilfe des externen Widerstands RIG auf Werte bis zu 25 mA eingestellt werden. Auf diese Weise lässt sich der Gatestrom an den IGT-Wert des Schalters und die minimale Umgebungstemperatur TAMB der Applikation anpassen. Der CMOS-kompatible Treibereingang IN kann direkt mit einem Mikrocontroller verbunden werden. Die beschriebene Treiberschaltung ist ausreichend robust, um Kickback-Spannungen am Gate-Anschluss des Triac zu verkraften.

Der Überwachungs-Baustein nutzt den externen hochohmigen Widerstand RAC, um die an den Anslüssen des Wechselstromschalters liegende Spannung in einen kleinen Strom zu verwandeln, der dem Eingang AC zugeführt wird. Die Stromstärke wird unabhängig von der Polarität erfasst. Fließt hier ein Strom, so kennzeichnet dies den abgeschalteten Zustand des Schalters, während das Fehlen des Stroms auf einen eingeschalteten Schalter hindeutet. Der Zustand wird vom AVF-Treiber in das Logiksignal AVF verwandelt, das an einem Puffer mit offenem Kollektor herausgeführt ist und damit vom Mikrocontroller problemlos weiterverarbeitet werden kann, um den Zustand des Schalters zu überwachen.

Der STCC08 ist sehr flexibel. Da der AVF-Ausgang für 5 mA ausgelegt ist und somit einen Optokoppler ansteuern kann, eignet er sich gleichermaßen für isolierte wie nichtisolierte Applikationen. Darüber hinaus kann die Schaltung wahlweise mit 3,3 oder 5 V betrieben werden.

Diagnose des Betriebszustand

Zur Diagnose des Wechselstromschalters bedient sich der Mikrocontroller des Logiksignals AVF, das vom STCC08 im Zeitmultiplex-Verfahren zusammen mit dem Treibersignal IN für den Wechselstromschalter ausgegeben wird. Eine einfache Wahrheitstabelle mit den beiden Parameter AVF und IN beschreibt die Betriebs- und Störungszustände des Wechselstromschalters umfassend. Sollte die Diagnose Indizien für einen gefährlichen Betriebszustand liefern, kann der Mikrocontroller das elektrische System des Geräts umgehend abschalten und die Daten über die Störung für spätere Wartungsarbeiten abspeichern.

Senkung der Standby-Verluste

Mit dem STCC08 lassen sich die Verluste, die im Standby-Status in der Steuerung des Wechselstromschalters anfallen, optimieren. Ursache dieser Verluste sind die Ruhestromaufnahme des Controllers selbst und der Strom in dem zur Ausfallerkennung dienenden Widerstand RAC. Die Stromaufnahme des STCC08 ist genau dokumentiert: IQS ist bei UCC = 5 V kleiner als 2 mA. Erfolgt die Versorgung durch ein Schaltnetzteil mit 75 % Wirkungsgrad, beträgt die Leistungsaufnahme aus der Wechselstromleitung 13 mW.

Den größten Anteil an den Standby-Verlusten hat der Strom im Ausfallerkennungswiderstand RAC. Seine Aufgabe ist es, die am geöffneten Wechselstromschalter abfallende hohe Spannung in einen kleinen Strom (IAC) zu verwandeln. Es gilt einen Kompromiss zu finden, der einerseits möglichst niedrige Verluste garantiert und andererseits ein genügend langes AVF-Signal während der Dauer einer Halbwelle (10 ms bei 50 Hz Netzfrequenz) erzeugt (**Bild 4**). RAC lässt sich zwischen 220 kΩ und 820 kΩ variieren, was eine Lesedauer von 8,5 ms bei maximal 0,24 W Standby-Verlust (bzw. 5,5 ms bei 60 mW) ergibt.

Multiplexen mehrerer STCC08

Auch wenn in einer Applikation mehrere Schalter mit STCC08-Controllern überwacht werden müssen (z. B. Türverriegelung und Laugenpumpe in einer Wasch- oder Geschirrspülmaschine), wird am Mikrocontroller nur ein einziger zum AD-Wandler führender Eingang benötigt, wenn man die AVF-Ausgänge der Controller multiplext. Zwischen den AVF-Ausgängen und dem AD-Wandler-Eingang des Mikrocontrollers wird zu diesem Zweck eine als Spannungsteiler dienende Widerstandsbrücke angeordnet. Welcher Schaltungsteil gestört ist, lässt sich damit nach wie vor erkennen, denn sämtliche Zustände aller Wechselstromschalter können erkannt und unterschieden werden.

Sicherere Leistungsfunktionen

Mit dem STCC08 steht eine unkomplizierte Lösung für die Gate-Ansteuerung und Überwachung des Wechselstromschalters zur Verfügung, die die Spannung am Schalter während beider Halbwellen erfasst. Die vom STCC08 verwendete Stromabtastung ist unempfindlicher gegenüber elektromagnetischen Störungen als diskrete Lösungen, bei denen Spannungen mit hoher Impedanz abgetastet werden. Außerdem begnügt sich diese Schaltung mit nur einem Mikrocontroller-Eingang, während für die meisten anderen Lösungen jeweils ein AD-Wandler-Eingang erforderlich ist. Auch die Software-Routine ist einfacher, da lediglich eine einfache Wahrheitstabelle ausgewertet werden muss, anstatt über einen AD-Wandler eine niedrige, nur einige zehn Millivolt betragende und mit einem Offset versehene Spannung auszulesen. Auf die Zuverlässigkeit des Systems hat die Erfassung mit dem STCC08 keinen Einfluss, da der Baustein außerordentlich immun gegen elektromagnetische Störungen (Stoßspannungen bis 4 kV) ist und keinen zusätzlichen Baustein benötigt, der mit den Leistungsschaltungen in Reihe geschaltet werden müsste. (jj)