

SSR-BAUSTEINE IM EINSATZ ALS MOMENTWERT- ODER NULLPUNKTSCHALTER

Absicht oder Zufall?

Moderne Halbleiterrelais mit Triac auf der Ausgangsseite erlauben es, den Einschaltzeitpunkt entweder auf den Nulldurchgang der Lastspannung festzulegen oder – nach dem Zufallsprinzip – im Momentwert einzuschalten. Hieraus ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten, typische Lasten wie Heizelemente, Lampen oder Motoren effizient zu steuern und zu regeln.



SEBASTIAN HOLZINGER

Halbleiterrelais (Solid-State Relays, SSR) bieten neben zahlreichen Zusatzfunktionen wie Indikations-LED oder Varistorschutz vor allem zwei Vorteile: hohe Zuverlässigkeit und nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Am Eingang aller SSR sitzt zur galvanischen Trennung zwischen Primär- und Sekundärseite ein Halbleiterbaustein mit optischer Kopplung; in den meisten Fällen handelt es sich um einen Fototriac. Zur Aktivierung genügen wenige Milliampere, die entweder über einen geeignet dimensionierten Vorwiderstand eingestellt oder über eine integrierte Stromquelle im Innern des SSR direkt geregelt werden. In diesem Fall spricht man von einem Wide-Range-Eingang, bei dem das SSR direkt mit den typischen Steuerungsspannungen von 4 bis 32 V_{DC} betrieben werden kann.

Die eigentliche Schaltaufgabe übernimmt bei klassischen SSR für AC-Lasten ein Leistungstriac parallel zum Ausgang des Fototriac.

Da bei sinusförmigen Wechselspannungen in der Realität oftmals die unterschiedlichsten Arten von Spannungsspitzen auftreten, kann die Durchbruchspannung der verwendeten Triacs überschritten werden, was zu ungewolltem Einschalten des SSR führen kann. Wirksamen Schutz dagegen bietet ein Varistor parallel zum Leistungstriac, der zu diesem Zweck bei den meisten SSR bereits integriert ist.

Eine weitere Eigenschaft von Triacs ist die Empfindlichkeit gegen zu hohe Spannungsteilheiten (dU/dt), wie sie bei induktiven Lasten ($\cos\phi < 1$) auftreten können;

1 PHASENANSCHNITTSTEUERUNG

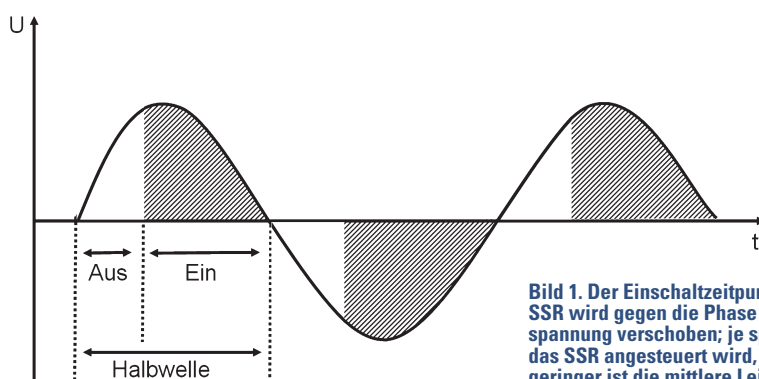


Bild 1. Der Einschaltzeitpunkt des SSR wird gegen die Phase der Lastspannung verschoben; je später das SSR angesteuert wird, umso geringer ist die mittlere Leistung

auch in diesem Fall würde das SSR unge-
wollt einschalten. Es ist daher erforderlich,
die Spannungssteilheiten auf ein für den
Triac zulässiges Maß zu reduzieren. Ab-
hilfe schafft ein RC-Glied (Snubber Circuit)
parallel zum Triac, das die meisten SSR
bereits enthalten.

Momentwert- oder Nullpunktschalter

In der oben beschriebenen Form arbeitet
das SSR als Momentwertschalter. Da-
durch wird der Ausgang unmittelbar und
ohne Verzögerung nach Anlegen der Steu-
erspannung leitend. Somit kann das SSR
auf jedem beliebigen Punkt einer sinus-
förmigen Wechselfspannung schalten. Die
charakteristische Ansprechzeit beträgt da-
bei weniger als 1 ms.

KONTAKT

Panasonic Electric Works Europe AG,
83607 Holzkirchen,
Tel. 08024 648-0,
Fax 08024 648-555,
www.panasonic-electric-works.de

Eine typische Anwendung ist die
Phasenanschnittsteuerung zur Leistungs-
regelung von Verbrauchern. Hierbei wird
der Einschaltzeitpunkt des SSR gegen die
Phase der Lastspannung verschoben. Je
später das SSR angesteuert wird, desto
geringer ist die mittlere Leistung. **Bild 1**
zeigt den typischen Verlauf einer solchen
Phasenanschnittsteuerung.

In der Ausführung als Nullpunktschal-
ter (**Bild 2**), auch Zero-Cross genannt,
wird der Ausgang des Halbleiterrelais nach An-
legen der Steuerspannung beim ersten
danach folgenden Nulldurchgang der Last-
spannung aktiviert. Realisiert wird diese
Funktion mithilfe eines so genannten Zero
Cross Detection Circuit des integrierten
Fototriac-Kopplers.

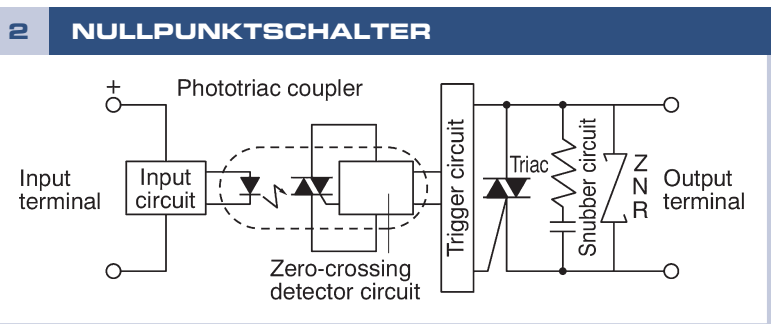
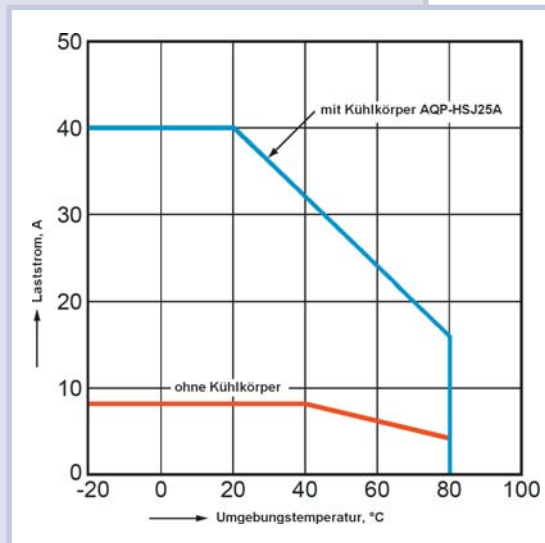


Bild 2. Schematischer Aufbau von SSR in der Funktion als Nullpunktschalter

WISSENSWERT

Überhitzung vermeiden. Da der maximal zulässige Dauerlaststrom für Triacs mit steigender Umgebungstemperatur sinkt (Derating), ist es zwingend erforderlich, das SSR entweder ausreichend zu kühlen oder genügend groß zu dimensionieren. Das Bild zeigt exemplarisch den Verlauf des Dauerlaststroms über der Umgebungstemperatur für die 40-A-SSR der Serie "AQ-A" von Panasonic: einmal mit und einmal ohne Kühlkörper. Zur Abschätzung der Verlustleistung wird im Datenblatt der Spannungsabfall über den Triac bei maximaler Strombelastung angegeben. Daraus lässt sich die Verlustleistung mithilfe der Formel $\text{Verlustleistung} = \text{Verlustspannung} \times \text{Dauerstrom}$ berechnen.

Die Möglichkeiten zur Kühlung sind vielfältig; sie kann entweder über produktspezifische Kühlkörper für die DIN-Schienen-Montage oder über eine geeignete Integration in die jeweilige Applikation erfolgen. Dabei werden SSR in der so genannten Hockey-Puck-Bauform, wie bei dem AQ-A, über die Gehäuseunterseite mit dem Kühlmedium kontaktiert. Wärmeleitpasten zwischen SSR und Kühlmedium garantieren dabei einen guten Temperaturleitwert.



Temperaturverlauf des Laststroms für AQ-A-Relais in der 40-A-Version

Dieser Koppelbaustein wartet nach Ansteuerung auf den nächsten Nulldurchgang der Lastspannung, bevor der Ausgang leitend wird. Somit lässt sich vor allem bei resistiven Lasten ein sanfter

Phasenanlauf im Einschaltmoment realisieren. Die Ansprechzeit ist dabei kleiner als die halbe Periodendauer, beträgt also bei Frequenzen von 50 Hz weniger als 10 ms.

3 APPLIKATION

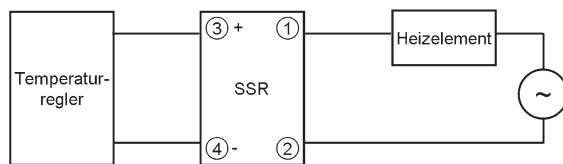
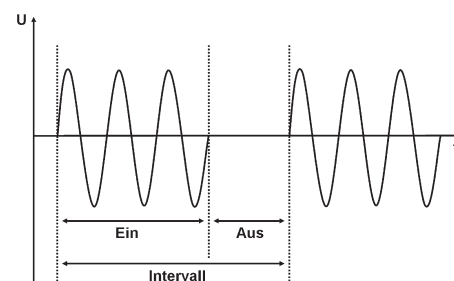


Bild 3. Temperaturregler KT4B von Panasonic (links) mit Regelkreis (Mitte); typischer Verlauf der Pulspaketsteuerung (rechts)



Halbleiterrelais in der Ausführung als Nullspannungsschalter werden überwiegend bei ohmschen Lasten verwendet, insbesondere zur Temperaturregelung von Heizelementen unter Verwendung der so

genannten Pulspaketsteuerung. Hierbei schaltet man über eine festgelegte Zeitperiode (Intervall) eine bestimmte Anzahl von Vollwellen (positive und negative Halbwellen). Somit kann eine hohe Regelgenauigkeit erreicht werden, ohne Störsignale zu verursachen, wie sie etwa beim Phasenanschnitt entstehen können.

DER AUTOR

Dipl.-Ing. Univ. **SEBASTIAN HOLZINGER** ist Produktmanager auf dem Gebiet PhotoMOS & SSR Relays bei Panasonic Electric Works Europe in Holzkirchen.

SSR in der Anwendung

In der Praxis werden meist zur Temperaturregelung von Heizelementen in Klimaschränken, Spritzguss- oder Verpackungsmaschinen SSR mit Nullpunktschalter

FAZIT

Halbleiterrelais mit Triac am Ausgang werden in den verschiedensten Gehäuseformen stets optional als Nullpunkt- oder Momentwertschalter mit einer unterschiedlich hohen Dichte an Zusatzfunktionen angeboten. Die Mindestanforderung an ein SSR erfüllen kompakte DIP8-Typen, wie die Serie "AQH" von Panasonic. In diesem Fall beschränkt sich der Funktionsumfang auf den Fototriac in Kopplung mit einem kleinen Leistungstriac für Dauerlastströme bis 1,2 A. Typische Applikationen sind die Drehzahlregelung von Lüftern oder die Temperaturregelung von Heizelementen.

Im Leistungsbereich von 2 A bis 10 A handelt es sich meist um SIL-Bauformen für den direkten Anschluss des Eingangs an die Steuerspannung. Je nach Typ ist ein Varistor am Ausgang zum Schutz gegen Überspannung integriert. Um ab einer Schaltleistung von zirka 1000 W die erforderliche Kühlung realisieren zu können, gehört der Kühlkörperanschluss zur Standardausstattung.

Den größten Funktionsumfang bieten Hochleistungs-SSR im Hockey-Puck-Gehäuse wie das neue AQ-A von Panasonic. **Tabelle A** zeigt die wesentlichen Eigenschaften im Überblick.

Baugröße (B x H x T)	58 x 40 x 25,5 mm ³		
Laststrom	15 A	25 A	40 A
Lastspannung	75 bis 250 VAC		
Eingangsspannung	4 bis 32 VDC		
Momentwertschalter	Ja		
Nullpunktschalter	Ja		
Anschlüsse	Schraubanschlüsse		
Varistorschutz	Ja		
Snubber Circuit	Ja		
Status-LED	Ja		
Schutzkappe	Ja		

Tabelle A. Die wichtigsten Eigenschaften von Panasonics AQ-A-Halbleiterrelais im Überblick

in Kombination mit Temperaturreglern verwendet. Hierbei verbindet man den Eingang des SSR mit dem Steuerausgang des Temperaturreglers (**Bild 3**).

Die Aktivierung des SSR erfolgt als direkte Reaktion auf den Ausgang des Temperaturreglers. Bei dieser so genannten Pulspaketsteuerung wird die Ausgangsspannung des Reglers mit einem festen Intervall ein- und ausgeschaltet. Die Parameter für das Tastverhältnis (Ein/Aus) lassen sich komfortabel über das Bedienfeld des Temperaturreglers einstellen. Damit ist eine hochpräzise Temperaturregelung möglich, die nur mithilfe von SSR realisierbar ist. (ml)