

Halbleiter-Relais

Elektronische Relaischaltung als Ersatz für konventionelle mechanische Relais.

Allgemeines

Relais auf Halbleiterbasis dringen in immer mehr Anwendungsgebiete vor und ersetzen konventionelle, elektromechanische Relais. Je nach Einsatzgebiet und Aufgabe gibt es elektronische Relais mit unterschiedlicher Strom- und Spannungsbelastbarkeit sowie mit und ohne galvanische Trennung zwischen Steuerkreis und Schaltkreis.

Die Vorteile der sogenannten Solid-State-Relais liegen auf der Hand. Diese Bauelemente sind völlig unempfindlich gegen Schüttel- und Stoßbelastung, garantieren ein absolut prellfreies Schalten und

sind, da keine mechanisch beweglichen Teile vorhanden sind, verschleißfrei. Die Bauelemente benötigen in der Regel eine sehr geringe Steuerleistung, so daß die Ansteuerung direkt von integrierten Schaltungen erfolgen kann.

Staubdicht und ohne nennenswerte Alterung entfällt bei Halbleiter-Relais der bei elektromechanischen Ausführungen auftretende Abreißfunke zwischen den Kontakten, und außerdem funktioniert der Schaltvorgang völlig ohne mechanische Schaltgeräusche.

Die Anforderungen, die nun an ein Halbleiter-Relais gestellt werden, können je nach Einsatzgebiet stark voneinander abweichen. So werden im Kfz-Bereich häu-

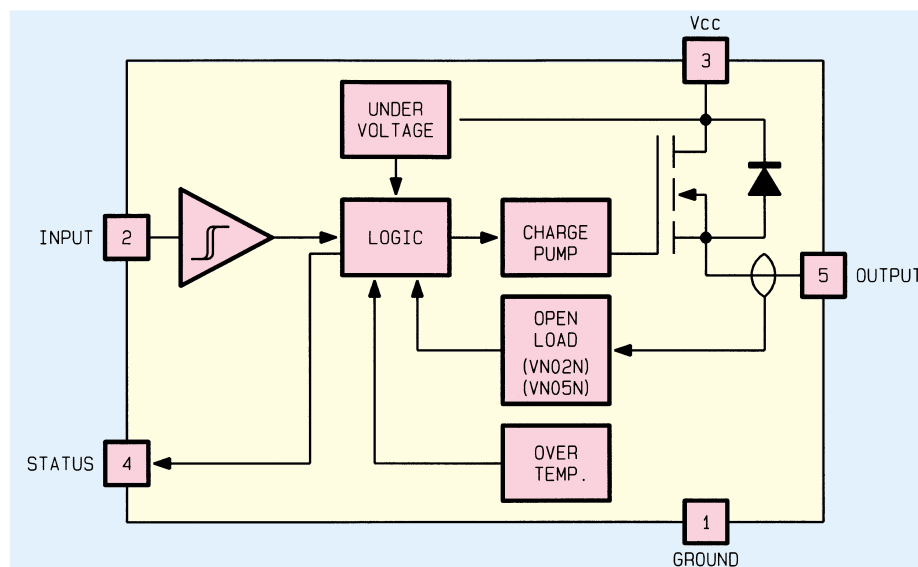


Bild 1: Interner Aufbau der High-Side-Smart-Power-Solid-State-Relais von SGS-Thomson

fig hohe Ströme, jedoch bei relativ niedriger Spannung geschaltet. Auf eine galvanische Trennung zwischen Steuerkreis und Lastkreis kann im Kfz-Bereich im allgemeinen verzichtet werden.

Anders sieht es aus, wenn mit einer netzgetrennten elektronischen Schaltung die 230V-Netzwechselspannung geschaltet werden soll. Hier ist ein galvanisches Trennelement zwischen Steuerkreis und Lastkreis eine wichtige Voraussetzung. Als Trennelement dient bei elektronischen Lastrelais in der Regel ein Optokoppler.

Auch bei den Schaltelementen im Lastkreis gibt es gravierende Unterschiede zwischen den verschiedenen Halbleiter-Relaisstypen. Solid-State-Relais mit Triac oder 2 antiparallel-geschalteten Thyristoren (auch Alternistor genannt) im Lastkreis sind normalerweise für Wechselstromschaltaufgaben vorgesehen, während andere Typen mit Feldeffekttransistoren als elektronische Schaltkontakte wahlweise Gleich- oder Wechselstrom schalten können.

Halbleiter-Relais ohne galvanische Trennung

Unter der Bezeichnung VN02N, VN05N und VN20A stellt SGS Thomsen sogenannte High-Side-Smart-Power-Solid-State-Relais im 5poligen Pentawatt-Gehäuse her, die in der Lage sind, Schaltströme bis 28 A zu verarbeiten.

Eingangsseitig sind diese Bauelemente 5V-Logikpegel-kompatibel (TTL, CMOS), und der Eingangsstrom beträgt bei 5V-Steuerpegel weniger als 600 μ A.

Abbildung 1 zeigt die interne Struktur der in Vertical-Intelligent-Power-Technology gefertigten Chips. Eine integrierte Freilaufdiode parallel zum Power-MOS-Schalttransistor ermöglicht das Schalten von ohmschen und induktiven Lasten, die einseitig mit Masse verbunden sind.

Die Bauelemente sind mit einer Reihe von Schutzfunktionen ausgestattet. So sind alle 3 Versionen mit einem Kurzschlußschutz und einer Temperatursicherung ausgestattet, die die Power-MOS-Endstufe bei Kurzschluß am Ausgang sofort und bei Erreichen von 140°C-Junction-Temperatur abschalten. Eine Under-Voltage-Detection verhindert das Schalten des Relais bei Betriebsspannungen $<6,5$ V.

Über einen Open-Drain-Diagnose-Ausgang (Pin 4) kann das Ansprechen der Temperatursicherung abgefragt werden. Bei den Versionen VN02N und VN05N schaltet der Status-Ausgang zusätzlich bei unterbrochener Last. Die wesentlichen technischen Daten der Halbleiter-Relais VN02N, VN05N und VN20A sind in Tabelle 1 zu sehen.

Aufgrund der hohen Schaltströme und der umfangreichen Schutzfunktionen sind

Tabelle 1: Halbleiterrelais ohne galvanische Trennung

	V _{CC} min	V _{CC} max	I _{out}	RDS on	t _{d on}	t _{d off}	I _{in} (5V)	Input Low-Level	Input High-Level	Under Voltage shut down
VN02N	7 V	26 V	6 A	0,4 Ω	1β μs	15 μs	500 μA	max. 0,8 V	min. 2 V	6,5 V
VN05N	7 V	26 V	12 A	0,18 Ω	15 μs	20 μs	500 μA	max. 0,8 V	min. 2 V	6,5 V
VN20 A	7,5 V	35 V	28 A	0,05 Ω	20 μs	30 μs	600 μA	max. 0,8 V	min. 2 V	6,5 V

diese Relais besonders für Schaltaufgaben im Automobilbereich geeignet.

AC/DC-Halbleiter-Relais mit galvanischer Trennung

Zum Schalten einer Gleich- oder Wechselspannung bis 350 V ist der LH1056 von Siemens geeignet. Dieses in einem 6poligen Dual-Inline-Gehäuse untergebrachte Halbleiter-Relais für Ströme bis 100 mA besitzt zur galvanischen Trennung zwischen Steuerkreis und Lastkreis einen Optokoppler. Die Isolationsspannung des Optokopplers beträgt 7500 VAC_(PK), und bei 25mA-Schaltstrom beträgt der Einschaltwiderstand nur 30 Ω. Abbildung 2 zeigt die Pinbelegung dieses auch als Single-Pole-Single-Throw (SPST) bezeichneten Halbleiter-Relais.

Zum Schalten reicht eingangsseitig bereits ein Steuerstrom von 2,5 mA aus. Bei 10mA-Steuerstrom beträgt die Flußspannung der lichtemittierenden AlGaAs-LED ca. 1,25 bis 1,5 V, wobei maximal 60mA-Steuerstrom zulässig sind.

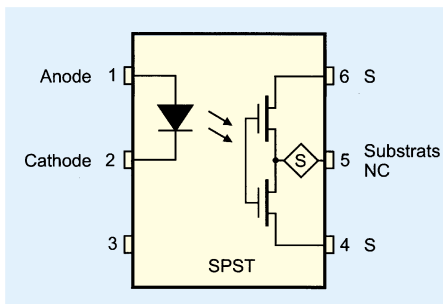


Bild 2: Halbleiter-Relais mit galvanischer Trennung und Feldeffekt-Schaltstufe

Bevorzugtes Einsatzgebiet dieses Bauelements sind Anwendungen im Telekom-Bereich, Motorsteuerungen, Triac-Treiber und Netzspannungs-Schaltaufgaben bei kleinen Leistungen.

AC-Halbleiter-Relais mit galvanischer Trennung

Elektronische Relais mit einem Triac oder 2 antiparallel-geschalteten Thyristoren (Alternistor) im Schaltkreis dienen zum Schalten einer Wechselstromlast. Beim Anlegen des Steuerstromes bzw. der Steuerspannung (über einen Vorwiderstand) an die lichtemittierende Diode werden der Triac bzw. der Alternistor im Schaltkreis

gezündet. Es handelt sich somit um einen Schließer.

Abgeschaltet werden kann der Lastkreis erst dann wieder, wenn der Haltestrom des Triacs unterschritten wird, d. h. nach dem Abschalten der Steuerspannung fließt der Schaltstrom grundsätzlich bis zum Nulldurchgang des Wechselstromes im Lastkreis weiter. Nach dem Nulldurchgang wird der Triac nicht wieder neu gezündet und der Lastkreis unterbrochen.

Würde im Lastkreis eines Halbleiter-Relais mit Triac oder Alternistor als Schaltelement ein Gleichstrom fließen, so könnte nach dem Zünden der Haltestrom im Lastkreis nicht wieder unterschritten werden. Die Folge wäre ein einmalig aktivierbares, jedoch nicht mehr abschaltbares Relais. Wird ein Relais mit Selbsthaltekontakt benötigt, kann diese Eigenschaft auch gezielt genutzt werden.

Halbleiter-Relais mit Triac oder Alternistor im Lastkreis sind im allgemeinen in der Lage, größere Ströme als Feldeffektversionen zu schalten.

Nullpunktschalter

Je nach Schaltaufgabe können AC-Halbleiter-Relais mit oder ohne Nullpunktschalter eingesetzt werden. Ein Nullpunktschalter arbeitet nur im Einschaltaugenblick und bewirkt, daß der Laststrom bei ohmschen und kapazitiven Lasten immer von Null aus ansteigt. Ein sprunghafter Stromanstieg im Einschaltaugenblick wird dadurch unterbunden.

Netz- und Funkstörungen werden mit dem Nullpunktschalter minimiert und die

Lebensdauer von Last und Relais im allgemeinen verlängert. Dies bedeutet aber auch, daß im ungünstigsten Fall eine Einschaltverzögerung von nahezu einer Halbwelle entstehen kann, wenn im Einschaltaugenblick der Spannungsnulldurchgang bereits überschritten ist. Der Triac bzw. Alternistor bleibt dann bis zur nächsten Halbwelle gesperrt.

Bei induktiven Lasten wie Transformatoren oder Motoren ist das Einschalten im Spannungsnulldurchgang ungünstig. Da bei induktiven Lasten der ideale Einschaltaugenblick um einen Phasenwinkel nach dem Nulldurchgang verschoben liegt, sind hier elektronische Relais ohne Nullpunktschalter besser geeignet. Dadurch wird das Einschalten im Spannungsnulldurchgang zwar nicht vollkommen unterbunden, aber statistisch über den gesamten Bereich verteilt.

Gerät im Einschaltaugenblick der Eisenkern eines Trafos sogar in die Sättigung, kann der Einschaltstrom bis auf den 50fachen Wert des Dauerstroms ansteigen. Dies ist jedoch ein allgemeines Problem, das nicht nur im Zusammenhang mit Halb-

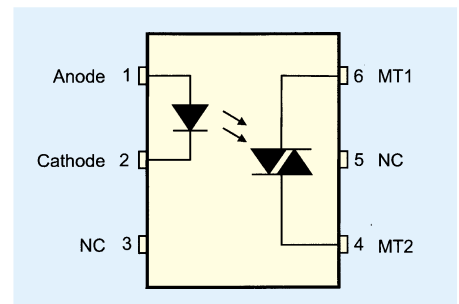


Bild 3: Pinbelegung der beiden Triac-Koppler BRT 13 und BRT 23

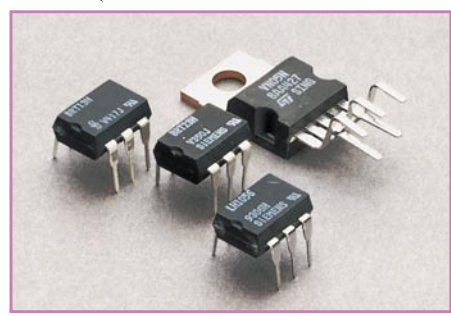
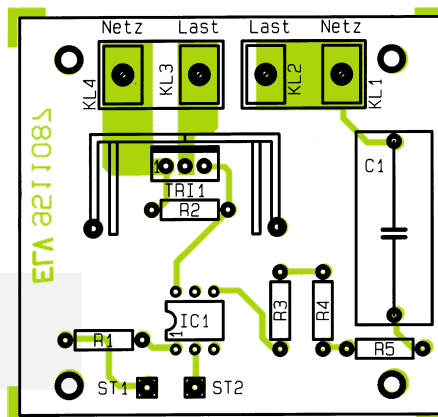
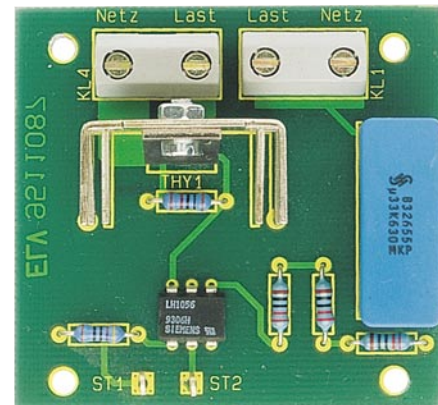
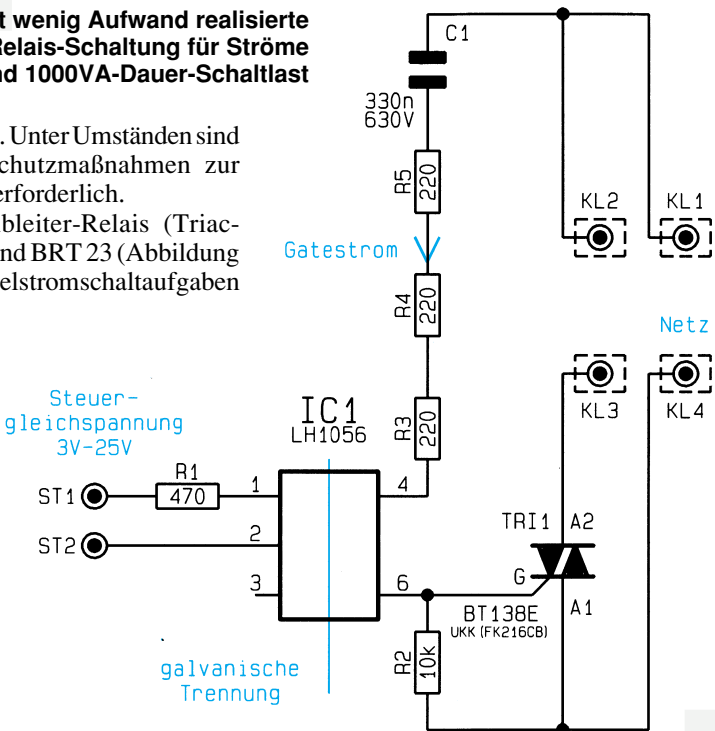
Tabelle 2: Technische Daten

	LH 1056	BRT 13	BRT 23
Schaltstufen:	Power-MOS	Triac	Triac
Stromart:	AC/DC	AC	AC
max. Schaltspannung:	350 V	800 V Spitze	800 V Spitze
max. Schaltstrom:	100 mA	300 mA	300 mA
min. Haltestrom:	–	500 μA	500 μA
max. Verlustleistung:	–	600 mV	600 mW
RDS on:	max. 50 Ω	–	–
Isolationsspannung:	7500 VAC	5300 VDC	5300 VDC
LED-Strom (Ein):	min. 2,5 mA	min. 2 mA	min. 2 mA
LED-Spannung:	max. 1,5 V	–	–
max. LED-Strom:	60 mA	20 mA	20 mA
Nullpunktschalter	ohne	ohne	mit

Bild 4: Mit wenig Aufwand realisierte elektronische Relais-Schaltung für Ströme bis 12 A und 1000VA-Dauer-Schaltlast

leiter-Relais auftritt. Unter Umständen sind dann geeignete Schutzmaßnahmen zur Strombegrenzung erforderlich.

Die beiden Halbleiter-Relais (Triac-Koppler) BRT 13 und BRT 23 (Abbildung 3) sind für Wechselstromschaltaufgaben bis 300 mA vorgesehen. Die in einem 6poligen Dual-Inline-Gehäuse untergebrachten Bauelemente haben die gleichen technischen Daten, sind völlig Pin- und Funktionskompatibel und unterscheiden sich nur durch den Nullpunktschalter (BRT 13



Halbleiter-Relais im 5poligen Pentawatt-Gehäuse und im 6poligen Dual-Inline-Gehäuse

ohne Nullpunktschalter, BRT 23 mit Nullpunktschalter). Die wesentlichen technischen Daten des „Feldeffektkopplers“ LH 1056 und der beiden „Triac-Koppler“ BRT 13 und BRT 23 sind in Tabelle 2 zu sehen.

Schaltung

Abbildung 4 zeigt nun eine mit wenig Zusatzaufwand realisierte elektronische Relais-Schaltung für Ströme bis 12 A. Hier arbeitet das eigentliche Halbleiter-Relais LH 1056 nur noch als galvanisches Trennelement zwischen Steuer- und Lastkreis, und der Triac des Typs BT 138 E übernimmt die Schaltaufgaben im Lastkreis. Die Steuerspannung des Relais darf zwischen 3 V und 25 V liegen und wird der Schaltung an ST 1 und ST 2 zugeführt. Ausgangsseitig schaltet der LH 1056 den über C 1 sowie R 3 bis R 5 begrenzten Gatestrom des Leistungstriacs TRI 1.

R 2 verhindert im ausgeschalteten Zustand das Zünden des Triacs. Die 230V-Netzwechselspannung wird der Schaltung

an KL 1 und KL 4 zugeführt und die zu schaltende Last an KL 2 und KL 3 angeschlossen. Der eingesetzte U-Kühlkörper erlaubt eine Dauer-Schaltlast von 1000 VA.

Nachbau

Auch wenn der Nachbau dieser kleinen, aus weniger als 10 Bauelementen bestehenden Schaltung denkbar einfach ist, darf aufgrund der lebensgefährlichen 230V-Netzwechselspannung der Aufbau und die Inbetriebnahme nur von Personen durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind und mit den einschlägigen VDE- und Sicherheitsbestimmungen hinreichend vertraut sind.

Anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste werden in bewährter Weise zuerst die 5 Widerstände eingesetzt und an der Platineunterseite verlötet. Anschließend sind die überstehenden Drahtenden so kurz wie möglich abzuschneiden.

Danach wird die integrierte Schaltung so eingelötet, daß die Gehäusekerbe des 6poligen Dual-Inline-Gehäuses mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Als dann sind der Folienkondensator C 1 und die beiden Anschlußklemmleisten einzulöten.

Zum Anschluß der Steuergleichspannung werden 2 Lötstifte mit Öse (ST 1, ST 2) stramm in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gepreßt und mit ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Der Leistungstriac TRI 1 ist zuerst mit Hilfe einer Schraube M3 x 5 mm und zugehöriger Mutter an einen Kühlkörper zu schrauben und dann sorgfältig einzulöten.

Fertig aufgebaute Platine des 12A-Halbleiter-Relais mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Halbleiter-Relais

Widerstände:

220Ω	R3 - R5
470Ω	R1
10kΩ	R2

Kondensatoren:

330nF/630V	C1
------------------	----

Halbleiter:

LH1056	IC1
BT138E	Tri1

- Sonstiges:**
- 2 Schraubklemmleisten, 2pol
 - 1 U-Kühlkörper, FK216CD (stehend)
 - 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm
 - 1 Mutter, M3
 - 2 Lötstifte mit Lötöse

Grundsätzlich darf die bestückte Platine erst nach dem Einbau in ein geschlossenes Kunststoffgehäuse in Betrieb genommen werden.

Zu bedenken ist auch, daß es sich um einen 1poligen Netzschalter handelt. Eingebaut in einem Stecker-Steckdosegehäuse wird je nach Polarität des Steckers die Phase oder der Nulleiter geschaltet. Im deaktivierten Zustand ist der angeschlossene Verbraucher zwar stromlos, jedoch bleibt einer der beiden Steckdoseanschlüsse direkt mit der Netzspannung verbunden. **ELV**