



Mehr Informationen zu einem Thema?  
Ganz einfach zu [www.elektronik-industrie.de](http://www.elektronik-industrie.de)  
gehen und die infoDIRECT Adresse eingeben.

## PROGRAMMIERBARE LOGIK

- 54 Implementierung schneller DDR3-Speichercontrollern
- 58 Vorteile des plattformbasierten Entwicklungsansatzes

## MESSTECHNIK

- 72 Starterkit für Messaufgaben
- 74 Abrissfreie Ansteuerung von pulsbreitenmodulierten Ventilen
- 86 Jetzt 45 GHz Bandbreite bei Oszilloskopen

## AKTIVE BAUELEMENTE

- 84 TRIACs in Dreiphasen-Motorsteuerungen

## BAHNELEKTRONIK

- 88 InnoTrans 2010
- 90 Applikationsfertige Hardware-Plattformen für die Bahntechnik
- 92 Blitzschutz bei Bahnübergangssicherungsanlagen
- 94 Innovative Stromversorgung für Bahn-Signalanlagen

## KFZ-ELEKTRONIK

- 98 CPU-Modul speziell für Transportation
- 101 Relais für alternative Antriebskonzepte in Hybrid- und Elektrofahrzeugen
- 104 Flexible Höchstleistung für E-Motorentest

## SERVICE

- 110 Firmenverzeichnis
- 110 Impressum

## ONLINE-ONLY-Artikel

Neben den Fachartikeln in der elektronik industrie bieten wir über unseren infoDIRECT-Service weitere Fachartikel, Applikationschriften, Whitepapers und andere tiefgreifende technische Artikel zum Download.  
In dieser Ausgabe bieten wir folgende Online-Artikel:

### Guide: Medical Imaging Applications

Auf 63 Seiten in Englisch hat Texas Instruments wertvolle Hinweise zur Applikation von Bausteinen der Firma zu den Themen Ultrasound Computed Tomography (CT) Scanners Magnetic Resonance Imaging (MRI), Digital X-Ray, Positron Emission Tomography (PET) Scanners, Power Management für Medical Imaging und Connectivity Solutions zusammengefasst.  
[www.elektronik-industrie.de/infoDIRECT/461ei1110](http://www.elektronik-industrie.de/infoDIRECT/461ei1110)

### Review: Active Noise Control (ANC)

Alon Slapak von der israelischen Firma Silentium hat auf 12 Seiten in Englisch einen Update zum Thema aktiver Lärmbekämpfung ausgearbeitet. Die Technik hinter Active Noise Control (ANC) ist seit über 70 Jahren bekannt, es wird ein zum Lärm oder Geräusch gegenphasiges Signal erzeugt.  
[www.elektronik-industrie.de/infoDIRECT/462ei1110](http://www.elektronik-industrie.de/infoDIRECT/462ei1110)

### Whitepaper: Seven Elements of Affordable Fidelity in Consumer Audio Designs

Das Whitepaper beschreibt auf 10 Seiten in Englisch sieben Elemente, die dazu beitragen, um einen annehmbaren Klang in Konsumergeräten aller Art zu erzeugen.  
[www.elektronik-industrie.de/infoDIRECT/463ei1110](http://www.elektronik-industrie.de/infoDIRECT/463ei1110)



# NUR FÜR FEINSCHMECKER

Labor-Netzgeräte von TOELLNER



## Baureihe TOE 8952

- Bis 2 x 0-80 V / 2 x 0-10 A / 400 W
- Autorange-Kennlinie
- Präzise Einstellungen durch Dreh-Impulsgeber
- Ausgänge front- und rückseitig
- Interlock- / Inhibit-Funktion
- Arbiträr-Funktion mit PC Software
- LabView Treiber
- GPIB / USB / RS232 / Analog
- Output ON / OFF

## MADE IN GERMANY

**Leistung in höchster Vollendung**  
Sämtliche Geräte verfügen über Eigenschaften, die sie jeweils aus der Masse hervorheben.

Dabei begeistern ausgefallene Besonderheiten den Techniker.

Raffinesse im Detail, Endbearbeitung und Zusammenbau in perfekter Handarbeit. Unvergleichliche Präzision von Mechanik und Elektronik.

Für jeden Anspruch die richtige Versorgung: Ab 395,- €.

Referenzen: Airbus, Audi, BMW, Bosch, Conti, Daimler, Hella, Miele, Nokia, Osram, Porsche, Siemens, VW ...

**TOELLNER**<sup>®</sup>

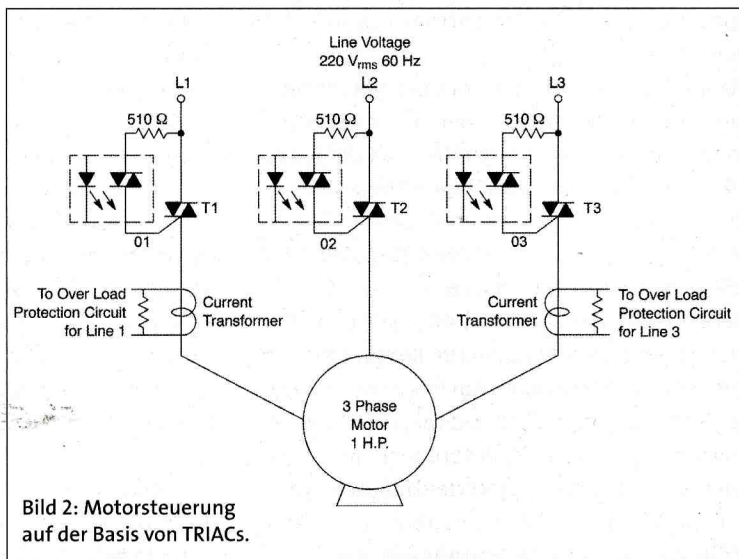
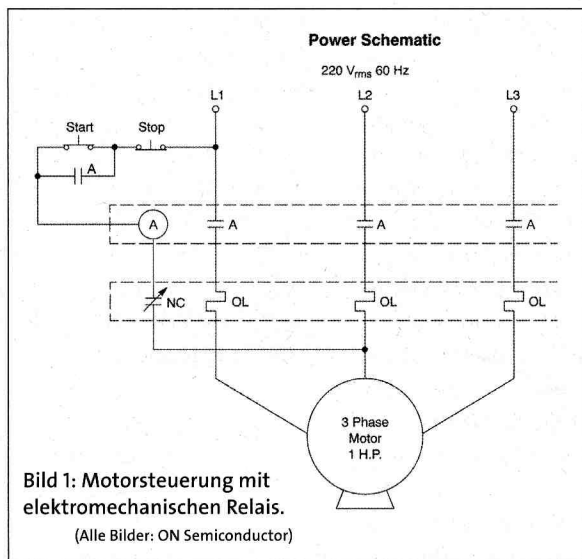
TOELLNER Electronic Instrumente GmbH

[WWW.TOELLNER.DE](http://WWW.TOELLNER.DE)  
Telefon: 023 30 – 97 91 91

Für Haushaltgeräte

# TRIACs in Dreiphasen-Motorsteuerungen

Dreiphasen-Motoren in Geräten der Weißen Ware werden hauptsächlich über Magnetanlasser mit einem elektromechanischen Relais gesteuert, was aber Nachteile mit sich bringt. Im folgenden Beitrag beschreibt *elektronik industrie* wie TRIACs diese Schaltfunktion bereitstellen können. Damit lassen sich störungs- und geräuschärmere Systeme, höhere Schaltgeschwindigkeiten und eine längere Betriebslebensdauer erzielen.



Steigende Stromrechnungen und gesetzliche Vorschriften, mit denen die Energieeffizienz in elektrischen Geräten erhöht werden soll, veranlassen die Verbraucher dazu, alte Haushaltsgeräte durch neue, energieeffizientere Geräte zu ersetzen. Die Europäische Kommission setzte sich zum Ziel, den Energieverbrauch in Haushalten bis zum Jahr 2020 um 27% zu senken. Produkte, die über Dreiphasen- anstelle herkömmlicher Einphasen-Motoren angetrieben werden, gewinnen daher immer mehr an Interesse.

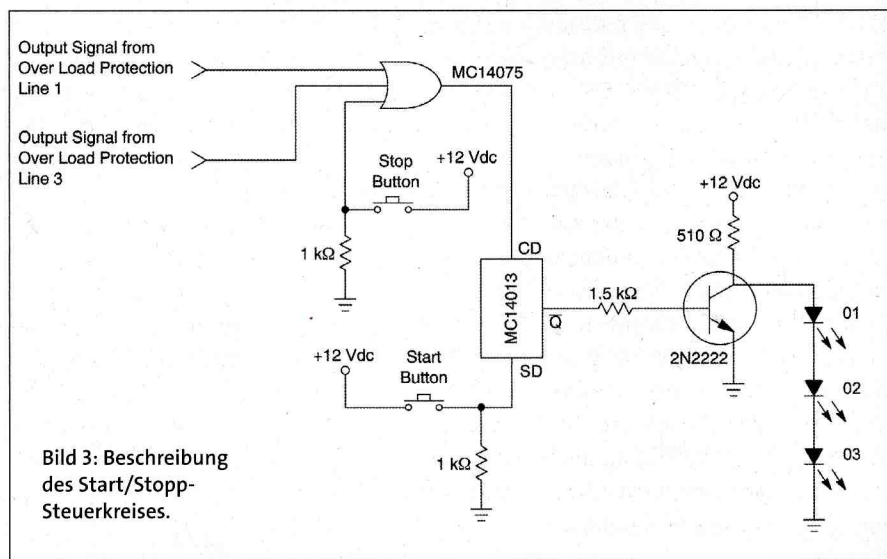
In herkömmlichen Designs mit Dreiphasen-Motoren weisen die Relais in den Magnetanlassern drei mechanische Kontakte auf, die nach dem Erzeugen des Magnetfelds die Stromzufuhr zu den Motorklemmen regeln. Vor allem bei höheren Strömen ergeben sich bei dieser Art

der Ansteuerung jedoch einige Nachteile: Große Ströme können beim Aktivieren bzw. Deaktivieren der Relais einen Funkenschlag und Lichtbögen zwischen den Kontakten hervorrufen, was sich nachteilig auf die Effizienz des Motors auswirkt. Das Motorengeräusch wird lauter und die Betriebslebensdauer verkürzt sich. Entwickler suchen daher nach Alternativen

zu diesem Ansatz. Mittels Halbleitertechnik lassen sich veraltete elektromechanische Designs ablösen. TRIACs (Triode Alternating Current Switches) bieten die Schaltfunktion, die für einen effizienteren, zuverlässigeren sowie störungs- und geräuschärmeren Betrieb erforderlich ist. Mit ihnen kann auch wesentlich schneller geschaltet werden.

**AUTOR**

Alfonso Camacho,  
ON Semiconductor



Ein Thyristor-Design widersteht höheren Spannungen und erlaubt keinen Stromfluss, solange der Thyristor nicht angesteuert wurde. Nach der Ansteuerung weist er nur eine geringe Impedanz auf, bis der Strom abgeschaltet wird oder unter einen vorher festgelegten Wert fällt (Haltestrom). Nachdem der Gate-Strom den Thyristor aktiviert hat, muss dieser nicht weiter vorhanden sein, d. h. der Baustein verbleibt im Zustand niedriger Impedanz, ohne eine Gate-Strom zuführen zu müssen.

Beim Design eines Dreiphasen-Motorantriebs mit TRIACs müssen verschiedene Aspekte beachtet werden, da sonst die Vorteile der Halbleitertechnik nicht zum Tragen kommen.

## Vergleich zwischen Magnetanlasser und Halbleiter-Motorsteuerung

Dreiphasen-Motoren bestehen aus den Statorspulen und dem Rotor. Der Rotor induziert die Spannungen der Statorfrequenz und die entstandenen Ströme entsprechen diesen Spannungen sowie der Rotorimpedanz. Da sie durch das rotierende Statorfeld induziert werden, produzieren die Rotorströme ein Rotorfeld, das die gleiche Polzahl wie der Rotor aufweist und mit der gleichen Geschwindigkeit rotiert.

**Bild 1** zeigt einen herkömmlichen Dreiphasen-Motor, der über einen Magnetanlasser gesteuert wird. Die Spule des Magnetanlassers (A) wird aktiviert, die mechanischen Schalter schließen und ein Strom fließt durch den Motor. Der Motor wird durch ein Überlastrelais (NC) vor Spannungsspitzen geschützt.

**Bild 2** beschreibt hingegen eine Motorsteuerung, die rein auf TRIACs basiert. Drei TRIACs (T1, T2, T3) ersetzen die mechanischen Kontakte in einem Design mit Magnetanlasser. Drei Optokoppler (O1, O2, O3) stellen die Signalströme für die TRIACs bereit. Um diese vor Spannungsspitzen zu schützen, wird ein RC-(Snubber-)Netzwerk über die Bausteine platziert, das aus je einem Widerstand und einem in Serie geschalteten Kondensator besteht. Beim Schutz eines Schaltkreises gegen Spannungsspitzen, ist darauf zu achten, dass Snubber-Schaltkreise richtig eingesetzt werden. Ein gutes Snubber-Design basiert auf Kompromissen. Dabei sind die Spannungsteilheit, Spitzenspannung und Einschaltbelastung gegeneinander abzuwägen, da sonst ein unzuverlässiger Schaltkreisbetrieb die Folge wäre.

Die Steuersignale für die beiden elektronischen Überlastschaltkreise kommen von den Nebenschlusswiderständen, die parallel zu den Stromwandlern geschaltet sind, die an zwei der drei Netzleitungen (L1, L3) liegen. Damit wird der Stromfluss durch den Motor erfasst. Die Spannung entlang der Nebenschlusswiderstände hängt vom Stromfluss in jeder Netzleitung ab. Sollte eine Überlastbedingung im Leistungsschaltkreis des Motors auftreten, steigt die Spannung, die Überlastschaltkreise werden aktiviert und der Motor angehalten.

**Bild 3** zeigt den grundlegenden Schaltungsaufbau, der zur Motorsteuerung erforderlich ist. Bei Betätigung der Starttaste wird das Flip-Flop (MC14013) aktiviert. Dieses steuert den Transistor (2N2222) an, der wiederum die Optokoppler-LEDs einschaltet. Diese aktivieren alle TRIACs, was den Motorlauf startet. Der Motor stoppt bei Betätigung der Stopp-taste oder wenn eine Überlastbedingung im Leistungselektronikschaltkreis auftritt.

## Schlussbemerkung

Die Möglichkeit, bei Weißer Ware die Motordrehzahl variieren zu können, führt zu höheren Energieeinsparungen. Für Hersteller bietet sich somit ein Wettbewerbsvorteil, da ihre Produkte geringere Betriebskosten verursachen und die gesetzlichen Umweltbestimmungen erfüllen (z. B. EnergyStar in den USA und der „Code of Conduct“ in Europa) – noch bevor diese in Kraft treten.

TRIACs können Magnetanlasser in Dreiphasen-Motorsteuerungen ersetzen, was fortschrittlichere Designs, eine längere Betriebslebensdauer und eine höhere Immunität gegen Spannungsspitzen (dv/dt) mit sich bringt. Anstelle elektromechanischer Relais ermöglichen TRIACs einen leiseren Betrieb und ein schnelleres Ansprechverhalten. Auch die Sicherheit wird erhöht. Da sperrige Permanentmagneten entfallen, lassen sich die Systeme kompakter und weniger aufwändig gestalten. Diese Vorteile werden den Austausch von Einphasen-Motoren zugunsten der energieeffizienteren Dreiphasen-Motoren in Haushaltsgeräten beschleunigen. (sb)