

# Ausgangsstufen gegen Fehler absichern

Mikrocomputersysteme steuern Ausgangsstufen häufig auch in sicherheitskritischen Anwendungen an, z. B. in Automobil- oder Industriesystemen. Die sichere Beherrschung von Fehlersituationen steht bei der Systemauslegung im Vordergrund. Hier können integrierte Lösungen helfen, Kosten zu senken und Systeme fehlersicherer zu machen.

Neben der oft notwendigen Pegelumsetzung zwischen Mikrocontroller und Ausgangsstufe ist es beim Auftreten von Fehlern „erster Ordnung“ unbedingt erforderlich, die kritischen Signale in einen definierten, ungefährlichen Zustand zu bringen. Dabei ist in der Regel die Betrachtung von Einzelfehlern ausreichend, wie z. B.:

- ▷ Fehlerhafter Versorgungsspannungs- oder Masse-Pegel,
- ▷ Kurzschluss von zwei Ausgängen (z. B. durch Lötbrücke),
- ▷ Masseschluss an Ein- oder Ausgängen,
- ▷ Offene Leitungen/Lötstellen am Ein- oder Ausgang,
- ▷ Störimpulse am Ein- oder Ausgang.

Der Forderung nach einer Versorgungsspannungsüberwachung kann man heute einfach durch Einsatz eines entsprechenden Überwachungs-ICs (Reset-/Watchdog-Baustein) nachkommen. Dieses liefert u. a. ein Reset-Signal beim Ein- und Ausschalten der Versorgungsspannung, z. B. für den Mikrocontroller.

Die Erkennung eines falschen Massepegels, z. B. durch eine kalte Lötstelle oder Bonddrahtbruch im Treiber, erfolgt üblicherweise durch Strommessung. Der Aufwand für eine solche diskrete Über-

wachungsschaltung ist erheblich. Für den Fall eines Kurzschlusses der Ausgangsleitungen müssen die Treiberstufen so ausgelegt sein, dass die Ausgänge sicher abschalten. Befindet sich z. B. bei einem Kurzschluss zweier Ausgänge ein Ausgangstreiber auf High-Pegel und der andere auf Low-Pegel, so muss der aktive Low-Side-Ausgangstransistor des einen Ausganges in der Lage sein, den aktiven High-Side-Transistor des anderen Ausganges zu überstimmen und auf Low-Pegel zu ziehen. Bei der Dimensionierung der Treiber-Schaltung ist dies zu berücksichtigen.

Ausgänge müssen durch Z- oder Klemmdioden gegen Störimpulse, die in die angeschlossenen Leitungen ein-koppeln, geschützt werden. Zur Unterdrückung von Fehlschaltungen durch Störimpulse am Eingang eines Treibers sind u. a. Schmitt-Trigger-Schaltungen geeignet.

Offene Anschlüsse entstehen z. B. durch gelöste Kabel, kalte Lötstellen oder bei Drahtbruch. Bei einer offenen Eingangs-Leitung müssen die Treiber sicher abgeschaltet werden. Dies wird durch Pull-down-Widerstände oder Stromquellen am Eingang erreicht. Zu den bereits genannten Forderungen kommt meist noch die Pegelanpassung

zwischen 3,3-V-Mikrocontroller und Ausgangstreibern hinzu.

Die Umsetzung all dieser Anforderungen nur mit diskreten Komponenten ist kostspielig und platzintensiv. Hier können integrierte Lösungen helfen, Kosten zu senken und Systeme fehlersicherer zu machen. **Bild 1** zeigt die prinzipielle Verschaltung einer fehlersicheren Treiberstufe zusammen mit einem 5-V-Logikpegel-n-FET und einem Mikrocontroller. Der achtkanalige Fail-Safe-n-FET-Treiber iC-MFN hat bereits alle benötigten Funktionen integriert. So sind die Eingänge mit Schmitt-Trigger-Schaltungen versehen und können zur Pegelanpassung TTL- und CMOS-Logikpegel von 1,5 bis 5 V verarbeiten. Die Ausgänge schalten strombegrenzt ein („Soft-Start“) und haben eine Spannungsbegrenzung, die ab 6,5 V Ausgangsspannung den Strom über einen internen Widerstand von typisch 150  $\Omega$  gegen Masse ableitet.

Eine weitere Zusatzfunktion des iC-MFN ist der integrierte Versorgungsspannungs- und GND-Monitor. Sinkt die Versorgungsspannung unter 3,5 V, so werden alle Ausgangsstufen definiert auf Low-Pegel geschaltet. Fällt die Versorgungsspannung dagegen ganz aus, so werden die Ausgänge über integrierte Pull-down-Widerstände passiv auf GNDR-Potenzial gezogen.

Die korrekte Erkennung eines Masse-Fehlers erfordert einen zweiten Masse-Anschluss (GNDR). Erkennt die Masse-Überwachung eine GND-Unterbrechung, so werden alle Endstufen abgeschaltet und der Ausgangspegel durch die integrierten Pull-down-Widerstände auf GNDR-Potenzial gezogen. Bei einer GNDR-Unterbrechung dagegen, werden die High-Side-Transistoren abgeschaltet und die Low-Side-Transistoren auf GND-Potenzial geschaltet.

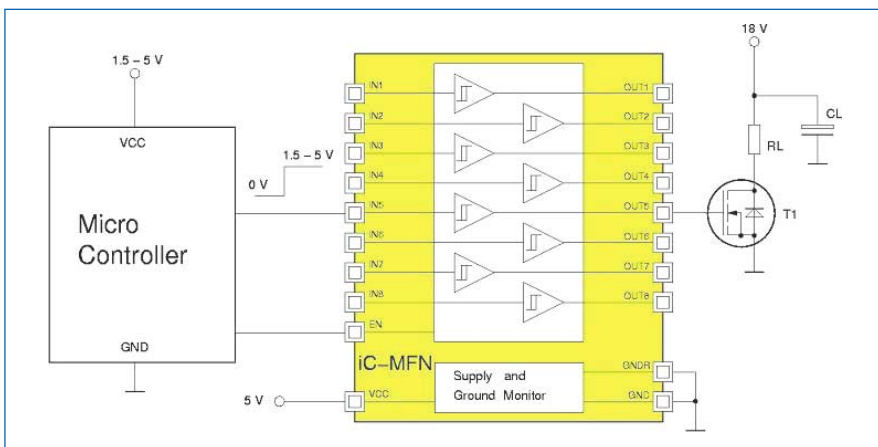


Bild 1: Ansteuerung von 5-V-FETs per Mikrocontroller.



**all-electronics.de**  
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf [all-electronics.de](https://www.all-electronics.de)!

**Hier klicken & informieren!**

