

MOSFET-Test

mit dem Digital-Multimeter

von Carlo Cianferotti

carloc@infol.it

Leistungs-MOSFET lassen sich durchaus mit einem normalen DMM überprüfen, wenn man mysteriös anmutende Werte und angezeigte Kurzschlüsse richtig zu interpretieren weiß.

Bipolare Kleinsignal- und Leistungstransistoren lassen sich mit einem gewöhnlichen Ohmmeter testen, wenn die Anschlussbelegung bekannt ist. Die Vorgehensweise wurde in Elektor schon mehrfach beschrieben. Der Test findet zwar die meisten defekten bipolaren Transistoren, funktioniert aber leider nicht bei MOSFETs. Dazu ist ein anderes Konzept erforderlich.

Ladung und Spannung

Man kann davon ausgehen, dass MOSFETs ladungsgesteuerte Bauteile sind, da das Gate, die Steuer-Elektrode, sich wie ein nahezu idealer Kondensator mit extrem niedrigem Leckstrom verhält. Die Ladung erzeugt natürlich eine Spannung, die wiederum den Grad bestimmt, in dem der Transistor leitet. Kein Wunder, dass MOSFETs meist mit dem Prädikat „spannungsgesteuert“ versehen werden. Unabhängig nun, ob spannungs- oder ladungsgesteuert, wenn ein MOSFET seinen angestammten Platz in der Schaltung verlässt, speichert das Gate jegliche Ladung. Ist die Ladung positiv, so wird der MOSFET auch „off circuit“ eingeschaltet, ist sie negativ, so sperrt der Transistor (wenn wir es mit den zumeist eingesetzten N-Kanal-MOSFETs zu tun haben, bei P-Kanal-Typen verhält es sich genau umgekehrt). Für einen N-Kanal-Typ bedeutet „negativ“, dass sich die Spannung unter dem Schwellwert befindet, bei dem der Transistor eingeschaltet wird.

Wenn man einen MOSFET zum Test aus der Schaltung oder der Schutzverpackung nimmt, verursachen Finger, Lötkolben und so weiter eine zufällige Ladung im äquivalenten Gate/Source-Kondensator. Als erste Maßnahme muss diese Ladung auf einen defi-

nierten Wert gebracht werden, denn nur so lässt sich der Drain/Source-Pfad (Junction) auf ein korrektes Ein- und Ausschalt-Verhalten überprüfen.

Vorbereitung zum Test

Zuallererst schalten wir das DMM in den Dioden-check-Modus. In dieser Betriebsart versorgt das Messgerät die zu überprüfende Drain/Source-Strecke mit einer Spannung von einigen Volt (open circuit) und begrenzt den Strom auf ein paar Milliampere. Ideal für die erste Messung! Im Widerstands-Messbereich klappt das übrigens nicht, weil die Messspannung viel niedriger (bei ungefähr 0,2 V) ist und deshalb einen MOSFET nicht einschalten kann.

Nun wird der MOSFET auf den Labortisch gelegt, wobei es unerheblich ist, ob die Untelage leitet oder nicht. Hauptsache, keiner der Anschlüsse berührt irgend etwas. Auch die Messspitzen dürfen nicht mit den Fingern berührt werden, damit keine Ladung abfließen kann. Bei Leistungs-MOSFET darf man den Drain-Anschluss am Kühlblech beruhigt anfassen und das Bauteil so auf den Labortisch legen. Sicherheitshalber sollte man vorher für einen Potentialausgleich sorgen, indem man mit der freien Hand die Tischplatte berührt.

Der Test

Der MOSFETs wird in vier Schritten getestet.

1. Für den ersten Test wird der MOSFET ausgeschaltet und die Gate/Source-Strecke überprüft.

MOSFET	Gate	Source	Anzeige
DMM	-	+	offen

Jede andere Anzeige als „offen“ (oder das unendlich-Zeichen oder Striche oder was das DMM für eine offene Verbindung anzeigt) bedeutet, dass die Gate/Source-Strecke kurzgeschlossen ist. Der Transistor kann ohne weitere Tests entsorgt werden.

2. Die Ladung für einen ausgeschalteten MOSFET ist jetzt im Gate vorhanden, so dass wir einfach die Drain/Source-Strecke durchmessen können.

MOSFET	Drain	Source	Anzeige
DMM	+	-	offen

Die meisten MOSFETs verfügen über eine integrierte inverse Schutzdiode zwischen Drain und Source, die auch überprüft werden kann, indem man die Polarität der Testspannung umkehrt.

MOSFET	Drain	Source	Anzeige
DMM	-	+	offen, Dioden-Schwellspannung

Alles andere deutet auf einen

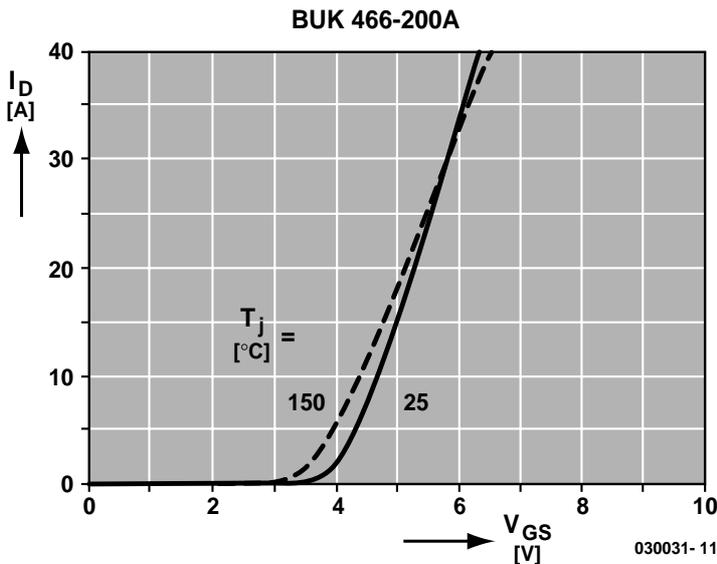


Bild 1. Typische Transfer-Charakteristik eines normalen Leistungs-MOSFET. Die Kurve zeigt den Drainstrom als Funktion der Gatespannung bei einer $V_{DS} = 25\text{ V}$.

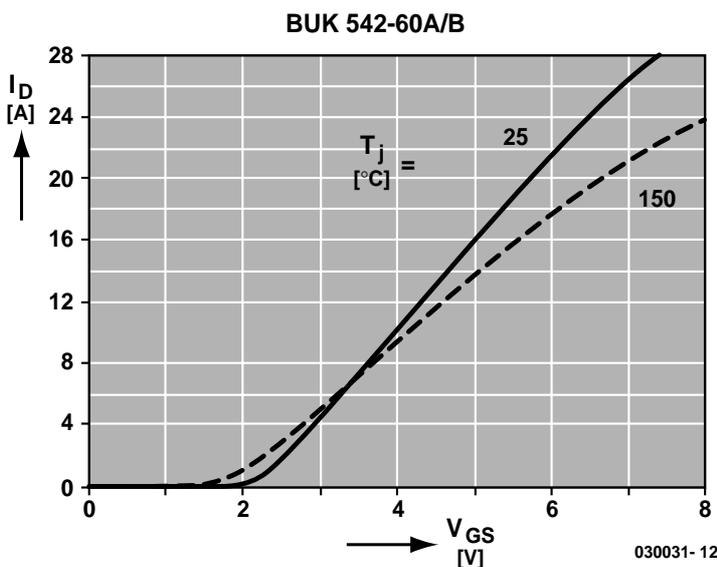


Bild 2. Transfercharakteristik eines Logik-MOSFETs.

defekten MOSFET hin: Ab in die Mülltonne!

3. Nun wird der MOSFET eingeschaltet.

MOSFET	Gate	Source	Anzeige
DMM	+	-	offen

Mit der Messung wird sichergestellt, dass das Gate weder gegen Source noch gegen Drain kurzgeschlossen

ist. Eine falsche Anzeige ist sehr selten. Taucht im Display etwas anderes als das Erwartete auf, so gehört der Transistor auf den Müll.

4. Die Ladung zum Einschalten des Transistors ist jetzt im Gate vorhanden. Eine Messung zwischen Drain und Source sollte in beiden Richtungen leiten. Der Widerstand beträgt nur wenige Milliohm.

MOSFET	Drain	Source	Anzeige
DMM	+	-	Kurzschluss
DMM	-	+	Kurzschluss

Sperrt der Transistor in die eine und/oder die andere Richtung, so dürfte er beschädigt sein.

Nur wenn der MOSFET alle hier beschriebenen Tests erfolgreich absolviert hat, dürfte er zufriedenstellend auch in einer Schaltung arbeiten.

Spannungen und Ströme, die ein DMM liefert, sind eigentlich viel zu gering, um einen Leistungs-MOSFET richtig durchzuchecken. Für einen Go/NoGo-Test ist es aber allemal genug. Wenn Sie einen Blick auf die Kurve $I_D = f(V_{GS})$ in Bild 1 werfen, können Sie sehen, dass ein MOSFET (hier der BUK466-200A von Philips) ab einer Gate-Spannung von 3,5...4 V leitet, während bei 5 V (TTL-Level) der Transistor etwa 15 A durch die Drain/Source-Strecke erlaubt.

Es gibt auch MOSFETs mit der Bezeichnung *Logic FET's*, die schon etwas früher bei ungefähr 2 V leiten (Bild 2). Dadurch ist der Transistor ideal für den direkten Anschluss an einen TTL-Ausgang zum Beispiel eines Mikrocontrollers, der so leicht eine sehr schwere Last wie ein Leistungsrelais oder einen Motor steuern kann. Die Grafik ist hier nur als Beispiel gedacht und trifft bestimmt nicht auf jeden x-beliebigen Logik-FET zu. Um P-Kanal-MOSFETs zu überprüfen, muss der Test mit umgekehrter Polarität durchgeführt werden.

Drehspeulinstrument

Im Prinzip ist es auch möglich, ein analoges Ohmmeter mit Drehspeulinstrument zu verwenden, allerdings sucht man dort in der Regel einen Diodenmessbereich vergeblich. Statt dessen schaltet man das Messgerät in den $1x\Omega$ - oder den $10x\Omega$ -Bereich, bei denen eine Messspannung von 2...3 V und ein Strom von 5...20 mA zu erwarten ist. Bevor man sich aber damit an einen MOSFET wagt, sollte man die Messspannung und den (Kurzschluss-) Strom mit einem zweiten Messgerät überprüfen.

Wie auch immer: Die Tests lassen sich nur korrekt durchführen, wenn das Anschlussschema der MOSFETs bekannt ist. Schauen Sie also ins Datenblatt, wenn Sie die korrekte Pinbelegung nicht zweifelsfrei kennen.

(030031)rg