

N-Kanal-FETs erfüllen P-Kanal-Funktionen

Die heute auf dem Markt erhältlichen P-Kanal-MOSFETs eignen sich zwar ausgezeichnet als Schaltelemente für viele Anwendungsbereiche, doch weisen sie gegenüber den N-Kanal-Transistoren zwei entscheidende Nachteile auf: Der Einschaltwiderstand eines P-Kanal-Transistors ist dreimal größer als der eines N-Kanal-Typs gleicher Größe und Struktur.

Darüber hinaus ist er aufgrund einer wesentlich geringeren Nachfrage teurer als ein entsprechender N-Kanal-Transistor.

Es gibt natürlich Anwendungen, bei denen diese beiden Faktoren keine Rolle spielen, weil ein P-Kanal-Transistor die beste Lösung darstellt. Dort, wo jedoch niedriger Preis und Einschaltwiderstand entscheidend sind, ist der Einsatz eines N-Kanal-Transistors für P-Kanal-Funktionen oft vorteilhafter.

Niederspannungsanwendungen (Kfz)

Bild 1 ist ein typisches Blockdiagramm eines Niederspannungskreises (12 V) in Automobilen oder anderen Niederspannungsanwendungen mit einem H-Potential-Schaltelement, d. h. der Schalter ist zwischen Verbraucher und positivem Pol eingebaut.

In Kraftfahrzeugen, bei denen das Fahrgestell als Masse oder Spannungsrückführung benutzt wird, ist diese Schalterlage vorzugsweise anzutreffen. Der N-Kanal-Schalttransistor in **Bild 1** ist ein BUZ 71A. Der Drainanschluß liegt an der 12-V-Stromversorgung und der Sourceanschluß am Verbraucher. Beim Einschalten des Transistors steigt die Sourcespannung auf etwa 12 V, damit liegt die Versorgungsspannung am Verbraucher.

Um die Durchschaltung des MOSFET aufrechtzuerhalten, muß die Gatespannung mindestens 9 bis 10 V über der Sourcespannung liegen. Es wird daher eine Gatespannung von 22 V, bezogen

auf das Massepotential, benötigt, um den MOSFET zu betreiben.

In **Bild 1** wird eine Gatesteuerspannung von 22 V mit der Zeitgeberschaltung TDB 0555 erzielt, die als Spannungsaddierer arbeitet. 12 V aus der Versorgung der Zeitgeberschaltung ergeben mit den 12 V der Verbraucherspannung und den Gleichrichtungsverlusten in der Diode eine Gesamtspannung von etwa 22 V. Dieser Vorgang soll im folgenden beschrieben werden.

Der Baustein TDB 0555, als ein freischwingender Oszillator, lädt einen 0,1-µF-Kondensator mit einer auf Masse bezogenen 12-V-Rechteckspannung.

Dieser Impuls fließt durch den Kondensator und wird mit der oberen Diode 1N4001 auf den +12-V-Ausgang bezogen.

Die Kondensatorspannung liegt daher auf der Timerseite zwischen 0 und 12 V

und zur Diode hin zwischen 12 und 24 V. Diese »zusätzliche« Spannung wird auf das MOSFET-Gate über die untere Diode 1N4001 und den 10-kΩ-Widerstand übertragen.

Die Gate-Source-Kapazität des BUZ 71A wirkt als Stützkondensator; die am Gate liegende Spannung ist eine Gleichspannung von etwa 22 V.

Sie reicht aus, um den Transistor in der beschriebenen Schaltanwendung optimal zu betreiben.

Die bipolaren Kleinsignaltransistoren dienen zur Steuerung der MOSFET-Schaltvorgänge, die Z-Dioden zum Schutz von Drain und Source gegen Spannungsspitzen. Trotz der zusätzlichen Spannungsaddierschaltung und des N-Kanal-Transistors liegt der Bauteileaufwand noch unter dem eines P-Kanal-Transistors mit gleicher Leistung.

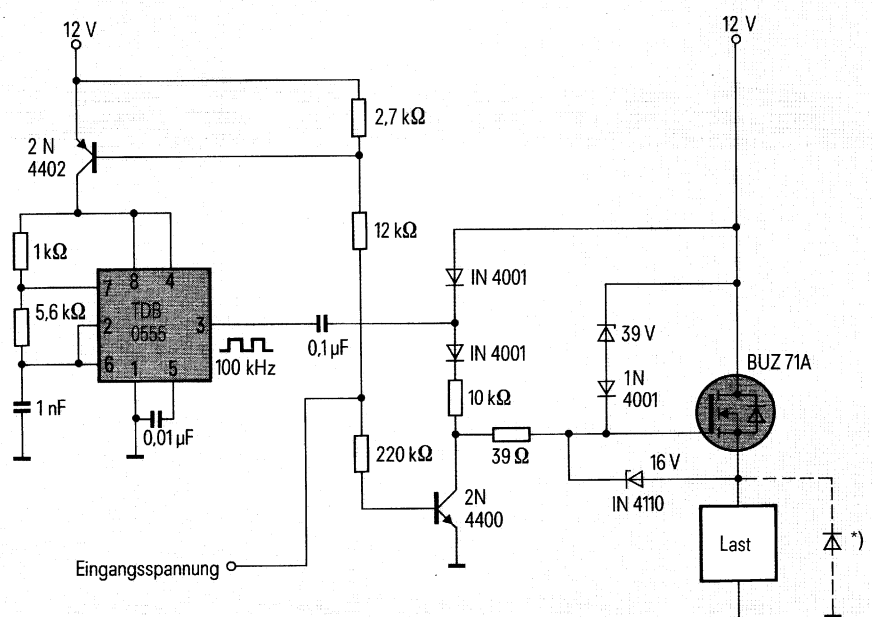


Bild 1 Spannungsadditionsschaltung für eine Gatesteuerspannung von 22 V, bezogen auf Massepotential, mit einem N-Kanal-MOSFET als Schalter in einer Niederspannungsanwendung (12 V)

Das Schalten von Spannungen bis zu 200 V

Halbbrückenschaltungen werden häufig zur Motorsteuerung und in Schaltnetzteilen verwendet.

Bild 2 zeigt eine Halbbrückenschaltung mit N-Kanal-SIPMOS-Transistoren, sowohl für H-Potential als auch für masseseitiges Schalten. Wie in Bild 1 gezeigt, benötigt der N-Kanal-Schaltransistor eine Gatesteuerspannung, die um etwa 10 V höher ist als die Drain-Versorgungsspannung. In diesem Beispiel liegt die Drainspannung jedoch bei 200 V. Daher muß die Gatesteuerspannung 210 V betragen, um den N-Kanal in durchgeschalteten Zustand zu halten.

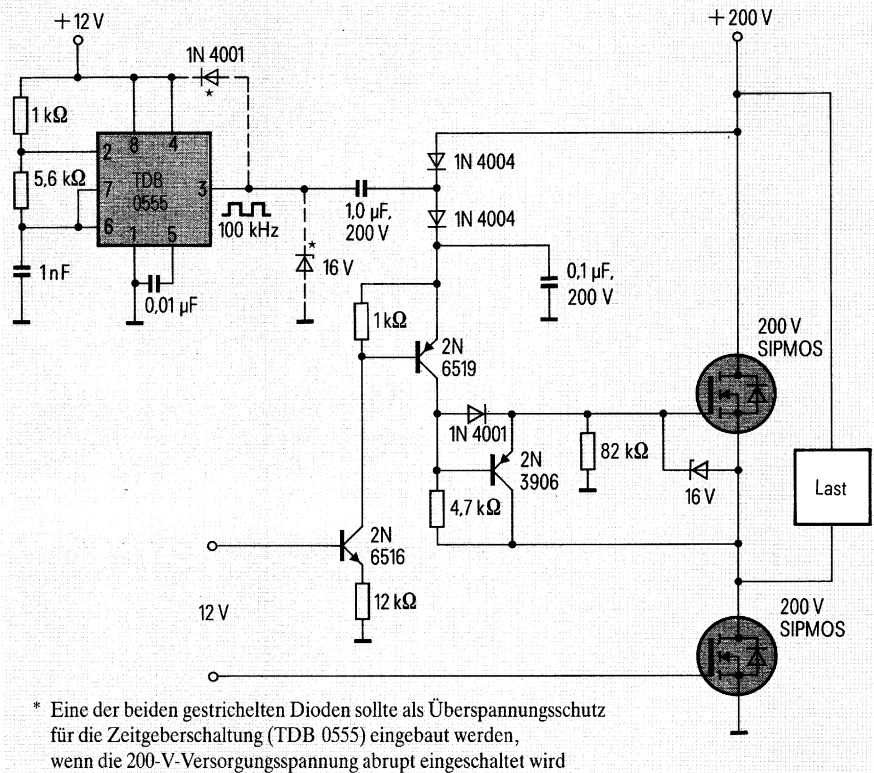
Es kann hier der gleiche freischwingende Oszillator TDB 0555, wie in Bild 1, zur Spannungsaddition benutzt werden.

Die 12 V des Oszillators addieren sich zu den 200 V der Drain-Versorgungsspannung, so daß nach den Gleichrichtungsverlusten in der Diode rund 210 V erzielt werden, die ausreichen, um den MOSFET an H-Potential zu betreiben. In dieser Schaltung wird ein separater 0,1-µF-Stützkondensator verwendet, um die zusammengesetzte 210-V-Gleichspannung auf einem für die Gatesteuerung erforderlichen Pegel zu halten.

Dieser Kondensator ermöglicht es auch, mehrere N-Kanal-Schalter anzusteuern, wie es in Vollbrückenschaltungen der Fall ist. Eine der beiden zusätzlichen Dioden (1N4001 oder 16-V-Z-Diode) stellt sicher, daß die Spannung des Zeitgebers 18 V nicht übersteigt.

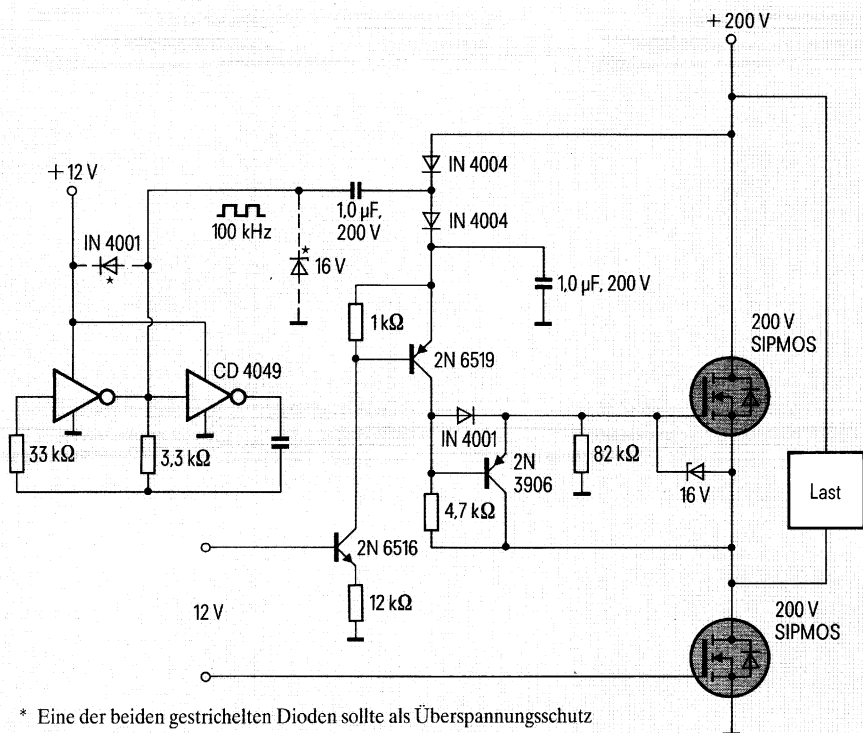
Die Halbbrückenschaltung in **Bild 3** entspricht der von Bild 2, wobei lediglich der freilaufende Oszillator TDB 0555 durch einen ebenfalls freilaufenden Oszillator aus zwei eingebauten, invertierenden CMOS-Gattern ersetzt wird. Diese Schaltung zeigt, wie Gatter, die eventuell nicht benötigt werden, zur Spannungsaddition eingesetzt werden können. Auch hier dient eine der beiden zusätzlichen Dioden zum Schutz der CMOS-Bausteine gegen Spannungsspitzen von mehr als 18 V.

Bild 4 zeigt einen Steuer- und Regelkreis für einen bürstenlosen 24-V-Drehstrommotor. Der Steuerchip LS7261 wird von der Fa. LSI Computer Systems Inc., Melville, USA, hergestellt. Er steuert Geschwindigkeit, Richtung, Bremsen, und dient zu Strombegrenzung.



* Eine der beiden gestrichelten Dioden sollte als Überspannungsschutz für die Zeitgeberschaltung (TDB 0555) eingebaut werden, wenn die 200-V-Versorgungsspannung abrupt eingeschaltet wird

Bild 2 200-V-Halbbrückenschaltung mit zwei N-Kanal-MOSFETs als Schalter, Spannungsadditionsschaltung, wie in Bild 1 dargestellt



* Eine der beiden gestrichelten Dioden sollte als Überspannungsschutz für den CD4049 eingebaut werden, wenn die 200-V-Versorgungsspannung abrupt eingeschaltet wird

Bild 3 Halbbrückenschaltung, wie bei Bild 2. Die freilaufende Zeitgeberschaltung (TDB 0555) wurde durch zwei invertierende CMOS-Gatter in freischwingender Anordnung ersetzt, als Beispiel, wie nicht benötigte Gatter genutzt werden können

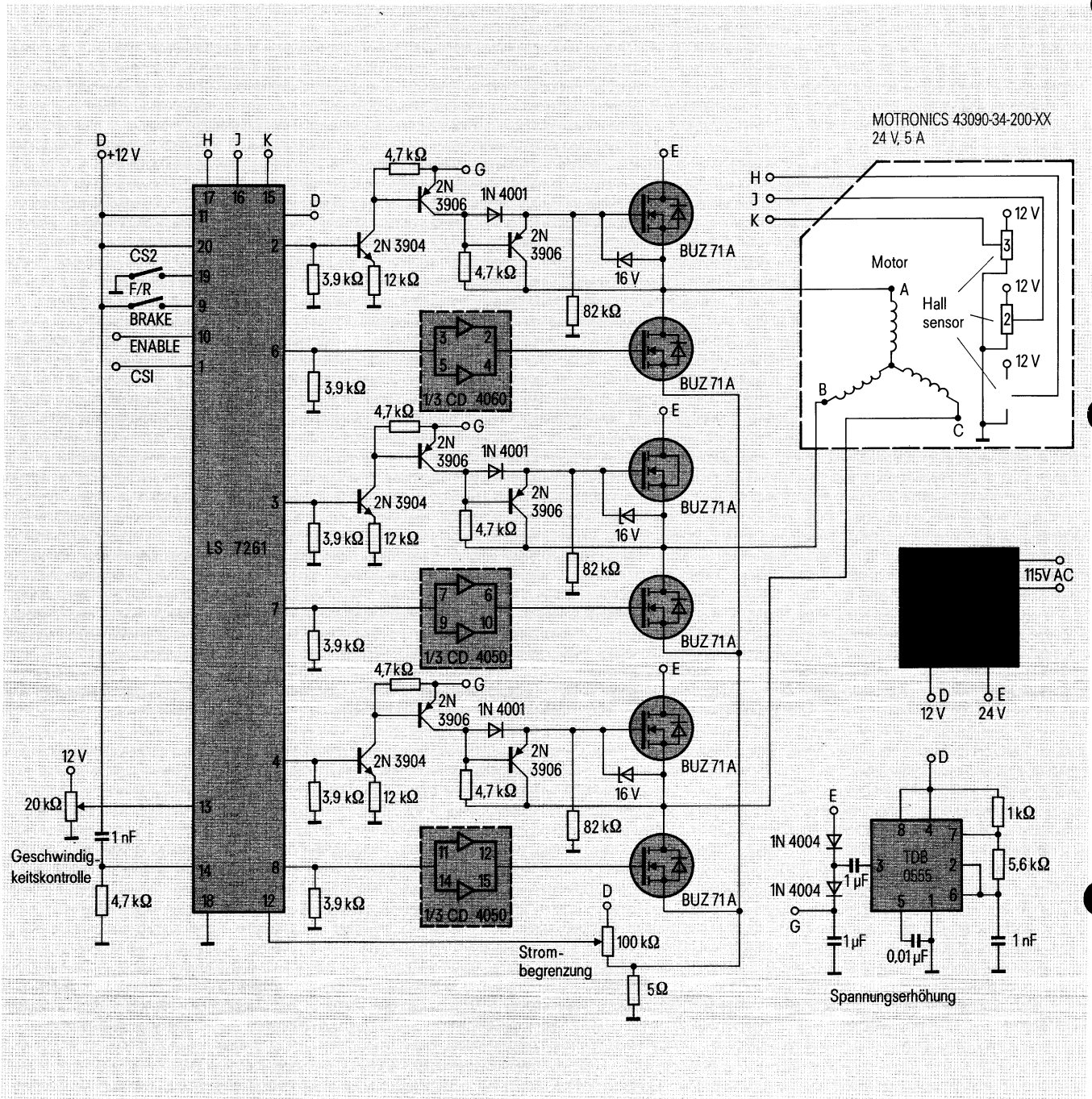


Bild 4 Halbbrückenschaltung, wie in Bild 2 dargestellt, für einen bürstenlosen Drehstrommotorantrieb

Diese Schaltung verdeutlicht die Anwendung der Spannungsaddition zur Erzeugung der zusätzlichen Gatesteuerspannung von 10 V für N-Kanal-SIPMOSFETs. Die Gatesteuerkreise entsprechen denen in Bild 2, sind jedoch für 24 V ausgelegt. Ein 1,0- μ F-Stützkondensator ist gleichfalls wieder vorgesehen, so daß die erhöhte Steuerspannung für drei separate Halbbrückenschaltungen eingesetzt werden kann.

Zusammenfassung

N-Kanal-MOSFETs haben im Gegensatz zu P-Kanal-Transistoren einen niedrigeren Einschaltwiderstand und sind kostengünstiger.

Diese Vorteile können durch den Einsatz von N-Kanal-Typen für P-Kanal-Funktionen genutzt werden. Man erreicht dies durch Erzeugung einer Gatesteuerspannung, die mindestens 9 bis 10 V über der Drain-Versorgungsspan-

nung liegt. Die Gatesteuerspannung kann über einen freilaufenden Oszillator in einer Spannungsadditionsanordnung bereitgestellt werden. Da die o. g. Funktion durch eine einfache Schaltung mit kostengünstigen Bauteilen realisiert werden kann, ist sie besonders dort von Nutzen, wo die Kosten eine große Rolle spielen.

Brad Hall