

Da in vielen elektrischen und elektronischen Geräten Bauteile und Baugruppen eingesetzt sind, welche mit unterschiedlichen Spannungen betrieben werden wollen, braucht es neben den Hochsetzstellern auch die Tiefsetzsteller, welche die Spannung verkleinern, ohne den Spannungsüberschuss einfach in einem Widerstand in Wärme umzusetzen. Das bedeutet, dass sie mit einem guten Wirkungsgrad betrieben werden können.

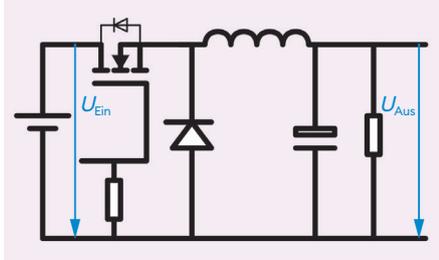


Bild 1: Auch Tiefsetzschaltungen arbeiten grundsätzlich mit drei Bauteilen: Schalter, Spule und Diode.

Auch die Tiefsetzsteller benötigen zur Funktion nur einen Schalter (Transistor), eine Drosselspule (Induktivität) und eine Diode. Die Bauteile sind aber anders angeordnet als beim Hochsetzsteller. Die Batterie (Stromquelle) und die Drossel (Energiespeicher) sind in beiden Schaltungen in Serie geschaltet. Der Transistor (Schalter) ist beim Hochsetzsteller parallel, beim Tiefsetzsteller dagegen in Serie zu den beiden Bauteilen eingebaut. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Stromkreise bei ein- und ausgeschaltetem Transistor (Bild 2 - unten und im Beitrag: Leistungselektronik, Spannungsumrichter 3).

Anstelle der Diode könnte auch ein zweiter Transistor eingebaut werden. Die Diode weist den Vorteil auf, dass sie nicht aktiv angesteuert werden muss. Damit die Spannung auf der Ausgangsseite nur kleine Schwankungen aufweist, bleibt der parallel zum Lastwiderstand geschaltete Kondensator bestehen. Die Schaltfrequenz für den Transistor bleibt auch bei dieser Schaltung hoch und ist abhängig von der Induktivität der Drosselspule.

Stromkreis

Ist der Transistor durchgeschaltet (orange in Bild 2), fließt der Strom von der Batterie durch den Transistor und die

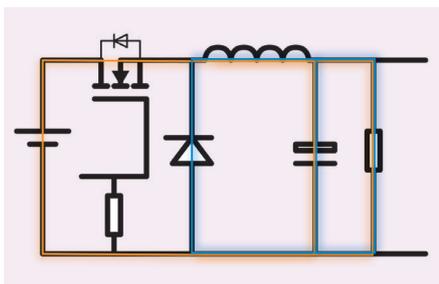


Bild 2: Der orange gezeichnete Stromkreis wirkt bei leitendem, der blau gezeichnete bei sperrendem Transistor.

Drossel zum Lastwiderstand. Durch die Selbstinduktionsspannung, welche im Einschaltmoment in der Spule induziert wird und der angelegten Spannung entgegenwirkt, steigt die wirksame Spannung beim Einschalten des Stromkreises nur langsam an. Der Strom wird durch die momentan wirksame Spannung und den Widerstand beeinflusst; er steigt demzufolge auch nur langsam an. Bleibt der Transistor eingeschaltet, wird die Ausgangsspannung fast gleich hoch wie die Eingangsspannung.

Wird der Transistor aber bereits in der Anstiegsphase der Spannung ausgeschaltet, kann die Ausgangsspannung den Betrag der Eingangsspannung nicht erreichen. Die in der Drossel gespeicherte magnetische Energie wird beim Unterbrechen des Stromkreises in elektrische Energie zurückverwandelt und fließt durch den Lastwiderstand und die Sperrdiode (blauer Stromkreis in Bild 2). Bevor die gespeicherte Energie vollständig zurückverwandelt ist, wird der Transistor wieder eingeschaltet und leitend. Im Gegensatz zur Hochsetzschaltung fließt der Strom in beiden Schaltungslagen des Transistors durch den Lastwiderstand.

Ausgangsspannung

Ohne Kondensator würde die Ausgangsspannung analog den Spannungen an der Spule schwanken. Solange jedoch die ausgegebene Spannung höher ist als jene des Kondensators, nimmt dieser Energie auf. Andererseits gibt er Energie ab. Er bildet den Mittelwert der Spannungsschwankung.

Über das Tastverhältnis kann die Höhe der Ausgangsspannung eingestellt werden. Je länger die Einschaltzeit des Transistors dauert, desto höher wird die Spannung, je kleiner das Tastverhältnis, desto tiefer ist die Spannung.

Wird das Tastverhältnis manuell über ein Potenziometer gesteuert, wird sich die Ausgangsspannung lastabhängig verändern. Stellt ein Festwiderstand die Last dar (Bild 1, 2, 4) und bleibt auch die Eingangsspannung konstant, kann die

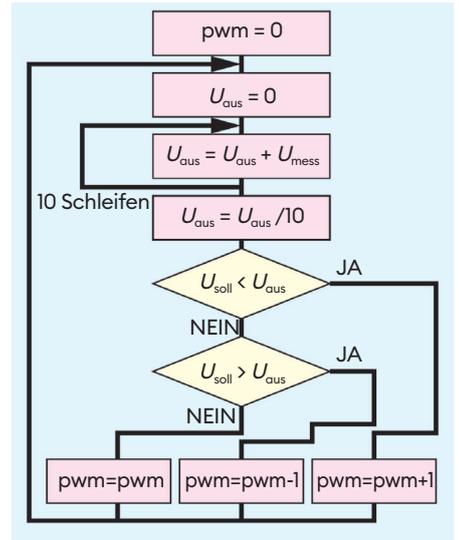


Bild 3: Das Flussdiagramm zeigt den Regelkreis schematisch.

Ausgangsspannung durch das Potenziometer genau eingestellt und gesteuert werden. In der E-Mobilität können sich aber Last und Eingangsspannung verändern, deshalb muss die Ausgangsspannung geregelt werden.

Spannungsregelung

Im Regelkreis wird mit einem Potenziometer die Sollspannung vorgegeben. Der Mikroprozessor wandelt die Spannung zwischen 0 und 5 V in 1024 (= 2¹⁰) Teile. Der Spannungsteiler (Signalglied in Bild 4) misst die Ausgangsspannung. Der Spannungsteiler ist nötig, da am Messeingang des Mikroprozessors die Spannung unter keinen Umständen grösser als 5 V sein darf. Da der Mikroprozessor digital arbeitet, werden einige Messungen durchgeführt, daraus der Mittelwert gebildet und dann mit dem Sollwert verglichen. Ist der Signalwert (=Ausgangswert) grösser als der Sollwert, so ist die Ausgangsspannung zu hoch und muss verkleinert werden. In einem bestimmten Algorithmus wird die Einschaltphase des pulswertenmodulierten Signals verkürzt und dann wird wieder z.B. 10-mal gemessen, erneut verglichen und wieder korrigiert.

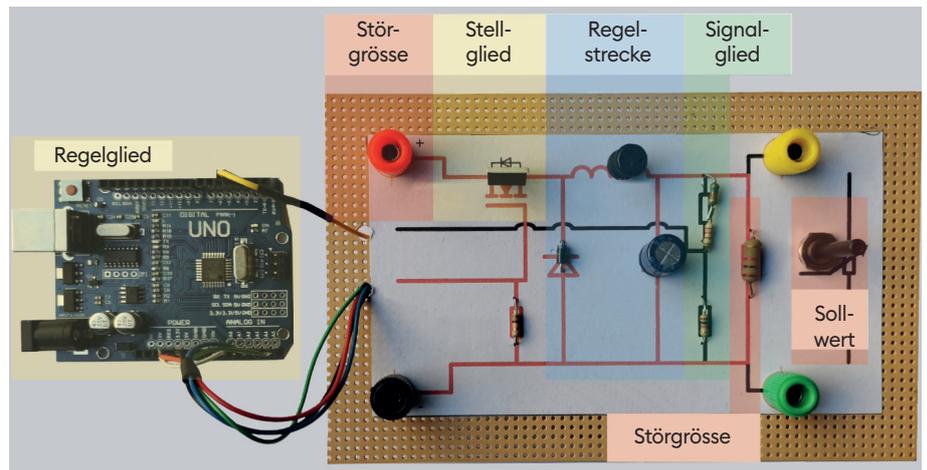


Bild 4: Die Schaltung mit den regeltechnischen Bezeichnungen. Über die Kabel rot, schwarz und blau ist das Potenziometer, über grün der Spannungsteiler und gelb der Transistor mit dem µP verbunden.