

Spannungsumrichter verändern die Spannungslage zwischen Ein- und Ausgang. Früher lernten wir, dass Gleichstrom zwar speicherbar, dafür nicht transformierbar und der Wechselstrom transformierbar dafür nicht speicherbar wäre. Heute sieht das etwas anders aus, wie auch schon die beiden Beiträge Spannungsumrichter 1 und 2 zeigten. Immerhin war bei diesen Umrichtern noch ein aus dem Wechselstrom bekannter Transformator mit im Spiel.

Kleine elektronische Hochsetzsteller (Bild 3) werden heute in sehr vielen elektrischen und elektronischen Geräten eingesetzt, weil die Leistungsteile der Geräte häufig eine andere Spannung benötigen als die steuernden oder regelnden Mikroprozessoren. In Elektro- und Hybridfahrzeugen brauchen die Traktionsmotoren häufig andere Spannungen, als die Batterie sie liefert.

Die Hoch- und Tiefsetzsteller weisen keine galvanische Trennung auf. Sie benötigen zur Funktion lediglich einen Schalter (Transistor), eine Drosselspule (Induktivität) und eine Diode. Damit die Spannung auf der Ausgangsseite nur kleine Schwankungen aufweist, ist in der Regel ein Kondensator verbaut. Der Widerstand rechts stellt die Last dar (Bild 2). Zur Ansteuerung des Transistors ist ein schnell schaltendes Rechtecksignal nötig.

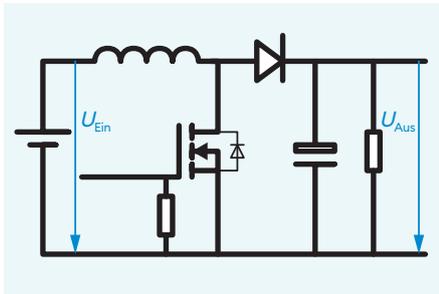


Bild 1: Die Hochsetzschaltung funktioniert mit nur drei Bauteilen. Über den Kondensator und den Lastwiderstand wird der Stromkreis geschlossen.

Stromkreis

Bei der Hochsetzschaltung werden zwei Stromkreise unterschieden. Der eine Stromkreis kann bei leitendem Transistor untersucht werden. Leitet der Transistor, ist der Spannungsabfall zwischen Drain und Source

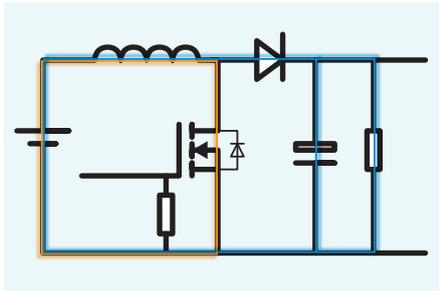


Bild 2: Der orange gezeichnete Stromkreis wirkt bei leitendem, der blau gezeichnete bei sperrendem Transistor.

kleiner als die Schwellenspannung an der Sperrdiode. Dementsprechend fließt der Strom nach der Induktivität direkt über den Transistor nach Batterieminus. Der Verbraucher oder die Last im Stromkreis wird durch die Induktivität dargestellt. Diese wandelt die elektrische Energie in magnetische Energie um und speichert sie.

Je nach Größe der Induktivität oder je nach der Geschwindigkeit des Ein- und Ausschaltens des Transistors erreicht die Drossel ihren Sättigungsstrom gar nicht und der Strom wird noch während des Anstiegs wieder unterbrochen.

Ohne Ansteuerung sperrt der Transistor dauernd und die magnetische Energie in der Drosselspule wird wieder in elektrische Energie zurückverwandelt, und da die Drosselspule in Serie zur Spannungsquelle geschaltet ist, werden die beiden Spannungen zusammengezählt. Diese Gesamtspannung gelangt durch die Sperrdiode zum Kondensator und zum ohmschen Lastwiderstand oder zu einem angeschlossenen Verbraucher.

Ausgangsspannung

Der Kondensator ermöglicht eine geglättete Spannung am Schaltungsausgang. Die Ausgangsspannung kann unterschiedliche Werte annehmen. Bleibt der Transistor dauernd angesteuert, sperrt die Diode auch dauernd und es kommt keine Spannung zum Ausgang. Im anderen Extremfall sperrt der Transistor immer und die Diode leitet daher auch immer. Dabei verkleinert sich die Ausgangsspannung gegenüber der Eingangsspannung um die Schwellenspannung.

Wird aber die Eingangsspannung mit einer bestimmten Frequenz ein- und ausgeschaltet, kann die Ausgangsspannung viel höher sein als die Eingangsspannung.

Spannungsregelung

Ist ein hochohmiger Lastwiderstand parallel zum Kondensator geschaltet,

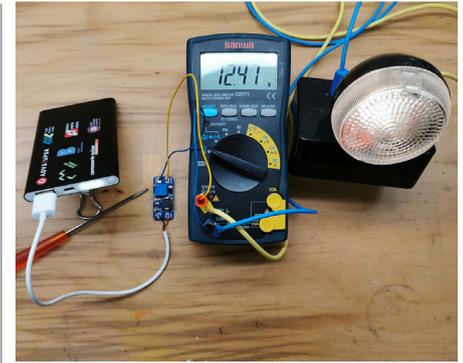


Bild 3: Von einer USB-Powerbank, welche 5 V ausgibt, wird eine Standlichtlampe mit mehr als 12 V betrieben. Der Schraubenzieher zeigt auf den klein bauenden Spannungswandler.

kann es sein, dass die Drosselspule mehr Energie liefert, als durch die Last abfließt. Das bedeutet, dass die Spannung steigt. Wird der Transistor bei konstanter Last mittels Pulsweitenmodulation mit unterschiedlichen Tastverhältnissen angesteuert, passt sich die Spannung entsprechend an: In Bild 4 beträgt die Eingangsspannung 4.7 V. Beim kleinen Tastverhältnis (Bild 4 oben) ergibt sich nur eine kleine Spannungserhöhung. Im unteren Beispiel beträgt die Ausgangsspannung den dreifachen Wert der Eingangsspannung.

Damit bei höherer Last die Spannung nicht sinkt, muss der Transistor wiederum mit einem größeren Tastverhältnis angesteuert werden.

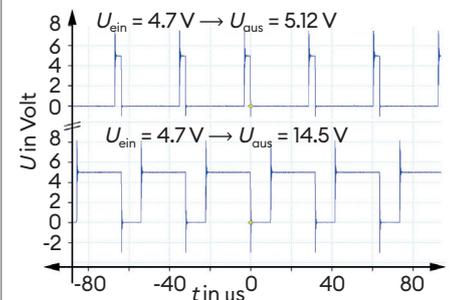


Bild 4: Das PWM-Signal zur Transistoransteuerung verändert sich bei unterschiedlichen Ausgangsspannung deutlich.

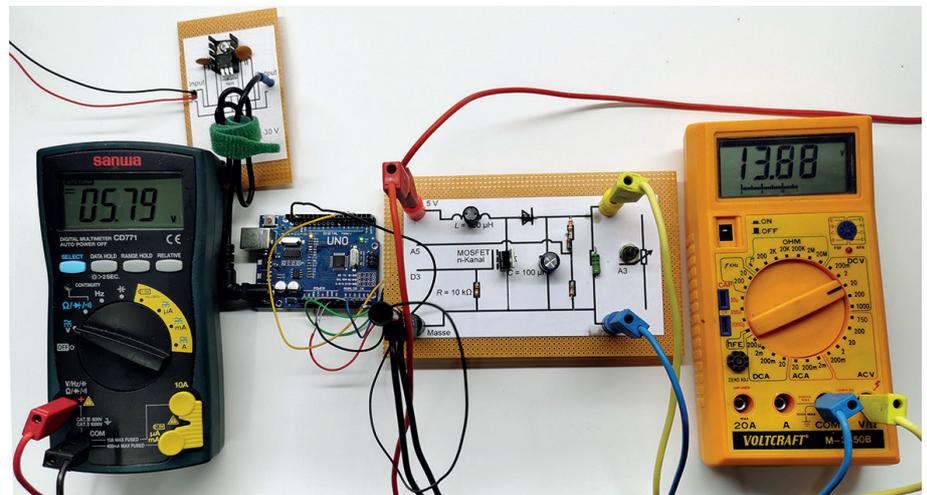


Bild 5: Aufgebaute Schaltung: Zwei Messgeräte für die Eingangs- und die Ausgangsspannung. Elektronik: Links Spannungsversorgung für den Mikroprozessor (Mitte) und rechts die Schaltung: A5: Spannungsabgriff, D3: Ansteuerung des Transistors, A3: Potenziometer als Sollwertgeber.