

Bildquellen: ale

Auf dem «Einleitungsblatt» im Kapitel Leistungselektronik sind die vier Umwandlungen der elektrischen Spannung bzw. des Stroms erwähnt (Stromrichter): Gleich- und Wechselstrom können in sich auf eine andere Spannungslage gebracht oder sie können in die andere Energieform umgewandelt werden (bei gleicher effektiver Spannung).

Gleichrichtung

Bei der Gleichrichtung wird die Wechselspannung in Gleichspannung umgewandelt. Diese Umwandlung erfolgte früher bei der Gleichstromlichtmaschine mechanisch über den Kommutator. Diese Lichtmaschine stellte eigentlich einen mechanisch angetriebenen DC-Elektromotor dar. Seit der Verbreitung der Elektronik werden dazu elektronische Ventile wie z.B. Dioden, Transistoren oder Thyristoren verwendet. Elektrotechnisch wird zwischen der ungesteuerten und der gesteuerten Gleichrichtung unterschieden. Die Einweg- und die Vollweggleichrichtung mit Dioden gehören dabei in die Gruppe der ungesteuerten Gleichrichtungen.

Während bei der Einweggleichrichtung eine Diode die positive oder die negative Halbwelle des Wechselstromsignals sperrt, wird bei der Vollweggleichrichtung die Polarität der negativen Halbwelle verändert und der Wechselstrom wird damit zu einem pulsierenden Gleichstrom (Bild 2).

Brückenschaltung

Die Schaltungsbrücke wird häufig als ein auf der Spitze stehendes Quadrat gezeichnet. In jede Seitenlinie des Quadrates wird eine Diode eingebaut, deren Kathoden alle in die gleiche Richtung zum Pluspol der Schaltung zeigen. Auf der Anodenseite der Dioden liegt der Minuspol und die beiden übrigbleibenden Ecken des Quadrats werden mit den Anschlüssen des Wechselstroms belegt

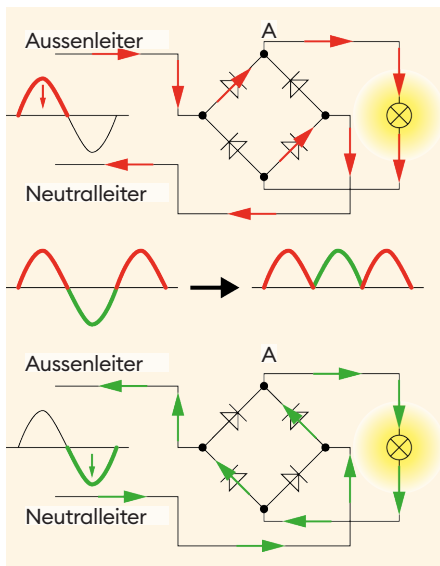


Bild 2: 4 Dioden bilden eine Gleichrichterbrücke.

(Aussenleiter oder Phase und Neutral- oder Nullleiter).

Beim Wechselstromsignal ist der Aussenleiter mit der pulsierenden Spannung verbunden und der Neutralleiter belegt die Nulllinie. Während der positiven Halbwelle fließt also der Strom von der Phase zum Neutralleiter. Bei der negativen Halbwelle ist der Neutralleiter positiver als die Phase, deshalb fließt der Strom vom Neutralleiter zur Phase.

Der Stromfluss der positiven Halbwelle ist im Bild 2 rot eingezeichnet. Beim Punkt A muss er die Schaltung verlassen und zur Lampe fließen. Nach der Lampe ist der Spannungsabfall so gross, dass er durch die Diode zum Neutralleiter fließt. Ähnlich funktioniert die Beeinflussung der negativen Halbwelle. Auch da muss der Strom vom Punkt A durch die Lampe fließen. Also bleibt der Pluspol in beiden Periodenhälften an der gleichen Stelle A der Schaltung. Damit ist der Wechselstrom gleichgerichtet.

Negativ ist, dass jede Si-Diode einen Spannungsabfall von 0.7 V verursacht und dadurch die Verbraucherspannung 1.4 V kleiner ist als die angelegte Spannung.

Transistorbrücke

Im Bild 3 ist eine Transistorbrücke mit MOSFET gezeichnet. MOSFET werden durch die elektrische Spannung gesteuert und diese wird direkt vom Wechselstromsignal geliefert. So bildet diese Schaltung den Übergang zwischen der ungesteuerten und der gesteuerten Gleichrichtung.

Der Aussenleiter ist mit den Gates der linken beiden Transistoren (oben p-Kanal, unten n-Kanal), der Neutralleiter mit den rechten beiden Transistoren verbunden. Sobald das Spannungssignal der Phase vom Negativen ins Positive gleitet, beginnen der mit der Phase verbundene n-Kanal-Transistor (unten links) und der mit dem negativen Neutralleiter verbundene p-Kanal-Transistor (oben rechts) zu leiten. In dieser Art schaltet der Wechselstrom selber seine Gleichrichtung.

Während der negativen Halbwelle wird das Gate des p-Kanal-Transistors oben links vom negativen Aussenleiter angesteuert und er leitet. Das Gate des n-Kanal-Transistors unten rechts ist mit dem positiveren Neutralleiter verbunden, dementsprechend leiten auch hier die diagonal liegenden Transistoren.

Die Schaltung funktioniert eigentlich gleich wie jene in Bild 2. Nur weisen die MOSFET einen kleineren Spannungsabfall auf und erzeugen aus diesem Grund weniger Wärme.

Geschaltete Gleichrichtung

Die geschaltete Gleichrichtung sieht fast gleich aus wie die Gleichrichterschaltung mit Dioden in Bild 2. Bei der geschalteten Gleichrichtung werden Thyristoren eingesetzt. Thyristoren sind

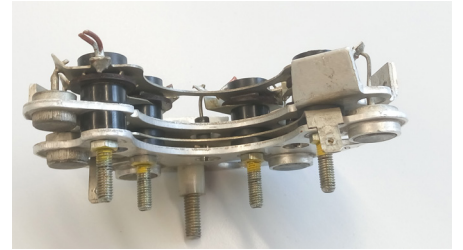


Bild 1: Ungesteuerte Gleichrichter arbeiten in Drehstromgeneratoren (Alternatoren).

elektronische Bauteile mit 4 Zonen und funktionieren wie Dioden, müssen aber durch einen Impuls am Schaltanschluss (Gate) eingeschaltet werden. Ausgeschaltet werden sie, wenn beim nächsten Nulldurchgang der Phase ein Potentialausgleich zwischen der Anode und der Kathode erfolgt.

Werden in eine Brückenschaltung anstelle der Dioden Thyristoren eingebaut, können diese mit dem nötigen elektronischen Aufwand beliebig (von 0° bis 180° Phasenwinkel) angesteuert werden und bleiben dann durchgeschaltet bis zum Polaritätswechsel der Phase.

Phasenanschnittsteuerung

Beim Nulldurchgang der Phase wird ein Sägezahnsignal-Generator gestartet. Ein Operationsverstärker vergleicht die Sägezahnspannung mit der Wunschspannung für den Einschaltzeitpunkt. Entsprechen die beiden Spannungen einander, legt der Operationsverstärker eine positive Spannung an seinen Ausgang. Dieses Signal wird zu zwei diagonal zueinander liegenden Thyristoren geleitet, welche bis zum nächsten Nulldurchgang der Phase durchschalten. Gleichzeitig beginnt in der Elektron der Vorgang mit der negativen Halbwelle. Der zweite Operationsverstärker schaltet im gleichen Phasenwinkel die beiden anderen Thyristoren. Auch Thyristoren weisen kleine Spannungsabfälle auf. Durch die Schaltmöglichkeiten können Spannung und Strom vermindert werden und auf diese Weise werden E-Motoren gedrosselt.

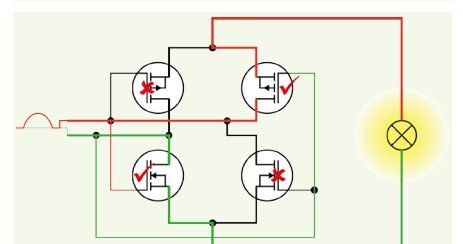
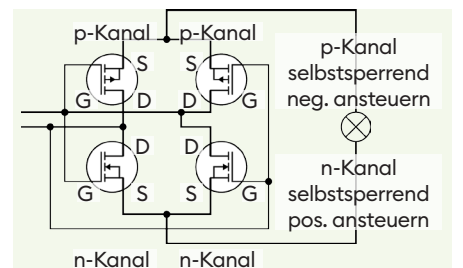


Bild 3: Auch Transistoren können Brücken bilden.

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch