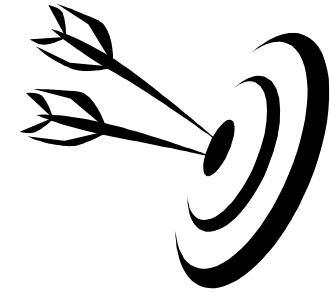


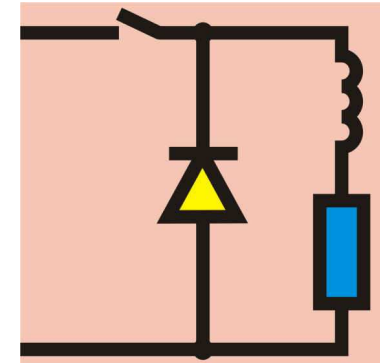
# Lernziele



- Ich kann die Prinzipschaltung des Gleichstromstellers und die Funktionsweise der beiden Steuerverfahren sinngemäss beschreiben.
- Ich kann mit Hilfe des Einschaltverhältnisses Berechnungen am Gleichstromsteller durchführen.
- Ich kann die Prinzipschaltung des Wechselrichters (H-Schaltung) und die Funktionsweise sinngemäss erklären.
- Ich kann die sinusbewertete Pulsweitenmodulation sinngemäss erklären.

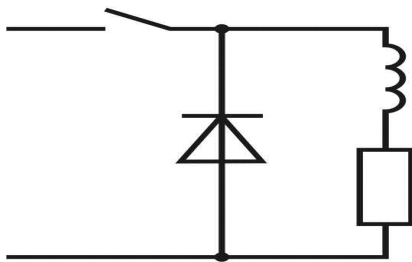
## Gleichstromsteller: Einteilung der Gleichstromumrichter

Gleichstromumrichter werden in zwei Gruppen unterteilt:



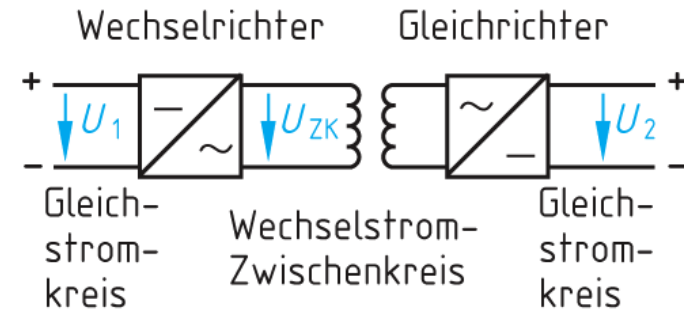
Gleichstromumrichter

Gleichstromsteller



Gleichstromsteller verändern durch gesteuertes Ein- und Ausschalten den arithmetischen Mittelwert der Ausgangsspannung.

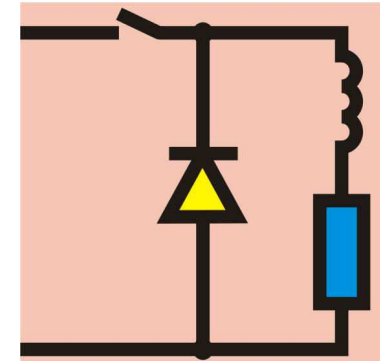
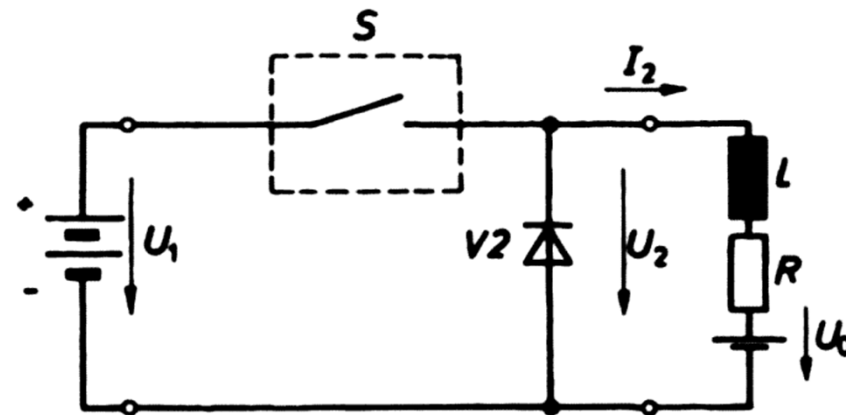
Zwischenkreisumrichter



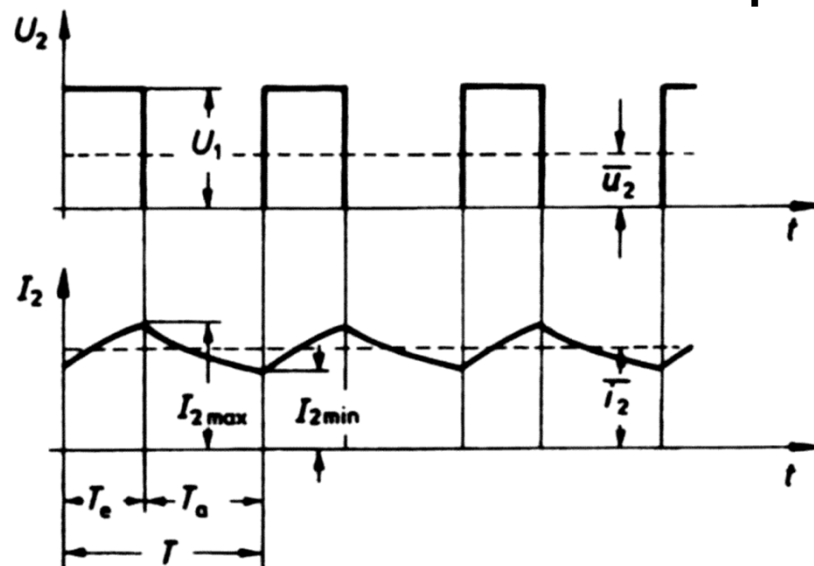
Dieser Gleichstromumrichter setzt sich aus einem Wechselrichter und einem Gleichrichter zusammen.

## Gleichstromsteller: Steuerverfahren

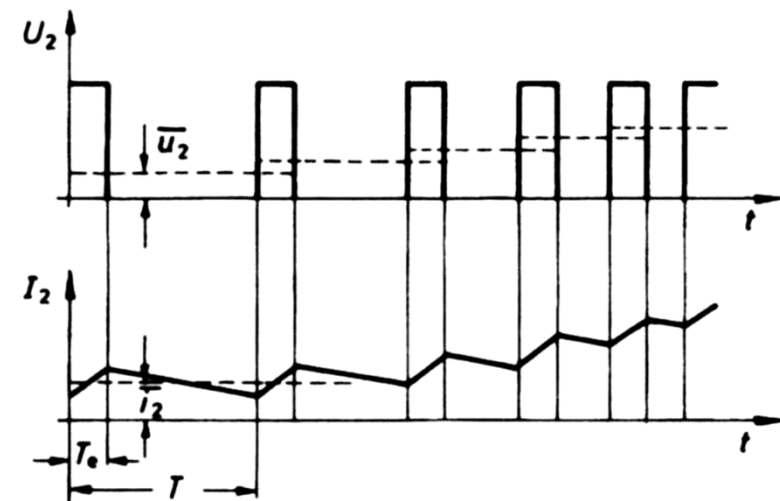
Für Gleichstromsteller werden zwei unterschiedliche Steuerverfahren eingesetzt:



Prinzip des Gleichstromstellers



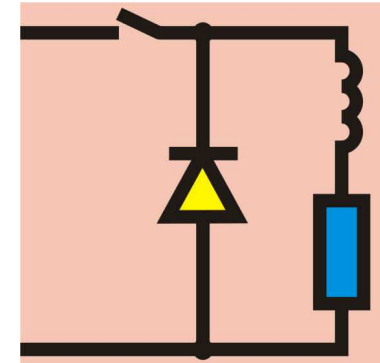
**Impulsbreitensteuerung:** Die Veränderung der Einschaltzeit  $T_e$  bei konstanter Pulsperiodendauer.



**Impulsfolgesteuerung:** Die Einschaltzeit  $T_e$  bleibt konstant, statt dessen ist die Pulsperiodendauer variabel.

Folgendes Berechnungsbeispiel veranschaulicht die Wirkung des Gleichstromstellers:

Eine fremderregte Gleichstrommaschine wird über einen Gleichstromsteller mit einer Taktfrequenz von 1 kHz betrieben. Der nahezu ideal geglättete Ankerstrom beträgt  $I_2 = 250 \text{ A}$ , die Ankerspannung 85 V. Die Batteriespannung beträgt 150 V. Berechne den Mittelwert des Batteriestromes.



$$\text{Einschaltverhältnis: } \lambda = \frac{T_e}{T} \quad \overline{u_2} = \lambda \cdot U_1 \quad \overline{i_1} = \lambda \cdot I_2$$

Da die Ankerspannung  $U_2$  und die Batteriespannung  $U_1$  gegeben ist, berechnet sich das Einschaltverhältnis wie folgt:

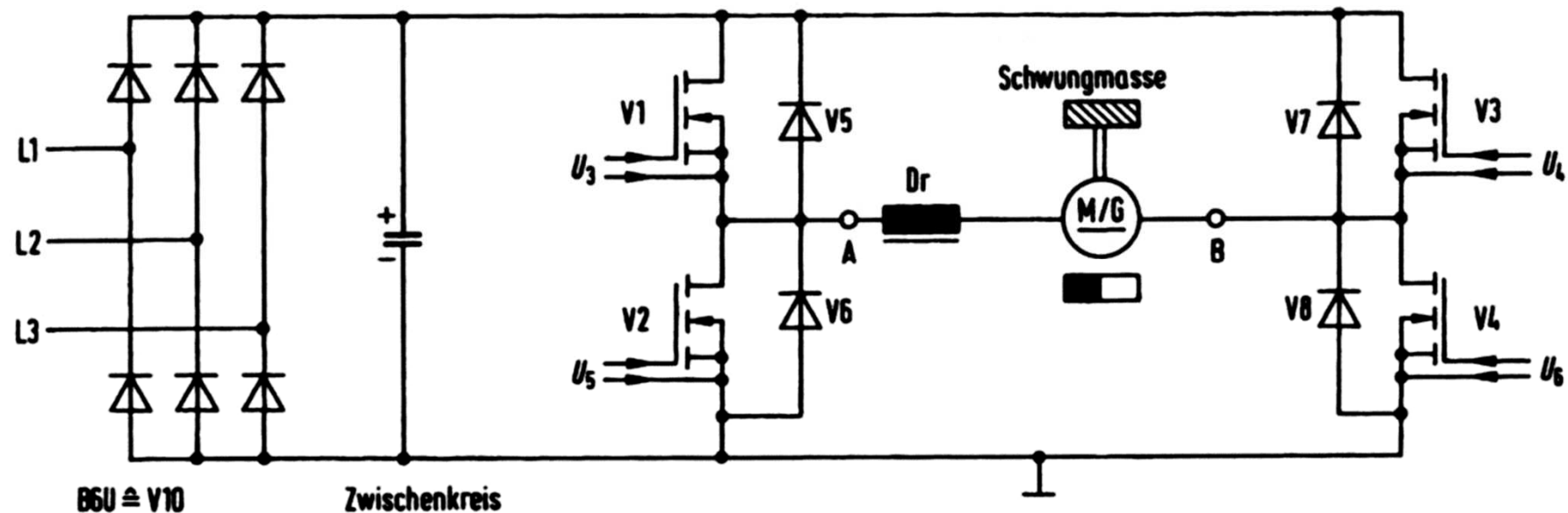
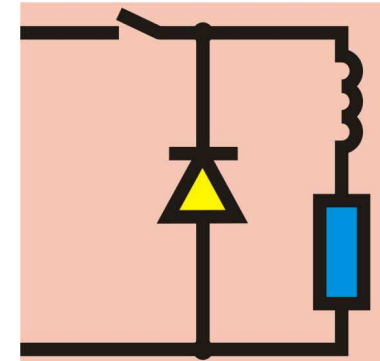
$$\lambda = \frac{\overline{u_2}}{U_1} = \frac{85\text{V}}{150\text{V}} = 0,57$$

Somit beträgt der Batteriestrom:

$$\overline{i_1} = \lambda \cdot I_2 = 0.57 \cdot 250\text{A} = \underline{\underline{141.7\text{A}}}$$

## Gleichstromsteller: Vierquadrantensteller

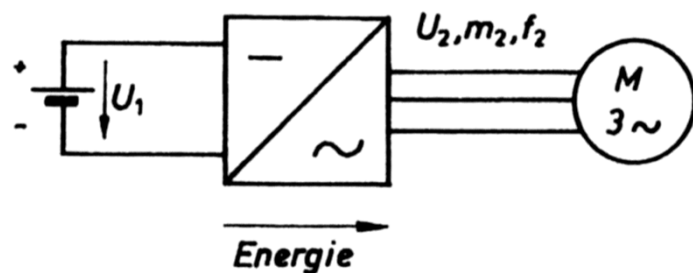
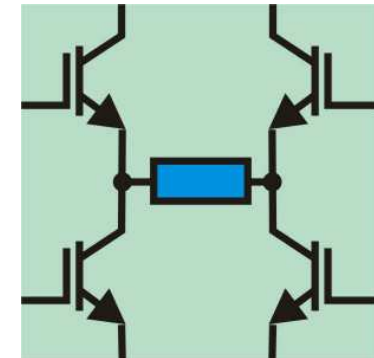
Für den Betrieb eines Gleichstrommotors wird ein Vierquadrantensteller mit vier Schalttransistoren in H-Brücke verwendet:



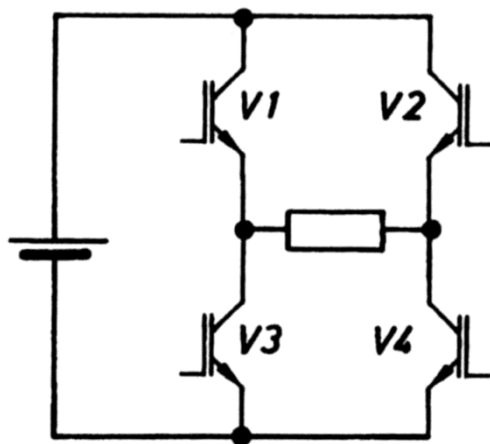
Für den Betrieb Rechts- oder Linkslauf werden immer zwei im Diagonalzweig liegende Transistoren geschaltet. Werden jeweils die beiden oberen oder unteren Halbleiter angesteuert, so ist der Motor über die Plusleitung bzw. über die Minusleitung kurzgeschlossen. Hierbei ist ein schnelles Abbremsen der Maschine möglich.

## Wechselrichter: Prinzip

Der Wechselrichter spielt als Teil des Frequenzumrichters eine besondere Rolle. Dabei wird aus einer Gleichspannung eine Wechselspannung erzeugt.



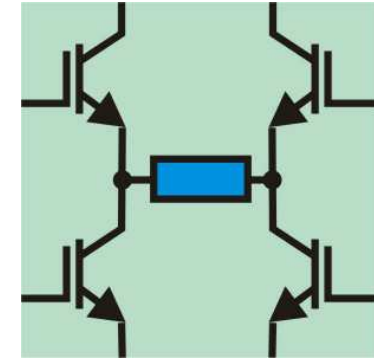
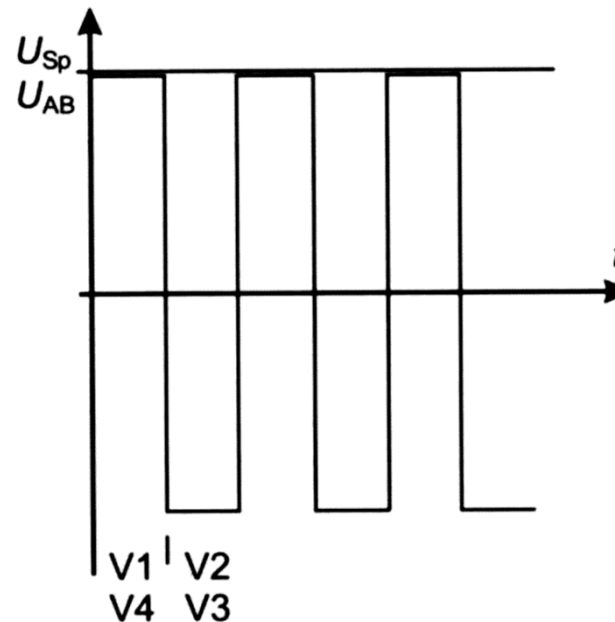
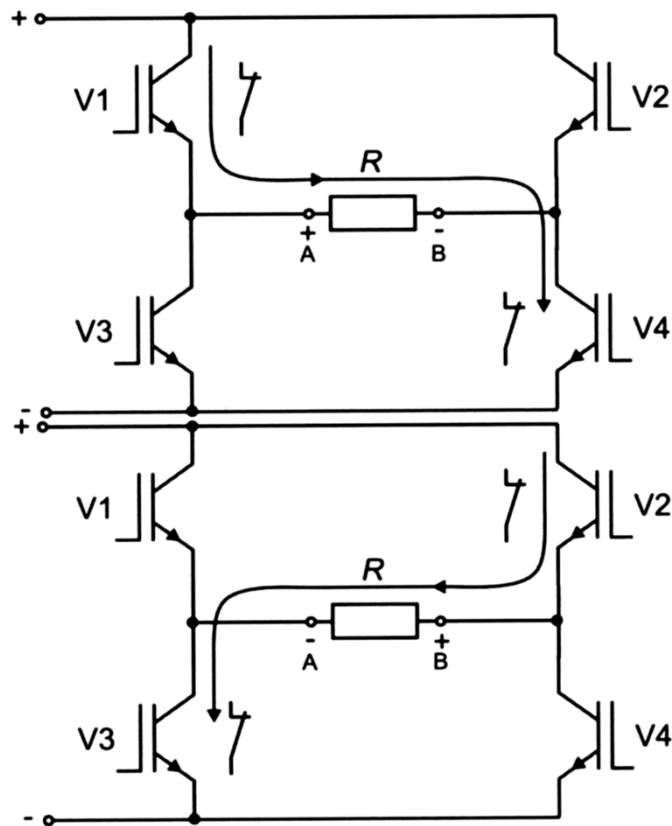
Die zu erzeugende Wechselspannung kann einphasig oder dreiphasig mit konstanter oder variabler Frequenz und Spannung sein.



Die Prinzipschaltung zeigt einen Transistorwechselrichter in Einphasenbrückenschaltung. Abwechselnd erhalten die Transistoren  $V1$  und  $V4$  bzw.  $V2$  und  $V3$  Basisstrom. So entsteht am Verbraucher eine Rechteckspannung.

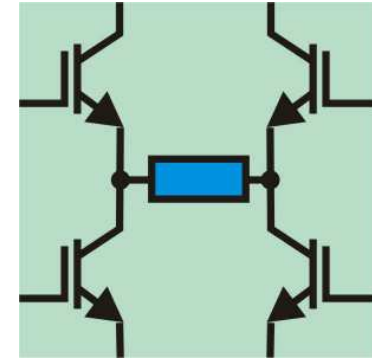
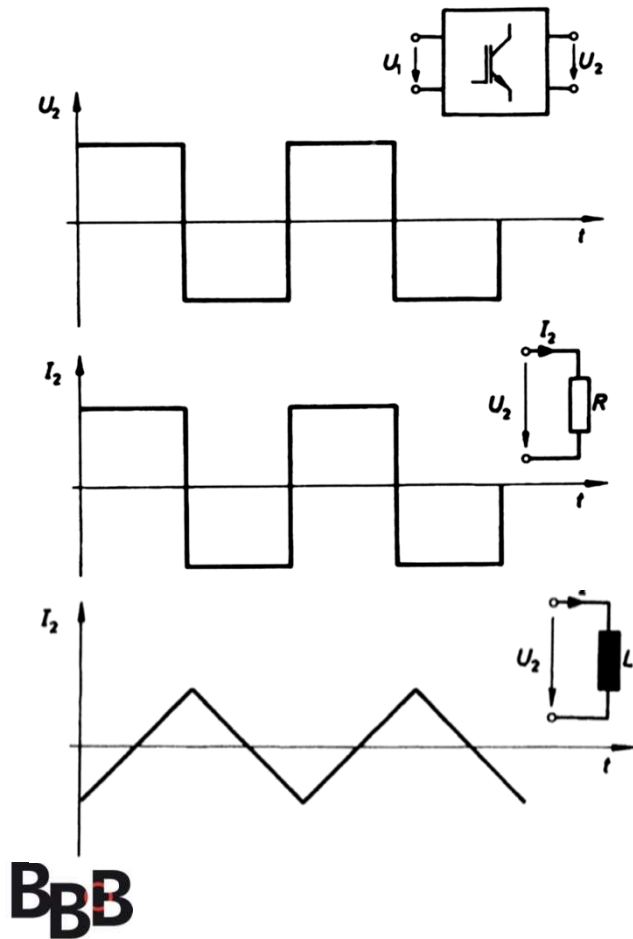
## Wechselrichter: H-Schaltung (Einphasenbrückenschaltung)

Anhand der Einphasenbrückenschaltung soll die Arbeitsweise des Wechselrichters erläutert werden:



Durch das wechselseitige Ansteuern der Transistoren V1/V4 bzw. V2/V3 ergibt sich eine ständige Umkehr der Polarität zwischen den Punkten A und B.

Durch den Einsatz einer Induktivität im Lastkreis, wird der Stromanstieg begrenzt und dadurch die Rechteckform abgeändert.



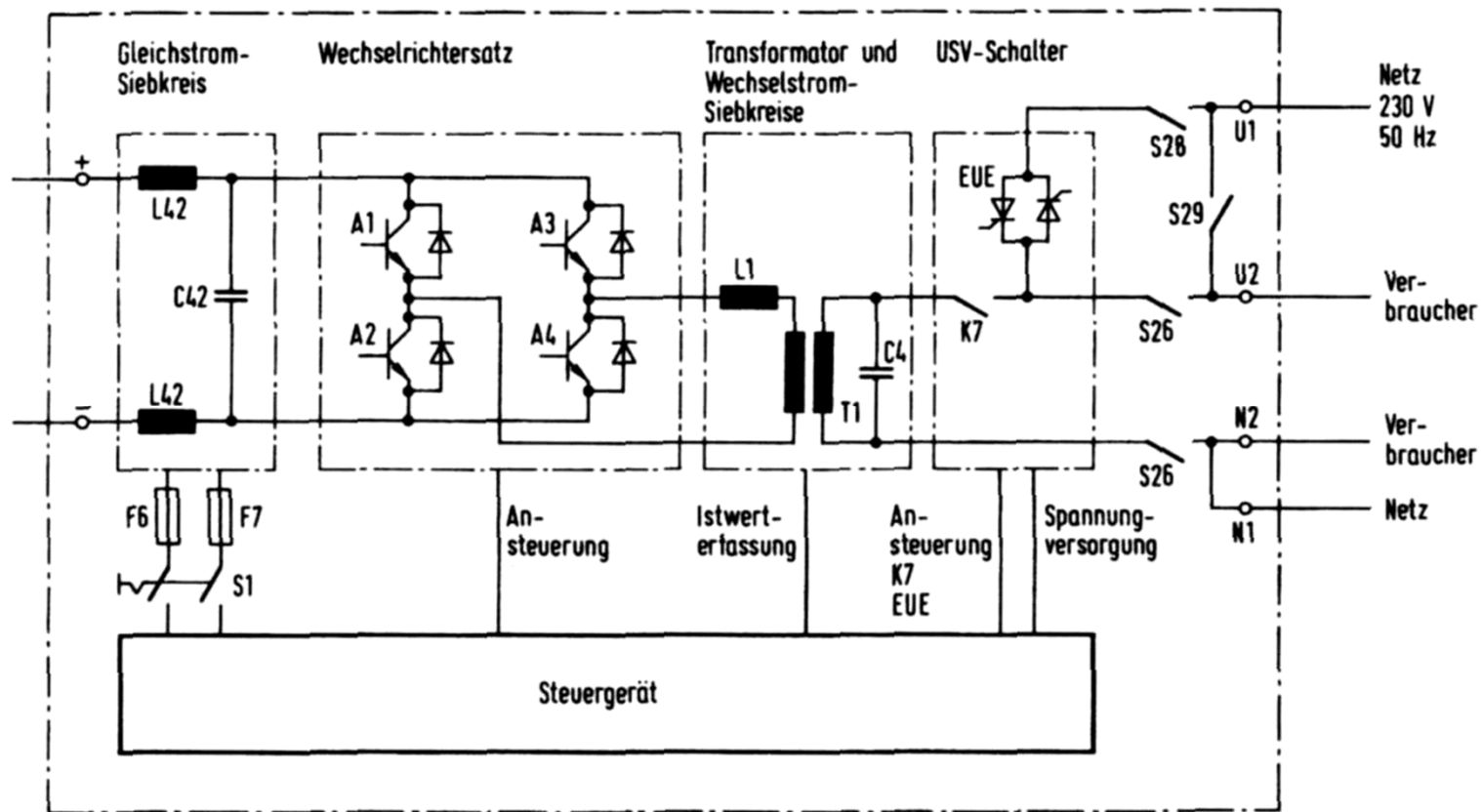
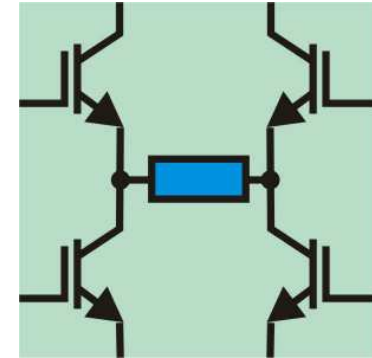
Bei ohmscher Last kann der Strommomentanwert zu jeder Zeit dem Spannungsmomentanwert folgen und ergibt sich nach dem ohmschen Gesetz. Auf eine Freilaufdiode kann verzichtet werden.

Liegt an einer Induktivität eine Gleichspannung, so ergibt sich nach dem Induktionsgesetz ein linearer Stromanstieg. Im Falle der Rechteckspannung ergibt sich also in der einen Halperiode ein Stromanstieg, in der anderen der entsprechende Stromabfall. Die Freilaufdiode ist jetzt notwendig.



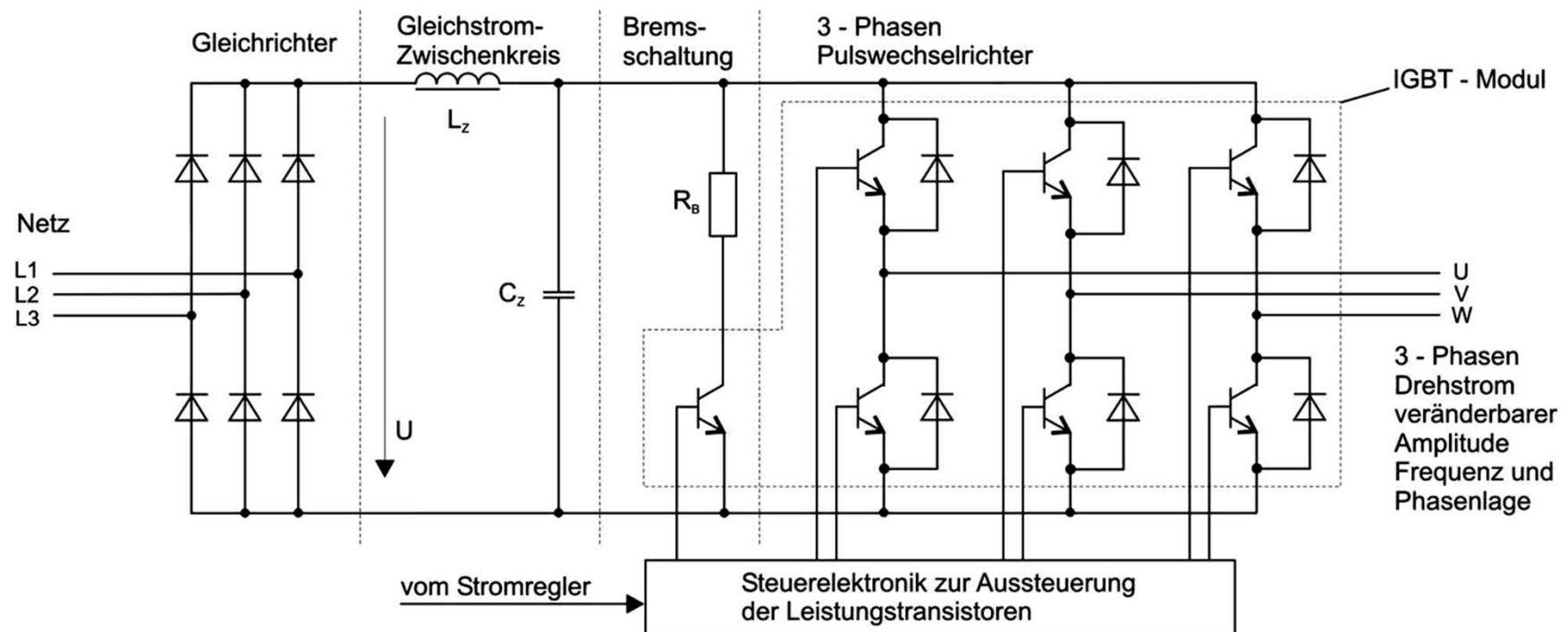
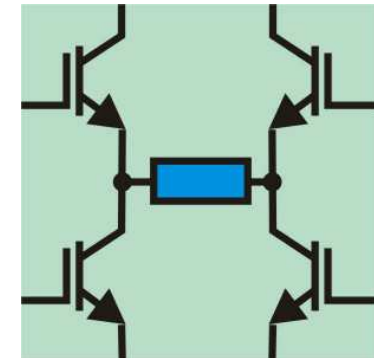
## Wechselrichter: Anwendungsbeispiel Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Das Schaltbild zeigt das Prinzip einer Unterbrechungsfreien Stromversorgung. Ab einer Batterie wird mittels eines Wechselrichters und Transformator ins Verbrauchernetz gespiesen, wenn die Netzversorgung ausfällt.



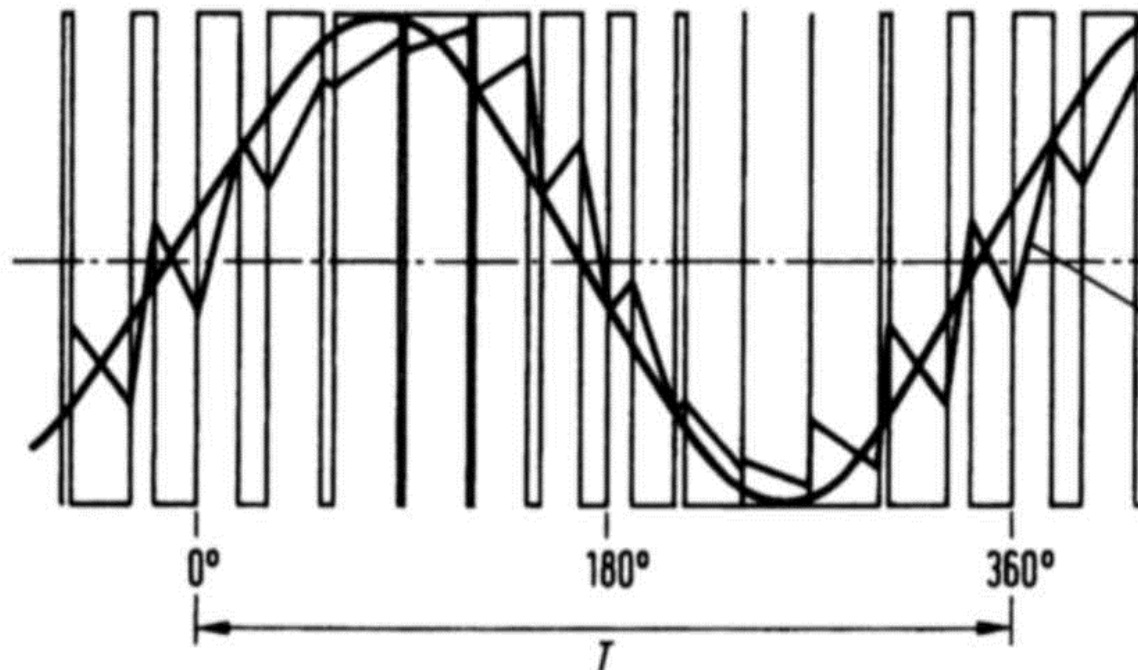
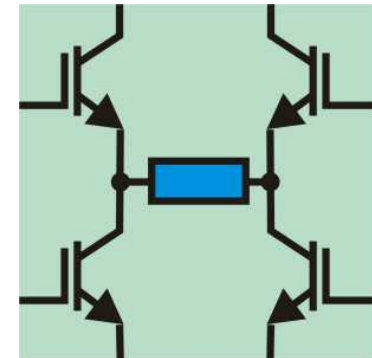
## Wechselrichter: U-Umrichter

Der am häufigsten vorkommende Frequenzumrichter ist der U-Umrichter mit Spannungszwischenkreis. Er setzt sich aus den dargestellten Komponenten zusammen:



## Wechselrichter: Sinusbewertete Pulsweitenmodulation

Um bei Drehstrommotoren einen sauberen Rundlauf zu gewährleisten, verwenden heutige Frequenzumrichter die so genannte „sinusbewertete Pulsweitenmodulation“. Damit wird der Motorstrom an die ideale Sinusform angeglichen.



Funktion:

Die Spannungsimpulse sind am Anfang der Halbwelle schmal, werden zur Mitte der Halbwelle breiter und nehmen am Ende der Halbwelle wieder ab. Umgekehrt sieht es mit den Impulspausen aus. Durch die Motorinduktivität eilt der Strom dem Spannungsverlauf etwas nach. Es entsteht ein oberwellenhaltiger Strom, dessen Grundwelle sinusförmig ist.