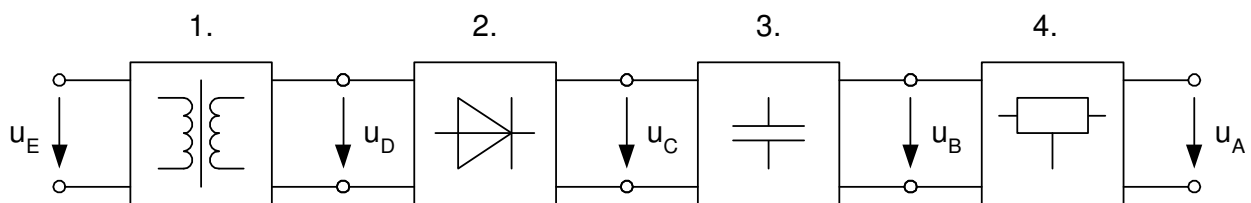


15. Netzgeräte

Ein Netzgerät, auch Netzteil genannt, ist eine elektronische Schaltungen die die Wechselfspannung aus dem Stromnetz (230V~) in eine Gleichspannung umwandeln kann. Ein Netzgerät setzt sich meistens aus folgenden Komponenten zusammen:

1. Transformator
2. Gleichrichter
3. Spannungsglättung
4. Spannungsstabilisierung

Blockschaltbild:



Trägt ein Netzteil zum Beispiel den Aufdruck 5V/3A so heißt dies, dass das Netzteil eine konstante Ausgangsspannung von 5V hat und **maximal** einen Strom von 3A abgeben kann ohne kaputt zu gehen. Der tatsächlich abgegebene Strom hängt natürlich von dem Widerstandswert des angeschlossenen Verbrauchers ab. Wählt man den Widerstandswert zu klein, so fließt ein zu großer Strom und das Netzteil kann beschädigt werden.

Trägt ein Netzteil zum Beispiel den Aufdruck 0-30V/2A, so kann die Ausgangsspannung stufenlos von 0V bis 30V eingestellt werden. Der maximale Strom beträgt unabhängig von der eingestellten Spannung 2A.

15.1 Transformator

Der Transformator wandelt die Netzspannung (230V~) in eine meist kleinere Wechselspannung um. Die Ausgangsspannung des Transformators muss an die gewünschte Ausgangsspannung des Netzteils angepasst sein. Wählt man sie zu klein, funktioniert die Spannungsstabilisierung nicht richtig. Ist die Spannung zu groß entstehen unnötig hohe Wärmeverluste im Festspannungsregler.

Der genaue Wert der Ausgangsspannung U_D des Transformators lässt sich durch Rückwärtsrechnung aus der Gleichspannung U_A berechnen. Die Berechnung ergibt sich aus dem Verständnis der folgenden Komponenten.

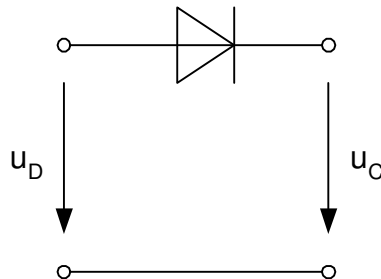
Die in den Katalogen angegebene Ausgangsspannung U_D von Transformatoren ist zudem ein Effektivwert. Der Scheitelwert berechnet sich also wie folgt:

$$\hat{u}_D = U_D \cdot \sqrt{2}$$

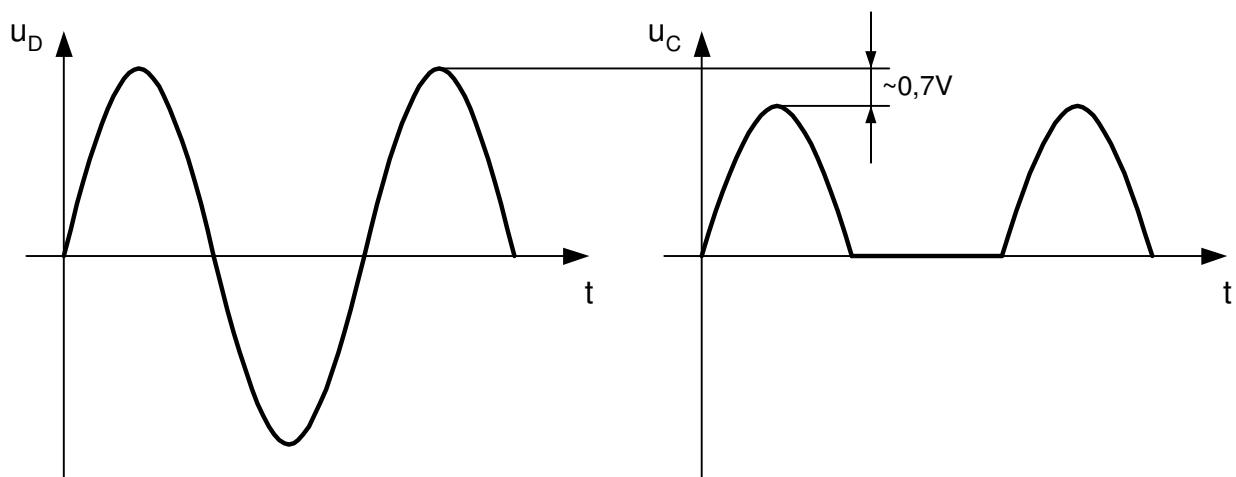
15.2 Gleichrichter

15.2.1 Einpuls-Gleichrichterschaltung (auch M1-Gleichrichter genannt)

Schaltung:



Spannungsverläufe:

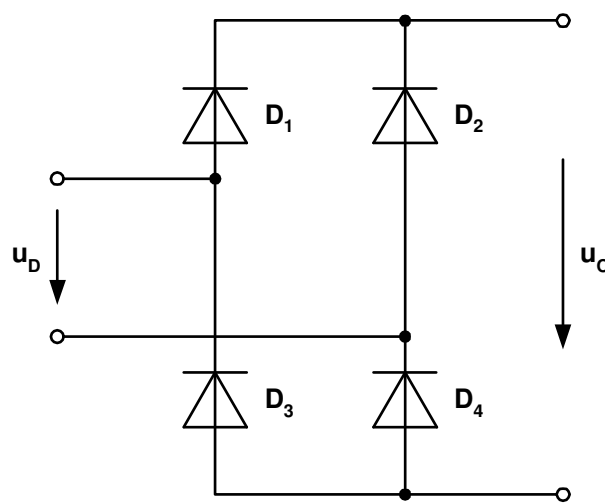
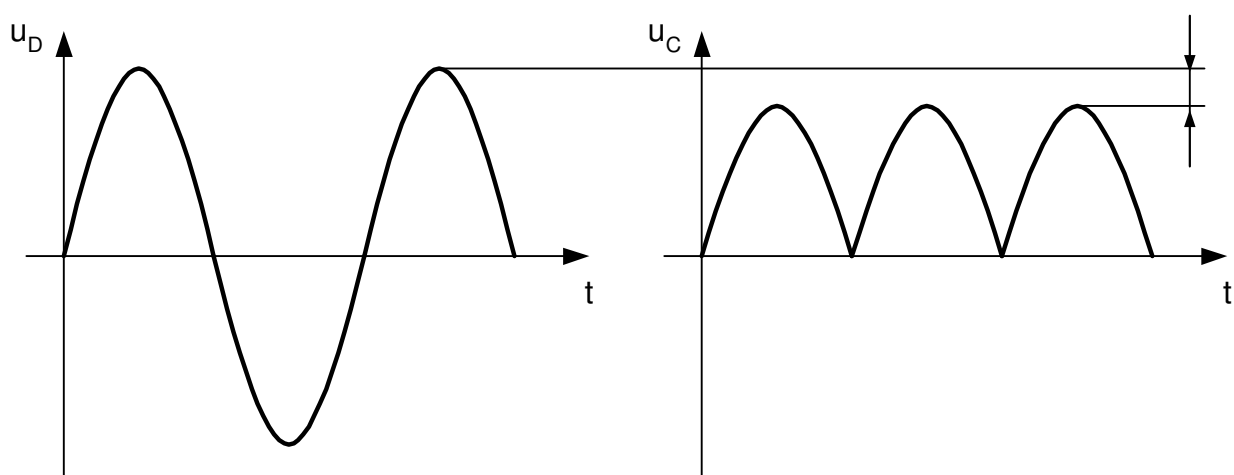


Wirkungsweise:

- Während der positiven Halbwelle der Eingangsspannung u_D wird die Diode in Durchlassrichtung betrieben und es fließt ein Strom zum Verbraucher. An der Diode gehen aber ungefähr 0,7V verloren. Dadurch ist \hat{u}_C 0,7V kleiner als \hat{u}_D .
- Während der negativen Halbwelle der Eingangsspannung u_D wird die Diode in Sperrrichtung betrieben, es kann also kein Strom fließen ($i=0$). Die Spannung u_C am Ausgang ist Null, da $u_C=R_L \cdot i$.

Nachteil des M1-Gleichrichters:

Während der negativen Halbwelle fließt kein Strom, also wird auch keine Energie zum Verbraucher transportiert. Der Strom durch eine am Ausgang angeschlossene Glühbirne würde zwar nur noch in eine Richtung fließen, aber sie würde nur noch halb so hell leuchten wie an Wechselspannung. Abhilfe schafft hier der B2-Gleichrichter.

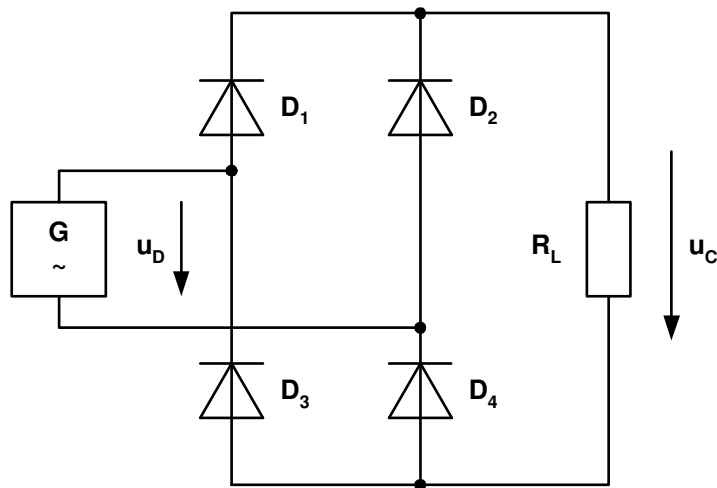
15.2.2 Zweipuls-Gleichrichterschaltung (auch B2-Gleichrichter genannt)**Schaltung:****Spannungsverläufe:**

Bei der Spannung u_C spricht man auch von einer geladenen Gleichspannung.

Aufgabe 1:

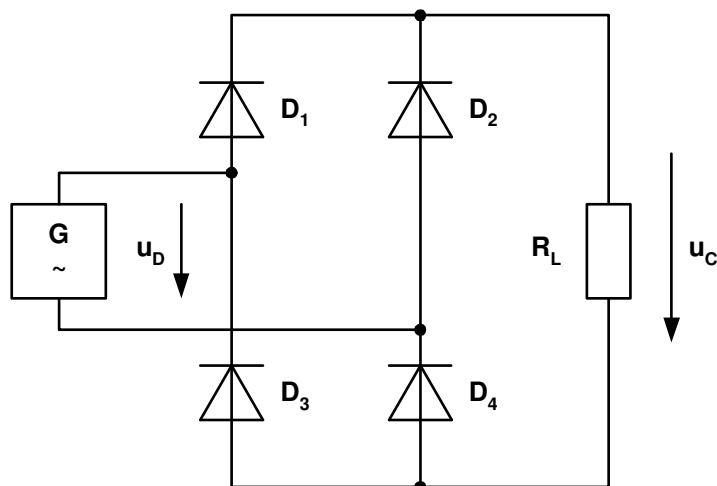
Trage in den folgenden Schaltungen den geschlossenen Verlauf des Stroms während der positiven und der negativen Halbwelle ein.

- **positive Halbwelle der Eingangsspannung u_E**



Während der positiven Halbwelle leiten die Dioden _____ und
die Dioden _____ sperren.

- **negative Halbwelle der Eingangsspannung u_E**



Während der positiven Halbwelle leiten die Dioden _____ und
die Dioden _____ sperren.

Aufgabe 2:

Wie groß ist ungefähr die Spannungsdifferenz zwischen \hat{u}_D und \hat{u}_C ? Trage den Wert in die Liniendiagramme auf Seite 4 ein.

Aufgabe 3:

Zeichne eine Verpolungsschutzschaltung die im Fall einer verpolt angeschlossenen Batterie die Spannung automatisch umkehrt.

Weshalb ist diese Schaltung trotz geringer Kosten kaum in batteriebetriebenen Geräten zu finden?

Aufgabe 4:

Woher haben die Einpuls- und die Zweipuls-Gleichrichterschaltung ihren Namen?

Messung der Spannungsverläufe an einem B2-Gleichrichter mit einem Oszilloskop:

Es ist nicht ohne weiteres möglich **gleichzeitig** u_D und u_C mit dem Oszilloskop zu messen, da die beiden Masseanschlüsse der Kanäle 1 und 2 miteinander verbunden sind. Die Spannung u_D und u_C haben aber keinen gemeinsamen Punkt an den man die Masse des Oszilloskops anschließen könnte. Entweder muss man die beiden Spannungen nacheinander betrachten oder einen Trennverstärker benutzen.

15.3 Spannungsglättung

Unter Spannungsglättung versteht man die Verringerung der Restwelligkeit Δu einer pulsierenden Gleichspannung.

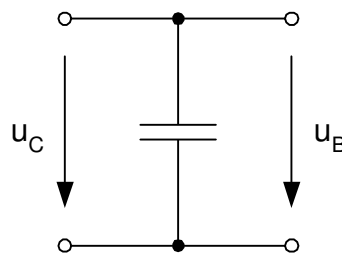
Definition der Restwelligkeit Δu :

$$\Delta u = u_{\text{MAX}} - u_{\text{MIN}}$$

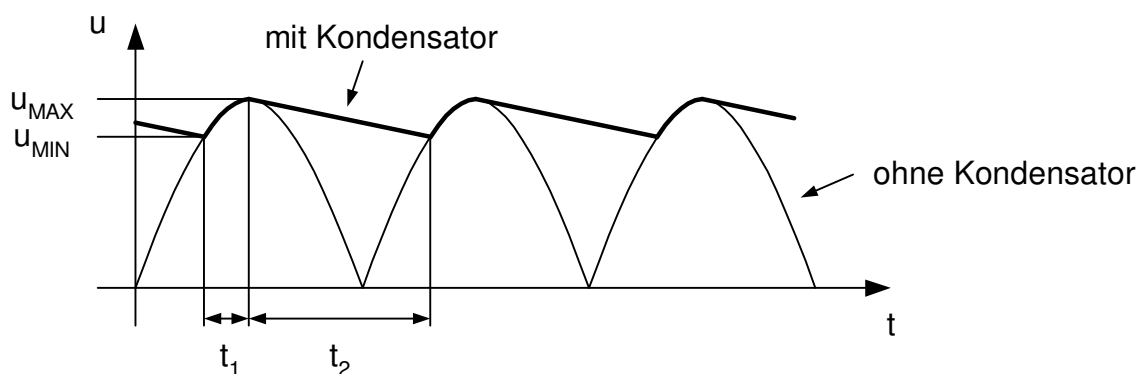
Δu ist die Restwelligkeit in Volt [V]

Schaltung:

Zur Spannungsglättung kann man einfach einen Kondensator parallel zum Ausgang des Gleichrichters schalten. Da der Kondensator parallelgeschaltet ist verändert sich dadurch nicht nur die Spannung u_B sondern auch die Spannung u_C .



Spannungsverlauf:



Wirkungsweise:

Der Kondensator wirkt als Ladungsspeicher. Während der Zeit t_1 wird der Kondensator schnell über den Gleichrichter geladen, wodurch die Spannung am Kondensator steigt. In der Zeit t_2 wird der Kondensator durch den Laststrom entladen, dadurch fällt die Spannung wieder langsam ab.

Für die Restwelligkeit gilt allgemein:

Je größer die Kapazität C_G des Glättungskondensators und je kleiner der Laststrom I , umso geringer ist die Restwelligkeit Δu der Spannung.

Faustformel für die Dimensionierung des Glättungskondensators C_G :

$$C_G = 10000 \frac{\mu\text{F} \cdot \text{V}}{\text{A}} \cdot \frac{I}{\Delta u}$$

C_G ist die Kapazität des Glättungskondensators in Mikrofarad [μF]

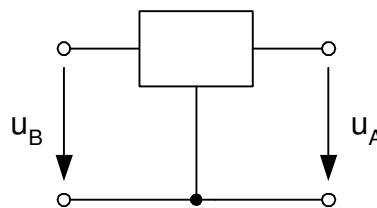
I ist der Laststrom in Ampere [A]

Δu ist Restwelligkeit in Volt [V] (siehe auch Kapitel 15.4)

15.4 Spannungsstabilisierung

Die Restwelligkeit geglätteter Gleichspannungen ist für viele Anwendungen noch zu hoch. So muss zum Beispiel die Betriebsspannung von TTL-IC's $5\text{V} \pm 0,25\text{V}$ betragen. Daher benutzt man zusätzlich Festspannungsregler. Dies sind integrierte Schaltungen (IC's) die am Ausgang eine konstante Spannung abgeben, wenn am Eingang ein Spannungsüberschuss besteht. Der Überschuss wird im Regler verheizt.

Schaltung:



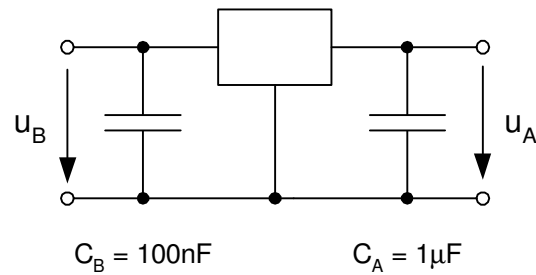
Für eine korrekte Funktion des Reglers muss die kleinste Eingangsspannung u_{Emin} immer noch 3V über der Ausgangsspannung u_A liegen, d.h.:

$$u_{Emin} \geq u_A + 3\text{V}$$

Außerdem sollte die Restwelligkeit von u_E nicht mehr als 20% der Ausgangsspannung U_A betragen:

$$\Delta u_E \leq 0,2 \cdot u_A$$

Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen muss dem Festspannungsregler außerdem jeweils ein Kondensator vor- und nachgeschaltet werden.



Aufgaben:

5. Zeichne und beschrifte die Schaltung eines kompletten Netzteils inklusive Schutzmaßnahmen.
6. Dimensioniere alle Bauteile für ein 12V/2A Netzteil. Beginne mit C_A und arbeite dich zum Transformator vor.
7. Woran könnte es liegen, wenn die Spannung u_C trotz optisch vorhandenem Glättungskondensator nicht geglättet ist?
8. Wie wirkt sich ein Defekt (Unterbrechung resp. Durchgang) einer einzelnen Diode des B2-Gleichrichters auf die Spannung u_C aus?