

2 Elektrotechnik 1 Übungen

Laborübung 2: Elektrische Schaltungen I

2.1 Diodenkennlinie

Dioden haben eine nichtlineare Kennlinie. Eine einfache Möglichkeit Dioden zu charakterisieren, ist die Angabe von Schwellenspannung und Bahnwiderstand. Dies führt auf eine idealisierte Kennlinie wie in Abb. 1. Die Kennlinie realer Dioden weicht jedoch von der idealisierten Kennlinie ab. Im Folgenden soll eine *reale* Diodenkennlinie aufgenommen werden.

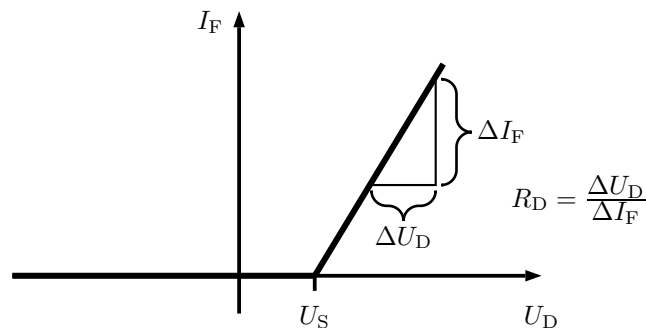


Abbildung 1: Idealisierte Kennlinie einer Diode, die durch Schwellenspannung und Bahnwiderstand charakterisiert ist.

Dimensionierung des Vorwiderstandes

Damit beim Aufnehmen der Kennlinie die Diode aufgrund eines zu hohen Stromes nicht zerstört wird, soll ein Vorwiderstand R_V verwendet werden (siehe Abb. 2). Wie groß ist R_V zu wählen, damit der maximal zulässige Strom $I_{F,\max}$ nicht überschritten wird? Die verwendete Diode mit der Bezeichnung *1N4148* besitzt einen maximal zulässigen Strom von $I_{F,\max} = 300 \text{ mA}$. Gehen Sie davon aus, dass die Spannungsquelle eine Spannung von maximal 10 V liefert.

Aufbau der Schaltung und Aufnahme der Kennlinie

Bauen Sie die Schaltung nach Abb. 2 auf. Verwenden Sie als Spannungsquelle den Frequenzgenerator. Messen Sie mit dem Oszilloskop $U_D(t)$ und $U_E(t)$ und berechnen Sie mit dem *math*-Modul des Oszilloskopes $U_R(t) = U_E(t) - U_D(t)$.

Stellen Sie die Kennlinie in einer XY-Grafik¹ dar. (x-Achse: $U_D(t)$, y-Achse: $U_R(t)$)

¹Da das verwendete Oszilloskop im XY-Betrieb den *math*-Kanal nicht anzeigen kann, muss die XY-Darstellung am PC mit dem Programm *Wavestar* durchgeführt werden: *File/New Data-sheet/XY Sheet*, gewünschten Kanal auf Drop X/Y Waveform here ziehen.

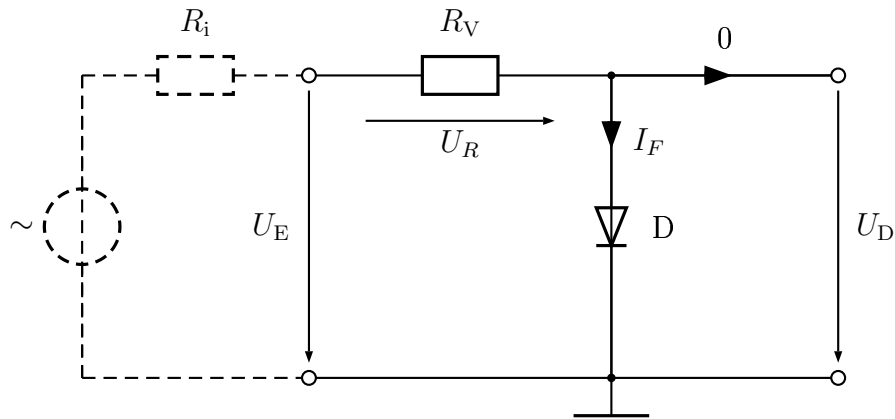


Abbildung 2: Schaltung zur Aufnahme der Diodenkennlinie.

Denken Sie daran, dass der zeitliche Stromverlauf nur indirekt durch die Spannung am Vorwiderstand gemessen werden kann und der Strom erst berechnet werden muss.

Drucken Sie die Kennlinie aus, zeichnen Sie die Schwellenspannung und den Bahnwiderstand der Diode in die Grafik ein und geben Sie diese Werte an.

2.2 Einweggleichrichter

Aufbau der Schaltung

Bauen Sie entsprechend Abb. 3 einen Einweggleichrichter mit $R \approx 10 \text{ k}\Omega$ auf und verwenden Sie einen geeigneten Vorwiderstand R_V zum Schutz der Diode, damit bei einem Kurzschluss am Ausgang der Schaltung die Diode nicht zerstört wird.

Verwenden Sie den Funktionsgenerator als Wechselspannungsquelle und überprüfen Sie die Funktion des Einweggleichrichters bei verschiedenen Eingangsspannungen und Kurvenformen durch Darstellung von $U_E(t)$ und $U_A(t)$ am Oszilloskop.

Erklären Sie, wie der Einweggleichrichter $U_E(t)$ zu $U_A(t)$ verändert.

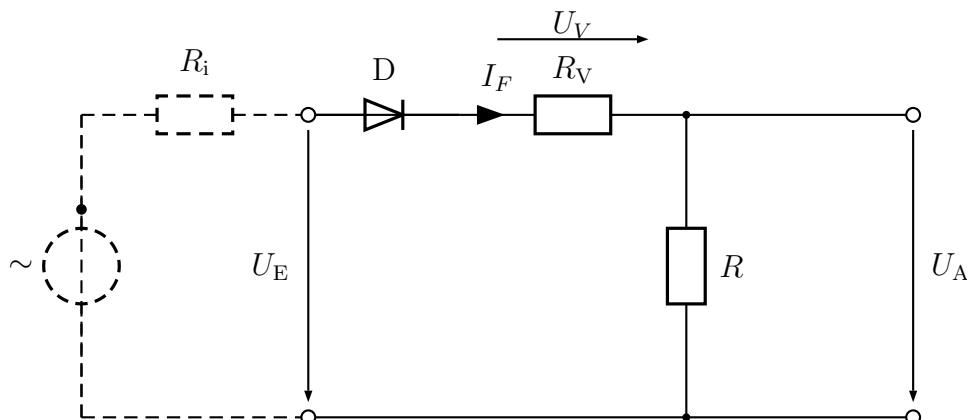


Abbildung 3: Einweggleichrichter

Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsspannung

Wie groß ist das Verhältnis der Effektivwerte² von Ausgangs- und Eingangsspannung U_A/U_E bei einem idealen Einweggleichrichter (siehe z.B. [1, Abb. 8.25])?

Messen Sie an der aufgebauten Schaltung das Verhältnis U_A/U_E für verschiedene Eingangsspannungen $U_E = 1\text{ V}..(1\text{ V})..7\text{ V}$ und tragen Sie diese Werte in einer Grafik ein. (Das Verhältnis der Effektivwerte U_A/U_E auf der y-Achse, die dazugehörigen Effektivwerte U_E auf der x-Achse.)

Hinweis: Verwenden Sie die Messfunktion des Oszilloskopes und achten Sie bei der Messung darauf, dass $U_A(t)$ im Gegensatz zu $U_E(t)$ einen Gleichanteil besitzt.

Erklären Sie den Unterschied zu einem idealen Einweggleichrichter.

2.3 Spannungsbegrenzer

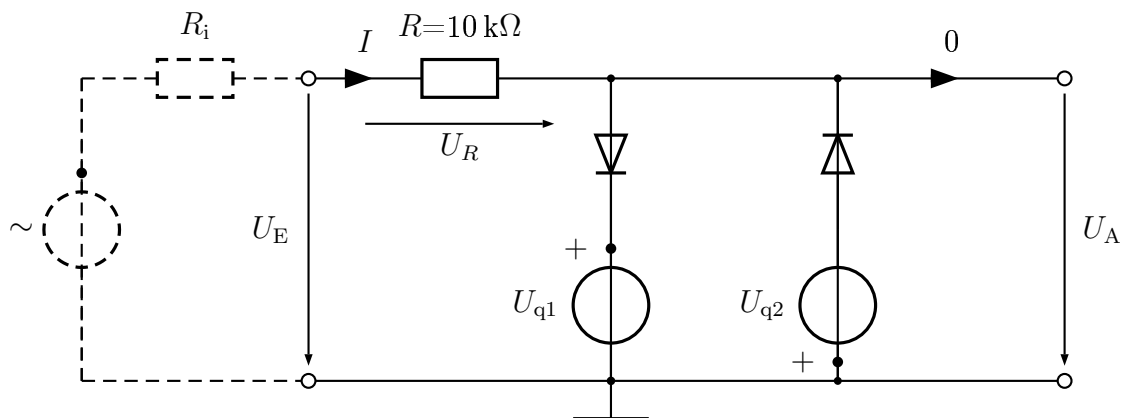


Abbildung 4: Spannungsbegrenzer

Berechnung

Berechnen Sie das Verhalten der Ausgangsspannung der Schaltung in Abb. 4 durch Lösen des Beispiels [1, A 8.57].

Aufbau der Schaltung

Bauen Sie den Spannungsbegrenzer nach Abb. 4 auf. Stellen Sie die Gleichspannungsquellen auf Werte im Bereich von $0 < U_{q1,q2} < 7\text{ V}$ und legen Sie am Eingang eine Wechselspannung mit $\hat{U}_E = 7\text{ V}$ und $f = 1\text{ kHz}$ an.

Stellen Sie den Zeitverlauf der Ausgangsspannung $U_A(t)$ und des Eingangsstroms $I(t)$ bei verschiedenen Spannungen $U_{q1,q2} = 0\text{ V}..(1\text{ V})..6\text{ V}$ grafisch dar.

²Die positive Quadratwurzel aus dem Mittelwert des Quadrates einer periodisch zeitabhängigen Größe $x(t)$ nennt man deren Effektivwert $X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (x(t))^2 dt}$

Erklären Sie das Verhalten der Schaltung.

Hinweis zu $I(t)$: Messen Sie eine dem Strom $I(t)$ proportionale Spannung mit dem Oszilloskop: Masche $U_R = U_E - U_A$.

Warum lässt sich die Ausgangsspannung nicht bis auf ± 0 V begrenzen?

2.4 Brückengleichrichter

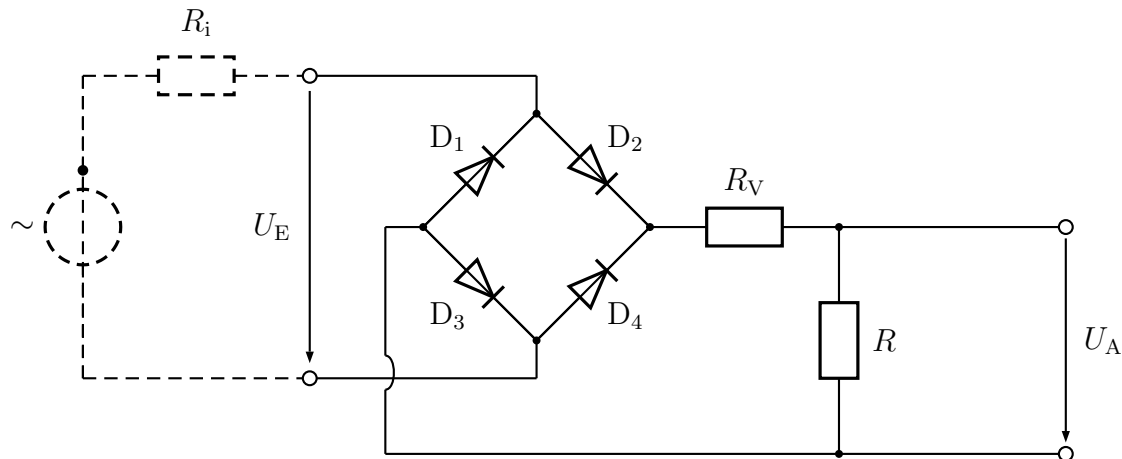


Abbildung 5: Brückengleichrichter

Wiederholen Sie die Messungen von Abschnitt 2.2 (Einweggleichrichter) am Brückengleichrichter (Abb. 5).

Wieso darf U_A mit dem verwendeten Oszilloskop nicht *direkt* gemessen werden?

Wie unterscheiden sich die Spannungsverläufe an der Last?

Dokumentieren Sie qualitativ die Unterschiede.

Literatur

- [1] PRECHTL, Adalbert: *Vorlesung über die Grundlagen der Elektrotechnik*. Bd. 1. Springer Verlag, 1994