

Versuch 1 – passive Bauelemente

1. Diodenkennlinien

Die Diodenkennlinie beschreibt die Abhängigkeit des durch die Diode fließenden Stroms von der über der Diode anstehenden Spannung. Sie ist in beiden Richtungen (Flußrichtung und Sperrichtung) stichprobenhaft aufzunehmen (Abb. 1.1 und 1.2). Richtwerte: Prüfspannung nicht über 10 V, Strom nicht über 100...200 mA. Strommessung mit Escort, Spannungsmessung mit MetraHit.

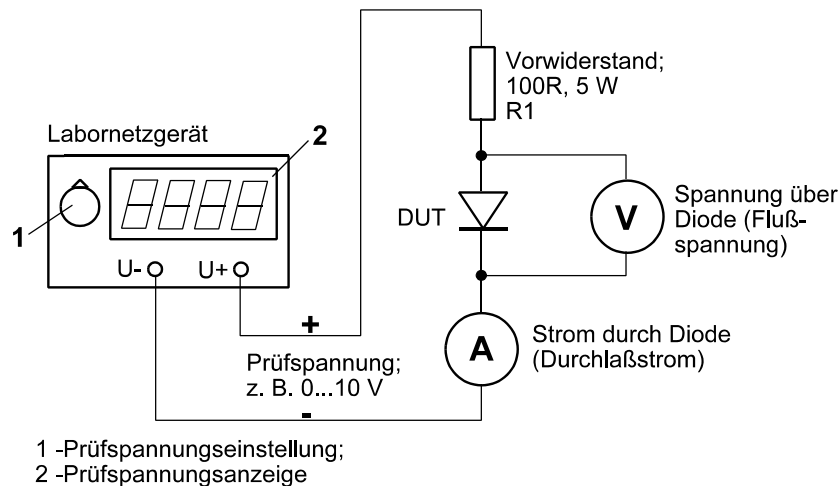


Abb. 1.1 Kennlinienaufnahme in Flußrichtung.

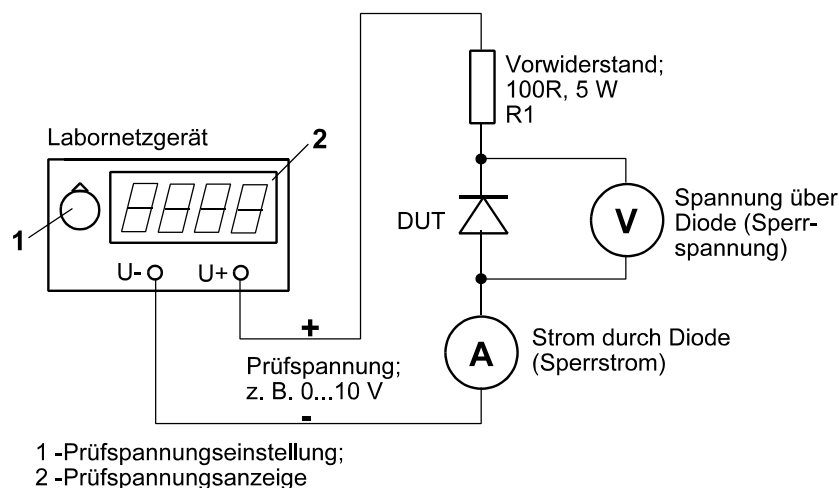


Abb. 1.2 Kennlinienaufnahme in Sperrichtung.

Wir probieren verschiedene Diodentypen durch:

- Gewöhnliche SI-Diode (D1...D4; 1N4148).
- Zwei gewöhnliche SI-Dioden hintereinander (nur Flußrichtung).
- Zenerdiode (D5; BZV85_6V8; nur Sperrichtung).
- Grüne LED (D6; nur Flußrichtung; max. 20 mA).
- Weißer LED (D7; nur Flußrichtung; max. 20 mA).

Zu untersuchen:

Was heißt Flußspannung bzw. Zenerspannung? Ab wann (Stromstärke) bleibt sie einigermaßen konstant? Mit andern Worten: In welchem Bereich kann man die Eingangsspannung variieren, ohne daß sich die Spannung über der Diode (Flußspannung bzw. Zenerspannung) nennenswert ändert? (Anhaltspunkt: In welchem Bereich bleibt die erste Dezimalstelle des Spannungswertes am längsten unverändert?)

Zusatzversuche zu den LEDs:

1. Bei welchem Durchlaßstrom beginnen die LEDs bereits gut wahrnehmbar zu leuchten?
2. Betreiben Sie eine LED über den Funktionsgenerator (Abb. 1.3). Ansteuerung mit positiven Rechteckimpulsen. Von welcher Frequenz an hört das Flimmern auf?

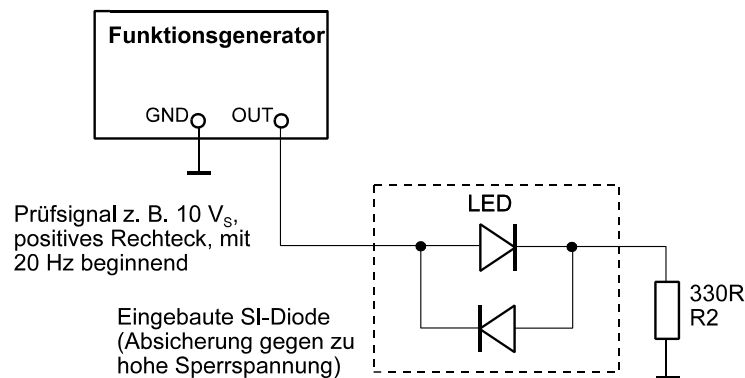


Abb. 1.3 LED-Ansteuerung mittels Funktionsgenerator.

2. Die Diode als Gleichrichter

Versuchsaufbau: Funktionsgenerator als Wechsellspannungsquelle, Oszilloskop zum Darstellen der Spannungsverläufe (Abb. 2.1).

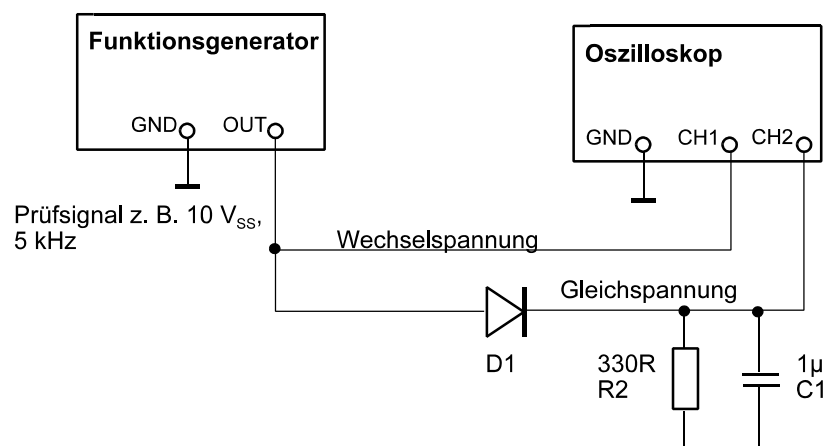


Abb. 2.1 Der grundsätzliche Versuchsaufbau.

Zu untersuchen:

- Widerstand und Kondensator zunächst nicht stecken. Wie sieht es aus, wenn die Diode gar nicht belastet wird?
- Widerstand stecken (Gleichrichtwirkung bei hinreichendem Stromfluß).
- Polarität der Gleichspannung bei andersherum gepolter Diode (umstecken; dann wieder zurück).
- Glättung mittels Kondensator. Wodurch ist das Aussehen der Ausgangsspannung zu erklären? Mit zusätzlichen Kondensatoren probieren (insgesamt maximal vier).
- Spitzenwertgleichrichter (Abb. 2.2). Widerstand raus; Kondensator $1\ \mu\text{F}$ stecken. Wieso ergibt sich jetzt eine glatte Gleichspannung? Wieso kommt es, daß die Gleichrichtung auch ohne Lastwiderstand funktioniert? Digitalmultimeter anschließen. Wodurch erklärt sich der angezeigte Wert?
- Gleichrichtwirkung bei geringer Eingangsspannung ($<$ typische Flußspannung). Zurück zum Aufbau von Abb. 2.1.
- Gleichrichtwirkung, wenn Flußspannung durch externe Gleichspannung kompensiert wird (Abb. 2.3).
- Spannungsverdopplung mittels Villardschaltung (Abb. 2.4). Kontrolle der Ausgangsspannung mittels Digitalmultimeter. Kondensatoren: $1\ \mu\text{F}$. Dann beide Dioden andersherum stecken (Abb. 2.5). Was passiert? Aus zwei Villardstufen einen Spannungsvervierfacher zusammenstecken (Abb. 2.6). Weshalb ist die Spannung deutlich niedriger als sie sein sollte?
- Graetzgleichrichter (Abb. 2.7). Ohne und mit Kondensator erproben.

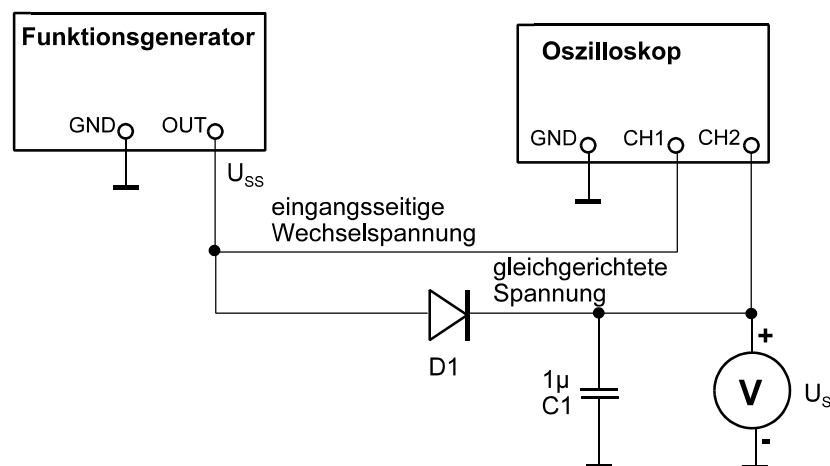


Abb. 2.2 Spitzenwertgleichrichter.

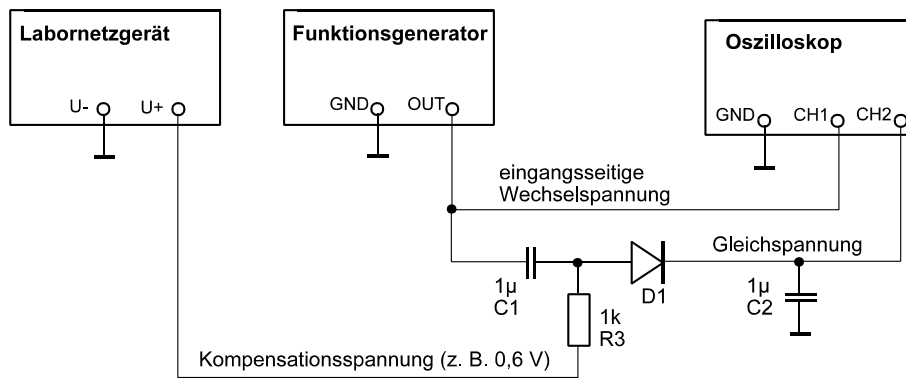


Abb. 2.3 Kompensation der Flußspannung.

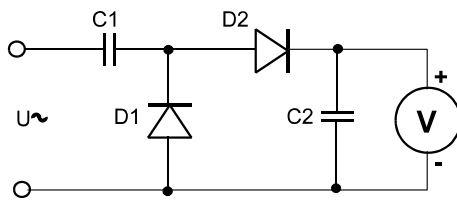


Abb. 2.4 Spannungsverdoppler in Villardschaltung.

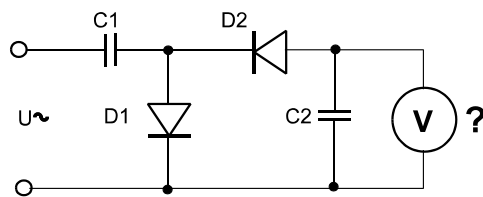


Abb. 2.5 Zusatzversuch: Was passiert, wenn wir die Dioden andersherum einsetzen?

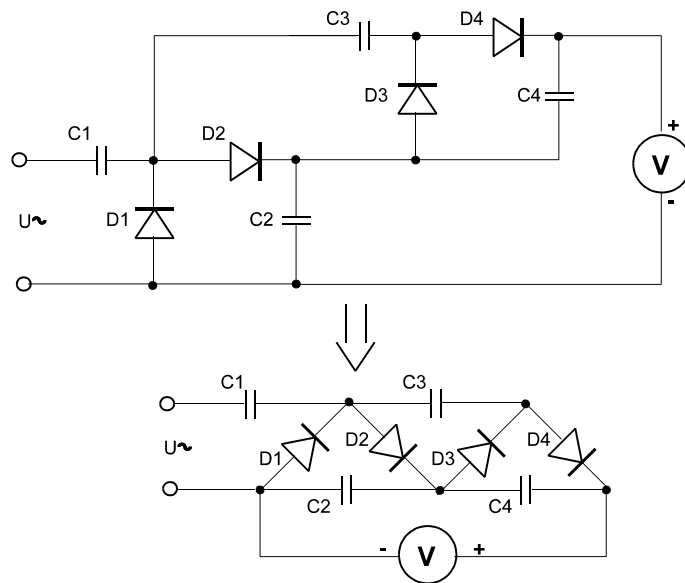


Abb. 2.6 Spannungsvervielfachung mit mehreren (hier zwei) Villardstufen (Vervierfachung).

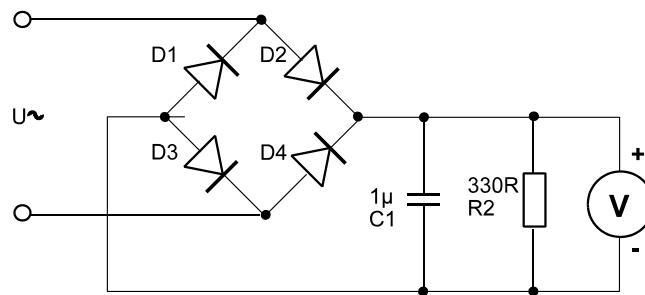


Abb. 2.7 Graetzschaltung (Brückengleichrichter).

3. Klammerschaltungen, Torschaltungen, Begrenzer

- Klammerschaltungen (Abb. 3.1) sollen Signale auf einen bestimmten Bezugspegel beziehen.
- Torschaltungen (Abb. 3.2) sollen Signalflüsse steuern (mit anderen Worten, Signale durchlassen oder nicht durchlassen).
- Begrenzer (Abb. 3.3 und 3.4) sollen verhindern, daß bestimmte Pegel überschritten werden.

Schaltungen aufbauen. Mit beiden Polungen der Diode probieren. Wie muß die Vorspannung jeweils gepolt werden? Welche Signalverläufe ergeben sich?

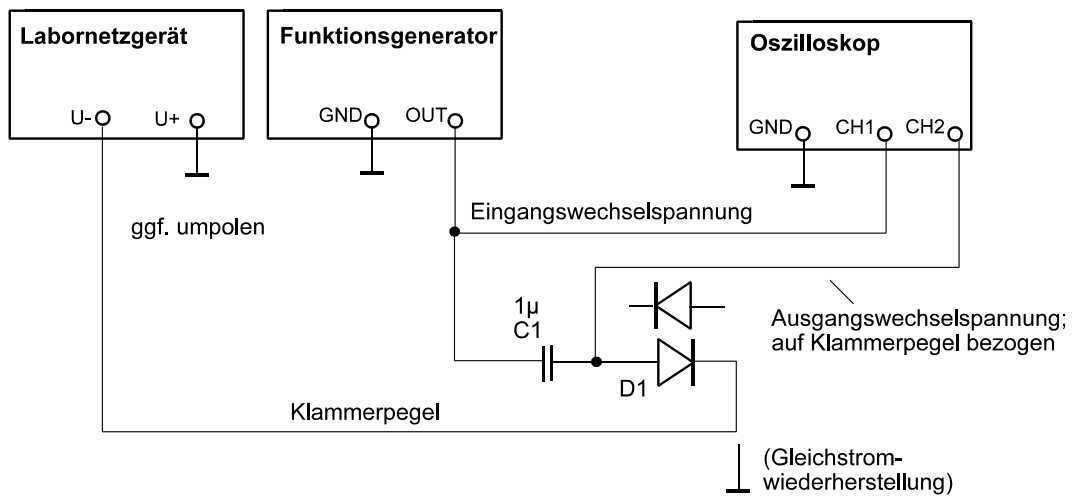


Abb. 3.1 Klammerschaltung. Die Ausgangswchelspannung erscheint auf den Klammerpegel bezogen. Der Klammerpegel kann auch Masse sein (Gleichstromwiederherstellung).

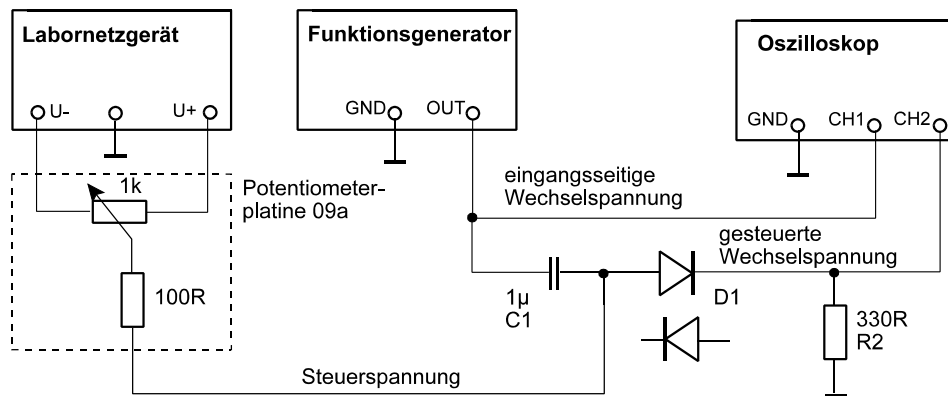


Abb. 3.2 Torschaltung. Ist Steuerspannung + maximaler Wechselspannungswert < Sperrspannung, so ist der Signalweg gesperrt.

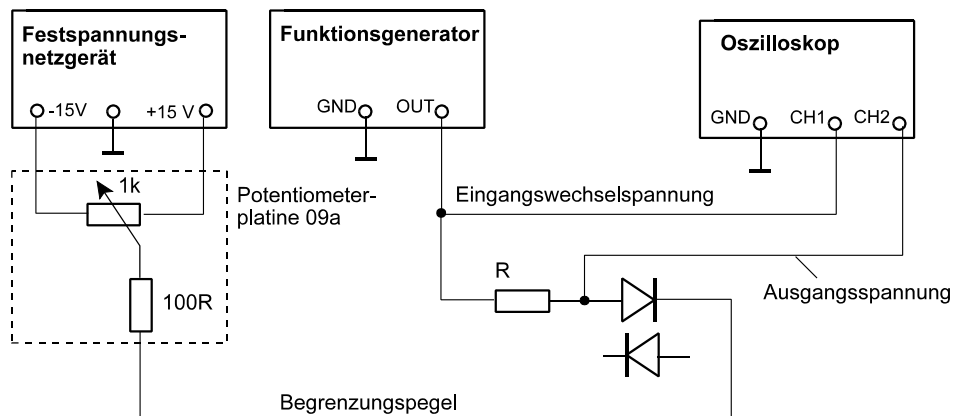


Abb. 3.3 Begrenzer. Übersteigt die Eingangsspannung den Begrenzungspegel, so wird die Diode in Flußrichtung gepolt und somit leitend. Ausgangsspannung deshalb maximal = Begrenzungsspannung + Flußspannung. Der Widerstand dient der Strombegrenzung.

Funktioniert es richtig mit dem Widerstand $R = 1k$? – Ggf. mit Widerstand $22k$ ($R5$) probieren. Weshalb klappt es jetzt besser? Die $22k$ auch in den Schaltungen von Abb. 3.4 verwenden.

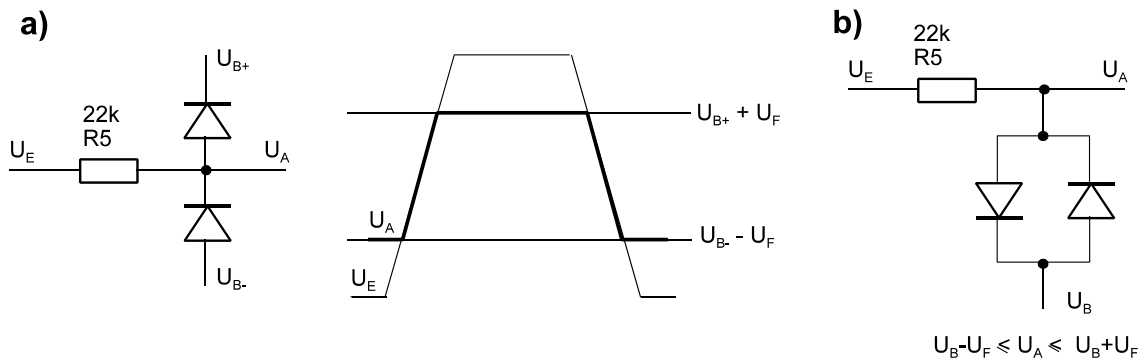


Abb. 3.4 Schutzbeschaltungen mit Begrenzerdioden. a) Begrenzung des Signalhubes auf einen bestimmten Spannungsbereich, b) Begrenzung auf einen Bereich, dessen Breite der doppelten Flußspannung entspricht.

Bereitstellung der Begrenzungsspannungen:

- U_{B+} , U_{B-} : Labornetzgerät.
- zunächst mit $U_B = \text{Masse}$ probieren. Dann Potentiometeranordnung gemäß Abb. 3.3.

Hinweis:

Begrenzung bedeutet stets eine Art Kurzschließen bzw. Ableiten der überschüssigen Signalenergie (Abb. 3.5). Zu beachten:

- die Strombelastung der Signalquelle,
- die Belastbarkeit der Dioden,
- ggf. Probleme, die mit dem Ableiten der eingespeisten Ströme zu tun haben (Anhebung des Massepotentials, Störstrahlung).

Strombegrenzung durch Serienwiderstand (wie in den Abb. 3.3 und 3.4 gezeigt) ist nicht immer möglich (Flankenverschleifung). Viele Begrenzerschaltungen sind nur geeignet, kurzzeitige Spitzen (z. B. Überschwinger) abzuleiten. Liegt die Überspannung länger an, sind andere Maßnahmen erforderlich (z. B. Auftrennen des Stromkreises).

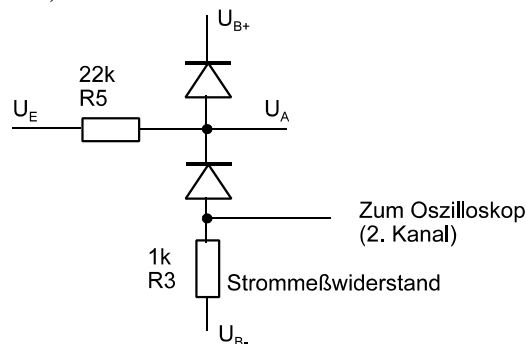


Abb. 3.5 Erweiterung der Schaltung von Abb. 3.4a zur Strommessung. Darstellung des Stromverlaufs über den zweiten Kanal des Oszilloskops (ggf. auf einen Millivoltbereich und auf AC stellen).

4. Diodengatter

Mit Dioden kann man UND- und ODER-Gatter aufbauen (Abb. 4.1 bis 4.5). Zeitgemäße Anwendungen: elementare logische Verknüpfungen von Signalen, die keinen üblichen Logikpegeln entsprechen (vorverarbeitende Logik), z. B. in der Ebene der Feldverkabelung von Steuerungssystemen (vgl. Abb. 4.1) oder zur Implementierung von Sicherheitsfunktionen (die direkt – d. h. ohne Mikrocontroller, Software o. dergl. – wirken müssen).

Versuche:

- Statische Erprobung. Voltmeter (Digitalmultimeter) am Ausgang, Schalten der Eingänge mittels Kippschalterplatine 09a. Betriebsspannung: 15 V (Festspannungsnetzgerät). Schaltungen gemäß den Abb. 4.2 bis 4.4 stecken. Widerstände: 1k (R_3 , R_4).
- Dynamische Erprobung mittels Funktionsgenerator und Oszilloskop (Abb. 4.5 und 4.6). Ein Eingang erhält Impulse, andere Eingänge werden mit einem passenden Pegel verbunden (UND: High, ODER: Low). Funktionsgenerator auf Rechtecksignale und positiven Spannungshub (von 0 bis 15 V) einstellen.

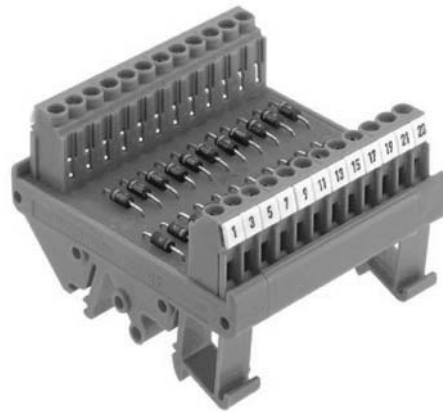


Abb. 4.1 Dioden-Gatterbaustein zum Einsatz in Steuerungssystemen (Weidmüller).

Zu untersuchen:

- Welche Ausgangsspannungen ergeben sich bei den verschiedenen Eingangsbelegungen? Weshalb?
- Was geschieht, wenn man immer mehr Diodengatter hintereinanderschaltet?
- Die ODER-Verknüpfung ist im Grunde nur eine Lötstelle, also eine Zusammenführung der Eingangssignale. Die Dioden dienen lediglich dazu, Rückströme zu verhindern. Wozu ist dann der Lastwiderstand gut? Was passiert, wenn man ihn wegläßt?
- Die Impulsformen (Flanken, Pegel). Wieso kommt es, daß die Impulse so aussehen?

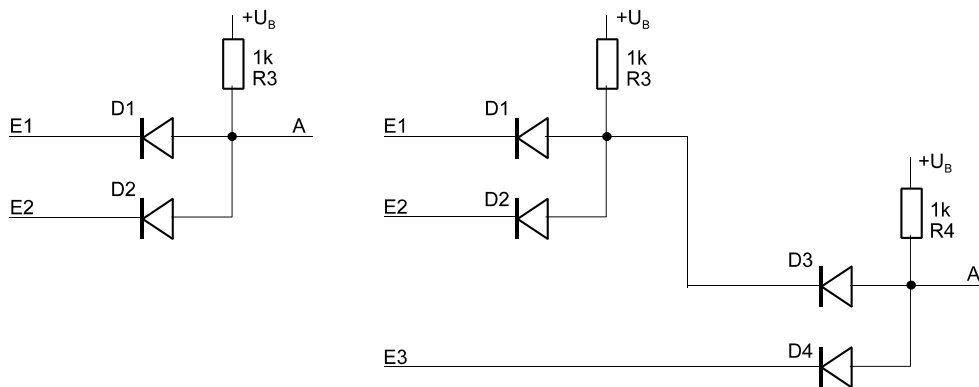


Abb. 4.2 UND-Verknüpfung. Links ein einzelnes Gatter, rechts zwei Gatter hintereinander.

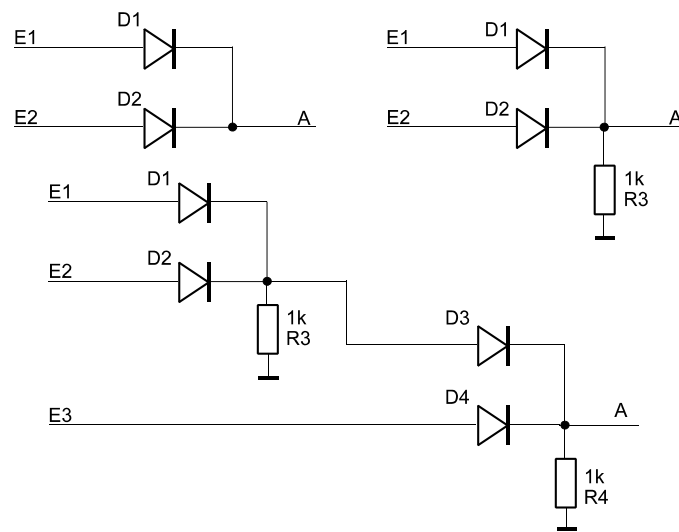


Abb. 4.3 ODER-Verknüpfung. Oben einzelne Gatter, unten zwei Gatter hintereinander.

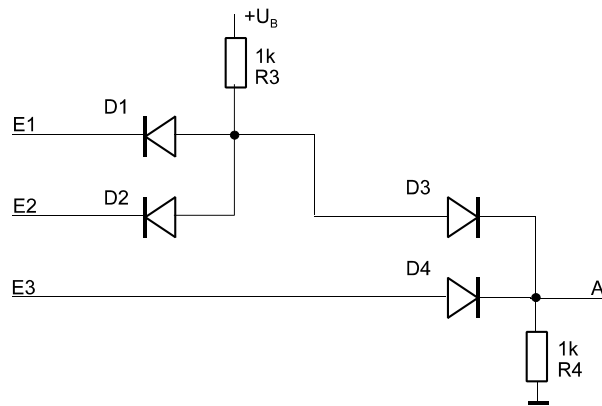


Abb. 4.4 UND-ODER-Verknüpfung.

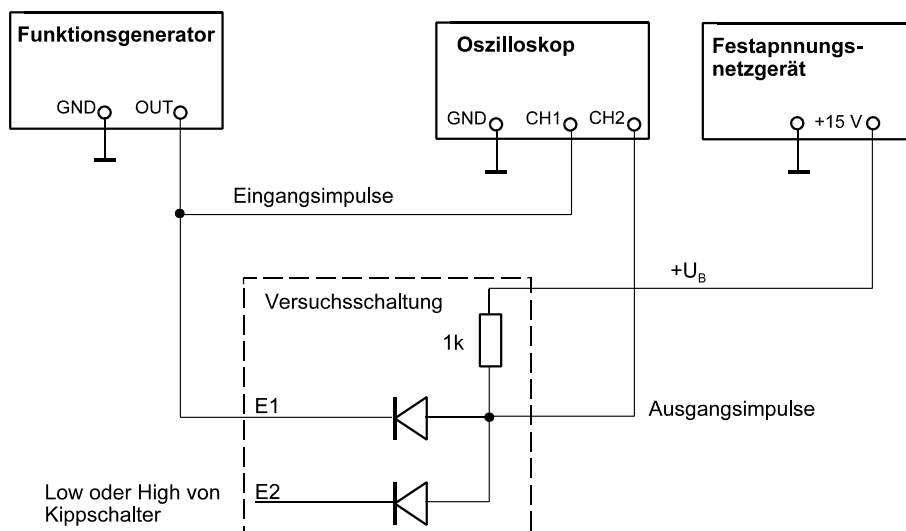


Abb. 4.5 Anordnung zur dynamischen Erprobung.

5. Elementare RC-Glieder

Versuchsaufbau: Funktionsgenerator + Oszilloskop (Abb. 5.1 bis 5.3). Signalhub: 10 V_{SS} . Signalfrequenzen zwischen etwa 100 Hz und einigen hundert kHz durchfahren. Dimensionierung: $R = 1k$, $C = 1\mu F$.

Versuchsreihe 1. Impulsverhalten:

- Wie breit müssen die Impulse sein, um ein gleichsam bilderbuchmäßiges Schaltverhalten zu ergeben? (Soll heißen, daß der Verlauf der e-Funktionen deutlich zu erkennen ist.)
- Was geschieht mit sehr breiten und sehr schmalen Impulsen?
- Wie bekommt man (beim Differenzierglied) unerwünschte Nadeln weg?
- Von welcher Impulsfolgefrequenz an verhält sich das Integrierglied wie eine über die Impulsbreite steuerbare Gleichspannungsquelle? (Anwendung: als einfacher D-A-Wandler.)

Versuchsreihe 2. Differenzieren und Integrieren:

- In welchen Bereichen der Impulsfolgefrequenz wirken die Schaltungen als Differenzier- oder Integrierglieder?
- Wie sehen dann die Ausgangssignale bei Ansteuerung mit Sinus, Dreieck und Rechteck aus?

Versuchsreihe 3. Wechselspannungsverhalten (Sinus-Erregung):

- Wie verhalten sich die Schaltungen beim Durchfahren des Frequenzbereichs?
- Was bedeutet eigentlich "Grenzfrequenz"? Um die Ausgangsspannung besser messen zu können, schalten wir einen behelfsmäßigen Spitzenwertgleichrichter nach. Dimensionierung: $C = 1 \mu F$.

Ausgangsspannungskontrolle mittels Oszilloskop und Voltmeter (über Spitzenwertgleichrichter).

Hinweis:

Die Grenzfrequenz f_g ist jene Frequenz, bei der der Blindwiderstand ($X_C = \frac{1}{2\pi f C}$) gleich dem Gleichstromwiderstand (R) ist.

$$\frac{1}{2\pi f C} = R ; f_g = \frac{1}{2\pi R C}$$

Somit ist die Zeitkonstante

$$\tau = RC = \frac{1}{2\pi f_g}$$

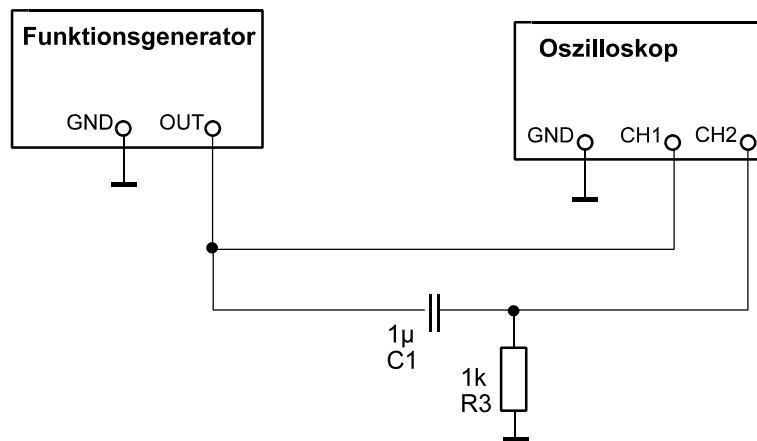


Abb. 5.1 Differenzierglied bzw. Hochpaß

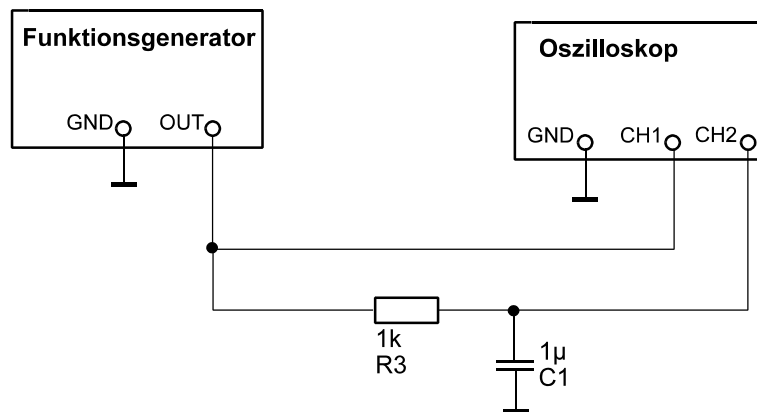


Abb. 5.2 Integrierglied bzw. Tiefpaß.

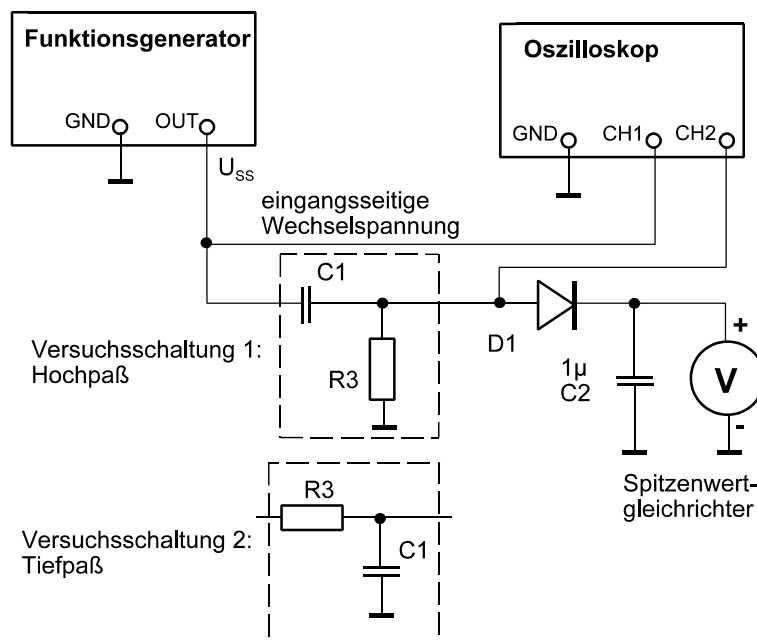


Abb. 5.3 Untersuchung des Wechselspannungsverhaltens.

Stückliste zum Versuch 1:

Bezeichnung	Anzahl	Typ
D1...D4	4	Si-Diode 1N4148
D5	1	Zenerdiode BZV85_6V8
D6	1	LED gn (mit antiparallel geschalteter Schutzdiode)
D7	1	LED ws (mit antiparallel geschalteter Schutzdiode)
R1	1	Widerstand 100R, 5 W
R2	1	Widerstand 330R, 1 W
R3, R4	2	Widerstand 1k
R5	1	Widerstand 22k
C1...C4	4	Keramikkondensator 1 μ F
J1...3	3	Steckbrücke

