

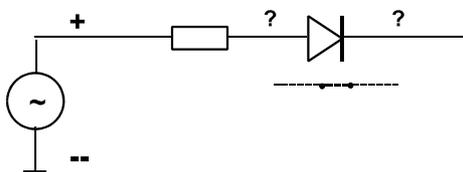
Diodenschaltungen

Die Diode ist ein Schalter, dessen Schaltzustand von der Pegeldifferenz an Anode und Katode gesteuert wird. Auf das Vorzeichen der Pegeldifferenz kommt es an:

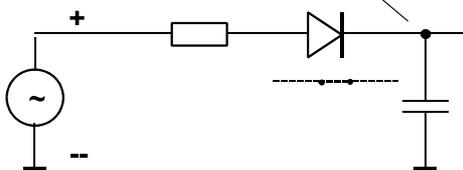
- Liegt an der Anode ein positiveres Potential als an der Katode, so ist die Diode in Flußrichtung gepolt. Dann ist sie näherungsweise ein geschlossener Schalter (leitend).
- Liegt an der Anode ein negativeres Potential als an der Katode, so ist die Diode in Sperrichtung gepolt. Dann ist sie näherungsweise ein offener Schalter (nicht leitend).

Diode in Flußrichtung (leitend)

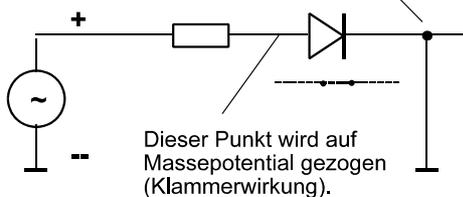
Auf welcher Seite ist die Impedanz niedriger?
Der Pegel auf dieser Seite setzt sich durch, weil die Diode eine leitende Verbindung herstellt..



Beispiel einer hohen Impedanz:

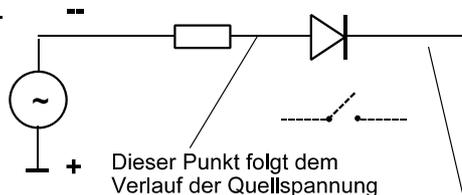


Beispiel einer niedrigen Impedanz:



Dieser Punkt wird auf Massepotential gezogen (Klammerwirkung).

Diode in Sperrichtung (nicht leitend)



Dieser Punkt folgt dem Verlauf der Quellspannung

An diesem Punkt kommt nichts an. Er bleibt auf seinem bisherigen Potential.

Der Kondensator lädt sich auf den positiven Spitzenwert auf.



1. Die Diode als Gleichrichter

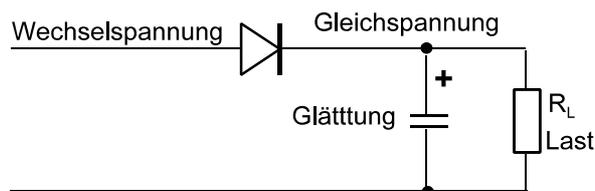


Abb. 1.1 Einweggleichrichter. Diode in Reihenschaltung.

Eingangswiderstand (näherungsweise):

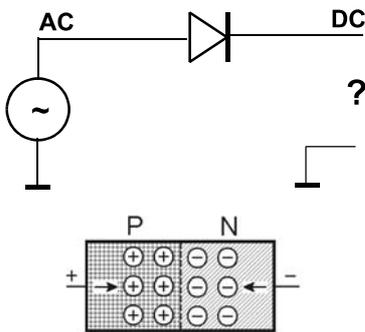
$$R_E = \frac{R_L}{2} \parallel R_{SP}$$

R_{SP} = Sperrwiderstand der Diode. Kann typischerweise vernachlässigt werden.

Der Eingangswiderstand R_E ist eine Ersatzgröße, die die Belastung der Quelle kennzeichnet. Die obige Näherungsformel kann über die Verlustleistung hergeleitet werden.

Die Diode als Gleichrichter

Unsicher:



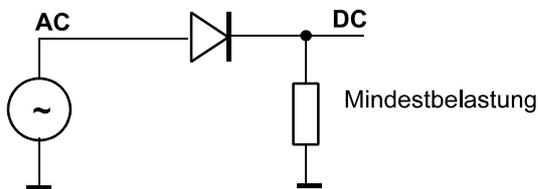
Diese Seite ist berührungsempfindlich.

Die Funktion der Diode beruht darauf, daß Ladungsträger in der Sperrschicht rekombinieren.

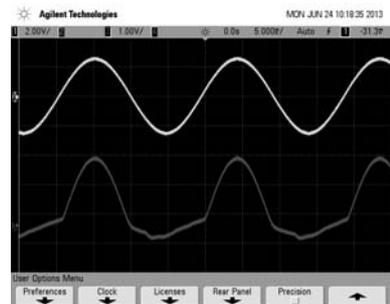
Damit sie funktioniert, muß Strom durchfließen.

Wenn nichts fließt, können auch keine Ladungsträger rekombinieren. Auf der Gleichspannungsseite ergibt sich dann eine hohe Impedanz.

Sicher:



Belastung nur mit dem Tastkopf des Oszilloskops. Das ist zuwenig.



Belastung mit 10k bei 5 V V_{SS}

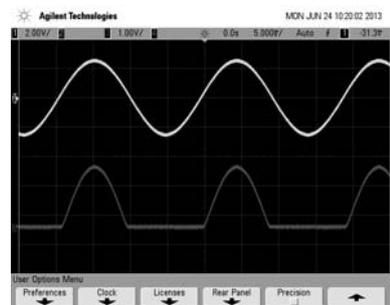


Abb. 1.2 Durch die Diode muß Strom fließen, sonst funktioniert es nicht ...

Auf der Gleichspannungsseite brauchen wir eine Belastung – und wenn es nur ein Kondensator ist. Wird kein Laststrom entnommen, so lädt sich der Kondensator auf den Spitzenwert der Wechselspannung auf (Spitzenwertgleichrichter).

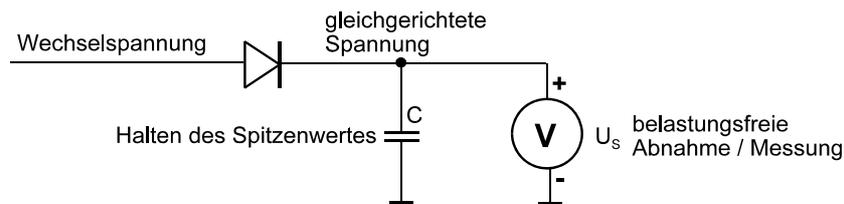


Abb. 1.3 Spitzenwertgleichrichter

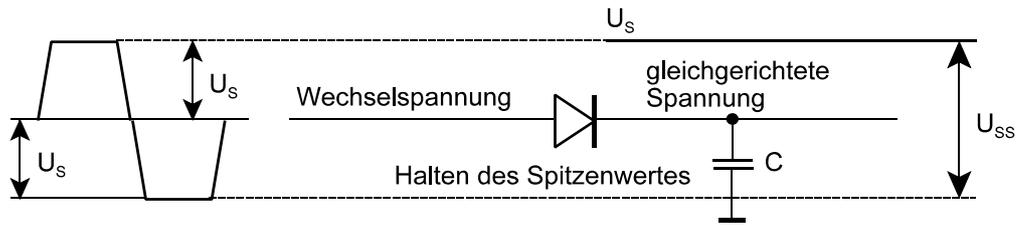


Abb. 1.4 Zur Wirkungsweise des Spitzenwertgleichrichters.

Die Spannung über dem Ladekondensator ist allerdings um den Wert der Flußspannung geringer als der Spitzenwert.

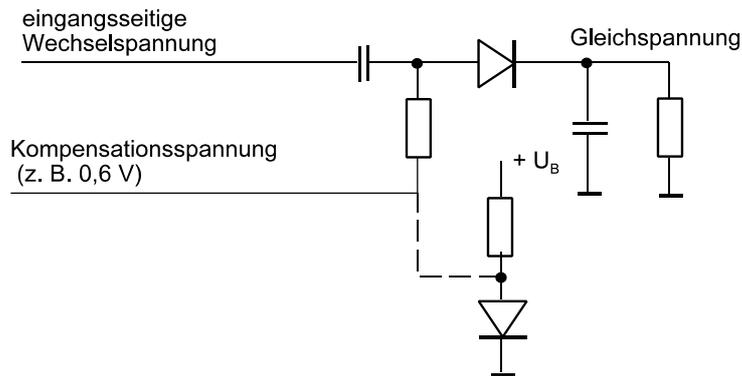


Abb. 1.5 Kompensation der Flußspannung. Die Kompensationsspannung kann u. a. mit einer zweiten Diode erzeugt werden.

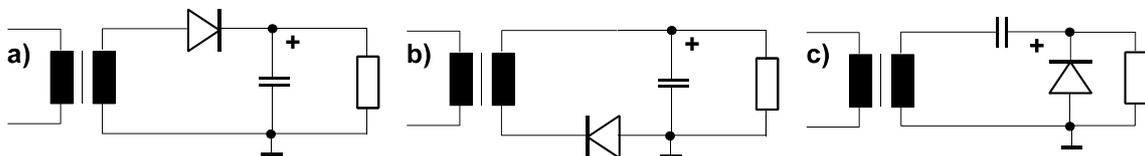


Abb. 1.6 Masseverbindungen. a) beide Pole der Diode an Spannung, Wicklung an Masse. b) Diode an Masse. d) Diode und Wicklung an Masse. Diese Schaltung liefert aber keine wirkliche Gleichspannung (s. weiter unten). Der Kondensator ist ein Speicher- oder Entkopplungskondensator, kein Lade- oder Siebkondensator.

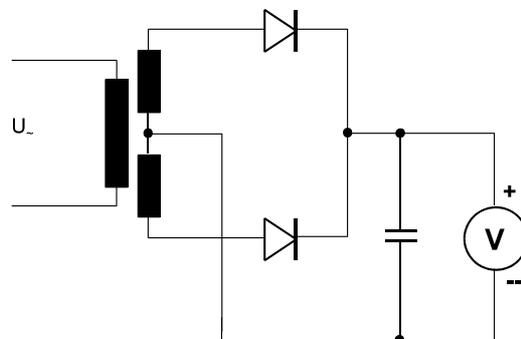


Abb. 1.7 Zweiweggleichrichter.

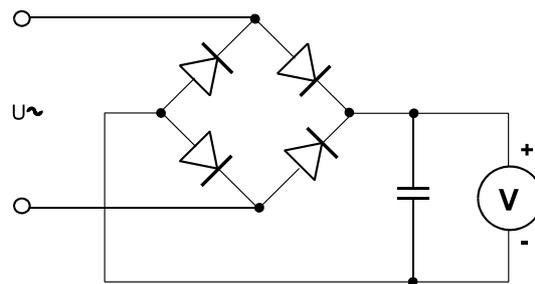


Abb. 1.8 Brücken- oder Graetzgleichrichter.

Durch einen Graetzgleichrichter kann nur dann Wechselstrom fließen, wenn auch ein Gleichstromweg vorhanden ist, denn sonst liegen alle Dioden in Sperrrichtung. Das kann man ausnutzen, um einen kontaktlosen Wechselstromschalter zu bauen.

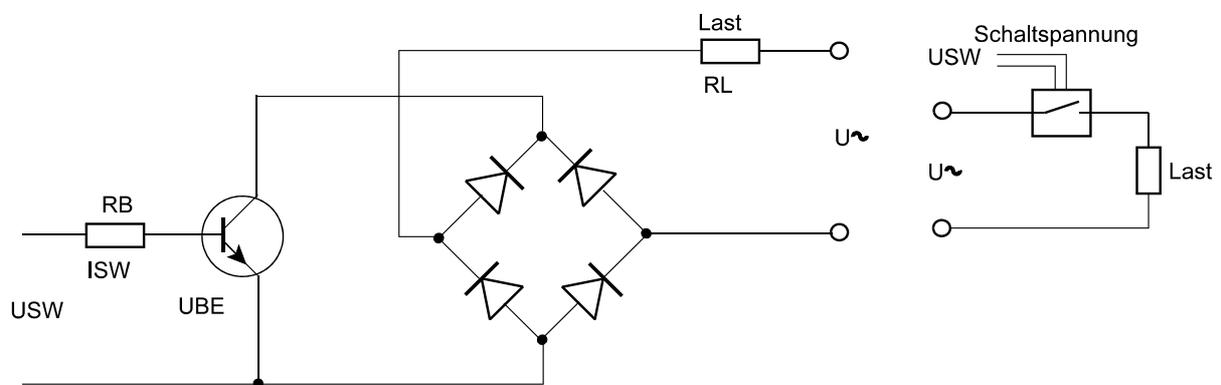


Abb. 1.9 Wechselstromschalter auf Grundlage eines Graetzgleichrichters.

Auch diese Schaltung wird in der Literatur als Gleichrichter bezeichnet. Was leistet sie wirklich?

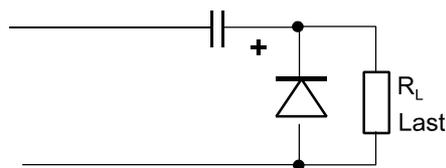
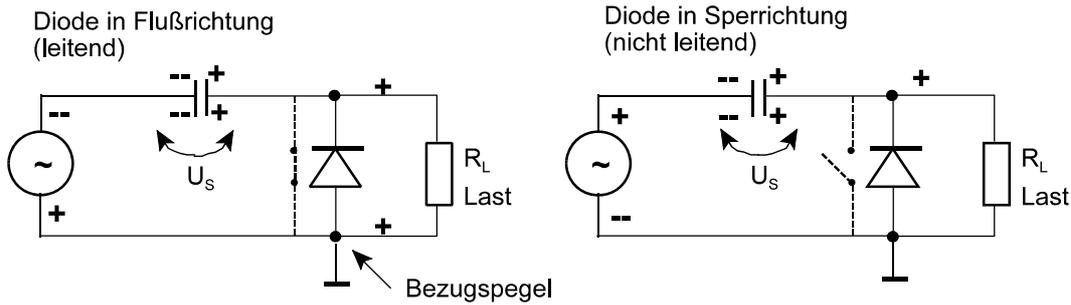
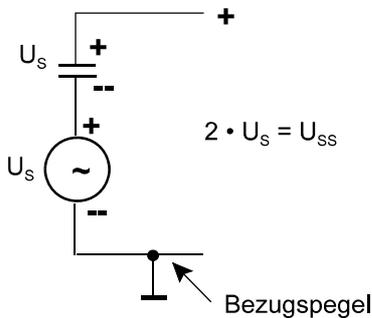


Abb. 1.10 Gleichrichter mit Diode in Parallelschaltung.

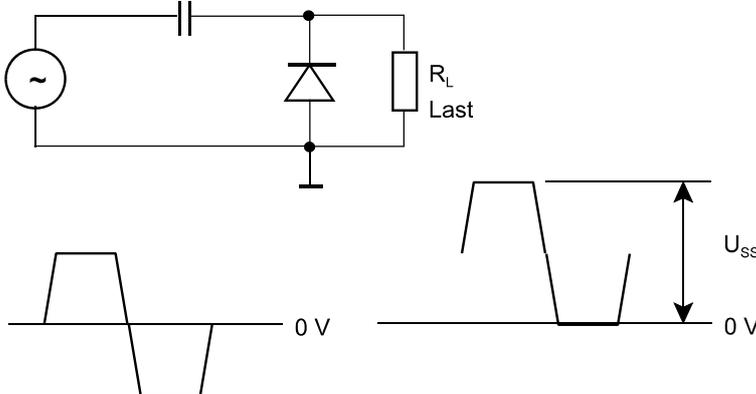


Flußrichtung = geschlossener Schalter.
 Der Kondensator wird bis zur Spitzenspannung U_s geladen. Über der Last liegen 0 V (Kurzschluß).

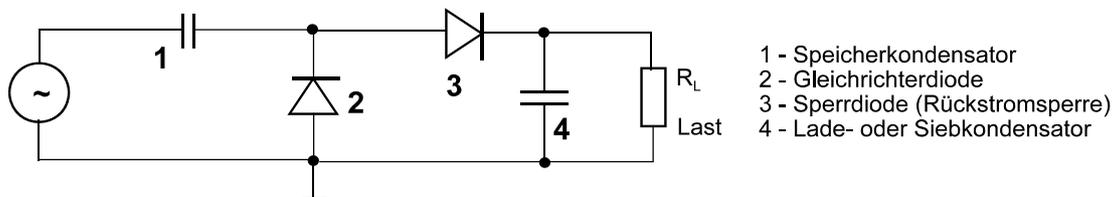
Sperrichtung = offener Schalter.
 Jetzt kann kein Strom fließen. Deshalb bleibt der Kondensator so geladen, wie er ist. Über dem Kondensator liegt die Spitzenspannung U_s . Der geladene Kondensator liegt mit der Spannungsquelle in Reihe. Die Last sieht somit die doppelte Spitzenspannung $2 \cdot U_s = U_{ss}$ (Spannungsverdopplung). Diese Spannung ist auf den Pegel des durchgehenden Leiters bezogen. Es handelt sich somit um eine pulsierende Gleichspannung mit dem Verlauf der Quellspannung und dem doppelten Maximalwert. Deshalb kann man diese Schaltung als Gleichrichter ansprechen.



Die parallelgeschaltete Diode ergibt eine pulsierende Gleichspannung mit dem maximalen Hub der doppelten Spitzenspannung.

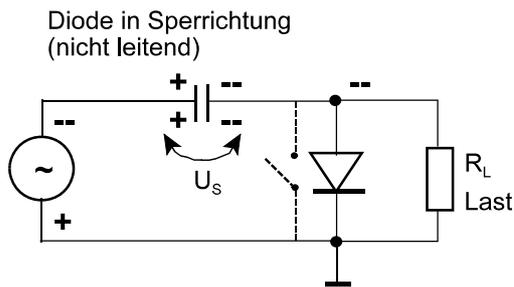
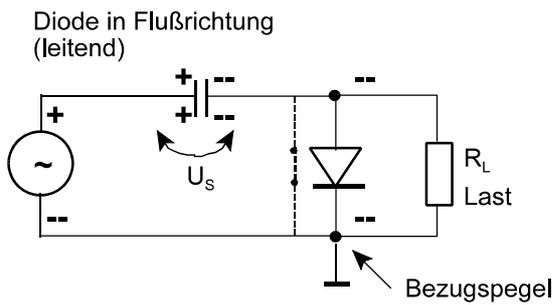


Wie bekommt man daraus eine wirklich glatte Gleichspannung?



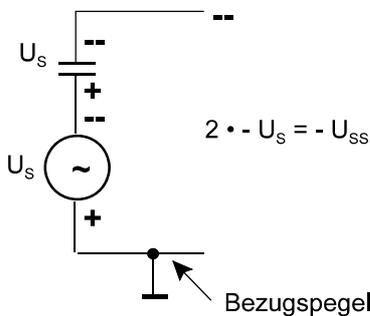
Was wir hier gebaut haben ist eigentlich ein Spannungsverdoppler in Villardschaltung...

Abb. 1.11 Zur Wirkungsweise. Eigentlich ist es eine Klammerschaltung, die den Wechselspannungsverlauf durchreicht und auf den Massepegel bezieht. Anwendung: als Demodulator, Meßgleichrichter und Spannungsverdoppler.

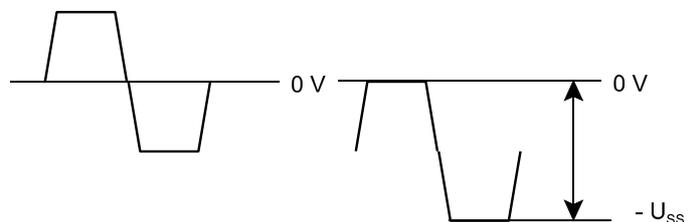
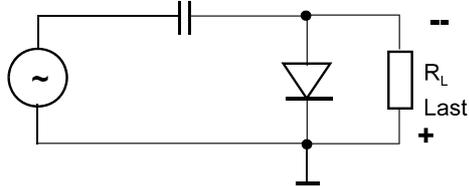


Flußrichtung = geschlossener Schalter
Der Kondensator wird bis zur Spitzenspannung $-U_s$ geladen. Über der Last liegen 0 V (Kurzschluß).

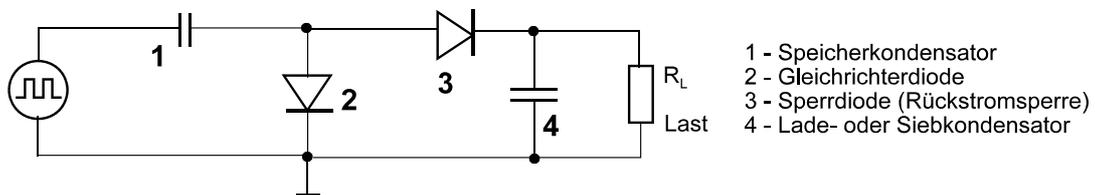
Sperrichtung = offener Schalter
Jetzt kann kein Strom fließen. Deshalb bleibt der Kondensator so geladen, wie er ist. Über dem Kondensator liegt die Spitzenspannung $-U_s$. Der geladene Kondensator liegt mit der Spannungsquelle in Reihe. Die Last sieht somit die doppelte Spitzenspannung $2 \cdot -U_s = -U_{ss}$ (Umpolung und Spannungsverdopplung und). Diese Spannung ist auf den Pegel des durchgehenden Leiters bezogen. Es handelt sich somit um eine pulsierende Gleichspannung mit dem Verlauf der Quellspannung und dem doppelten, umgepolten (negativen) Maximalwert.



Die parallelgeschaltete Diode ergibt eine negativ gepolte pulsierende Gleichspannung mit dem maximalen Hub der doppelten Spitzenspannung.



So kann man eine negative Gleichspannung aus einer Impulsquelle erhalten, die positive Spannungsverläufe liefert.



- 1 - Speicherkondensator
- 2 - Gleichrichterdiode
- 3 - Sperrdiode (Rückstromsperr)
- 4 - Lade- oder Siebkondensator

In der Praxis kann dies eine beliebige, oftmals ohnehin vorhandene Quelle periodischer Spannungsverläufe sein, beispielsweise ein Taktsignalgenerator.

Abb. 1.12 Wirkprinzip und Schaltung für negativ gepolte Gleichspannung.

Der Eingangswiderstand der Parallelschaltung:

$$R_E = \frac{R_L}{3} \parallel R_{SP}$$

Die Belastung der Quelle ist höher. Der in Reihe liegende Kondensator trennt aber ggf. Gleichstromanteile ab. Über der Diode liegt nur die "echte" Wechselspannung. Deshalb wird die Schaltung oft verwendet, um Wechselspannungen zu messen.

Die übliche Reihenschaltung der Diode funktioniert nicht richtig, wenn die Wechselspannungsquelle kapazitiv gekoppelt ist, denn in Sperrichtung gibt es dann keinen Stromfluß. Deshalb kann sich der Kondensator nicht entladen.

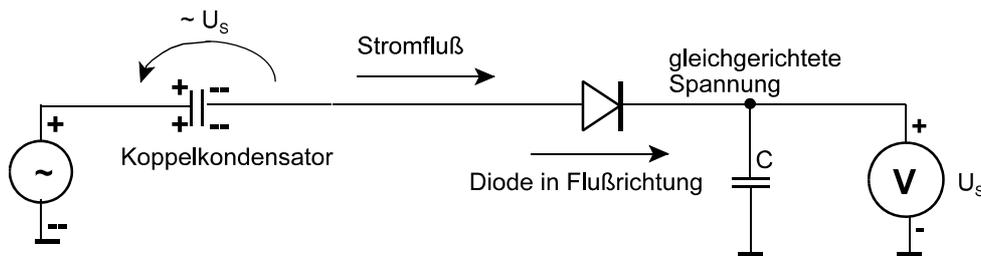


Abb. 1.13 Der übliche Einweggleichrichter an einer kapazitiv gekoppelten Wechselspannungsquelle (1). Die Wechselspannung ist in Flußrichtung gepolt. Der Koppelkondensator lädt sich entsprechend auf. Ist er voll aufgeladen, liegt über ihm näherungsweise die Spitzenspannung an.

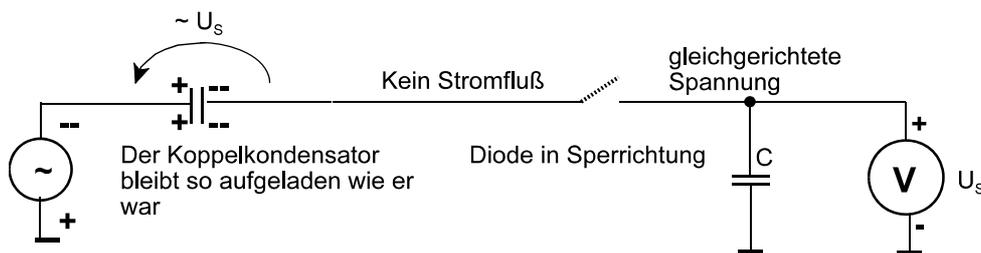


Abb. 1.14 Der übliche Einweggleichrichter an einer kapazitiv gekoppelten Wechselspannungsquelle (2). Die Wechselspannung ist in Sperrichtung gepolt. Deshalb kann kein Strom fließen. Der Koppelkondensator behält seine Ladung. Über ihm liegt nach wie vor näherungsweise die Spitzenspannung an.

Ist der Koppelkondensator voll aufgeladen, so ist er im Grund eine Gleichspannungsquelle, die näherungsweise die Spitzenspannung abgibt und mit der Wechselspannungsquelle in Reihe liegt. Demzufolge ergibt sich näherungsweise:

- In Flußrichtung sind beide Spannungen entgegengesetzt gepolt (+ an +) : $+ U_s - (- U_s) = 0 \text{ V}$.
- In Sperrichtung sind beide Spannungen gleichsinnig gepolt (- an +): $- U_s + (- U_s) = - 2 U_s = - U_{SS}$.

An der Anode der Diode liegt somit der Wechselspannungsverlauf mit der positiven Spitze auf Massepotential (0 V) und der negativen Spitze auf $- U_{SS}$. Die gleichgerichtete Spannung hängt davon ab, wie weit der Siebkondensator aufgeladen werden konnte. Theoretisch kann gar kein Strom fließen, weil (1) in Sperrichtung die Diode sperrt und weil (2) in Flußrichtung die über

dem Kondensator liegende Flußspannung der Wechselspannungsquelle entgegenwirkt. Somit kann die Spannung am Gleichrichtereingang maximal 0 V erreichen. Ansonsten ist sie negativ – also in Sperrrichtung – gepolt.

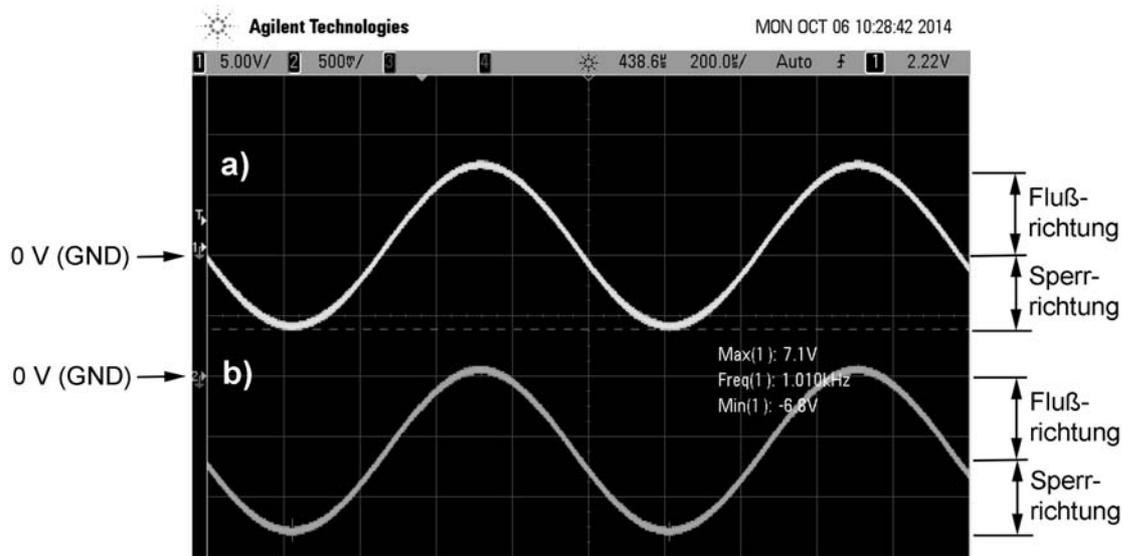


Abb. 1.15 Spannungsverläufe. a) Wechselspannungsquelle; b) Gleichrichtereingang (Anode).

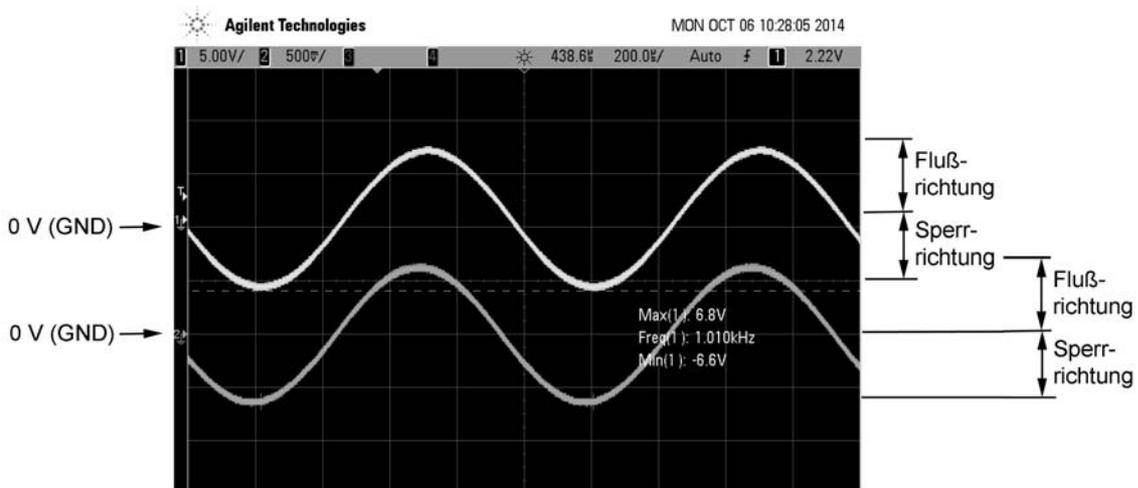
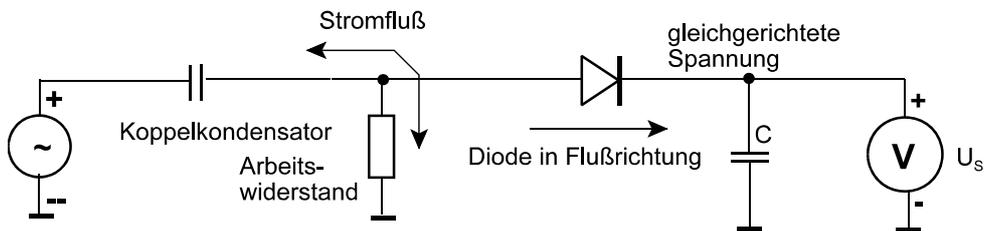
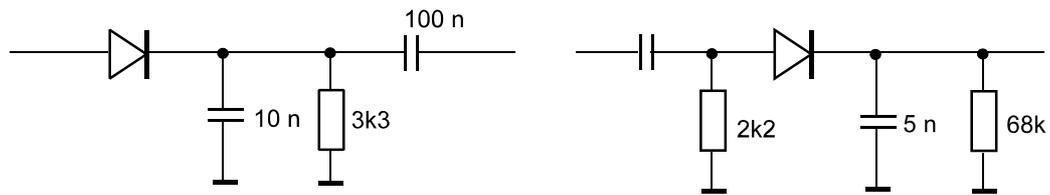


Abb. 1.16 Abhilfe: Dem Koppelkondensator muß ein Arbeitswiderstand nachgeschaltet werden, über den er sich im Rhythmus der Eingangswechselspannung zyklisch umladen kann. Jetzt liegt wieder eine echte Wechselspannung am Gleichrichtereingang.



Demodulatorastkopf:

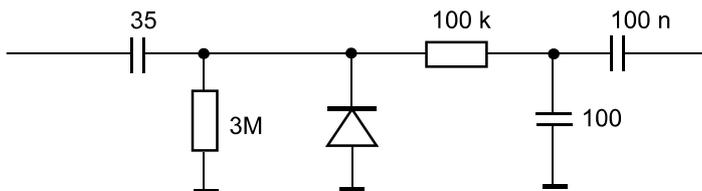


Abb. 1.17 HF-Demodulatorschaltungen.

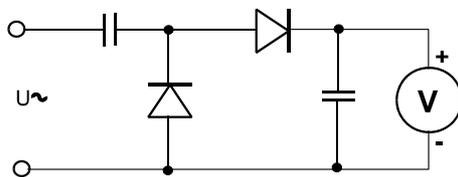


Abb. 1.18 Spannungsverdoppler (1). Villardschaltung. Vgl. Abb. 1.11.

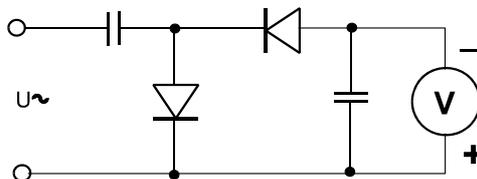


Abb. 1.19 Durch Umpolen der Dioden hat die Ausgangsspannung umgekehrte Polarität.

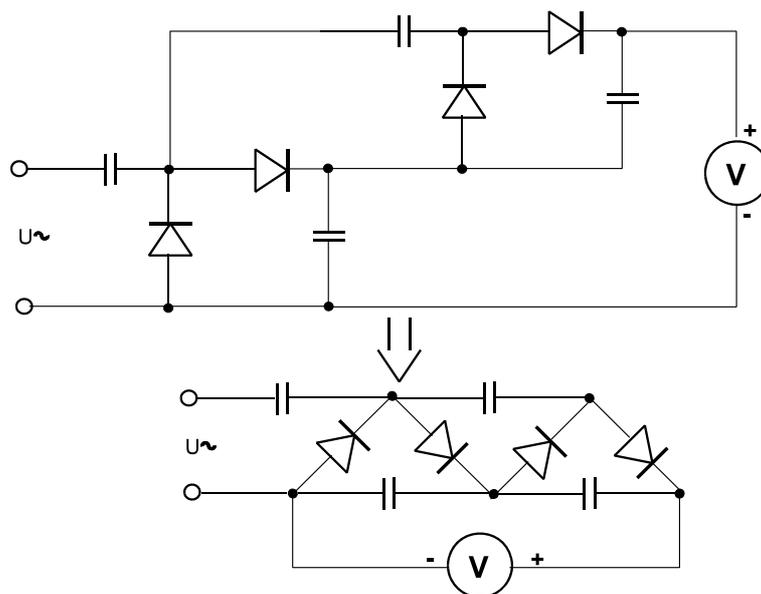


Abb. 1.20 Spannungsvervielfachung mit mehreren (hier zwei) Villardstufen (Vervielfachung).

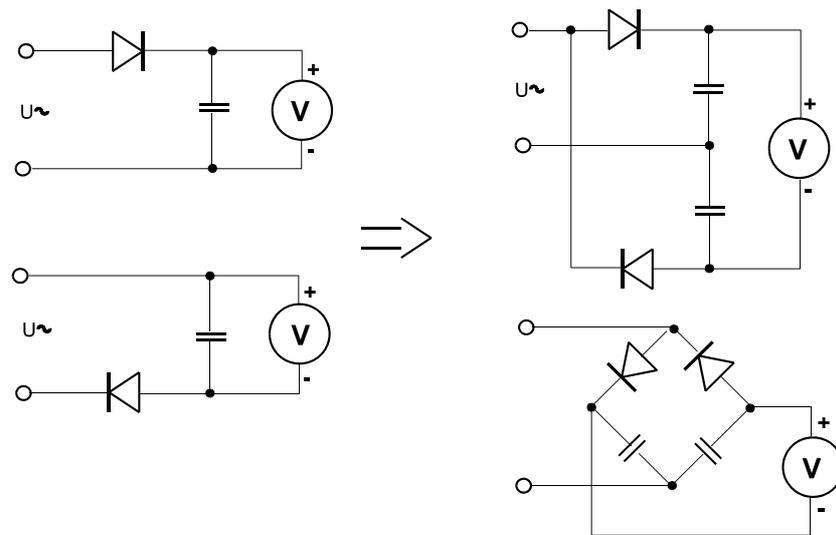


Abb. 1.21 Spannungsverdoppler (2). Delon- oder Greinacherschaltung.

In Villardschaltung haben Quelle und Last einen Pol gemeinsam, können also ggf. beide an Masse gelegt werden. In Greinacher- oder Delonschaltung sind Quelle und Last nicht miteinander verbunden.

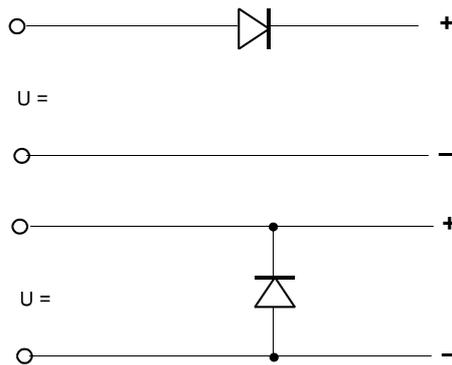


Abb. 1.22 Verpolschutz.

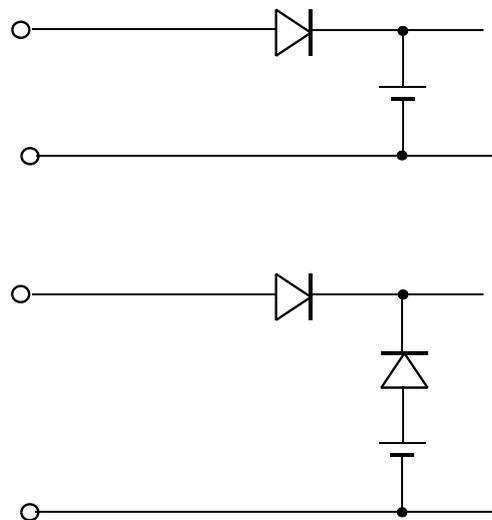


Abb. 1.23 Sperrdioden (Rückstromsperre).

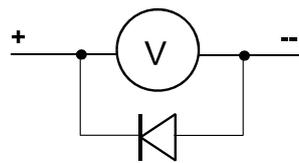


Abb. 1.24 Schutz eines Meßinstruments gegen Falschpolung.

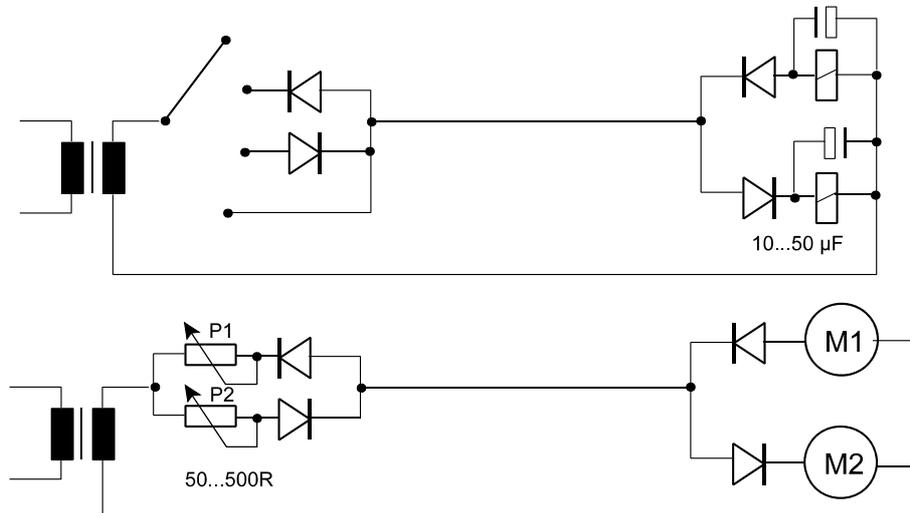


Abb. 1.25 Zwei Steuervorgänge über ein Leitungspaar.

2. Spannungsstabilisierung

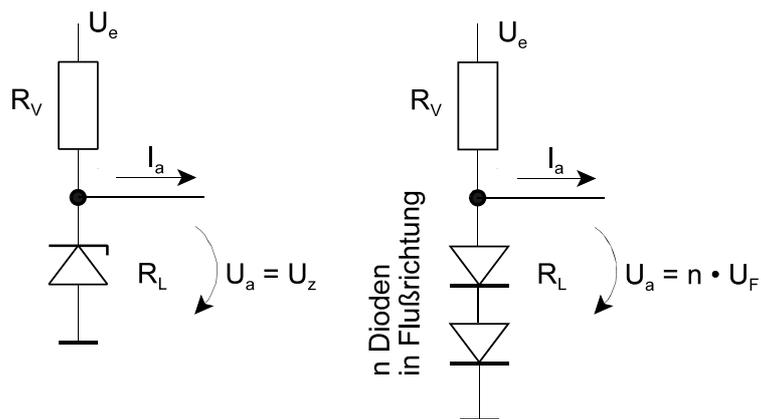


Abb. 2.1 Spannungsstabilisierung a) mit Zenerdiode (Sperrichtung); b) mit Diode(n) in Flußrichtung.

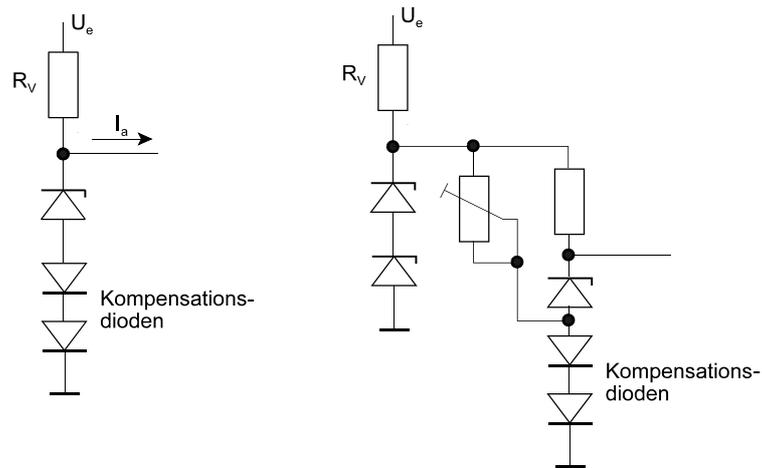


Abb. 2.2 Temperaturkompensation mit Si-Dioden. Rechts Kaskadenschaltung. Spannungskonstanz bis 0,01%.

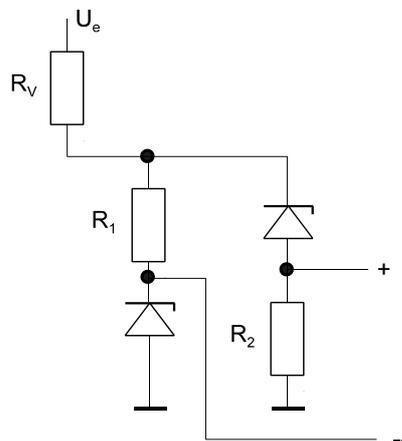


Abb. 2.3 Brückenschaltung. $R_1 = R_2$. Werte näherungsweise dyn. Widerstand der Z-Dioden. Stabilisierungsfaktor 500...1000 bei konstanter Belastung.

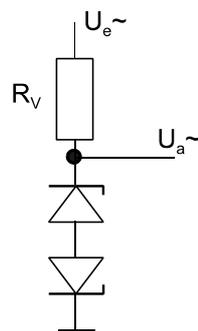


Abb. 2.4 Wechselspannungsstabilisierung. Ein richtiger Sinus kommt natürlich nicht mehr heraus (Begrenzerwirkung).

Zener- und Flußspannungen können in Reihe geschaltet werden.

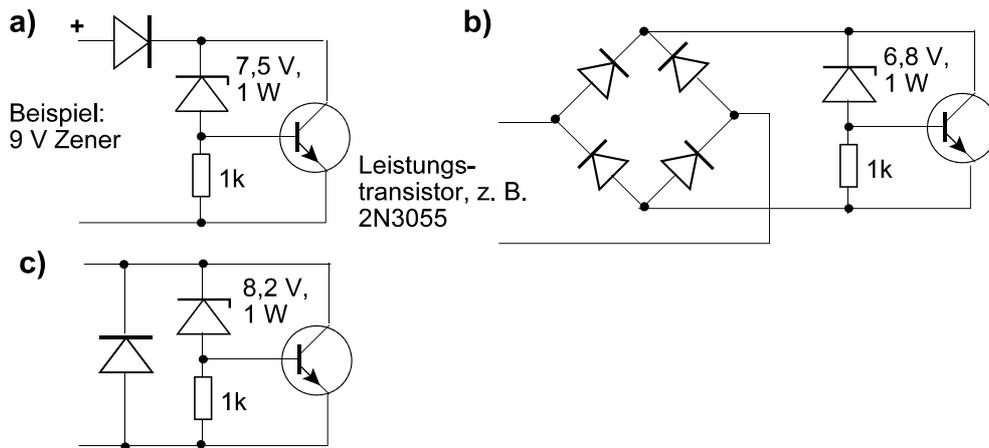


Abb. 2.5 Wenn man mehr Leistung braucht: Schaltungen, die sich wie Zenerdioden verhalten. a) unipolar; b) symmetrisch. c) soll sich der Apparat a) auch dann wie eine richtige Zenerdiode verhalten, wenn er andersherum gepolt angeschlossen wird (Flußrichtung), muß man so bauen. Der Transistor bestimmt die Leistung. Eigentlich ist es ein Parallelregler mit einer vorgeordneten Gleichrichterschaltung.

3. Klammerschaltungen, Torschaltungen, Begrenzer

- Klammerschaltungen (Abb. 3.1) sollen Signale auf einen bestimmten Bezugspegel (Klammerpegel) beziehen (Abb. 3.2).
- Torschaltungen (Abb. 3.3 und 3.4) sollen Signalflüsse steuern (mit anderen Worten, Signale durchlassen oder nicht durchlassen).
- Begrenzer (Abb. 3.5 und 3.6) sollen verhindern, daß bestimmte Pegel überschritten werden.

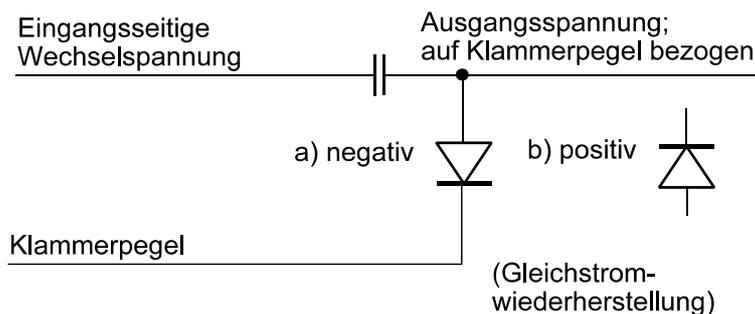


Abb. 3.1 Klammerschaltung.

Die Wirkung beruht darauf, daß eine Diode in Flußrichtung praktisch einen geschlossenen Schalter darstellt. Im Fall a) ist die Diode leitend, wenn der Signalpegel positiver ist als der Klammerpegel. Hierdurch wird das Ausgangssignal praktisch mit der Quelle des Klammerpegels verbunden. Der Kondensator wird entsprechend geladen. Jeder andere als der maximale (positive) Signalpegel ist dann negativer als der Klammerpegel, so daß die Diode demzufolge in Sperrichtung gepolt wird und die Verbindung wieder trennt. Die Ausgangswechselspannung erscheint somit auf den Klammerpegel bezogen. Der Klammerpegel kann auch Masse sein (Gleichstromwiederherstellung). Der Wechselspannungsverlauf sitzt auf dem Klammerpegel auf und hat die jeweils angegebene Polung.

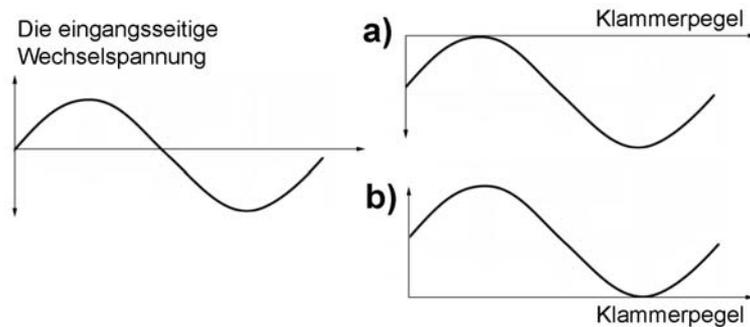


Abb. 3.2 So wirkt die Kammerschaltung. a) negativer, b) positiver Klammerpegel. Die Diode ist jeweils gemäß Abb. 3.1a oder b gepolt. Zum Prinzip vgl. auch die Abb. 1.11 und 1.12.

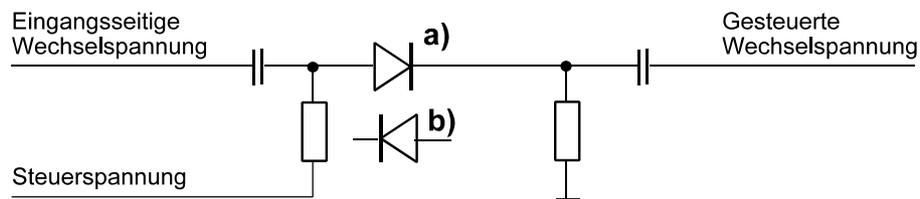


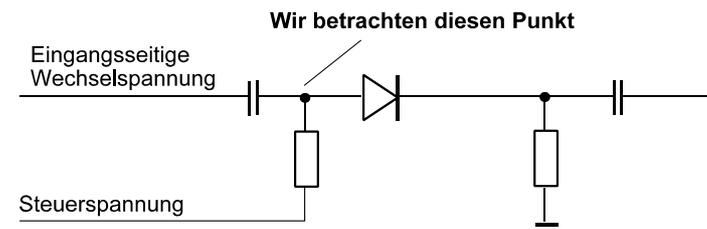
Abb. 3.3 Torschaltung. a) Sperrung mit negativer, Durchlaß mit positiver Steuerspannung. b) Sperrung mit positiver, Durchlaß mit negativer Steuerspannung.

Die Steuerwirkung ergibt sich dadurch, daß die Steuerspannung die Diode entweder ständig in Durchlaßrichtung oder ständig in Sperrichtung hält, gleichgültig welchen Momentanwert die Wechselspannung aufweist (Abb. 3.4).

In der Schaltung von Abb. 3.3 gilt:

- a) Die Wechselspannung verschwindet, wenn die Steuerspannung negativ ist. Vollständiger Durchgang, wenn Steuerspannung $>$ positive Spitzenspannung, vollständige Sperrung, wenn Steuerspannung $<$ negative Spitzenspannung.
- b) Die Wechselspannung verschwindet, wenn die Steuerspannung positiv ist. Vollständiger Durchgang, wenn Steuerspannung $<$ negative Spitzenspannung, vollständige Sperrung, wenn Steuerspannung $>$ positive Spitzenspannung.

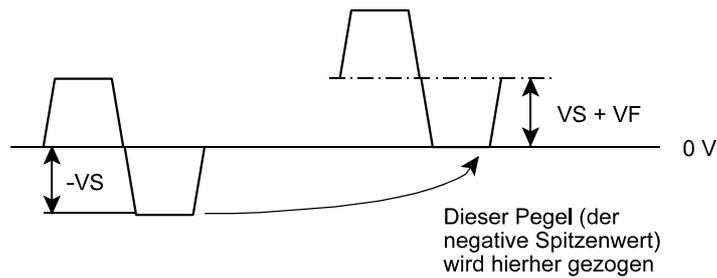
Liegt die Steuerspannung zwischen der positiven und der negativen Spitzenspannung, so werden gemäß Abb. 3.3a die negativen und gemäß Abb. 3.3b die positiven Spitzen des Wechselspannungsverlaufs abgeschnitten.



a) Durchlaß

Die eingangsseitige Wechselspannung

Der Spannungsverlauf vor der Diode



b) Sperrung

Die eingangsseitige Wechselspannung

Der Spannungsverlauf vor der Diode

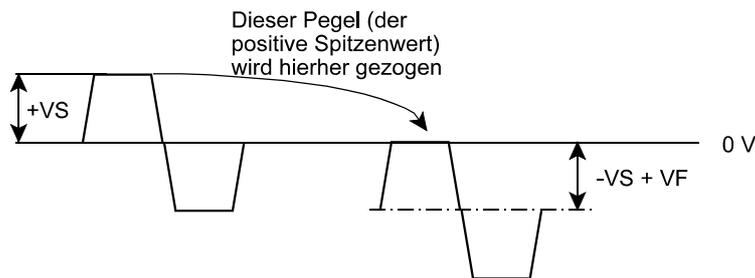


Abb. 3.4 Zur Wirkungsweise der Torschaltung. Die Darstellung bezieht sich auf Abb. 3.3a.

- a) Um die Wechselspannung durchzuleiten, muß die negative Spitze auf einen positiven Pegel gehoben werden. Die Steuerspannung muß also höher sein als die Spitzenspannung.
- b) Um die Wechselspannung zu sperren, muß die negative Spitze auf das Nullpotential oder darunter abgesenkt werden. Die Steuerspannung muß also niedriger sein als die negative Spitzenspannung.

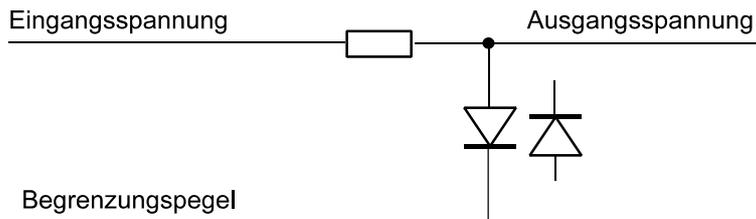


Abb. 3.5 Begrenzer.

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.

Hinweis:

Begrenzung bedeutet stets eine Art Kurzschließen bzw. Ableiten der überschüssigen Signalamplitude. 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. 3.5 und 3.6 gezeigt) ist nicht immer möglich (Flankenverschleifung). Viele Begrenzerschaltungen sind nur geeignet, kurzzeitige Spitzen abzuleiten (z. B. Überschwinger oder elektrostatische Ladungen). Manche Bauelemente sind eigens für solche Betriebsfälle spezifiziert (Impulsbelastbarkeit). Liegt die Überspannung länger an, sind andere Maßnahmen erforderlich (z. B. Auftrennen des Stromkreises).

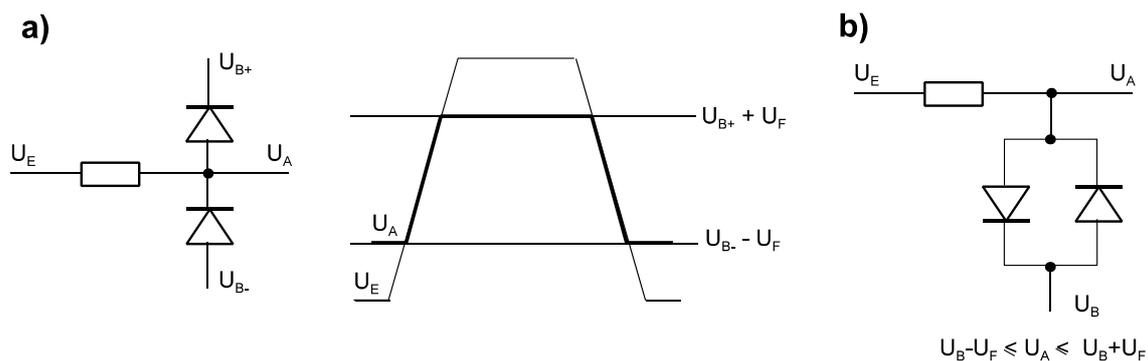


Abb. 3.6 Schutzbeschaltungen mit Begrenzerdioden. a) Begrenzung des Signalhubes auf einen bestimmten Spannungsbereich, b) Begrenzung auf einen Bereich, dessen Breite der doppelten Flußspannung entspricht.

4. Diodengatter

Mit Dioden kann man UND- und ODER-Gatter aufbauen (Abb. 3.1 bis 3.4). Zeitgemäße Anwendungen: elementare logische Verknüpfungen von Signalen, die keinen üblichen Logikpegeln entsprechen, z. B. in der Ebene der Feldverkabelung von Steuerungssystemen (vgl. Abb. 3.1) oder zur Implementierung von Sicherheitsfunktionen (die direkt – d. h. ohne Mikrocontroller, Software o. dergl. – wirken müssen).

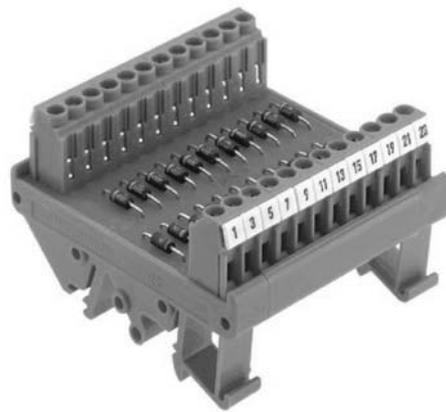


Abb. 4.1 Dioden-Gatterbaustein zum Einsatz in Steuerungssystemen (Weidmüller).

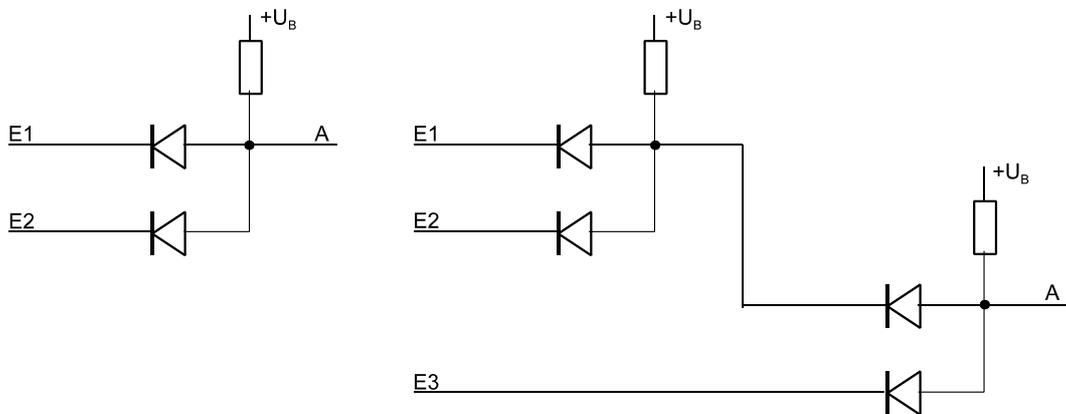


Abb. 4.2 UND-Verknüpfung. Links ein einzelnes Gatter (o.k.), rechts zwei Gatter hintereinander (Achtung!).

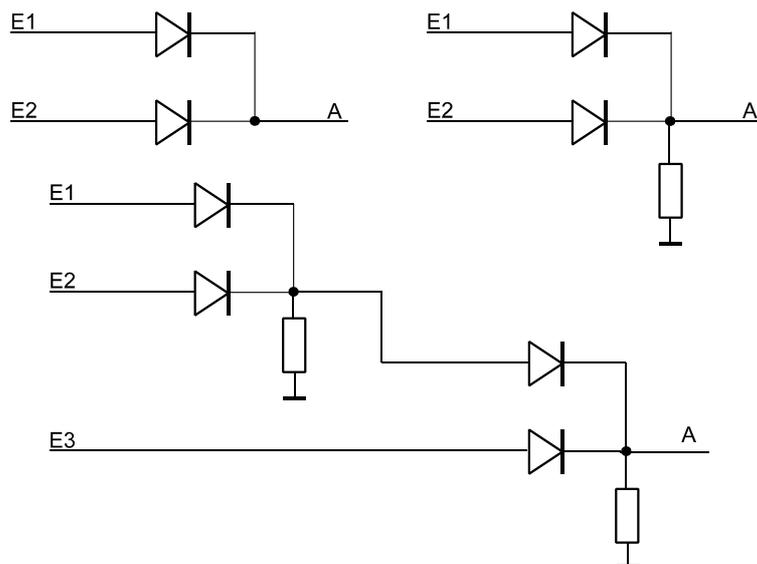


Abb. 4.3 ODER-Verknüpfung. Oben einzelne Gatter (o.k.), unten zwei Gatter hintereinander (Achtung!).

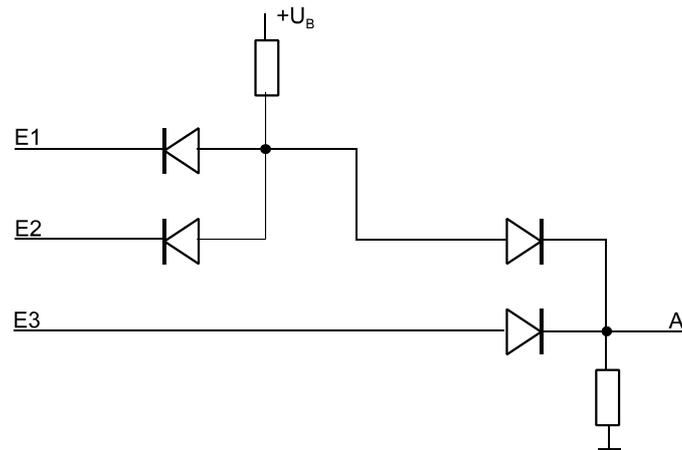


Abb. 4.4 UND-ODER-Verknüpfung.

Zur Wirkungsweise des UND-Gatters:

- Der eingangsseitige High-Pegel muß näherungsweise der Betriebsspannungspiegel sein. Dann liegt die Diode in Sperrichtung. Ausgangsspannung = Betriebsspannung – Laststrom • Widerstandswert.
- Ein Eingangspegel < Betriebsspannung polt die jeweilige Diode in Flußrichtung. Eindeutige Verhältnisse ergeben sich bei einem Low-Pegel von näherungsweise 0 V (Massepotential). Ein einziges solches Eingangssignal genügt, um den Ausgang näherungsweise auf Low zu ziehen (UND-Verhalten).
- Der Ausgangspegel ergibt sich dann aus Low-Eingangspegel + Flußspannung. Die UND-Verknüpfung hebt somit den Low-Pegel um die Flußspannung an, also um typischerweise 0,7 V. Zwei UND-Verknüpfungen hintereinander ergeben einen Low-Pegel, der um 1,4 V angehoben ist.

Zur Wirkungsweise des ODER-Gatters:

- Die ODER-Funktion könnte eigentlich auch mit einer Direktverbindung der Eingänge erledigt werden. Nur würden dann Ströme von den Eingängen mit High-Pegel zu den Eingängen mit Low-Pegel fließen. Die Dioden verhindern dies (Rückstromsperre). Der Widerstand soll einen definierten Low-Pegel am Ausgang dann sicherstellen, wenn Eingänge Low-Pegel führen.
- Ein High am Eingang bewirkt, daß die betreffende Diode in Flußrichtung gepolt wird. Über der Diode fällt dann die Flußspannung ab, so daß sich am Ausgang ein entsprechend niedrigerer High-Pegel ergibt.
- Die ODER-Verknüpfung senkt somit den High-Pegel um die Flußspannung ab, also um typischerweise 0,7 V. Zwei ODER-Verknüpfungen hintereinander ergeben einen High-Pegel, der um 1,4 V abgesenkt ist.

Schaltet man mehrere Stufen von UND- und ODER-Gattern hintereinander, so wird der verbotene Bereich zwischen Low und High immer kleiner. Deshalb die klassische Regel: nur eine Ebene UND, nur eine Ebene ODER, dahinter eine Transistorstufe zum Regenerieren der Pegel. Wer davon abweicht, sollte wissen, was er tut...

Praxistip: Gatter mit vielen Eingängen nicht durch Kaskadieren herstellen, sondern durch Parallelschalten entsprechend vieler Dioden (nicht zwei oder mehr Ebenen, sondern nur eine einzige).

5. Diodenmatrizen

Diodenmatrizen gehören zu den einfachsten Festwertspeichern (ROMs). Eine typische Diodenmatrix wird zeilenweise adressiert. Eine Diodenmatrix für n Speicherwörter zu b Bits Länge hat n Zeilenleitungen und b Spaltenleitungen. Die Zeilen werden adressiert, die Spalten gelesen. Jeder Kreuzungspunkt entspricht einer Bitposition. Je nach dem zu speichernden Wert (0 oder 1) sind die Zeilen- und die Spaltenleitung entweder über eine Diode verbunden oder nicht verbunden. Alle Zeilenleitungen führen beispielsweise einen High-Pegel. Die jeweils ausgewählte Zeilenleitung wird auf Low gezogen. Eine gemäß Abb. 4.1 geschaltete Diode liegt dann in Flußrichtung, so daß auch die Spaltenleitung auf Low gezogen wird. Die Diode ist im Grunde eine leitende Verbindung mit Rückstromsperre. Jede Anordnung aus Spaltenleitung, Pull-up-Widerstand und Dioden entspricht einem UND-Gatter. Es wird aktiv Low angesteuert, stellt also (vgl. DeMorgan) eine disjunktive Verknüpfung dar (Wired OR).

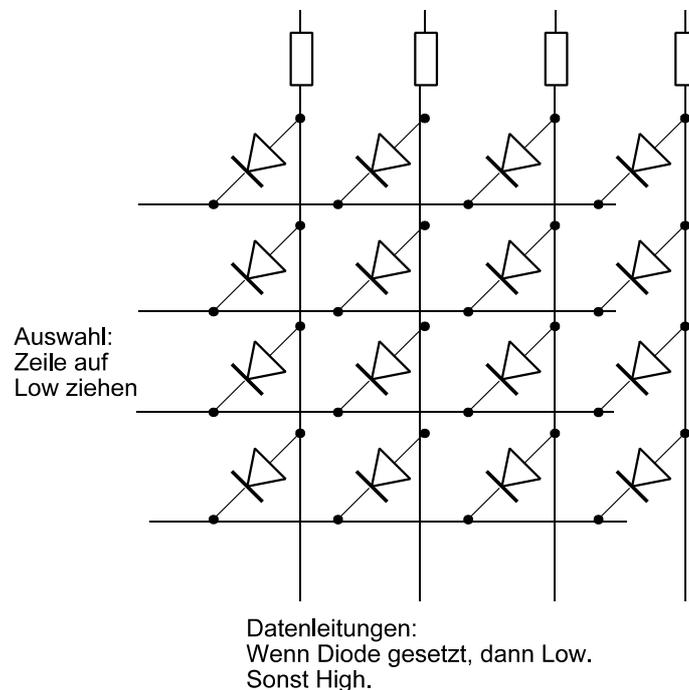


Abb. 5.1 Die Diodenmatrix – der ROM des kleinen Mannes.

Ein solcher ROM kann folgendermaßen programmiert werden:

- Mit Schaltern oder Brücken (Jumpers) in den Stromwegen.
- Indem die Dioden bestückt oder nicht bestückt werden.

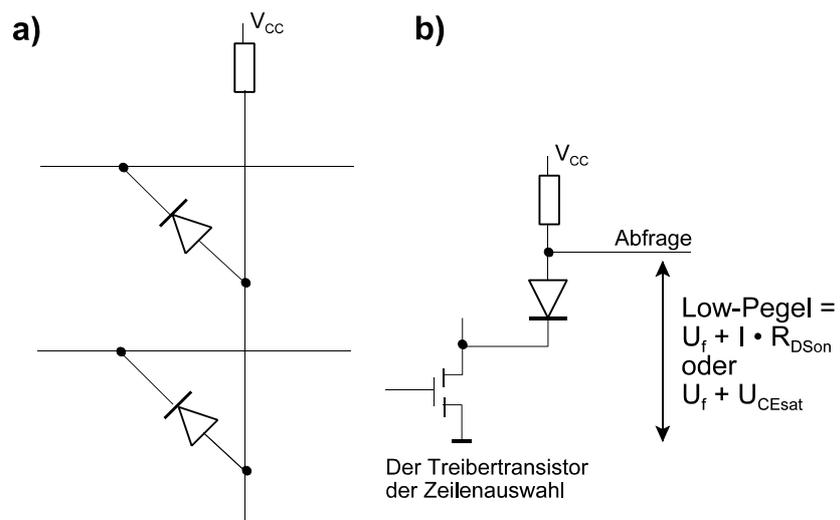


Abb. 5.2 Zum Prinzip der Diodenmatrix. Die Diode läßt den Strom nur von der Spalten- zur Zeilenleitung fließen, und zwar nur dann, wenn die Zeilenleitung mit Low belegt ist. a) Prinzipschaltung. b) Ersatzschaltung einer auf Low gezogenen Diode. Deren Flußspannung addiert sich zum Low-Pegel. Das kann manchmal ein Problem sein. Abhilfe: z. B. mit Schmitt-Trigger-Eingängen.

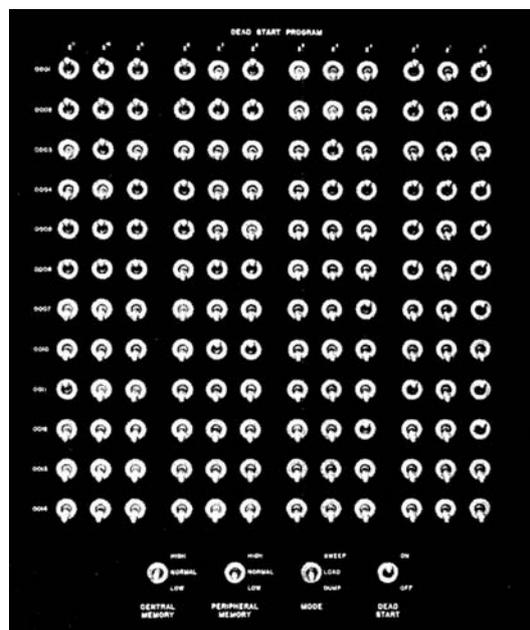


Abb. 5.3 Ein legendärer ROM. Das Deadstart-Panel des Supercomputers CDC 6600 (1964). Mit 144 Kippschaltern konnten 12 Befehle zu 12 Bits Länge eingestellt werden. Das mußte für den Anfang reichen...

6. Diodenfunktionsgeneratoren

Beliebige Zeitfunktionen werden durch Geradenstücke approximiert. Die Geradenstücke ergeben sich, indem vorgespannte Dioden infolge der Eingangsspannung (Dreieck/Sägezahn) leitend oder gesperrt werden und somit Widerstände im Stromweg schalten.

