



Index

Grundbegriffe:

Elektrische Ladung	2
Elektrische Spannung	3
Elektrische Stromstärke	4
Elektrische Leistung	5
Messen	6

Grundsaltungen:

Reihenschaltung	7
Parallelschaltung	8
Gemischte Schaltung	9
Spannungsteiler	10

Elektronische Bauteile:

Widerstand	11
Festwiderstand	12
Farbcode	13
Einstellbarer Widerstand	14
Lichtabhängiger Widerstand	15
Temperaturabhängiger Widerstand	16
Kondensator	17
Halbleiter	18
Diode	19
Prüfen einer Diode	20
Zener-Diode	21
Leuchtdiode	22 + 23
Infrarot-Sendediode	24
Gleichrichter	25
Transistor	26
Prüfen eines Transistors	27
Fototransistor	28
Feldeffekttransistor	29
Kühlkörper	30
Solarzelle	31
Integrierter Schaltkreis	32
C-MOS-IC	33
Timer-IC	34
Spannungsregler-IC	35
Operationsverstärker	36
IC-Fassung	37
Relais	38

Sonstige Bauteile:

Drucktaster	39
Platine	40
Anschlußdraht	41
Lötstift	42
Steckschuh	43
Batterie-Clip	44
Lampenfassung	45
Glühlämpchen	46
Klemmleiste	47
Distanzrolle	48
Buchse	49



Elektrische Ladung

Die Materie ist normalerweise aus neutralen Atomen aufgebaut. In ihrem Inneren kompensieren sich die positiven Ladungen des Atomkerns mit den negativen Ladungen der Elektronen. Dabei kann das äußerste Elektron (je nach Material) mehr oder weniger stark an das Atom gebunden sein.

Atome in denen diese Elektronen wenig gebunden sind, neigen dazu, Elektronen an Nachbaratome abzugeben. Diese abgegebenen Elektronen können von Atomen mit stark eingebundenen eigenen Elektronen aufgenommen werden. Deshalb lassen sich zwei Stoffe mit diesen unterschiedlichen Eigenschaften, wie z.B. Glas und Seide, durch Reibung aufladen.

Elektronen wandern vom einen zum anderen Stoff und durch Elektronenüberschuß, bzw. Mangel, entsteht eine positive oder negative Aufladung. Ist sie gleichnamig, stößt sie sich ab, ist sie ungleichnamig, zieht sie sich an.

Durch ungleichnamig geladene Körper bzw. einer Ladungsdifferenz entsteht ein Spannungspotential. Dieses nennt man elektrische Spannung.

Kurzbezeichnung: Q

Einheit: Coulomb = C

Formel:

$Q = N \times e$ (N = Anzahl der Elementarladungen, e = Elementarladung) oder

$Q = I \times t$ (I = Stromstärke, t = Zeit) oder

$Q = C \times U$ (C = Kapazität, U = Spannung)

Siehe auch Kondensator

U

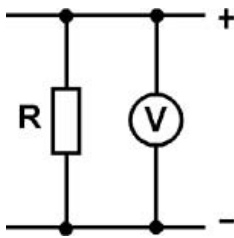
Elektrische Spannung

Elektrische Spannung besteht überall dort, wo zwischen zwei Punkten unterschiedliche elektrische Ladung vorhanden ist.

Elektrische Spannung entsteht durch Trennung der positiven und negativen Ladung. Die elektrische Spannung ist das Ausgleichsbestreben von unterschiedlichen Ladungen, sich zu neutralisieren (vergleichbar mit unterschiedlichen Drücken). Es herrscht dann eine Ladungs- bzw. eine Potentialdifferenz.

Verbindet man zwei unterschiedlich geladene Pole mit einem Leiter, fließt elektrischer Strom (siehe elektrische Stromstärke).

Die Spannung wird mit einem **Spannungsmesser (Voltmeter)** gemessen, der parallel zum Verbraucher angeschlossen wird.



Kurzbezeichnung: U

Einheit: V (Volt)

Formel: $U = R \times I$ (R = Widerstand, I = Stromstärke)

I

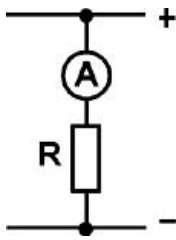
Elektrische Stromstärke

In der Spannungsquelle wird elektrische Ladung getrennt und damit elektrische Spannung erzeugt. Diese ist bestrebt, die Ladungstrennung rückgängig zu machen.

Schließt man an die beiden Pole einer Spannungsquelle über Leitungen einen Verbraucher an, dann kann hierüber die Ladungstrennung wieder rückgängig gemacht werden. Es fließt ein Ladungsstrom (elektrischer Strom), d.h. die Ladung bewegt sich durch die Leitung und den Verbraucher.

Spannung und Stromstärke verhalten sich proportional zueinander. Wenn keine Spannung vorhanden ist, kann auch kein Strom entstehen.

Die elektrische Stromstärke wird mit einem **Amperemeter** gemessen, das in Reihe zu dem Verbraucher angeschlossen wird.



Kurzbezeichnung: I

Einheit: A (Ampere)

Formel: $I = U : R$ (U = Spannung, R = Stromstärke)

P

Elektrische Leistung

Leistung wird definiert als Energieänderung je Zeiteinheit. In der Elektrotechnik ist das die Energie, die an einem Verbraucher umgesetzt wird.

Die einem Verbraucher zugeführte elektrische Energie entspricht der Summe aller Energien, die der Verbraucher abgibt (z.B. mechanische Energie, Wärme- und Strahlungsenergie usw.).

In der Elektronik ist besonders wichtig, ob die zugeführte elektrische Leistung die verwendeten Bauteile nicht überlastet und damit zerstört (meist durch zu hohe Wärmeentwicklung). Deshalb wird z.B. beim **Festwiderstand** eine bestimmte Belastungsgrenze in Watt angegeben.

Die elektrische Leistung (bei Gleichspannung) ist das Produkt elektrische Spannung mal elektrische Stromstärke.

Die Leistung P eines Verbrauchers wird in W(att) angegeben

Kurzbezeichnung: P (Power)

Einheit: W (Watt)

Formel (bei Gleichstrom): $P = U \times I$ (U = Spannung, I = Stromstärke)



Messen

Das Messen in der Elektronik, also das genaue Ermitteln einer Meßgröße (Meßwert), geschieht durch ein geeichtes (kalibriertes) Meßgerät mit analoger oder digitaler Anzeige.

Es besteht hauptsächlich aus dem Meßwerk, der Anzeige oder Anzeigenskala, dem Instrumentengehäuse und gegebenenfalls eingebautem Zubehör (Sicherung, Vorwiderstände usw.).

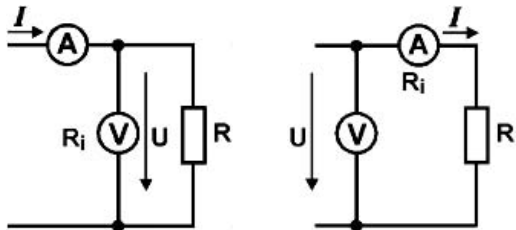
Ein wichtiges Element, das beim Messen beachtet werden muß, ist der Meßbereich, der gewählt wird. Natürlich muß das richtige Meßgerät für die jeweils zu messende Größe zur Verfügung stehen. Ein Vielfachmeßgerät (Multimeter) muß erst auf die gewünschte Meßart (z.B. Volt, Ampere, Ohm) eingestellt werden. Dabei ist eventuell auch einzustellen, ob Gleich- oder Wechselspannung vorliegt. Bei Gleichspannung ist auf die richtige Polung der Anschlüsse und Prüfspitzen zu achten.

Zu Beginn der Messung sollte der jeweils größte Meßbereich gewählt werden, um diesen dann schrittweise zu verkleinern, bis ein genaues Ablesen möglich ist.

Beim Ablesen ist der eingestellte Faktor des Meßbereichs zu beachten sowie bei Analogmeßgeräten eine waagerechte Lage des Instrumentes und die Vermeidung von Parallaxenfehlern.

Die möglichen Fehlerquellen bei elektronischen Messungen sind zahlreich, aber können durch entsprechende Vorbereitung, Umsicht und Überlegung sowie geeignetes Material (kalibriertes Meßgerät, geringe Übergangswiderstände usw.) eingeschränkt werden.

Bei gleichzeitiger Verwendung von Spannungs- und Strommeßinstrumenten kann durch den entsprechenden Anschluß der Meßfehler eingegrenzt werden.



Stromfehlerschaltung

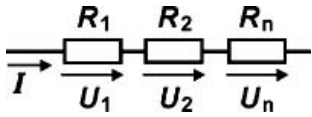
Spannungsfehlerschaltung

Siehe auch [elektrische Spannung](#) und [elektrische Stromstärke](#).



Reihenschaltung

In einer Reihenschaltung ist der Strom (elektrische Stromstärke) an jedem Punkt gleich. Die Spannung teilt sich proportional zu den Widerstandswerten auf (d.h. je größer ein Widerstand, desto größer die Spannung an ihm).



U = Gesamtspannung

U_1, U_2, U_n = Teilspannungen

R = Ersatzwiderstand

R_1, R_2, R_n = Einzelwiderstände

$$U = U_1 + U_2 + U_n$$

$$R = R_1 + R_2 + R_n$$

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2 = R_n : U_n$$

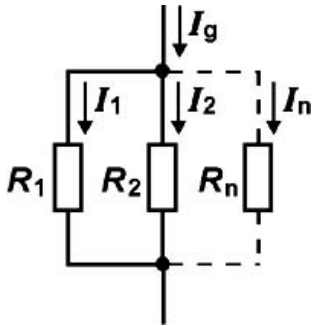
$$U_1 : U = R_1 : R$$

Siehe auch Parallelschaltung und gemischte Schaltung.



Parallelschaltung

In einer Parallelschaltung ist die elektrische Spannung an jedem Widerstand gleich. Der Strom verhält sich antiproportional zu den Widerstandswerten (d.h. je kleiner der Widerstand ist, desto größer ist der Strom der durch ihn fließt).



I_g = Gesamtstromstärke

I_1, I_2, I_n = Teilströme

R = Ersatzwiderstand

R_1, R_2, R_n = Einzelwiderstände

$$I_g = I_1 + I_2 + I_n$$

$$(1 : R) = (1 : R_1) + (1 : R_2) + (1 : R_n)$$

$$I_1 : I_2 = R_2 : R_1$$

$$I_1 : I_n = R_n : R_1$$

Siehe auch Reihenschaltung und gemischte Schaltung.



Gemischte Schaltung

Bei einer gemischten Schaltung handelt es sich um eine Mischung aus Parallel- und Reihenschaltungen. Einzelne Werte der gemischten Schaltung werden berechnet, indem man die Schaltung in mehreren Schritten vereinfacht. D.h sie wird in einfache Grundsaltungen zerlegt.

So berechnet man z.B. zuerst den Ersatzwiderstand einer Parallelschaltung und behandelt diesen dann wie einen Einzelwiderstand.

Ebenso kann man mit einer Reihenschaltung innerhalb der gemischten Schaltung verfahren.



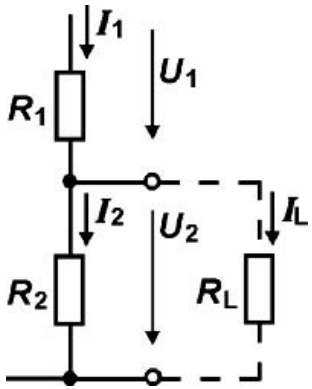
Spannungsteiler

Der Spannungsteiler ist eine Reihenschaltung von Widerständen, wo über das Verhältnis der einzelnen Widerstände eine genaue Spannung eingestellt werden kann. Wird dem Spannungsteiler kein Verbraucher zugeschaltet, spricht man vom unbelasteten Spannungsteiler.

Wird der Spannungsteiler durch einen zusätzlichen Widerstand (Verbraucher) parallel belastet, so sind die Werte der Schaltung wie bei einer gemischten Schaltung zu berechnen.

Der unbelastete Spannungsteiler ist eine Reihenschaltung von Widerständen.

Der belastete Spannungsteiler ist eine gemischte Schaltung von Widerständen.



Für belasteten Spannungsteiler:

$$U_2 : U = (R_2 \times R_L) : (R_1 \times (R_2 + R_L) + R_2 \times R_L)$$

R

Widerstand

Das Wort Widerstand wird in der Elektronik in zweifacher Bedeutung gebraucht. Einmal ist Widerstand die Eigenschaft von Materialien, den Fluß von Elektronen im Material (Leiter, Isolator oder Halbleiter) zu bremsen oder zu hemmen, also dem Elektronenstrom einen Widerstand entgegen zusetzen. Dieser für jedes Material andere Widerstand wird spezifischer Widerstand genannt.

Der Widerstand eines Leiters (Kupferdraht, Aluminiumdraht usw.) hängt nicht allein von der Leitfähigkeit des Materials ab, sondern wird auch von der Länge und dem Querschnitt des Leiters beeinflusst. Ist ein Draht lang und dünn, ist der Widerstandswert größer als bei einem kurzen und dicken Draht. Ebenso beeinflusst die Temperatur den Widerstand.

Desweiteren wird mit Widerstand ein Bauelement der Elektronik bezeichnet. Dieses elektronische Bauteil Festwiderstand wird in allen Ohmwerten und für jeden elektrischen Verwendungszweck hergestellt.

Es gibt aber auch die Bauform einstellbarer Widerstand und spezielle Typen wie lichtabhängiger Widerstand oder temperaturabhängiger Widerstand.

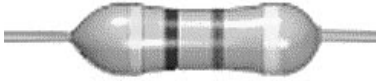
Kurzbezeichnung: R (Resistor)

Einheit: Ω (Ohm)

Formel: $R = U : I$



Festwiderstand



Festwiderstände kommen in elektrischen Schaltungen sehr häufig vor, sie bestimmen (begrenzen) Strom- und Spannungswerte und dienen dazu, den Arbeitspunkt eines Transistors oder der ganzen Schaltung zu bestimmen.

Die allgemein üblichen Festwiderstände sind runde Stäbchen mit ca. 10 mm Länge und haben an den Enden einen Anschlußdraht. Es sind größtenteils **Kohleschicht-Widerstände**. Diese haben eine Toleranz von 5% ihres Nennwertes und sind durch einen goldfarbigen „Toleranz-Ring“ gekennzeichnet. Die Energiebelastbarkeit beträgt ca. $1/4 \text{ W} = 0,25 \text{ W}$. Kohleschicht-Widerstände besitzen normalerweise vier Farbringe.

Metallschicht-Widerstände haben eine Toleranz von nur 1%. Dies wird durch einen braunen „Toleranz-Ring“ dargestellt, der etwas breiter aufgedruckt ist als die restlichen vier Farbringe. Dadurch soll eine Verwechslung mit einem normalen „Wert-Ring“ mit der Bedeutung „1“ verhindert werden.

Kurzbezeichnung: R (Resistor)

Einheit: Ω (Ohm)

Formel: $R = U : I$

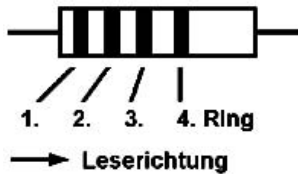
Siehe auch [Farbcode](#) und [einstellbarer Widerstand](#).



Farbcode

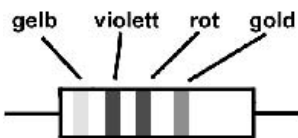
Der Widerstandswert wird in der Regel durch einen Farbcode angegeben. Er besteht meist aus vier farbigen Ringen, die den Widerstandswert angeben. Der Widerstandswert wird an diesen Farbringen abgelesen und immer in Ohm (Ω) angegeben.

Beim Ablesen der Farbringe muß man grundsätzlich von links nach rechts lesen. Der Toleranzring (z.B. silber- oder goldfarbig, Silber $\pm 10\%$, Gold $\pm 5\%$) wird immer zuletzt gelesen und liegt also beim Lesen rechts. Dieser Ring gibt an, um wieviel Prozent der wirkliche Widerstandswert vom Nennwert abweichen kann.



Farbring	1. Ring = 1.Zahl	2. Ring = 2.Zahl	3. Ring = Multiplikator	4. Ring = Toleranz
ohne				20 %
silber	-	-	10^{-2}	10 %
gold	-	-	10^{-1}	5 %
schwarz	0	0	10^0	-
braun	1	1	10^1	1 %
rot	2	2	10^2	2 %
orange	3	3	10^3	-
gelb	4	4	10^4	-
grün	5	5	10^5	0.5 %
blau	6	6	10^6	0.25 %
violett	7	7	10^7	0.1 %
grau	8	8	10^8	-
weiß	9	9	10^9	-

Als Beispiel soll ein Widerstand mit 4700Ω ($4,7 \text{ k}\Omega$) dienen. Er hat die Farbringe gelb, violett, rot und einen goldfarbigen Toleranzring.

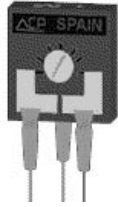


$$= 4700 = 4700 \Omega = 4,7 \text{ k}\Omega \text{ } 5\%$$

Siehe auch unter [Festwiderstand](#).



Einstellbarer Widerstand

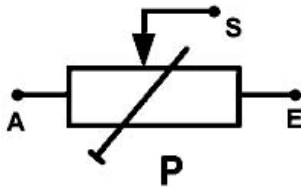
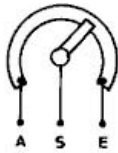


Neben den Festwiderständen gibt es noch die einstellbaren Widerstände. Sie werden auch **Potentiometer** oder **Trimpoti** genannt. Der Nennwert (Ω) ist fast immer in Zahlen aufgedruckt und ist der maximale Wert, der eingestellt werden kann.

Das Potentiometer hat zwei Anschlüsse an den Enden der Widerstandsbahn und einen für den Schleifer. Man braucht sie um eine Schaltung in einen bestimmten Betriebszustand zu bringen.

An den zwei äußeren Anschlüssen ist der unveränderliche Ohmwert der ringförmigen Widerstandsbahn. Mit dem Schleifer kann man einen Teil einer Spannung abgreifen, die man an die Enden der Bahn anlegt. Das Trimpotentiometer bildet somit einen **Spannungsteiler**, dessen Teilungsverhältnis mit dem Schleifer eingestellt wird.

Trimpwiderstände haben statt einer Welle (Achse) einen mit einem Schlitz versehene Drehscheibe, die Einstellung des Schleifers wird mit einem Schraubendreher vorgenommen.

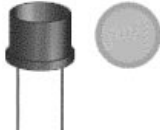


Schaltzeichen eines Potentiometers oder Trimpotis (Trimpwiderstand)

Kurzbezeichnung: P (Potentiometer)

Siehe auch Festwiderstand.

 **Lichtabhängiger Widerstand**



Fotowiderstände (LDR), sind Halbleiterbauelemente (siehe auch Halbleiter), deren Widerstand bei Lichteinfall abnimmt (Widerstand wird kleiner). Sie arbeiten stromrichtungsunabhängig und können sowohl für Gleichspannung als auch für Wechselspannung eingesetzt werden.

Der Fotowiderstand wird fast immer als Spannungsteiler mit einem Festwiderstand oder einstellbarem Widerstand (siehe auch einstellbarer Widerstand) zusammengeschaltet. Ein Fotowiderstand hat ein Fenster aus durchsichtigem Kunststoff, durch das man eine Gitterstruktur erkennen kann. Er besitzt zwei Anschlüsse wie ein Festwiderstand, die Polung spielt dabei keine Rolle.

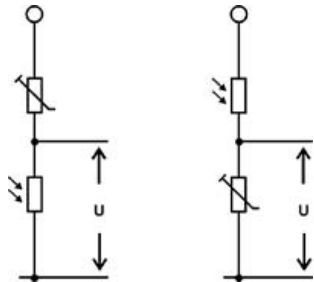
Dunkelwiderstand (hochohmiger Widerstand):

Bei Dunkelheit (nach einer Wartezeit von ca. 1 Minute) liegt der Widerstandswert bei ca. 1 M Ω bis 20 M Ω .

Hellwiderstand (Widerstandswert bei Beleuchtung):

Bei steigender Beleuchtung kann er bis auf einige hundert Ohm (100 Ω bis ca. 2 k Ω) absinken.

Da sich der Widerstand sehr träge ändert, ist dieser für besonders schnelle Schaltungen nicht geeignet. Dafür reagieren sie aber sehr empfindlich auf feine Lichtschwankungen. Diese Eigenschaft ermöglicht den Aufbau von Lichtschranken oder anderen Schaltungen, die auf Lichtänderungen reagieren.



Bei Lichteinfall wird die Spannung „U“ kleiner

Bei Lichteinfall wird die Spannung „U“ größer

Kurzbezeichnung: LDR (engl. Light Dependent Resistor = lichtabhängiger Widerstand)



Temperaturabhängiger Widerstand



Der Temperaturabhängige Widerstand verändert seinen Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur. Er kann als Kaltleiter (PTC = positiver Temperatur-Coeffizient) oder Heißleiter (NTC = negativer Temperatur-Coeffizient) ausgelegt sein. Beispielsweise sind die meisten Metalle Kaltleiter.

Der PTC (obiges Schaltzeichen) erhöht seinen Widerstand mit zunehmender Temperatur. Dies erfolgt abhängig vom Material sprunghaft oder linear. Er wird z.B. zur Temperaturmessung oder zur selbstregelnden Strombegrenzung eingesetzt.

Kurzbezeichnung: PTC



Kondensator

Der Kondensator ist neben den Widerständen und den Halbleitern das meist gebrauchte Bauelement der Elektronik. Er findet überall dort Anwendung, wo elektrische Spannung und elektrischer Strom geglättet, wo Gleichspannung gesperrt, aber gleichzeitig Wechselspannung übertragen werden sollen. Im Zusammenhang mit Spulen in Schwingkreisen, werden sie zum Trennen von unterschiedlichen Frequenzen (z.B. Klangeinstellung bei Verstärkern) sowie zur Entstörung elektrischer Anlagen benutzt.

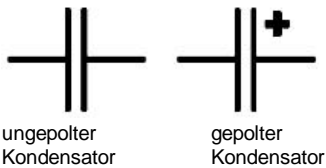
Die Wirkungsweise des Kondensators beruht auf seiner Fähigkeit, elektrische Ladung zu speichern. Wie das Schaltzeichen schon verdeutlicht, wird diese Fähigkeit meist durch Metallflächen bewerkstelligt, die sich durch einen Isolator (Dielektrikum) getrennt gegenüberstehen.



Es gibt die verschiedensten Bauformen, wie z.B. den Plattenkondensator, den Wickelkondensator, den Drehkondensator (veränderbarer Kondensator), den MP-Kondensator (Metall-Papier), den Keramik Kondensator und den Schichtkondensator. Sie gehören zu den ungepolten Kondensatoren.



Besondere Bauformen sind der Elektrolytkondensator (ELKO) und der Tantalkondensator. Sie verwenden als Ladungsträger einen festen oder flüssigen Elektrolyten. Deshalb sind diese Typen in der Regel gepolt, das heißt sie müssen den aufgedruckten Polungsangaben entsprechend eingebaut und betrieben werden. Sie eignen sich somit nur für Gleichstrom.



ungepolter
Kondensator

gepolter
Kondensator

Kurzbezeichnung: C

Einheit: F (Farad)

Formel:

$C = Q : U$ (Q = elektrische Ladung, U = Spannung)

Die Kapazität eines Kondensators wird durch seine wirksamen Oberflächen, deren Abstand und den Isolationseigenschaften des Dielektrikums bestimmt.

$C = (\epsilon \times A) : d$ (ϵ = Permittivität, A = Plattenfläche, d = Plattenabstand)



Halbleiter

Halbleiter sind Stoffe, deren spezifischer Widerstand (bzw. Leitfähigkeit) zwischen dem von Leitern (z.B. Metall) und dem von Isolatoren (z.B. Glas, Keramik) liegt, da sie im Gegensatz zu Leitern kaum freie Elektronen besitzen. Die gebräuchlichsten Grundstoffe für Halbleiterbauelemente sind Silizium (z.B. aus Quarzsand) oder Germanium. Für den Aufbau von Halbleiterbauelementen benötigt man Halbleitermaterial, dessen Leitfähigkeit weitgehend temperaturunabhängig und sehr viel höher ist als bei der Eigenleitung. Deshalb fügt man in das Siliziumkristallgitter Fremdatome ein.

Durch diesen Vorgang, auch **Dotieren** genannt, wird die Struktur im Kristallgitter des Halbleiters gestört. Damit ändert sich die Anzahl der freien Elektronen. Die Leitfähigkeit des Materials kann dadurch genau gesteuert werden.

Man unterscheidet zwei Arten der Dotierung:

N-leitend: Dem Kristallgitter werden Atome mit überschüssigen Elektronen zugeführt. Dadurch wird die Leitfähigkeit erhöht.

P-leitend: Dem Kristallgitter werden Atome mit zu wenig Elektronen zugeführt. Die Leitfähigkeit wird durch die Fähigkeit, Elektronen aufzunehmen, erhöht.

Spricht man im Zusammenhang mit elektronischen Schaltungen von Halbleitern, meint man die große Familie der Halbleiter-Bauelemente.

Dabei unterscheidet man zwischen aktiven Halbleitern, wie dem Transistor und passiven Halbleitern, wie z.B. der Diode oder dem PTC (temperaturabhängiger Widerstand).

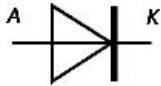


Diode



Die Diode gehört zur Gruppe der Halbleiter. Sie ist ein Bauelement mit einem pn-Übergang. Der Anschluß am p-Bereich heißt **Anode**, der am n-Bereich **Kathode**. Je nach Richtung der angelegten Spannung läßt die Diode den Strom passieren oder sie sperrt ihn. Eine Diode muß daher richtig gepolt in die Schaltung eingebaut werden.

In der Regel ist die Kathode durch einen Ring am Gehäuse gekennzeichnet. Bei mehreren Ringen auf dem Gehäuse kennzeichnet der erste breite Ring die Kathode. Siehe auch Prüfen einer Diode.



A = Anode K = Kathode

Kurzbezeichnung: D

Siehe auch Zener-Diode, Leuchtdiode und Infrarot-Sendediode.

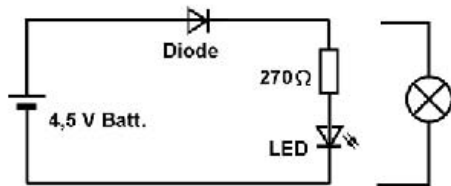


Prüfen einer Diode

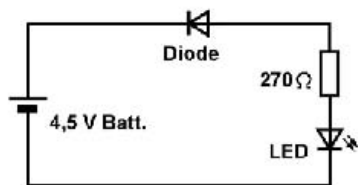
Für Dioden – wie für alle Halbleiter – gilt: sie sind entweder funktionsrichtig oder defekt. Zum Prüfen genügt ein Ohmmeter. Schließt man eine Diode zur Durchgangsprüfung an, so muß das Ohmmeter ausschlagen, je nach Polung der Anschlüsse.

In Durchlaßrichtung der Diode wird fast 0 Ohm angezeigt, in Sperrichtung dagegen unendlich (unendlicher Widerstand).

Zeigt das Ohmmeter beide Male (auch nach Umpolung) Durchgang an, so hat die Diode einen Kurzschluß und ist unbrauchbar. Zeigt dagegen das Ohmmeter beide Male nichts an, so ist die Diode unterbrochen und ebenfalls nicht brauchbar.



Test- und Prüfschaltung, Diode in Durchlaßrichtung, LED leuchtet.
Die LED kann auch durch eine kleine Glühlampe ersetzt werden.



Diode in Sperrichtung betrieben, die LED bleibt dunkel.

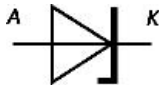


Zener-Diode

Als Zener-Dioden bezeichnet man Siliziumdioden mit einem pn-Übergang. Zener-Dioden werden in Sperrichtung betrieben. Auch sie gehören zur Gruppe der Halbleiter.

Die Zener-Diode (auch Z-Diode) besitzt im Sperrbereich einen scharf ausgeprägten Kennlinienknick und im Durchbruchgebiet einen niedrigen differentiellen Widerstand. In Durchlaßrichtung verhält sich die Zener-Diode wie eine normale Siliziumdiode, in Sperrichtung betrieben fällt an ihr eine fest definierte Spannung ab (z.B. ZPD 5 = 5V; ZPD 15 = 15 V).

Anwendung findet die Zener-Diode überwiegend zur Spannungsstabilisierung bei kleinen Verbraucherströmen.



A = Anode K = Kathode

Kurzbezeichnung: D

Siehe auch Diode.

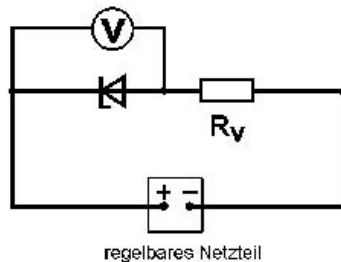
Die Grundfunktion und die Polarität der Z-Diode wird genauso wie bei der normalen Diode geprüft.

Siehe auch unter Prüfen einer Diode.

Diese Tests liefern jedoch keine korrekte Aussage über die speziellen Eigenschaften der Zener-Diode, nämlich, ob sie auch bei der angegebenen Spannung stabilisiert. Dazu benötigt man eine einstellbare Spannungsquelle, einen Widerstand und einen Multimeter.

Bei der Prüfschaltung wird die Zener-Diode über einen Vorwiderstand an die Spannungsquelle angeschlossen. Der Spannungsmesser liegt an der Zener-Diode. Erhöht man die Spannung der einstellbaren Gleichspannungsversorgung, beginnend bei Null, steigt auch die Anzeige am Spannungsmesser.

Bleibt die Anzeige bei etwa 0,7 Volt stehen, obwohl die Spannung der Spannungsquelle weiter erhöht wird, ist die Zener-Diode falsch gepolt. Ist die Z-Diode richtig angeschlossen, folgt die Anzeige am Spannungsmesser der Spannungsquelle bis die Zenerspannung erreicht ist. Dann bleibt sie Zenerspannung, weil nun der Stromfluß durch die Zenerdiode beginnt und die überschüssige Spannung am Vorwiderstand abfällt.





Leuchtdiode



Als Leuchtdiode (LED) bezeichnet man Dioden, die beim Anlegen einer in Durchlaßrichtung gepolten Spannung Strahlung emittieren.

Ihre Verhaltensweise entspricht der einer normalen Diode, d.h. bei Betrieb in Sperrichtung (+ an Kathode) wird innerhalb der Diode eine Sperschicht aufgebaut, die LED kann nicht leuchten.

Die Durchlaßspannung einer roten LED beträgt ca. 1,6 - 2 V, die einer grünen und gelben LED ca. 2,4 - 3,2 V. Der Durchlaßstrom beträgt als typischer Wert ca. 20 mA, jedoch eher weniger (Idealwert 10...20 mA). Wichtig ist, daß eine LED niemals ohne Vorwiderstand betrieben werden darf, wobei es egal ist, ob der Festwiderstand an die Anode oder Kathode angeschlossen wird.

Dieser Widerstand begrenzt den Strom durch die Leuchtdiode. Der Widerstandswert richtet sich nach der vorhandenen Betriebsspannung und errechnet sich aus:

$$R_V = (U_B - U_{LED}) : I_{LED}$$

R_V = gesuchter Vorwiderstand

U_B = vorhandene Betriebsspannung

U_{LED} = Durchlaßspannung der LED (je nach Farbe)

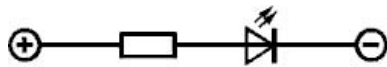
I_{LED} = Durchlaßstrom max. 20 mA (eher weniger)

Die Durchlaßspannung beträgt bei
 roten LEDs als Typ-Wert ca. 1,6 max. 2 V
 orangen LEDs als Typ-Wert ca. 2,2 max. 3 V
 grünen LEDs als Typ-Wert ca. 2,7 max. 3,2 V
 gelben LEDs als Typ-Wert ca. 3,4 max. 3,2 V

Als Beispiel soll eine rotleuchtende LED an einer Betriebsspannung von 12 V betrieben werden:

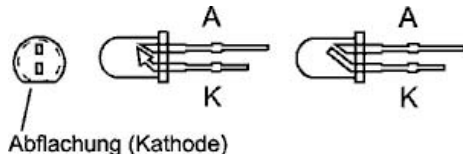
$$R_V = (12 \text{ V} - 1,6 \text{ V}) : 0,015 \text{ A} = 693 = 680 \ \Omega \text{ (nächstliegende Wert)}$$

Bevor Sie jedoch eine LED an eine Gleichspannung (mit entsprechendem Vorwiderstand) anschließen, muß zuerst noch die Polarität festgestellt werden.



Anschluß mit Vorwiderstand

Zur leichteren Identifizierung versehen die meisten Hersteller die LEDs mit unterschiedlichen Anschlußdrähten. Der kurze Draht kennzeichnet meist die Kathode (-) bzw. der lange Anschlußdraht die Anode (+). Außerdem wird überwiegend der Kathodenanschluß zusätzlich durch eine Abflachung des Gehäuses gekennzeichnet.



Da sich manche Hersteller trotzdem nicht an eine einheitliche Kennzeichnung halten, bzw. fehlt eine eindeutige Kathoden-Kennzeichnung bei LEDs, so ist die richtige Polung durch Probieren zu ermitteln.
 Siehe nächste Seite

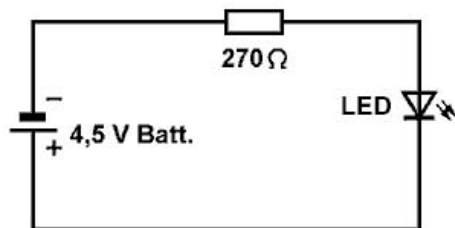


Fortsetzung Leuchtdiode

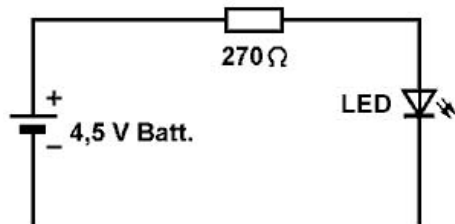
Dazu gehen Sie wie folgt vor:

Man schließt die LED über einen Widerstand von ca. $270\ \Omega$ (bei Low-Current-LED 4 k 7) an eine Betriebsspannung von ca. 5 V (4,5 V oder 9 V-Batterie) an.

Leuchtet dabei die LED, so ist die Kathode der LED richtigerweise mit Minus verbunden. Leuchtet die LED nicht, so ist diese in Sperrrichtung angeschlossen (Kathode an Plus) und muß umgepolt werden.



LED wird in Sperrrichtung angeschlossen und leuchtet demzufolge nicht (Kathode an „+“).



LED wird in Durchlaßrichtung angeschlossen, sie leuchtet (Kathode an „-“).

Kurzbezeichnung: LD oder LED (engl. light emitting diode).

Siehe auch: [Diode](#), [Halbleiter](#) und [Infrarot-Sendediode](#).



Infrarot-Sendediode



Als Infrarot-Sendediode bezeichnet man eine Diode, die beim Anlegen einer in Durchlaßrichtung gepolten Spannung Strahlung emittiert. Im Gegensatz zur Leuchtdiode (LED) liegt der Wellenbereich der Strahlung im Bereich von ca. 770 nm bis 1 mm (Infrarotbereich, nicht sichtbares Licht).

Die Durchlaßspannung einer Infrarot-Sendediode liegt je nach Temperatur bei 1.1 V bis 1.3 V.

Der Durchlaßstrom wird vom Hersteller als IF angegeben und kann je nach Typ sehr unterschiedlich sein. Die Infrarot-Sendediode sollte wie die LED nur mit Vorwiderstand betrieben werden. Die Berechnung des Vorwiderstands erfolgt wie bei der Leuchtdiode.

Die Identifizierung von Kathode und Anode ist ebenso wie das Schaltzeichen mit der Leuchtdiode identisch.

Kurzbezeichnung: IRED (engl. infrared emitting diode)



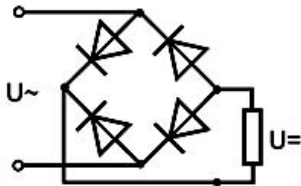
Gleichrichter



Gleichrichter sind elektrische Ventile, die den Strom nur in einer Richtung durchlassen, d.h. ihn gleichrichten. Meist handelt es sich um eine Brückenschaltung von Dioden in einem Bauteil. Man nennt dies dann **Brückengleichrichter**.

Man verwendet den Begriff Gleichrichter hauptsächlich im Zusammenhang mit Starkstromnetzen, z.B. bei der Gleichstromversorgung von Rundfunk- und Fernsehgeräten aus dem Wechselstromnetz oder von Batterieladegeräten.

Materialien zur Herstellung von Halbleiter-Gleichrichtern sind z.B. Selen, Silizium, Germanium und Kupferoxydul.



Schaltung eines Brückengleichrichters

Siehe auch [Halbleiter](#) und [Diode](#).



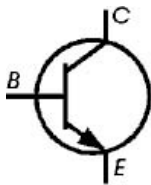
Transistor



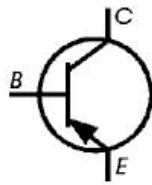
Transistoren sind aktive Bauelemente aus der Familie der Halbleiter, die für Verstärkungs-, Regel- und Schaltzwecke Verwendung finden. Ein Transistor hat drei Anschlüsse: Basis, Kollektor und Emitter. Er kann sowohl ein NPN- als auch ein PNP-Typ sein.

Darunter versteht man folgendes:

Ein NPN benötigt grundsätzlich eine positive Betriebsspannung an Basis und Kollektoranschluß. Der PNP-Typ erhält eine negative Betriebsspannung zur Einstellung seiner Arbeitsdaten an Basis und Kollektoranschluß.



Schaltbild eines NPN-Transistors



Schaltbild eines PNP-Transistors

Die Buchstaben der Anschlüsse bedeuten: E = Emitter, B = Basis, C = Kollektor

Im Schaltungssymbol finden wir die Unterscheidung durch den Emitterpfeil. Beim NPN-Transistor zeigt der Stromrichtungspfeil von der Basis weg, beim PNP-Transistor zeigt er zur Basis hin.

Es gibt die verschiedensten Bauarten von Transistoren, wie z.B. Schalttransistoren oder Leistungs-transistoren. Letztere werden für große Verstärker eingesetzt und benötigen oft einen Kühlkörper.

Kurzbezeichnung: T

Siehe auch: Prüfen eines Transistors und Feldeffekt-Transistor.



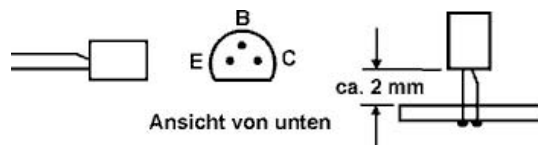
Prüfen eines Transistors

Zur Funktionsprüfung von Transistoren genügt ein handelsübliches Zeiger-Vielfach-Meßgerät. Die Überprüfung erfolgt dabei im Ohmbereich.

Man hält die Prüfspitze des Ohmmeters an der Basis fest und tippt mit der anderen Spitze nacheinander Kollektor und Emitter an. An beiden Anschlüssen muß das Ohmmeter je nach Polung Durchgang (Zeigeranschlag) oder fast Widerstand (kaum eine Zeigerbewegung) anzeigen.

Jetzt vertauscht man die Anschlüsse des Ohmmeters. Verhält sich der Transistor genau entgegengesetzt, so ist der Transistor in Ordnung.

Die Basis-Emitterspannung darf den angegebenen Maximalwert nicht übersteigen. Liegt die Spannung höher, so ist der Transistor ebenfalls defekt. Die Begrenzung der Basisspannung erfolgt in jeder Schaltung durch die jeweiligen Basiswiderstände.



Die Anschlußbelegung von Transistoren wird grundsätzlich immer (falls nicht ausdrücklich vermerkt) von unten dargestellt.



Fototransistor



Fototransistoren entsprechen im Aufbau einem normalen Transistor, werden aber in ein lichtdurchlässiges Gehäuse eingebaut. Die Intensität des einfallenden Lichts bestimmt die Menge der frei werdenden Elektronen und reguliert so über den Basisstrom den Kollektorstrom des Transistors.

Fototransistoren finden beispielsweise Verwendung in Lichtschranken oder Empfängern von Infrarot-Licht. Ihr besonderer Vorteil ist der niederohmige Ausgang.

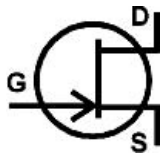


Feldeffekttransistor

Der Feldeffekttransistor ist ein **Halbleiterbauelement** mit Verstärkereigenschaften, die durch Feldeffekte hervorgerufen werden. Sie besitzen einen halbleitenden Stromkanal, dessen Leitfähigkeit gesteuert werden kann. Man kann sie daher auch als steuerbare Widerstände ansehen.

FETs haben drei Anschlüsse: Gate (Steuerelektrode), Source (Quelle) und Drain (Abfluß). Durch die Trennung der Gate-Elektrode vom Kanal erreicht man hohe Eingangswiderstände. Die Folge daraus ist eine leistungslose Ansteuerung des Kanalstroms, d.h. bei Verwendung von FETs wird die Schaltung zur Steuerung des FET nicht durch hohe Steuerungsströme belastet.

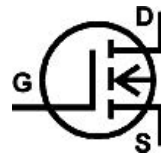
Feldeffekttransistoren werden unterschieden in FETs mit isolierter Steuerelektrode (MOS-FET) und Sperrschicht-FETs. Die FETs mit isolierter Steuerelektrode werden noch in Verarmungstyp und in Anreicherungstyp unterschieden. Jeder FET-Typ wird noch zusätzlich in n-Kanal und p-Kanal Typ unterteilt.



Sperrschicht-FET (N-Kanal)



Isolierschicht-FET
(selbstleitend, N-Kanal)



Isolierschicht-FET
(selbstsperrend, N-Kanal)

Die Steuerströme liegen bei Sperrschicht-FETs zwischen 1 pA und 10 nA (10^{-12} A und 10^{-8} A). Bei FETs mit isolierter Steuerelektrode liegen die Steuerströme zwischen 1 fA und 1 pA (10^{-15} A und 10^{-12} A).

Selbstsperrender N-Kanal MOS-FET (Metall-Oxide-Silicon-FET mit isolierter Steuerelektrode):

MOSFETs finden sich häufig in den Eingangsstufen von Verstärkern und in Schaltstufen. Ihr großer Vorteil liegt in der praktisch leistungslosen Steuerung des Kanalstromes (geringer Steuerungsstrom) und in der wesentlich geringeren Leistungsaufnahme gegenüber herkömmlichen Transistorstufen, da der MOS-FET einen geringeren Innenwiderstand hat und deshalb weniger Spannung abfällt. Bei diesem FET-Typ werden in einem stromführenden Kanal (Gate) durch Feldeffekte Leitfähigkeitsänderungen hervorgerufen.

N-Kanal Sperrschicht FET:

In einem Halbleiterkristall sind zwei pn-Übergänge derart angeordnet, daß zwischen beiden nur ein schmaler Kanal bleibt. Durch Ändern der Gate-Source-Spannung wird die Breite des leitenden Kanals gesteuert. Je negativer die Gate-Source-Spannung, desto kleiner wird der Kanal und desto größer wird der Innenwiderstand. Auch bei diesem Feldeffekttransistor ist die Ansteuerung leistungslos (geringer Steuerstrom).

Siehe auch [Halbleiter](#) und [Transistor](#).



Kühlkörper

Als Kühlkörper werden Bauteile bezeichnet, die zur besseren Wärmeableitung von elektronischen Bauelementen (meist Halbleiter) dienen und diese vor Überhitzung bewahren. Ohne Kühlkörper können Halbleiterbauelemente durch die Hitzeentwicklung zerstört werden.

Kühlkörper bestehen normalerweise aus Metall, das eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt. Da Kühlkörper eine möglichst große Oberfläche haben sollen, können sie recht groß werden. Deshalb verwendet man aus Gewichtsgründen oft Aluminium.

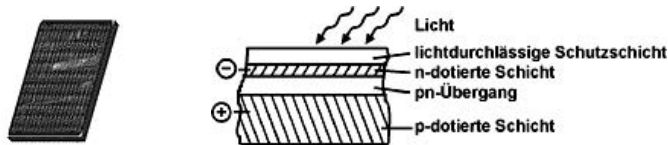
Wichtig für eine sinnvolle Anwendung ist eine gute mechanische Verbindung zwischen dem Bauteil und dem Kühlkörper. Dazu wird teilweise auch eine spezielle Wärmeleitpaste verwendet.

Bei spannungsführenden Bauteilen sollte der Kühlkörper zusätzlich durch eine Wärmeleitscheibe isoliert werden.

Siehe auch [Transistor](#).

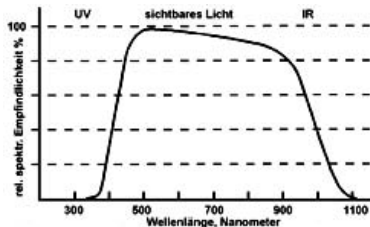


Solarzelle

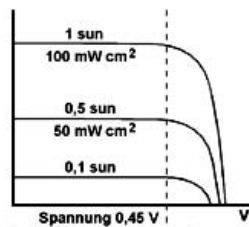


Solarzellen sind Fotoelemente mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad. Fotoelemente setzen die Strahlungsenergie des Lichts direkt in elektrische Energie um und sind somit als Spannungsquelle zu verwenden. Die Menge der erzeugten Energie ist von der Beleuchtungsstärke abhängig. Da Solarzellen nur relativ geringe Spannungen liefern, werden sie in Reihe geschaltet, um die elektrische Spannung zu erhöhen. Der maximale elektrische Stromstärke, die dabei entnommen werden kann, richtet sich nach der wirksamen Fläche der Zellen. Um diesen Strom zu erhöhen, kann man mehrere Reihenschaltungen von Solarzellen parallel miteinander verschalten.

Solarzellen werden aus Halbleitermaterial aufgebaut (siehe Halbleiter). Meistens wird Silizium verwendet. Solarzellen sind aus einer p- und einer n-dotierten Schicht aufgebaut. Dabei ist die n-dotierte Schicht wesentlich dünner als die p-dotierte Schicht. Das Licht, das durch die sehr dünne n-dotierte Schicht einfällt, bewirkt das Aufreißen einzelner Bindungen des Halbleitermaterials. Dabei entstehen Löcher und frei bewegliche Elektronen. Löcher und Elektronen werden unter Einfluß der Diffusionsspannung in verschiedene Richtungen bewegt. Infolgedessen wird die n-Schicht negativ und die p-Schicht positiv aufgeladen, und es entsteht eine Spannung zwischen den Anschlüssen. Mit Hilfe von Solarzellen läßt sich sehr umweltfreundlich Strom erzeugen. In der Praxis werden Solargeneratoren meist in Verbindung mit Akkus betrieben. Man wird dadurch von Schwankungen der Tageshelligkeit unabhängig und hat auch Strom während der Nachtstunden und bei schlechtem Wetter zur Verfügung. Der Anwendungsbereich von Solargeneratoren ist sehr breit gefächert. Seit Jahren dienen Solarzellen in der Weltraumtechnik als Stromversorgung, da sie leicht transportable Energieerzeuger mit relativ hohem Wirkungsgrad und hoher Lebensdauer sind. Aber auch auf der Erde lassen sich Solargeneratoren für viele Anwendungsbereiche einsetzen. Vorteilhaft ist es immer dann, wenn die Energieversorgung durch herkömmliche Systeme unwirtschaftlich oder nicht realisierbar ist. Auch im Hobbybereich werden Solarzellen zunehmend eingesetzt, wobei es eine Vielzahl von Anwendungen gibt: z.B. bei Transistorradios und Uhren, sowie als Stromversorgung für Wochenendhäuser, Camping, Wohnwagen, Weidezäune, Modellbau, Eisenbahnsignale, Notrufsäulen usw.



Spektrale Empfindlichkeit



Strom-Spannungs-Kennlinie

(1000 W pro m² bei 100% Sonne = 1 sun)

IC

Integrierter Schaltkreis



Der Integrierte Schaltkreis, kurz **IC** (integrated circuit), ist ein elektronisches Bauelement in einem Kunststoff- oder Keramikgehäuse mit normalerweise zwei Reihen von Anschlüssen an beiden Längsseiten.

Es besteht aus einem Silizium-Chip, auf dem durch Ätzen verschiedene Bauelemente wie die Diode, der Festwiderstand, oder der Kondensator in diversen Konstellationen integriert sind. Es können einige zehntausend oder hunderttausend dieser Bauelemente untergebracht sein.

Man unterscheidet zwischen TTL-ICs (Transistor-Transistor-Logik) und MOS-ICs, die weniger Strom aufnehmen und höhere Integrationsdichten als TTL-Chips zulassen.

Siehe auch Timer-IC, Spannungsregler-IC und C-MOS-IC.

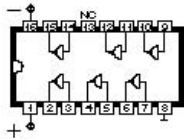
IC C-MOS-IC

CMOS-ICs (Complementary-Metal-Oxide-Silicon) sind eine neuere Logikfamilie. Sie besitzen gegenüber den „normalen“ Logikfamilien einige Vorteile. Sie sind günstiger im Preis, haben einen niedrigen Leistungsbedarf (da sie aus Feldeffekttransistoren aufgebaut sind) und haben einen großen Betriebsspannungsbereich. Die IC's der Serie 4000 arbeiten in einem Bereich von +3 Volt bis + 15 Volt und sind damit unempfindlich gegen schlecht geregelte Versorgungsspannung.

Regeln für die Anwendung von CMOS-ICs:

- Alle unbenutzten Eingänge müssen entweder an Masse oder an die Betriebsspannung angeschlossen werden.
- Nur die unbenutzten Ausgänge können unbeschaltet bleiben.
- CMOS - ICs müssen vor statischer Aufladung geschützt werden. Sie sollten deshalb in leitendem Schaumstoff oder in Metallfolie aufbewahrt werden.

Siehe auch [Integrierter Schaltkreis](#), [Spannungsregler-IC](#) und [Timer-IC](#).



C-MOS-IC 4049

IC

Timer-IC

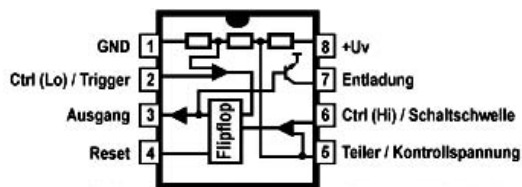


Der Timer-IC (NE 555) ist ein integrierter Schaltkreis, mit dem verschiedene zeitabhängige Schaltungen in der Elektronik realisiert werden. Er kann als **monostabile** (Eingangssignal verursacht einmaliges Einschalten der Schaltung für eine bestimmte Zeit) oder **astabile** Kipperschaltung (Schaltung wechselt zwischen maximaler Ausgangsspannung und 0 Volt, sie schwingt und erzeugt ein Rechtecksignal) oder als **Schmitt-Trigger** (Schalter) verwendet werden.

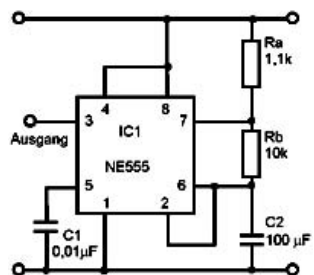
Der grundsätzliche Vorteil besteht darin, daß für die Frequenzeinstellung und für die Art der Schaltung nur wenige Bauteile benötigt werden. Die Versorgungsspannung kann zwischen 4,5 und 18 Volt schwanken, ohne daß sich die Funktionen nennenswert ändern.

Intern setzt sich der NE 555-Timer aus zwei Komparatoren, einem Widerstands-Spannungsteiler, einem Flip-Flop und einem Entlade-Transistor zusammen. Der Ausgang des Timers kann entweder einen High-Pegel (z.B. 5 V) oder einen Low-Pegel (z.B. 0 V) liefern.

Siehe auch Spannungsregler-IC und C-MOS-IC.



Grundbeschtung als astabiler Multivibrator:



IC

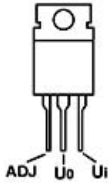
Spannungsregler-IC

Das Spannungsregler-IC ist ein integrierter Schaltkreis, an dessen Eingang eine nicht genau definierte elektrische Spannung liegt und am Ausgang die geregelte vorgegebene Spannung anliegt.

Es gibt einstellbare und Festspannungsregler.

Der LM 317 T ist ein einstellbarer Spannungsregler, der in einem Bereich von 1,2 V bis 37 V stufenlos eingestellt werden kann. Er läßt eine maximale Verlustleistung von 15 W zu.

Spannungsregler sehen äußerlich wie (Leistungs-)Transistoren aus und sollten bei größerer Stromaufnahme immer mit Kühlkörper eingesetzt werden.



Operationsverstärker

Ein Operationsverstärker (OP) ist ein **Kleinsignalverstärker**, der für alle Verstärkeraufgaben geeignet ist. Er verfügt über eine sehr hohe Spannungsverstärkung (maximale Verstärkung = Betriebsspannung). Durch verschiedene Beschaltungen von Operationsverstärkern mit Widerständen, kann das Verstärkungsverhältnis eingestellt werden.

Die zwei Eingänge des OPs:

- der „+“ Anschluß entspricht dem nicht-invertierenden Eingang
- der „-“ Anschluß entspricht dem invertierenden Eingang

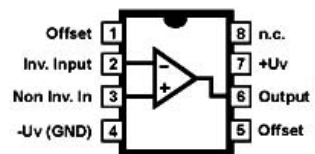
Ein Ausgangssignal kann nur dann auftreten, wenn eine Spannungsdifferenz zwischen den beiden Eingängen besteht. Ist die Spannung am nichtinvertierenden Eingang (+) positiver als jene am invertierenden Eingang (-), so ist die Ausgangsspannung (U_a) positiv (High-Pegel).

Ist die Spannung am nichtinvertierenden Eingang (+) jedoch negativer als die am invertierenden Eingang (-), so ist die Ausgangsspannung (U_a) im idealen Fall gegen 0 V (In der Praxis, je nach Beschaltung des OPs bis ca. 1,5 V).

Ein idealer Operationsverstärker besitzt folgende Charakteristiken:

- Hohe Leerlaufverstärkung (V_0 , d.h. Verstärkung ohne Belastung des Ausgangs, nur Spannungsmessung)
- Hoher Eingangswiderstand (R_{ein}) (keine Belastung der Eingangsschaltung)
- Ausgangswiderstand geht gegen 0 (R_{aus}) (kein Spannungsabfall am Ausgangswiderstand, keine Belastung).

Die Leerlaufverstärkung (V_0) ist beim idealen OP unendlich hoch, beim normalen (z.B.: LM 741) liegt die Leerlaufverstärkung zwischen 105 bis 106. Liegt keine zusätzliche Beschaltung des OPs vor (z.B. Widerstand zwischen einem Eingang und dem Ausgang zur Bestimmung der Verstärkung), so muß die Differenzspannung am Eingang klein gehalten werden, da sonst der Operationsverstärker im Sättigungsbetrieb arbeitet, d.h. er schaltet nur zwischen Betriebsspannung und 0 V hin und her.



Operationsverstärker LM 741



IC-Fassung

Mit IC-Fassungen vermeidet man eine unnötige Wärmebelastung der ICs beim Einlöten. So wird nur die Fassung auf die Platine gelötet und der IC in die Fassung gesteckt.

Beim Einlöten ist auf die richtige Stellung der Orientierungsnut oder ähnlichen Markierungen zu achten.

Möchte man Experimentieren oder einen defekten IC austauschen, erleichtert die Fassung auch den Wechsel der Bauteile, da man diese nur herauszuziehen braucht und nicht erst entlöten muß.



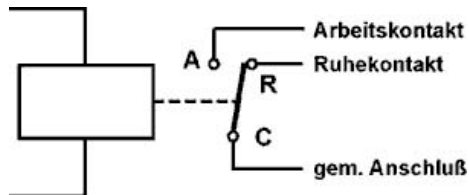
Relais



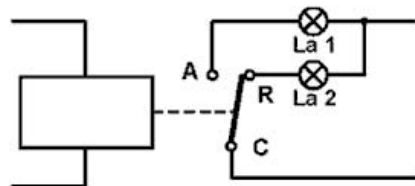
Ein Relais ist ein **elektromechanisch betätigter Schalter**. In vielen Fällen könnte man das Relais durch moderne Bauelemente (Transistor, Leistungstransistor, Thyristor, Triac und ähnlichen) ersetzen. Relais sind in der Anwendung aber problemloser.

Der Elektromagnet eines Relais hat einen Weicheisenkern, der mit einer Spule (Kupferdrahtwicklung) umgeben ist. Schickt man Strom in die Spule, baut sich ein Magnetfeld auf und der Anker zieht an und schließt die daran angebrachten Kontakte.

Bei einem Relais 1 x Um gibt es einen sogenannten Ruhekontakt, der bei stromlosen Relais geschlossen ist und einen Arbeitskontakt, der erst bei Anlegen der Betriebsspannung an die Spule schließt.



Schaltzeichen eines Relais 1 x Um.



Lampe La 2 leuchtet im Ruhezustand und geht aus, wenn das Relais anzieht. La 1 leuchtet bei angezogenem Relais.

Kurzbezeichnung: RL



Drucktaster

Drucktaster gibt es als **Öffner** (in Ruhestellung ist der Stromkreis geschlossen, er öffnet bei Betätigung) und als **Schließer** (Stromkreis ist in Ruhestellung geöffnet, er schließt bei Betätigung). Taster gibt es in vielen verschiedenen Bauformen, mit unterschiedlicher Belastbarkeit der Kontakte und mit unterschiedlicher Montagemöglichkeit.

Taster unterscheiden sich von Schaltern, indem sie nach Betätigung selbständig ihren Ruhezustand herstellen.



Platine

Die Platine ist die Basis fast jeder Schaltung. Sie verbindet die Bauteile mechanisch und durch Ihre Leiterbahnen elektrisch. Die Bauteile werden dazu mit den Leiterbahnen verlötet.

Platinen werden aus Hartpapier (billiger) oder aus Epoxyd-Harz (teurer, beständiger) hergestellt. Beide Arten von Platinen gibt es als geätzte (z.B. bei Bausätzen) und als unbearbeitete Version (z.B. Lochraster- oder Streifenrasterplatinen).

Ein häufiges Format bei Lochrasterplatinen ist das Euroformat (180 * 100 mm).



Anschlußdraht

Da in diesen Bausätzen keine größeren Ströme fließen, kann man einfache Schalttützen mit einem Querschnitt von mindestens $0,14 \text{ mm}^2$ verwenden.

Diese Anschlußdrähte sind hochflexibel und zur Isolierung mit PVC ummantelt. Sollte man über ein Relais einen größeren Verbraucher ansteuern (der z.B. eine elektrische Stromstärke von 5 A und mehr benötigt), dann müßte man eine Zuleitung mit einem Querschnitt von mindestens $0,75 \text{ mm}^2$ benutzen.

In der Regel sollte man mit hochflexiblen Leitungen arbeiten, da sie meist großen mechanischen Belastungen durch Verbiegen ausgesetzt sind.



Lötstift

Lötstifte sind einfache, meist zylindrische Bauteile aus Metall, die auf eine Schaltung gesteckt und mit ihr verlötet werden. Sie dienen zur soliden Verbindung mit angebrachten Bauteilen oder Zuleitungen.

Ebenfalls werden Lötstifte als Meßpunkte in Schaltungen verwendet, um besser an den Bauteilen messen zu können. Diese Verbindung kann durch Löten, Klemmen (z.B. Prüfklemmen) oder Stecken (z.B. mit Steckschuh) hergestellt werden.



Steckschuh

Mechanische, abnehmbare Befestigung.

Wird auf einen Lötstift gesteckt, um Teile, die nicht unmittelbar auf der Platine sitzen mit der Baugruppe zu verbinden (z.B. Meßfühler, etc.)



Batterie-Clip

Der Batterie-Clip dient zum Anschluß einer 9-Volt-Blockbatterie zur Spannungsversorgung der Platine.

Er wird über einen Anschlußdraht mit der Platine verbunden.



Lampenfassung

Lampenfassungen dienen zur leichteren Montage von Glühlämpchen auf einer Platine o.ä. Diese müssen nicht mit der Platine oder dem Anschlußdraht verlötet werden und können bei Funktionsstörungen leichter ausgetauscht werden.

Die Gehäuseform der Lampe und der Lampenfassung müssen kompatibel zueinander sein.



Glühlämpchen

Glühlämpchen gibt es für alle Spannungsbereiche und in vielen unterschiedlichen Bauformen. Zur genaueren Identifizierung der richtigen Glühlampe werden bei ihnen die benötigte Betriebsspannung (in Volt), die Belastbarkeit (in Watt) oder der benötigte Strombedarf (in Ampere) und die Größe und Art der Lampenfassung angegeben (z.B. E12 : Gewinde mit 12 mm Durchmesser).

Glühlampen haben einen Widerstand, der über die benötigte elektrische Spannung und der Belastbarkeit (elektrische Leistung) ($R = U^2 : P$) oder die elektrische Stromstärke ($R = U \times I$) errechnet wird.

Glühlämpchen sollten niemals an eine höhere als die angegebene Betriebsspannung angeschlossen werden, da es ihre Betriebsdauer erheblich verkürzt.



Klemmleiste

Klemmleisten werden verwendet, um Leitungen mit der Platine zu verbinden, die aber auch jederzeit wieder gelöst werden können.

Schraubklemmleisten werden oft bei Betrieb mit größeren Stromstärken benutzt.



Distanzrolle

Distanzrollen oder auch **Abstandshalter** werden beispielsweise bei LEDs (Leuchtdiode) verwendet, damit diese jeweils den gleichen Abstand zur Platine haben.

Abstandshalter werden oft gebraucht, wenn eine Platine mit vielen LEDs auf der Oberseite in ein Gehäuse eingebaut werden sollen. Sie sind meist aus Kunststoff.



Buchse

Eine Buchse ist ein Teil einer mechanisch-elektrischen Steckverbindung.

Der andere Teil ist der passende Stecker.

Buchsen sind meist aus Metall für die leitenden Teile und Kunststoff für die isolierenden Teile.

Zur Befestigung dient beispielsweise ein Gewinde und eine Mutter.



Batteriehalterung

Eine Batteriehalterung dient zur Befestigung von Batterien oder Akkus.

Sie ermöglicht das leichte Austauschen der Spannungsquellen.