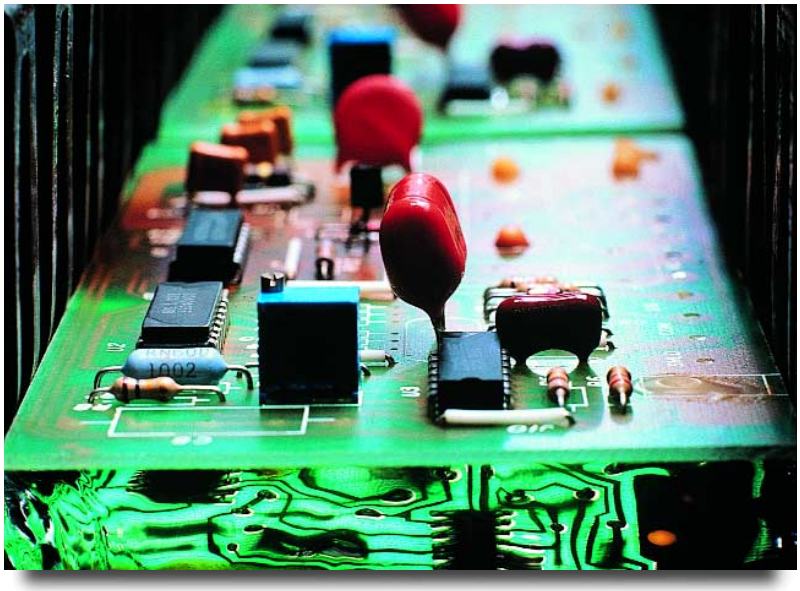
Service



3 GRUNDLAGEN DER ELEKTRONIK

LEHRHEFTE GRUNDWISSEN

FORMACION POSTVENTA



Die komplette oder auszugsweise Wiedergabe dieses Hefts, die Speicherung in elektronischen Medien sowie die Übertragung in irgendeiner Form auf elektronischem, mechanischem, photomechanischem oder einem sonstigen Weg sind ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der Inhaber des *Copyright* nicht gestattet.

TITEL: Grundlagen der Elektronik (L.G. Nr. 3) - AUTOR: Kundendienstorganisation - SEAT, S.A. Zona Franca, Calle 2. Handelsregister Barcelona. Band 23662, Folio 1, Blatt 56855

1. Auflage - VERÖFFENTLICHUNGSDATUM: April 97 - HINTERLEGUNG DER PFLICHTEXEMPLARE: B. 4505-98
Druckvorbereitung und Druck: TECFOTO, S.L. - Ciutat de Granada, 55 - 08005 Barcelona - Design und Umbruch: WIN&KEN

I N H A L T

Passive Komponenten:
Festwiderstände 4-5

Passive Komponenten:
Veränderbare Widerstände 6-9

Passive Komponenten:
Der Kondensator 10-13

Aktive Komponenten 14-15

Aktive Komponenten:
Die Diode 16-19

Aktive Komponenten:
Zenerdiode, LED und Fotodiode 20-21

Aktive Komponenten:
Der Transistor 22-23

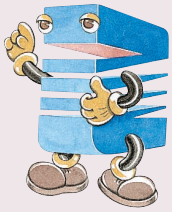
Anwendung der Transistoren 24-25

Aktive Komponenten:
Thyristor, Fototransistor, Triac und Diac 26-27

Integrierte Schaltungen 28-29

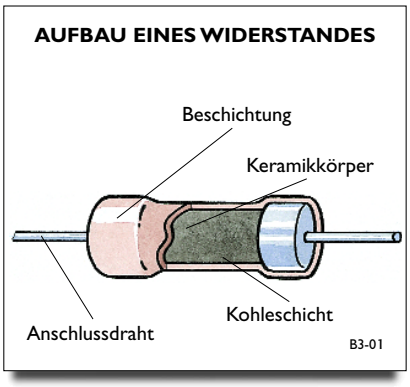
Prüfen sie ihr Wissen 30-33

Lieber Leser, zum besseren Verständnis dieses Hefts empfehlen wir Ihnen, das Heft Nr. 1 dieser Reihe GRUNDLAGEN DER ELEKTRIK nachzulesen.



"Bei allen elektronischen Schaltkreisen werden neben den Halbleiterbauelementen eine Reihe Hilfselemente benötigt, die sogenannten passiven Komponenten: Widerstände, Potentiometer und Kondensatoren".

Passive Komponenten: Festwiderstände





Bauart und Funktion

Widerstände sind passive Bauteile, die dazu dienen, den Strom, der durch einen Schaltkreis fliesst, zu begrenzen oder Spannungsteiler zu bilden, damit die Spannung an einem bestimmten Punkt auf einen konkreten Wert eingestellt werden kann.

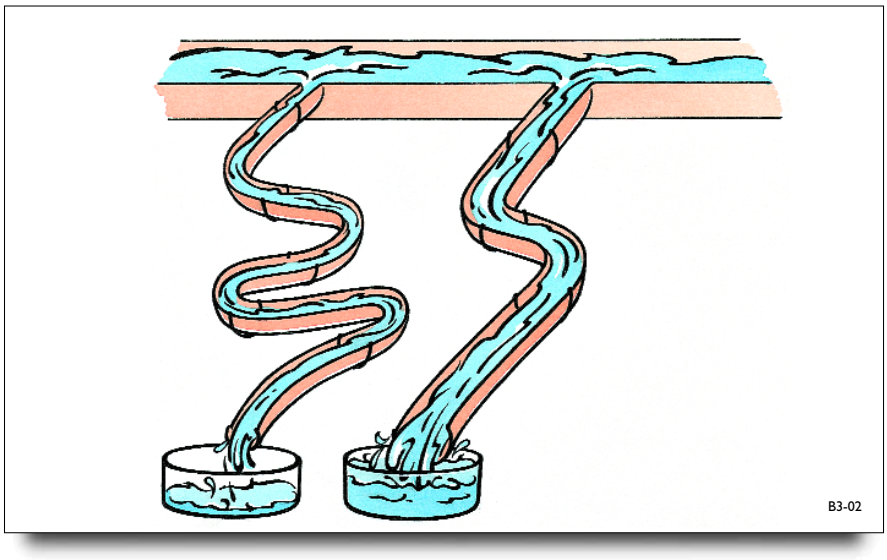
Zum besseren Verständnis könnte man die Widerstände mit der Länge, dem Querschnitt und der Form der Rohrleitungen einer Wasserkraftanlage vergleichen. Je nach der Länge, dem Querschnitt und der Form der Rohrleitungen reduziert sich die Wasserdurchflussmenge, so dass das Wasser einen Teil seiner Energie verliert.

Die in einen Schaltkreis integrierten Widerstände bewirken, wenn sie von Strom durchflossen werden, an ihrem Ende einen Spannungsabfall oder -verlust um einen Wert, der dem Widerstandswert entspricht.

Widerstände werden aus Werkstoffen mit einem sehr hohen spezifischen Widerstandskoeffizienten (z. B. Drahtwicklungen, Kohle oder Metallschichten) hergestellt; auf diese Weise erhält man die gewünschten Ohmwerte mit einem kleinen Bauteil.

Am häufigsten werden Kohleschichtwiderstände eingesetzt. Sie bestehen aus einem zylinderförmigen Keramikkörper, auf den eine Kohleschicht aufgetragen wird. Der Widerstandswert wird durch ein Verfahren zur spiralförmigen Anordnung der Kohleschicht oder durch Änderung der Schichtstärke festgelegt.

Metallschichtwiderstände haben einen Keramikkörper, auf den eine

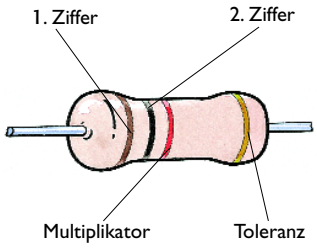


Beispiel zur Hydraulik.
Je grösser der Widerstandswert, desto kleiner die Durchflussmenge.

dünne Metall-Harz-Schicht aufgedampft wird. Komposition und Menge bestimmen den Widerstandswert.
Metallschichtwiderstände sind in hohem Masse temperaturbeständig, und sie haben eine höhere Genauigkeit als Kohleschichtwiderstände.
Die Widerstände werden im allgemeinen durch Farbstreifen oder -ringe auf dem Widerstandskörper nach dem internationalen Farbcode gekennzeichnet. Die Kennfarbe gibt den Widerstandswert und die Fertigungstoleranz an. Die Fertigungstoleranz wird gekennzeichnet, weil völlig exakte Widerstandswerte in der Fertigung nicht erreicht werden können.
Die Baugrösse des Widerstands steht im Verhältnis zu seiner Belastbarkeit oder Leistungsaufnahme in Watt. Die genormten Leistungswerte gehen von 1/8 Watt bis zu mehreren Watt. Wird eine grössere Leistungsaufnahme benötigt, so werden Draht- und Keramikwiderstände eingesetzt.

Farbcode

Zur Interpretation des internationalen Farbcodes muss der Widerstand so betrachtet werden, dass der goldene oder silberne Streifen (der die Toleranz kennzeichnet) rechts liegt.
Die Farbstreifen werden von links nach rechts gelesen.
Der erste Streifen entspricht der ersten Ziffer, der zweite Ring der zweiten und der dritte Ring steht für den Multiplikator (die Anzahl Nullen).
Die Standardtoleranzen sind: 20 %, 10 %, 5 %, 2 % und 1 %. Für Toleranzen unter 5 % werden Metallschichtwiderstände verwendet.



1. Ziffer	Braun	(1)...1
2. Ziffer	Schwarz	(0)..... 0
Multiplikator	Rot	(2)..... 00
		1.000 Ω

B3-03

FARBCODE FÜR WIDERSTÄNDE

SCHWARZ	-	0	X1
BRAUN	1	1	X10
ROT	2	2	X100
ORANGE	3	3	X1.000
GELB	4	4	X10.000
GRÜN	5	5	X100.000
BLAU	6	6	X1.000.000
VIOLETT	7	7	
GRAU	8	8	
WEISS	9	9	

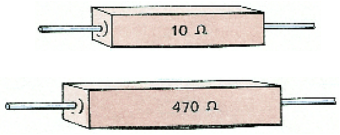
TOLERANZ

SILBER	10 %
GOLD	5 %

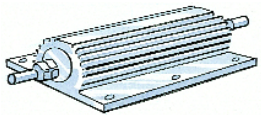
ARTEN VON WIDERSTÄNDEN



Keramische Widerstände



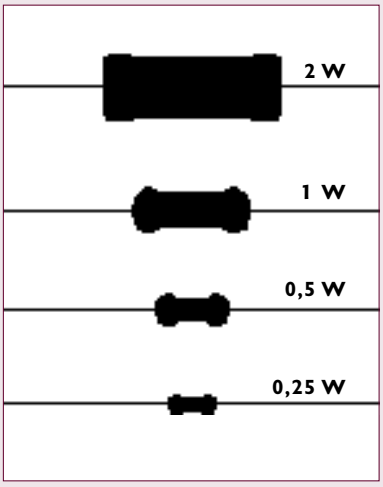
Drahtwiderstände



B3-04

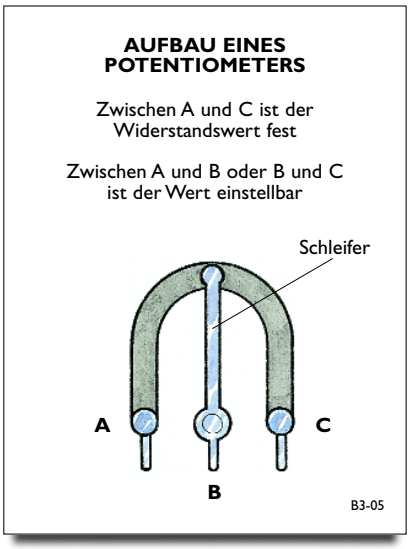
ZUR VERTIEFUNG

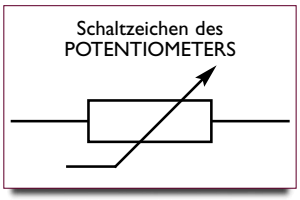
Die Baugrösse des Widerstands steht im Verhältnis zu seiner maximalen Leistungsaufnahme. Die Abbildung zeigt einige Widerstände, bei denen die Leistungsaufnahme auf Grund ihrer Grösse bestimmt werden kann.



"Veränderbare Widerstände sind Widerstände, deren Wert verändert werden kann. Bei einigen Widerständen verändert sich der Wert ausserdem in Abhängigkeit von physikalischen Einflussgrössen, z. B. Temperatur, Licht, Magnetismus usw., so dass sie als Sensoren verwendet werden können".

Passive Komponenten: Veränderbare Widerstände



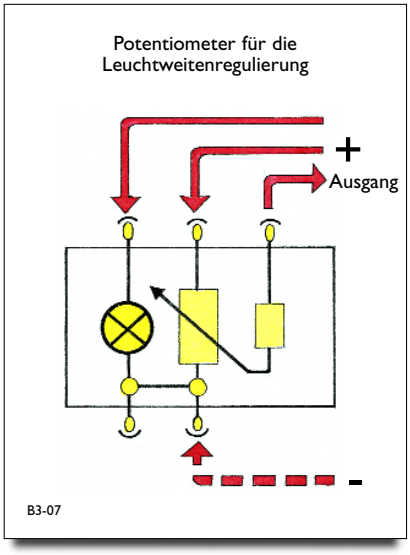


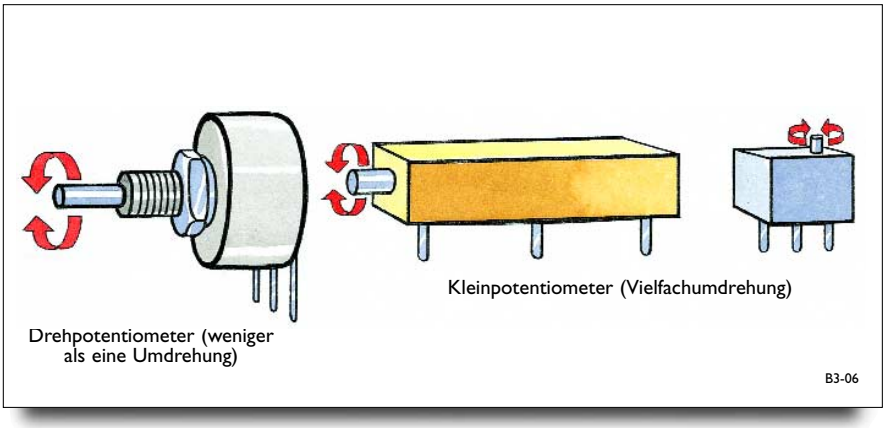
Einstellbare Widerstände oder Potentiometer

Das Potentiometer ist ein Widerstand, der durch einen Schleifkontakt in zwei Widerstände aufgeteilt wird, deren Wert in der Summe konstant ist. Der Widerstand besteht je nach Wert und Leistungsaufnahme aus einer Kohleschicht oder einer Widerstandsdrahtwicklung. Es gibt auch Potentiometer, die eine Schicht aus leitendem Kunststoff oder Keramik verwenden.
Auf dem Widerstand wird der Schleifer bewegt, der einen Kontakt herstellt. Der Widerstandswert kann zwischen der Schleifkontaktklemme und einem Ende des Widerstands eingestellt werden. Die Schleiferbewegung kann weniger als eine Umdrehung betragen oder zahlreiche Umdrehungen, wobei eine sehr feine Widerstandsregelung möglich ist.

- **Anwendung des Potentiometers**

  Potentiometer werden vor allem als Spannungsteiler oder zur Begrenzung der Stromstärke eingesetzt. Im Fahrzeug findet es z. B. Verwendung beim Tankgeber, zur Regelung der Schalttafelbeleuchtung oder in der Scheinwerferhöheneinstellung.





Verschiedene Arten von Potentiometern.

Spezielle Widerstände

Neben den Festwiderständen und den Potentiometern gibt es spezielle Widerstände, die ihren Widerstandswert in Abhängigkeit von physikalischen Einflussgrössen ändern.

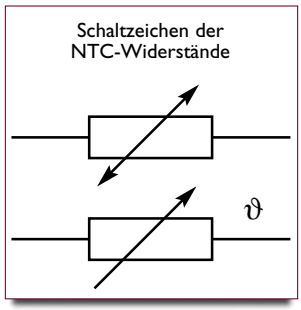
Diese besonderen Eigenschaften werden für Anwendungen genutzt, bei denen Elemente nützlich sind, die Temperaturen, Spannungen, Drücke, Zug usw. erfassen und messen können. Die Anwendungsmöglichkeiten im Kraftfahrzeug sind zahlreich, denn diese speziellen Widerstände sind ein Bestandteil der sogenannten Sensoren: Bauteile, die eine physikalische Veränderung in eine elektrische Veränderung umsetzen.

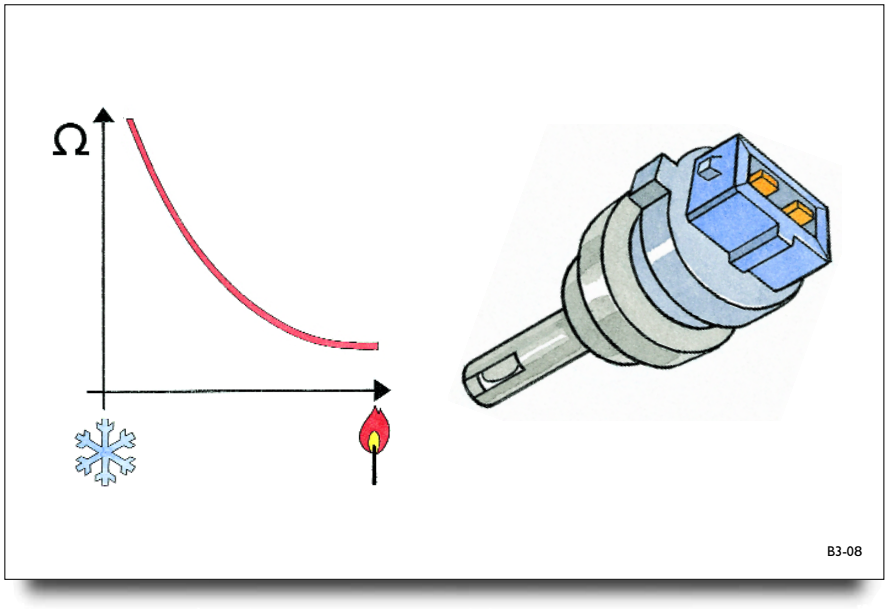
- **NTC-Widerstände (Negative Temperature Coefficient, negativer Temperaturkoeffizient)**

NTC-Widerstände haben die Eigenschaft, dass ihr Widerstandswert bei steigender Temperatur abnimmt.

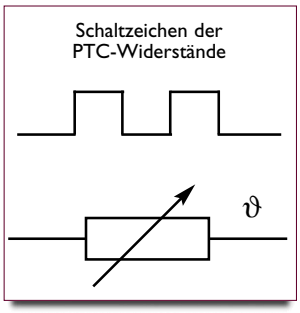
NTC-Widerstände bestehen aus Halbleitereisenoxiden. Sie können verschiedene Formen haben: verkapselt in Tropfen-, Platten- oder Kugelform, flach usw.

Der Widerstandswert verändert sich um -3 bis -5 % pro Grad Celsius. Der Nennwert wird für 25 °C definiert. NTC-Widerstände werden vor allem bei der Motortemperaturmessung und bei der Lufttemperaturmessung (Ansaugluft, Heizung, Klima usw.) eingesetzt.

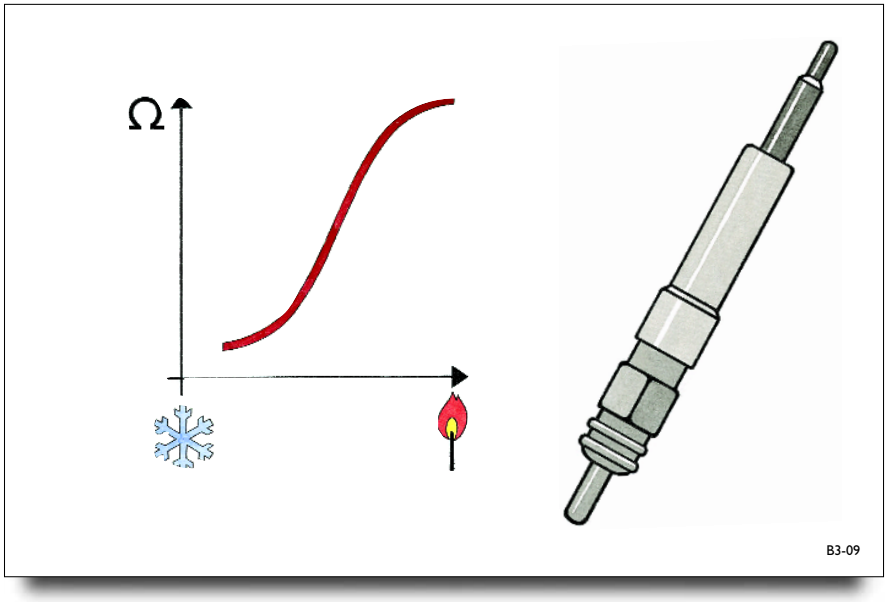




Temperaturgeber mit NTC-Widerstand und Widerstandsverhalten.



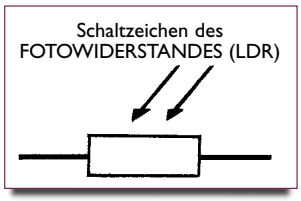
- **PTC-Widerstände (Positive Temperature Coefficient, positiver Temperaturkoeffizient)**
  Der Widerstand von PTC-Widerständen nimmt bei steigender Temperatur zu. Das gilt allerdings nur für einen bestimmten Temperaturbereich. Ausserhalb dieses Temperaturbereichs kann der Koeffizient bei Null liegen oder sogar negativ sein. Eine Glühlampe wirkt wie ein PTC-Widerstand. In kaltem Zustand liegt ihr Widerstandswert bei etwa einem Zehntel des Widerstands bei Betriebstemperatur.
  Ein Beispiel für den Einsatz von PTC-Widerständen sind die selbstregelnden Glühkerzen für Dieselmotoren. Ihr Widerstandswert nimmt mit steigender Temperatur zu. In kaltem Zustand ist ihr Widerstand sehr gering und es fliesst ein hoher elektrischer Strom, so dass die Vorkammer schnell erwärmt wird. Mit zunehmender Temperatur nimmt der Widerstandswert ab, und es fliesst weniger elektrischer Strom. Diese Eigenschaft des PTC-Widerstands mit schneller Aufheizung und selbstgeregeltem Verbrauch ermöglicht eine hervorragende Heizeinrichtung, die zur Heizung der Lambda-Sonde, der Schliesszylinder, der Scheibenwaschdüsen usw. eingesetzt wird.

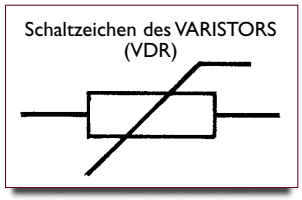


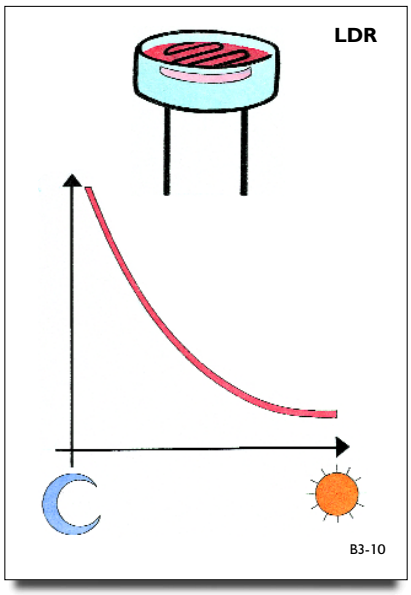
Glühkerze und Widerstandsverhalten des PTC-Widerstands.

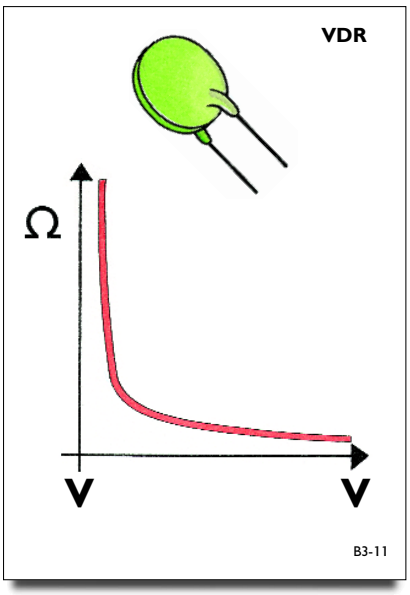
- **LDR-Widerstände (Light Dependent Resistor, lichtabhängiger Widerstand)**
  LDR-Widerstände oder **Fotowiderstände** bestehen aus einer Scheibe aus Halbleiterwerkstoff (im allgemeinen Kadmiumsulfid), auf der Leiterbahnen aus einem leitenden Werkstoff aufgedruckt werden.
  Ihr Widerstandswert richtet sich nach der Beleuchtungsstärke; bei völliger Dunkelheit ist der Widerstand hoch, und mit zunehmender Beleuchtungsstärke verringert sich der Widerstandswert.
  Fotowiderstände werden bei lichtabhängigen Steuerungen, z. B. zur automatischen Lichteinschaltung beim Durchfahren von schwach beleuchteten Bereichen wie Tunneln, eingesetzt, und sie werden auch als Sensoren zur Erfassung der Sonneneinstrahlung bei Klimaanlagen verwendet.

- **VDR-Widerstände (Voltage Dependent Resistor, spannungsabhängiger Widerstand)**
  VDR-Widerstände oder **Varistoren** sind Widerstände, deren Wert von der an ihre Enden angelegten Spannung abhängt.
  Sie haben einen hohen elektrischen Widerstand, der mit zunehmender Spannung abnimmt. Diese Eigenschaft wird durch den zur Herstellung des Widerstands verwendeten Werkstoff (Siliziumkarbid und Titanoxid) bestimmt. Sie können zur Spannungsstabilisierung, als Überspannungsschutz oder zur Unterdrückung von durch die Funken kleiner Kohlebürstenmotoren erzeugten Störungen eingesetzt werden.





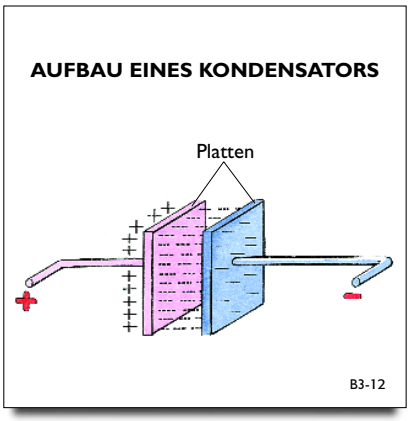


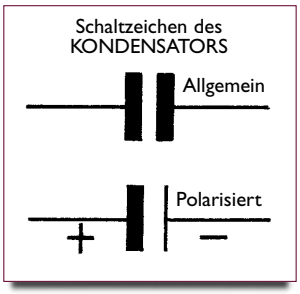


Bauart und Widerstandsverhalten von LDR- und VDR-Widerständen.

"Ein Kondensator ist ein Bauelement, das die Eigenschaft besitzt, eine elektrische Ladung zu speichern und abzugeben. Diese Eigenschaft macht ihn zu einem sehr nützlichen Bauteil für Schaltungen, bei denen der elektrische Strom «gefiltert» werden muss, oder für den Bau von Zeitschaltvorrichtungen".

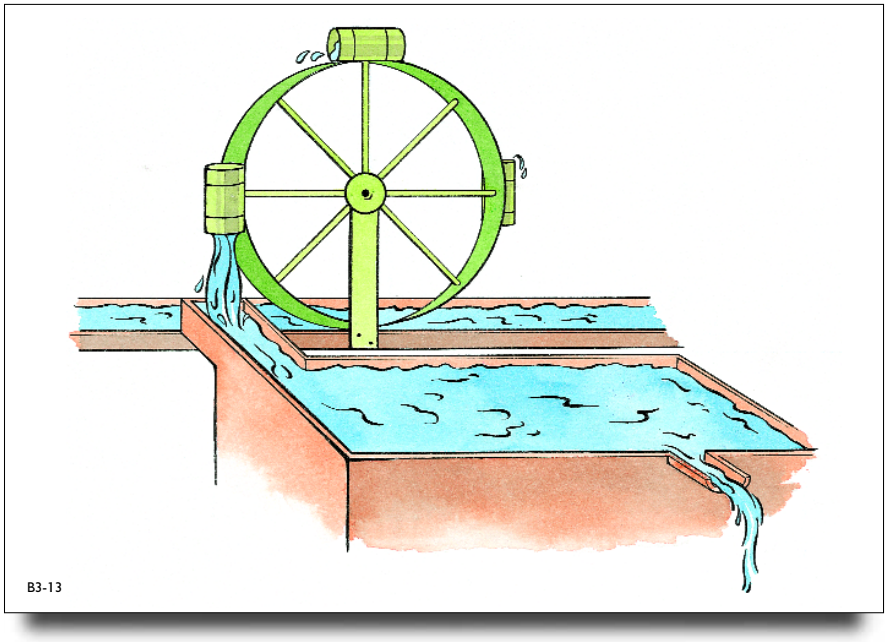
Passive Komponenten: Der Kondensator





Bauart und Funktion

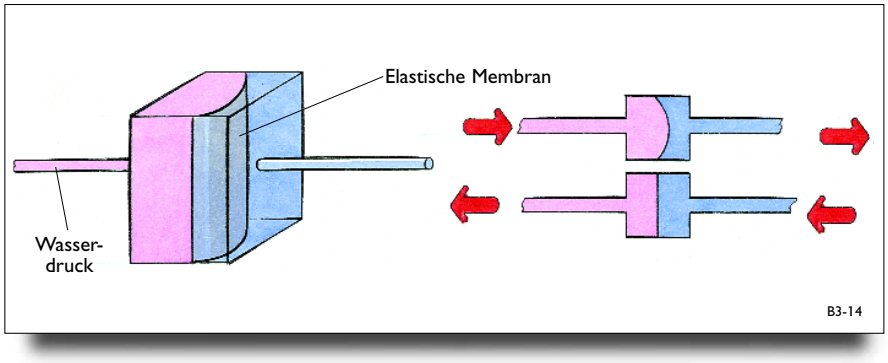
Der Kondensator ist ein Bauteil, das die Eigenschaft besitzt, eine elektrische Ladung zu speichern. Er besteht im wesentlichen aus zwei durch ein sogenanntes Dielektrikum voneinander isolierten Platten. Beim Anlegen einer Gleichspannung werden die Kondensatorplatten aufgeladen. In der an den Minuspol angeschlossenen Kondensatorplatte sammeln sich die Elektronen an, während in der an den Pluspol angeschlossenen Kondensatorplatte ein Elektronenmangel entsteht.
Bei abnehmender Quellenspannung gibt der Kondensator bis zur Höhe der Quellenspannung seine Ladung ab. Diese Eigenschaft des Kondensators, das Aufladen und Entladen, wird zum "Filtern" des Stroms genutzt. Zum besseren Verständnis kann er mit einem "Behälter" verglichen werden, der Strömungsschwankungen ausgleicht und dämpft.
Der Kondensator ist auch ein wesentlicher Bestandteil von Oszillator- und Zeitschaltungen sowie von Zündanlagen, die auf der Entladung eines Kondensators an den Primärstromkreis der Spule basieren.
Der zur Herstellung eines Kondensators verwendete Werkstoff ist von grosser Bedeutung, denn er bestimmt eine Reihe von Faktoren wie z. B. die maximale Betriebsspannung und vor allem die Kapazität.
Das Schaltzeichen für den Kondensator wird durch die beiden Kondensatorplatten gebildet. Der

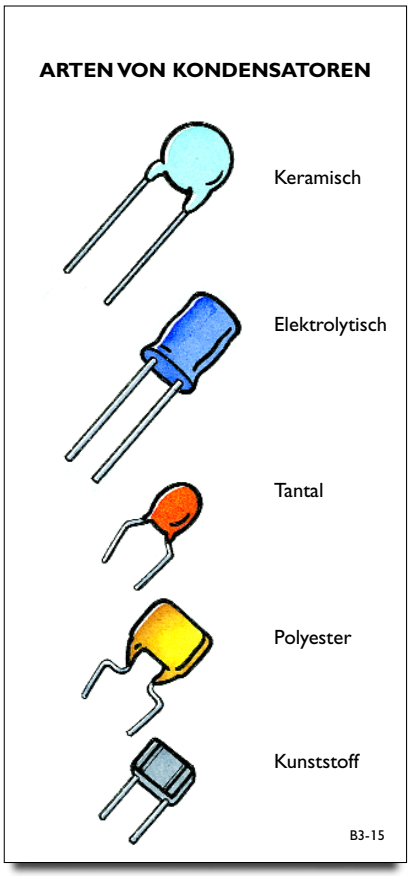


Vergleich aus der Hydraulik.
Der Kondensator wirkt wie ein Behälter zur Dämpfung der Strömungsschwankungen.

Kondensator kann polarisiert sein. Dann muss bei der Montage auf die Anordnung der Anschlüsse geachtet werden, z. B. bei elektrolytischen Anschlüssen, und das Schaltzeichen des Kondensators zeigt die Polarität der Anschlüsse.
Der Kondensator verhält sich bei Wechselstrom anders als bei Gleichstrom. Beim Anlegen von Gleichstrom laden sich die Kondensatorplatten bis zur Quellenspannung auf, aber es fliesst kein Strom. Schliesst man hingegen einen Kondensator an eine Wechselstromquelle an, so wird er ständig im Rhythmus der Quellenfrequenz aufgeladen und entladen, und es fliesst Strom. Man kann den Kondensator mit einem durch eine elastische Membran geteilten Behälter vergleichen. Bei kontinuierlicher Strömung zirkuliert das Wasser nicht, weil die Membran das verhindert. Das Wasser wird mit einem bestimmten Druck, nämlich dem im Kreislauf vorhandenen Druck, gespeichert. Entsteht jedoch eine pulsierende Wasserströmung, so reagiert die Membran auf jeden Druckimpuls, überträgt die Druckänderungen auf die andere Behälterhälfte und bewirkt so den Umlauf des Wassers.
Diese Eigenschaft bei Wechselstrom wird zum Filtern eines einen Wechselstrom überlagernden Gleichstroms genutzt, wobei der Gleichstrom fliesst und zurückgehalten wird, sowie auch zur Beseitigung der Spannung, die in Schaltungen mit induktiven Ladungen (Relais, Spulen, usw.) auftreten kann.

- **Arten von Kondensatoren**
  Die Kondensatoren lassen sich nach dem Werkstoff und der Kapazität einteilen.
  - **Keramik und Kunststoff** für kleine Kapazitäten.
  - **Polyester und Tantal** für mittlere Kapazitäten.
  - **Elektrolytisch** für grosse Kapazitäten.





Vergleich aus der Hydraulik zur Erläuterung des Verhaltens eines Kondensators bei Wechselstrom.

ZUR VERTIEFUNG

Kapazitätseinheite

Die Kapazität (C) eines Kondensators ist direkt proportional der in jeder Kondensatorplatte (Q) angesammelten Elektrizitätsmenge und umgekehrt proportional der zwischen den beiden Kondensatorplatten angelegten Spannung (U).

Die entsprechende Formel lautet:

C = Q/U

1 Farad (C) = 1 Coulomb (Q) / 1 Volt (V)

C = Kapazität des Kondensators in Farad (F)

Q = Elektrizitätsmenge in Coulomb (C)

U = Spannung zwischen Kondensatorplatten in Volt (V)

*Die Kapazitätseinheit, das **Farad**, wird definiert als Verhältnis zwischen der Elektrizitätsmenge (Q) in Ampere pro Sekunde, die ein Kondensator speichern kann, und der Spannung zwischen den Kondensatorplatten*

*Die Elektrizitätsmenge (Q) ist das **Coulomb**, sie wird definiert als die von einem Ampere (A) in einer Sekunde (s) zwischen zwei Punkten einer Schaltung transferierte Elektrizitätsmenge. Damit ist ein Coulomb das gleiche wie ein Ampere pro Sekunde (C = As).*

In der Praxis ist das Farad ein sehr hoher Wert. Aus diesem Grund werden Untereinheiten verwendet:

MIKROFARAD	*mF =*	*0,000001 F*
NANOFARAD	*nF =*	*0,001 mF*
PICOFARAD	*pF =*	*0,001 nF*

Anwendungen des Kondensators

• Filter und Resonanzkreise

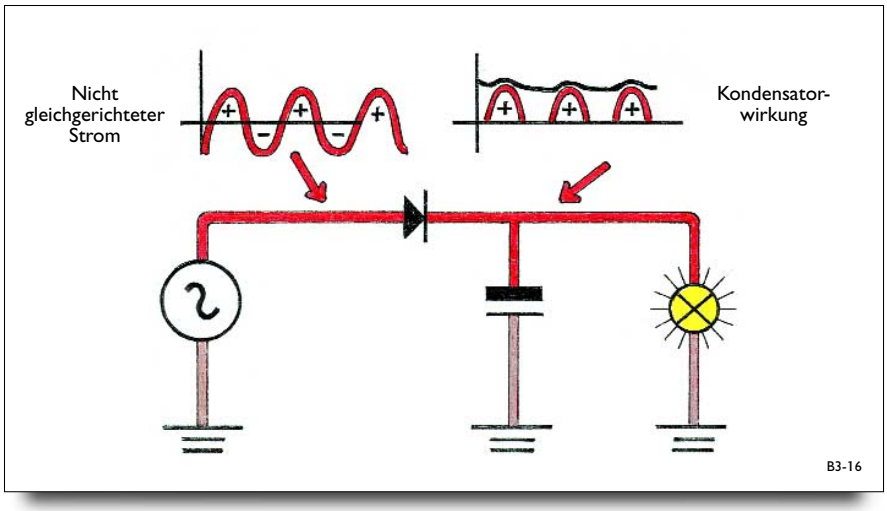
Zur Vermeidung von Störgeräuschen im Autoradio werden Kondensatoren auf Grund ihrer Eigenschaften bei Wechsel- und Gleichstrom als Stromfilter eingesetzt.

Durch einen mit den Induktanzen (Spulen, Relais usw.) oder Störgeräuschquellen (Schalter, Motoren usw.) parallelgeschalteten Kondensator werden alle Wechselspannungsspitzen, die Störungen verursachen können, zur Masse abgeleitet (kurzgeschlossen).

Am Ausgang des Gleichrichters (s. Abb.) sorgt der Kondensator für eine "Einebnung" der Spannungsspitzen, denn er lädt sich beim Anstieg der positiven Welle auf und entlädt sich zu Beginn des Abstiegs, wodurch sich die leeren Bereiche mit der vom Kondensator angesammelten Ladung füllen.

Wenn einem Gleichstrom mit Wechselschwingungen ein Wechselsignal entzogen werden muss (z. B. für den Drehzahlmesser), so wird der Kondensator in Serie geschaltet, und es kann nur die Wechselkomponente des Signals passieren.

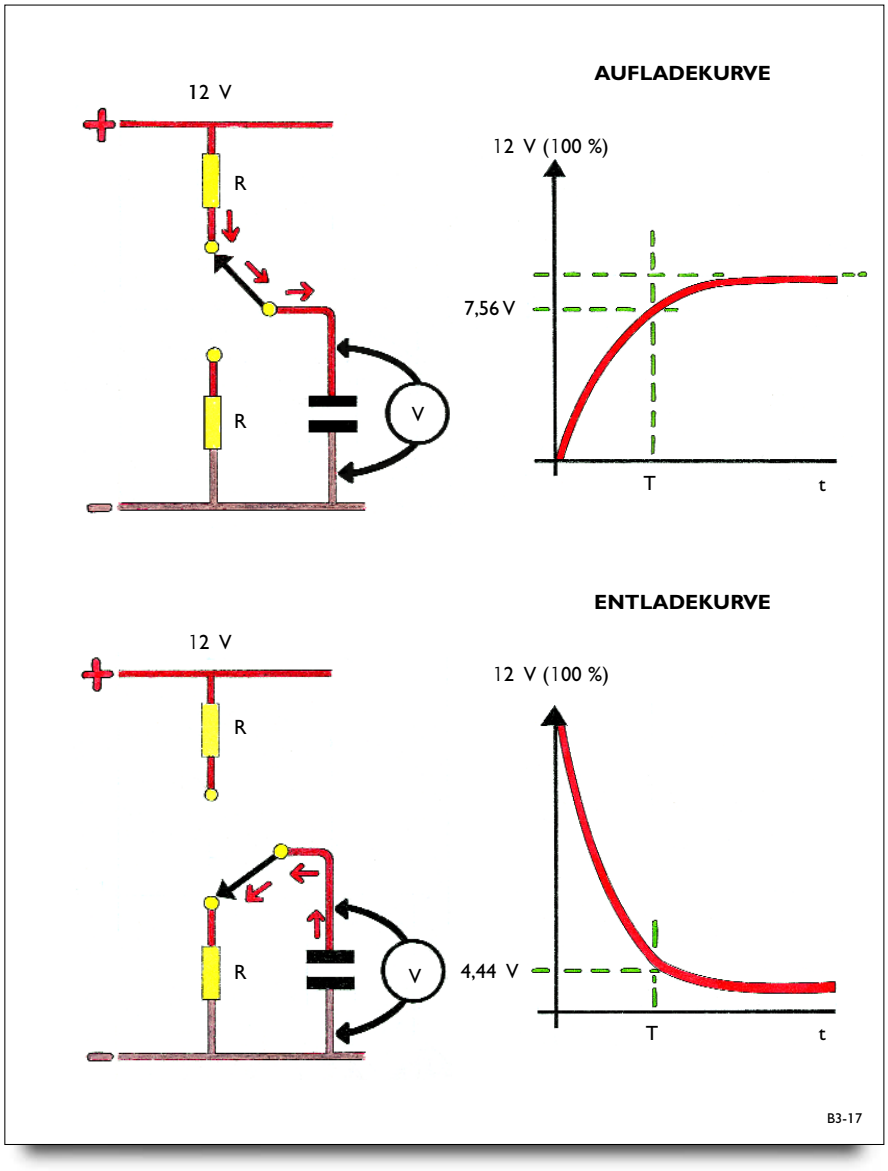
Ein in Reihe mit einer Wicklung (Induktanz) geschalteter Kondensator bildet einen Resonanzkreis, der als Filter für eine bestimmte Schwingungsfrequenz wirkt. Deshalb wird er als Leseeinheit bei der elektronischen Wegfahrsicherung eingesetzt, da der Kreis das vom Schlüssel gesandte Signal "erkennen" kann.



Schema eines Halbwellengleichrichters mit einem Filterkondensator.

- **Timer**

  Ein mit einem Widerstand in Reihe geschalteter Kondensator wird als Zeitschaltelement verwendet. Der Kondensator wird über den Widerstand in einer bestimmten Zeit aufgeladen und entladen. Eine solche Vorrichtung wird bei der Zeitsteuerung der Fahrzeuginnenleuchte oder als Bestandteil des Energiereservemoduls im Steuergerät des Airbagsystems verwendet.



Verlauf der Aufladung und Entladung eines Kondensators über einen Widerstand.

ZUR VERTIEFUNG

Zeitkonstante RC

Der zeitliche Verlauf der Aufladung eines Kondensators ist NICHT LINEAR; er ist zu Beginn schnell und wird dann langsamer. Ein Teilstück der Auflade- und Entladekurve ist jedoch praktisch linear, und dieses Teilstück wird zur Berechnung der Zeitkonstante (T) verwendet. Die Zeitkonstante gibt die Zeit an, in der ein Kondensator auf 63 % der angelegten Spannung aufgeladen wird. Die Berechnung für die Entladung ist entsprechend, und es gilt, dass am Ende der Zeit (T) der Konstante RC die Spannung des Kondensators auf 37 % abgefallen sein muss.

"Die elektronischen Bauelemente, durch die die elektronischen Schaltkreise oder Systeme die Fähigkeit erhalten, den Strom zu schalten oder zu regeln, werden als aktive Komponenten bezeichnet. Es sind die Halbleiterbauelemente".

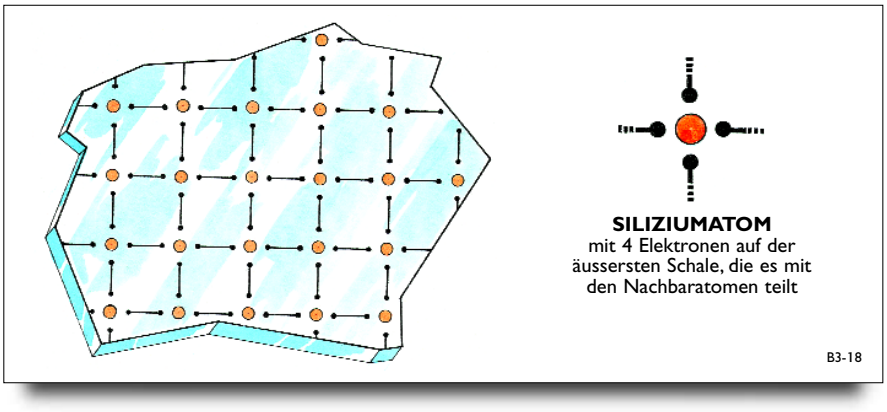
Aktive Komponenten

Halbleiter

In der Elektrotechnik werden zwei Arten von Werkstoffen unterschieden, die **Leiter** und die Nichtleiter oder **Isolierstoffe.** Zu den Leiterwerkstoffen und den Isolierstoffen kommt jedoch noch eine dritte Gruppe, die sogenannten **Halbleiter,** die auf Grund ihrer Beschaffenheit im Reinzustand zu den Nichtleitern zählen, aber durch den gezielten Einbau von Verunreinigungen durch andere Stoffe (Dopen oder Dotieren) zu Leitern werden.

Bei den Isolierstoffen sind die Elektronen fest an die Atome gebunden und bilden ein Kristallgitter. Eine Stromleitung ist so unmöglich. Bei den Leitern können die Elektronen leicht gelöst werden, und die Stromleitung entsteht durch die freie Bewegung dieser Elektronen.

Darstellung der internen Struktur von reinem Silizium.
Alle Atome bilden ein Kristallgitter.
Nachbaratome haben gemeinsame Elektronen.



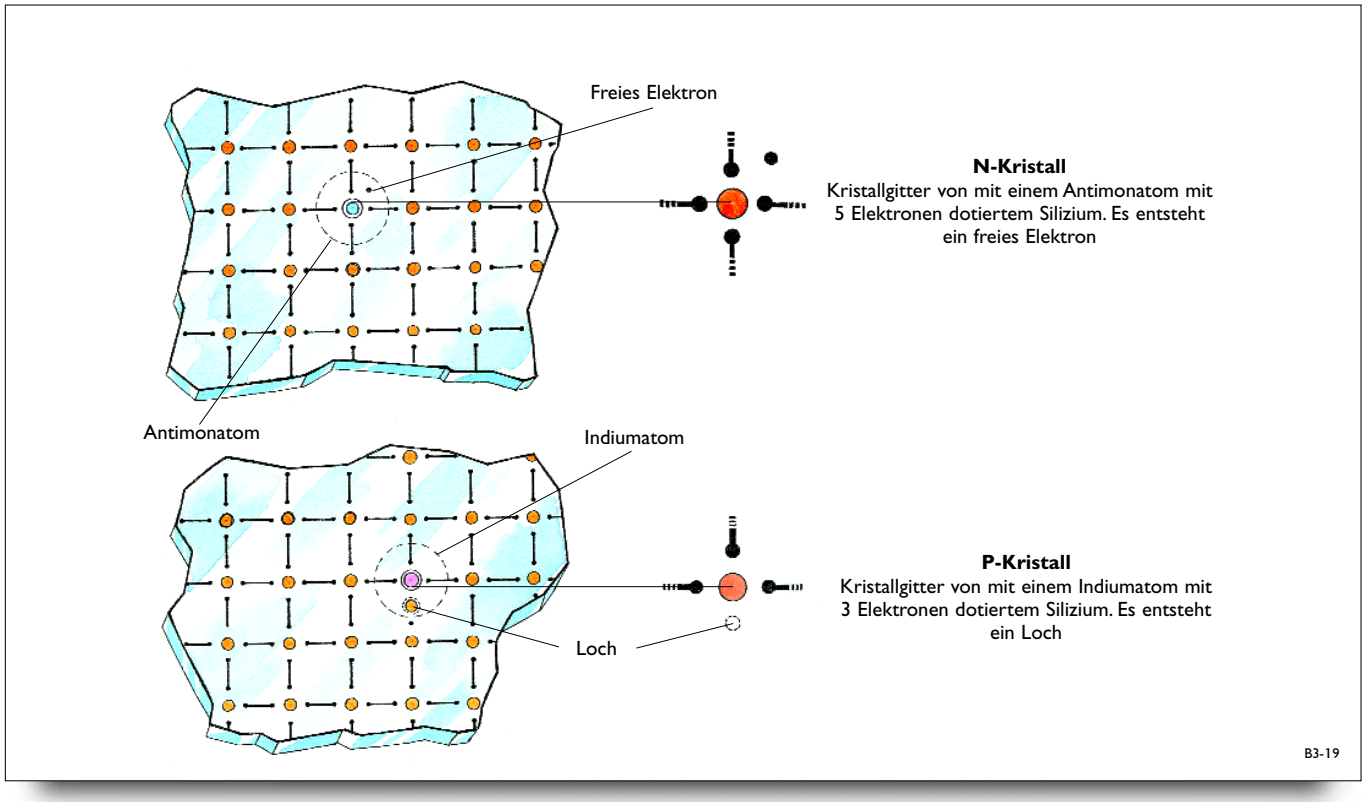
- **Dotierung**

Die Halbleiterwerkstoffe wie **Silizium** und **Germanium** sind im Reinzustand nicht leitende Kristalle. Wird jedoch ihre Atomstruktur mit **Arsen, Gallium** oder **Indium** verunreinigt, so verwandeln sie sich in Kristalle mit guter Leitfähigkeit für positive und negative Ladungen. Durch die Verbindung dieser beiden Arten von Kristallen entsteht eine Komponente mit völlig anderen Stromleiteigenschaften als im Reinzustand.

- **N- und P-Kristalle**

Die Halbleiterkristalle werden durch Dotieren hergestellt, d. h. durch das gezielte Hinzufügen von Fremdstoffen zum Grundaufbau des Kristalls.

Silizium (4 Elektronen) kann z. B. mit Antimon oder Indium dotiert werden; so vermischen sich die Atome des Dotierstoffs mit den Atomen des Halbleiters. Es können Fremdatome mit einem zusätzlichen Elektron auf der äussersten Schale (Antimon mit 5 Elektronen) zum Dotieren benutzt werden. In diesem Fall bringt jedes Atom des Dotierstoffs ein nicht mit dem Kristallgitter verbundenes Elektron, das somit "frei" ist und



als Ladungsträger wirken kann. Ein auf diese Weise erhaltener Kristall wird als **N-Kristall** bezeichnet. Alternativ kann das Halbleitersilizium mit einem Element dotiert werden, das drei Elektronen auf der äussersten Schale besitzt (Indium), so dass dort, wo ein Dotierstoffatom eingebaut wird, ein Elektron zur vollständigen Bindung in das Siliziumgitter fehlt. Diese Bindungslücke heisst Loch oder Defektelektron und verhält sich wie ein Ladungsträger.

Das Siliziumatom hat nun ein Loch, das wie ein Elektron "wandern" kann. Die Beweglichkeit der Löcher beruht jedoch auf der Wanderung der mit ihnen verbundenen Elektronen, nicht auf ihrer tatsächlichen physischen Bewegung.

Ein auf diese Weise dotierter Stoff wird **P-Kristall** genannt, denn er ist imstande, "Löcher" zu versetzen, die sich im Gegensatz zum Elektron wie positive Ladungsträger verhalten.

"Durch die Verbindung eines P- und eines N-Kristalls entsteht die erste der aktiven Komponenten: die Diode, die ähnlich wie ein Ventil wirkt".

Aktive Komponenten: Die Diode

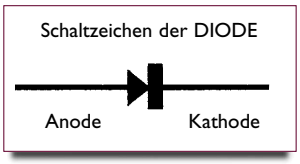


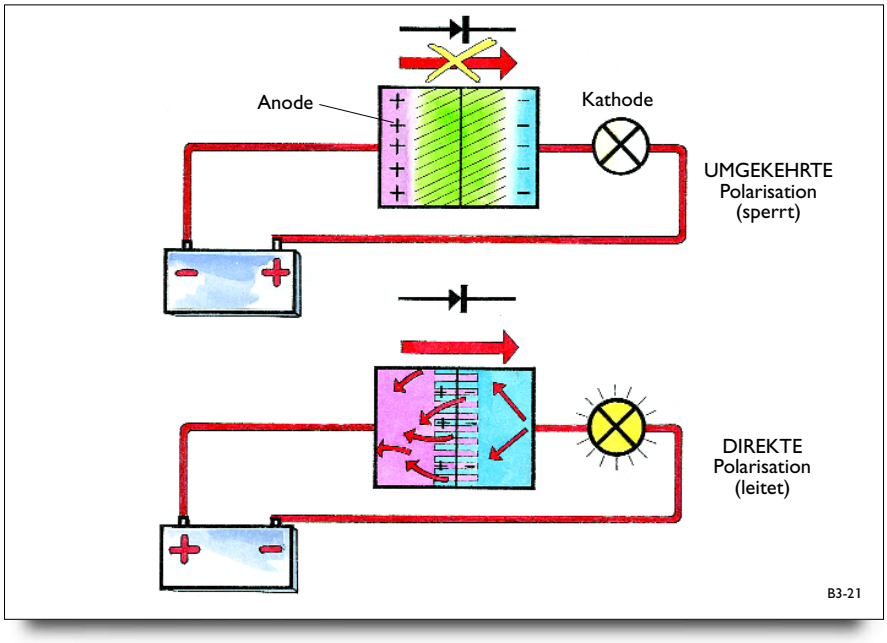
Der PN-Übergang: die Diode

Werden ein P- und ein N-Kristall zusammengefügt, so entsteht eine Halbleiterdiode. Dioden lassen den Strom nur in einer Richtung durch und sperren ihn in der Gegenrichtung.

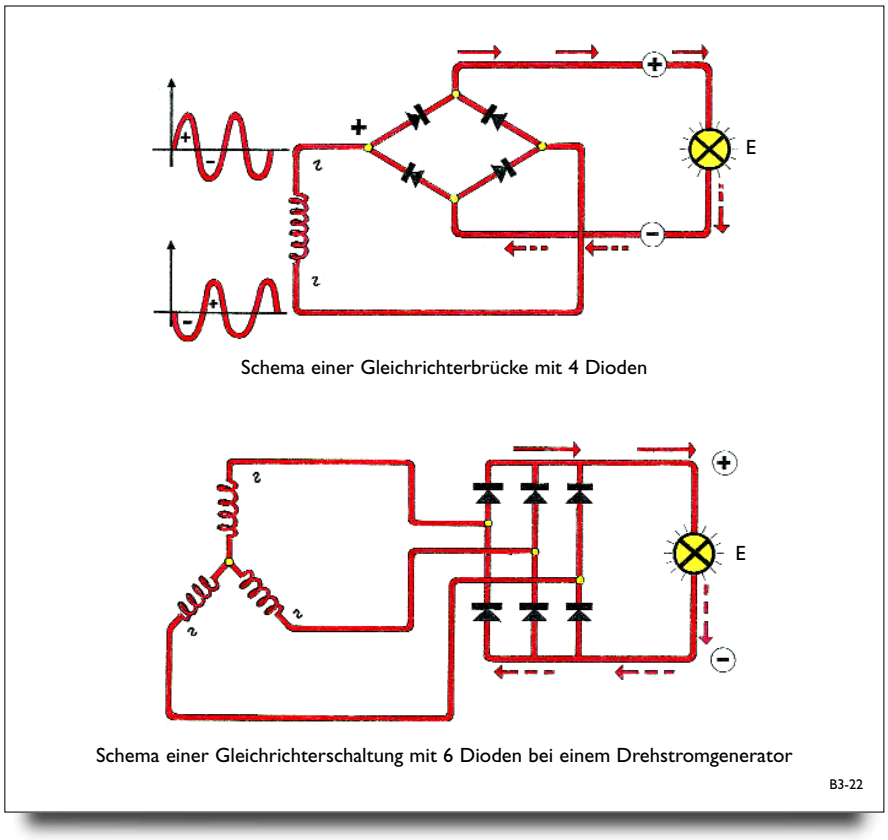
• Polarisation einer Halbleiterdiode

In Sperrrichtung betrieben (umgekehrte Polarisation des Übergangs) werden die Elektronen zum Pluspol angezogen und entfernen sich von der Mitte des Übergangs, in der sich die Löcher befinden.
So bildet sich eine Barriere, die den Elektronenfluss erschwert und verhindert.
In Durchlassrichtung betrieben (direkte Polarisation) wandern die Elektronen in die entgegengesetzte Richtung. Wenn sie in der Mitte des Übergangs angelangt sind, können sie in die Löcher des angrenzenden Kristalls "springen" und zum Pluspol gelangen. Auf diese Weise wird die Barriere abgebaut, und der Elektronenstrom kann frei fliessen.
Für den Elektronenstrom in Durchlassrichtung wird eine kleine Spannung benötigt, die die Barriere überwinden kann. Diese Spannung hängt von der Art des Halbleiters ab. Sie liegt bei den am häufigsten verwendeten Siliziumdioden bei 0,7 Volt und bei





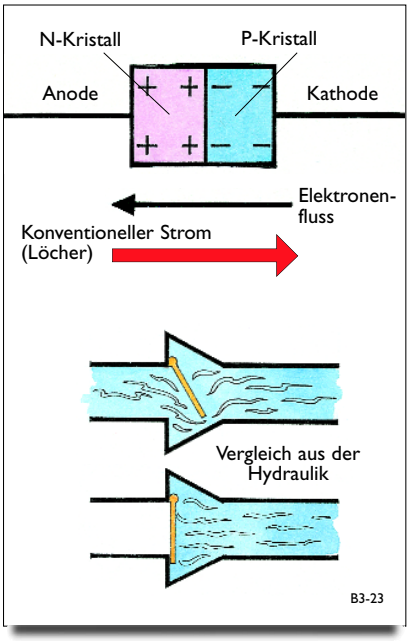
Direkte und Umgekehrte Polarisation einer Diode.



Schema einer Gleichrichterbrücke mit 4 Dioden

Schema einer Gleichrichterschaltung mit 6 Dioden bei einem Drehstromgenerator

B3-22



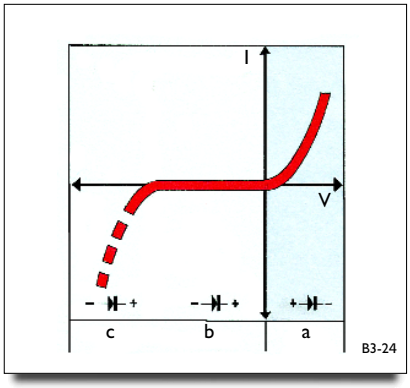
Interne Struktur einer Diode, die durch die Verbindung eines N-Kristalls mit einem P-Kristall gebildet wird, und eine vergleichbare hydraulische Anordnung.

Germaniumdioden bei 0,3 Volt. Die Kennlinie einer Diode zeigt, wie sich der Strom in Abhängigkeit von der Polarisation ändert. Die Horizontalachse stellt den Spannungsverlauf dar und die Vertikalachse den Stromverlauf. Bei direkter Polarisation (a) fliesst Strom, während bei umgekehrter Polarisation (b) ein verschwindend geringer Strom fliesst. Bei Vergrösserung der Sperrspannung (c) wird der Durchbruchbereich erreicht, in dem die Diode zerstört werden kann.

Anwendungen der Diode

- **Anwendung als Gleichrichter**

Auf Grund ihrer Ventilwirkung werden Dioden zur Gleichrichtung von Wechselströmen eingesetzt. Die Anzahl der in der Anordnung verwendeten Dioden richtet sich nach den Phasen und Polwechseln, die gleichgerichtet werden sollen. Für einen Einphasengenerator werden vier Dioden benötigt (zwei für jede Phase) und für einen Drehstromgenerator sechs.



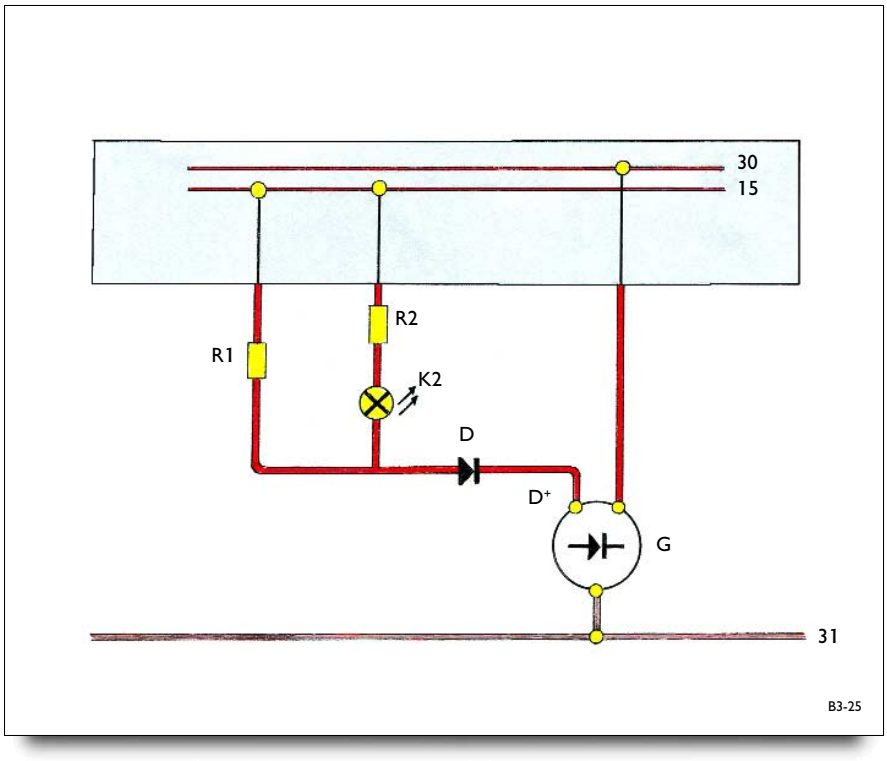
Kennlinie der Diode.

- **Einbau von Dioden im Schalttafeleinsatz**

  Im Schalttafeleinsatz werden Dioden eingesetzt, um zu vermeiden, dass durch den Rückflussstrom im Generatoransteuerungskreis die Ladekontrolllampe leuchtet.
  Die Abb. zeigt den Einbau einer Diode zur Vermeidung eines Rückflussstroms im Ansteuerungskreis des Generators.
  Beim Einschalten der Zündung und bei stehendem Motor fliesst der zur Ansteuerung des Generators benötigte Strom über den Widerstand und die Kontrolllampe. Sobald der Motor gestartet ist und der Generator Strom erzeugt, liegt an der Klemme D+ eine Spannung an (Strom in entgegengesetzter Richtung), und die Kontrolllampe erlischt. Die Diode vermeidet, dass der Strom in entgegengesetzter Richtung fliessen kann. So wird eine Rückspeisung der Leitung 15 verhindert.

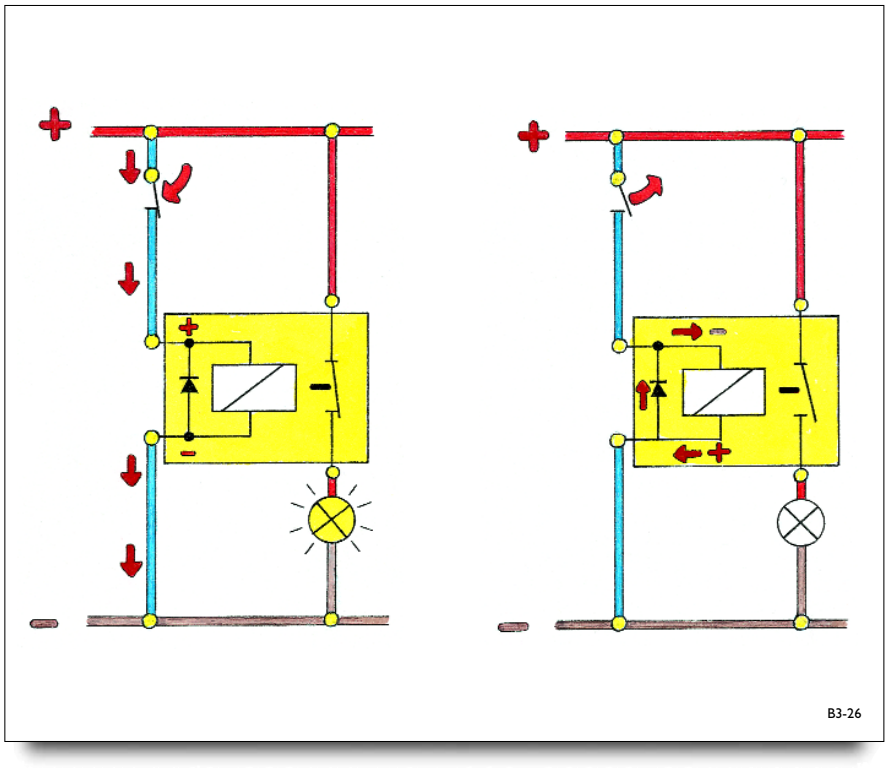
- **Überspannungsschutz**

  Eine in Sperrrichtung in der Zuleitung eines induktiven



G: Generator.
D^+: Ansteuerungsklemme.
K2: Ladekontrolllampe.
D: Diode.
R1 und R2: Widerstände.

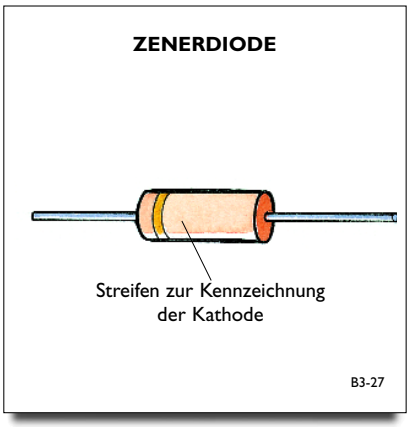
Stromkreises (z. B. ein Relais) eingebaute Diode wirkt wie ein Sicherheitsventil, das durch Selbstinduktion entstandene Spannungsspitzen, die für die elektronischen Schaltkreise gefährlich werden können, kurzschliesst und absorbiert. Wird die Spule eines Relais mit Strom versorgt, so erzeugt sie ein Magnetfeld, durch das der Anker angezogen und der Leistungskontakt geschlossen wird. Sobald die Stromversorgung unterbrochen wird, verschwindet das Magnetfeld langsam, und diese langsame Änderung des Flusses bewirkt in der Spule die Selbstinduktion einer hohen Spannung mit umgekehrter Polarität, die für die elektrische Anlage des Fahrzeugs gefährlich ist. Die in Sperrrichtung eingebaute Diode wird nun umgekehrt polarisiert. Dadurch wird die an einem Spulenende auftretende Spannungspitze mit dem anderen Spulenende kurzgeschlossen, und alle Energie wird an dieser Stelle abgebaut.

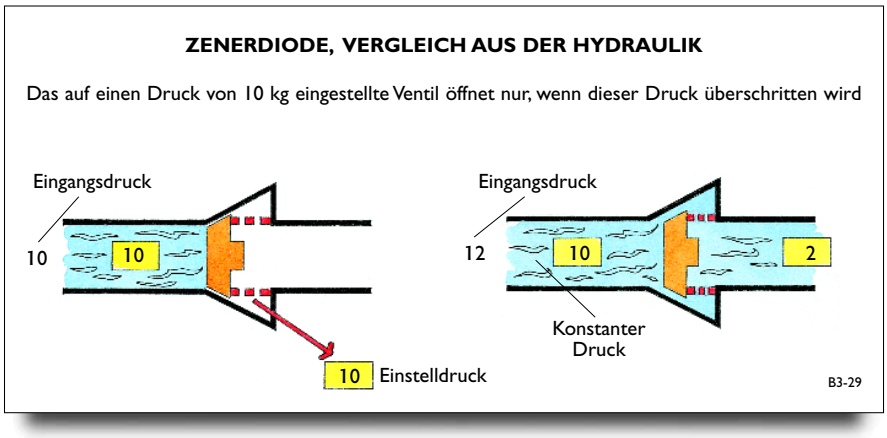


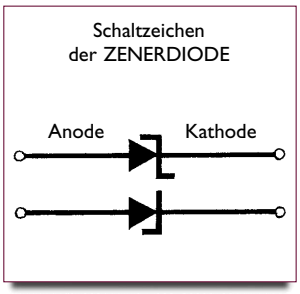
Relais mit Schutzdiode.

"Es gibt andere Arten von Dioden mit besonderen Eigenschaften, die für so unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden wie Spannungsregelung, Kontrolllampenfunktion oder Erkennung der Leuchtstärke".

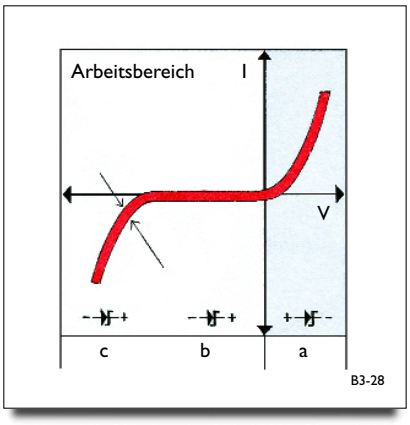
Aktive Komponenten: Zenerdiode, LED und Fotodiode







Kennlinie der Zenerdiode.



Die Zenerdiode

Die Zenerdiode oder Regeldiode wird in ähnlicher Weise hergestellt wie eine normale Diode. Hier wird jedoch durch den in die innere Struktur (PN-Übergang) eingebauten Dotierstoff erreicht, dass die Diode im Durchbruchbereich betrieben werden kann, ohne zerstört zu werden. Auf Grund dieser Eigenschaft wirkt die Zenerdiode, die beim Betrieb in Sperrrichtung keinen Strom durchlässt, bis ein bestimmter Spannungswert überschritten wird, wie ein Elektroventil, das "öffnet", um die Spannung zu regeln und konstant zu halten.

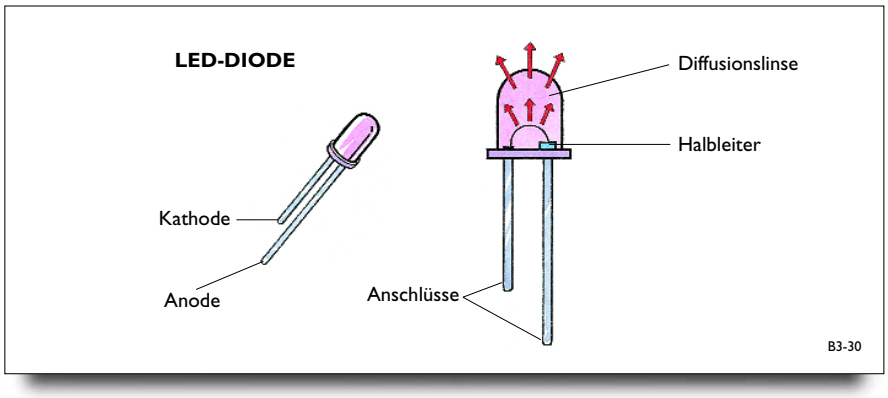
Die Spannung, bei der die Diode "öffnet" und regelt, wird als Zenerspannung bezeichnet. Ihr Wert wird durch die Fertigungseigenschaften des Bauelements bestimmt.

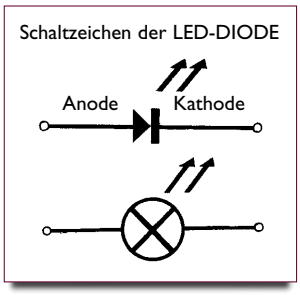
Die Zenerdioden haben in der Elektronik ein grosses Anwendungsgebiet. Sie eignen sich besonders zur Spannungsstabilisierung (als Basiselement im Generatorregler) oder als Sicherheitsvorrichtung zum Schutz gegen durch Spulen und Induktanzen erzeugte Spannungsspitzen, die für die Anlage gefährlich werden könnten.

Die Kennlinie einer Zenerdiode zeigt den Betrieb im Durchbruchbereich (c). Wird beim Betrieb in Sperrrichtung die **Zenerspannung** überschritten, so wird die Diode leitend und es fliesst abrupt Strom. In Durchlassrichtung betrieben arbeitet die Zenerdiode wie eine normale Diode.

Die LED-Diode

Die LED-Diode (englisch: Light Emitting Diode) oder Leuchtdiode ist eine Diodenart, die aus Gallium-Arsenid hergestellt wird und in eine

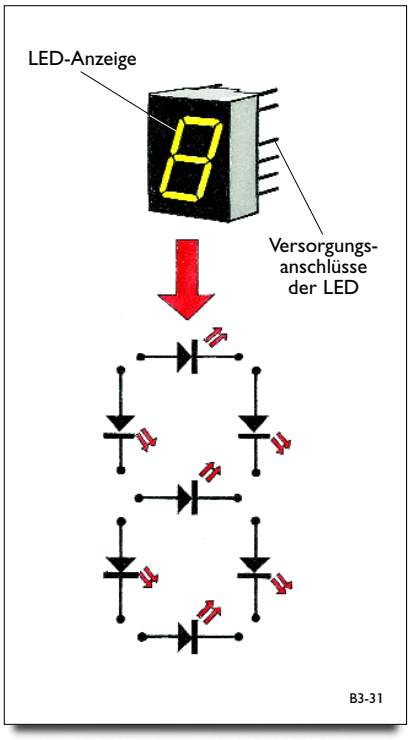




durchsichtige Kunststoffperle eingegossen ist. Beim Betrieb in Durchlassrichtung entsteht durch die Wanderung der Elektronen in den PN-Übergang Lichtenergie in Form von Photonen. Bei Sperrspannungen über 5 Volt wird die Diode zerstört.
Die Farbe der LED-Diode wird durch den Werkstoff des PN-Verbunds bestimmt. Es gibt auch zweifarbige Dioden, die je nach der Polarisation in zwei verschiedenen Farben leuchten.
LED-Dioden werden als Anzeigeelemente eingesetzt. Sie lassen sich zur Segmentanzeige heranziehen oder als Element von Punkterastern zur graphischen Wiedergabe von Symbolen und Analoganzeigen.
Eine Variante der LED-Diode ist die blinkende LED-Diode, die in ihrer Kunststoffkapsel einen winzigen elektronischen Schaltkreis besitzt, der Blinkimpulse mit einer Frequenz von ca. 3 Zyklen pro Sekunde (Hz) erzeugt.
Es gibt auch Dioden, die Licht im nicht sichtbaren Spektrum aussenden, z. B. Infrarotdioden, die bei Fernsteuerungen eingesetzt werden.

Die Fotodiode

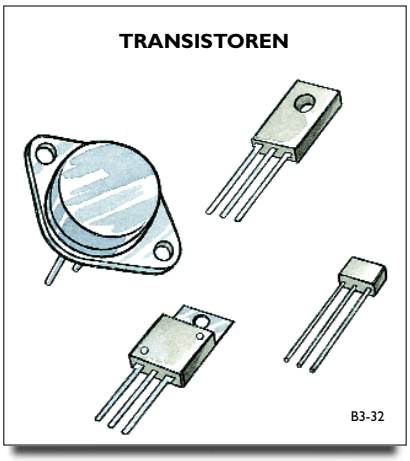
Die Fotodiode hat eine ähnliche Struktur wie eine normale Diode; ihr Gehäuse ist jedoch lichtdurchlässig. Sie wird in Sperrrichtung betrieben, und es wird ein Fotostrom proportional zur Beleuchtungsstärke erzeugt.
Ihr Anwendungsgebiet sind Kreise zur Messung der Lichtintensität oder Schaltungen, die bei einer bestimmten Beleuchtungsstärke ansprechen. Es gibt Fotodioden, die besonders empfindlich für Infrarotstrahlung sind und in Diebstahlwarnanlagen und in der Infrarotfernbedienung der Zentralverriegelung eingesetzt werden.

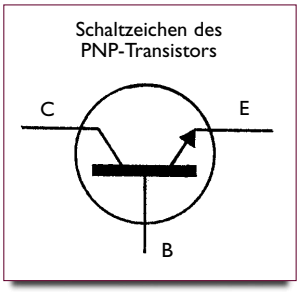


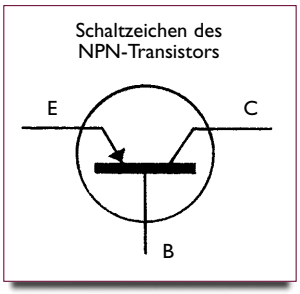
Jeder der sieben "Balken", aus denen sich die Zahl zusammensetzt, ist eine LED-Diode. Die Abb. zeigt die Aufteilung der LED-Dioden.

"Der 1948 erfundene Transistor ist ein sehr wichtiges elektronisches Bauelement. Er wirkt wie eine Vorrichtung zur Verstärkung von kleinen Strömen und als elektronischer Schalter ohne Metallkontakte".

Aktive Komponenten: Der Transistor







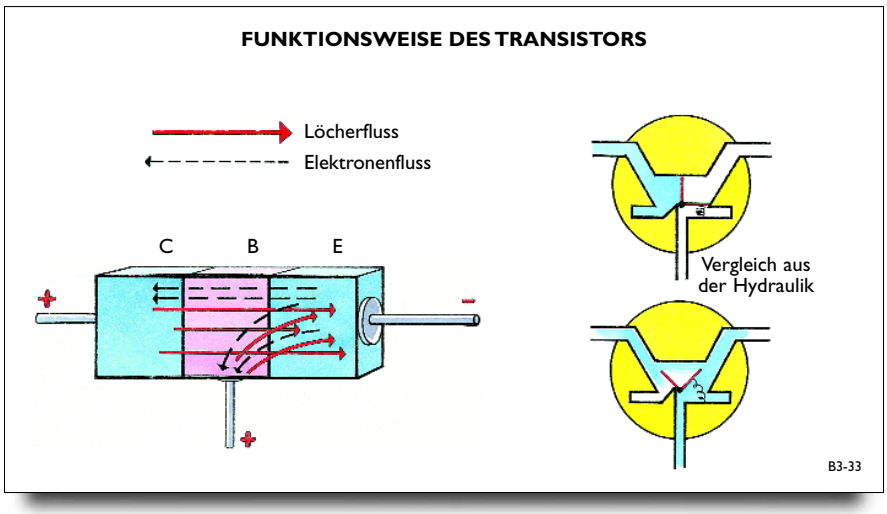
Der Transistor.
Er besteht aus drei Halbleiterschichten (Verbindung von drei Kristallen).

Eigenschaften des Transistors

Der Transistor ist ein aus P- und N-Kristallen gebildetes Halbleiterelement. Er besteht aus drei Halbleiterkristallen. Je nach Anordnung der Halbleiterschichten unterscheidet man PNP-Transistoren und NPN-Transistoren. Der Unterschied zwischen den beiden Transistorarten liegt in der Polung, die für den Betrieb erforderlich ist. Transistoren haben drei Anschlüsse oder Elektroden: **Kollektor (C), Basis (B) und Emitter (E).** Damit zwischen Kollektor und Emitter Strom fliesst, muss die Basis durch eine Steuerspannung gepolt werden. Bei Siliziumtransistoren muss die Basis-Emitterspannung ca. 0,7 V betragen, damit der Transistor Strom leitet.

Funktion

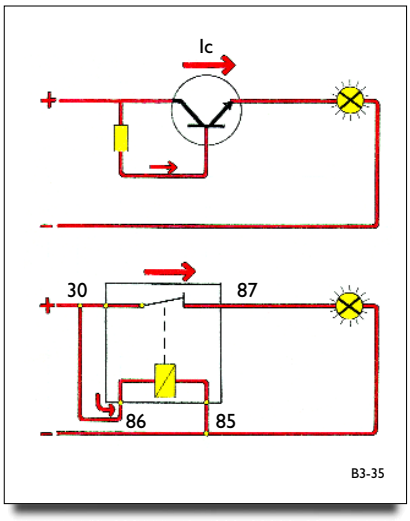
Bei Betrieb in Durchlassrichtung entsteht im Basis-Emitter-Übergang ein Elektronenfluss zur Basis. Dadurch wird die Sperrschicht, die die Basis-Kollektor-Strecke isoliert, abgebaut, da die Elektronen jetzt auch zum Kollektor fliessen können.
Der konventionelle Strom (die Löcher) entsteht in entgegengesetzter Richtung.
Zur Veranschaulichung ein Vergleich aus der Hydraulik: der Transistor leitet, wenn er eine kleine Flüssigkeitsmenge über die Basis erhält, die die Schleuse öffnet. Die Durchflussmenge kann zwischen Null und dem Maximalverbrauch der vom Transistor gespeisten Last geregelt werden.
Der Kollektorstrom (Ic) kann im Vergleich zu dem von der Basis



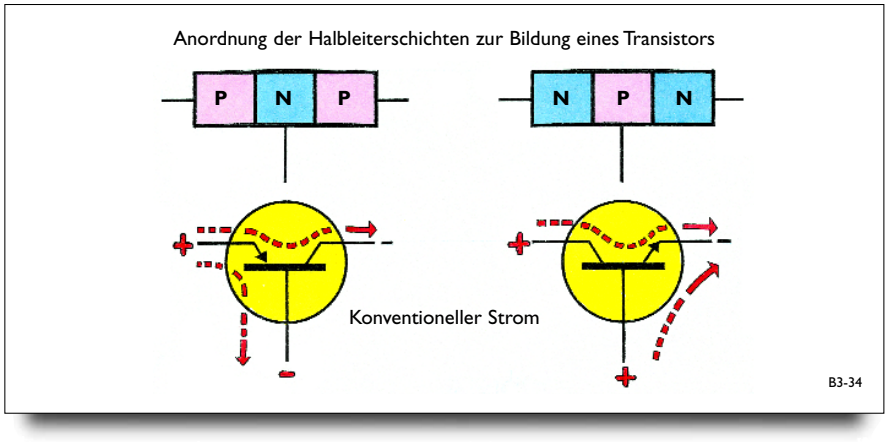
benötigten Strom sehr gross sein, so dass sich die Funktionsweise des Transistors mit einem Relais vergleichen lässt: die Relaisanschlüsse (30 und 87) entsprechen dem Emitter bzw. Kollektor, und die Anschlüsse der Relaisversorgungsspule (86 und 87) dem Basiskontakt des Transistors. Der grosse Unterschied zwischen Relais und Transistor liegt darin, dass der Transistor schnell grosse Arbeitsströme bei kleinem Basisstrom schalten kann, ohne dass Überspannungen entstehen. In der Fahrzeugelektronik werden Transistoren im allgemeinen in Schaltkreisen als Schalter mit äusserst kurzen Schaltzeiten eingesetzt. Der Transistor ändert übergangslos seinen Schaltzustand: seine Kollektor-Emitter-Strecke schaltet übergangslos von leitend zu isolierend. Der Widerstand der Kollektor-Emitter-Strecke ist minimal, und es fliesst der grösstmögliche Strom.

Transistorarten: PNP und NPN

Je nach Anordnung der Kristalle unterscheidet man PNP-Transistoren und NPN-Transistoren. Die elektrischen Eigenschaften der beiden Varianten sind praktisch gleich (der NPN-Transistor hat etwas kürzere Schaltzeiten und ist etwas billiger in der Herstellung). Der Unterschied liegt in der Polarisationsspannung der Basis. Beim PNP-Transistor ist an der Basis der negative Pol der Spannungsquelle angeschlossen und beim NPN-Transistor der positive Pol. Beide Transistorarten ergänzen einander, ihre Wirkungsweise ist gleich, aber sie arbeiten mit entgegengesetzter Polung.



Vergleich zwischen einem Transistor und einem Relais.



Je nach Anordnung der Halbleiterschichten unterscheidet man PNP-Transistoren und NPN-Transistoren.

"Das Anwendungsgebiet der Transistoren ist sehr gross. Sie können als elektronische Schalter und als Stromregler eingesetzt werden. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil der Leistungsstufe der elektronischen Steuergeräte".

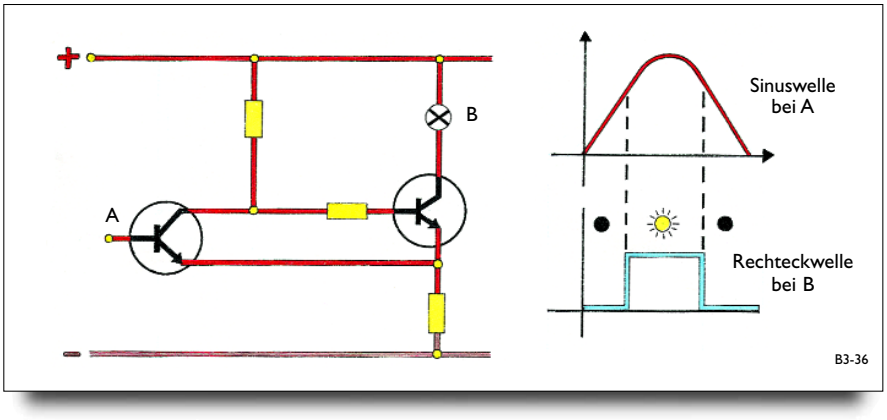
Anwendung der Transistoren

ZUR VERTIEFUNG

Der Transistor hat eine wichtige Eigenschaft, die seine Überlegenheit gegenüber dem Relais ausmacht: er besitzt die Fähigkeit, einen schwachen Strom zu "verstärken".
Die Verstärkung wird durch das Verhältnis zwischen dem sehr geringen Basisstrom (Ib) und dem Kollektorstrom (Ic), der sehr gross sein kann, bestimmt. Für einen bestimmten Kollektorstrom wird ein äusserst kleiner Basisstrom benötigt. Dieses Verhältnis wird Verstärkungsfaktor oder "Beta" (b) genannt. Der Verstärkungsfaktor wird vom Transistorhersteller angegeben. Zum Beispiel bedeutet b 100 bei einem häufig verwendeten Transistor, dass bei Versorgung der Basis mit 1 mA der Kollektorstrom 100mal so gross sein kann, also 100 mA.

Anwendung als Schalter und Stromstärkenregler

Es werden Transistoren für Schalterfunktionen und für Stromstärkenregelungsfunktionen hergestellt. Der Transistor für Schalterfunktionen muss sehr schnell sein, und er muss grosse Leistungen zulassen, während der Transistor für Regelungsfunktionen wie ein Verstärker arbeitet. Im ersten Fall wirkt der Transistor wie ein Schalter, der einen Stromkreis öffnet oder schliesst, während er im zweiten Fall wie ein "Hahn" den Stromfluss zwischen einem Minimum und einem Maximum regelt.
Der Transistor wird bei vielen Systemen und Anlagen verwendet, z. B. bei Einspritz- und Zündanlagen, Regelungen, Audioanlagen usw.



Triggerschaltung.
Die Lampe (B) leuchtet auf, wenn das Signal an Punkt (A) einen bestimmten Spannungswert überschreitet.

- **Triggerschaltung (Schmitt-Trigger)**

Die Transistoren sind so zusammengeschaltet, dass sich das Ausgangssignal erst ändert, wenn die Eingangsspannung einen bestimmten Wert erreicht hat. Triggerschaltungen haben viele Anwendungen, denn sie dienen als Impulsformer (Umwandlung in Rechteckimpulse) oder zur Erkennung von langsamen Spannungsänderungen, z. B. bei einem Temperaturfühler, damit bei Erreichen eines bestimmten Wertes eine bestimmte Handlung erfolgt.
Bei dem in der Abb. dargestellten Beispiel ist zu sehen, wie die Lampe (B) aufleuchtet, wenn das Signal an Punkt (A) einen bestimmten Spannungswert überschreitet.
Diese Anordnung kann zur Umwandlung von Sinuswellen in Rechteckimpulse dienen. Am Eingang des ersten Transistors wird das Sinussignal angelegt (langsamer Anstieg und Abfall), während das Ein- und Ausschalten der Lampe sprungartig erfolgt.

- **Elektronische Ladungsregelung**

Bei den Generatorreglern funktioniert der Transistor als Schalter; er lässt Strom durch die

Erregerwicklung fliessen, damit der Generatorrotor magnetisiert und im Stator der Strom erzeugt wird.

• Leistungsregelkreise

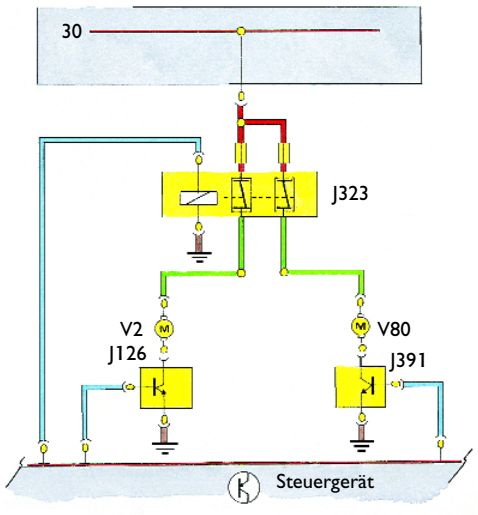
Die zur Leistungsregelung eingesetzten Transistoren sind ein vorteilhafter Ersatz für das Potentiometer. Die Abb. zeigt das vereinfachte Schema der Geschwindigkeitsregelung des Belüftungsgebläses des SEAT Alhambra.

Die Elektromotoren der Gebläse V2 und V80 werden über das Relais J323 direkt mit Plus versorgt, und sie erhalten Masse über die in Serie geschalteten Leistungstransistoren J126 und J391. Diese Transistoren funktionieren wir Stromstärken-regler; sie regeln den Stromdurchfluss zu den Motoren. Die Steuerung der Transistoren erfolgt durch das Steuergerät, das die Transistorbasis nach der gewählten Einstellung versorgt.

• Transistorzündungen

Bei der Transistorzündung übernimmt der Transistor die Funktion eines elektronischen Unterbrechers. Während der Versorgungsstrom für die Primärwicklung der Spule durch den Transistor geschaltet wird, kann das Steuersignal von einem magnetischen Impulsgeber oder Hallgeber erzeugt werden.

EINSATZ DES TRANSISTORS BEI DER GESCHWINDIGKEITSREGELUNG DES BELÜFTUNGSGEBLÄSES



B3-37

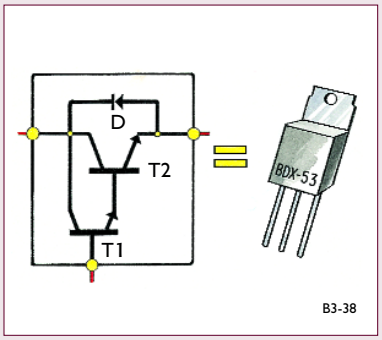
ZUR VERTIEFUNG

Die Darlington-Schaltung

Die Schaltungskombination von zwei Transistoren, bei der die Kollektoren mit einem gemeinsamen Punkt verbunden sind und der Emitter von (T1) an die Basis von (T2) angeschlossen ist, wird Darlington-Schaltung genannt. Sie zeichnet sich durch einen hohen Verstärkungsfaktor (ß) aus (der Gesamtverstärkungsfaktor ist das Produkt der beiden einzelnen "Beta": ß ges. = ß1 x ß2).

Diese Doppel-Transistorkombination ist wie ein einzelner Transistor verkapselt, und sie wird in Leistungs- oder Schaltstufen eingesetzt, z. B. in der Endstufe der Zündverstärker.

Die parallel zwischen Emitter und Kollektor geschaltete und in Sperrrichtung betriebene Diode (D) schützt den Transistor vor eventuellen Spannungspitzen, die bei Induktionsschaltungen auftreten und entgegengesetzt polarisiert sind.



B3-38

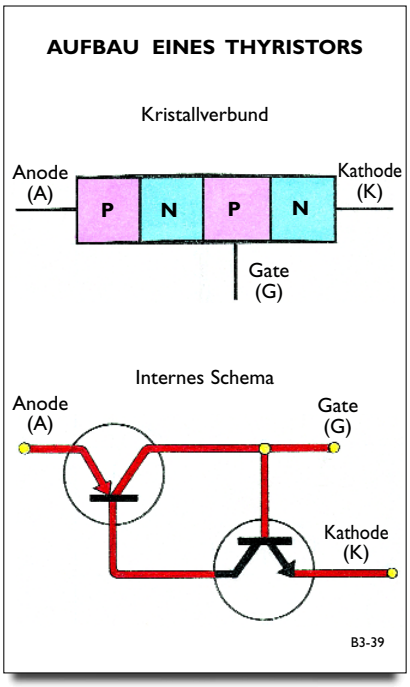
J323: *Steuerrelais.*

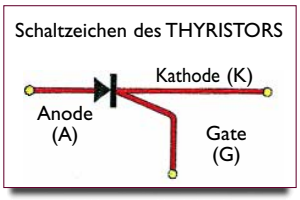
V2 und V80: *Gebläse.*

J126 und J391: *Leistungstransistoren.*

"Thyristor, Fototransistor, Triac und Diac sind wenig bekannte elektronische Bauelemente. Die Kenntnis ihrer Funktion erleichtert jedoch das Verständnis der Funktionsweise von bestimmten elektronischen Schaltungen".

Aktive Komponenten: Thyristor, Fototransistor, Triac und Diac



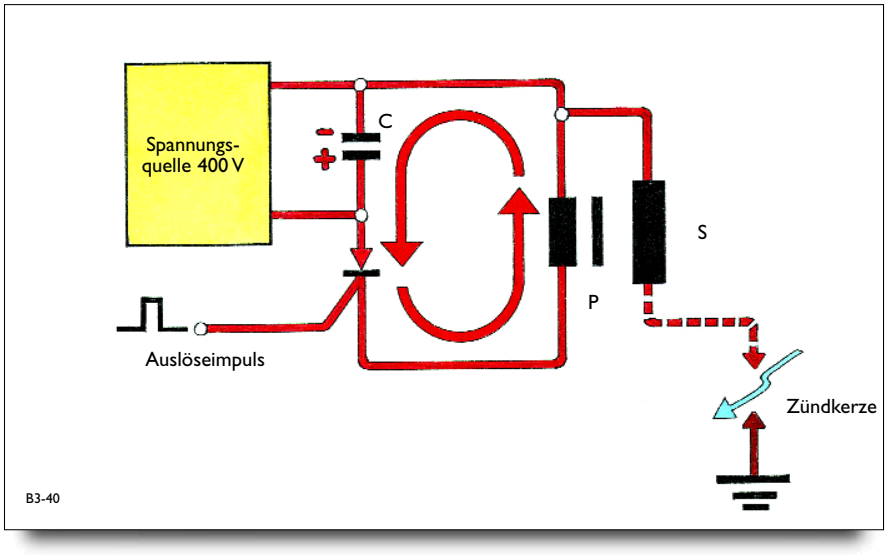


Der Thyristor

Der Thyristor, der auch unter der Bezeichnung steuerbare Diode oder SCR-Element (engl.: Silicon Controlled Rectifier) bekannt ist, ist ein aus vier Siliziumschichten wechselnder Dotierung (P- und N-Kristalle) bestehender Halbleiter. Man kann ihn sich als Kombination von zwei einzelnen Transistoren, einem PNP-Transistor und einem NPN-Transistor, vorstellen. Er besitzt drei Anschlusselektroden. Die Anschlüsse heissen Anode (A), Kathode (K) und Gate (G, engl.: gate = Tor) oder Steuerelektrode.
Der Thyristor funktioniert wie eine steuerbare Diode. Er wird durchgeschaltet, wenn seine Steuerelektrode (G) einen positiven Impuls erhält, der von sehr kurzer Dauer sein kann, und er bleibt leitend, bis der Eingangsstrom der Anode (A) unterbrochen wird oder der Spannungswert 0 Volt durchläuft.

• HKZ-Zündung

Eine Anwendung des Thyristors ist die sogenannte Hochspannungs-Kondensatorzündanlage (HKZ) für Kraftfahrzeuge und Motorräder, deren Schema in der Abb. dargestellt ist. Eine Spannungsquelle von 400 Volt lädt den Kondensator auf diese Spannung auf. Sobald der Thyristor einen vom Steuersystem bemessenen Auslöseimpuls erhält, wird er durchgezündet und dabei leitend und bewirkt die Entladung der 400 Volt des Kondensators in die Primärwicklung der Spule. Der Entladestromstoss bewirkt in der



Schema einer Hochspannungs-Kondensatorzündanlage (HKZ). *Die durch den Thyristor geschaltete Entladung des Kondensators in die Primärwicklung (P) bewirkt eine hohe Spannung in der Sekundärwicklung (S).*

Sekundärwicklung eine hohe Induktionsspannung, die Zündspannung.

Der Fototransistor

Der Aufbau des Fototransistors ist ähnlich wie bei einem normalen Transistor. Der Fototransistor hat jedoch in seiner Kapsel ein durchsichtiges Fenster (in Form einer Linse), durch das das Licht auf den Kristallverbund konzentriert wird, so dass bei Lichteinfall auf den Fototransistor ein Basisstrom entsteht, der durch die normale Transistorfunktion verstärkt wirkt, wodurch der Kollektorstrom ansteigt.

Der Diac

Der Diac (Diode Alternating Current) ist ein Zweirichtungs-Element, das im allgemeinen in Verbindung mit dem Triac eingesetzt wird.

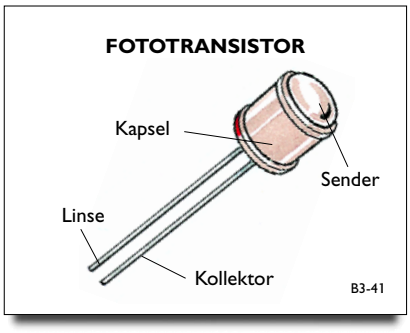
Wenn die an die Enden angelegte Spannung einen bestimmten Wert erreicht (ca. 30 V), wird das Element gezündet und von einer Zone mit sehr hohem Widerstand in eine Zone mit geringem Widerstand geschaltet, wobei die Spannung auf einem Wert nahe 24 V gehalten wird. Mit Triac und Diac können sehr einfache und bei Wechselstrom wirksame Steuerschaltungen realisiert werden.

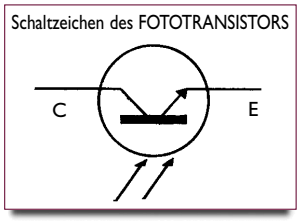
Der Triac

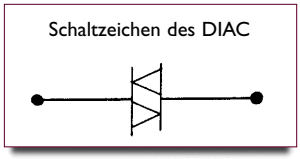
Der Triac verhält sich ähnlich wir der Thyristor. Er hat zwei Schaltrichtungen und ermöglicht die Steuerung der kompletten Wechselstromwelle.

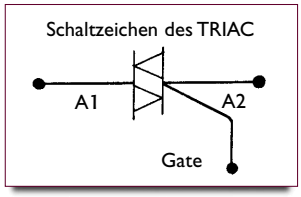
Der Triac besteht im Prinzip aus zwei entgegengesetzt geschalteten Thyristoren und funktioniert wie eine Zweirichtungs-Diode, die zum Durchschalten einen Triggerimpuls am Gate benötigt. Die Durchlasszeit für die positive und negative Halbwelle kann gesteuert werden. Der Triac ist dadurch für die Schaltung von Wechselstromladungen bestens geeignet.

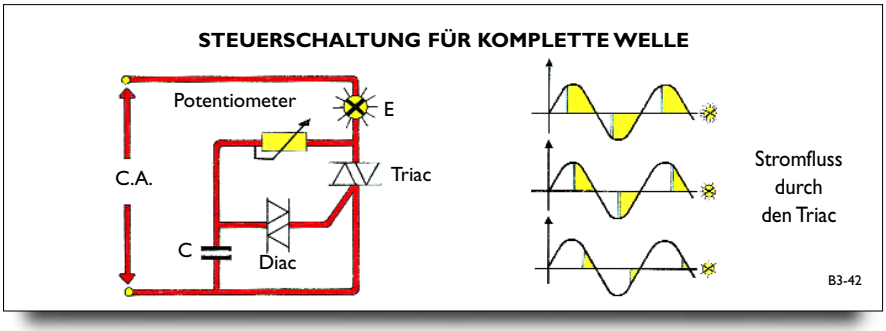
Die nebenstehende Abb. zeigt die Leuchtstärkensteuerung einer Lampe. Die Kombination aus Potentiometer, Diac und Kondensator bewirkt die zeitliche Verschiebung der Auslösung des Triac und Regelung der Helligkeit der Lampe (E), denn je nach Stellung des Potentiometers erhält die Lampe einen Teil der Wechselstromwelle mit entsprechender Spannungsänderung.





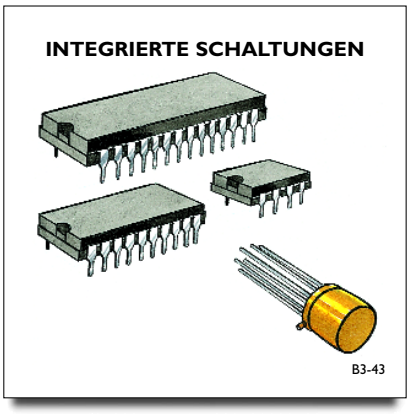


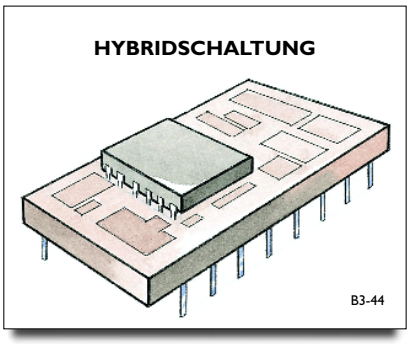




"Im Jahre 1958, zehn Jahre nach der Erfindung des Transistors, wurde die erste integrierte Schaltung gebaut, bei der auf einem Siliziumplättchen oder -chip zahlreiche Komponenten zusammengefasst waren: Transistoren, Dioden, Widerstände und Kondensatoren. Alle Komponenten waren so miteinander verbunden, dass sie eine spezifische Schaltung für eine konkrete Anwendung bildeten".

Integrierte Schaltungen

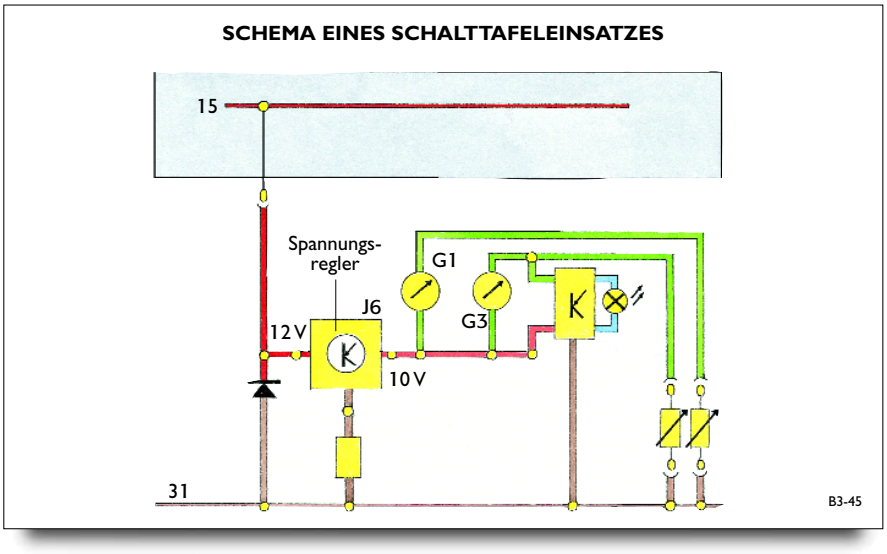




Einteilung der integrierten Schaltungen

Integrierte Schaltungen (IS) (oder engl.: Integrated Circuit - IC) werden für spezifische Funktionen konstruiert. Deshalb gibt es eine grosse Vielfalt von anwendungsspezifischen Schaltungen.
Die derzeitigen IS lassen sich nach der Schaltungstechnik in zwei Gruppen einteilen: Analogschaltungen und Digitalschaltungen.
Analogschaltungen werden verwendet, wenn sich die elektrischen Grössen nach einer linearen Logik ändern (Verstärkerschaltungen, Zeitschaltungen usw.).
Digitalschaltungen funktionieren auf der Grundlage der Veränderung bestimmter Impulse. Sie bilden die Basis für die Speicher und Mikorprozessoren.
Ein Anwendungsgebiet für IS im Fahrzeug sind die Spannungsregler im Schalttafeleinsatz zur Versorgung der Anzeigen. Sie sorgen für einen festen und konstanten Spannungswert unabhängig von der Batteriespannung, die sich mit den Motorumdrehungen leicht ändern kann.

J6: *Spannungsregler.*
G1: *Temperaturanzeige.*
G3: *Kraftstoffanzeige.*



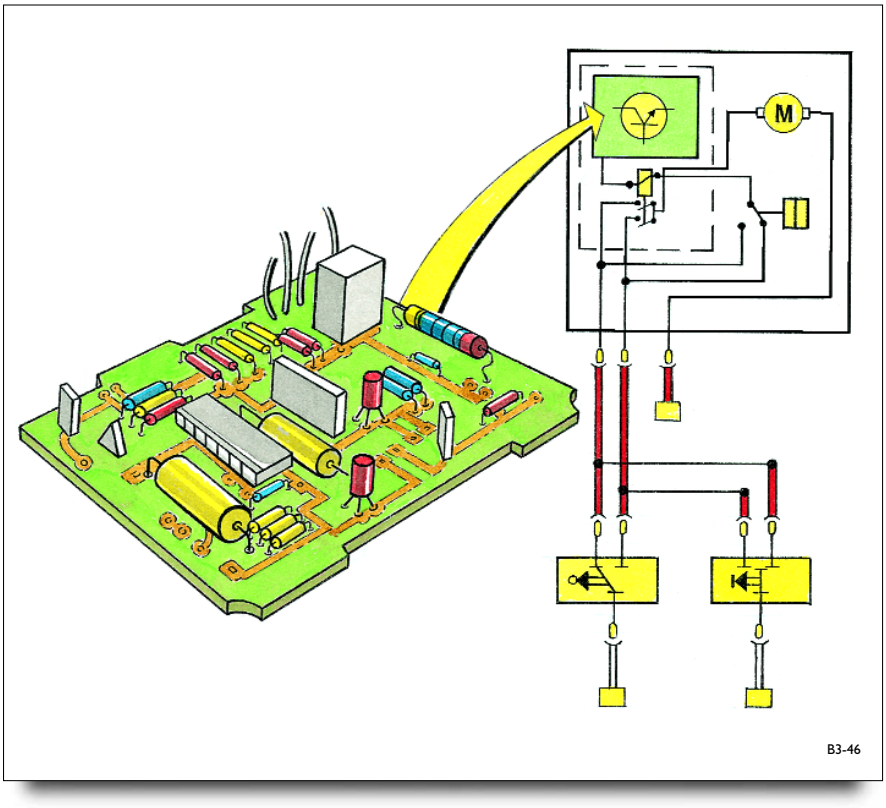
Hybridschaltung

Leistungsschaltungen (z. B. Zündmodule) werden in Dickschichthybridtechnik konstruiert und gebaut. Dabei werden auf einen keramischen Träger (Substrat) Schichten aus Halbleiterstoff aufgebracht, die je nach Verbindung verschiedene elektronische Komponenten bilden: Widerstände, Dioden, Transistoren oder integrierte Schaltungen. Durch Löten können zusätzliche Bauelemente, z. B. Darlington-Leistungstransistoren, aufgebracht werden. Auf diese Weise erhält man eine Hybridschaltung, die aus einer integrierten Schichtschaltung und

zusätzlichen grossen Leistungskomponenten besteht.

Gedruckte Schaltung

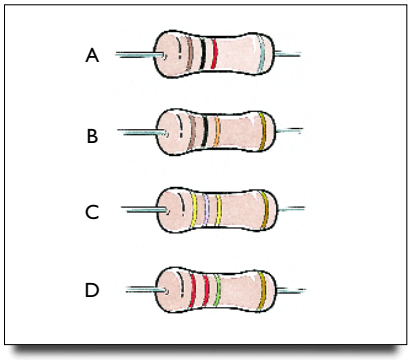
Die aus diskreten Bauelementen (Transistoren, Dioden, Widerstände) bestehenden elektronischen Schaltungen oder integrierten Schaltungen sind auf Leiterplatten aufgebracht.
Eine gedruckte Schaltung besteht aus einer Isolierstoffplatte (im allgemeinen eine Glasfaserplatte), auf der Leiterbahnen aus Kupfer aufgedruckt werden. Die Leiterbahnen verbinden die an vorbestimmten Positionen durch Löten aufgebrachten Bauelemente miteinander. Für sehr komplexe Schaltungen werden Vielschichtplatten verwendet, bei denen die Bauelemente in den drei Dimensionen miteinander verbunden werden. Dadurch lässt sich die Baugrösse weiter reduzieren.
Die Herstellung einer gedruckten Schaltung beginnt mit dem Entwurf, wobei die Leiterbahnen auf Folie oder Transparentpapier gezeichnet werden. Dieses Papier dient dann als Druckfilm zur Übertragung der Zeichnung auf die mit einer ultraviolettlichtempfindlichen Substanz behandelte Kupferschicht der Platte (die gesamte Oberfläche der Platte ist mit Kupfer beschichtet). Durch Auflegen des Transparentpapiers mit der Zeichnung (Negativ) auf die kupferkaschierte Platte wird die Zeichnung auf die Kupferschicht übertragen. Danach werden die nicht bedruckten Teile der Kupferschicht mit Säure weggeätzt. Auf diese Weise entstehen die Leiterbahnen.
Die Bauelemente können von Hand oder in einem automatischen Verfahren angelötet werden.



Die gedruckten Schaltungen dienen als Träger für die elektronischen Bauelemente.

Prüfen sie ihr Wissen

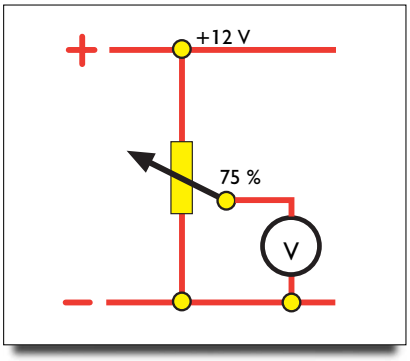
Beantworten Sie die nachstehenden Fragen. So können Sie selbst feststellen, wie weit Sie den Inhalt dieses Lehrhefts verstanden haben.



1. Bestimmen Sie den Wert und die Toleranz dieser Widerstände:

A ..... **B** .....

C ..... **D** .....



2. Widerstände, die für eine grössere Leistungsaufnahme bestimmt sind, werden hergestellt aus:

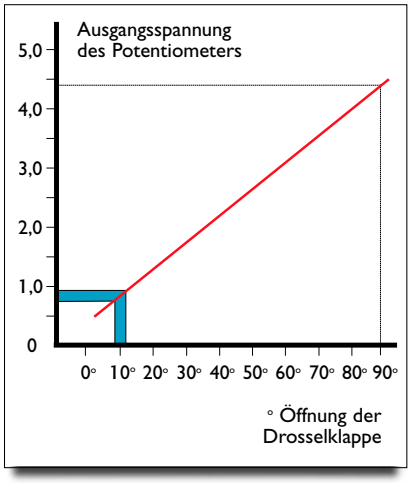
A. Metallschichten.

B. Drahtwicklungen.

C. Kohle.

3. Bestimmen Sie die vom dargestellten Potentiometer zur Verfügung gestellte Spannung bei Schleiferstellung 75 %.

R .....



4. Die nebenstehende Abb. zeigt den Spannungsverlauf des Drosselklappenpotentiometers der Digifant-Anlage. Welche Spannung wird geliefert, wenn die Drosselklappe 45 Grad geöffnet ist?

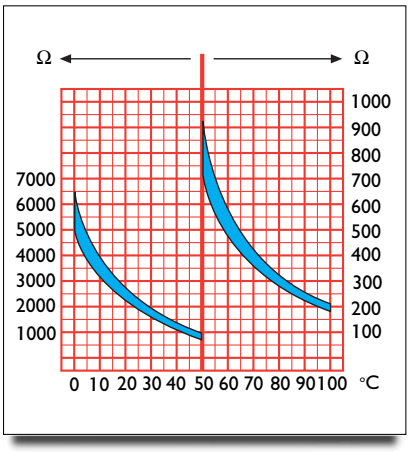
R .....

5. Der Widerstandswert eines NTC-Widerstands bei abnehmender Temperatur:

A. Nimmt zu.
B. Nimmt ab.
C. Bleibt unverändert.

6. Die nebenstehende Abb. zeigt das Widerstandsverhalten eines Kühlmitteltemperaturgebers. Bei Widerstand 350 Ω liegt die Motortemperatur zwischen:

A. 18 und 20°.
B. 80 und 90°.
C. 75 und 85°.



7. VDR-Widerstände werden verwendet:

A. Zur Unterdrückung von durch Funken erzeugten Störungen.
B. Zur Spannungserkennung.
C. Zum Schutz gegen Umpolung.

8. Ein nach einer Gleichrichterdiode installierter Kondensator mit grosser Kapazität trägt bei zur:

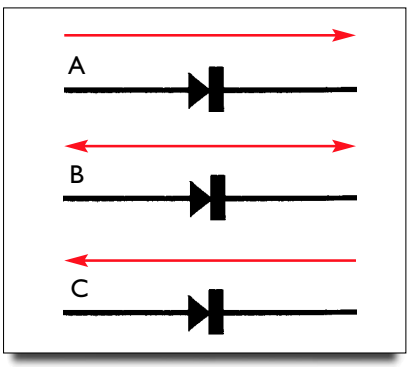
A. Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom.
B. Konstanthaltung von Gleichstrom.
C. Sperrung des Durchflusses von Wechselstrom.

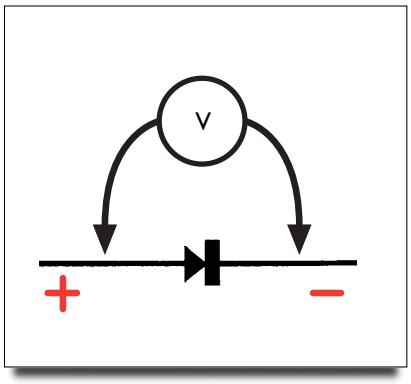
9. Der Elektronenfluss durch eine Diode entspricht Schema:

A. ☐

B. ☐

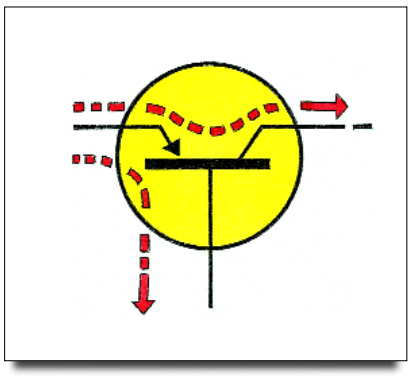
C. ☐





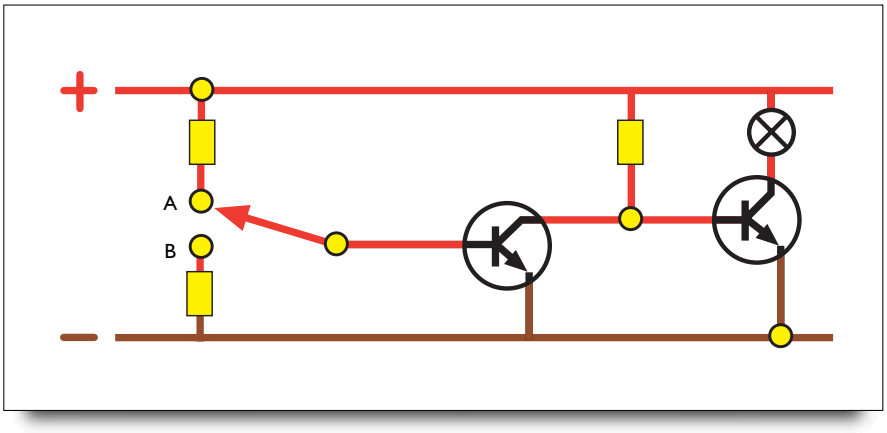
10. **Bei einer in Durchlassrichtung betriebenen Diode beträgt der Spannungsabfall:**

A. 0,7 A.
B. 0,7 mV.
C. 700 mV.



11. **Damit ein PNP-Transistor leitet, muss die Basis so polarisiert sein:**

A. Negativ.
B. Positiv.
C. Mit Gleichstrom.

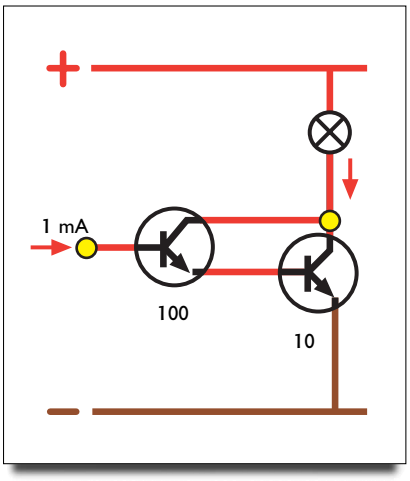


12. **Wann leuchtet die Lampe bei dieser Schaltung?**

A. Schalter in Position A.
B. Schalter in Position B.
C. Sie leuchtet ständig.

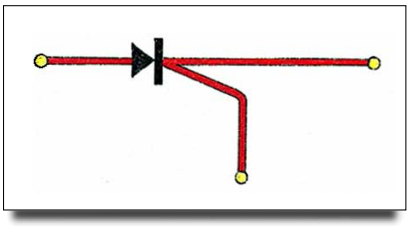
13. **Der erste Transistor soll den Verstärkungsfaktor (Beta) 100 haben und der zweite 10. Welcher Strom kann höchstens durch die Lampe fliessen, wenn die Basis des ersten Transistors mit 1 mA versorgt wird?**

A. 10.000 mA.
B. 100 mA.
C. 1 A.



14. **Für welches Bauelement steht dieses Symbol:**

A. Fototransistor.
B. Thyristor.
C. Triac.



15. **Mit welcher Schaltungstechnik arbeiten die integrierten Schaltungen bei einem mit einem Mikroprozessor ausgestatteten Steuergerät?**

A. Digital.
B. Analog.
C. Gemischt.

Lösungen:

1: **A.** (1 kΩ 10 %) **B.** (10 kΩ 5 %) **C.** (470 kΩ 5 %) **D.** (2,2 MΩ 5 %)
2: B. **3:** (75/100) × 12 = 9 V. **4:** 2,5 V. **5:** A. **6:** C. **7:** A. **8:** B. **9:** C.
10: C. **11:** A. **12:** B. **13:** C. **14:** B. **15:** A.



KUNDENDIENST
Kundendienstorganisation

Technischer Stand 11.96. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung des Produktes sind die hier angegebenen Daten möglichen Änderungen unterworfen.
Dieses Heft ist für den ausschließlichen Gebrauch durch die Handelsorganisation von SEAT bestimmt.

ZSA 03807979003 ALE03DB März '97 90-03