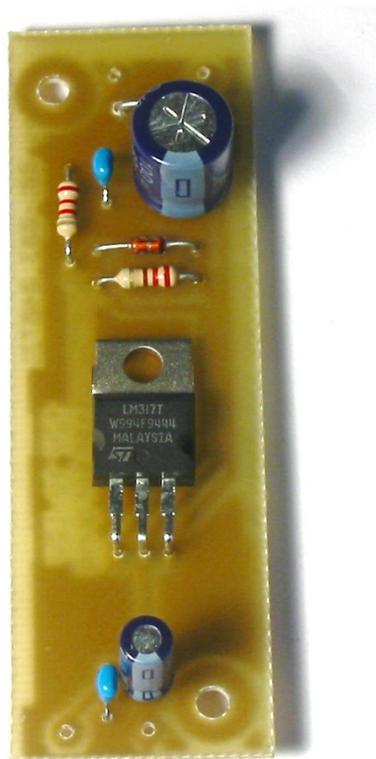


Allgemeine Grundlagen beim Aufbau von elektrischen Schaltungen



Inhaltsverzeichnis

Haftungsausschluss und Lizenzbedingungen.....	4
Benötigtes Werkzeug:.....	5
Grundsätzliches zu Werkzeug:.....	5
Biegelehre:.....	5
Lötkolben:.....	5
Seitenschneider:.....	6
Flachzange:.....	6
Spitzzange:.....	6
Schraubendreher:.....	7
Abisolierzange:.....	7
Pinzette:.....	7
Einbau von Bauteilen:.....	8
Das richtige Löten:.....	8
Reihenfolge der Bestückung:.....	8
Einlöten von Bauelementen:.....	8
Kürzen der Anschlußdrähte:.....	9
Die Einzelheiten die beim Einbau zu beachten sind:.....	9
Brücken:.....	9
Widerstände und Dioden:.....	10
Kondensatoren:.....	10
Transistoren:.....	11
ICs:.....	11
SMD:.....	11
Kühlkörper:.....	12
Auslöten von Bauelementen:.....	12
Grundlagen der Bauteile.....	13
Grundeinheiten:.....	13
Analog:.....	14
Digital:.....	14
Widerstände:.....	15
Poties und Trimmer (Einstellbarer Widerstand):.....	19
Widerstands-Netzwerke:.....	20
Spezielle Widerstände:.....	20
Temperaturabhängige Widerstände:.....	20
Lichtabhängiger Widerstand:.....	21
Spannungsabhängiger Widerstand:.....	21
Magnetfeldabhängiger Widerstand:.....	21
Kondensatoren:.....	22
Spulen:.....	25
Transformator / Übertrager:.....	26
Diode:.....	27
Transistoren:.....	29
Grundsätzliche Funktion:.....	29
Bipolar-Transistoren:.....	29

Darlington-Bipolar-Transistoren:.....	31
Feldeffekt-Transistor:.....	31
MOS-FET:.....	31
Dual-Gate MOS-Feldeffekt-Transistor:.....	32
Unijunction-Transistor:.....	32
IGBT:.....	32
Vielschichtdioden:.....	33
Diac:.....	33
Thyristor:.....	33
Triac:.....	33
Spannungsregler:.....	34
Operationsverstärker:.....	34
Timer IC's:.....	37
Digital-IC's:.....	37
Literatur Verzeichnis:.....	39

Haftungsausschluss und Lizenzbedingungen

- **Obwohl die in dieser Anleitung enthaltenen Informationen mit größter Sorgfalt auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft wurden, kann für Fehler und Versäumnisse keinerlei Haftung übernommen werden. StefPro behält sich das Recht vor, zu jeder Zeit unangekündigte Änderungen an den hier beschriebenen Hardware- und Softwaremerkmalen vorzunehmen.**
- **StefPro übernimmt keine Garantie für Schäden durch fehlerhaften Aufbau, sowie bei Missverständnissen oder Fehlern in der Anleitung. Der Aufbau und Umgang mit diesem Gerät geschieht auf eigene Gefahr.**
- **Diese Bauanleitung darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung von StefPro weder ganz noch teilweise in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln vervielfältigt, übermittelt, abgeschrieben, in Informationssystemen gespeichert oder in andere Sprachen übersetzt werden.**

Benötigtes Werkzeug:

Grundsätzliches zu Werkzeug:

Billiges Werkzeug erfüllt den Zweck, aber man sollte schon etwas auf die Verarbeitung achten. **Rutschfest, gut isoliert, sowie Solide sollte es sein.** Bei zu billigem Werkzeug ist die Verletzungsgefahr höher, durch Abrutschen, Brechen oder Ähnlichem. Wer das nicht nur als Hobby betreibt oder es als ein ernstes Hobby ansieht, sollte dann doch schon etwas mehr Geld ausgeben und Qualität kaufen. Es macht sich bezahlt. Vor allem wenn mit 230V gearbeitet wird, sollten Sie darauf achten, dass Sie einigermassen isolierte Griffe am Werkzeug haben. **Dies kann Leben retten.**

Der Lötkolben sollte schon von einer Marke sein, damit man die Lötspitzen immer nachbekommen kann, denn diese gammeln mit der Zeit.



Biegelehre:

Zum Biegen von Widerständen und Dioden, praktische Hilfe zum sauberen Biegen. Sehr günstig und man kann nix falsch machen.



Lötkolben:

Wird verwendet um die Bauteile anzulöten. Funktioniert durch Erhitzen von Lötzinn, auf etwa 200 bis 300 °C. Ein Lötkolben mit 60W ist bei großen Lötflächen von Vorteil.

Die Lötspitze ist normal mit 1mm ausreichend. Bei speziellen Sachen wie SMD sollte 0,5mm bevorzugt werden.

Die Lötspitze ist immer sauber zu halten, mit einem feuchten Schwamm ist dieses einfach zu erreichen. Die Lötspitze sollte immer silberglänzend sein, dann ist diese gut verzinkt und die Lötspitze kann die Wärme gut leiten.

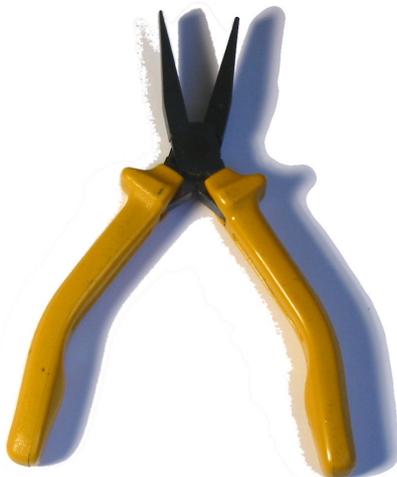
Eine Lötstation ist wegen der Einstellbarkeit und der Isolation vom Netz von Vorteil, aber nicht zwingend.



Seitenschneider:

Mit dem Seitenschneider werden die Beinchen von den Bauteilen, gekürzt. Es sollte darauf geachtet werden, das nicht zu dicker oder zu harter Draht mit damit geschnitten wird. Bei Überlastung der Schneide kann diese beschädigt werden und somit nicht mehr sauber schneiden. Die zulässigen Dicken und Materialien stehen meist drauf.

Ein Seitenschneider mit Drahthalter, ist wegen der sonst höheren Verletzungsgefahr (das Auge ist leicht davon betroffen und kann schwerwiegende Probleme bereiten) durch Abspringende Drahtenden, zu empfehlen.

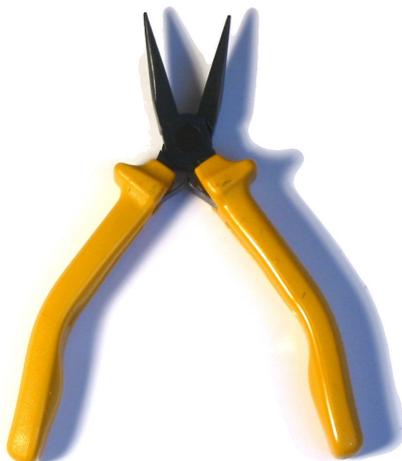


Flachzange:

Um Beinchen von Bauteilen oder Silberdrahtbrücken zu biegen eignet sich eine Flachzange sehr gut.

Eine Flachzange ist auch geeignet, um Silberdraht glatt zu ziehen.

Einfach den Draht zwischen zwei Flachzangen oder eine Flach- und eine Spitzzange legen und ziehen, bis der Draht schön glatt ist. Der Draht sollte dazu etwas weich sein, denn sonst wird er nicht sehr glatt. Bei HF empfiehlt es sich, aus physikalischen Gründen, den Draht nicht sehr glatt zu ziehen.



Spitzzange:

Um Bauteile an schlecht zu erreichenden Stellen auf Platinen zu platzieren, kann man eine Spitzzange verwenden. Diese benötigt nicht soviel Platz wie eine Flachzange.

Darüber hinaus kann man damit noch Silberdraht wie mit einer Flachzange gerade ziehen.



Schraubendreher:

Den Schraubendreher kann man für alles möglich benutzen. Man sollte einen Schraubendreher-Satz mit einigen Schlitz.- und Kreuzdrehern haben.

Dieser sollte 2,8mm, 4mm und 5,5mm Schlitzdreher haben, sowie Kreuzdreher der Größe 1 (M2,5) und 2(M3,5) beinhalten.



Abisolierzange:

Ist eine praktische Hilfe beim Abisolieren von Leitungen, diese sollte Leitungen von 0,2mm² – 3mm² abisolieren können. Ein verstellbarer Längenanschlag kann es vereinfachen, bestimmte Masse einzuhalten, da nur einmal gemessen werden muss. Zwingend erforderlich ist es jedoch nicht.



Pinzette:

Die Pinzette ist wie die Spitzzange praktisch, um an schwer erreichbare Stellen zu gelangen.

Die Pinzette ist auch sehr wichtig um SMD Teile zu verarbeiten. Nur mit einer Pinzette ist es möglich diese kleinen und leichten Teile, ohne sie zu beschädigen, beim Festlöten festzuhalten.

Die Art ob gerade oder gebogen ist von dem Verwendungszweck abhängig, eine Gebogene ist bei SMD sehr angenehm, es gibt auch Kreuzpinzetten die die Bauteile selbst festhalten können.

Sonst ist ein normales Küchenmesser oder Schweizertaschenmesser, beim Abisolieren und Schneiden hilfreich, sowie eine Schere, beim Zuschneiden.

Einbau von Bauteilen:

Das richtige Löten:

Reihenfolge der Bestückung:

Es wird mit den kleinsten Bauteilen begonnen, dann die mittleren Bauteile und zum Schluß die größten Bauteile.

Also:

zuerst SMD-Bauteile, Drahtbrücken, kleine Widerstände, IC-Sockel, Diode, ...
dann Elkos, Lötstifte, Transistoren, ...
zuletzt Spulen, große Elkos, Relais, ...

Einlöten von Bauelementen:

- Bauteilanschlußdraht nicht vor dem Einlöten kürzen.
- Immer das Lötauge und den Bauteilanschlußdraht gleichzeitig erhitzen.
- Lötvorgang nach max. 4s (bei 270°C – 330°C bleihaltiges - oder 370°C – 450°C bleifreies Lot LötKolbentemperatur) beenden.
- Der Bauteilanschlußdraht muss allseitig von Lötzinn umflossen sein.
- Das Lötauge ist mit Lötzinn ganz auszufüllen.
- Übermäßigen Zinnauftrag vermeiden. Kurzschlussgefahr zu anderen Leiterbahnen.
- Das Lötzinn wird vom Anschlußdraht leicht angesaugt und besitzt daher die Form wie in Abbildung 1 (konkave Form).

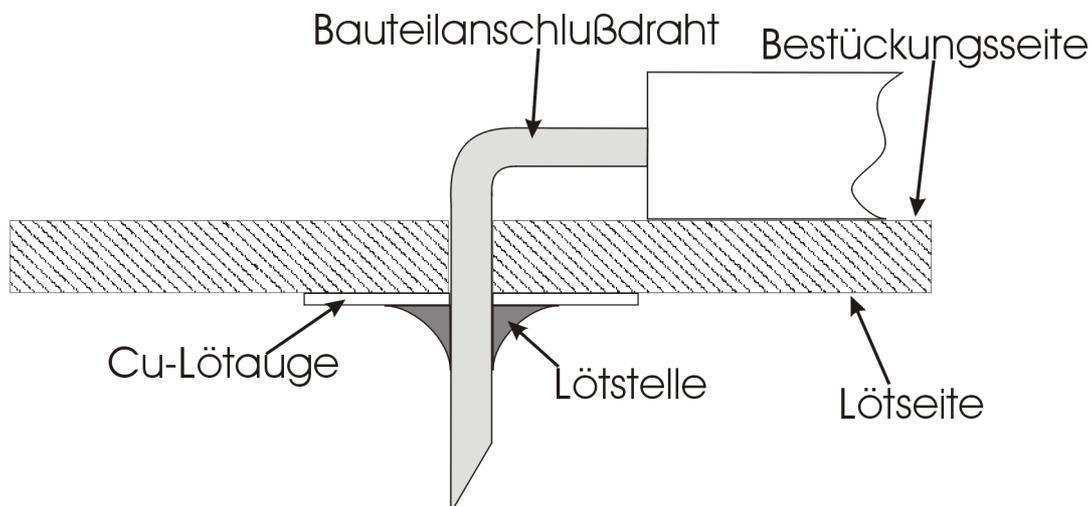


Abbildung 1 Einlöten von Bauelementen

- Die Lötstelle muss glatt und glänzend aussehen, sonst ist dieses eine kalte Lötstelle und kann zu Problemen führen.

Kürzen der Anschlußdrähte:

- Die überstehenden Bauteildrähte werden mit einem Seitenschneider knapp oberhalb der Lötstelle gekürzt. Wie in Abbildung 2 angedeutet.
- Die Lötstelle selbst darf beim Kürzen der Anschlußdrähte nicht beschädigt werden.
- Beim Kürzen eines Anschlußdrahtes ist darauf zu achten, dass der Draht und die Leiterbahn nicht abgerissen werden.
- Mechanisch stärkere Anschlußbeine (z.B.: Kontaktstifte,...) werden nicht gekürzt, da die mechanische Belastung der Lötstelle zu Beschädigungen führen würde.

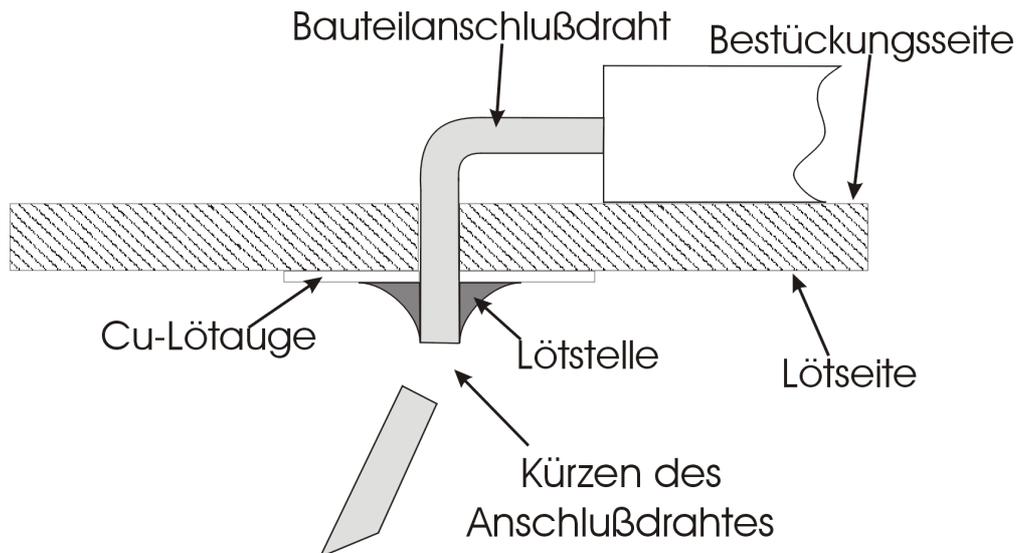


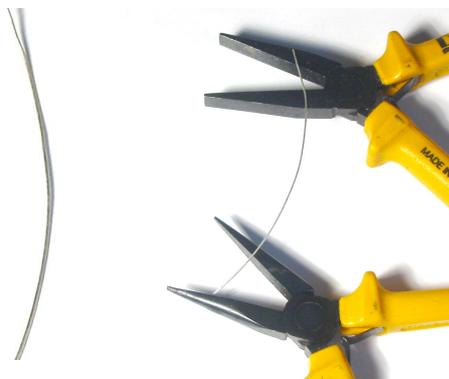
Abbildung 2 Kürzen der Anschlußdrähte

Die Einzelheiten die beim Einbau zu beachten sind:

Brücken:

Schritt 1

Draht abschneiden und gerade ziehen.



Schritt 2

Den geraden Draht biegen, im rechten Winkel.



Es hat sich heraus gestellt, das es von Vorteil ist Brücken zuerst einzulöten. Dies sind die flachsten Bauelemente die es gibt, mit Ausnahme wenn SMD-Bauelemente in der Schaltung vorhanden sind.

Widerstände und Dioden:



Rohwiderstand (gerade und glatt sollte er zum fe, 10mm gerade ziehen, da dadurch die elektrischen Eigenschaften verändert werden)

Widerstände und Dioden an besten mit einer Biegelehre bis zu einer 2. Stufe (Häufig: 2. Stufe, 10mm) werden sollten

Gebogene Widerstände und Dioden sollen rechtwinklig und gerade aussehen

Einbauen auf der Platine: Die gebogenen Widerstände immer in einer Richtung einbauen (zum einfachen ablesen der Werte). Die Diode ist immer richtig, wie im Bestückungsplan angedeutet, einzusetzen. Die Bauelemente sollten direkt und flach auf die Platine drücken, ausser bei Leistungswiderstände um eine bessere Luftzirkulation zu erreichen.

Kondensatoren:

Kondensatoren müssen unterschiedlich verarbeitet werden:

- Keramik-Kondensatoren sind häufig sehr spröde und brechen daher leicht, somit dürfen diese nicht extrem gebogen werden, was eine aufliegende Bestückung meist erschwert. Es wird einfach wie in Abbildung 3 verfahren.
- Folien-Kondensatoren, Elko's sind in der Regel leicht zu verarbeiten. Diese Kondensatoren können, bei richtigem Rastermass, direkt auf die Platine bestückt werden. Kondensatoren sind, wie Widerstände, direkt auf die Platine zu setzen, ohne Abstand. Zu sehen in Abbildung 4.
- Elko's mit Axial-Achse werden wie Widerstände verarbeitet.
- Tantal-Kondensatoren werden, da diese austrocknen können, mit etwas Abstand eingelötet.
- Achten Sie bei dem Einbau von Elko's und Tantal-Kondensatoren auf die Polarität.
- Nach dem Einbau sollten die Angaben wie Polarität, Kapazität und Nennspannung, gut zu erkennen sein.

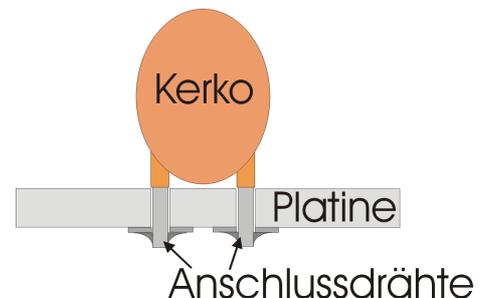


Abbildung 3: Kerko Bestückt

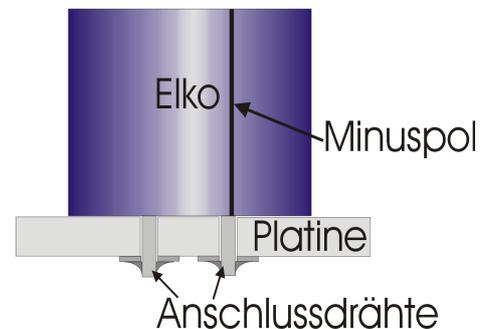


Abbildung 4: Elko Bestückt

Transistoren:

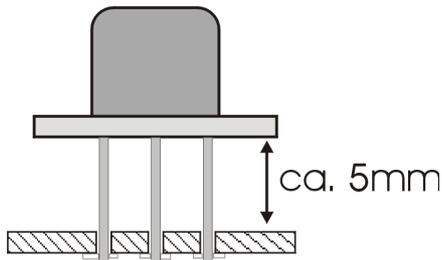


Abbildung 5: Kleinleistungstransistor

Als Einbauhöhe für Kleinleistungstransistoren ist eine Höhe von ca. 5mm vorgesehen. Wie in Abbildung 5 zu sehen.

Anschlußbeine dürfen nicht verbogen oder gar überkreuzt werden.

Für Leistungstransistoren gilt, bei Transistoren ohne Kühlkörper flach auf die Platine oder auch stehend montieren, je nachdem wie vorgesehen. Bei Transistoren mit Kühlkörper, ist ein ausreichender, mit Wärmeleitpaste versehener, Kühlkörper zu verwenden.

ICs:

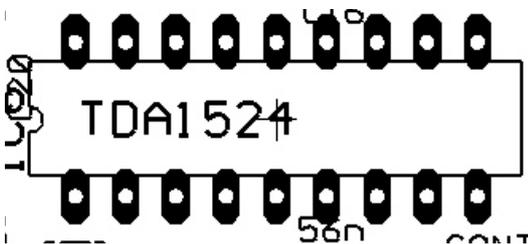


Abbildung 6: DIL IC - TDA 1524

ICs gibt es in mehreren Gehäuseausführungen. Einmal sind es die meist vorkommenden DIL-Gehäuse (Abbildung 6) und die SIL-Gehäuse (Abbildung 7), es gibt aber noch eine Vielzahl von anderen Formen.

Wie auf den Abbildungen zu sehen, haben DIL-Gehäuse zwei Beinchen-Reihen und SIL-Gehäuse nur eine. Sehr häufig findet man SIL-Gehäuse im Bereich von Leistungselektronik. Wie in diesem Beispiel ein Spannungsregler, der auch gleich einen Kühlkörper besitzt.

DIL-Gehäuse werden meist, zur besseren Wartung und wegen der Wärmeempfindlichkeit, auf IC-Sockel gesetzt. IC-Sockel gibt es in zwei grundsätzlichen Ausführungen: Federsockel und gedrehte Sockel. Federsockel sind die günstigeren und können gut eingesetzt werden, solange die Platine einseitig ist.

Bei doppelseitigen Platinen wird meist auf gedrehte zurückgegriffen, da diese auch von oben gelötet werden können.

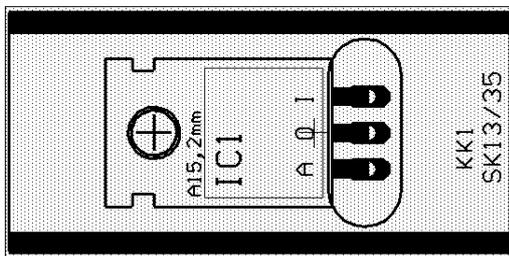


Abbildung 7: SIL IC- LM 317 mit Kühlkörper

Grundsätzlich ist zu sagen, dass Federsockel preiswerter sind, aber nicht so eine Kontaktqualität haben. Also ist immer der vom Schaltungsentwerfer vorgeschlagene Typ zu verwenden.

IC-Sockel haben etwa die Höhe von Widerständen und werden danach eingelötet. IC-Sockel gibt es in unterschiedlichen Breiten und Längen. Die Breite wird in mm angegeben und die Länge in Pin-Zahl, wobei die gesamten Pins gezählt werden.

Weitere Gehäuseformen werden hier nicht betrachtet, da es eine zu große Zahl gibt und die meisten doch irgendwie mit DIL-Gehäuse zu tun haben.

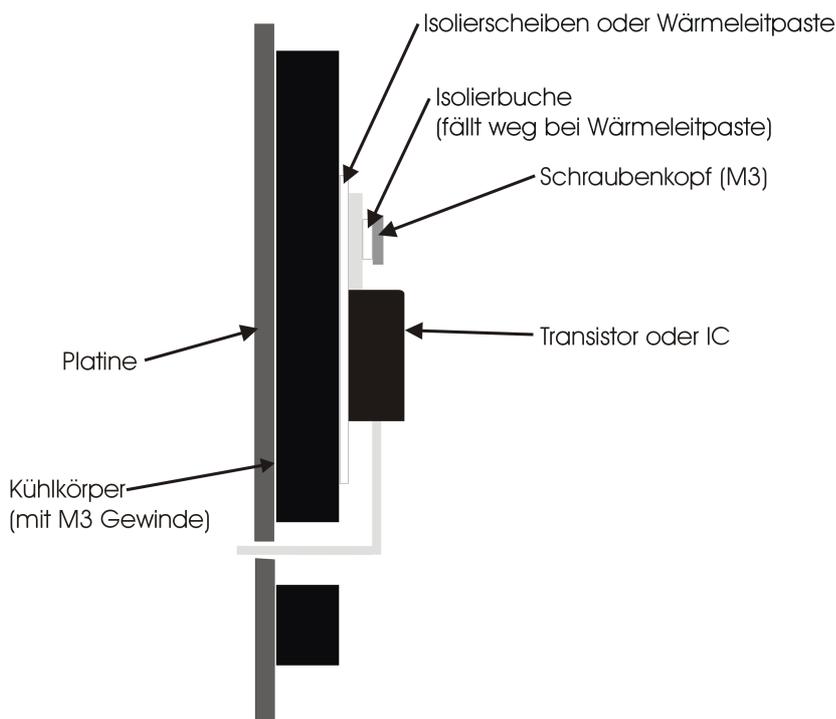
SMD:

SMD Bauteile werden als erstes aufgelötet, bei diesen meist kleinen und empfindlichen Bauteilen ist darauf zu achten, dass diese nicht zulange, zu viel Wärme abbekommen. Am empfindlichsten sind Halbleiter, Elkos und Tantal-Kondensatoren.

Für das Löten selbst wird ein LötKolben mit einer 0,4 mm Lötspitze oder Spezielle SMD-LötKolben (sehr teuer) benutzt und ein Lötzinn mit 0,5 mm Durchmesser (zur besseren Dosierung), in einigen Fällen hat sich auch Lötpaste bezahlt gemacht.

Kühlkörper:

Kühlkörper sind für die Wärmeabfuhr sehr wichtige mechanische Bauelemente. Kühlkörper sind in unterschiedlichen Größen und Ausführungen zu erhalten, ausser die Masse und das Aussehen, ist der Wärmewiderstand eine sehr wichtige Angabe. Der Wärmewiderstand wird in K/W (Kelvin pro Watt) angegeben, also wie viel Leistung diese abführen kann. Es gibt für bestimmte Transistor oder IC-Gehäuseformen auch bestimmte Kühlkörper, so ist in Abbildung 7 ein TO 220 Gehäuse mit einem U-Profilkühlkörper mit 21 K/W zu sehen. (Es ist nicht zwingend notwendig diesen Kühlkörper zu benutzen, allerdings ist er platzsparend und günstig, sowie auch für die meisten Anwendungen ausreichend.)



In den meisten Fällen ist die Montagebohrung metallisch und auch mit dem IC elektrisch verbunden. Um einen Kurzschluss zu anderen Bauteilen am selben Kühlkörper zu vermeiden, gibt es Isolierscheiben. Für die meisten Gehäuse-Typen schon zugeschnitten Isolierscheiben (Glimmerscheibe) und eine Isolierbuchse. Ist nur ein Bauteil am Kühlkörper, so langt eine Wärmeleitpaste zur verbesserten Wärmeleitung. Diese wird sehr dünn zwischen Bauteil und Kühlkörper gebracht. Die Montage ist in Abbildung 8 gezeigt.

Abbildung 8: Befestigung eines Transistors oder ICs an einem Kühlkörper

Auslöten von Bauelementen:

- Immer den Bauteilanschlußdraht und das Lötauge gleichzeitig erhitzen.
- Lötzinn mit einer Absaugpumpe oder mit Entlötlitze absaugen.
- Nicht mit dem LötKolben auf der Lötstelle „kratzen“.
- LötKolben nie als Hebel benutzen, da die Lötungen und Leiterbahnen bei der Löttemperatur nicht mehr so fest haften.

Grundlagen der Bauteile

Grundeinheiten:

- Die **Spannung** (U) beschreibt die Geschwindigkeit mit der die Elektronen fließen. Die Einheit V (Voltage; Volt) gibt die Spannung an.
- Der **Strom** (I) beschreibt die Stärke des Elektronenflusses, die Anzahl. In A (Ampere) ist die Stromstärke angegeben
- Die **Leistung** (P) beschreibt Spannung * Stromstärke. Diese wird in W (Watt) angegeben.
- **Arbeit** gibt die Leistung mal die Zeit an. Mit Ws (WattSekunde) wird diese angegeben. Bekannter ist allerdings kWh.
- Der **Widerstand** (R) beschreibt die Kraft, die in Materialien gegen den Strom wirkt, die Leitfähigkeit eines Materials. Ω (Ohm) ist die Einheit. Ohmsches Gesetz ist $R = U / I$.
- Die **Kapazität** (C) gibt die Menge an elektrischer Energie an, die in Dieser gespeichert werden kann. F (Farad) ist die Einheit, meist in pF ($10^{-12} F$), nF ($10^{-9} F$), μF ($10^{-6} F$) angegeben.
- Die **Induktivität** (L), gibt auch die elektrisch gespeicherte Energiemenge an. Die Einheit lautet H (Henry).
- **Logarithmisch** und **Linear** sind Formen, die beschreiben wie die Änderung aussieht, Abbildung 9. Logarithmisch ist eine gebogene Änderung. Bei Linearer Form ist die Änderung gleichbleibend. Es gibt noch andere Formen. Meist werden diese aber Linearisiert oder Idealisiert und mit einer Formel beschrieben.

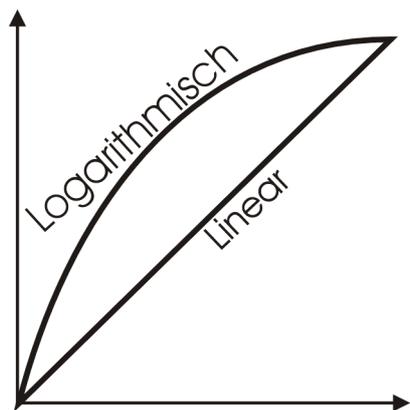


Abbildung 9: Kennlinie
Logarithmisch, Linear

Analog:

Analoge Spannungen können alle erdenklichen Werte annehmen. Die Spannungen sind allerdings abhängig von den verwendeten Bauteilen. Nur wenige Bauteile halten 230Volt direkt aus, die Meisten arbeiten mit Niederspannungen von < 40 V.

Digital:

Digital sind Spannungen, die nur zwei Zustände haben können.

High und Low sind die zwei möglichen Zustände, die in Digitalen-Schaltungen auftreten können. Es gibt aber auch Spezialfälle, wo es 3 Zustände gibt. Der dritte Zustand ist, wenn die Ausgänge hochohmig geschaltet werden können. Dieser nennt sich Tristate.

Es gibt TTL (Transistor Transistor Logic), mit der Low-Spannung zwischen 0 und 0,8 Volt und der High-Spannung zwischen 3,7 und 5 Volt.. Vorteil ist eine sehr hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit, Nachteil ein Relativ großer Strom.

Sehr häufig werden statt TTL, C-MOS Schaltkreise verwendet (da diese sehr Leistungsarm sind). C-MOS hat eine Betriebsspannung von max. 18 Volt, die Zustände High und Low, werden mit 1/3 für den Low Wert angegeben und 2/3 der Betriebsspannung für den High Wert. Der Vorteil ist der sehr geringe Betriebsstrom von einigen mA für einen ganzen Baustein und die dennoch hohe Belastbarkeit. Der Nachteil ist die Verzögerungszeit, ein C-MOS Chip kann nur bis etwa 100 MHz arbeiten.

Es gibt noch andere Familien und Signalwerte, die in dieser Unterlage nicht aufgeführt werden können. Einige haben auch andere physikalische Bezüge als Low oder High Pegel, wie z.B. DCF, bei DCF steht 100ms Impulsbreite für Low und 200ms für High.

Die Abkürzung für Low und High sind 0 und 1, in dieser Unterlage steht ab jetzt 0 für Low und 1 für High.

Widerstände:

Funktion

Der Widerstand wirkt wie ein Wasserrohr, was auf einmal schmaler wird und das Wasser staut, dann fließt das Wasser nicht mehr so stark.

Der Widerstand wird benutzt um Ströme zu begrenzen. Dieses kann durch verschiedene Materialien wie z.B.: Kohle oder verschiedene Metalllegierungen erreicht werden. Die abfallende Leistung berechnet sich aus der abfallenden Spannung und dem durchfließenden Strom $P = U \cdot I$.

Ohmsches Gesetz: $R = U/I$

Kennlinie

Abbildung 10 zeigt die Kennlinie eines Widerstandes, diese beschreibt den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung bei einem Widerstand. Je höher die Spannung desto höher der Strom.

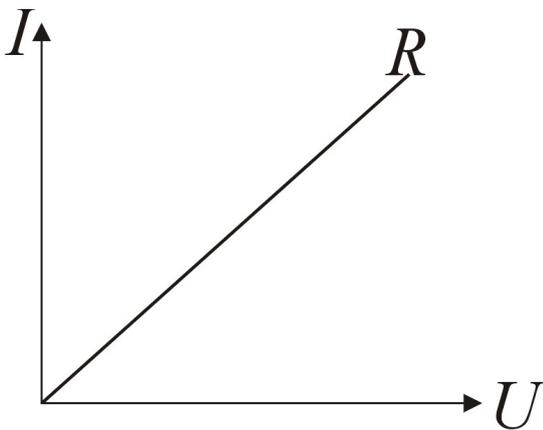


Abbildung 10 Widerstandskennlinie

Abkürzungen und Werte

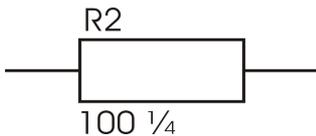


Abbildung 11 Schaltzeichen

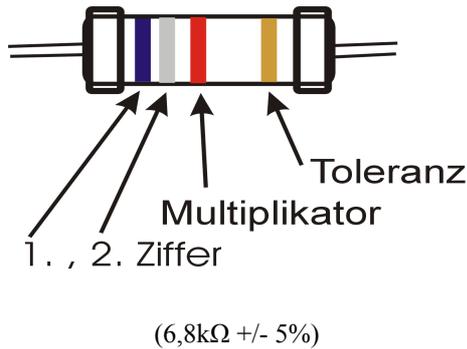
Abkürzung im Schalt.- und Bestückungsplan = R.

Das Schaltzeichen in Abbildung 11 ist wie folgt zu interpretieren: R2 ist die Nr. des Widerstands, 100 $\frac{1}{4}$ ist die Angabe, welcher Widerstand an dieser Stelle zu verwenden ist, 100 Ω und 0,25W hat.

- Farbcode für 4 und 5 Farbringe:
- Die Werte von Widerständen werden mit einem Farbcode auf den Widerständen abgebildet.
- Widerstände haben unterschiedliche Leistungen, meist sind es 1/4W Widerstände.
- Abkürzung im Schalt.- und Bestückungsplan = R. ($[R] = V / A$)
- Die Einheit von Widerständen ist Ω (OHM) und als Formelzeichen R (Resistor(engl.)).

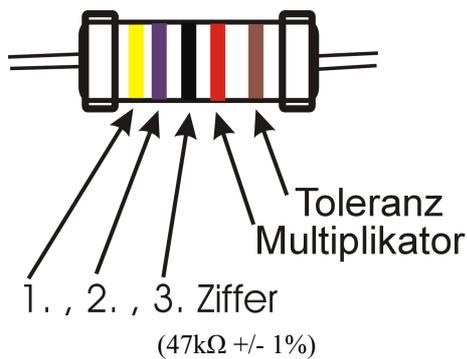
Für eine bessere Lesbarkeit der Widerstandswerte werden alle Toleranzringe zu einer Seite angeordnet.

Schichtwiderstände



Widerstände mit 4 Farbringen

Widerstände mit 4 Ringen, sind Kohleschichtwiderstände. Kohleschichtwiderstände eignen sich für den NF- und HF-Bereich, da diese einen geringen induktiven Anteil besitzen, Sehr geringes Rauschverhalten und niedrige Temperaturkoeffizienten. Allerdings haben diese eine höhere Toleranz.



Widerstände mit 5 Farbringen

Widerstände mit 5 Ringen, sind Metallschichtwiderstände. Metallschichtwiderstände eignen sich, wie alle Schichtwiderstände für den NF- und HF- Bereich. Sie haben einen niedrigeren Temperaturkoeffizienten und eine geringe Toleranz, sowie auch ein geringes Rauschverhalten als Kohleschicht.- und Drahtwiderstände.



Farbcode

Farbe	1.Ziffer	2.Ziffer	3.Ziffer	Multiplikator	Toleranz	
schwarz	-	0	0	1		
braun	1	1	1	10	+/- 1%	
rot	2	2	2	Kilo	100	+/- 2%
orange	3	3	3	10 Kilo	1000	
gelb	4	4	4	100 Kilo	10000	
grün	5	5	5	Mega	100000	0,5 %
blau	6	6	6	10 Mega	1000000	0,25 %
violett	7	7	7			0,1 %
grau	8	8	8			
weiß	9	9	9			
gold					0,1	+/- 5%
silber				Mili	0,01	+/- 10%

Drahtwiderstände

Der Wert wird meist aufgedruckt bzw. mit dem 4 Ringe Farbcode dargestellt. Der Drahtwiderstand wird mit einem auf einen hitzebeständigem Keramik- oder Plastikrohr aufgewickelt. Durch diese Bauart haben Drahtwiderstände eine hohe Induktivität. Diese wird zwar versucht durch Doppelwicklung zu vermindern, allerdings ist dieses nicht absolut möglich und daher können diese Widerstände nur im NF Bereich bis etwa 200KHz eingesetzt werden. Die Toleranz liegt meist bei +/-5% oder +/- 10%. Drahtwiderstände haben eine hohe Lebenserwartung und Belastbarkeit.



Abbildung 12 2 Watt Drahtwiderstand mit Wertangabe im Farbcode



Abbildung 13 2Watt Drahtwiderstand mit Aufdruck des Wertes und der Toleranz



Abbildung 14 4Watt Drahtwiderstand mit Aufdruck der Wertes und der Toleranz

Verwendungszwecke

Widerstände sind in jedem Gerät eingebaut. Sie dienen zur Strombegrenzung.

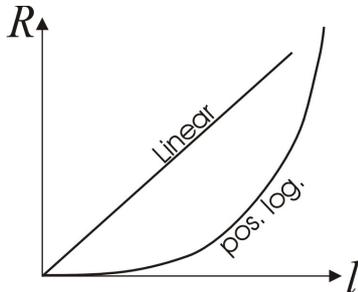
Beispiele: Vorwiderstand einer Leuchtdiode; Pulldown Widerstand einer Digitalen Schaltung; etc.

Poties und Trimmer (Einstellbarer Widerstand):

Funktion

Trimmer und Widerstände sind vergleichbar mit einem Wasserhahn.

Zu Widerständen gehören auch Potis und Trimmer, diese sind einstellbare Widerstände.



Kennlinie

Die lineare Linie in Abbildung 15 gehört immer zu Trimmern und zu Potis, mit einem A als Kennzeichnung. Die logarithmische Linie in Abbildung 15 gehört zu Potis mit einem B.

Es gibt noch mehr Widerstandskurven, die nicht so wichtig und häufig sind.

Abbildung 15 Kennlinie Potie

Unterschiede Trimmer, Potie

Trimmer werden direkt auf die Platine montiert, um feste Einstellungen machen (Abgleichen) zu können. Potis sind zum Einstellen an Gehäuse vorgesehen, Lautstärke Einsteller oder so weiter.

Potis gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Linear für allgemeine Anwendungen und logarithmisch für Anwendungen wie z.B.: Lautstärkereger, da das Ohr logarithmisch ist. Daneben gibt es auch Mono und Stereo Potentiometer, Stereo haben zweimal ein Poti auf einer Achse.

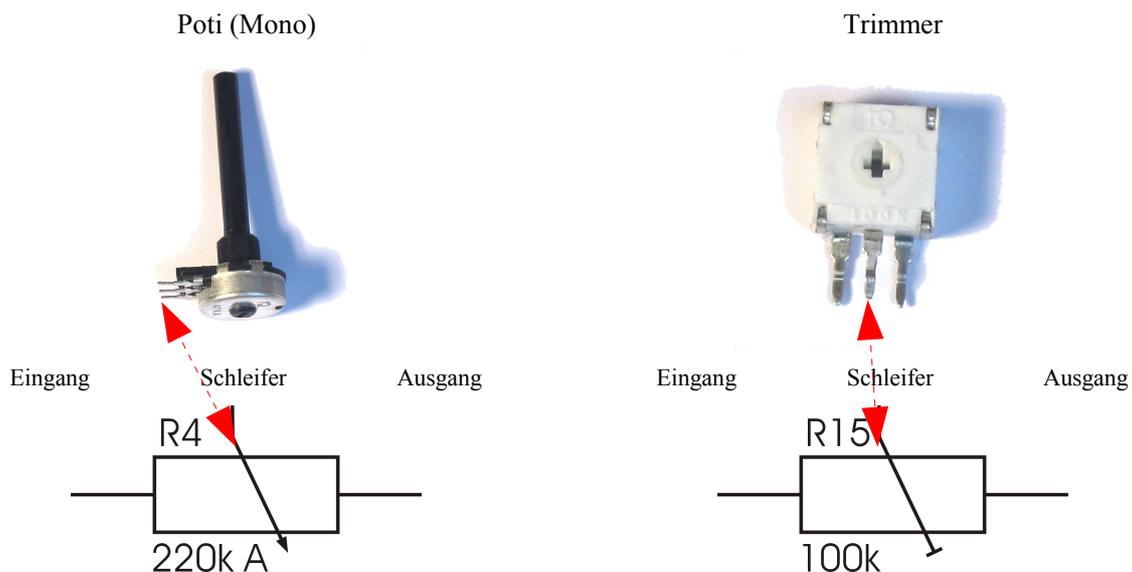
Des Weiteren gibt es noch Präzisions Trimmer bzw. Präzisions-Potentiometer, diese haben einen längeren Schleifweg, das wird durch eine Schnecke erreicht. Durch diese Bauart lässt sich das Poti genauer einstellen.

Abkürzungen und Werte

Abkürzung im Schalt.- und Bestückungsplan = R.

Die Einheit von Widerständen ist Ω (OHM) und als Formelzeichen R (Resistor (engl.)).

Die Werte werden aufgedruckt oder eingepresst. Bei Poties zusätzlich, ob diese Linear (A) oder Logarithmisch (B) sind.



Widerstands-Netzwerke:

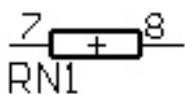
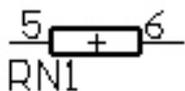
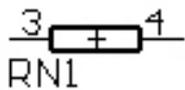
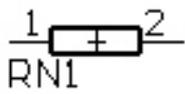


Abbildung 17
Widerstands-Netzwerk

Widerstands-Netzwerke funktionieren wie normale Widerstände, haben allerdings gleich mehrere in einem Gehäuse, diese gibt es im SIL- oder DIL-Gehäuse.

Es gibt normale Netzwerke, dort sind mehrere Widerstände in einem Gehäuse und haben beide Anschlüsse nach Aussen geführt. Wie in Abbildung 17 zu sehen

Daneben gibt es noch Sternschaltungen (Abbildung 16), bei diesen wird ein Anschluss direkt nach Aussen und einer wird intern mit allen anderen verbunden und dann nach aussen geführt. Diese Art wird häufig als Pull-Up oder Pull-Down Widerstand benutzt, um Platz zu sparen.

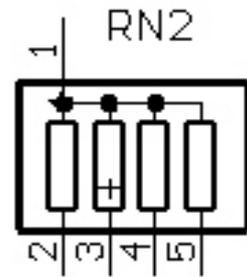


Abbildung 16
Widerstands-Netzwerk Stern



Abbildung 18 SIL -Widerstands-Netzwerk

Spezielle Widerstände:

Dieses Kapitel wird nur kurz angeschnitten, bei mehr Interesse empfiehlt sich, in dem Literaturverzeichnis nach einer entsprechenden Lektüre zu suchen.

Temperaturabhängige Widerstände:

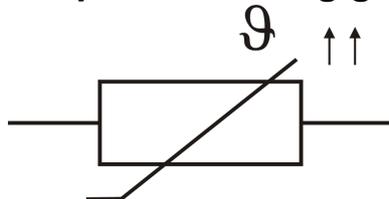


Abbildung 19 Schaltzeichen PTC

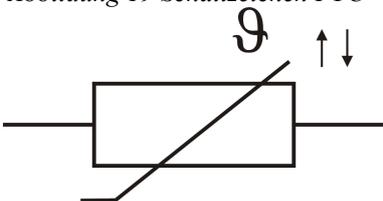


Abbildung 21 Schaltzeichen NTC

NTC-Widerstände (Negative Temperature Coefficient), auch Heißleiter genannt. Zu sehen in Abbildung 21. PTC-Widerstände (Positive Temperature Coefficient), sind so genannte Kaltleiter. Diese sind in Abbildung 19 zu sehen. NTC und PTC-Widerstände sind temperaturabhängige Widerstände.

Kennlinie

Abbildung 20 zeigt die Kennlinie eines NTC's. NTC's sind die häufiger verwendeten

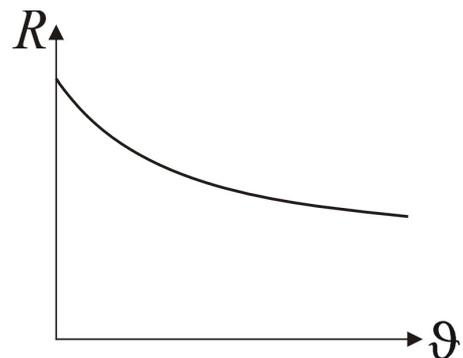


Abbildung 20 Kennlinie NTC

Messsensoren, da diese linearer als PTC's sind. Die Kennlinie zeigt das der Widerstand mit steigender Temperatur abnimmt.

Verwendungszwecke

Temperaturabhängig Widerstände sind extrem Temperatur abhängig und können daher als Messwiderstand... benutzt werden. Kaltleiter werden auch als Einschaltstrombegrenzung benutzt, in Schaltnetzteilen etc..

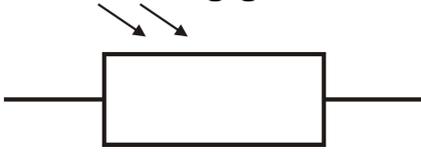
Lichtabhängiger Widerstand:

Abbildung 22 Schaltzeichen LDR

LDR (Light Dependent Resistor) ist ein lichtempfindlicher Widerstand. Dieser wird mit zunehmender Beleuchtungsstärke niederohmiger. Das Schaltzeichen, für einen VDR, ist in Abbildung 22 zu sehen

Verwendungszwecke

LDR's werden in Lichtschranken, als Dämmerungssensor oder als sonstigen Sensor benutzt. Ein LDR ist relativ langsam und kann daher nicht für die Datenübertragung benutzt werden. Ausserdem ist er nicht auf einem bestimmten Wellenlängenbereich abgestimmt.

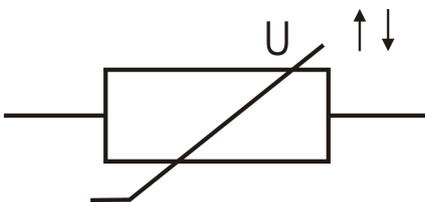
Spannungsabhängiger Widerstand:

Abbildung 23 Schaltzeichen VDR

VDR (Voltage Dependant Resistor), auch Varistor genannt, sind spannungsabhängige Widerstände. Mit steigender Spannung sinkt deren Widerstandswert. Das Schaltzeichen ist in Abbildung 23 dargestellt.

Verwendungszwecke

Varistoren werden als Überspannungsschutz eingesetzt z.B.: beim Ausschalten einer Spule, wird durch einem Varistor die Spannungsspitze verkleinert.

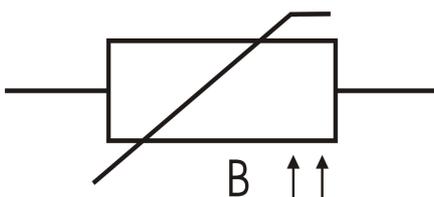
Magnetfeldabhängiger Widerstand:

Abbildung 24 Schaltzeichen MDR

In Abbildung 24 ist das Schaltzeichen eines MDR (Magnetic Dependant Resistor) dargestellt. Ein MDR ist von der Stärke des Magnetfeldes abhängig. Mit steigender Magnetfeld Stärke erhöht sich der Widerstandswert dieses Bauteils.

Verwendungszwecke

Als prellfreie Taster oder Schalter finden MDR Anwendung in weiten Bereichen der Regelungs- und Steuerungstechnik.

Kondensatoren:

Funktion

Kondensatoren sind mit einem Wassertopf zu vergleichen, der die Aufgabe hat Wasser zu speichern oder nur bestimmte Wassermengen durchzulassen und damit den Wasserstrom zu verringern.

Kondensatoren speichern elektrische Ladungen bzw. Energie. Kondensatoren funktionieren mit dem elektrischen Feld zweier Metallplatten. Diese werden übereinander gestellt und mit einem Dielektrikum (Isolator) isoliert. Legt man nun eine Spannung an die Platten, so baut sich ein Elektrisches Feld auf. Dieses Feld zieht die Elektronen auf eine Seite so das ein Überfluss entsteht. Wird nun die Spannung abgeklemmt, so bricht das Elektrische Feld zusammen und die Elektronen fließen wieder zurück. Die Stromrichtung ist allerdings entgegengesetzt. Also ist ein Kondensator beim Entladen eine Spannungsquelle.

Die Kapazität von Kondensatoren ist temperaturabhängig.

Kennlinie

Die Kennlinie in Abbildung 26 beschreibt die Abhängigkeit des Scheinwiderstands zur Frequenz. Je höher die Frequenz desto kleiner der Scheinwiderstand.

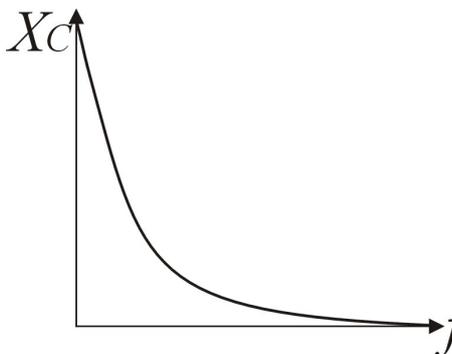


Abbildung 26 Kondensatorkennlinie $X_c - f$

Abbildung 25 zeigt die Kennlinie welche die Kondensatorspannung in Abhängigkeit der Zeit beschreibt. Beim Anschluss des Kondensators an eine Gleichspannung, wird dieser mit der Zeit von 5 Tau vollständig geladen. Erst mit der

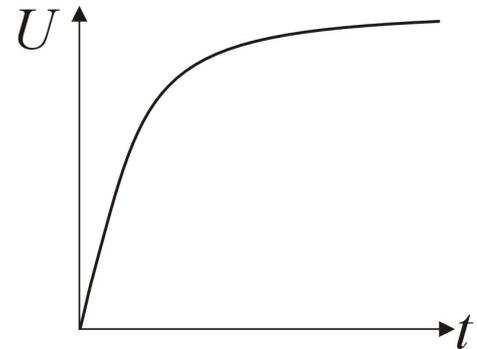


Abbildung 25

Aufladekennlinie eines Kondensators

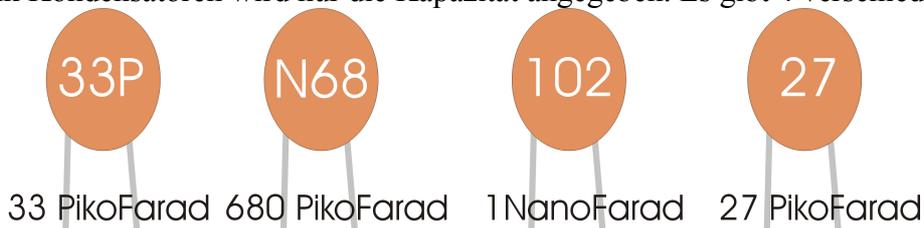
vollständigen Ladung ist dieser hochohmig.

Abkürzungen und Werte

Abkürzung im Schaltplan.- und Bestückungsplan = C.

Die Einheit für Kondensatoren ist F (Farad) und als Formelzeichen C (Kapazität).

- Bei Keramik Kondensatoren wird nur die Kapazität angegeben. Es gibt 4 verschiedene Formate:



- Bei Folien Kondensatoren MKH wird die Kapazität und Spannung aufgedruckt. Selten die Hersteller.
- Bei Tantal-ELKOs wird nur die Kapazität (Erster Wert in Mikrofarad (μF), Spannung (Zweiter Wert in Volt) und Polung aufgedruckt.
- Bei Elektrolyt-Kondensatoren wird die Kapazität, Spannung, Toleranz, Polung und Temperatur aufgedruckt.

Unterschiede der Kondensatoren:

-Kondensator	Kapazitätsbereich	Toleranzen	Eigeninduktivität	Abmessung	Betriebsspannung	selbstheilend	gepolt
<i>Papier-</i>	100 pF..1µF	20 %	groß	groß	125..1000 V	nein	nein
<i>Metall-Papier-</i>	0,1..50 µF	20 %	groß	groß	160..600 V	ja	nein
<i>Styroflex-</i>	2 pF..50 nF	20 %	klein	mittel	50..500 V	nein	nein
<i>Metall-Kunststoff-</i>	0,01..0,25 µF	20 %	mittel	klein	300 V..5 kV	ja	nein
<i>Metall-Lack-</i>	0,1..200 µF	20 %	mittel	sehr klein	60..120 V	ja	nein
<i>Keramik-</i>	0,5 pF..50 nF	20 %	sehr klein	groß	250..500 V	nein	nein
<i>Elektrolyt-</i>	0,5..10000 µF	-20%..+50%	groß	sehr klein	3..650 V	ja	ja

Falsch polen, kann den Kondensator oder sogar die Schaltung zerstören.

Keramikkondensator (KERKO) Folien Kondensator (MKH) Tantal Kondensator (Tan) Elektrolyt Kondensator (ELKO)

C1

 1µ 100

C10

 100µ 63

!!!!Wichtig!!!!

Es ist bei Tantal.- und Elektrolytkondensatoren darauf zu achten, das die Polung wie auf dem Bestückungsplan vorgegeben ist.

Verwendungszwecke

Kondensatoren werden zum Sieben der Gleichspannung benutzt und als Entkopplung von Mischsignalen. Des Weiteren werden diese auch in Hoch- oder Tiefpässe benutzt.

Beispiele: Im Netzteil zum Sieben der 50Hz (Ladekondensator); Eingangskondensator einer Endstufe (Koppelkondensator), zum rausfiltern der Gleichspannungsanteile; etc.

Vorsichtsmaßnahmen

Bei Verpolung können Elkos leicht explodieren. Es spritzt eine Schwefellaug aus, diese ist giftig. Sollte Schwefellaug auf Haut oder ins Auge spritzen, müssen Sie diese gründlich von Haut und aus den Augen waschen. Sollten die Augen betroffen sein, ist zu empfehlen ihren Haus.- oder Augenarztes aufsuchen.

Spulen:

Funktion

Eine Spule erzeugt ein Magnetfeld in seiner Umgebung, welches sich mit der Änderung des fließenden Stromes ändert. Ein änderndes Magnetfeld erzeugt eine Induktion in Metallen, auch in der Spule selbst. Diese Spannung nennt man Induktionsspannung und ist entgegengesetzt der Ursache. Durch die Induktionsspannung, wirkt eine Spannung entgegen der Normalspannung. Dadurch wird der Stromfluss gebremst. Das bedeutet das eine Spule im Wechselstromkreis einen höheren Widerstand hat, als im Gleichstromkreis. Der Scheinwiderstand ist von der Induktivität(L) und der Frequenz(f) abhängig. Formeln zu Spulen gibt es in der Formelsammlung.

Zur Erhöhung der Induktivität werden Blechkerne oder Ferritkerne im Inneren der Spule eingesetzt.

Kennlinie

Die Kennlinie in Abbildung 28 beschreibt die Abhängigkeit des Scheinwiderstands zur Frequenz. Je höher die Frequenz desto größer der Scheinwiderstand.

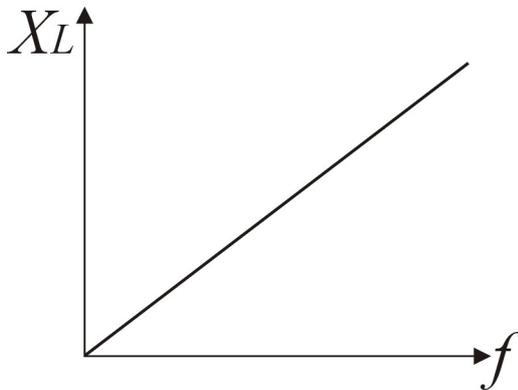


Abbildung 28 Kennlinie Spule $X_L - f$

Die Kennlinie beschreibt in Abbildung 27 den Spulenspannungs- Zeitverlauf. Bei Anschluss der Spule an eine gleiche Spannung, wird das Magnetfeld mit der Zeit von 5 Tau aufgebaut, erst mit dem vollständigen Aufbau ist dieser niederohmig.

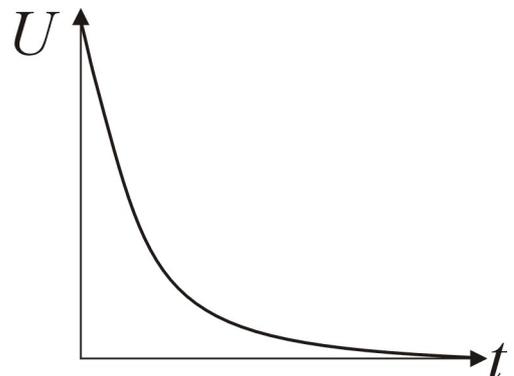


Abbildung 27 Kennlinie Spannungszeitverlauf

Abkürzungen und Werte

Die Einheit für Spulen ist H (Henry) und als Formelzeichen L (Induktivität).

Abkürzung im Schaltplan.- und Bestückungsplan = L. Die Abbildung 30 zeigt das neue Schaltzeichen einer Spule, Abbildung 31 das alte Schaltzeichen, Abbildung 29 zeigt das Beispiel einer Spule (Drosselspule eines Netzteils).

Die Werte werden in unterschiedlichen Arten angegeben, entweder wird der Wert aufgedruckt oder mit einem Farbcode gekennzeichnet, ähnlich wie bei Widerständen. Im Normalfall steht die Induktivität und die max. Stromstärke drauf. Unter <http://www.hermuth.de/603.htm> gibt es eine Liste der Werte und der Bedeutungen.



Abbildung 29 Spule

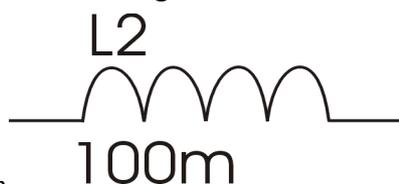


Abbildung 31 alte Schaltzeichen Spule



Abbildung 30 Schaltzeichen Spule

Verwendungszwecke

Filterbauteil in Hoch.- und Tiefpass, Einschaltstrombegrenzung, Filter in Spannungsversorgung...

Transformator / Übertrager:

Funktion

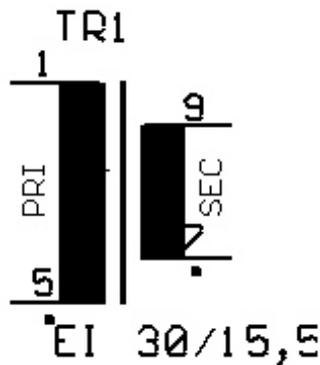


Abbildung 32

Schaltzeichen Transformator

Transformatoren sind im Prinzip zwei Spulen die magnetisch gekoppelt sind. Diese Kopplung hat zur Folge, dass die Stromänderung in der einen Spule auch in der anderen Spule ist, dieses wird benutzt um Spannungen herunter oder herauf zu transformieren. Transformatoren sind auf 50/60 Hz abgestimmt und für 230V/110V Primärseitig ausgelegt. Die Sekundärseite ist so berechnet, das die gewünschte Spannung von z.B. 12 Volt anliegt. Abbildung 32 zeigt einen solchen 12 Volt Transformator, in Abbildung 33



Abbildung 33 Transformators

ist das dazugehörige Schaltzeichen im Stromlaufplan abgebildet.

Des weiteren gibt es noch Übertrager, diese sind vom Prinzip gleich aufgebaut, allerdings für einen anderen Frequenz und Leistungsbereich.

Abkürzungen und Werte

In Abbildung 32 ist TR1 die Abkürzung, diese steht für Transformator Nr.1. EI 30/15,5 ist die Nummer des Herstellers, dieser Transformator ist zu verwenden. Es MUSS dieser Transformator verwendet werden, da die Masse im Layout und die auf Abstände genau. Des weiteren ist dieser Transformator nach den Anforderungen ausgewählt worden.

Verwendungszwecke

Transformatoren werden zur Spannungsanpassung benutzt, Übertrager zur Potentialtrennung ...

Diode:

Funktion

Diode sind mit einem Ventil vergleichbar, in die eine Richtung kann Wasser durch, in die andere nicht.

Eine Diode lässt eben Strom in nur eine Richtung durch. Dies wird durch Halbleiter erreicht, die aus dotiertem Silizium oder Germanium bestehen.

Allerdings brauchen diese eine Mindestspannung, die liegt bei ca. 0,7V bei Silizium und ca. 0,3V bei Germanium. Diese können nur Temperaturen von ca 200°C bei Silizium und 90°C bei Germanium aushalten.

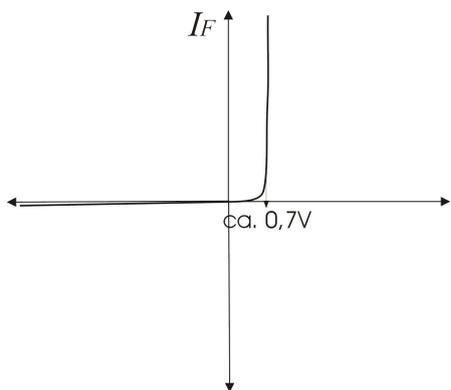


Abbildung 34 Dioden-Kennlinie

Kennlinie

Wie der Spannungs-Stromverlauf in Abbildung 34 zeigt, haben Dioden in der einen Richtung eine Durchlassspannung U_F , bei etwa 0,7 Volt. In der anderen Richtung sperren diese, bis zu einer maximalen Sperrspannung. Ab dieser Spannung ist die Diode auch in der anderen Richtung durchgebrochen und eventuell defekt.

Abkürzungen und Werte

Abbildung 35 zeigt das Schaltzeichen im Schaltplan, die Abkürzung im Schalt.- und Bestückungsplan = D. D4 ist die Nr. der Diode. 1N4148 ist der zu verwendende Typ. Die Bezeichnung der Diode steht klein drauf, normal sind die kleinen (Abbildung 36) 1N4148 und die großen 1N4001 (Abbildung 37). Der Strich auf der Diode kennzeichnet die Sperrrichtung der Diode.



Abbildung 35
Schaltzeichen Diode



Abbildung 36 1N4148

Abbildung 37 1N4001

!!!!Wichtig!!!!

Es ist darauf zu achten, das der Strich in die Richtung zeigt, wie auf dem Bestückungsplan vorgegeben.

Dioden sind HALBLEITER und vertragen daher nicht zu viel Wärme.

Verwendungszwecke

Dioden werden zur Gleichrichtung von Wechsel- in Gleichspannung verwendet und zum Verpolungsschutz.

Beispiele: Im Netzteil zum Gleichrichten; Bei Verwendung von Relais, als Schutz vor Induktionsspannungen ; etc.

Transistoren:

Grundsätzliche Funktion:

Transistoren sind stromgesteuerte Widerstände, diese werden über einem Basis.- bzw. Gatestrom angesteuert und können über eine stromverstärkende Wirkung einen höheren Emitter.- bzw. Sourcestrom fließen lassen. Es gibt zwei verschiedene Grund Transistoren, einmal die Bipolar-Transistoren (NPN oder PNP Transistoren) und einmal die Unipolaren (Feldeffekt-Transistoren).

Es gibt auch eine Vielzahl von Kombinationen der beiden Transistortypen mit sich selbst aber auch untereinander, z.B. Darlington-Transistor, IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor).

Transistoren können als Verstärker (Stromverstärkung) oder auch als Schalter (Strom ein oder aus) benutzt werden.

Bei Transistoren muss unbedingt auf die richtige Polung aller Anschlüsse geachtet werden.

Kennzeichnung

Europäische Kennzeichnung: Der erste Buchstabe der Typenbezeichnung gibt den Halbleiter-Werkstoff an (A =Germanium, B = Silizium), der zweite Buchstabe informiert über den Einsatzbereich, für den der Transistor vorgesehen ist (z.B. C = Niederfrequenz-Kleinleistungs- Transistor, D = Niederfrequenz- Leistungs-Transistor, F =Hochfrequenz-Transistor usw).

Amerikanische Kennzeichnung: Die Amerikaner haben nur eine Zahl ein N und eine mehrstellige Nummer, die Zahl steht für die Anzahl der PN Übergänge ist also bei Transistoren immer 2 und bei Dioden immer 1.

Bipolar-Transistoren:



Abbildung 38 NPN Transistor Abbildung 39 PNP Transistor

In Abbildung 38 und 39 sind zwei Schaltzeichen für Bipolar-Transistoren abgebildet. Abbildung 38 zeigt die NPN variante und Abbildung 39 die PNP variante.

Eigenschaften

Die Basis-Emitter Strecke eines Bipolar-Transistors ist wie eine Diode aufgebaut und benötigt daher auch eine Durchbruchspannung von ca. 0,6V.

Bipolar-Transistoren haben je nach Schaltung, einen im Vergleich zu Feldeffekt-Transistoren, kleinen Basiseingangswiderstand. Der Widerstandsbereich des Basiseinganges ist von $k\Omega$ bis zu einigen $M\Omega$.

Bipolar-Transistoren sind in einem sehr großen Frequenzbereich zu benutzen, sie können bis einige GHz eingesetzt werden, je nach Typ.

Emitter-Grundschtaltung

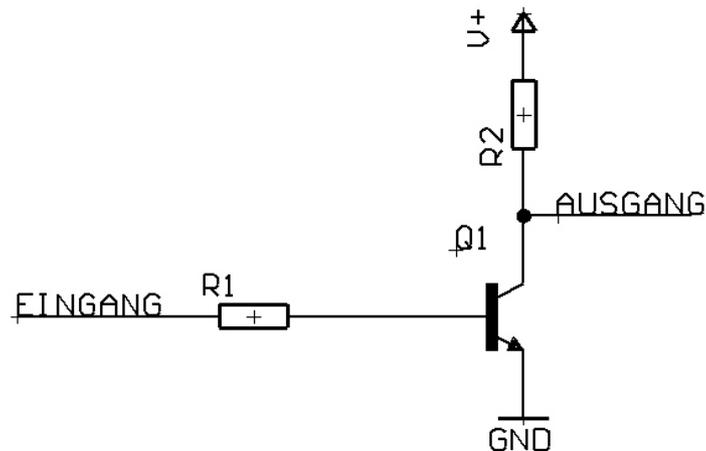


Abbildung 40 Emitter Grundschtaltung

Die Emitterschaltung aus Abbildung 40 hat eine hohe Spannungsverstärkung. Das Eingangssignal wird an die Basis über einem Widerstand gegeben, das Ausgangssignal wird zwischen R2 und Kollektor abgegriffen. Die Verstärkung hängt von der Transistor-Verstärkung, sowie dem R1 und R2 ab.

Kollektor-Grundschtaltung

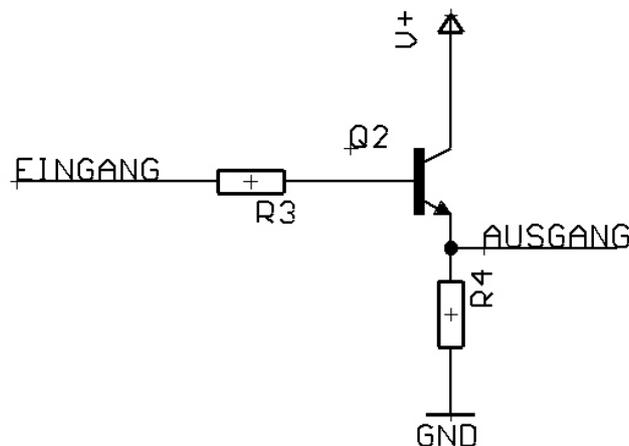


Abbildung 41 Kollektor Grundschtaltung

In Abbildung 41 ist eine Kollektorschaltung abgebildet, diese hat eine sehr hohe Stromverstärkung. Auch hier ist das Eingangssignal über einen Widerstand auf die Basis geschaltet, der Ausgang wird in dieser Schaltung über R4 abgenommen, R4 ist zwischen Masse und dem Emitter des Transistors geschlossen. Hier hängt wieder die Verstärkung von der Transistor-Verstärkung, sowie der beiden Widerstände ab.

Diese Schaltungsvarianten sind die Grundschtaltung, es gibt viele Erweiterungen zu diesen Schaltungen und eine weitere Grundschtaltung Names Basis-Grundschtaltung, diese wird seltener benutzt, ist aber für Hochfrequenz sehr bedeutend.

Darlington-Bipolar-Transistoren:

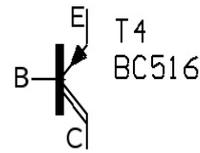
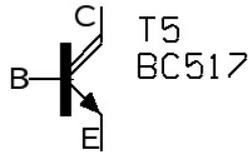


Abbildung 42 Darlington NPN Transistor

Abbildung 43 Darlington PNP Transistor

In Abbildung 42 und 43 sind zwei Schaltzeichen für Darlington-Bipolar-Transistoren abgebildet. Abbildung 42 zeigt die NPN Variante und Abbildung 43 die PNP Variante.

Eigenschaften

Darlington-Bipolar-Transistoren sind aus zwei hintereinander geschalteten Bipolar-Transistoren aufgebaut, dadurch wird die Verstärkung erheblich erhöht, allerdings auch die Spannung Basis-Emitter-Spannung von ca. 0,6V auf ca. 1,2V erhöht.

Feldeffekt-Transistor:

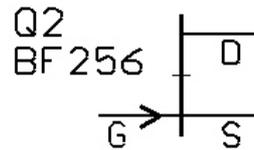
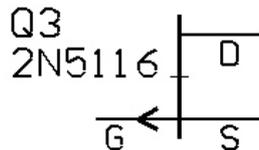


Abbildung 44 FET N-Kanal

Abbildung 45 FET P-Kanal

In Abbildung 44 und 45 sind zwei Schaltzeichen für Feldeffekt-Transistoren abgebildet. Abbildung 44 zeigt die N-Kanal Variante und Abbildung 45 die P-Kanal Variante.

Eigenschaften

Feldeffekt-Transistoren haben einen relativ hohen Gate-Eingangswiderstand, diese liegt bei einigen MΩ, es folgt daraus ein Stromfluss von einigen nano Ampere.

Feldeffekt-Transistoren können nur einige MHz verarbeiten, da sie eine parasitäre Kapazität im Gate haben.

MOS-FET:

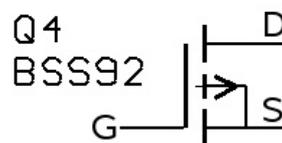


Abbildung 46 MOS-FET N-Kanal Selbstsperrend

Die Abbildung 46 zeigt das Schaltzeichen eines MOS-FET N-Kanal Transistors, die gestrichelte Linie zeigt an, dass dieser Selbstsperrend ist.

Eigenschaften

MOS-FET haben einen noch höheren Gate-Eingangswiderstand als FETs, dieser liegt bei einigen MΩ bis GΩ. Es folgt daraus ein Stromfluss von einigen piko Ampere. Der geringe Stromfluss ist aber nur im Fall bei statischer Beanspruchung, im anderen Fall tritt wieder eine parasitäre Kapazität im Gate auf, welches den dynamischen Strom wesentlich erhöht. Bevorzugt als Schalter zu verwenden.

Dual-Gate MOS-Feldeffekt-Transistor:

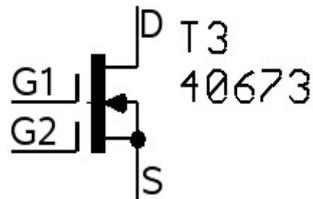


Abbildung 47 Dual-Gate MOS-FET

Das Schaltzeichen in Abbildung 47 zeigt einen N-Kanal Dual-Gate MOS-FET.

Eigenschaften

Dual-Gate MOS-FET's sind vom Aufbau und Funktion gleich mit normalen MOS-FET's, der Unterschied besteht nur darin dass dieser Typ zwei Gateanschlüsse hat die beide voneinander unabhängig benutzt werden können. Es ist also z.B. eine Modulation möglich.

Unijunction-Transistor:

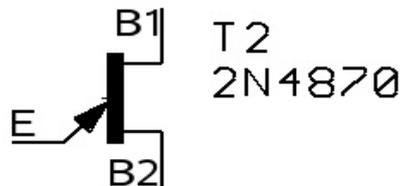


Abbildung 48 Unijunction-Transistor

Das in Abbildung 48 abgebildete Schaltzeichen gehört zu einem Unijunction-Transistor.

Eigenschaften

Der Unijunction-Transistor hat Ähnlichkeit mit einem Sperrschicht-Feldeffekt-Transistor, auf diesem Typ wird hier jedoch nicht weiter eingegangen. Dieser Typ findet häufig als Kippgenerator Verwendung.

IGBT:

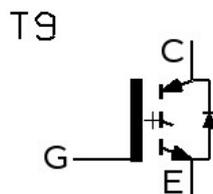


Abbildung 49 IGBT

Abbildung 49 zeigt das Schaltzeichen eines IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistor).

Eigenschaften

IGBT's sind aus einem Feldeffekt-Transistor und einem Bipolar-Transistoren aufgebaut. Der Steuereingang ist an dem Gate des Feldeffekt-Transistors und die Last wird wie bei einem normalen Bipolar-Transistor an Kollektor oder Emitter geschaltet. IGBT's können mit wenig Schaltleistung sehr hohe Ströme schalten, allerdings auch nur im NF-Bereich.

Vielschichtdioden:

Diac:



Abbildung 50 Diac

Das Schaltzeichen in Abbildung 50 stellt ein Diac dar.

Eigenschaften

Ein Diac hat die Eigenschaft, dass dieser erst bei einer bestimmten Spannung einen Strom fließen lässt, die Richtung ist dabei egal.

Thyristor:



Abbildung 51 Thyristoren

Das Schaltzeichen in Abbildung 51 gehört zu einem Thyristor.

Eigenschaften

Thyristoren haben die Eigenschaft, dass beim Anlegen einer bestimmten Gate-Spannung, die Diode (der Bereich von A(node) zu K(athode)) niederohmig wird. Der Strom muss in der Diode allerdings von A(node) zu K(athode) fließen, ansonsten sperrt die Diode auch bei sehr großer Gate-Spannung. Ist der Thyristor durch gesteuert, so sperrt er erst wieder, wenn kein Strom mehr in der Anoden- Kathoden-Bahn fließt oder die Gate-Spannung negativ ist.

Thyristoren werden im Leistungsbereich eingesetzt, als Schalter von Wechselspannung.

Triac:



Abbildung 52 Traic

Abbildung 52 stellt das Schaltzeichen eines Triacs da.

Eigenschaften

Triacs haben die Funktion wie ein Thyristor, sind intern allerdings aus zwei gegeneinander angeordnete Thyristoren aufgebaut und können daher beide Halbwellen verarbeiten.

ICs:

ICs sind komplette Schaltungen im Kleinformat, IC heißt auch Integrated Circuit (integrierter Schaltkreis). Also ist ein IC nichts anderes, als eine Schaltung, die man sonst auf eine Platine aufbauen würde.

Die einige der wichtigsten ICs sind hier aufgeführt, es gibt allerdings sehr viel mehr, die hier nicht alle erwähnt werden können.

Spannungsregler:

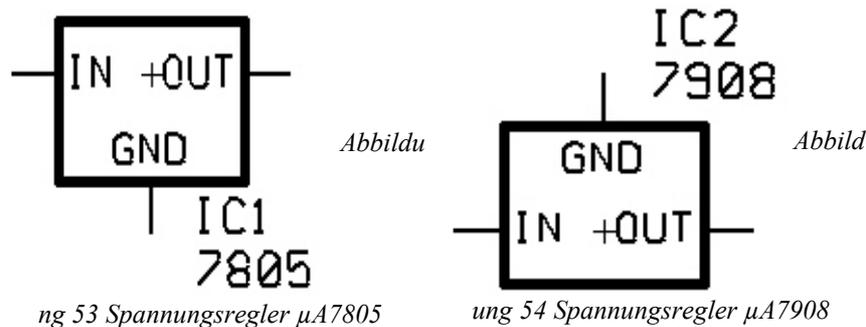


Abbildung 53 Spannungsregler μ A7805

Abbildung 54 Spannungsregler μ A7908

Abbildung 53 zeigt das Schaltzeichen für einen positiv Spannungsregler, einem μ A 7805, wobei 78 für Typ positiv Spannungsregler und 05 für 5 Volt Spannungsregler steht.

In der Abbildung 54 ist auch das Schaltzeichen eines Spannungsreglers abgebildet, dieser ist allerdings ein negativ Spannungsregler, an der 79 in der Bezeichnung zu erkennen und regelt 8 Volt.

Eigenschaften

Spannungsregler haben eine konstante Ausgangsspannung. Die Ausgangsspannung ist somit Last unabhängige (in Grenzen), diese wird für Digital- und Analogkreise benötigt.

Audio-Vorverstärker benötigen danach einen Tiefpass, da Spannungsregler eine hochfrequente Brumm-Spannung am Ausgang liefern, bedingt durch die Regelung. Diese Brumm-Spannung kann sich negativ auf die Ton-Qualität und die Endstufe auswirken

Operationsverstärker:

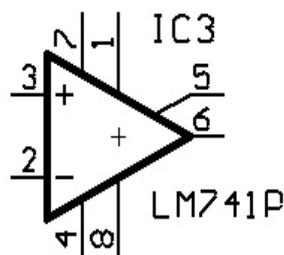


Abbildung 55 Operationsverstärker LM 741

Das Schaltzeichen in Abbildung 55 zeigt den Operationsverstärker (OP) LM741 (μ A741 ist der selbe, allerdings von einer anderen Firma). Es gibt eine Vielzahl von OP's, welche unterschiedliche Eigenschaften haben. Der OP LM741 ist zu einem Standard Niederfrequenz OP geworden und findet häufig Anwendung.

Pin 3 ist der nicht invertierende Eingang, Pin 2 der Invertierende und Pin 6 der Ausgang. An die Pins 7 (+UB) und 4 (-UB) wird die Betriebsspannung angeschlossen und die Pins 1 und 5 sind zum Nullabgleich (Offsetkompensation) bestimmt. Der Nullabgleich ist nicht bei allen Operationsverstärkern vorhanden.

Eigenschaften

Ein Operationsverstärker hat eine sehr hohe Verstärkung (ideale haben unendlich, reale schaffen 10000 und mehr), diese verstärken die Differenzspannung zwischen dem + und – Eingang.

Bsp.: Ist die Differenzspannung zwischen + und – Eingang 1 Volt und die Verstärkung ist 10.000, so läge am Ausgang eine Spannung von 10.000 Volt.

Ein Operationsverstärker hat eine Betriebsspannung von ungefähr ± 15 Volt (je nach Typ), die Ausgangsspannung kann also max. die Betriebsspannung annehmen.

Die Ausgangsspannung im Beispiel kann also max. die Betriebsspannung annehmen und keine 10.000 Volt.

Somit wäre eine Differenzspannung von max. 1,5 mV möglich, um nicht in die Grenze zu kommen. Dies ist auch nötig bei einem Verstärker. Wird der OP als Verstärker benutzt, so wird ein Rückkoppelwiderstand benutzt, um die Differenzspannung klein zu halten und somit nicht in die Begrenzung zu kommen

Die Polarität der Ausgangsspannung ist davon abhängig welcher Eingang das höhere Potential hat. Beispiele sehen Sie in Tabelle 1.

+ Eingang (in mV)	- Eingang (in mV)	Ausgangsspannung (in V)
1	0	10
-1	0	-10
0	1	-10
0	-1	10
1	0,5	5
1	-0,5	15
-1	-0,5	-5

Tabelle 1 Beispielswerte zum Verständnis eines OP's (Verstärkung 10.000)

Invertierender Verstärker

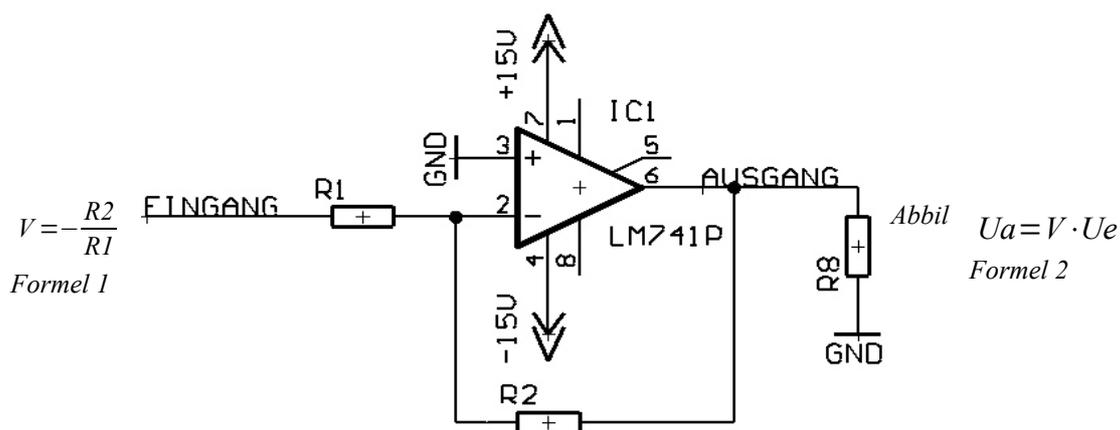


Abbildung 56 Operationsverstärker invertierender Verstärker

Abbildung 56 zeigt die Grundsaltung eines invertierenden Verstärkers, R2 ist der Rückkoppelwiderstand und R8 der Lastwiderstand. Die Verstärkung wird über das Verhältnis R2 zu R1 eingestellt. Die Formel zur Verstärkungsberechnung ist Formel 1 und zur Ausgangsspannung Formel 2.

Nicht invertierender Verstärker

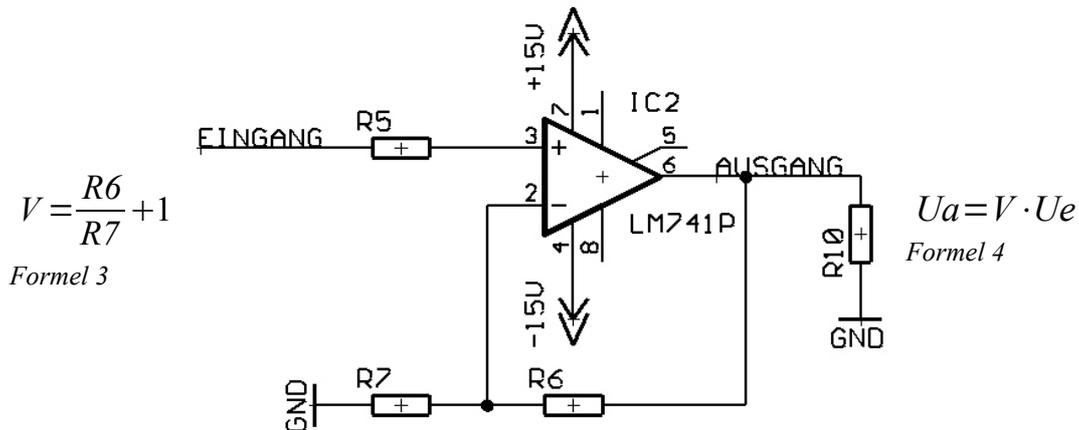


Abbildung 57 nicht invertierender Verstärker

Die Grundschaltung des nicht invertierende Verstärker, ist in Abbildung 57 dargestellt. Der Eingang ist in diesem Fall der + Eingang und der Ausgang liegt an R10 (dem Lastwiderstand). Die Verstärkung ist über R7 und R6 einzustellen.

Die Formel zur Verstärkungsberechnung ist Formel 3 und zur Ausgangsspannung Formel 4.

Komparator / Schmitt-Trigger

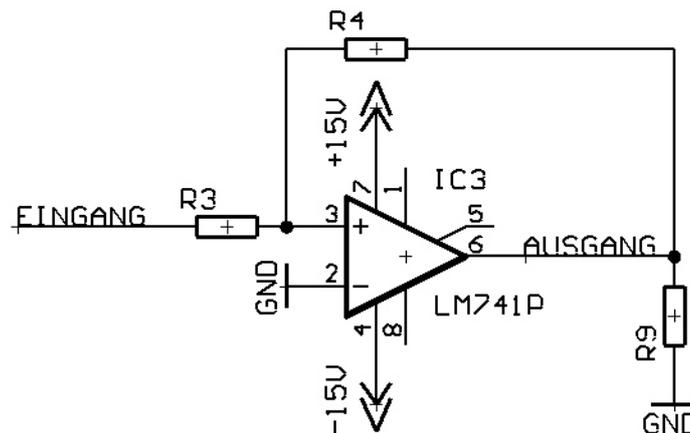


Abbildung 58 Schmitt-Trigger mit Hysterese

Abbildung 58 zeigt den Operationsverstärker als Schmitt-Trigger. Wird ein OP als Komparator oder Schmitt-Trigger benutzt, so wird der OP absichtlich übersteuert, d.h. in die Betriebsspannung gefahren. Der Schmitt-Trigger in Abbildung 58 hat eine Hysterese, diese kann mit dem Verhältnis R4 zu R3 eingestellt werden.

Es gibt eine Vielzahl weiterer Grundschaltungen wie Integrierschaltung (Hochpass) und Differenzierschaltung (Tiefpass),etc... diese finden Sie in Fachliteratur oder im Internet.

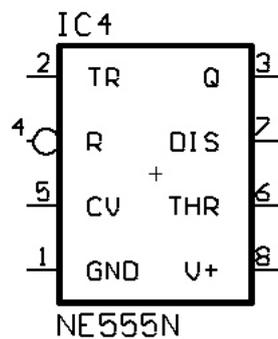
Timer IC's:

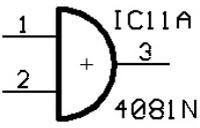
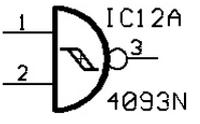
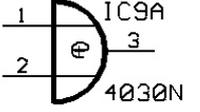
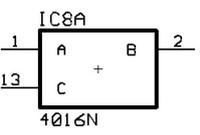
Abbildung 59 Timer IC - NE 555

Das bekannteste Timer-IC ist das NE 555 (auch andere Firmen haben dieses mit der Nr.555 im Programm), in Abbildung 59 zu sehen. Das Timer-IC 555 kann als Kurzzeittimer benutzt werden (Monoflop), aber auch als Rechteck-Generator (Stabile Multivibratoren), etc...

Das 556 hat die selben Funktionen, allerdings sind zwei 555 in einem Gehäuse untergebracht. Schaltungen dazu können Sie in der Fachliteratur oder im Internet finden.

Digital-IC's:

<i>Schaltzeichen</i>	<i>Name</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Funktionstabelle</i>		
	Buffer	Verstärkt ein Digitales Signal	Eingang (Pin 3)	Ausgang (Pin 2)	
			0	0	
			1	1	
	Invertierender Buffer	Verstärkt und invertiert ein Digitales Signal	Eingang (Pin 3)	Ausgang (Pin 2)	
			0	1	
			1	0	
	Oder (OR)	Verknüpft die Eingänge, mit einer Oder Verknüpfung.	Eingang (Pin 1)	Eingang (Pin 2)	Ausgang (Pin 3)
			0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	1
	NOR	Verknüpft die Eingänge mit einer Oder Verknüpfung und Invertiert diese anschließend.	Eingang (Pin 1)	Eingang (Pin 2)	Ausgang (Pin 3)
			0	0	1
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	0

<i>Schaltzeichen</i>	<i>Name</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Funktionstabelle</i>		
	Und (AND)	Verknüpft die Eingänge, mit einer Und Verknüpfung.	Eingang (Pin 1)	Eingang (Pin 2)	Ausgang (Pin 3)
			0	0	0
			0	1	0
			1	0	0
	NAND mit eingebautem Schmitt-Trigger	Verknüpft die Eingänge mit einer Und Verknüpfung und Invertiert diese anschließend. Das Zeichen für Schmitt-Trigger ist in der Mitte des Symbols.	Eingang (Pin 1)	Eingang (Pin 2)	Ausgang (Pin 3)
			0	0	1
			0	1	1
			1	0	1
	XOR	Verknüpft die Eingänge mit einer Exklusiv-Oder Verknüpfung und Invertiert diese anschließend.	Eingang (Pin 1)	Eingang (Pin 2)	Ausgang (Pin 3)
			0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
	Analog-Schalter	Dieses Bauteil schaltet die Strecke zwischen A und B hoch ohmig, wenn C eine 0 am Eingang hat und nieder ohmig, wenn C eine 1 am Eingang hat.	Eingang /Ausgang (Pin 1)	Eingang (Pin 13)	Eingang /Ausgang (Pin 2)
			X	0	nix
			X	1	X

Literatur Verzeichnis:

„Formeln Elektronik, Radio – und Fernsehtechnik, Nachrichtentechnik“, von Peter Zastrow, aus dem EPV Verlag.

„Vom Stromlaufplan zur gedruckten Platine“, von Werner Schüür, aus dem EPV Verlag.

„Elemente der angewandten Elektronik“ von Erwin Böhmer, aus dem Vieweg Verlag.

<http://bwir.de/>

<http://www.elektronik-kompodium.de/>

Dieses Dokument wird mit der Zeit erweitert, sollten Fehler vorhanden sein bitte an sn@stefpro.de mailen.