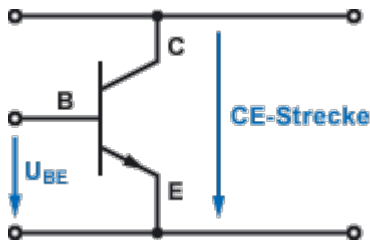


Transistor als Schalter (Prinzip)



Ein Transistor eignet sich zum kontaktlosen Schalten kleiner und mittlerer Leistungen. Dazu wird meist ein bipolarer Transistor vom Typ NPN verwendet, der in der Emitterschaltung betrieben wird. Grundsätzlich kann aber auch ein Feldeffekt-Transistor (FET) als Schalter verwendet werden. In der folgenden Betrachtung wird von einem bipolaren NPN-Transistor als Schalter ausgegangen.

- [Bipolarer Transistor \(../bau/0201291.htm\)](http://bau/0201291.htm)

Der Schaltvorgang erfolgt durch einen Steuerstromkreis. Geschaltet wird ein Laststromkreis. Dadurch lässt sich ein Gerät, ein Bauteil oder eine andere Schaltung ein- und ausschalten, die sich im Laststromkreis befindet.

Der eigentliche Schalter ist dabei die Kollektor-Emitter-Strecke (CE-Strecke) des bipolaren Transistors. Der Basisanschluss des Transistors ist der Steuereingang. Durch eine anliegende Spannung an der Basis und einen fließenden Strom in die Basis schaltet man den Transistor in einen niederohmigen oder hochohmigen Zustand, der wie ein offener oder geschlossener Schalter wirkt.

Um das Prinzip "Transistor als Schalter" oder "Schalttransistor" zu verstehen, muss man sich das Verhalten des Transistors genauer ansehen. Vereinfacht kann man sagen, dass ein sperrender Transistor einem geöffneten Schalter und ein leitender Transistor einem geschlossenen Schalter entspricht.

Vorsicht: Die Darstellung als "Schalter" ist sehr stark vereinfacht. Tatsächlich ist es so, dass der Transistor nie ganz sperrend oder ganz leitend ist. Besser ist der Vergleich der CE-Strecke mit einem Widerstand, der sehr hochohmig oder sehr niederohmig sein kann.



[\(/shop/buecher/elektronik-fibel\)](https://shop.buecher/elektronik-fibel)

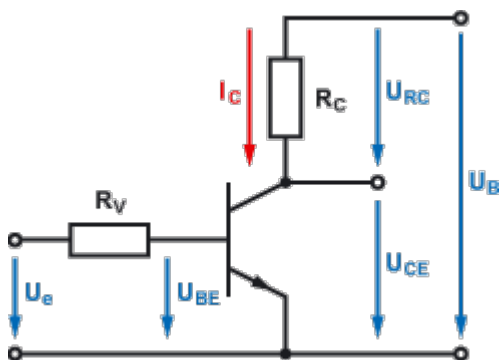
Elektronik-Fibel

Elektronik einfach und leicht verständlich

Die Elektronik-Fibel ist ein Buch über die Grundlagen der Elektronik, Bauelemente, Schaltungstechnik und Digitaltechnik.

Das will ich haben! [\(/shop/buecher/elektronik-fibel\)](https://shop.buecher/elektronik-fibel)

Spannungs- und Stromverteilung



Eingangsspannung U_e	0 V	12 V
Basis-Emitter-Spannung U_{BE}	~ 0 V	$\sim 0,7$ V
Kollektorstrom I_C	~ 0 mA	~ 50 mA
Widerstand zwischen Kollektor und Emitter R_{CE}	~ 100 M Ω	~ 4 Ω
Spannung zwischen Kollektor und Emitter U_{CE}	$\sim 11,4$ V	$\sim 0,1 - 0,6$ V
Spannung am Kollektor-Widerstand U_{RC}	$\sim 0,1$ V	$\sim 11,4$ V

Zustand des Transistor	sperrend	leitend
Prinzip: Schalter	geöffnet	geschlossen
Prinzip: Widerstand	hochohmig	niederohmig

Basis-Emitter-Spannung U_{BE}

Die Basis-Emitter-Spannung ist die Steuerspannung, die darüber entscheidet, ob der Transistor hochohmig oder niederohmig bzw. nicht leitend oder leitend ist. Um die CE-Strecke in den leitenden Zustand zu bringen, reicht schon eine Basis-Emitter-Spannung zwischen 0,6 und 0,7 Volt aus (Silizium-Transistor). Das bedeutet, dass die Steuerspannung viel kleiner sein darf als die zu schaltende Spannung.

In der Emitterschaltung sperrt der Transistor am Besten, wenn kein Basisstrom mehr fließt. Das ist dann der Fall, wenn die an Basis und Emitter anliegende Spannung 0 V ist. Trotzdem fließt immer ein sehr kleiner Kollektorstrom. Manchmal führt das dazu, dass eine LED im Laststromkreis ganz schwach leuchtet bzw. nicht ganz ausgeht.

Kollektorstrom I_C

Der Kollektorstrom ist der Strom im Laststromkreis, der durch das zu schaltende Bauteil und den Transistor fließt. Zu beachten ist, dass die Höhe des Kollektorstroms von der Stromverstärkung des Transistors und vom Basisstrom abhängig ist.

Außerdem muss der Kollektorstrom begrenzt werden, weil der Transistor überlastet werden und kaputt gehen kann.

Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE}

Der eigentliche Schalter ist die Kollektor-Emitter-Strecke (CE-Strecke) des Transistors, die von der Basis-Emitter-Spannung bzw. vom Basisstrom gesteuert wird.

Wird der Transistor leitend, dann wird er niederohmig. Wobei die Kollektor-Emitter-Spannung im Optimalfall 0 Volt wäre. In der Praxis hat die CE-Strecke auch im leitenden Zustand einen kleinen inneren Widerstand, an dem eine Spannung abfällt. Die liegt in der Regel zwischen 0,1 und 0,6 Volt.

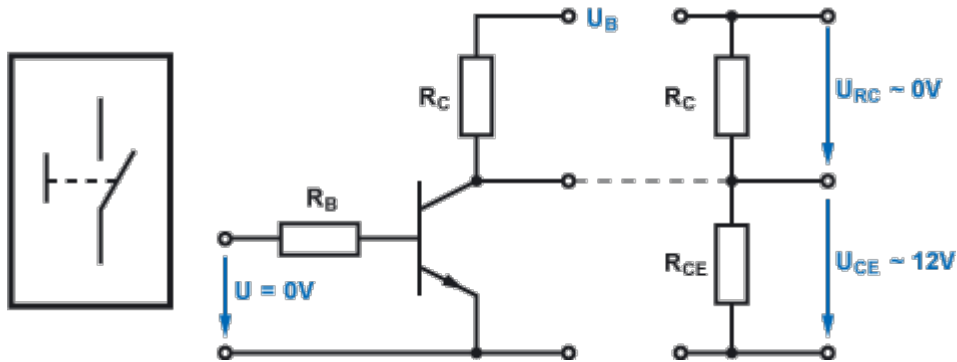
Wird der Transistor sperrend, dann wird er hochohmig. Wobei die Kollektor-Emitter-Spannung im Optimalfall die volle Betriebsspannung betragen würde. Allerdings ist der innere Widerstand der CE-Strecke im sperrenden Zustand nicht unendlich, sondern nur sehr hochohmig. Deshalb fließt in der Praxis durch die CE-Strecke im sperrenden Zustand immer noch ein kleiner Strom.

Prinzip: Transistor als Schalter

Um das Prinzip "Transistor als Schalter" oder "Schalttransistors" zu verstehen, muss man sich das Verhalten des Transistors genauer ansehen. Das Prinzip sieht so aus,

dass ein sperrender Transistor einem geöffneten Schalter und ein leitender Transistor einem geschlossenen Schalter entspricht. Das Schaltprinzip kann man jeweils mit Hilfe einer Ersatzschaltung, bestehend aus zwei Widerständen, verdeutlichen.

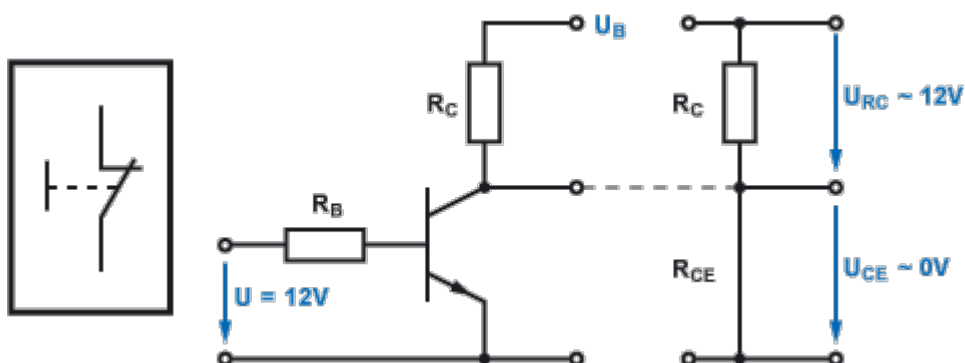
Sperrender oder hochohmiger Transistor - vergleichbar mit geöffnetem Schalter



Erhält der Transistor keine Basisspannung U_{BE} , kann kein Basisstrom fließen. Das bedeutet, dass kein Kollektor-Strom fließt. Die R_{CE} -Strecke ist hochohmig und die ganze Betriebsspannung U_B fällt am Transistor (CE-Strecke) als Spannung U_{CE} ab. Der Transistor sperrt aus Sicht des Stroms. Für die Wirkungsweise bedeutet das, der Schalter ist geöffnet.

Im sperrenden Zustand wirkt der Transistor wie ein hochohmiger Widerstand. Da der Widerstand R_C kleiner ist, als der Widerstand des sperrenden Transistors, fällt der größte Teil der Betriebsspannung am Transistor (CE-Strecke) ab.

Leitender oder niederohmiger Transistor - vergleichbar mit geschlossenem Schalter



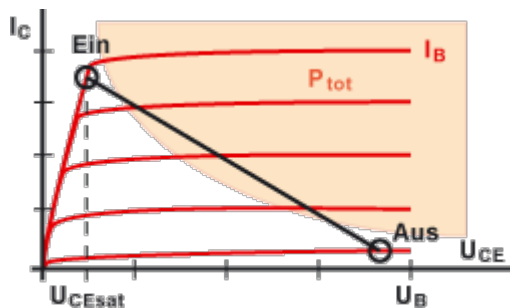
Erhält der Transistor eine positive Basisspannung U_{BE} , so fließt ein Basisstrom und ein Kollektorstrom. Die R_{CE} -Strecke ist niederohmig. Es fällt eine sehr geringe Spannung U_{CE} am Transistor ab.

Der Transistor leitet aus Sicht des Stroms. Für die Wirkungsweise bedeutet das, der Schalter ist geschlossen.

In leitendem Zustand wirkt der Transistor wie ein sehr niederohmiger Widerstand. Da

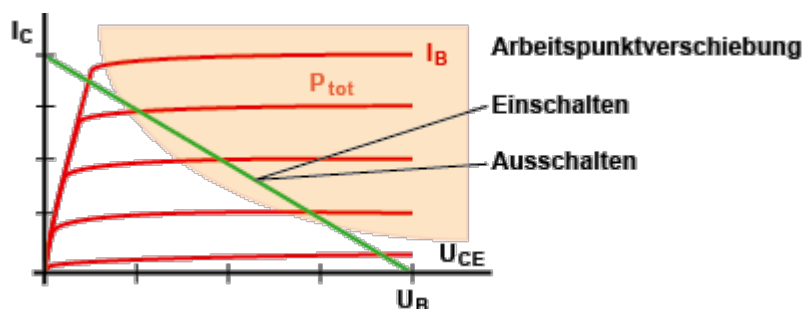
der Widerstand R_C in diesem Fall einen höheren Widerstand hat als der leitende Transistor, fällt der größte Teil der Betriebsspannung am Widerstand R_C ab.

Arbeitspunktverschiebung



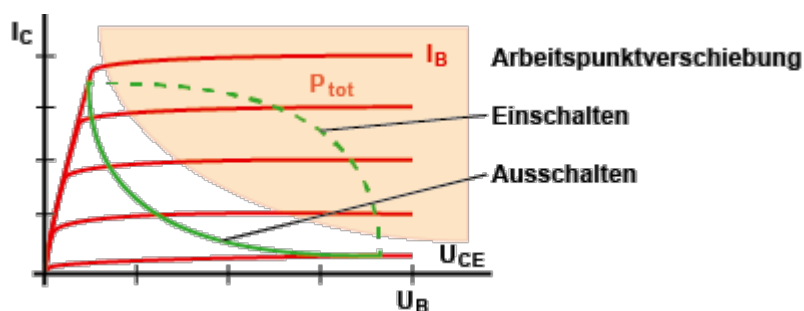
Beim Schalten des Transistors wechselt der Arbeitspunkt im Kennlinienfeld seinen Standort von "Ein" nach "Aus" bzw. umgekehrt. Dabei durchquert der Arbeitspunkt den verbotenen Bereich P_{tot} . In diesem Bereich ist die verbrauchte Leistung sehr groß, was den Transistor erhitzt. Braucht der Arbeitspunkt für diesen Weg zu lange, wird der Transistor zerstört.

Schalten ohmscher Last (z. B. Widerstand)



Das Schalten unter ohmscher Last (Widerstand) ist kein Problem, weil der Arbeitspunkt den Bereich P_{tot} nur kurz durchstreift.

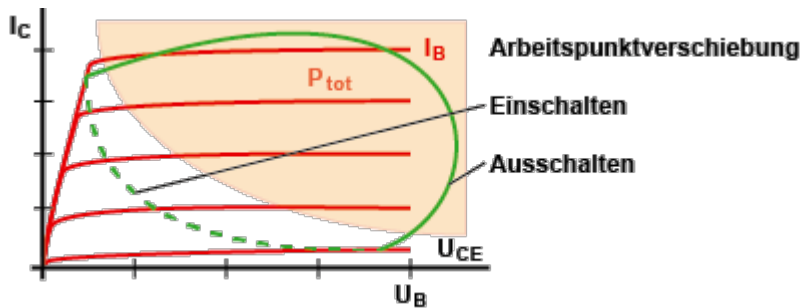
Schalten kapazitiver Last (z. B. Kondensator)



Befindet sich im Kollektor-Stromkreis ein Kondensator, dann wird unter kapazitiver Belastung geschaltet. So ergibt sich ein hoher Strom beim Einschalten, der den Transistor stark erhitzt. Wird dieser Strom nicht begrenzt, bewegt sich der Arbeitspunkt

durch den Bereich P_{tot} , wobei der Transistor zerstört wird.

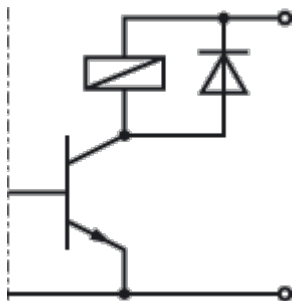
Schalten induktiver Last (z. B. Spule, Relais oder Motor)



Befindet sich im Kollektor-Stromkreis eine Induktivität dann entsteht beim Abschalten eine hohe Induktionsspannung.

Hintergrund: Im leitenden Zustand baut sich durch den Stromfluss in der Induktivität ein Magnetfeld auf, das beim Ausschalten schlagartig zusammenbricht. Die Spule versucht nun die abgeschaltete Spannung zu erhalten und erzeugt eine Induktionsspannung. Deshalb muss eine Diode als Spannungsbegrenzung parallel geschaltet werden. Diese Diode wird als Freilaufdiode bezeichnet. Es handelt sich dabei um eine ganz normale Silizium-Diode.

Wichtig: Freilaufdiode bei induktiven Lasten im Laststromkreis



Beim Schalten von Induktivitäten, wie Spulen, Relais und Elektromotoren, wird beim Abschaltvorgang eine Induktionsspannung erzeugt. Eine Spule erzeugt eine Überhöhung der abgeschalteten Spannung, was das zu schaltete Bauteil und den Transistor zerstören kann. Um das zu vermeiden wird eine Diode parallel zur Induktivität/Last geschaltet. Die Diode schließt die an der Induktivität auftretende Induktionsspannung kurz und begrenzt sie auf den Wert der Diodendurchflussspannung.

Die Diode wird in dieser Funktion als Freilaufdiode bezeichnet und fungiert als Schutzdiode für den Transistor und das induktive Bauteil.

Der Nachteil dieser Schaltung ist eine erhöhte Abfallverzögerung bei einem Relais. Gemeint ist, dass beim Abschalten das Relais oder der Motor verzögert abschalten.

Experimente mit Transistor als Schalter

Wir sehen uns an, wie Transistoren als Schalter genutzt werden können und führen spannende Experimente durch.

- [Transistor als Schalter mit Basis-Vorwiderstand \(messen_transistor_als_schalter.htm\)](#)

Anwendungen für Transistor als Schalter

Der Transistor als Schalter in der praktischen Anwendung mit dimensionierten Schaltungen.

- Transistor als Schalter an einem GPIO-Ausgang
- [Schneller Transistor als Schalter mit Diode \(../praxis/bausatz_transistor-schalter-schnell.htm\)](#)
- [Treiberschaltung \(1201131.htm\)](#)
- [Pegelwandler mit Transistoren \(../praxis/bausatz_pegelwandler-mit-transistoren.htm\)](#)
- [Bauteil-Tester \(../praxis/bausatz_bauteil-tester.htm\)](#)

Transistor als Schalter dimensionieren

Jeder Transistor als Schalter ist anders. Jede Schaltung muss für Ihren spezifischen Anwendungsfall dimensioniert sein.

Weitere verwandte Themen:

- [Übersteuerung und Sättigung \(Transistor\) \(../bau/1506161.htm\)](#)
- [Emitterschaltung \(0204302.htm\)](#)
- [Bipolarer Transistor \(../bau/0201291.htm\)](#)
- [Schalten und Steuern mit Transistoren I \(/public/schaerer/powsw1.htm\)](#) von Thomas Schaerer
- [Open-Collector \(1206121.htm\)](#)
- [Potentialfreier Kontakt \(1403031.htm\)](#)

Lernen mit Elektronik-Kompendium.de

Noch Fragen?

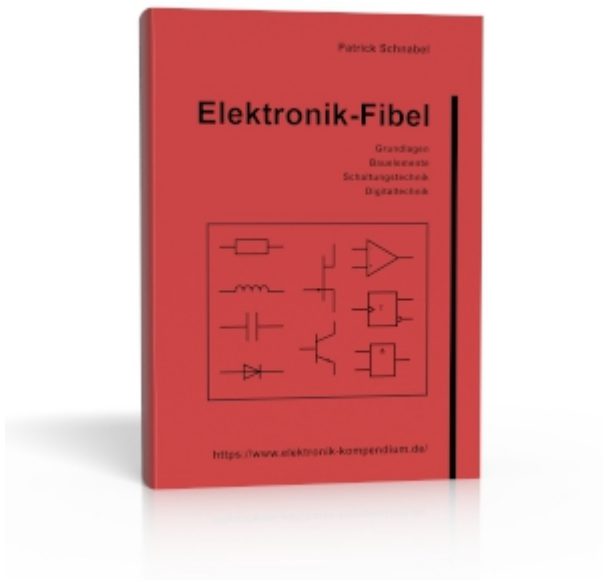
Los, frag mich was

Antwort

Bewertung und individuelles Feedback erhalten

Aufgaben zum Artikel beantworten, korrigieren lassen und zum Profi werden.

Los gehts



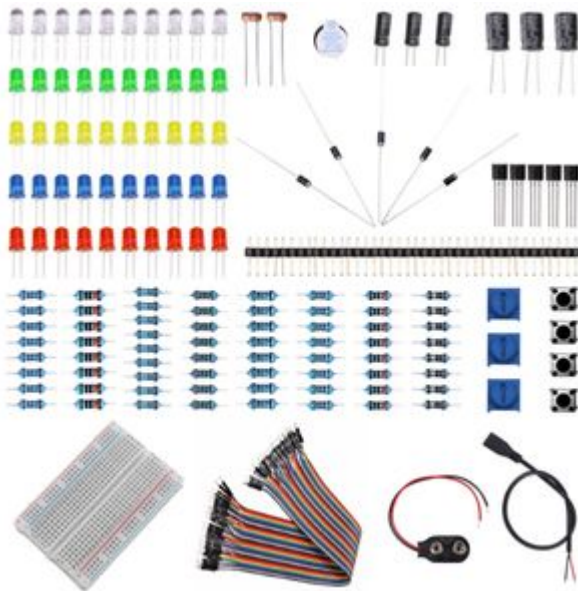
[\(/shop/buecher/elektronik-fibel\)]((/shop/buecher/elektronik-fibel))

Elektronik-Fibel

Elektronik einfach und leicht verständlich

Die Elektronik-Fibel ist ein Buch über die Grundlagen der Elektronik, Bauelemente, Schaltungstechnik und Digitaltechnik.

Das will ich haben! [\(/shop/buecher/elektronik-fibel\)]((/shop/buecher/elektronik-fibel))



[\(/shop/elektronik-set/starter-edition\)](/shop/elektronik-set/starter-edition)

Elektronik-Set Starter Edition

Elektronik erleben mit dem Elektronik-Set Starter Edition

Perfekt für Einsteiger und Wiedereinsteiger

[Elektronik-Set jetzt bestellen \(/shop/elektronik-set/starter-edition\)](/shop/elektronik-set/starter-edition)



[\(/shop/elektronik-set/robo-ter-varikabi\)](/shop/elektronik-set/robo-ter-varikabi)

Das Elektronik-Set der anderen Art: Der Roboter-Bausatz VARIOBOT varikabi

Der VARIOBOT varikabi ist ideal für einen spannenden Einstieg in die Elektronik. Er kommt ohne komplexe Steuerung und Programmierung aus.

[Roboter-Bausatz bestellen \(/shop/elektronik-set/roboter-varikabi\)](/shop/elektronik-set/roboter-varikabi)



[\(/shop/elektronik-set/basic-edition\)](/shop/elektronik-set/basic-edition)

Elektronik-Set Basic Edition

Umfangreiches Elektronik-Sortiment

Über 1.300 elektronische Bauteile: Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren und Leuchtdioden.

[Elektronik-Set jetzt bestellen \(/shop/elektronik-set/basic-edition\)](/shop/elektronik-set/basic-edition)

Folge uns



[\(/shop/elektronik-set/basic-edition\)](https://www.facebook.com/ElektronikKompendium)



[\(/shop/elektronik-set/basic-edition\)](https://www.instagram.com/elektronikkompendium/)



[\(/shop/elektronik-set/basic-edition\)](https://www.twitter.com/dasELKO)



[\(/news/feed/\)](/news/feed/)



[\(/service/newsletter/index.htm\)](/service/newsletter/index.htm)

Elektronik erleben

Elektronik-Set "Starter Edition"



(/shop/elektronik-set/starter-edition)



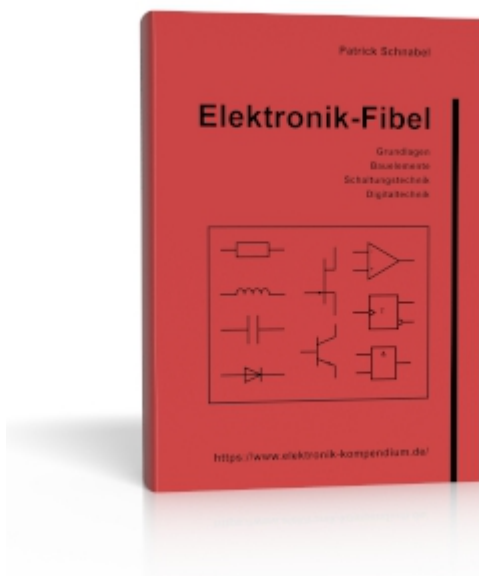
+

Steckbrett mit 400 Kontakten
Verbindungskabel zum Stecken
Batterie-Clip für 9-V-Block
Micro-USB-Adapter für USB-Netzteil

Elektronik-Set jetzt bestellen! (/shop/elektronik-set/starter-edition)

Das Buch zu dieser Webseite

Elektronik-Fibel



(/shop/buecher/elektronik-fibel)

Kundenmeinung:

"Die Elektronik-Fibel ist einfach nur genial. Einfach und verständlich, nach so einem Buch habe ich schon lange gesucht. Es ist einfach alles drin was man so als Azubi



braucht. Danke für dieses schöne Werk."

Elektronik-Fibel jetzt bestellen! (</shop/buecher/elektronik-fibel>)

Das Buch zu dieser Webseite

Operationsverstärker und Instrumentationsverstärker



([/shop/buecher/operationsverstaerker-und-](/shop/buecher/operationsverstaerker-und-instrumentationsverstaerker)

instrumentationsverstaerker)

Kundenmeinung:



"Mein Lob gilt der übersichtlichen und schönen Darstellung und der guten didaktischen Aufbereitung. Selten werden Schaltungen so gut erklärt, dass es auch noch Spaß macht sich damit zu beschäftigen."

Jetzt bestellen! (</shop/buecher/operationsverstaerker-und-instrumentationsverstaerker>)

Das Buch zu dieser Webseite

Timer 555



(/shop/buecher/timer-555)

Kundenmeinung:



"Hätte ich das Timer-Buch schon früher gehabt, dann hätte ich mir die Rumfrickelei am NE555 sparen können."

Das Timer-Buch jetzt bestellen! (/shop/buecher/timer-555)

Elektronik-Kompodium.de

Impressum (/service/impressum.htm)

Datenschutz (/service/datenschutz.htm)