

Der Bipolare Transistor

Begriffserklärung

Der Name kommt aus dem Englischen **transfer resistor** und bedeutet soviel wie veränderbarer Widerstand. Der Transistor im Allgemeinen ist ein Bauteil zu Schalten und Verstärken von elektrischen Signalen ohne dabei mechanische Bewegungen auszuführen. Er gehört zu den aktiven Bauelementen.

Es gibt zwei grundsätzliche Technologien der Bipolaren Transistoren, auch Sperrschichttransistor genannt, und die Unipolaren Transistoren wie den Feldeffekttransistor (FET).

Aufbau Bipolarer Transistoren

Bipolare Transistoren bestehen aus Schichten von N- und P-dotiertem Halbleitermaterial. Die N-Schichten sind reich an freien Ladungsträgern und die P-Schichten haben zu wenige davon.

Je nach Reihenfolge der Schichten entsteht ein NPN oder PNP Transistor.

NPN Transistoren nutzt man für positive Spannungen, PNP Transistoren für negative.

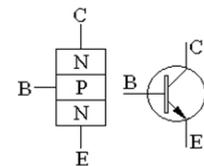
Jeder Transistor hat drei Anschlüsse, die von oben nach unten Kollektor, Basis und Emmitter heißen.

Funktionsprinzip Bipolarer Transistoren

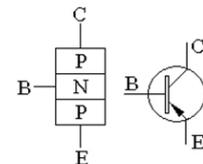
Ohne Spannung stehen die Elektronen im Transistor still und es geschieht nichts. Legt man eine Spannung an die Kollektor-Emmitter-Strecke, so richten sich die Elektronen zum Pluspol hin aus, ohne an der mittleren P-Schicht vorbeizukommen.

Legt man nun eine geringe Spannung von etwa 0,7V zwischen Basis und Emmitter an, so entstehen kleine Tunneln von Elektronen in der P-Schicht, durch die die Elektronen von Emmitter zum Kollektor passieren können. Dabei rekombiniert jedes hundertste Elektron mit den Atomen in der P-Schicht und fließt über die Basis ab.

So entsteht das Prinzip, dass ein geringer Basisstrom einen großen Kollektorstrom verursacht.



NPN Transistor



PNP Transistor

Dieses physikalische Prinzip kann man auch rechnerisch nachvollziehen mit folgenden Formeln:

Für Gleichspannung (DC)

$$I_E = I_C + I_B$$

$$P_{tot} = (I_C * U_{CE}) + (I_B * U_{BE})$$

I_C = Kollektorstrom

I_B = Basisstrom

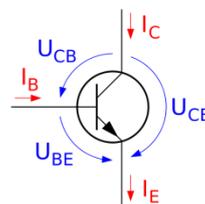
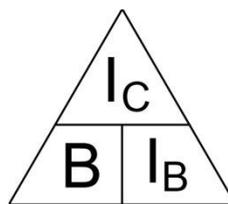
I_E = Emmitterstrom

U_{CB} = Kollektor – Emmitter – Spannung

U_{BE} = Basis – Emmitter – Spannung

P_{tot} = maximale Verlustleistung

B = Verstärkungsfaktor



Für Wechselspannung (AC)

ΔI_C = Kollektorstromänderung

ΔI_B = Basisstromänderung

ΔI_E = Emmitterstromänderung

V_I = Wechselstromverstärkung

V_U = Wechselspannungsverstärkung

V_P = Leistungsverstärkung für AC

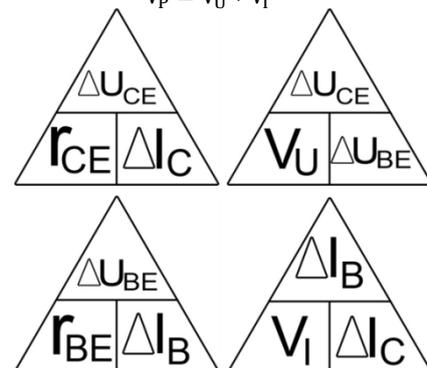
ΔU_{CE} = CE – Spannungsänderung

ΔU_{BE} = BE – Spannungsänderung

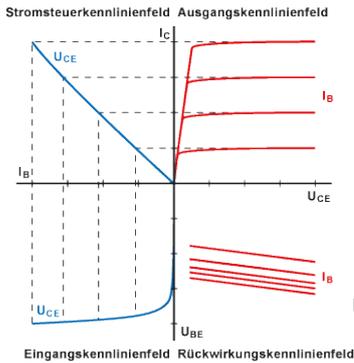
r_{BE} = Wechselstromwiderstand Eingang

r_{CE} = Wechselstromwiderstand Ausgang

$$V_P = V_U * V_I$$



Das Vierquadrantenkennlinienfeld



Die oben genannten Verhältnisse kann man auch grafisch erfassen wie es in jedem Datenblatt für Transistoren auch geschieht. Diese grafische Erfassung nennt man Vierquadrantenkennlinienfeld es dient zur Arbeitspunktbestimmung von Transistoren. Der Arbeitspunkt ist der Punkt in diesem Feld in dem der Transistor in Abhängigkeit der verschiedenen Werte arbeitet. Man ermittelt ihn indem man von einem bekannten oder erwünschten Punkt eine gerade Linie zum benachbarten Quadranten zieht, dort kann man dann die unbekanntenen Werte ablesen.

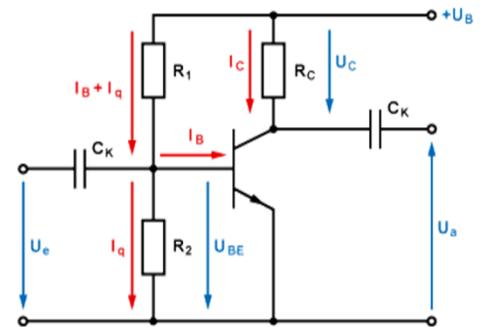
Der Arbeitspunkt lässt sich auch berechnen was früher oder später auch erforderlich wird mit folgenden Formeln. Die Formeln sind für alle Schaltungen gleich nur mit dem Unterschied das es je nach Schaltungstyp einen Kollektorwiderstand oder einen Emittterwiderstand gibt.

$$R_C = \frac{U_B - U_{CE} - U_{RE}}{I_C}, I_B = \frac{I_C}{B}, R_1 = \frac{U_B - U_{BE}}{I_q + I_B}, R_2 = \frac{U_{BE} - U_{RE}}{I_q}, I_q = 5 * I_B$$

B = Verstärkungsfaktor, I_q = Querstrom, $B(DC) = \beta(AC)$, $R_E = R_{Last}$

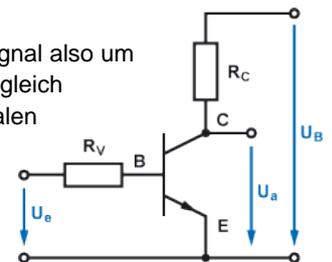
Die Grundschaltungen

Transistoren dienen als Schalter und Verstärker. Es gibt drei Verstärkergrundschaltungen die sich nach dem Kontakt benennen an welchen die Eingangs und Ausgangsspannung ein gemeinsames Potential haben. Die drei Grundschaltungen heißen demnach Emittter-, Kollektor und Basisschaltung.



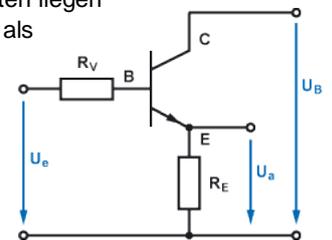
Die Emittter-schaltung

Die Besonderheit der Emittter-schaltung ist das ihr Ausgangssignal invertiert ist zum Eingangssignal also um 180 grad verdreht (**nicht verschoben**) und das ihre Strom und Spannungsverstärkung nahezu gleich groß sind. Die Emittter-schaltung wird überwiegend zum Verstärken von Niederfrequenten Signalen genutzt.



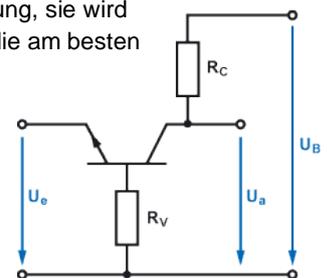
Die Kollektorschaltung

Die Kollektorschaltung ist die am meisten genutzte Transistorgrundschaltung, ihre Besonderheiten liegen darin das sie die Spannung so gut wie gar nicht verstärkt sondern nur den Strom, sie wird auch als Emittterfolger oder Impedanzwandler bezeichnet. Anwendung findet die Kollektorschaltung häufig in NF-Vorverstärkern und in der Darlington-Schaltung.



Die Basisschaltung

Die Basisschaltung hat eine hohe Spannungsverstärkung und eine sehr geringe Stromverstärkung, sie wird von den drei Grundschaltungen am wenigsten oft eingesetzt. Allerdings ist die Basisschaltung die am besten geeignete Schaltung für HF-Anwendungen daher wird sie Logischerweise meist in HF-Verstärkerschaltungen verbaut.



Quellen

Bilder

www.elektronik-kompodium.de

Infos

Mitstudenten

<http://de.wikipedia.org/>

www.elektronik-kompodium.de

Buch: Fachkunde Elektrotechnik Europa Lehrmittel