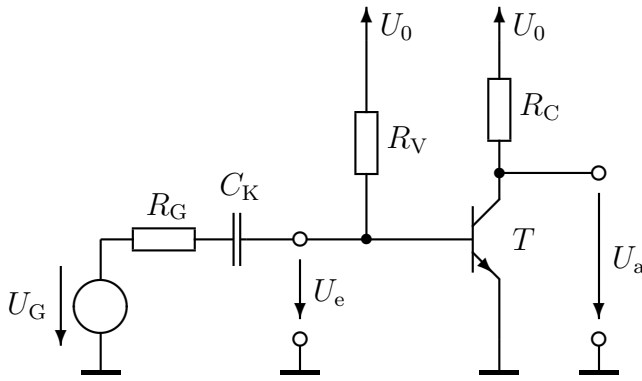


BEISPIEL 2.1: Emitterschaltung mit Basisstromsteuerung



Versorgungsspannung:	$U_0 = 5 \text{ V}$
Generator-Innenwiderstand:	$R_G = 50 \text{ } \Omega$
Koppelkondensator:	$C_K \rightarrow \infty$
Flussspannung:	$U_f = 0,6 \text{ V}$
Temperaturspannung:	$U_T = 25 \text{ mV}$
Stromverstärkung:	$B = 100$
Restspannung:	$U_{CEsat} = 0,1 \text{ V}$
Ausgangs-Ruhspeisung:	$U_{a0} = 3 \text{ V}$
Kollektor-Ruhestrom:	$I_{C0} = 10 \text{ mA}$

Dies ist die klassische Spannungsverstärker-Grundschialtung mit kapazitiver Einkopplung des Signals. Der Generator liefert ein zeitabhängiges Signal, das über den Kondensator C_K in den Verstärker eingekoppelt wird. Bei genügend großem Kondensator ($C_K \rightarrow \infty$) bzw. genügend hoher Frequenz kann die Impedanz des Kondensators vernachlässigt werden, und das Signal wird ungehindert übertragen. Hingegen ist der Verstärker gleichspannungsmäßig vom Generator getrennt, sodass der Arbeitspunkt des Transistors unabhängig vom Generator eingestellt werden kann.

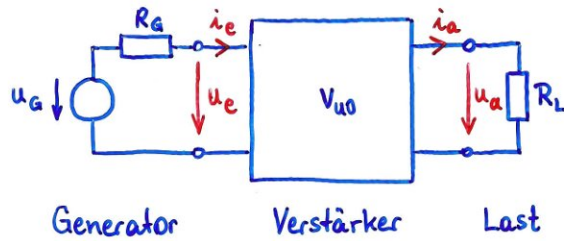
Die Schaltung liefert hohe Spannungsverstärkung, hat aber ansonsten einige Probleme...

- Dimensionieren Sie die Widerstände R_V und R_C so, dass sich der Kollektor-Ruhestrom I_{C0} und die Ausgangs-Ruhspeisung U_{a0} einstellen.
- Berechnen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $v_u = u_a/u_e$ des Verstärkers.
- Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_e .
- Berechnen Sie den Ausgangswiderstand r_a .
- Das Generatorsignal $u_G(t) = \hat{u}_G \sin \omega t$ sei sinusförmig. Berechnen Sie die maximale Amplitude \hat{u}_a der Ausgangsspeisung, sodass es zu keinen groben Verzerrungen des Ausgangssignals kommt.
Hinweis: Unter „grobem“ Verzerrungen verstehen wir hier Verzerrungen, die zustande kommen, wenn der Transistor den aktiven Betriebszustand verlässt.
- Nennen Sie 2 Nachteile dieser Schaltung.

KLEINSIGNAL - VERSTÄRKERSCHALTUNGEN

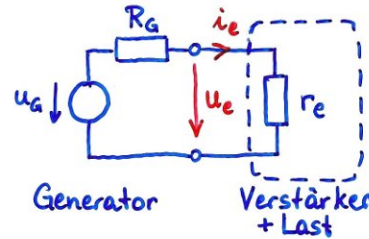
Da Verstärker-Bauelemente meist nichtlinear sind, werden oft nur die Änderungen verwendet: $U_e = U_{e0} + u_e$, $U_a = U_{a0} + u_a$

Typische Beschaltung (Kleinsignalersatzschaltung):



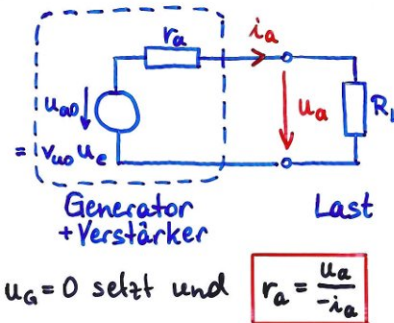
Die Leerlauf-Spannungsverstärkung $V_{u0} = \frac{u_a}{u_e} |_{i_a=0}$ ist eine Eigenschaft des Verstärkers. Die tatsächlich auftretende Spannungsverstärkung $V_u = \frac{u_a}{u_e}$ hängt auch von der Last ab, nicht jedoch vom Generator.

Der Eingangswiderstand r_e beschreibt, welche Belastung Verstärker + Last für den Generator darstellt. Da Verstärker und Last keine Signalquellen enthalten, ist Kleinsignal-Ersatzschaltung ein Widerstand r_e .



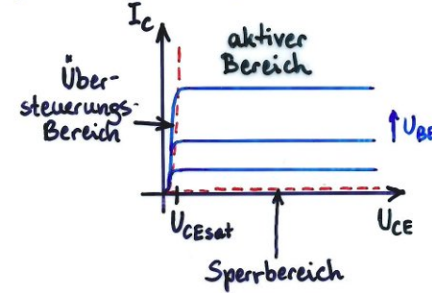
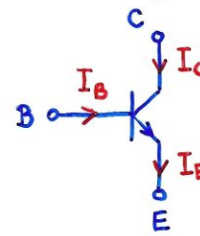
Man erhält r_e , indem man in der ursprünglichen Schaltung den Generator weglässt, allgemeines i_e annimmt und $r_e = \frac{u_e}{i_e}$ bestimmt.

Der Ausgangswiderstand r_a beschreibt, wie sich u_a bei Anschließen einer Last verhält. Da u_g die einzige unabhängige Signalquelle ist, erhält man r_a , indem man in der ursprünglichen Schaltung die Last weglässt, allgemeines i_a annimmt, $u_g = 0$ setzt und $r_a = \frac{u_a}{-i_a}$ bestimmt.

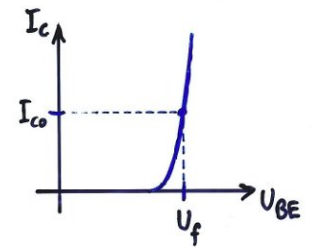


BIPOLARTRANSISTOR - ARBEITSPUNKT

Zum Verständnis von Transistor-Verstärkerschaltungen ist es unbedingt nötig, zunächst Effekte 2. Ordnung zu vernachlässigen! !



Ausgangskennlinienfeld



Steuerkennlinie im aktiven Bereich

Betriebsfälle für $U_{CE} > 0$:

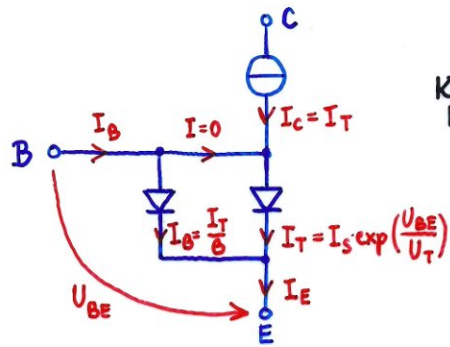
Aktiver Betrieb:	$I_C > 0$	$U_{CE} > U_{CEsat}$	$U_{BE} = U_f$	$I_B = I_C / \beta$
Übersteuerung:	$I_C > 0$	$U_{CE} = U_{CEsat}$	$U_{BE} = U_f$	$I_B > I_C / \beta$
Sperrbetrieb:	$I_C = 0$		$U_{BE} < U_f$	$I_B = 0$

In Verstärkerschaltungen wird nur der aktive Betrieb genutzt.

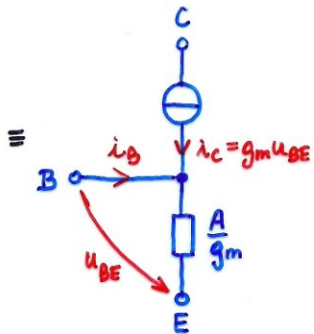
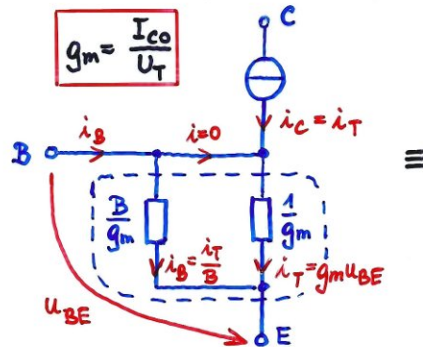
Regeln für die Analyse des Arbeitspunkts:

- 1.) Mit fester Flussspannung $U_{BE} = U_f (\approx 0,6V)$ rechnen.
- 2.) Überprüfen, ob $I_B = I_C / \beta$ vernachlässigbar ist, und wenn möglich vernachlässigen.
- 3.) Mit $I_E = I_C$ rechnen.
- 4.) U_{CE} ergibt sich zumeist erst am Ende der Analyse, da der Transistor bezüglich Kollektor eine Stromquelle ist.
- 5.) Folgende Methoden in dieser Reihenfolge versuchen:
 - a) Einführung von Knotenpotentialen + Ohmsches Gesetz
 - b) Knotenregel
 - c) nur im äußersten Notfall: Maschenregel

BIPOLARTRANSISTOR-KLEINSIGNALMODELL

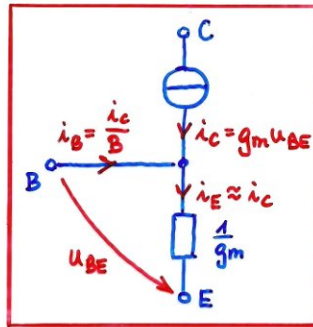


Kleinsignal-Modell
 \Rightarrow



$$\frac{A}{g_m} = \frac{B}{g_m} \parallel \frac{1}{g_m} \Rightarrow \frac{1}{A} = 1 + \frac{1}{B}$$

Da $A \approx 1$, ist es übersichtlicher, das Modell rechts zu verwenden, wobei man $i_B = \frac{i_C}{B}$ gleich anschreibt und weiß, dass die



Knotenregel $i_B + i_C = i_E$ nicht exakt erfüllt ist. Für praktisch alle Anwendungen ist dieser Fehler irrelevant ($i_E \approx i_C$).

Funktion als spannungsgesteuerte Stromquelle: $i_C = g_m U_{BE}$