

## Viergradienten Darstellung (Zusammenhänge)

Maximale Leistung an Transistor:

$$P_{tot\ max} = U \cdot I$$

Im Transistor umgesetzte Leistung

$$P = U_{CE} \cdot I_C + U_{BE} \cdot I_B \leq P_{tot\ max}$$

(Ausgangsleistung + Eingangsleistung muss kleiner/gleich der Maximalen Leistung sein)

Da die Ausgangsleistung viel größer ist als die Eingangsleistung, wird die Bedingung vereinfacht:

$$U_{CE} \cdot I_C \leq P_{tot\ max}$$

## Transistor als Verstärker

### 1. Versuch:

- Eingangssignal an Basis anlegen (zwischen Basis und Emitter)
- Ausgangssignal an Kollektor abgreifen
- $R_C$  ist notwendig, damit da sonst der Kollektor immer auf dem Potenzial  $U_B$  wäre

Problem:

- Wenn  $U_{BE} = U_E < 0,6V$ , dann fließt Basisstrom  $I_B$   
→ Es fließt Kollektorstrom  $I_C = \beta \cdot I_B$
- wenn  $U_{BE} < 0,6V$ , dann fließt (fast) kein Basisstrom  $I_B$ , weil die Basis-Emitter-Diode sperrt  
→ Empfangssignal wird unterhalb von  $0,6V$  abgeschnitten

Lösung:

Es wird eine Gleichspannung der Eingangswechselfspannung überlagert. Dadurch wird ein fester Arbeitspunkt A im steileren Teil der Eingangskennlinie eingestellt.

- Der Kollektorstrom  $I_C$  wird durch das überlagerte Signal gesteuert. Auch ohne Eingangssignal  $U_e$  fließt ein Kollektorstrom  $I_C$ .

Funktion des Kollektorwiderstandes  $R_C$ :

Es gilt:

$$U_a = U_e$$

$$U_{RC} = I_C \cdot R_C$$

$$U_{RC} + U_a - U_B = 0 \Rightarrow U_a = U_{RC} + U_B = U_{RC} + U_{CE}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$U_B = I_C \cdot R_C + U_{CE} \Rightarrow U_B = \beta \cdot I_B \cdot R_C + U_{CE} \Leftrightarrow U_{CE} = U_B - \beta \cdot I_B \cdot R_C$$

- Wenn  $I_B$  ansteigt, dann wird  $U_{CE} = U_a$  kleiner
- Wenn  $I_B$  absinkt, dann wird  $U_{CE} = U_a$  größer

**!!!Ausgangs und Eingangssignal sind um 180° gegeneinander phasenverschoben!!!**

Die (Wechsel-)spannungs Verstärkung

$$V_u = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_e} \quad \text{Bsp.: } \frac{1,2V}{20mV} = 60$$

→ Auf der Arbeitsgeraden des Transistors liegen alle Arbeitspunkte. Bei anderer Lage der Geraden verändert sich u.a. die Verstärkung ( $V_u$ ).

Wahl der Ruhelage (d.h. des Arbeitspunktes bei  $U_e = 0V$ )

- Der Kollektor-Ruhestrom wird durch einen Basis-Ruhestrom bzw. durch eine Basis-Emitter Gleichspannung eingestellt.
- Der Kollektor-Ruhestrom erzeugt einen Spannungsabfall an  $R_C$  ( $\rightarrow U_{RC}$ ) und jener erzeugt ein Kollektor-Ruhepotenzial ( $U_{CE}$ )

Es gilt:

$$U_B = U_{RC} + U_{CE} \quad \text{mit} \quad U_{RC} = I_C \cdot R_C$$

$$\Rightarrow U_{CE} = U_B - I_C \cdot R_C$$

Das Ausgangssignal der Emitter-Schaltung kann maximal die Größe der Versorgungsspannung annehmen ( $U_B$ ),  $U_{CE} = U_B \rightarrow$  nur wenn  $I_B = 0$  ( $U_{CE} = U_B - \beta \cdot I_B \cdot R_C$ ) (In diesem Fall ist der Transistor gesperrt) und minimal die Kollektor-Emitterspannung ( $U_{CESAT}$ ) (In diesem Fall ist der Transistor voll durch gesteuert). Es können nur Arbeitspunkte angenommen werden, die auf der Arbeitsgeraden zwischen diesen beiden Extremen liegen.

Wiederholung Arbeitsgerade:

erster Punkt (maximaler Strom, Transistor kurzgeschlossen):

$$I_{CP1} = \frac{U_B}{R_C}, U_{CE1} = 0V$$

zweiter Punkt (Strom  $I_C = 0$ , Leerlaufspannung ohne Transistor):

$$I_{CP2} = 0A, U_{CE2} = U_B$$

Wahl des Arbeitspunktes in der Ruhelage, sodass eine maximale Amplitude des Ausgangssignals möglich ist.

$$U_{CEA} = \frac{U_B - U_{CESAT}}{2} + U_{CESAT} = \frac{U_B + U_{CESAT}}{2}$$

→ typische Werte für  $U_{CESAT}$  : 0,4V-1V

$$\rightarrow U_{CESAT} \text{ wird meist vernachlässigt} \rightarrow U_{CEA} = \frac{U_B}{2}$$

→ Ausnutzung des gesamten verfügbaren Spannungsbereichs (→ auf Aufgabenstellung achten!!)

→ Ruhepunkt maximal (Grenze) auf der Leistungshyperbel

### Koppelkondensatoren

- dienen zur Ein- und Auskopplung der Eingangswechselspannung bzw. Ausgangswechselspannung.
- $R_i$  muss gesetzt sein, da sonst an  $U_e$  ein Kurzschluss entsteht

$R_i$  repräsentiert den Innenwiderstand der Spannungsquelle ( $U_{BEA}$ ). Ohne  $R_i$  würde an der Basis keine Wechselspannung anliegen. Die Gleichspannungsquelle ist für die Wechselspannung als Kurzschluss zu sehen.

### Einstellung der Ruhestrome

- $I_B$  legt  $I_C$  fest und damit den Arbeitspunkt auf der Widerstandsgeraden im Ausgangskennlinienfeld. Es gilt:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

1. Möglichkeit zur Einstellung von  $I_B$ : durch Basisspannungsteiler

Prinzip:

- $I_B$  wird durch  $U_{BE}$  eingestellt
- $U_{BE}$  wird durch Spannungsteiler  $R_1, R_2$  eingestellt