

# Protokoll Praktikum EBau Bipolartransistor

Johann BECKER

Valentin EDER

Marc OSTNER

19. Juni 2025

Date Performed:

30. Mai 2025

Instructor:

Prof. Dr. Alexandru Negut

## A Einführung

### A.1 Gegenstand des Versuchs

In diesem Versuch sollen Eigenschaften und Anwendungen des Bipolartransistors BD137-16 untersucht werden.

### A.2 Notwendige Vorbereitungen

#### A.2.1 Versuchsablauf

Die dynamische Messung der Transistorkennlinien erfolgt ähnlich zu der Messung von Diodenkennlinien.

#### A.2.2 Datenblatt

Der BD137-16 ist ein NPN Silizium Transistor. Der 16Anhang steht für die dynamische Stromverstärkung  $\beta_{III}$ , in diesem Fall 100~250.

### A.3 Fragen zum Verstärker

Hier nicht ausgeführte Fragen finden sich im Anhang.

**a) Welche Aufgabe hat der Kondensator  $C_k$  und wie herum muss ein gepolter Elektrolytkondensator an dieser Stelle eingebaut werden?**

Der Koppelkondensator  $C_k$  trennt den Gleichspannungsanteil vom Signal und lässt nur das Wechsellspannungssignal durch. Hierdurch kann ein Transistor Arbeitspunkt unabhängig von der Signalquelle  $U_{sig}$  eingestellt werden. Als resultat bleibt der Großsignal Arbeitspunkt bestehen, während die Kleinsignaländerungen von  $U_{sig}$  weiterhin bestehen bleiben.

Ein gepolter Elektrolytkondensator muss so eingebaut werden, dass die positive Seite an die höhere Gleichspannung angeschlossen wird.

e) Auf welchen Wert sollte der ausgangsseitige Arbeitspunkt  $U_{CE}$  eines Verstärkers in Emitterschaltung sinnvollerweise eingestellt werden?

Der Arbeitspunkt sollte in der SSafe Operation Area eingestellt werden, um die Verstärkung möglichst wenig zu Verzerren. Also sollte  $U_{CE}$  überhalb des Sättigungsbereichs liegen, aber unter der maximalen ableitbaren Leistung. Um eine maximale Verstärkungsamplitude zu gewährleisten, sollte  $U_{CE AP}$  im Mittel dieser beiden Spannungen  $U_{CE \text{ Sättigung}}$  und  $U_{CE PMax}$  liegen.

## B Versuchsdurchführung

### B.1 Kennlinien

#### B.1.1 Ausgangskennlinienfeld

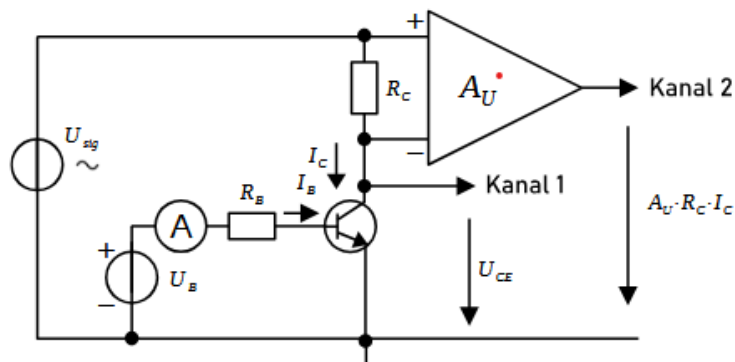


Abbildung 1: Messschaltung zur Aufnahme des Ausgangskennlinienfeldes des BD137-16.

Das Ausgangskennlinienfeld wird jeweils in Schritten von  $\Delta I_B = 100 \mu A$  aufgenommen.

#### B.1.2 Eingangskennlinie

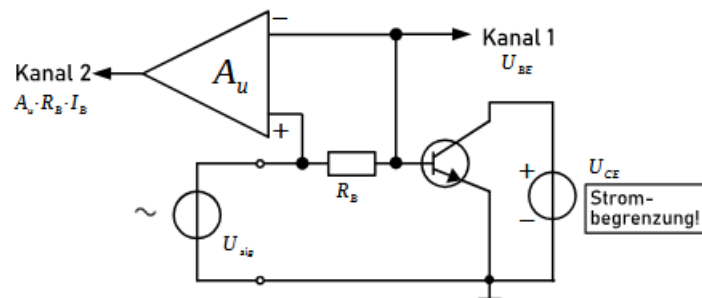


Abbildung 2: Messschaltung zur Aufnahme der Eingangskennlinie des BD137-16.

Für diese Messung ist wichtig, die Spannungsquelle direkt am Kollektor und Emitter anzulegen, um die Spannung so konstant wie möglich zu halten. Um eine Zerstörung des Transistors bei fehlerhaften Versuchsdurchführung zu verhindern, muss die Strombegrenzung der Spannungsquelle auf 250 mA eingestellt werden. Der Basisstrom wird über den Spannungsabfall an  $R_B$  bestimmt.

### B.1.3 Temperaturverhalten

### B.1.4 Übertragungskennlinie

## B.2 Betrieb als Verstärker

### B.2.1 Einführung

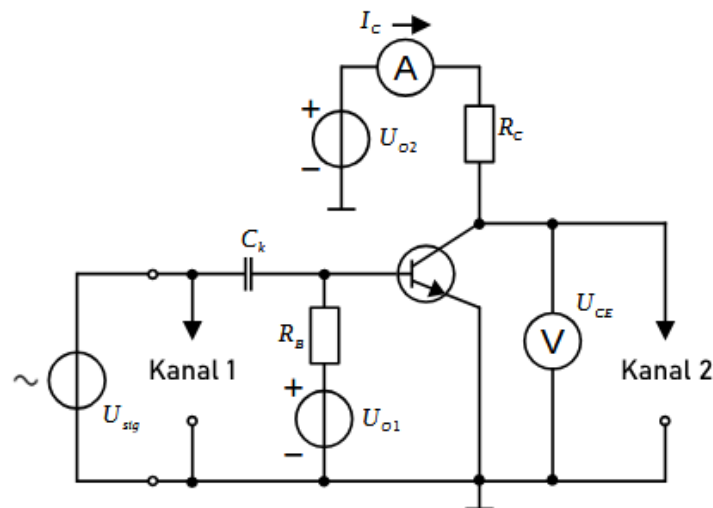


Abbildung 3: Emitterschaltung zur Spannungsverstärkung.

### B.2.2 Spannungsverstärkung

Der Arbeitspunkt für die Spannungsverstärkung wird durch die Schaltung in Abbildung 3 dargestellt.

$I_C$	2mA	5mA	10mA	15mA	20mA
$U_{Eingang}$	1	1	1	1	1
$U_{Ausgang}$	1	1	1	1	1

Tabelle 1: Aus und Eingangsamplituden bei Verschiedenen Kollektorströmen-

### B.2.3 Bandbreite

Die untere Grenzfrequenz  $f_{gu}$  und die obere Grenzfrequenz  $f_{go}$  bestimmen die Bandbreite des Verstärkers. Die Bandbreite  $B$  ergibt sich zu:

$$B = f_{go} - f_{gu}$$

Dabei ist  $f_{gu}$  die Frequenz, bei der die Verstärkung auf  $\frac{1}{\sqrt{2}} \triangleq -3 \text{ dB}$  ihres Maximalwertes im unteren Frequenzbereich abfällt, und  $f_{go}$  entsprechend im oberen Frequenzbereich.

## C Formelzeichen

Symbol	Bedeutung
$C_s$	Sperrschichtkapazität
$I_c$	Fluß- oder Vorwärtstrom
$I_a$	Sperrstrom- oder Rückwärtstrom
$I_s$	Sperrsättigungsstrom
$M$	Stufenfaktor (grading coefficient)
$m$	Emissionskoeffizient
$N_a$	Akzeptordichte
$N_0$	Donatordichte
$R_a$	Bahnwiderstand
$t_0$	Injektionszeit
$t_1$	Anstiegszeit (Risetime)
$t_1$	Sperrverzögerungszeit (Reverse Recovery Time)
$t_s$	Speicherzeit
$U_0$	Diffusionsspannung
$U_c$	Fluß- oder Vorwärtsspannung
$U_s$	Sperr- oder Rückwärtsspannung
$U_{s_{5mk}}$	Durchbruchspannung an der Z-Diode bei $I_2 = 5 \text{ mA}$

## Vorbereitung:

→ Datenblatt siehe Ende

Wichtigste Kenngrößen:

$$U_{CE, \max} = 60V$$

$$U_{CE, \max} = 60V$$

$$I_{C, \max} = 1,5A$$

$$I_{B, \max} = 0,5A$$

$$T_{j, \max} = 150^{\circ}C$$

$$P_C (T_A 25^{\circ}) = 1,25W$$

$$U_{CE, \text{sat}} \Rightarrow \text{bei } I_C = 500mA \quad I_B = 50mA \Rightarrow 0,5V$$

$\mu_{FE2}$  ( $D_C$ -Current Gain)

$$\text{bei } U_{CE} = 2V \quad I_C = 0,5A \Rightarrow 25$$

-16: Spezifiziertes Bauteil mit anderem Leistungsbezug und anderer Toleranz.  
(Besondere Stromverstärkungsklasse)

## A 2.3

a) Die Gleichspannungselektrode ist  $U_{CE}$  am den AP einzustellen. Im Gleichstromfall beeinflusst die Quelle  $U_{O1}$  nicht die Signalgeneratorquelle.

b)  $U_{O1}$  :  $U_{CE}$  Arbeitsspannung

$U_{O2}$  :  $I_C$  Ruhestrom

$$c) U_{CE} + I_C \cdot R_C$$

$$R_C = 1k\Omega$$

$$U_{CE} = 5V$$

$I_C$	2mA	5mA	10mA	15mA	20mA
$U_{O2}$	7V	10V	15V	20V	25V

d) Koppelkondensator mit  $R_{G2}$  gibt Hochpass  
Transistor mit inneren Kapazitäten gibt Tiefpass }  $\Rightarrow$  Bandpass

untere Grenzfrequenz :  $C_K$

obere Grenzfrequenz : Transistor ( $C_{BE}$ ,  $C_{BC}$ )