

3/4 (2. Halbttag) | Transistor und Transistorverstärker

Angelo Brade^{*1} and Jonas Wortmann^{†1}

¹Rheinische Friedrich–Wilhelms–Universität Bonn

September 6, 2024

^{*}s72abrad@uni-bonn.de

[†]s02jwort@uni-bonn.de

Contents

1	Introduction	1
2	Theory	1
3	Preliminary Tasks	2
3.1	G	2
3.2	H	2
3.3	I	2
3.4	J	2
3.5	K	2
3.6	L	2
3.7	M	2
3.8	N	2
4	Analysis	3

1 Introduction

In this experiment, the bipolar transistor is used, but here as an emitter sequence for voltage amplification and as an impedance converter (buffer). Also, the negative feedback of alternating current and the behavior of different frequencies will be observed via a cascode circuit.

2 Theory

The whole theory of different kinds of transistors is still needed.

An emitter follower is an electronic component, with which a current can be amplified (factor γ), without any change in voltage (factor v).

$$v = \frac{dU_E}{dU_B} \approx 1 \quad \gamma = \frac{dI_E}{dI_B} \approx 100. \quad (2.1)$$

This is why sometimes an emitter follower is called an impedance changer.

The negative feedback factor k denotes, which fraction of the output voltage is

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{v_0} + k. \quad (2.2)$$

Die Verstärkung mit Gegenkopplung v ist hier zwar kleiner als die Leerlaufverstärkung v_0 , allerdings hängt diese nur noch von der äußeren Beschaltungen und nicht mehr von v_0 , also dem Transistor, ab. Diese Verstärkung kann man beschreiben wie

$$\frac{dv}{v} = \frac{dv_0}{v_0} \frac{v}{v_0}. \quad (2.3)$$

Die Bandbreite einer Verstärkerschaltung ist der Frequenzbereich, innerhalb dessen die Verstärkung konstant ist. Für die Erhöhung der Bandbreite wird eine Kaskodenschaltung verwendet. Um solch eine Vergrößerung zu erzielen wird die wechsellspannungsmäßige Rückkopplung des Kollektors auf die Basis verringert, indem ein großer Spannungshub durch die Verwendung eines zweiten Transistors vermieden wird. Existiert nun ein Eingangssignal, so ist die daraus resultierende Spannungsänderung im Spannungshub viel geringer als die Änderung der Ausgangsspannung. Dadurch ist die Bandbreite einer solchen Kaskodenschaltung größer.

Arbeitspunktstabilisierung kann mit Hilfe von

Gegenkopplung erzielt werden. Eine Möglichkeit dafür ist die Spannungsgegenkopplung.

Hier stellt der Widerstand R das Basispotential und damit den Arbeitspunkt ein und er koppelt die Spannung am Kollektor zurück zur Basis. Durch diese Gegenkopplung verkleinert sich der Basisstrom bei konstanter Eingangsspannung.

3 Preliminary Tasks

3.1 G

$\mathbb{Z} v = \frac{\gamma R_E}{r_{BE} + \gamma R_E}$ mit $\gamma = \frac{dI_E}{dI_B}$ und $r_{BE} = \frac{dU_{BE}}{dI_B}$.

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{dU_E}{dU_B} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{dI_E R_E}{dU_{BE} + dU_E} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{\frac{dI_E R_E}{dI_B}}{\frac{dU_{BE}}{dI_B} + \frac{dU_E}{dI_B}} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{\gamma R_E}{r_{BE} + \gamma R_E}.
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

3.2 H

Es gilt

$$\begin{aligned}
 \frac{r_{\text{out}}}{r_{\text{in}}} &= \frac{\frac{dU_E}{dI_E}}{\frac{dU_B}{dI_B}} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{dU_E}{dI_E} \frac{dI_B}{dU_B} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{dU_E}{dU_B} \frac{dI_B}{dI_E} \\
 \Leftrightarrow &\approx 1 \cdot \frac{1}{\gamma}.
 \end{aligned}$$

3.3 I

Es ist

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{dU_C}{dU_B} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{dI_C R_C}{dU_{BE} + dU_E} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{\frac{dI_C R_C}{dI_B}}{\frac{dU_{BE}}{dI_B} + \frac{dU_E}{dI_B}} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{\beta R_C}{r_{BE} + \gamma R_E}.
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

3.4 J

Es gilt

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{v} &= \frac{1 + kv_0}{v_0} \\
 \Leftrightarrow v &= \frac{v_0}{1 + kv_0} \\
 \Leftrightarrow \frac{dv}{dv_0} &= \frac{1}{(1 + kv_0)^2} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{v}{v_0} \frac{1}{1 + kv_0} \\
 \Leftrightarrow \frac{dv}{v} &= \frac{dv_0}{v_0} \frac{1}{1 + kv_0} \\
 \Leftrightarrow &= \frac{dv_0}{v_0} \frac{v}{v_0}.
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

3.5 K

Der parallel geschaltete Kondensator mit Kapazität C_{CB} bildet mit dem Transistor einen Hochpass. Wird also eine hochfrequente Wechselspannung angeschlossen, so läuft wenig Strom durch den Transistor, was dazu führt, dass die Verstärkung von hochfrequenten Signalen nicht erreicht wird.

3.6 L

(3.3) Am Punkt P findet sich keine Spannungsänderung, da die Eingangsspannung U_B des Transistors T2 konstant ist. Somit hat die Stromänderung $dI_E(T_2)$, bestimmt durch die Spannungsänderung am Transistor, keine Wirkung.

3.7 M

(3.4) Es ist bei Transistfrequenz unter Gegenkopplung $f_{\text{grenz gk } v} (f = 0) = f_{\text{grenz } v_0}$. Daraus folgt $f_{\text{grenz gk}} = f_{\text{grenz } v} \frac{v_0}{v(f=0)}$.

3.8 N

Erhöht sich der Basisstrom I_B , so erhöht sich auch die Kollektorspannung U_C und die Spannung über den Widerstand U_{R_C} . Hier soll aber U_0 konstant sein, also sinkt die Spannung über den Widerstand R ab, was dazu führt, dass der Arbeitspunkt des Transistors stabil bleibt.

4 Analysis

List of Figures

List of Tables

Source

- [1] Fabian Hügging. *Elektronik-Praktikum Versuchsanleitung*. Universität Bonn, kurs b edition, 2024.