

8. Mai 2024

SIMON salchner, Philipp Dona

3ahel/Gruppe 4

BETREUER: ERICH WALTER

ABGEGEBEN AM 19.6.2024

Zweistufiger Transitorverstärker

3. PROJEKT

**Inhalt**

[**1.** **Aufgabenstellung** 3](#_Toc169644892)

[**1.1 Überblick**](#_Toc169644893)

[**1.2 Elektrische Vorgaben**](#_Toc169644894)

[**1.3 Sonstige Vorgaben**](#_Toc169644895)

[**2. Schaltung und Schaltungsbeschreibung** 4](#_Toc169644896)

[**2.1 Schaltungsbeschreibung**](#_Toc169644897)

[**2.2 Blockschaltbild**](#_Toc169644898)

[**2.3 Gesamt-Schaltplan** 5](#_Toc169644899)

[**2.4 Simulations-Schaltung** 6](#_Toc169644900)

[**3. Berechnungen** 7](#_Toc169644901)

[**3.1 Emitter-Grundschaltung**](#_Toc169644902)

[**3.2 Kollektor-Grundschaltung** 11](#_Toc169644903)

[**3.3 Verstärkung** 12](#_Toc169644904)

[**4. Simulation** 13](#_Toc169644905)

[**4.1 Emitter-Grundschaltung**](#_Toc169644906)

[**4.2 Kollektor-Grundschaltung** 14](#_Toc169644907)

[**4.3 Verstärkung**](#_Toc169644908)

[**5. Fertigungsunterlagen** 16](#_Toc169644909)

[**6. Stückliste** 20](#_Toc169644910)

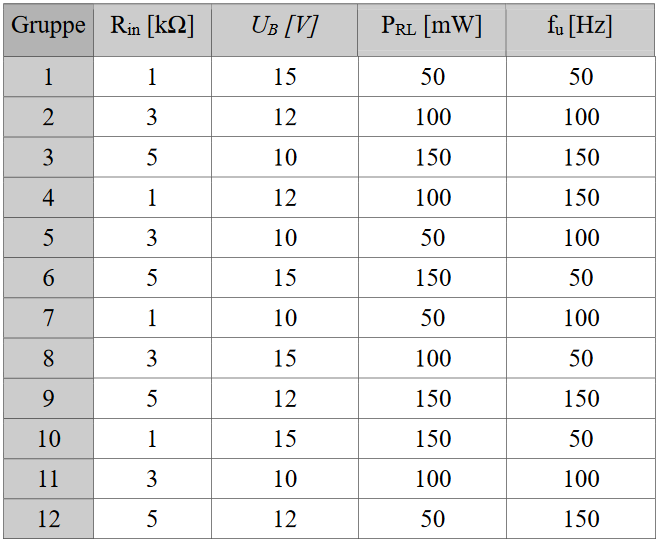
[**7. Datenblätter** 21](#_Toc169644911)

# **Aufgabenstellung**

## **Überblick**

Das Ziel dieses Projekts besteht darin, einen zweistufigen Transistorverstärker zu entwerfen. Dieser besteht aus einer spannungsverstärkenden Emitter-Grundschaltung als Stufe 1, und einer stromverstärkenden Kollektor-Grundschaltung als Stufe 2.

## **1.2 Elektrische Vorgaben**



Die Schaltung wird mit 12 Volt betrieben. Wie in der Zeile 4 dargestellt, muss ein Rin von 1kΩ verwendet werden. Die Leistung am Ausgang PRL soll 100 mW groß sein und die Frequenz fu soll 150 Hz betragen. Ebenfalls war die Vorgabe, die Vu möglichst verzerrungsfrei zu maximieren. Alle weiteren Parameter konnten selbst festgelegt werden und mussten im Berechnungsteil dokumentiert werden.

## **1.3 Sonstige Vorgaben**

Beim Erstellen und Aufbau der Schaltung dürfen ausschließlich Bauteile verwendet werden, die im HTL-Bauteilkit enthalten sind.

# **2. Schaltung und Schaltungsbeschreibung**

## **2.1 Schaltungsbeschreibung**

Diese Schaltung ist ein zweistufiger Transistorverstärker bestehend aus einer Emitter-Grundschaltung gefolgt von einer Kollektorschaltung. Sie besteht aus zwei NPN-Transistoren (BC547A) mit jeweils einem Spannungsteiler (R1/R2 und R3/R4) zur Basisvorspannung. Die Koppel-Kondensatoren C1 und C2 blockieren Gleichstromanteile, während der Bypass-Kondensator Ce die Wechselstromverstärkung erhöht. Jeder Transistor hat einen Kollektorwiderstand (Rc und RL) und einen Emitterwiderstand (Re). Das Eingangssignal (IN) wird verstärkt und am Ausgang (OUT) ausgegeben. Die Schaltung wird mit einer Versorgungsspannung (VCC) betrieben und ist über GND verbunden.

## **2.2 Blockschaltbild**

Der erste Block stellt die Spannungsversorgung dar. Das Eingangssignal kommt zuerst in die Spannungsverstärker-Stufe (Emitter-Grundschaltung) und anschließend in die Stromverstärker-Stufe (Kollektorschaltung).

Ein Bild, das Schrift, Reihe, Diagramm, weiß enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

## **2.3 Gesamt-Schaltplan**



## **2.4 Simulations-Schaltung**



# **3. Berechnungen**

## **3.1 Emitter-Grundschaltung**



Vorgaben:

*Rin = 1kΩ Ua = UB/2 (Symmetrischer Arbeitspunkt)*

Spannungen:

*UB = 12V*

*UBE = 0,7V*

*URc = 6V*

*URe = 0,1 \* UB = 1,2V*

*UCE = UB – URc – URe = 12V – 6V – 1,2V = 4,8V*

*UR2 = URe + Ube = 1,2V + 0,7V = 1,9V*

*UR1 = UB = UR2 = 12V – 1,9V = 10,1V*

Formel für den Eingangswiderstand in Abhängigkeit vom Strom Ic aufstellen. Ic wird berechnet und anschließend die Widerstände.

Ein Bild, das Schrift, Kalligrafie, Typografie, Design enthält.

Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Reihe, Diagramm, Schrift enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Gewählt:

Widerstandsberechnung:

Überprüfen:

Kondensatoren:

Ein Bild, das Schrift, Screenshot, Text, Grafiken enthält.

Automatisch generierte Beschreibung  
Ein Bild, das Schrift, Screenshot, Grafiken, Typografie enthält.

Automatisch generierte Beschreibung            
Ein Bild, das Screenshot, Schrift, Grafiken enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Ein Bild, das Schrift, Screenshot, Grafiken, Typografie enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Diese Kondensatoren werden verwendet, um die Gleichspannungsanteile herauszufiltern.

Gewählte Widerstände (E12-Reihe):

Rc = 1,2 kΩ

Re = 270 Ω

R2 = 8,2 kΩ

R1 = 47 kΩ

Arbeitspunkt:

## **3.2 Kollektor-Grundschaltung**



Vorgaben:

Gewählte Widerstände (E12-Reihe):

R3 = 8,2kΩ

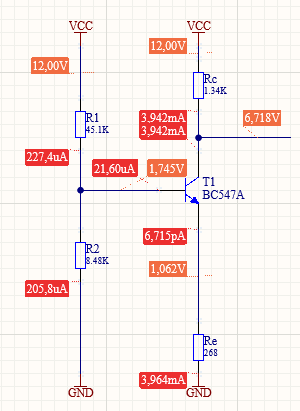
R4 = 27kΩ

RL = 180Ω + 180Ω

## **3.3 Verstärkung**

# **4. Simulation**

## **4.1 Emitter-Grundschaltung**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bezeichnung | Sollwert | Istwert | Abweichung |
| Ua | 6,625V | 6,718 | 1,4% |
| Ic | 4,479mA | 3,942mA | 12% |
| IB | 22,395uA | 21,6uA | 3,5% |
| B | 200 | 182,5 | 8,8% |

**Diskussion:** Geringe Abweichung bei der Spannung, bei den Strömen liegt ein größerer Unterschied vor, weil der Transistor in Altiums Simulationsprogramm ein wenig anders ist als der aus dem Bauteilset, daher stimmen die Simulationswerte nicht genau mit den Datenblattwerten überein.

## **4.2 Kollektor-Grundschaltung**

Ein Bild, das Text, Screenshot, Diagramm, Reihe enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bezeichnung | Sollwert | Istwert | Abweichung |
| Ua | 6V | 7,644V | 21,5% |
| Ic | 16,67mA | 21,1mA | 21% |
| IB | 83,35uA | 133,4uA | 37,5% |
| B | 200 | 158 | 21% |

**Diskussion:** Hier wirkt sich neben dem Ic auch der Ib direkt auf die Ausgangsspannung aus, weshalb die Werte von Ua stark abweichen. Dies liegt auch daran, dass die Spannungsverstärkung von Kollektorgrundschaltungen sehr klein ist.

## **4.3 Verstärkung**

Ein Bild, das Reihe, Diagramm enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**Diskussion:** Die Abweichung zur berechneten Verstärkung entsteht aufgrund der bereits beschriebenen Abweichung der Ströme.



Grenzfrequenzen: 1kHz und 14,9MHz

# **5. Fertigungsunterlagen**

Serviceplan

Bestückung

Verdrahtung

Bohrung

# **6. Stückliste**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Designator** | **Bezeichnung** | **Wert** | **Stückzahl** | **Händlerlink** | **Artikel-**  **nummer** |
|  | IC | | | | | |
| 1 | IC1 | LM324 | - | 1 | Bauteilbox | - |
|  | Kondensatoren | | | | | |
| 2 | C1 | Kondensator | 10 nF/  50V | 1 | Bauteilbox | - |
|  | Widerstände | | | | | |
| 3 | 2xR1, R2, 2xR3 | Kohleschichtwiderstand | 1 kΩ/ ¼ W | 5 | Bauteilbox | - |
| 4 | R\_PWM1,2 | Kohleschichtwiderstand | 3,3 kΩ/ ¼ W | 2 | Bauteilbox | - |
| 5 | R\_PWM2 | Kohleschichtwiderstand | 3,9 kΩ/  ¼ W | 1 | Bauteilbox | - |
| 6 | Rver+, Rver- | Kohleschichtwiderstand | 10 kΩ/  ¼ W | 2 | Bauteilbox | - |
|  | Potentiometer | | | | | |
| 7 | P1 | Potentiometer | 10 kΩ/  0,25 W | 1 | Bauteilbox | - |
|  | Buchsen | | | | | |
| 8 | +9V | Header 2 | - | 1 | Bauteilbox | - |
|  | Br, Bd, Bp | BNC | - | 3 | - | - |

# **7. Datenblätter**