

Operationsverstärker mit diskreten Bauelementen

Studiengang: _____	Datum: _____
Set: _____ Platz: _____	
Teilnehmer: _____	

Zielstellung

- Untersuchung einer mehrstufigen Schaltung
- Ermittlung von Pegel- und Signalverläufen
- Ermittlung von Grundeigenschaften eines Operationsverstärkers

1. Begriffe und Formelzeichen

Emitterschaltung, Differenzverstärker, Gleichstromkopplung, Differenzeingangsspannung U_D , Gleichakteingangsspannung U_{g1} , Differenzverstärkung A_D , Gleichtaktverstärkung A_{G1} , invertierender Eingang, nichtinvertierender Eingang, Amplitudenfrequenzgang, Phasenfrequenzgang, Grenzfrequenz f_g , Transitfrequenz f_T

2. Versuchsvorbereitung

- 2.1. Wiederholen Sie den Vorlesungsabschnitt "Differenzverstärker". Machen Sie sich mit den in Punkt 1. genannten Begriffen und Formelzeichen vertraut.
- 2.2. Gegeben ist die Schaltung nach Bild 1. Welche Spannungen gegen Masse liegen an den drei Elektroden des Si-Transistors ($B=200$) an? Wie groß ist U_{CB} ?
An welches negative Potential muß der Emitterwiderstand R_E gelegt werden, damit die Spannung an der Basis 0 V beträgt?
Welche Spannungswerte stellen sich am Transistor ein, wenn dessen Emitterstrom durch eine ideale Stromquelle auf $I_K=1$ mA konstant gehalten wird und die Basis an -1 V gelegt wird (für diesen Fall entfällt der Emitterwiderstand und der Masseanschluß)?

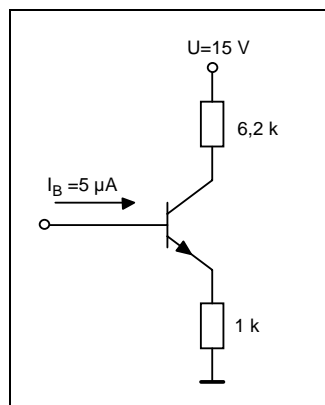


Bild 1: Schaltung zu Punkt 2.2.

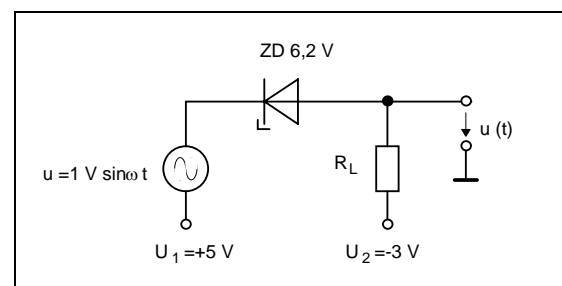


Bild 2: Schaltung zu Punkt 2.3.

- 2.3. Stellen Sie den zeitlichen Spannungsverlauf $u(t)$ für die Schaltung in Bild 2 grafisch dar. R_L ist so bemessen, daß immer $I_Z > I_{qmin}$ gilt.

- 2.4. Beschreiben Sie die Wirkungsweise der Meßschaltung im Bild 3. Welche Aufgaben haben die Schaltelemente R_5 , R_6 und D_1 ?
- 2.5. Bereiten Sie auf Papier mit einfachlogarithmischer Teilung Diagramme zur Darstellung der Meßwerte vor. Es empfiehlt sich folgende Einteilung der Achsen:

f:	$1 \text{ kHz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}$	log. geteilt mit 5 cm/Dekade *
A:	$-10 \text{ dB} \leq A \leq +40 \text{ dB}$	5 dB/cm
φ :	$0^\circ \leq \varphi \leq -150^\circ$	20 grd/cm

(* oder handelsübliches Papier mit mindestens der angegebenen Anzahl von Dekaden)

3. Versuchsdurchführung und -auswertung

3.1. Offsetkompensation

Bauen Sie die Schaltung des Operationsverstärkers nach Bild 3 und des Spannungsteilers nach Bild 4 auf. Aufgrund der großen Anzahl der benötigten Bauelemente empfiehlt sich ein Aufbau entsprechend der Vorlage nach Bild 6. Die nicht eingezeichneten Verbindungen sind mit Schallleitungen zu realisieren. Für R_5 verwenden Sie ein Wendelpotentiometer und für R_7 einen einstellbaren Widerstand, den Sie zuvor auf den angegebenen Wert einstellen.

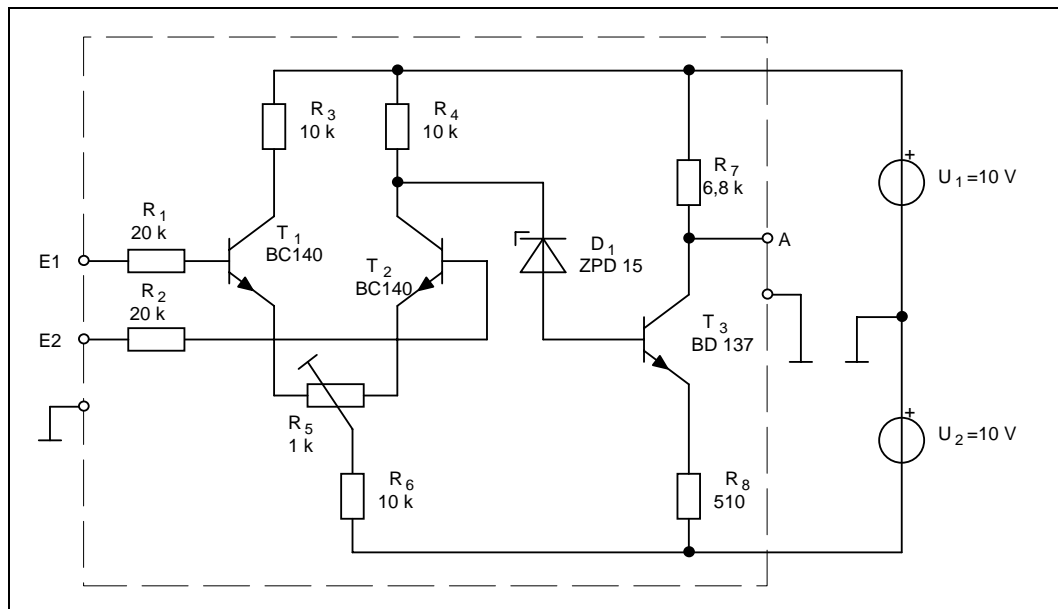


Bild 3: Operationsverstärker mit diskreten Bauelementen

Verbinden Sie die beiden Eingangsklemmen E1 und E2 mit Masse und stellen Sie mit dem Widerstand R_5 die Ausgangsspannung auf Null ein (Offsetkompensation). Ermitteln Sie auf Massepotential bezogen die Spannungswerte an den Transistoren U_{C1} , U_{C2} , U_{E1} , U_{E2} , U_{B3} , U_{C3} und den Strom I_{R6} . Stellen Sie diese Meßwerte, auch für die Punkte 3.2. und 3.3., tabellarisch zusammen.

3.2. Gleichtaktverhalten

Legen Sie an die miteinander verbundenen Klemmen E1 und E2 eine Spannung von +0,2 V (Gleichtakterregung), die Sie mit dem Spannungsteiler nach Bild 4 erzeugen. Wiederholen Sie die Messung der Strom- und Spannungswerte wie im Punkt 3.1. Begründen Sie die Änderungen gegenüber den in Punkt 3.1. gemessenen Werten. Berechnen Sie die Gleichtaktverstärkung.

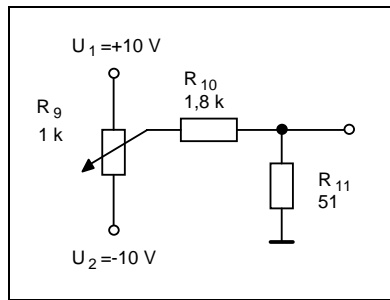


Bild 4: Spannungsteiler

3.3. Verhalten bei Differenzsignalen

Verbinden Sie E1 mit Masse und legen Sie an den Eingang E2 eine Spannung von +0,2 V ein. Messen Sie wiederum die angegebenen Strom- und Spannungswerte. Begründen Sie die Unterschiede zu den Ergebnissen von Punkt 3.1. und 3.2. Ermitteln Sie die Differenzverstärkung.

3.4. Übertragungskennlinie

Nehmen Sie bei gleicher Beschaltung der Eingänge wie in Punkt 3.3. Meßwerte für die Funktion $U_a = f(U_{e2}) = f(U_D)$ im Bereich $-0,2 V \leq U_{e2} \leq +0,2 V$ auf. Stellen Sie die ermittelten Werte in einem geeigneten Diagramm dar.

Wie kann in diesem Diagramm die Differenzverstärkung ermittelt werden und wie verändert eine nicht kompensierte Offsetspannung das Diagramm?

Bestimmen Sie die Differenzverstärkung.

Ordnen Sie im Bild 5 anhand der Übertragungsfunktion den beiden Eingängen E1 und E2 die entsprechenden Funktionen (invertierend oder nichtinvertierend) zu.

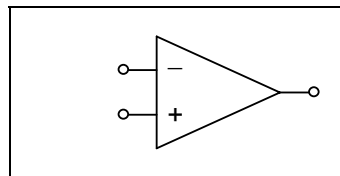


Bild 5: Schaltbild Operationsverstärker

3.5. Frequenzgang

Legen Sie an den Eingang E2 eine sinusförmige Spannung mit $U_e = 0,2 V_{SS}$ und E1 an Masse. Ermitteln Sie für die folgenden Frequenzen die Verstärkung und den Phasenwinkel und stellen Sie Amplituden- und Phasenfrequenzgang grafisch in dem vorbereiteten Diagramm dar. Begründen Sie die Verläufe. Ermitteln Sie aus beiden Diagrammen die Grenzfrequenz. Treffen Sie aus dem Verlauf des Amplitudenfrequenzganges eine Aussage über die Transitfrequenz.

f [kHz]	1	2	5	10	20	50	100
U_a [V _{SS}]							
A [dB]							
Δt [μ s]							
φ [°]							

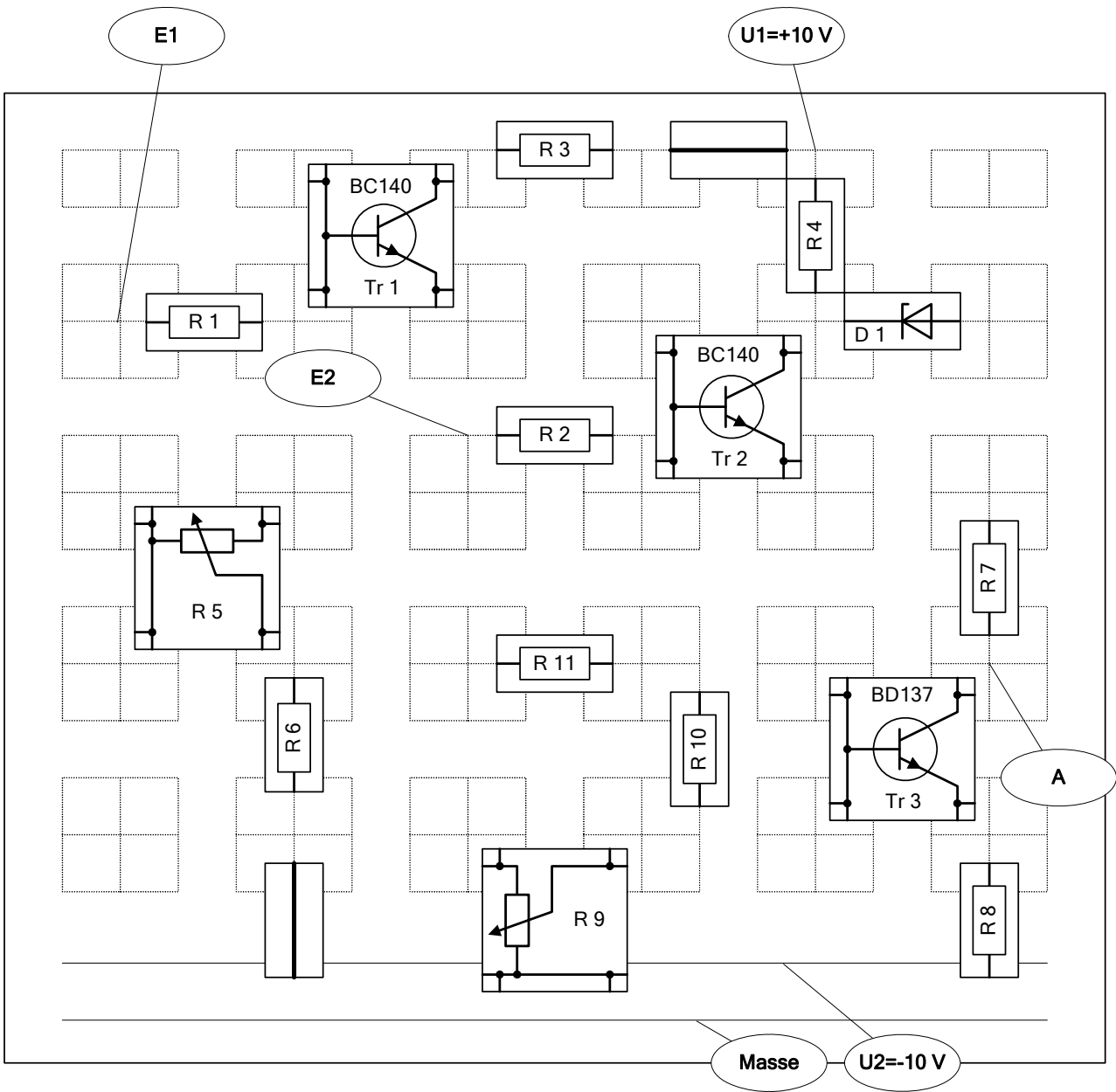


Bild 6: Vorschlag zum Schaltungsaufbau