

Transistor

Name, Vorname	Signum	Datum:	
1.		Studiengang:	B2ET
2.		Gruppe:	
3.			

Anlagenverzeichnis:	Note:

1. Lernziele

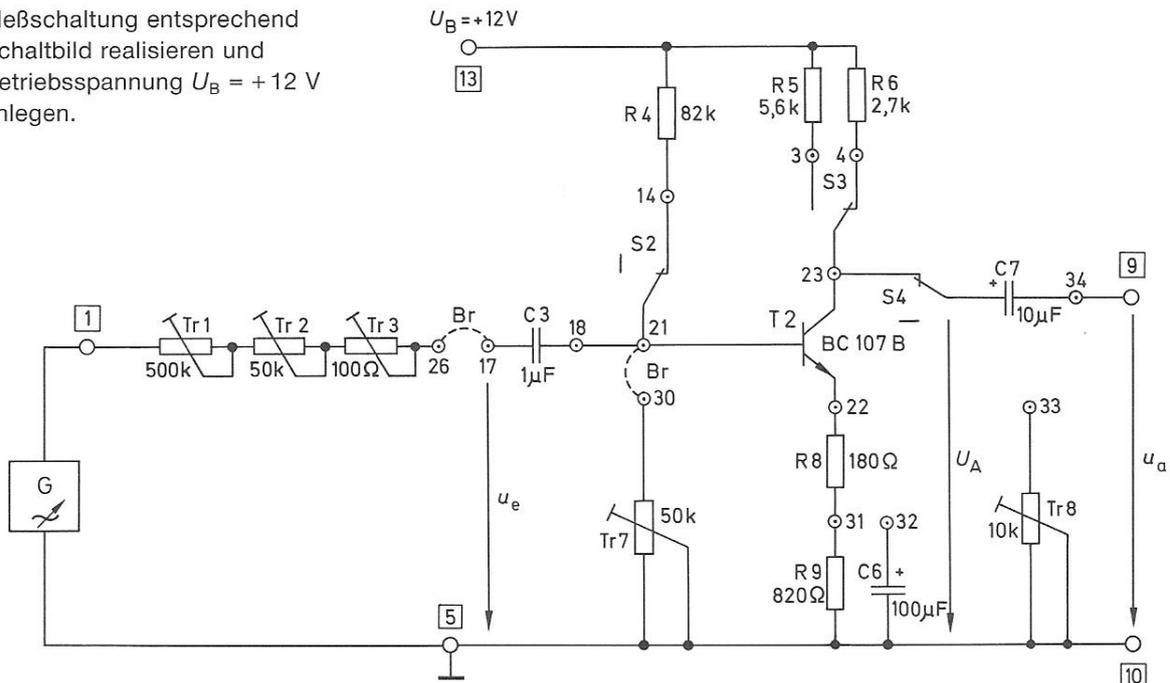
Arbeitspunkteinstellung am Transistor, dynamisches Verhalten von Verstärkerstufen, Ursachen für nichtlineare Verzerrungen, Simulation
Für die Versuchsdurchführung wird die Platine „II.2/3-SN1“ der HPI-Platinen benutzt (siehe Seite 7).

2. Vorbereitung

2.1. Arbeitspunkteinstellung

Berechnen Sie den Einstellwert von **Tr7** für die gegebene Messschaltung. Die Spannung zwischen Kollektor und Masse soll dabei auf **$U_A = 7,0\text{ V}$** eingestellt werden. Bestimmen Sie für diesen Fall den Kollektorstrom **I_C** . Die Stromverstärkung des Transistors soll **$\beta = 350$** , die Basis-Emitter-Spannung **$U_{BE} = 0,76\text{ V}$** und der Querstrom durch den Basis-Spannungsteiler **$I_Q = 20 \cdot I_B$** sein. Beachten Sie, dass sich zwischen den Steckkontakten 21 und 30 eine Drahtbrücke befindet.

Meßschaltung entsprechend Schaltbild realisieren und Betriebsspannung $U_B = +12\text{ V}$ anlegen.



2.2. Simulation mit einem Simulationsprogramm (NI Multisim, LTSpice, Micro-Cap Ev.9)

Weisen Sie die Durchführung der Simulationen durch aussagekräftige Ausdrücke nach!
Der Lastwiderstand soll **$Tr8 = 10\text{ k}\Omega$** betragen (Drahtbrücke zwischen den Steckkontakten 33 und 34).

- Ermitteln Sie die Arbeitspunktgrößen des Transistors und tragen Sie diese in die Tabelle unter Pkt. 3.a) ein. Verwenden Sie dazu die DC-Analyse Ihres Simulationsprogramms.
- Führen Sie eine AC-Analyse durch. Ermitteln Sie daraus die Spannungsverstärkung **$V_U(f_m)$** , die untere und obere Grenzfrequenz (**f_{gu}** , **f_{go}**) ohne und mit Gegenkopplung bei **$f_m = 10\text{ kHz}$** . Wird der Verstärker ohne Gegenkopplung betrieben, wird der Emitterwiderstand **$R_E = R_8 + R_9$** durch den Emitterkondensator **$C_E = C_6$** überbrückt (Drahtbrücke zwischen den Steckkontakten 22 und 32).
- Führen Sie eine Transienten-Analyse durch. Ermitteln Sie bei der Mittenfrequenz **f_m** die mögliche maximale Eingangsspannung **U_e** (die Ausgangsspannung **U_a** ist gerade noch nicht verzerrt) für die Verstärker-Schaltung ohne und mit Gegenkopplung.

Transistor

3. Versuchsdurchführung

a) Einstellen der Arbeitspunkte am Transistor

Stellen Sie die Spannung zwischen Kollektor und Masse auf $U_A = 7,0\text{ V}$ ein. Ändern Sie dazu den Wert von Tr_7 solange, bis Sie $U_A = 7,0\text{ V}$ eingestellt haben. Tragen Sie nun die weiteren Werte aus der Berechnung, aus der Simulation und aus den durchzuführenden Messungen in die Tabelle ein.

Größe	Werte aus der		
	Berechnung	Simulation	Messung
U_B	12,0 V	12,0 V	
U_A	7,0 V		
U_{RE}			
U_{Tr7}			
I_C			
I_B			
I_q			
I_{R4}			

$$I_B = I_{R4} - I_q$$

b) Messung der Wechselspannungsverstärkung bei $f_m = 10\text{ kHz}$ (Mittenfrequenz) ohne und mit Gegenkopplung

Um die Wechselspannungsverstärkung (oder einfach Spannungsverstärkung) V_u zu bestimmen müssen Sie vorher die Eingangs- und die Ausgangswechselspannung (U_e, U_a) des Verstärkers bei der Mittenfrequenz von $f_m = 10\text{ kHz}$ messen. Dazu verwenden Sie einen Sinusgenerator und ein Oszilloskop. Stellen Sie bei jeder Messung die Amplitude der Eingangsspannung U_e so ein, dass die Ausgangsspannung U_a möglichst groß ist, aber noch nicht übersteuert.

Gegenkopplung	U_{eSS}	U_{aSS}
ohne		
mit		

Berechnung der Spannungsverstärkung: $V_U = \frac{U_a}{U_e}$ bzw. $V_U = \frac{U_{aSS}}{U_{eSS}}$

.....

.....

.....

Gegenkopplung	Spannungsverstärkung V_U
ohne	
mit	

Werten Sie Ihre Messergebnisse aus. Stellen Sie sich dabei die Frage, wie es kommt, dass die beiden Spannungsverstärkungen so unterschiedlich sind.

.....

.....

.....

.....

Transistor

c) Messung der Wechselspannungsverstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz

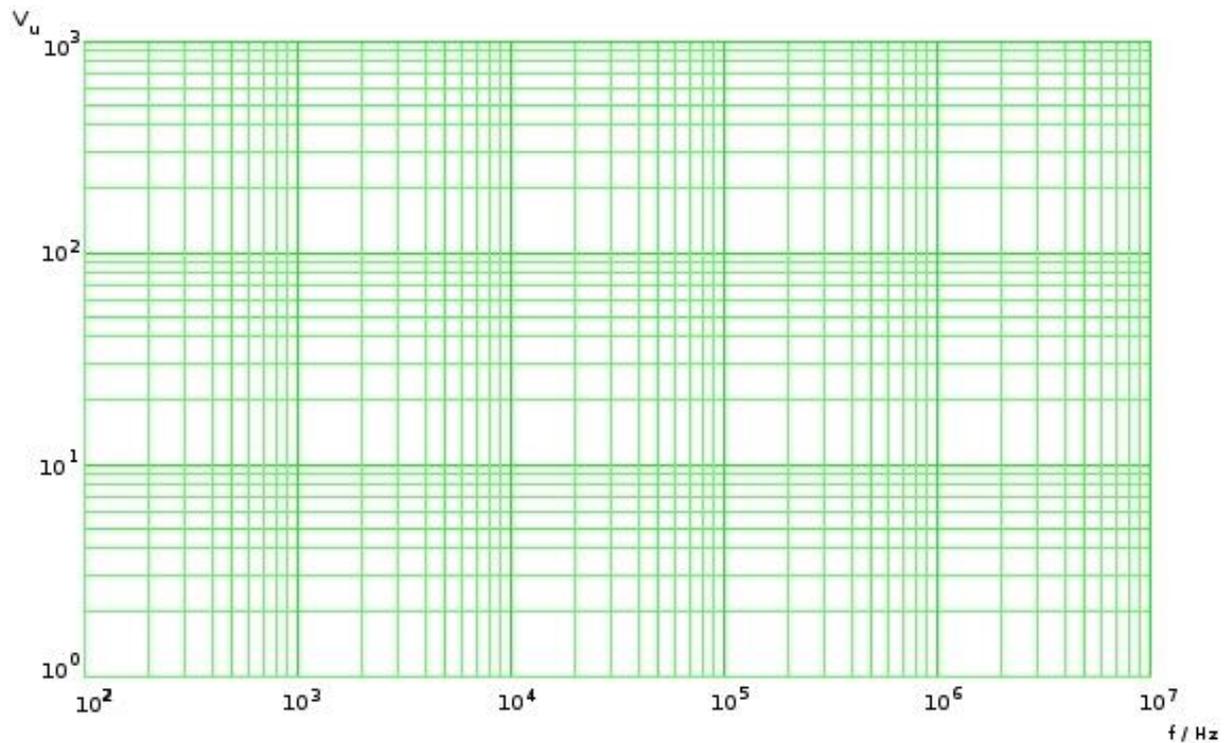
$V_u = f(f)$ ohne und mit Gegenkopplung

Nehmen Sie den Amplitudengang des Verstärkers ohne und mit Gegenkopplung auf und ermitteln Sie die Grenzfrequenzen, soweit sie sich in dem vorgegebenen Frequenzbereich von 10^2 bis 10^7 Hz ermitteln lassen.

Hinweis: Führen Sie die Messungen erst bei den „runden“ Frequenzen (10^x Hz) durch und entscheiden Sie anhand des Kennlinienverlaufes, welche weiteren Messungen Sie noch durchführen müssen. Tragen Sie die erhaltenen Messwerte gleich in die Kennlinie ein.

c.1) Amplitudengang des Verstärkers ohne Gegenkopplung

Frequenz f [Hz]	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7								
U_{eSS} [V]														
U_{aSS} [V]														
$V_u = U_{aSS}/U_{eSS}$														



Vergleichen Sie den gemessenen Amplitudengang mit dem Amplitudengang aus Ihrer Simulation. Was haben Sie festgestellt und welche Erkenntnisse haben Sie aus dem Vergleich gewonnen?

.....

.....

.....

.....

.....

Wodurch werden die Frequenzabhängigkeiten verursacht?

.....

.....

.....

.....

.....

Transistor

d) Messung der dynamischen Ein- und Ausgangswiderstände (r_{ein} , r_{aus}) ohne und mit Gegenkopplung

Geben Sie die Messverfahren für die beiden Messungen an und skizzieren Sie die Messschaltungen, die Sie dabei verwenden.

Messverfahren und Messschaltung für die Ermittlung des dynamischen Eingangswiderstandes

r_{ein} :

- Messschaltung

- Beschreibung des Verfahrens

Messverfahren und Messschaltung für die Ermittlung des dynamischen Ausgangswiderstandes

r_{aus} :

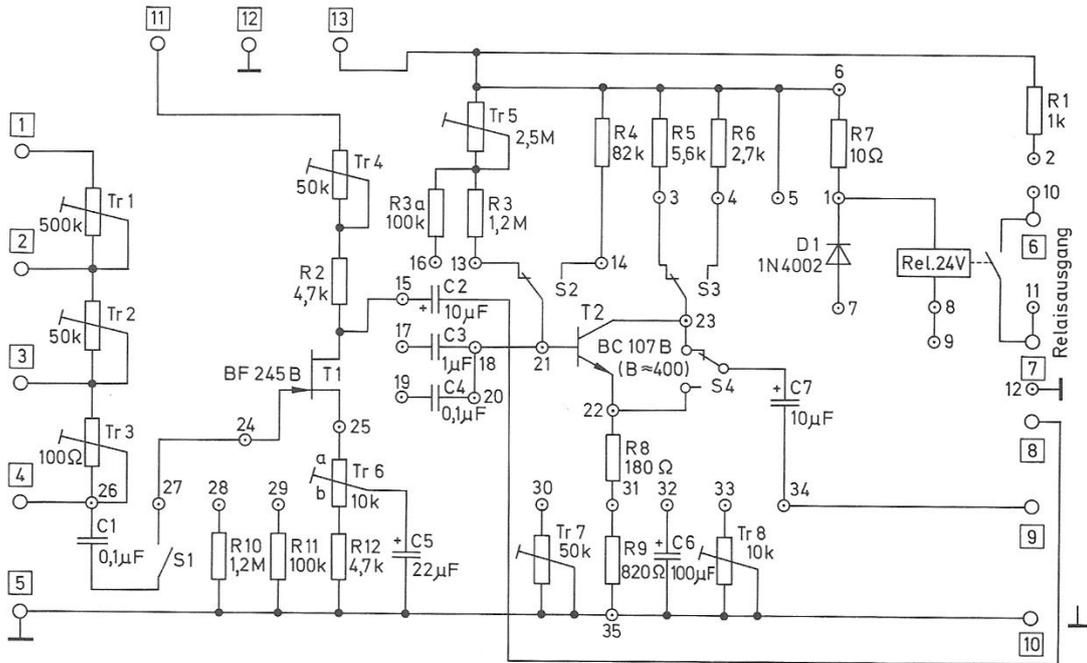
- Messschaltung

- Beschreibung des Verfahrens

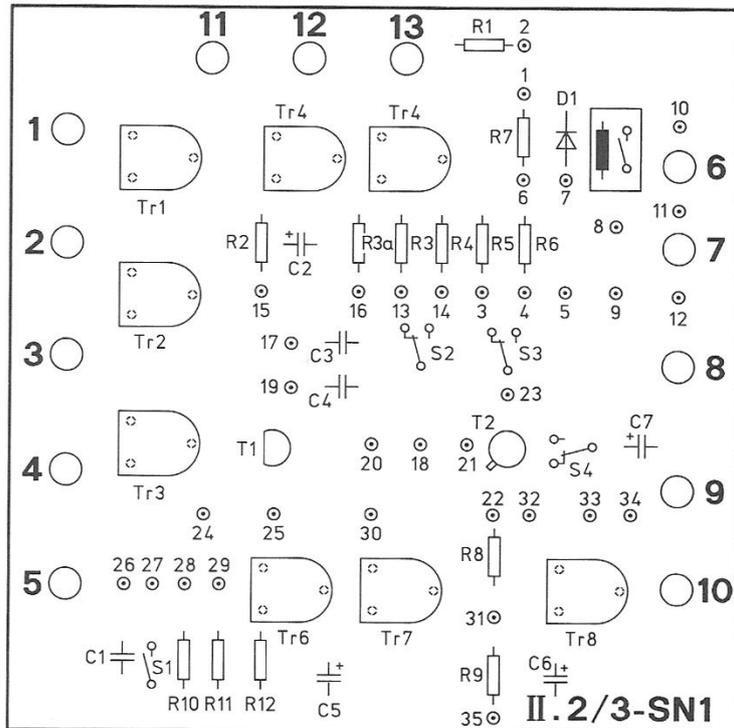
Transistor

Lehrgang: II	Bauelemente und Grundschaltungen der Mikroelektronik	Schaltung:
Blatt 5 zu Kap. II.2	2. Bipolare Transistoren	II.2/3-SN1 (II.4/5-S1)

Schaltplan



Bestückungsplan



Transistor