



Elektronikpraktikum

5 Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren

Stichworte zur Vorbereitung: Aufbau und Funktion, Löcherleitung, Elektronenleitung, Eingangskennlinien, Ausgangskennlinien, Kennlinienfeld, typische Eigenschaften (jeweils für beide Transistortypen), Datenblätter zu den verwendeten Transistoren studieren!

Schriftliche Vorbereitung: Stellen Sie den schematischen Aufbau beider Transistortypen dar und beschreiben Sie jeweils die Funktionsweise.

Verständnisfragen: Wie ist ein Bipolar- wie ein Feldeffekttransistor prinzipiell aufgebaut? Wie heißen die drei Elektroden beim Bipolar- und wie beim Feldeffekttransistor? Welcher Unterschied besteht in der Art der Ansteuerung der beiden Transistorarten? Welche Größen beschreiben die Verstärkungseigenschaften und wie sind diese Größen jeweils definiert? Wie sieht das Ausgangskennlinienfeld eines Bipolar- und eines Feldeffekttransistors aus? Welche Größe ist jeweils der Kurvenparameter? Was sind die Gemeinsamkeiten, was die Unterschiede in den Ausgangskennlinien beider Transistorarten? Welche unterschiedlichen Eigenschaften von Transistor und FET werden in den verschiedenen Anwendungen benutzt?

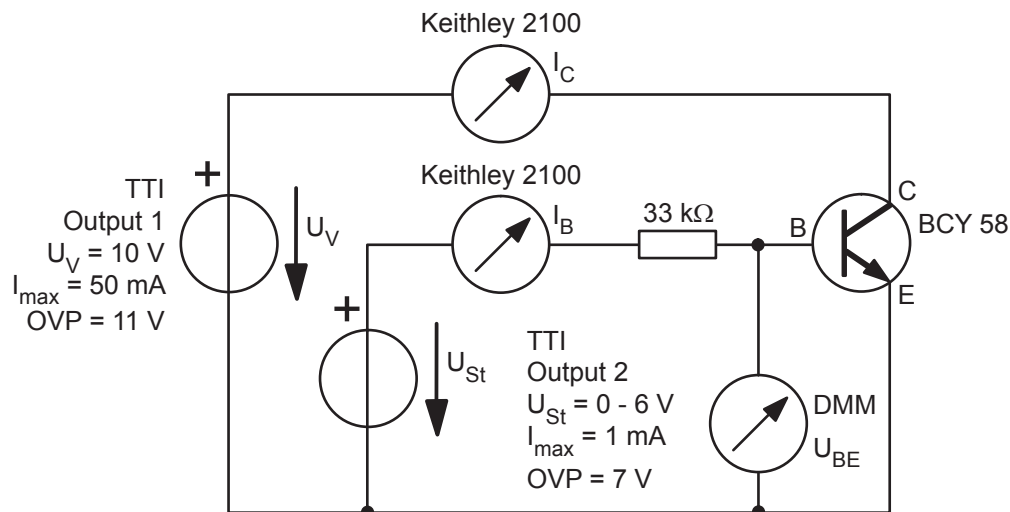
Hinweise:

Bei den Spannungsquellen sind die im Schaltplan angegebenen Strom- und Spannungsbegrenzungen unbedingt einzustellen!

Der Widerstand von $R = 33 \text{ k}\Omega$ ist lediglich dazu da, den Maximalstrom zu begrenzen, um die Transistoren zu schützen. Er hat sonst keine Bedeutung für die Funktion der Schaltungen.

5.1 BCY 58: Stromverstärkung

Bauen Sie für die Messung der Stromverstärkung durch einen npn-Bipolartransistor BCY 58 die Schaltung nach folgender Abbildung auf:



Stellen Sie über Änderung von U_{St} verschiedene Basisströme ab $1\text{ }\mu\text{A}$ bis zum Erreichen des maximalen Kollektorstroms von 50 mA ein. **Bei welchem Kollektorstrom beginnt das Transistorgehäuse fühlbar warm zu werden? VORSICHT Verbrennungsgefahr!** Verwenden Sie den Kühlstern für das Transistorgehäuse, bevor Sie den Strom weiter erhöhen!

Berechnen Sie zu jedem Basisstrom die Stromverstärkung I_C/I_B und überprüfen Sie, ob die Werte im erwarteten Bereich liegen (s. Datenblatt).

LabVIEW-Umsetzung

Verwenden Sie die bereitgestellten EP-VIs zum Erstellen eines Messprogramms. Analog zur manuellen Messung wird in einer Schleife die Spannung an Output 2 des Netzgeräts inkrementiert. Achten Sie darauf, die Verzögerungen ausreichend groß zu wählen, um den Geräten Zeit für die Ausführung der Kommandos zu lassen (z.B. Setzen einer neuen Ausgangsspannung).

Schließen Sie am Ende des Programmablaufs alle Geräte mit dem entsprechenden Close-VI aus dem LabVIEW-Gerätetreiber-Menü ab.

Bestimmen Sie die Stromverstärkung β . Berechnen Sie die im Transistor dissipierte elektrische Leistung für alle Messpunkte.

Der thermische Widerstand zwischen Transistorgehäuse und Luft beträgt 0.5 K/mW . **Wie hoch war demnach die „Temperaturauflösung“ Ihres Fingers beim Beobachten der Transistorerwärmung?**

5.2 BCY 58: Ausgangskennlinien

Messen Sie mit Hilfe von LabVIEW die Ausgangskennlinie $I_C(U_{CE})$ für 3 verschiedene Basisströme bis maximal $30 \mu\text{A}$ und $U_{CE} = 0 \dots 4 \text{ V}$.

Hinweis: Im Experiment variieren Sie die Versorgungsspannung U_V und berechnen in der Auswertung $I_C(U_{CE})$.

LabVIEW-Umsetzung

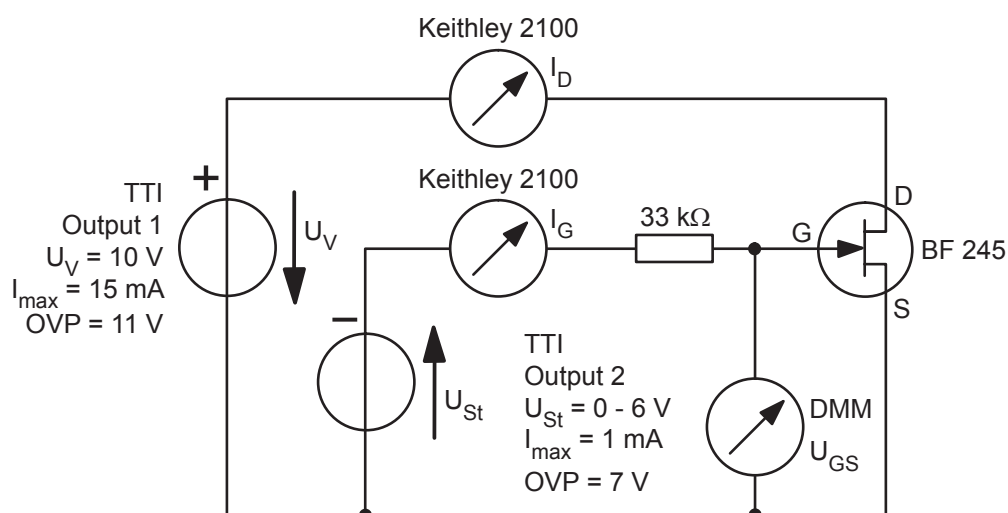
Die Messung der Ausgangskennlinie für einen bestimmten Basisstrom kann mit dem LabVIEW-Programm aus dem ersten Versuchsteil erfolgen, wenn man die Kanalnamen der beiden Instanzen von *TQLP Configure Voltage Level.vi* vertauscht und die Werte passend setzt.

Auswertung

Zeichnen Sie die Kurvenschar mit Gnuplot und vergleichen Sie diese mit dem Datenblatt.

5.3 BF 245: Eingangskennlinie

Messen Sie manuell die Eingangskennlinie $I_D(U_{GS})$ des BF 245 für $U_{GS} = 0 \dots -6 \text{ V}$ in Schritten von $0,5 \text{ V}$ (Polarität beachten!). **Wie groß wird I_G ?** Überzeugen Sie sich, dass $U_{GS} \approx U_{St}$.



LabVIEW-Umsetzung

Benutzen Sie das Programm aus dem Aufgabenteil 5.1 und passen Sie es der Aufgabenstellung an.

Bestimmen Sie aus dem Diagramm die Steilheit S für drei Punkte der Kennlinie.

5.4 BF 245: Ausgangskennlinien

Messen Sie 3 Ausgangskennlinien $I_D(U_{DS})$ im Bereich $U_{DS} \leq 10\text{V}$, $I_D \leq 10\text{mA}$ mit U_{GS} als Parameter. Wählen Sie die Lage der Messpunkte dabei so, dass der Kennlinienverlauf unterhalb der Kniespannung (auch Abschnürspannung) ausreichend genau dargestellt werden kann.

LabVIEW-Umsetzung

Benutzen Sie das Programm aus dem Aufgabenteil 5.2 und passen Sie es der Aufgabenstellung an.

5.5 Vergleich von Bipolar- und Feldeffekttransistor

Zeigen Sie anhand Ihrer Messungen in 5.1 bis 5.4 um was für einen Typ von Transistor und welche Art der Dotierung (NPN, PNP, N-Kanal, P-Kanal?) es sich jeweils handelt.

Wie unterscheidet sich das Eingangsverhalten von Bipolar- und Feldeffekttransistor. Welche prinzipiellen Unterschiede bestehen bezüglich der Ansteuerleistung? Welche Anwendungen ergeben sich daraus für den FET?

Vergleichen Sie die Ausgangskennlinien von Bipolartransistor und FET speziell für kleine Werte von U_{CE} bzw. U_{DS} . **Welche Anwendungen für den FET ergeben sich daraus?**

5.6 *Konstantstromquelle

Freiwillige Aufgabe: Im folgenden Beispiel wird die Eigenschaft eines FET als steuerbarer Widerstand zum Aufbau einer Konstantstromquelle benutzt. Bauen Sie die Schaltung auf und prüfen Sie deren Funktion. Bei Erhöhung der Versorgungsspannung U_V sollte der Strom über die LED (kurzer Anschlussdraht = Kathode) je nach Transistortyp auf ca. 1 ... 3 mA begrenzt werden.

Verifizieren Sie anhand Ihrer selbst gemessenen Eingangskennlinie, dass die Schaltung mit $R = 1\text{k}\Omega$ zum gewünschten Konstantstrom führt.

