

Grundlagen der Technischen Informatik 1

WS 2017/18

Übungsblatt 4

Abgabe: Die Fristen für die Abgabe wurde experimentell ausgesetzt. Sie können Ihre Lösungen zu jeder Übungsserie bis auf weiteres (im TI-Briefkasten für Übungsaufgaben, Raum A514) einreichen. Diese Serie wird am 15.01. diskutiert.

“Der Gebildete treibt die Genauigkeit nicht weiter, als es der Natur der Sache entspricht.“ - Aristoteles

Aufgabe 1: Begrifflichkeiten und Theorie zum Bipolartransistor

Der vertraute Umgang mit Begrifflichkeiten und Abkürzungen sind wesentlich für das Verständnis !

- (a) Zwischen welchen zwei bipolaren Transistortypen wird gemeinhin unterschieden? Geben Sie für Beide das Schaltsymbol an und bezeichnen Sie die Anschlüsse!
- (b) In einführender Literatur findet häufig folgendes Ersatzschaltbild für einen Transistor Beachtung:

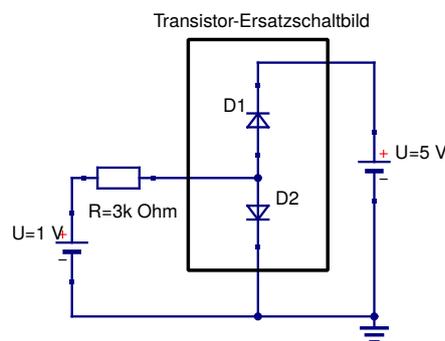


Abbildung 1: Versuchsaufbau zum Ersatzschaltbild eines Bipolar-Transistor

- Um welchen Transistortyp soll es sich in Abbildung 1 handeln ?
 - Ein Versuchsaufbau getreu eines solchen Ersatzschaltbildes zeigt: Nur durch die Emitter-Basisstrecke fließt ein Strom, die Collector/Emitter-Strecke bleibt gesperrt. Formulieren Sie eine Erklärung, wieso ein solches Ersatzschaltbild keinen realen Transistor abbildet!
- (c) Tragen Sie in das Schaltsymbol für den npn-Typen folgende Größen mit Richtungspfeil ein:
- Ströme: I_C (Kollektorstrom), I_B (Basistrom), I_E (Emitterstrom)
 - Spannungen: U_{CE} (Kollektor-Emitter-Strecke), U_{CB} (Kollektor-Basis), U_{BE} (Basis-Emitter)
 - Welches Verhältnis verbirgt sich bezüglich des Bipolartransistors hinter „B“ und wie steht die zumeist in Datenblättern genutzte Bezeichnung h_{FE} mit B in Zusammenhang ?

Aufgabe 2: Der Transistor als Stromverstärker

Die Eingangskennlinie (Basis-Emitterstrecke) des populären BC547 wurde ausgemessen, approximiert und nachfolgend in Abbildung 2 dargestellt.

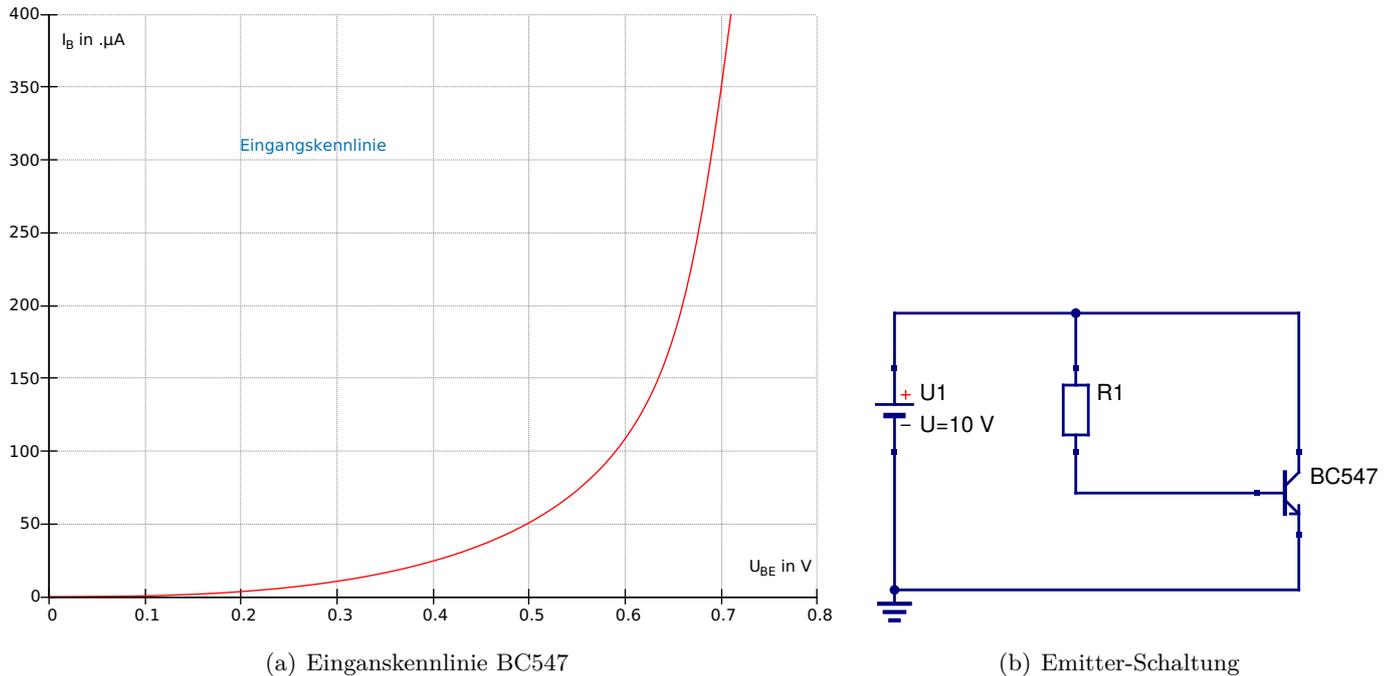


Abbildung 2: Transistor-Arbeitspunkteinstellung

- Begrenzen Sie den Basisstrom durch die Berechnung eines Vorwiderstands auf $250\mu\text{A}$!
- Der Transistor hat einen Stromverstärkungsfaktor von 250 .¹ Geben Sie den Kollektorstrom I_C und den Emitterstrom I_E an! (2 signifikante Stellen !)
- Zur vereinfachten Anpassung des Basisstroms berechnen Sie bitte den differentiellen Widerstand zwischen $(150\mu\text{A}; 0,64\text{ V})$ und $(250\mu\text{A}; 0,68\text{ V})$.
- Momentan wird der Transistor oberhalb der grenzwertigen Leistungsaufnahme P_{tot} ² betrieben. Ein Realbetrieb hätte eine dauerhafte Beschädigung des Bauteils zur Folge. Berechnen Sie mittels des zuvor bestimmen differentiellen Widerstandes den Basiswiderstand für einen Basisstrom von $150\mu\text{A}$.
- Welche Werte für I_C und I_E sind nun zu erwarten ? (2 signifikante Stellen !)
- Zeichnen Sie die nun entstandene Schaltung mittels eines pnp-Transistors !

¹Der Stromverstärkungsfaktor ist genau genommen nur innerhalb eines Arbeitspunktes konstant.

² P_{tot} steht für P_{total} und beschreibt die maximale Leistungsaufnahme des Transistors in Watt.

Aufgabe 3: NPN Transistor-Kennlinienfelder (Emitter-Grundschtaltung)

Um die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der statischen Ströme und Spannungen des bipolaren BC547 NPN-Transistors ansehnlich zu beschreiben, wird sich der 4 Quadranten-Darstellung bedient. Zur Vereinfachung wollen wir fälschlicher Weise annehmen, dass die Eingangskennlinie unabhängig von der Spannung U_{CE} ist.³

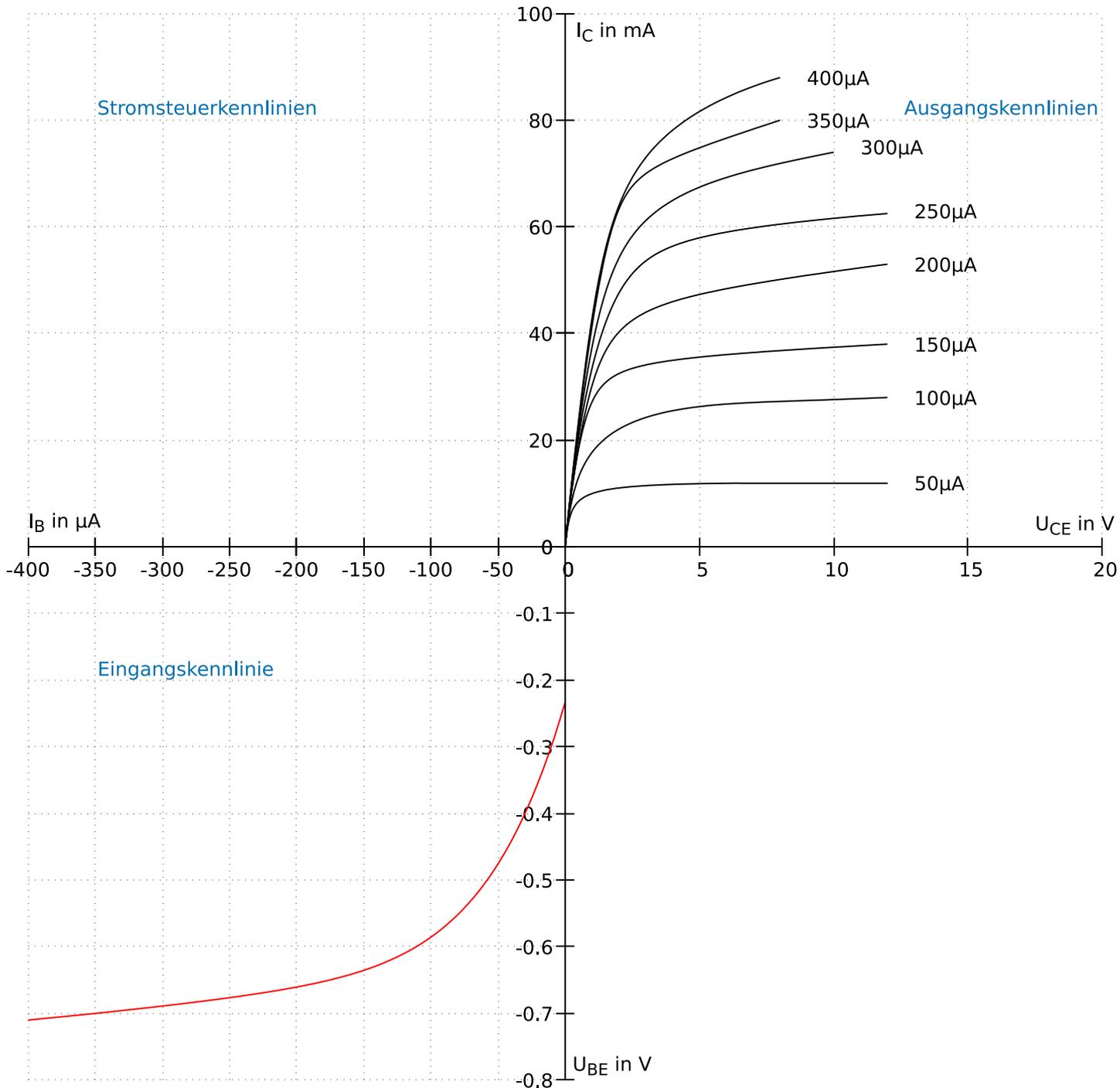


Abbildung 3: Vierquadranten-Darstellung des BC547

³Einer nach Beuth/Bauelemente-Band2 von den Herstellern angestrebter Umstand.

- (a) Um z.B. den Transistor BC547 als brauchbaren Schalter verwenden zu können, ist eine Begrenzung von I_C nötig, um diesen in die Sättigung/Übersteuerung zu bekommen. Berechnen Sie den Kollektor-Vorwiderstand für 10 V Betriebsspannung und $I_C = 60 \text{ mA}$ (Betriebsspannung und Kollektor-Vorwiderstand gelten für alle nachfolgenden Unteraufgaben !)
- (b) Lösen Sie die vorherige Aufgabe zeichnerisch über Abbildung 3.
- (c) Zeichnen Sie die Stromsteuerkennlinie in Abbildung 3 ein, die sich aus dem Kollektor-Vorwiderstand ergibt.
- (d) Ab welchem Basisstrom befindet sich der Transistor nun in Sättigung ? Informieren Sie sich gegebenenfalls über den Begriff „Sättigung“.
- (e) Im Datenblatt des BC547 ist dieser mit $P_{total} = 500 \text{ mW}$ angegeben. Zeichnen Sie eine hinreichend genaue Verlustleistungshyperbel in die Ausgangskennlinien ein. Ist der Betrieb mit der aktuellen Konfiguration für jeden Basisstrom unkritisch ?
- (f) Bestimmen Sie die Spannung U_{CB}, U_{BE} bei $I_B = 400 \mu\text{A}$ und zeichnen Sie die Schaltung mit passend dimensioniertem Basis-Vorwiderstand (Kollektor-Vorwiderstand bitte nicht vergessen) !
- (g) Angenommen der Basisanschluss des Transistors ist in Ihrer zuvor konstruierten Schaltung ein Signaleingang und der Kollektor ist ein Signalausgang. Um was für ein logisches Gatter würde es sich handeln ? Zeichnen Sie eine Wertetabelle mit den logischen Pegeln L und H.
- (h) Ist das Verhältnis $\frac{I_C}{I_B}$ bei einem Transistor immer proportional ?