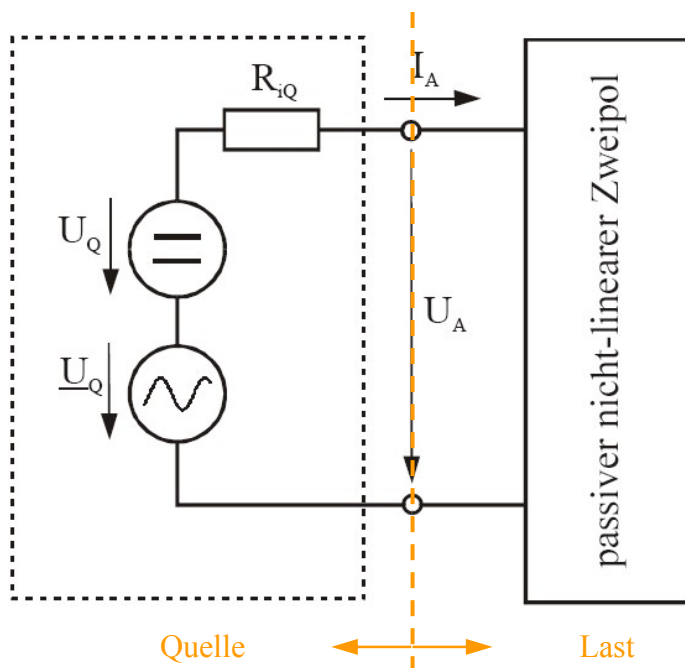


Hier muss als erstes der Arbeitspunkt bestimmt werden, an dem die Tangente für den Differenziellen Widerstand angelegt wird. Dazu wird die Schaltung in zwei Teile unterteilt – nämlich Quelle und Last.



Analog zur zeichnerischen Lösung bei der Ersatzspannungsquelle, bestimmt man auch hier den Arbeitspunkt durch das Überlagern der Quellen-Kennlinie und der Last-Kennlinie, die in der Klausur gegeben war. Zum Bestimmen der Quellen-Kennlinie benötigt man die beiden Eckpunkte Leerlaufspannung U_0 und Kurzschlussstrom I_0 .

Wie beim Transistor wird der Arbeitspunkt über die Gleichspannung definiert. Das bedeutet, man betrachtet nur die Gleichspannungsquelle – die Wechselspannungsquelle wird kurzgeschlossen. Die Last wird entfernt, so dass an den Anschlussklemmen die Leerlaufspannung anliegt.

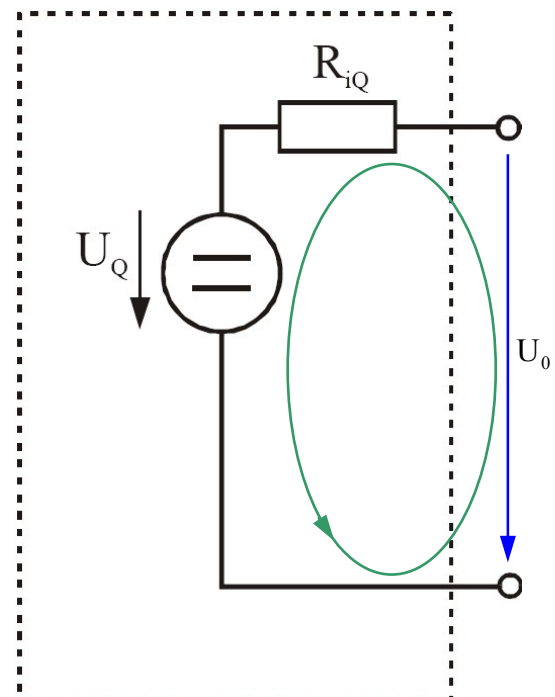
Über die Masche kann die Leerlaufspannung bestimmt werden. Weil kein Strom fließt, ist die Spannung am Widerstand R_{iQ} gleich Null (Ohmsches Gesetz) und kann dadurch aus der Betrachtung entfernt werden:

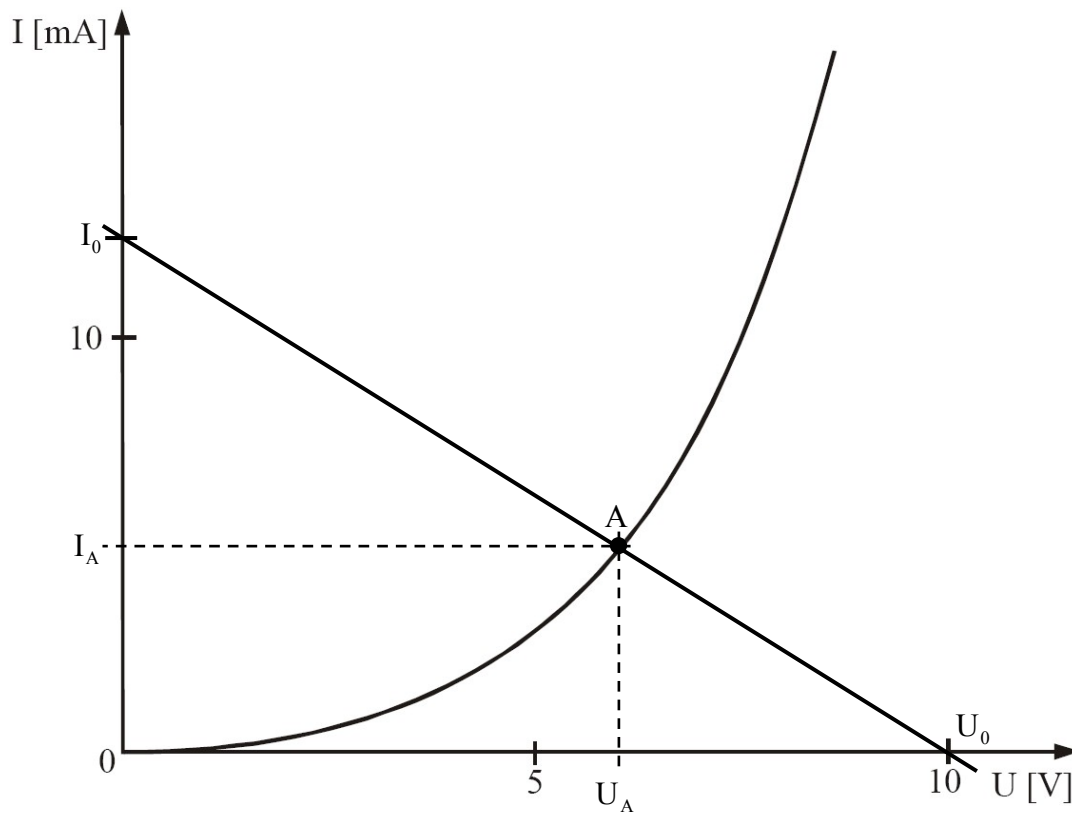
$$-U_0 + U_Q = 0 \Leftrightarrow \underline{U_0 = U_Q = 10V}$$

Der Kurzschlussstrom ergibt sich – wie immer – aus:

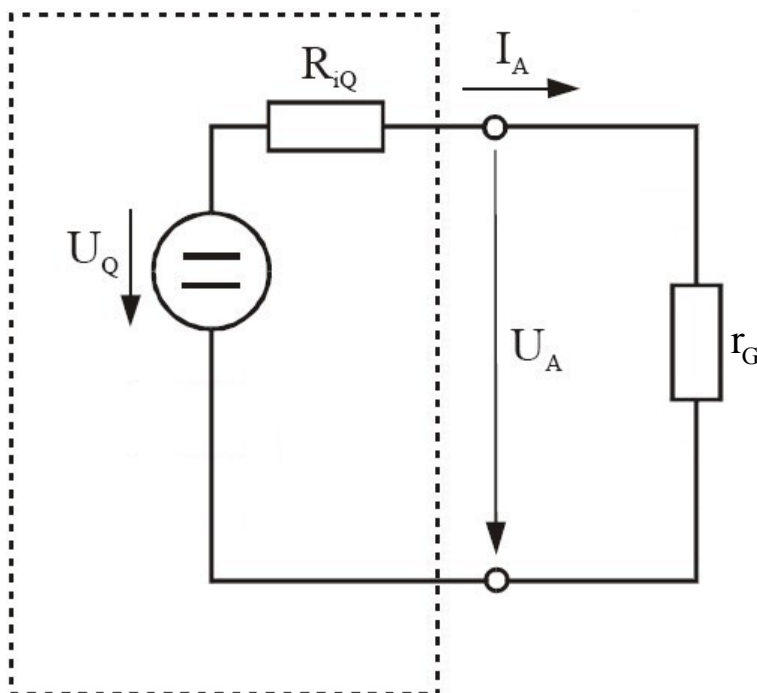
$$\underline{I_0 = \frac{U_0}{R_{iE}} = \frac{U_0}{R_{iQ}} = \frac{10V}{800\Omega} = 12,5mA}$$

Diese beiden Werte werden in das Kennliniendiagramm der Last eingetragen und miteinander verbunden. Diese Gerade ist die Quellenkennlinie. Der Schnittpunkt mit der Last ergibt den Arbeitspunkt.





Aus dem Diagramm liest man die Werte im Arbeitspunkt ab: $\underline{U_A = 6V}$; $\underline{I_A = 5mA}$



Diese beiden Werte sind Gleichstrom- bzw. Gleichspannungswerte (große Buchstaben). Das heißt, am passiven nicht-linearen Zweipol fällt eine Gleichspannung von 6 V ab und es fließt ein Strom von 5 mA. Dies kann man mittels eines Widerstands darstellen.

Nach dem Ohmschen Gesetz gilt:

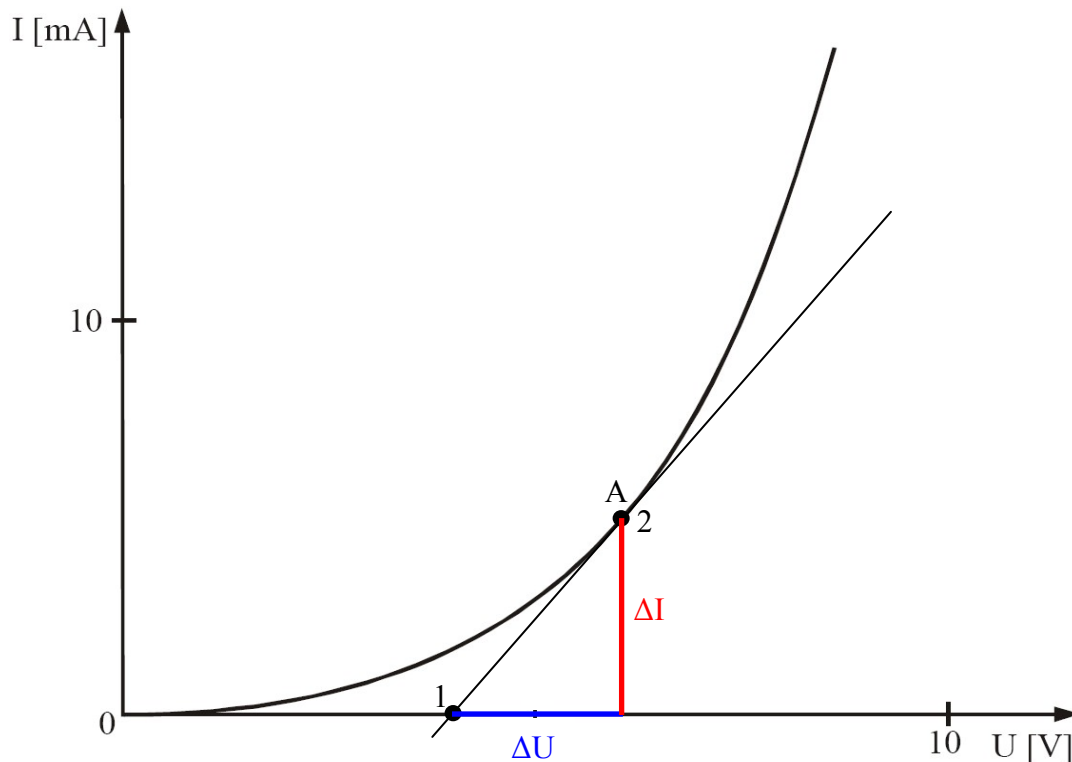
$$U = R \cdot I \quad \text{bzw.} \quad R = \frac{U}{I}$$

Um den Gleichstromwiderstand r_G des Zweipols zu berechnen, setzt man die Werte in die oben genannte Gleichung ein:

$$\underline{r_G} = \frac{U_A}{I_A} = \frac{6V}{5mA} = \underline{1,2k\Omega}$$

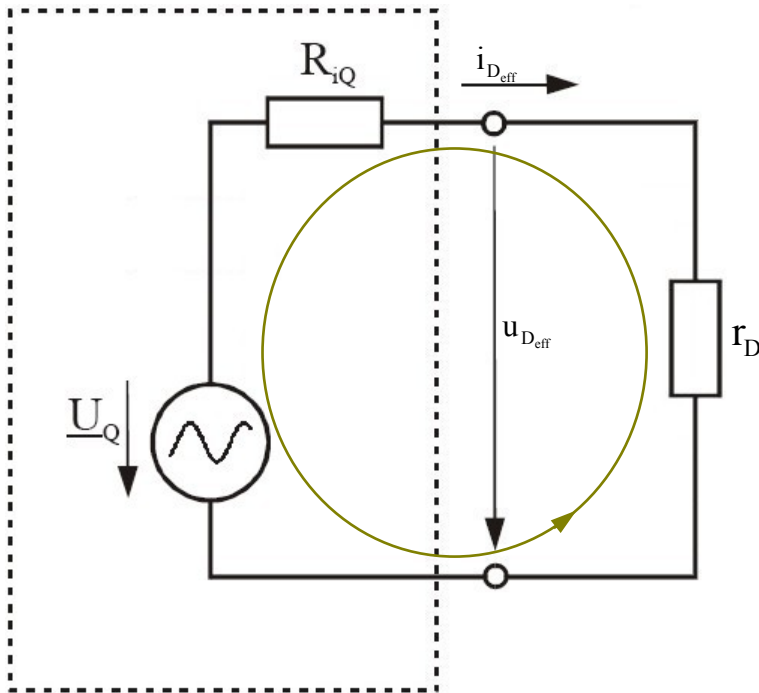
| | | |
|--|---|---|
| University of Applied Sciences Cologne Campus Gummersbach Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirt. Ing. (FH) G. Danielak | <h1>Prüfung 2007-2_2</h1> <h2>Aufgabe ET2</h2> | <h1>Lösung</h1> <h2>Seite-03</h2> Stand: 19.03.2006; R0 |
|--|---|---|

Für die Bestimmung des differentiellen Widerstands r_d legt man eine Tangente in den Arbeitspunkt und bestimmt die Größen ΔU und ΔI mittels zwei Punkten. Diese liegen auf der Tangente und deren Position kann selbst bestimmt werden – jedoch liegt Punkt 2 **immer** rechts von Punkt 1.



Es bietet sich an, den Schnittpunkt mit der Abszisse als einen Punkt zu nehmen, weil hier der Strom Null ist; hier lautet der Wert $U_1 = 4V$. Der zweite Punkt kann der Arbeitspunkt selbst sein. Der Vorteil ist, dass man hier Strom und Spannung kennt: $r_d = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{6V - 4V}{5mA - 0mA} = \frac{2V}{5mA} = \underline{\underline{400\Omega}}$

Analog zur Ersatzschaltung mit dem Gleichstromwiderstand r_G existiert eine Wechselstromersatzschaltung mit dem differentiellen Widerstand r_D . Hierbei gibt es keine Gleichspannungsquelle; sie wird – wie vorhin die Wechselspannungsquelle – kurzgeschlossen.



Um bei diesem Aufgabentyp die aufgebrauchte Wirkleistung der Quelle zu berechnen, benötigt man den Effektivwert der Quellenspannung und des Stroms, welcher aus der Quelle fließt. Es gibt zwei Formen der Angabe der Quellenspannung: Entweder sie liegt – so wie hier – in komplexer Form vor, oder sie ist reell. Der Vorteil der komplexen Größe ist, dass sie sofort den Effektivwert angibt.

Die unbekannte Größe ist der Strom. Um ihn zu bestimmen, legt man eine Masche innerhalb dieser Schaltung und löst diese nach dem Strom auf. Die Spannungen an den Widerständen zeigen in die gleiche Richtung, in welche der Strom fließt (Uhrzeigersinn). Sie werden sofort durch das ohmsche Gesetz ausgedrückt. Die Richtung der Masche erfolgt willkürlich.

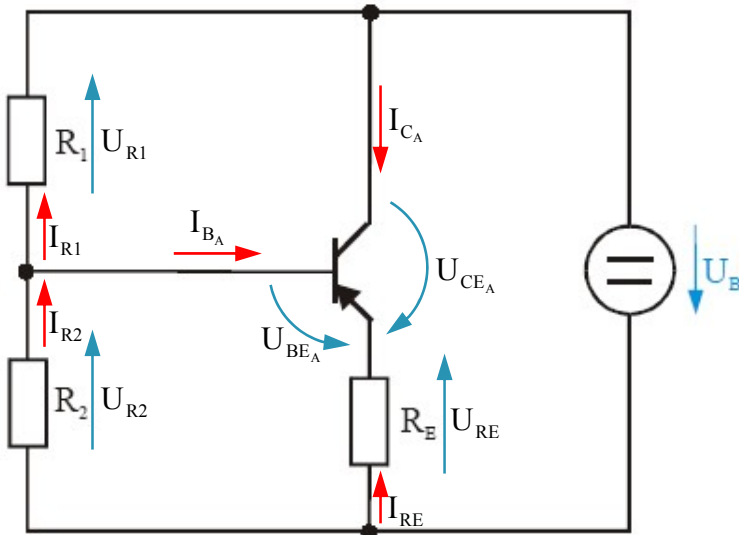
Es gilt:

$$\begin{aligned}
 +\underline{U}_Q - \underline{i}_{D_{\text{eff}}} \cdot r_D - \underline{i}_{D_{\text{eff}}} \cdot R_{iQ} &= 0 \\
 \Leftrightarrow \underbrace{+\underline{U}_Q}_{u_{Q_{\text{eff}}}} - \underbrace{\underline{i}_{D_{\text{eff}}} \cdot r_D}_{u_{D_{\text{eff}}}} - \underbrace{\underline{i}_{D_{\text{eff}}} \cdot R_{iQ}}_{u_{R_{iQ_{\text{eff}}}}} &= 0 \\
 \Leftrightarrow u_{Q_{\text{eff}}} &= \underline{i}_{D_{\text{eff}}} \cdot (R_{iQ} + r_D) \\
 \Leftrightarrow \underline{i}_{D_{\text{eff}}} &= \frac{u_{Q_{\text{eff}}}}{R_{iQ} + r_D} = \frac{2\text{V}}{800\Omega + 400\Omega} = \underline{\underline{1,6\text{mA}}}
 \end{aligned}$$

Als Endergebnis gilt für die Wirkleistung der Wechselspannungsquelle:

$$\underline{\underline{P_{Q\sim}}} = -u_{Q_{\text{eff}}} \cdot \underline{i}_{D_{\text{eff}}} = -2\text{V} \cdot 1,6\text{mA} = \underline{\underline{-3,3\text{mW}}}$$

Hier müssen als erstes alle Spannungen und Ströme in die Schaltung eingezeichnet werden:



Gegeben:

$$U_B = -30V$$

$$|I_{R2}| = 50 \cdot |I_{B,A}|$$

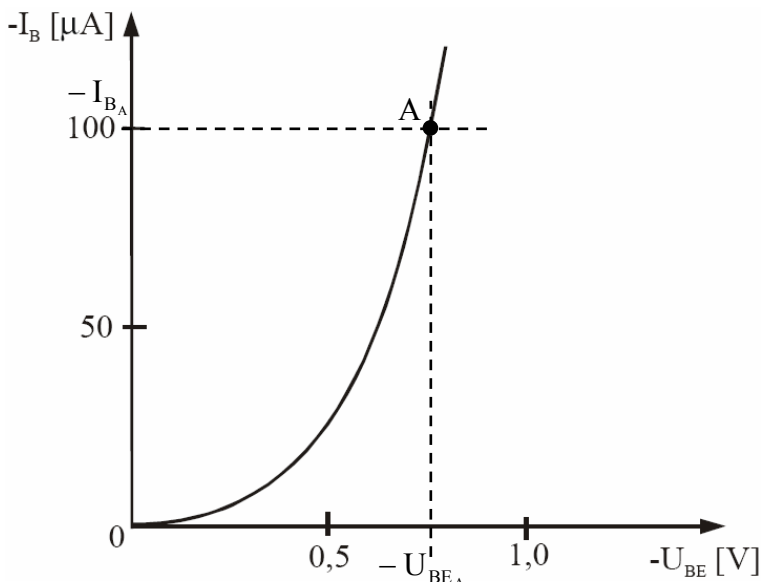
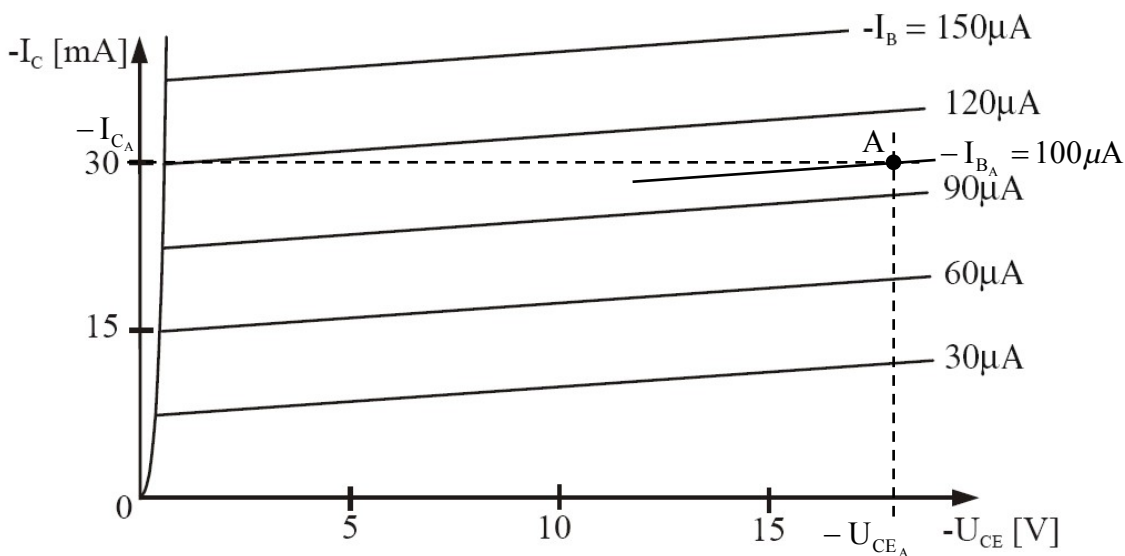
$$U_{CE,A} = 0,6 \cdot U_B = 0,6 \cdot (-30V) = -18V$$

$$\Leftrightarrow -U_{CE,A} = 18V$$

$$I_{C,A} = -30mA$$

$$\Leftrightarrow -I_{C,A} = 30mA$$

Die beiden Werte $U_{CE,A}$ und $I_{C,A}$ benötigt man, um den Arbeitspunkt im Ausgang zu bestimmen. Daraus lässt sich der Strom $I_{B,A}$ ablesen.



Der Wert für $U_{BE,A}$ wird auf der Abszisse abgelesen und beträgt hier $-0,75V$.

Mit allen Werten können sämtliche Widerstände durch Maschen- und Knotensätze berechnet werden. Dabei ist immer auf das richtige Vorzeichen zu achten!

| | | |
|--|---|---|
| University of Applied Sciences Cologne Campus Gummersbach Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirt. Ing. (FH) G. Danielak | <h1>Prüfung 2007-2_2</h1> <h2>Aufgabe ET3</h2> | <h1>Lösung</h1> <h2>Seite-06</h2> Stand: 19.03.2006; R0 |
|--|---|---|

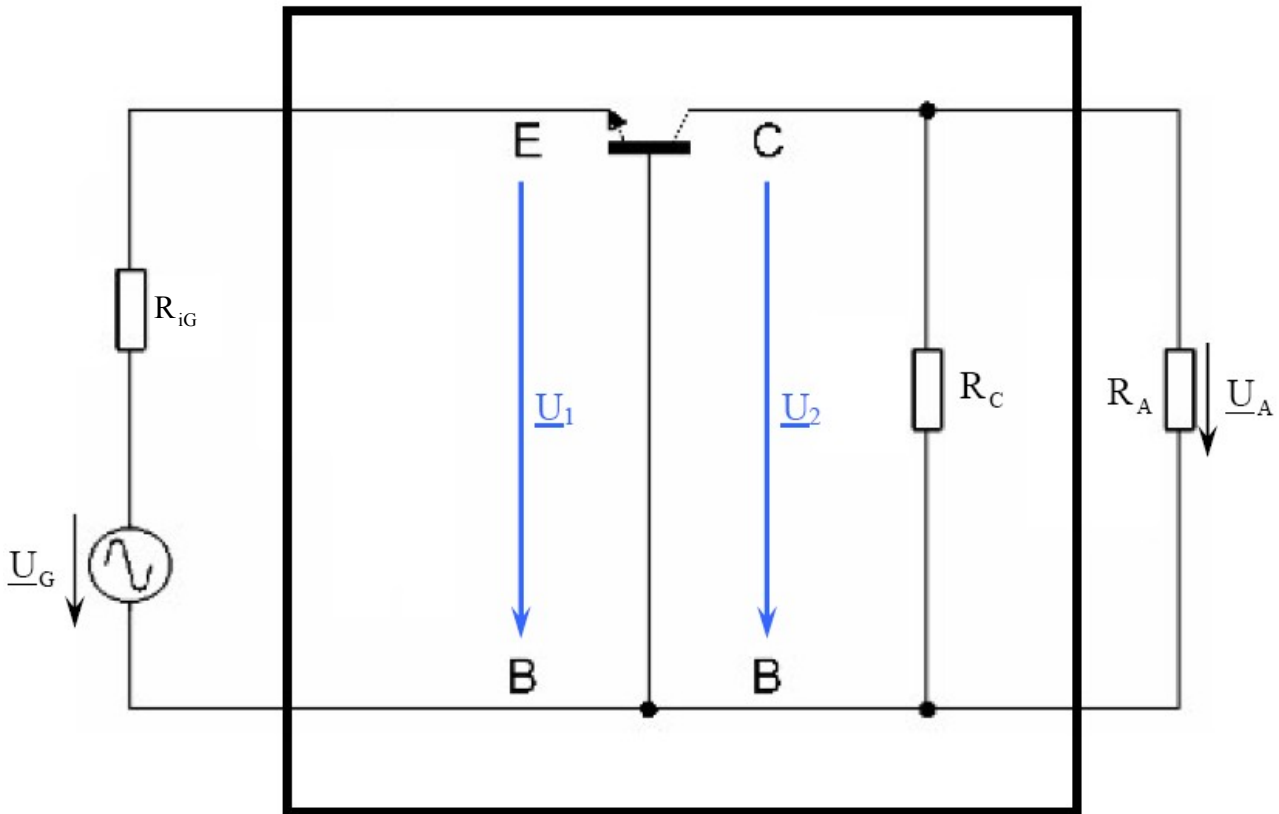
$$\underline{\underline{R_E}} = \frac{U_{RE}}{I_{RE}} = \frac{-U_B + U_{CEA}}{-I_{CA} - I_{BA}} = \frac{-U_B + U_{CEA}}{\underbrace{(-I_{CA}) + (-I_{BA})}_{-I_{BA}}} = \frac{30V + (-18V)}{30mA + 100\mu A} = \frac{12V}{30,10mA} = \underline{\underline{398,67\Omega}}$$

$$\underline{\underline{R_2}} = \frac{U_{R2}}{I_{R2}} = \frac{U_{RE} - U_{BEA}}{50 \cdot |I_{BA}|} = \frac{12V - \overbrace{(-0,75V)}^{+U_{BEA}}}{50 \cdot 100\mu A} = \frac{12,75V}{5mA} = \underline{\underline{2,55k\Omega}}$$

$$\underline{\underline{R_1}} = \frac{U_{R1}}{I_{R1}} = \frac{-U_B - U_{R2}}{I_{R2} - I_{BA}} = \frac{30V - 12,75V}{5mA - \underbrace{(-100\mu A)}_{+I_{BA}}} = \frac{17,25V}{5,10mA} = \underline{\underline{3,38k\Omega}}$$

| | | |
|--|---|--|
| University of Applied Sciences Cologne Campus Gummersbach Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirt. Ing. (FH) G. Danielak | <h1>Prüfung 2007-2_2</h1> <h2>Aufgabe ET4</h2> | <h1>Lösung</h1> Seite-07 Stand: 19.03.2006; R0 |
|--|---|--|

Der Eingang dieser Schaltung liegt am Emitter an, der Ausgang ist am Kollektor angeschlossen. Damit ist diese Schaltung eine Basisschaltung, denn die Basis ist weder am Eingang noch am Ausgang angeschlossen. Deutlicher sieht man dies, wenn man das Wechselstromersatzschaltbild erstellt und je eine Spannung direkt vor und hinter den Transistor einzeichnet.



Die Spannung \underline{U}_1 liegt zwischen Emitter und Basis, die Spannung \underline{U}_2 zwischen Kollektor und Basis. Daher ist dies eine Basisschaltung.

Die mit C_∞ gekennzeichneten Kapazitäten sind für den Wechselstrom fast wie ein Kurzschluss. Daher entfallen sie aus dem Wechselstromersatzschaltbild. Die Induktivität L_∞ wirkt wie ein unendlich großer Widerstand. Aus diesem Grund bleiben die Klemmen offen und die Induktivität wird nicht eingezeichnet. Der Widerstand R_B wird durch die parallel zu ihm liegende Kapazität von Basis nach Masse wechselstrommäßig kurzgeschlossen.

Zuerst überträgt man alle Einsen und Nullen in das KV-Diagramm. Anschließend werden die übrig gebliebenen Felder mit einem „*“ ausgefüllt – sie stellen die so genannten „don't care-Terme“ dar.

| | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| S | A | \bar{A} | | |
| B | 0 | 1 | 1 | * |
| | * | 1 | * | 0 |
| D | * | * | 1 | 0 |
| \bar{B} | 1 | 0 | 1 | * |
| | \bar{C} | C | \bar{C} | |

Für das blaue Feld wäre ebenfalls die gestrichelte Lösung möglich gewesen. Somit lautet die vereinfachte Lösung für S:

$$S = \underbrace{(\bar{A} \wedge C)}_{\text{rot}} \vee \underbrace{(B \wedge C)}_{\text{grün}} \vee \underbrace{(A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C})}_{\text{blau}}$$

Die dazugehörige Schaltung sieht wie folgt aus:

