


Probe zur Lösung der Berechnungsbeispiele BB_6.x:

Allgemeine Hinweise:

Eine zusätzliche Simulation ausgewählter Schaltungen der BB 6.x mit **PSpICE** soll eine Kontrolle der Lösungen des Lehrbuchs ermöglichen und den Bearbeiter der Berechnungsbeispiele (**nach** dem Durchrechnen) zum Nachvollziehen und zur Diskussion dieser Simulationsergebnisse anregen.

Die zur Simulation eingesetzten Bauelemente mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie müssen durch Variation der Modellparameter [*Edit* → *Model..* → *Edit Instance Model* (Text)..] an die jeweilige Aufgabenstellung angepasst werden. Entsprechende Hinweise dazu finden Sie in [14]: 

Anmerkung:

Das Lehrbeispiel LB 6.1 wird in [14] (vgl. Simulationsbeispiel 2.7) ausführlich mit Zahlenwerten behandelt. Bild 6.0 zeigt die dazu verwendete Simulationsschaltung.

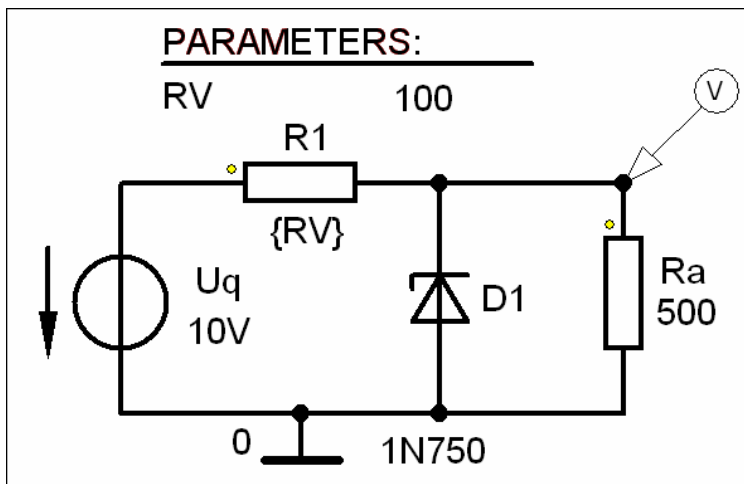


Bild BB 6.0: Simulation einer Stabilisierungsschaltung mit der Z-Diode 1N750



Hinweis:

Weitere Informationen zur Durchführung von PSpICE-Simulationen finden Sie unter:

[14] Ose, R.: Elektrotechnik für Ingenieure. Bauelemente und Grundschaltungen mit PSpICE.
– München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2007

BB 6.1: Einstellung eines Arbeitspunktes

Zunächst wird der Arbeitspunkt AP_H (1 A; 3 V) für P_H = 3 W eingestellt (Bild BB 6.1_1).

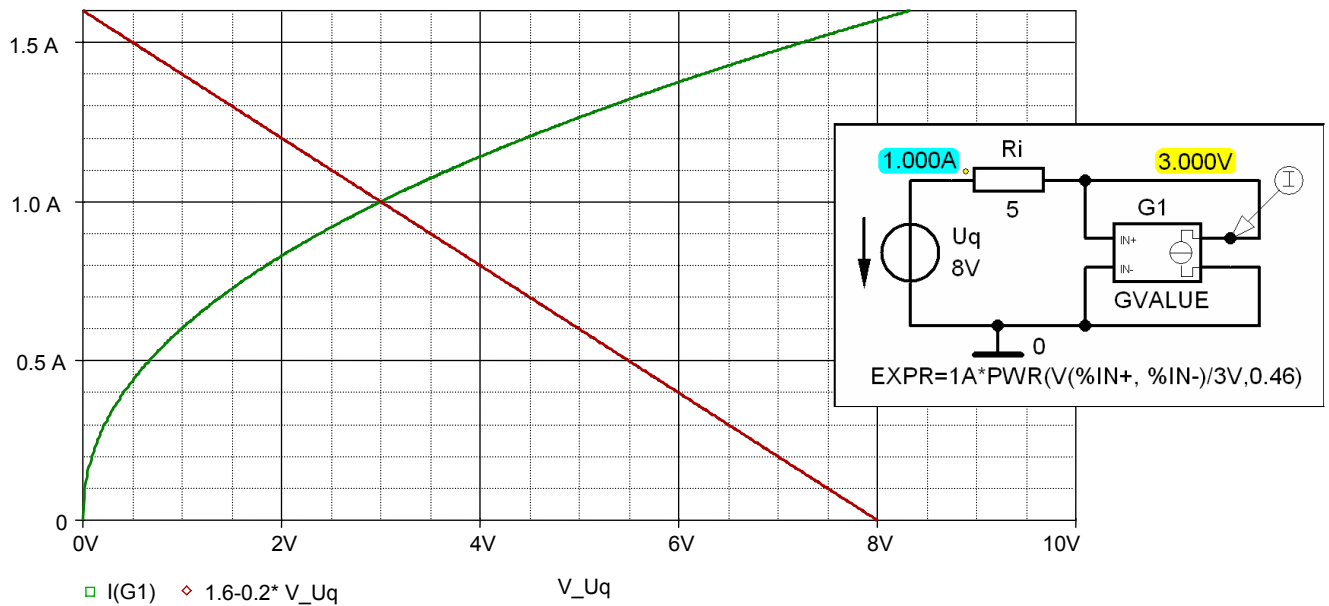


Bild BB 6.1_1: Simulationsschaltung mit Kennliniendarstellung für AP_H

Zur Einstellung des Arbeitspunktes AP_H* (0,6 A; 1 V) für P_H* = 0,6 W sind zwei Varianten möglich. Bild BB 6.1_2 zeigt die Veränderung des Anstieges der Quellenkennlinie durch Vergrößerung des Innenwiderstandes der Quelle.

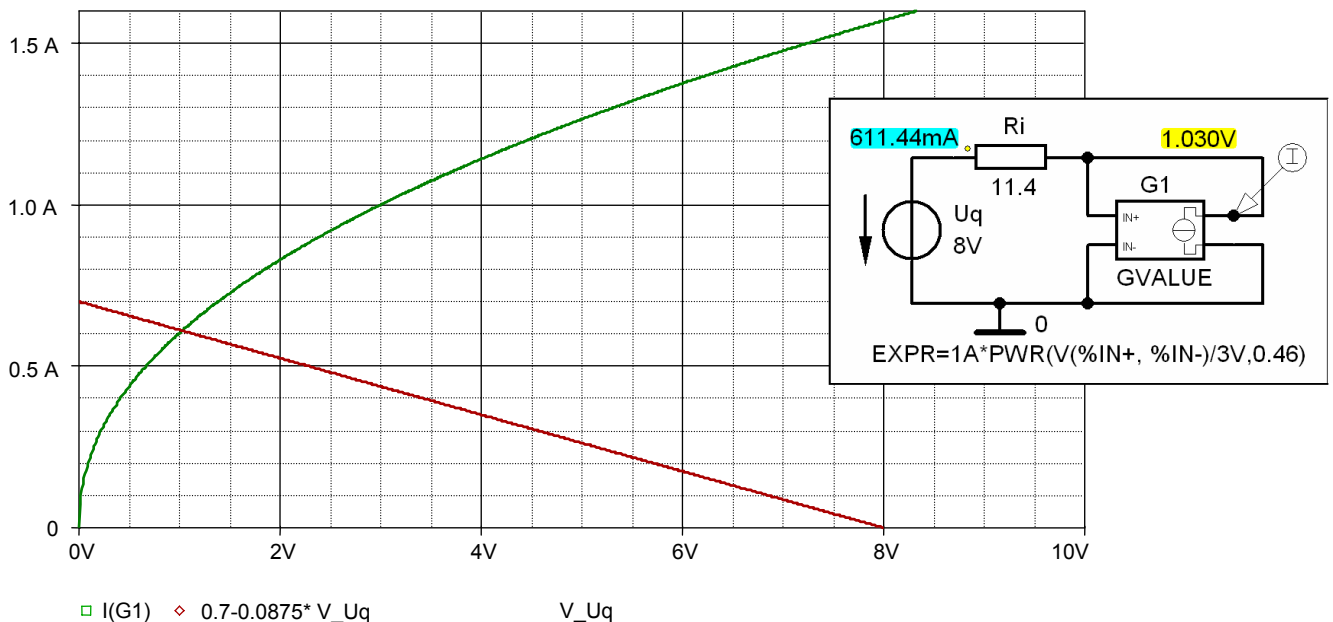


Bild BB 6.1_2: Simulationsschaltung mit Kennliniendarstellung für AP_H* (Veränderung von R_i)

Bild BB 6.1_3 zeigt die Veränderung des Anstieges der Quellenkennlinie durch Absenkung der Quellenspannung.

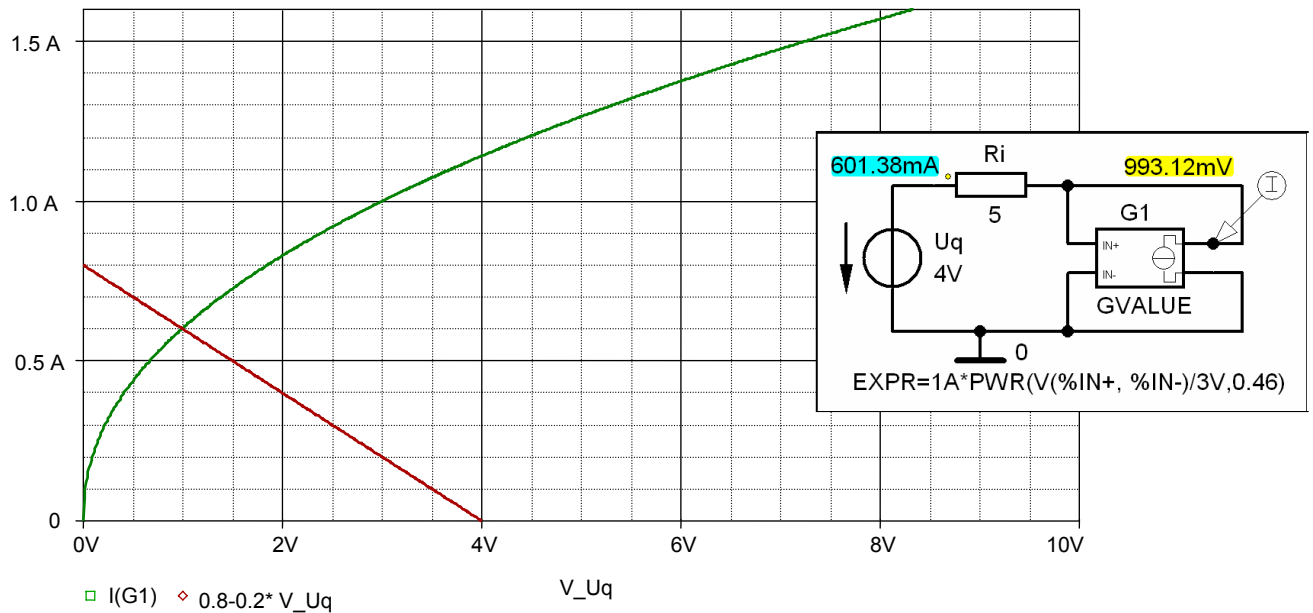


Bild BB 6.1_3: Simulationsschaltung mit Kennliniendarstellung für AP_H^* (Veränderung von U_q)

Zusatzaufgabe: Lösen Sie dieses Berechnungsbeispiel für folgende Werte:

$$U_q = 9 \text{ V}; R_i = 6 \text{ } \Omega; P_H^* = 1,65 \text{ W}$$

Lösung: $P_H \approx 3 \text{ W}; R_i^* \approx 8,3 \text{ } \Omega; U_q^* \approx 7 \text{ V}$

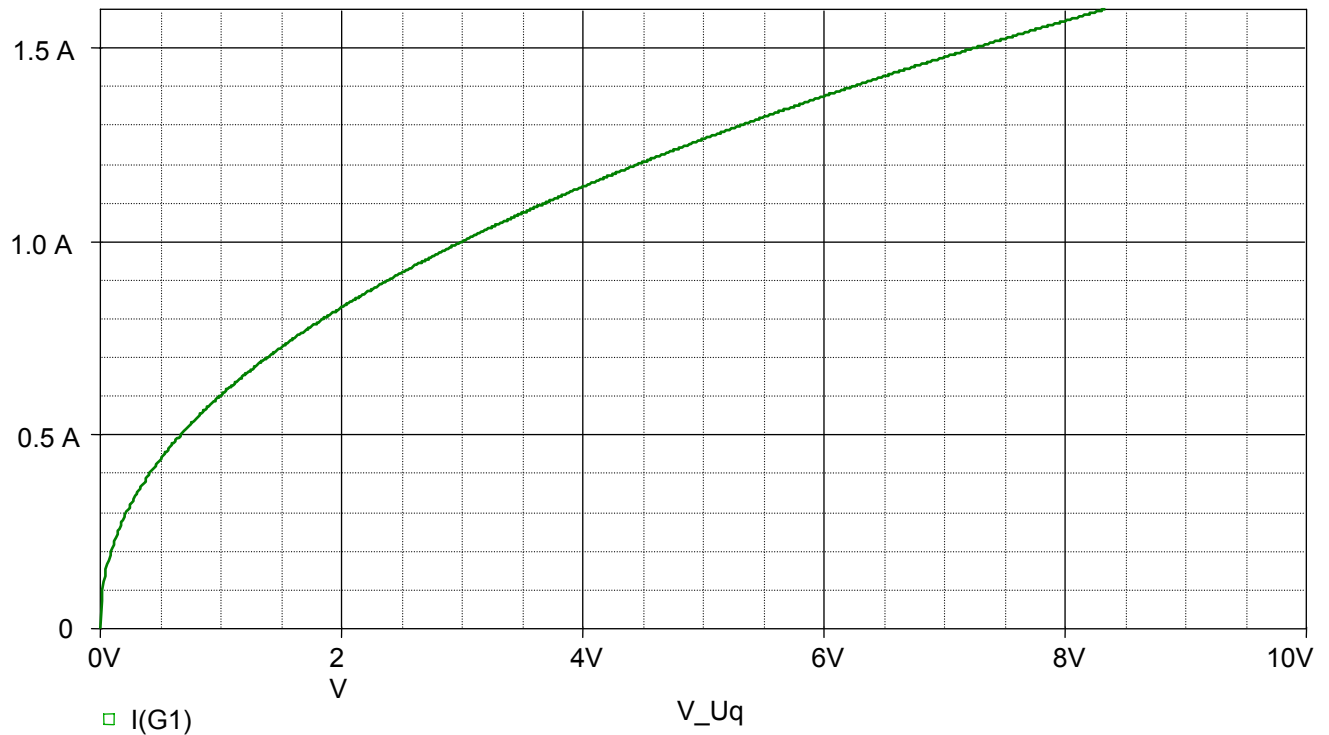


Bild BB 6.1_4: Glühlampenkennlinie für die Zusatzaufgabe BB 6.1.Z

BB 6.2: Arbeitspunkt einer Diode

Da beide Dioden im gleichen Arbeitspunkt betrieben werden, ist die Simulation gemäß Bild 6.2_1 ausreichend. Für den Arbeitspunkt beider Dioden gilt: $AP_D \approx (50 \text{ mA}; 0,6 \text{ V})$.

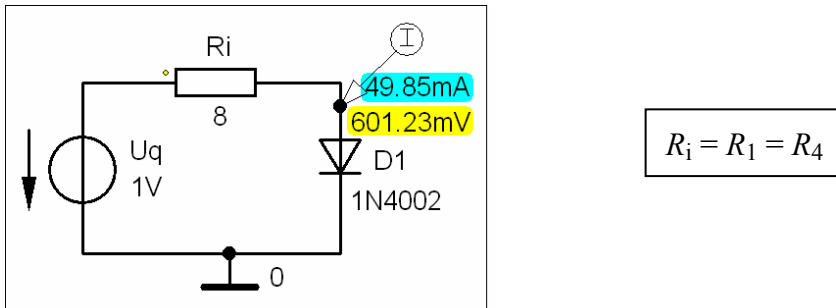


Bild BB 6.2_1: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer Arbeitspunkt-Analyse zum BB 6.2

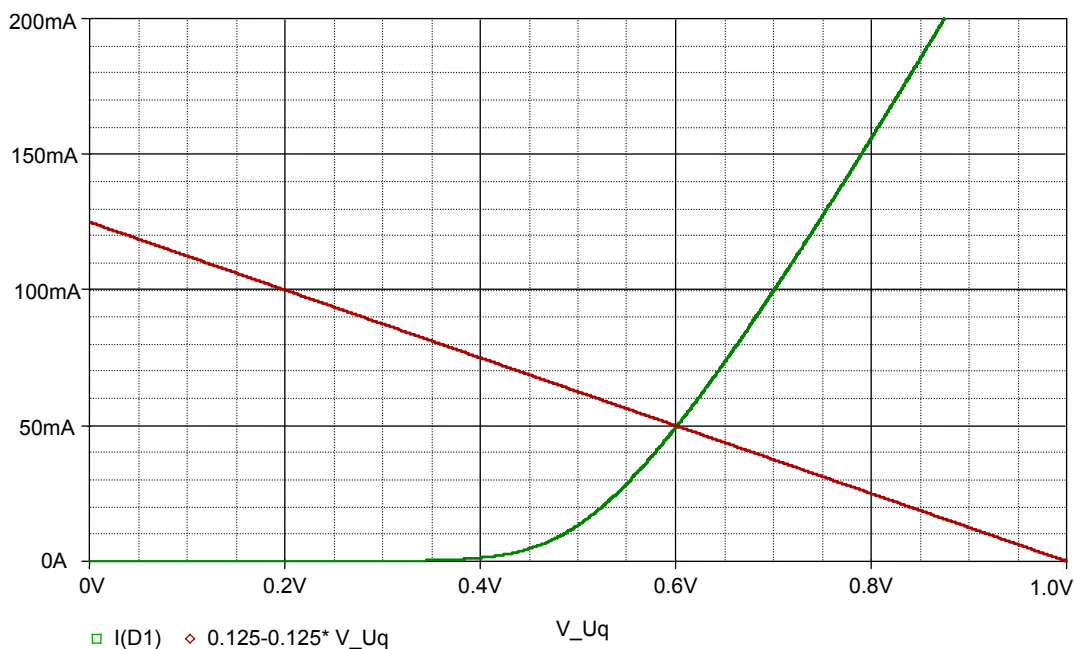


Bild BB 6.2_2: Kennlinie der Diode mit der Arbeitspunkt-Einstellung zum BB 6.2

Zusatzaufgabe: Lösen Sie dieses Berechnungsbeispiel für folgende veränderte Aufgabenstellung:

Geg.: $U_q = 1 \text{ V}; P_D^* = 700 \text{ mW}$ Ges.: R_i^* für AP_D^*

Lösung: $AP_D^* \approx (100 \text{ mA}; 0,7 \text{ V}), R_i^* \approx 3 \Omega$

BB 6.3: Leistungsaufnahme einer Glühlampe

Da beide Glühlampen im gleichen Arbeitspunkt betrieben werden, ist die Simulation gemäß Bild 6.3_1 ausreichend. Für den Arbeitspunkt beider Glühlampen gilt: $AP_{H1} \approx (600 \text{ mA}; 3 \text{ V})$.

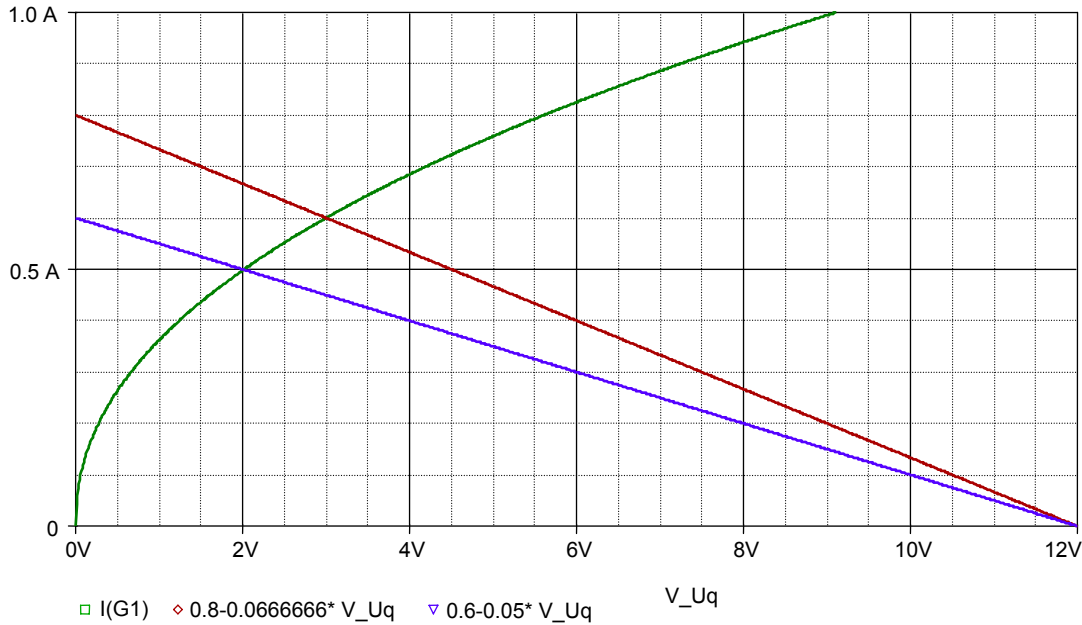


Bild BB 6.3_1: Kennlinie der Glühlampe mit den Arbeitspunkt-Einstellungen zum BB 6.3

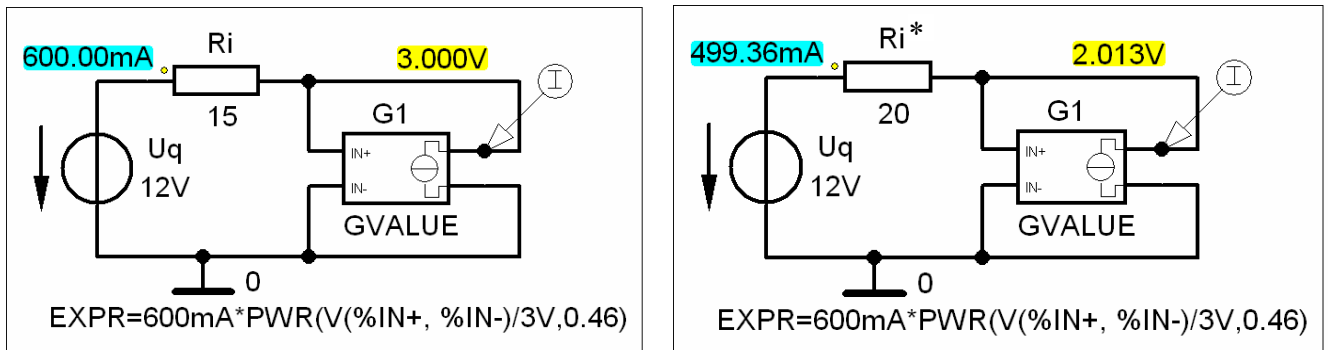


Bild BB 6.3_2: Ergebnisse der Arbeitspunkt-Analysen zum BB 6.3

links: für $P_H = 1,8 \text{ W}$

rechts: für $P_H^* = 1 \text{ W}$

$R_i = R$ und $R_i^* = R^*$

Zusatzaufgabe: Lösen Sie dieses Berechnungsbeispiel für folgende veränderte Aufgabenstellung:
 Auf welchen Wert R_i^{**} müsste der Innenwiderstand im Bild BB 6.3_2 verändert werden, damit in der Glühlampe eine Leistung von $P_H^{**} = 5 \text{ W}$ umgesetzt wird?

Geg.: $U_q = 12 \text{ V}; P_H^{**} = 5 \text{ W}$

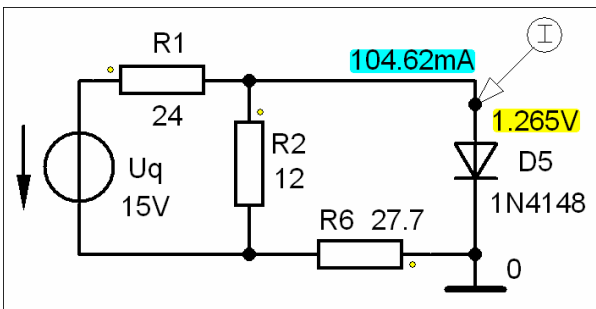
Ges.: R_i^{**} für AP_H^{**}

Lösungshinweis: Leistungshyperbel einzeichnen!

Lösung: $AP_D^* \approx (100 \text{ mA}; 0,7 \text{ V}), R_i^* \approx 3 \Omega$

BB 6.4: Arbeitspunkt-Einstellung mit einem Spannungsteiler

Zunächst wird die Schaltung in der Schalterstellung b simuliert.



Der Arbeitspunkt der Diode weicht nur geringfügig von der grafischen Lösung im Lehrbuch ab: $AP_{D5} \approx (105 \text{ mA}; 1,27 \text{ V})$
 Grund: Idealisierte Kennlinie im Lehrbuch und nachgebildete Kennlinie in PSPICE (Variation von Modell-Parametern).

Bild BB 6.4_1: Ergebnisse der Arbeitspunkt-Analyse für die Schalterstellung b im BB 6.4

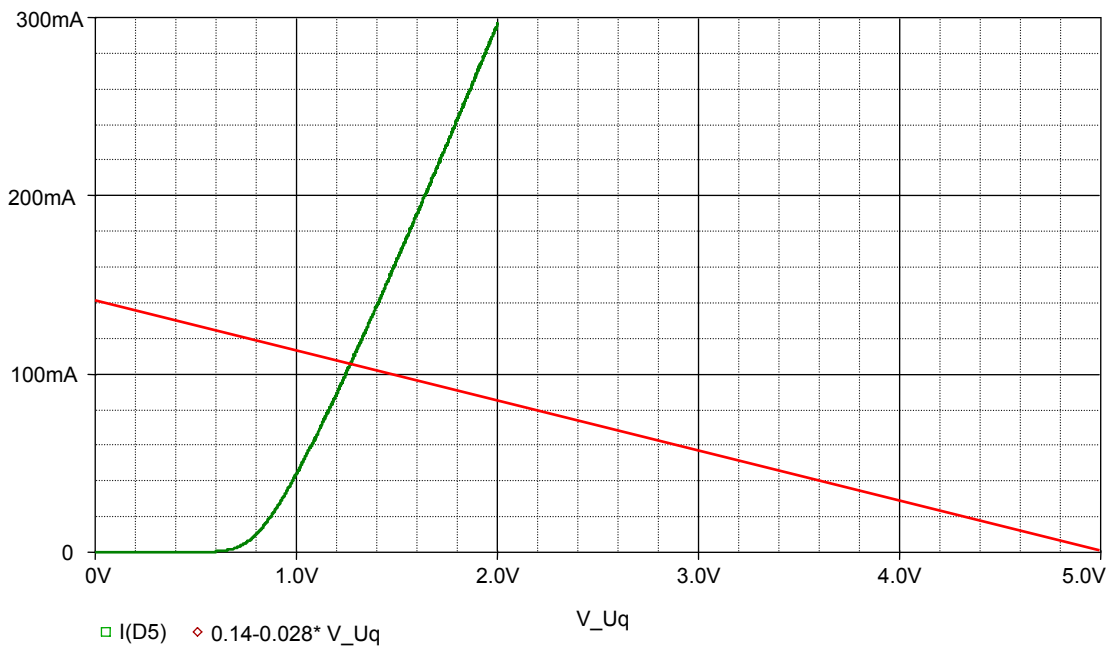
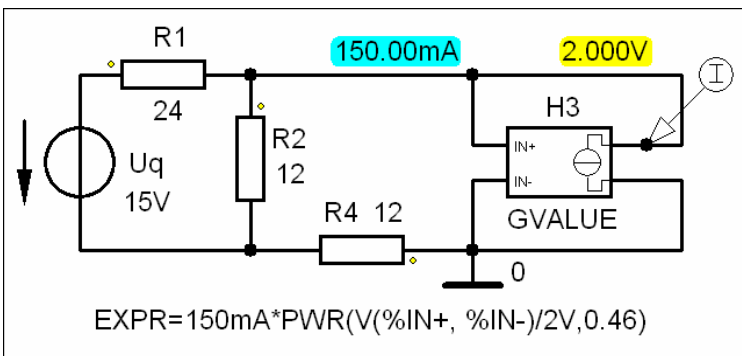


Bild BB 6.4_2: Kennlinie der Diode mit der Arbeitspunkt-Einstellung im Falle b im BB 6.4

Nun wird die Schaltung in der Schalterstellung c simuliert.



Der Arbeitspunkt der Glühlampe stimmt mit der grafischen Lösung im Lehrbuch überein: $AP_{H3} = (150 \text{ mA}; 2 \text{ V})$
 Grund: Die in PSPICE mit der spannungsgesteuerten Stromquelle GVALUE nachgebildete Kennlinie kann über EXPR exakt auf den erforderlichen Wert eingestellt werden.

Bild BB 6.4_3: Ergebnisse der Arbeitspunkt-Analyse für die Schalterstellung c im BB 6.4

Bild BB 6.4_4 zeigt die Kennlinie der Glühlampe mit der Quellenkennlinie zur Einstellung des Arbeitspunktes AP_{H3} .

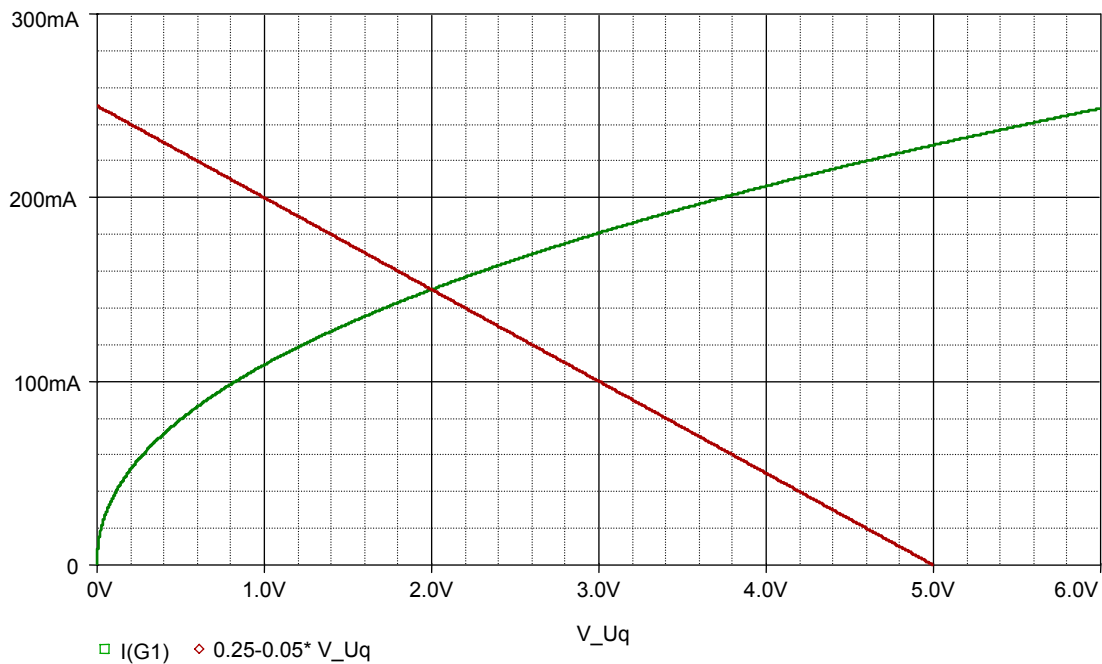


Bild BB 6.4_4: Kennlinie der Glühlampe mit der Arbeitspunkt-Einstellung im Falle c im BB 6.4

Zusatzaufgabe: Lösen Sie dieses Berechnungsbeispiel für folgende veränderte Aufgabenstellung:
 Welche Leistungen werden in der Diode und in der Glühlampe umgesetzt, wenn man die Werte der Widerstände wie folgt verändert (*):

Geg.: $U_q = 15 \text{ V}$; $R_1^* = 15 \text{ } \Omega$; $R_2^* = 10 \text{ } \Omega$; $R_4^* = 14 \text{ } \Omega$; $R_6^* = 24 \text{ } \Omega$

Ges.: AP_{H3}^* und AP_{D5}^* sowie P_3^* und P_5^*

Lösung: $AP_{H3}^* \approx (170 \text{ mA}; 2,6 \text{ V})$, $P_3^* \approx 440 \text{ mW}$

$AP_{D5}^* \approx (152 \text{ mA}; 1,43 \text{ V})$, $P_5^* \approx 217 \text{ mW}$

Verständnisfrage: Wie kann man die Quellenkennlinie zur Einstellung des Arbeitspunktes AP_{D5}^* in das Bild BB 6.4_2 einzeichnen, wenn sich der Innenwiderstand verändert hat (also ein anderer Anstieg im Vergleich zum Bild BB 6.4_2) und die neue Leerlaufspannung außerhalb der Skalierung der Abszissenachse liegt?

Die maßstäbliche Verlängerung der Abszissenachse wäre eine triviale Variante. Welche Möglichkeiten gibt es noch?

BB 6.5: Ersatz-Kennlinie einer Reihenschaltung

Zunächst wird nur die Kennlinie der Diode simuliert (siehe Bild BB 6.5_1).

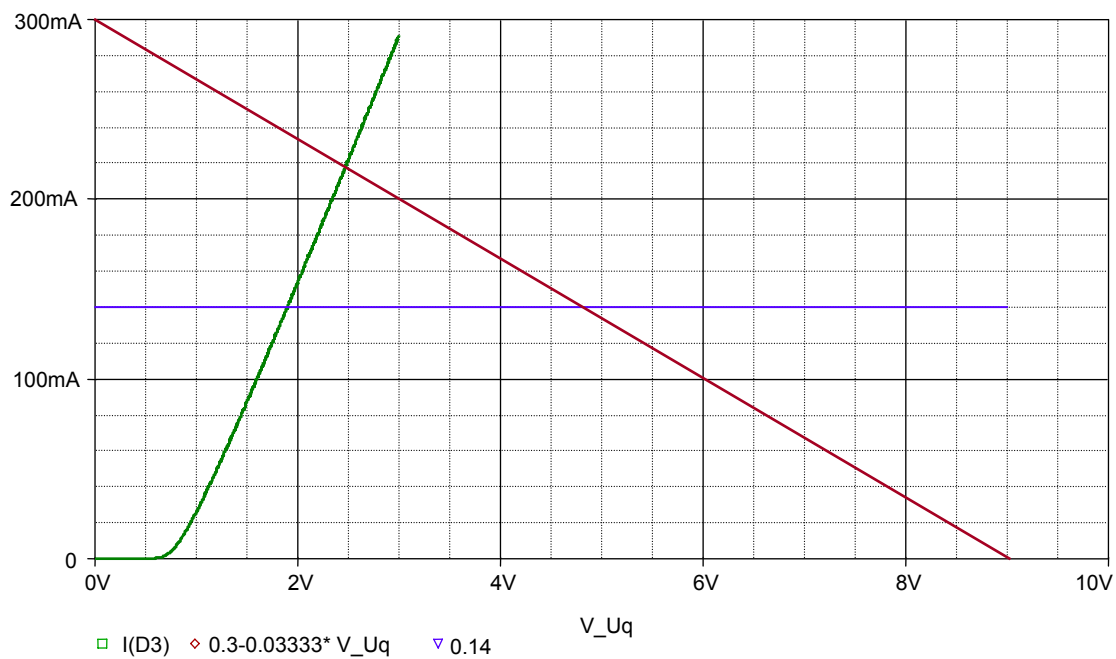


Bild BB 6.5_1: Kennlinie der Diode mit der Quellenkennlinie des BB 6.5

Bild BB 6.5_2 zeigt die Kennlinie der Glühlampe.

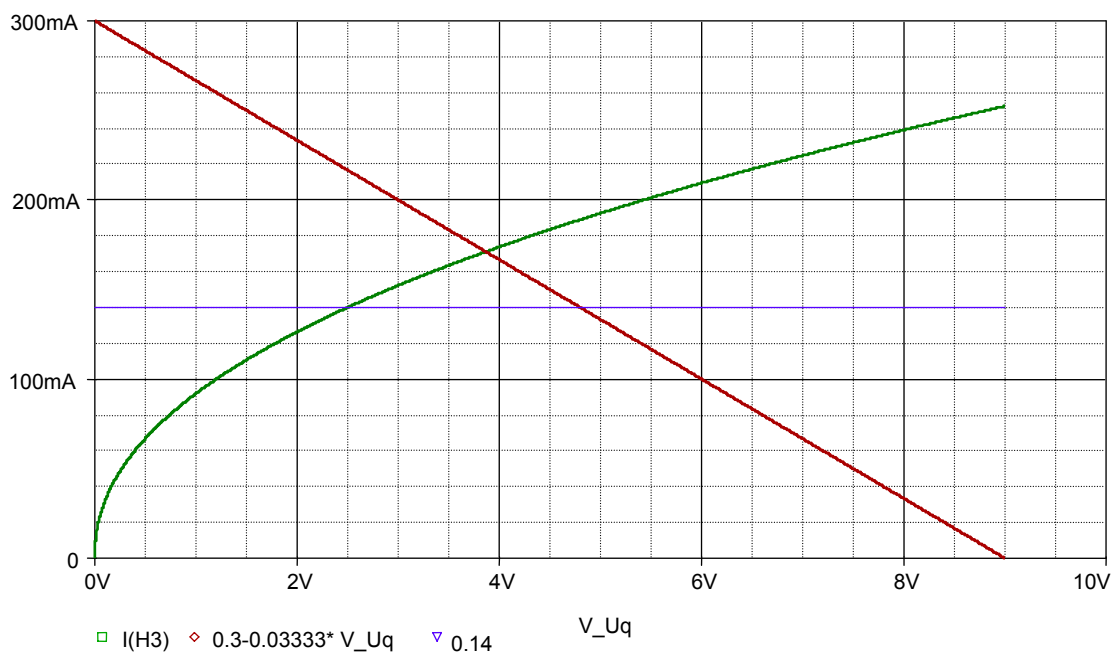


Bild BB 6.5_2: Kennlinie der Glühlampe mit der Quellenkennlinie des BB 6.5

Bild BB 6.5_3 zeigt schließlich die resultierende Kennlinie der Reihenschaltung von Diode und Glühlampe. Der Kennlinienbereich unterhalb der Schleusenspannung der Diode führt zu einem fehlerhaften Simulationsergebnis und wurde aus diesem Grund ausgeblendet.

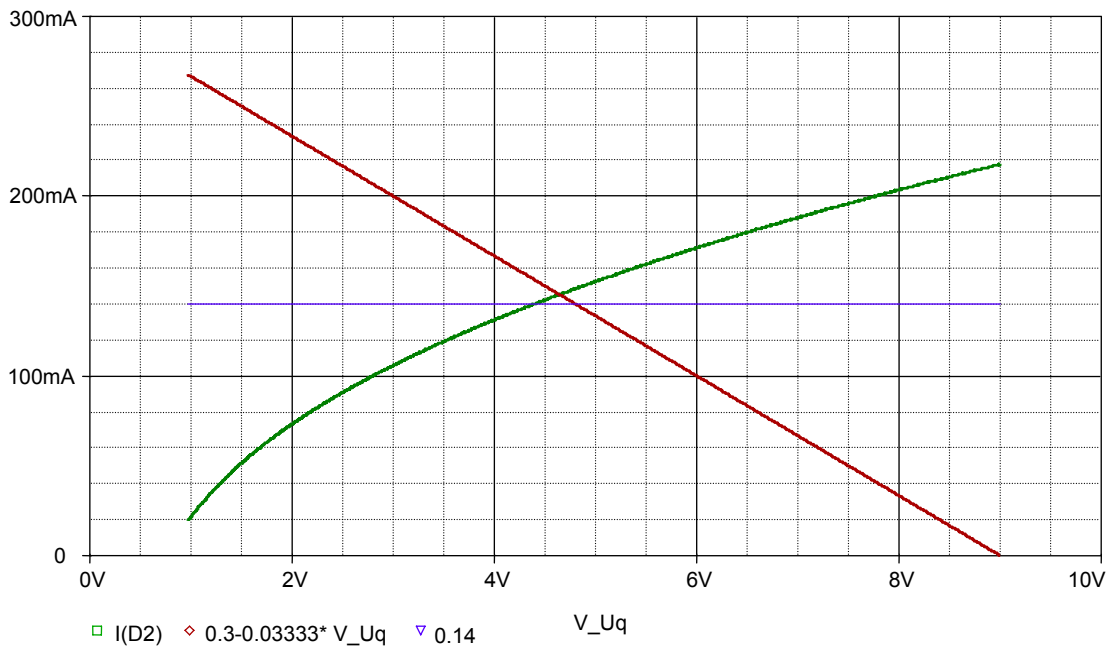


Bild BB 6.5_3: Resultierende Kennlinie der Reihenschaltung mit der Arbeitspunkt-Einstellung des BB 6.5

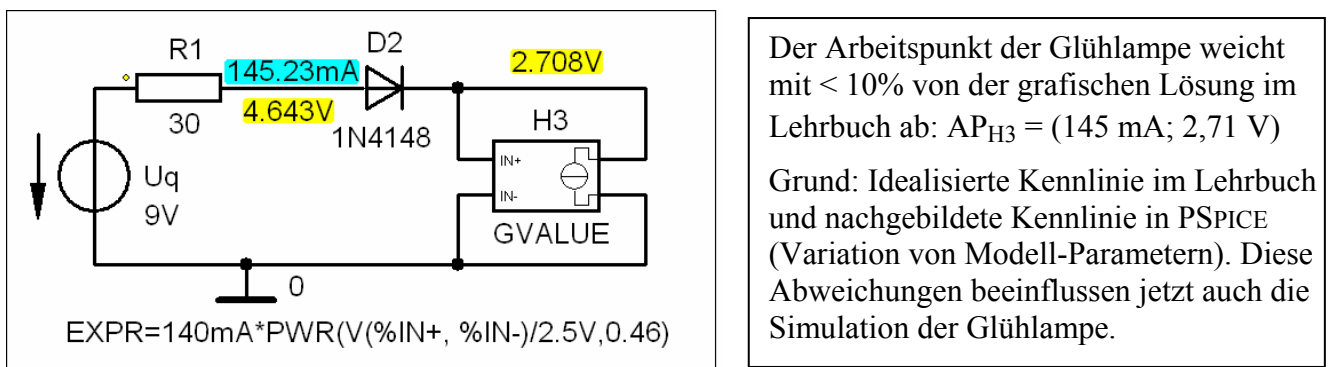


Bild BB 6.5_4: Ergebnisse der Arbeitspunkt-Analyse zum BB 6.5

Zusatzaufgabe: Lösen Sie dieses Berechnungsbeispiel für folgende veränderte Aufgabenstellung:

- Wie verändert sich der Leistungsumsatz in der Glühlampe, wenn:
- die Quellenspannung auf $U_{qa} = 10 \text{ V}$ ($R_{ia} = R_i = 30 \text{ } \Omega$) erhöht wird?
 - der Innenwiderstand auf $R_{ib} = 45 \text{ } \Omega$ ($U_{qb} = U_q = 9 \text{ V}$) vergrößert wird?

Ges.: AP_a (RS), AP_{Ha} und P_{Ha} sowie AP_b (RS), AP_{Hb} und P_{Hb}

Lösung: AP_a (RS) \approx (160 mA; 5,25 V), $AP_{Ha} \approx$ (160 mA; 3,3 V), $P_{Ha} \approx$ 528 mW
 AP_b (RS) \approx (120 mA; 3,6 V), $AP_{Hb} \approx$ (120 mA; 1,8 V), $P_{Hb} \approx$ 216 mW

Verständnisfrage: Warum führt die Simulation der resultierenden Kennlinie der Reihenschaltung unterhalb der Schleusenspannung der Diode zu einem fehlerhaften Simulationsergebnis?