

Aufgabe 1) *Arbeitspunkt, Lastgerade, Linearisierung um den Arbeitspunkt.*

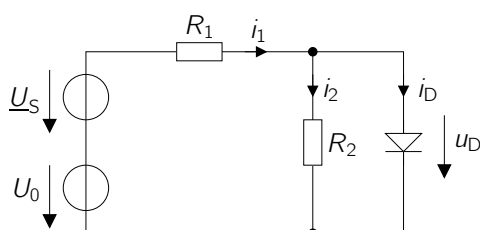


Abbildung 1: Schaltung.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 1. Diese enthält eine Gleichspannungsquelle U_0 , eine Wechselspannungsquelle \underline{U}_S sowie eine Diode. Für die Diode gilt

$$i_D = I_S \left(e^{\frac{u_D}{n_D U_T}} - 1 \right) \quad (1)$$

$$\text{mit } I_S = 2,5 \text{ nA}, \quad n_D = 1,75, \quad U_T = 26 \text{ mV}. \quad (2)$$

Die zu der Gleichung gehörende Kennlinie ist in Abb. 2 gezeigt.

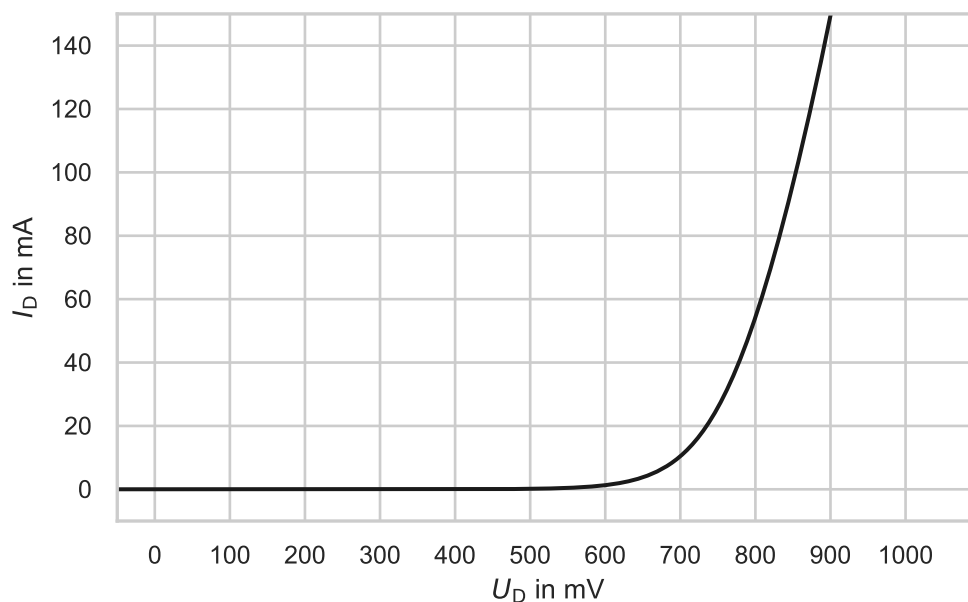


Abbildung 2: Kennlinie der Diode.

Für die folgenden Aufgabenteile wird die Wechselspannungsquelle \underline{U}_S zu null gesetzt.

- a) Stellen Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Spannung U_D an der Diode in Abhängigkeit von U_0 , R_1 , R_2 , I_S , n_D und U_T (aber nicht von I_D !) auf.
Hinweis: Sie brauchen die Gleichung nicht zu lösen. Dies ist algebraisch nicht möglich.
- b) Stellen Sie eine Gleichung für die Lastgerade der Schaltung *ohne die Diode* für den Zusammenhang zwischen U_D und I_D auf.
Tipp: Formen Sie das Netzwerk dazu zunächst in eine äquivalente Ersatzspannungsquelle mit der Diode als Last um.
- c) Es gelte ab nun $R_1 = 80 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$ und $U_0 = 5 \text{ V}$. Zeichnen Sie für diese Werte die Lastgerade in die gegebene Diodenkennlinie aus Abb. 2 ein und bestimmen Sie auf diese Weise I_D und U_D im Arbeitspunkt.
- d) Prüfen Sie mithilfe einer Simulation (z. B. mit LTSpice), ob das Ergebnis stimmt. Verwenden Sie für die Diode den Typ 1N4148.

Das in den vorangegangenen Aufgabenteilen erhaltene Ergebnis für die Spannung U_D an der Diode und den Strom I_D durch die Diode entspricht ihrem Arbeitspunkt U_{D0} , I_{D0} . Im Folgenden sei die Wechselspannungsquelle \underline{U}_S ungleich null. Die Amplitude $|\underline{U}_S|$ soll klein sein gegenüber der Gleichspannung U_0 .

- e) Linearisieren Sie die Kennlinie der Diode nach Gleichung 1 mithilfe einer Taylor-Reihe um ihren Arbeitspunkt U_{D0} , I_{D0} .
- f) Durch welches Ersatzschaltbild kann die so linearisierte Diode dargestellt werden?
- g) Zeichnen Sie das gesamte Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung aus Abb. 1, indem sie das zuvor ermittelte Ersatzschaltbild der Diode einsetzen.
- h) Berechnen Sie die (Wechsel-)Spannung \underline{U}_D an der Diode in Abhängigkeit von \underline{U}_S für die gegebenen Bauelementwerte und den gewählten Arbeitspunkt aus den vorherigen Aufgabenteilen.
- i) Prüfen Sie das Ergebnis mithilfe einer *AC-Simulation* nach.
- j) Prüfen Sie das Ergebnis auch mithilfe einer *transienten Simulation* nach und variieren Sie dabei die Amplitude der Wechselspannung \underline{U}_S . Was zeigt sich dabei für die Gültigkeit des Ergebnisses?

Besprechung des Blatts: 08.05.2019.