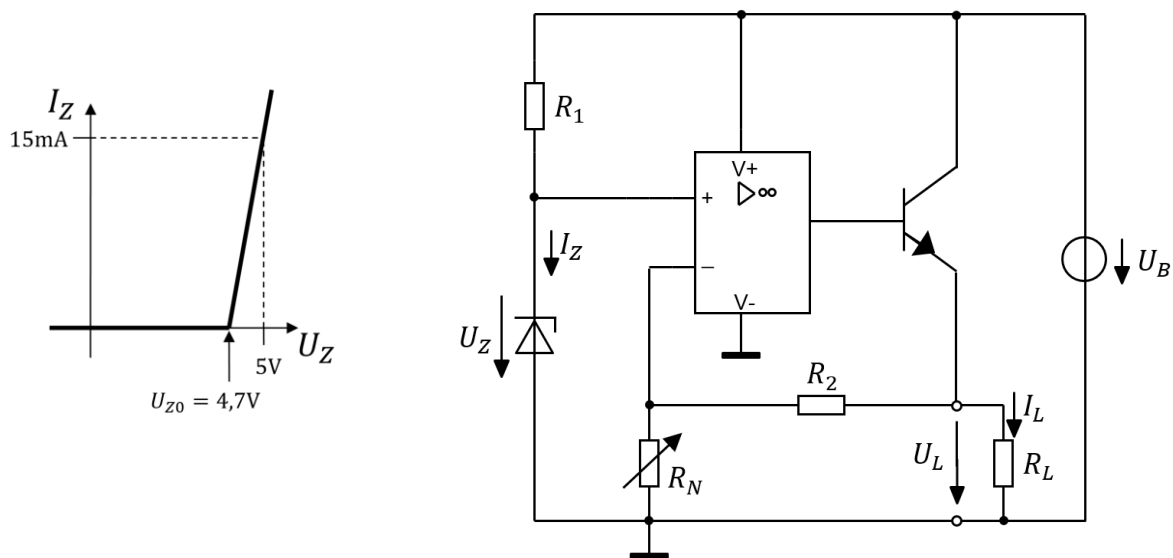


Studiengruppe:	Eingegangen am:	Protokollführer/in:
Übungstag:		Weitere Übungsteilnehmer:
Dozent:		

Spannungsregler – theoretische Berechnung

Die folgend dargestellte Schaltung dient zur Herstellung einer konstanten Lastspannung von $U_L = 10\text{ V}$. Der Operationsverstärker kann als ideal angenommen werden. Die Basis-Emitterspannung des Transistors beträgt $0,6\text{ V}$ und seine Stromverstärkung 200 . Für die Z-Diode gelte die gezeigte Kennlinie. Als weitere Werte sind $R_1 = 2,2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 100\text{ k}\Omega$ und $U_B = 20\text{ V}$ vorgegeben. Für den Lastwiderstand kann zunächst $R_L = \infty$ (offener Ausgang) angenommen werden.



- Kann am Eingang des Operationsverstärkers ein virtueller Kurzschluss angenommen werden? [ja] Begründen Sie Ihre Antwort.
- Wie groß ist der differentielle Widerstand r_z der Z-Diode im Durchlassbereich? [$r_z = 20\ \Omega$]
- Berechnen Sie die Spannung U_Z über der Z-Diode. [$U_Z = 4,838\text{ V}$]
- Welchen Widerstandswert R_N muss man einstellen, um die angestrebte Ausgangsspannung von $U_L = 10\text{ V}$ zu erhalten? [$R_N = 93,717\text{ k}\Omega$]
- Wie groß ist die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers in diesem Fall? [Ergebnis: $10,6\text{ V}$]
- Geben Sie den funktionalen Zusammenhang $U_L = f(U_B, U_{Z0}, R_1, r_z, R_N, R_2)$ allgemein an, d. h. die Lastspannung als Funktion der in der Klammer angegebenen Größen (ohne Einsetzen von Zahlenwerten). [$U_L = \left(U_{Z0} + r_z \cdot \frac{U_B - U_{Z0}}{R_1 + r_z} \right) \cdot \frac{R_N + R_2}{R_N}$ oder alternativ $U_L = \left(U_B - R_1 \cdot \frac{U_B - U_{Z0}}{R_1 + r_z} \right) \cdot \frac{R_N + R_2}{R_N}$]
- Geben Sie die Ableitung dU_L/dU_B an. Um wieviel Millivolt ändert sich die Lastspannung U_L , wenn die Betriebsspannung U_B um 1 V variiert wird? [$\frac{dU_L}{dU_B} = 18,6\text{ mV/V}$]
- R_L werde nun reduziert, so dass ein Laststrom I_L fließt. Welcher minimale Wert für R_L ist noch zulässig, wenn die an der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors erzeugte Verlustleistung maximal $P_{CE,max} = 1\text{ W}$ betragen darf? [$R_{L,min} = 100\ \Omega$]
 Tipp: Nehmen Sie für eine einfachere Rechnung an, dass erstens der Emitterstrom des Transistors gleich dem Kollektorstrom ist und zweitens der Querstrom durch R_2 gegenüber dem Laststrom vernachlässigt werden kann. Warum sind diese beiden Annahmen plausibel?