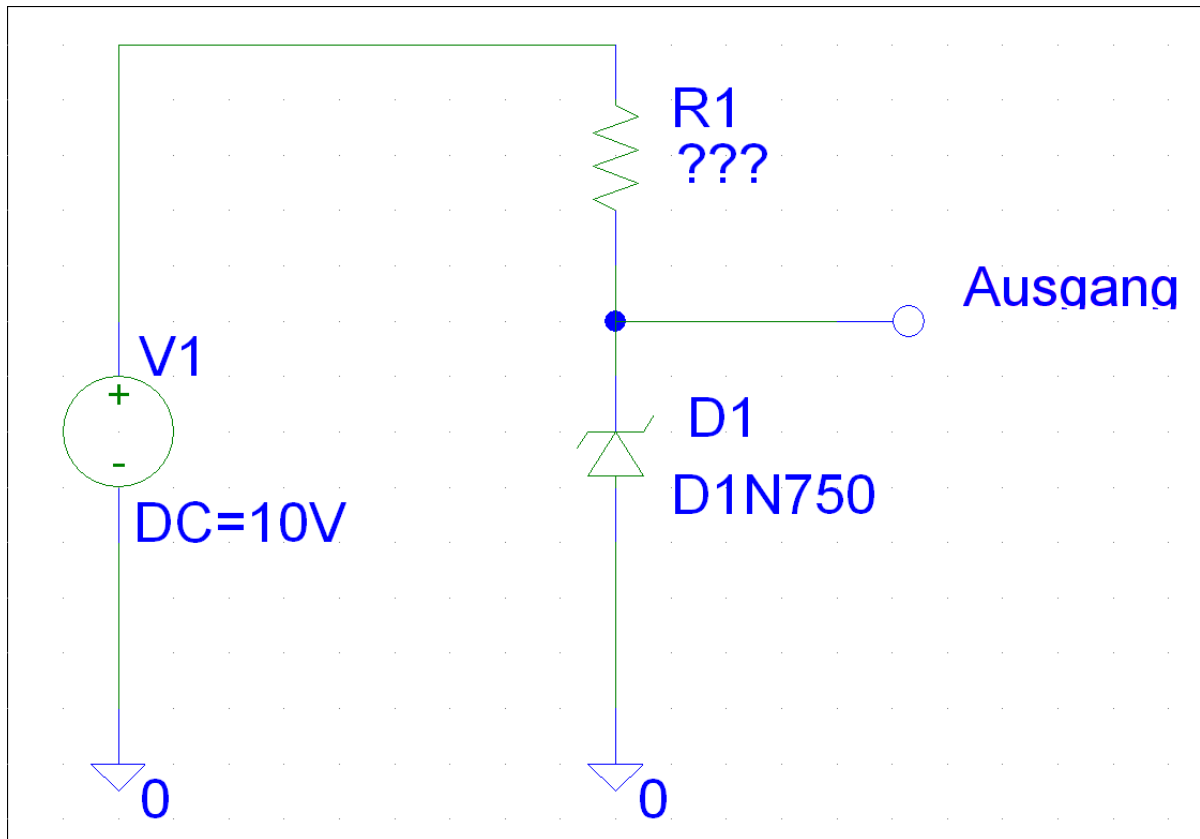


**Dokumentieren Sie die Ergebnisse schriftlich und bringen Sie dieses Dokument für die Besprechung mit bzw. geben Sie dieses Dokument (Bevorzugt als PDF-Version) im Workspace-Archiv mit ab.**

**Fassen Sie alle Dateien für diese Aufgabe in einem Workspace-Archiv zusammen (Ergebnisdateien (xxx.dat) evtl. vorher löschen!) und geben Sie diese Datei per SFTP ab.**

**Beispiel 1)**

Wie groß darf in der obigen Schaltung der Widerstand R1 maximal gewählt werden, damit sich die von der Zenerdiode stabilisierte Spannung bei einer Last an diesem Knoten von 3 mA im Temperaturbereich 0 bis +100 °C um nicht mehr als 2 % ändert (Bezugsspannung ist die Spannung bei Leerlauf am Ausgang d. h. kein Strom)? Wie stark schwankt die Ausgangsspannung im gleichen Temperaturbereich, wenn für R1 ein Widerstand aus der Reihe E96 verwendet wird, der einen linearen Temperaturkoeffizienten  $TC1 = -800 \text{ ppm/K}$  hat?

Bestimmen Sie für den Nominalwert des Widerstandes R1 den differentiellen Ausgangswiderstand der Schaltung bei einer Temperatur von 27 °C. Wie stark ändert sich dieser differentielle Ausgangswiderstand, wenn die Spannung V1 zwischen 7 und 13 V geändert wird.

**Beispiel 2)**

Ermitteln Sie für einen RC-Bandpass (bestehend aus zwei gleich großen Widerständen  $R$  und zwei gleich großen Kapazitäten  $C$ ) den Widerstand (Toleranzreihe E96,  $TC1 = -2 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ ) durch Simulation, so dass sich bei nominellen Widerstands- und Kapazitätswerten und einer Temperatur von  $27^{\circ}\text{C}$  eine Resonanzfrequenz von ca. 100 kHz ergibt.  $C = 22 \text{ nF}$  (15 % Toleranz,  $TC1 = -3 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ ). Ermitteln Sie mit einer Worst Case Analyse und mit einer Monte Carlo Analyse, wie die Toleranzen der Kapazitäten und Widerstände die Resonanzfrequenz im Temperaturbereich von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+100^{\circ}\text{C}$  beeinflussen. Bei welchen Realisierungsrandbedingungen der Filterschaltung ist es sinnvoll, die *dev*-Toleranz und bei welchen die *lot*-Toleranz bei den Bauelementemodellen zu verwenden?

**Beispiel 3)**

Wie hoch ist die 3-db-Grenzfrequenz des als Spannungsfolger geschalteten Operationsverstärkers LM324 (Versorgung  $\pm 12 \text{ V}$ , Ausgangslast  $R = 20 \text{ k}\Omega$ )? Ermitteln Sie den Wert aus dem Bodediagramm. Bis zu welcher Frequenz kann man ihn mit einer Total Harmonic Distortion ( $\sim$  Klirrfaktor) kleiner 1% bei einer sinusförmigen Ansteuerung mit  $1 \text{ V}_{\text{SS}}$  verwenden? Wie schaut das Ausgangssignal bei der aus dem Bodediagramm ermittelten Grenzfrequenz im Zeitbereich aus? Ermitteln Sie das Bodediagramm des Spannungsfolgers auch unter Verwendung des Modells LM324/NS. Vergleichen Sie die Simulationsergebnisse und die beiden Modelle für den LM324 miteinander (LM324 in der Library *eval.lib* und LM324/NS in der Library *nat\_semi.lib*, die in der Datei *biblio.zip* enthalten ist).

**Beispiel 4)**

Ermitteln Sie durch Simulation für ein Transmission-Gate im eingeschalteten Zustand den Verlauf des on-Widerstandes als Funktion der geschalteten Spannung ( $V_{\text{in}}$  liegt zwischen 0 V und 5 V). Das Transmission-Gate besteht aus Transistoren (n-Kanal MOSFET, p-Kanal MOSFET) mit identen Abmessungen ( $W = 50 \mu\text{m}$ ;  $L = 3 \mu\text{m}$ ). Es wird mit einer Steuerspannung von 0 und 5 Volt betrieben. Simulieren Sie die Schaltung unter Verwendung der in der Library *mos\_int.lib* enthaltenen MOS Transistormodelle *nmos*, *pmos* bzw. *nmos2* und *pmos2*. (Die Library ist in der Modellsammlung *biblio.zip* enthalten). Gibt es Unterschiede im Simulationsergebnis bei Verwendung dieser beiden Modelle?