

Übungsblatt 9

Eike Petersen, Carlotta Hennigs¹

Besprechung am 2. Februar 2022

Aufgabe 1

Ein Mikrofon soll an einen aktiven Lautsprecher angeschlossen werden. Laut Datenblatt hat das Mikrofon eine Ausgangsspannung $u_{\text{mic-out}}(t)$, die mit einer Peak-to-Peak-Amplitude von 0.9 V um einen statischen Offset von 3 V schwankt. (Die maximale Ausgangsspannung des Mikrofons beträgt also 3.45 V, die minimale 2.55 V.) Der aktive Lautsprecher erfordert laut Datenblatt jedoch eine Eingangsspannung $u_{\text{speak-in}}(t)$ mit einer Peak-to-Peak-Amplitude von 3 V (der statische Offset ist irrelevant). Es soll nun die Source-Schaltung in Abbildung 1 verwendet werden, um die Signalschwankungen auf die gewünschte Peak-to-Peak-Amplitude zu verstärken. Wählen Sie einen Wert für den Widerstand R_L , der die beschriebenen Anforderungen erfüllt. Führen Sie zu diesem Zweck eine Kleinsignalanalyse der Schaltung durch, und bestimmen Sie den Kleinsignalverstärkungsfaktor $\Delta u_{\text{out}}/\Delta u_{\text{in}}$. Verifizieren Sie, dass der MOSFET für den von Ihnen gewählten Widerstandswert bei allen erwartbaren Eingangsspannungswerten in Sättigung betrieben wird. Gehen Sie davon aus, für den MOSFET gelte $U_T = 1 \text{ V}$ sowie $K = 1 \text{ A/V}^2$.

Hinweis: Eine Invertierung der Kleinsignalschwankungen stellt kein Problem dar.

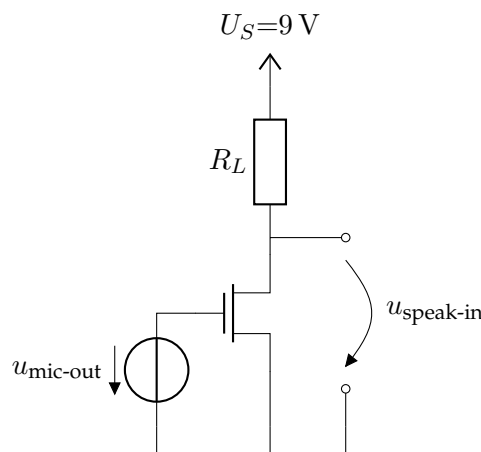


Abbildung 1

¹Institut für Medizinische Elektrotechnik, Universität zu Lübeck. Aufgaben teilweise modifiziert übernommen aus Agarwal, Lang (2005): „Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits“.

Aufgabe 2

Betrachten Sie die in Abbildung 2 dargestellte Source-Follower-Schaltung mit einem an den Ausgang angeschlossenen Lastwiderstand R_L . Nehmen Sie an, die Eingangsspannung $u_{in}(t)$ setze sich zusammen aus einem Gleichstromanteil U_{in} und einem zeitlich variablen Anteil $\Delta u_{in}(t)$, welcher klein gegenüber dem Gleichstromanteil sei. Der Gleichstromanteil sei so gewählt, dass der MOSFET im Sättigungsbereich betrieben werde. Führen Sie eine Kleinsignalanalyse dieser Schaltung durch.

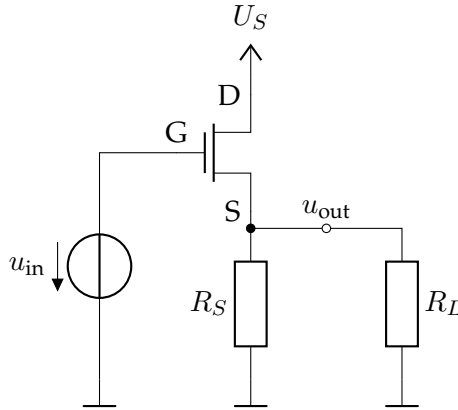


Abbildung 2

- Bestimmen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $\Delta u_{out}/\Delta u_{in}$ der Schaltung, wobei Δu_{out} und Δu_{in} die Änderungen relativ zum Gleichstromarbeitspunkt U_{out} , U_{in} bezeichnen. Wie verhält sich der Verstärkungsfaktor für $R_L \rightarrow \infty$?
- Bestimmen Sie den Kleinsignal-Ein- und Ausgangswiderstand der Schaltung. Wie verhalten sich diese für große Werte für K , R_L und R_S ? Schließen Sie hierfür an den Ein- bzw. Ausgang der Schaltung jeweils eine Testquelle an, und bestimmen Sie das Verhältnis u_{test}/i_{test} , wobei die jeweils andere Quelle deaktiviert wird.
- Wofür könnte eine solche Schaltung in der Praxis sinnvoll sein?

Aufgabe 3

Betrachten Sie erneut die in Abbildung 3a dargestellte Common-Gate-Schaltung von Übungsblatt 8. Nehmen Sie erneut an, der MOSFET operiere im Sättigungsbereich.

- Bestimmen und zeichnen Sie das Kleinsignalmodell des Verstärkers.
- Bestimmen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $\Delta u_{\text{out}}/\Delta u_{\text{in}}$ des Verstärkers.
- Bestimmen Sie den Kleinsignal-Ausgangswiderstand des Verstärkers. Ist dieser größer, kleiner oder gleich dem Kleinsignal-Ausgangswiderstand des in Abbildung 3b dargestellten Common Source-Verstärkers?
- Bestimmen Sie den Kleinsignal-Eingangswiderstand des Verstärkers. Ist dieser größer, kleiner oder gleich dem Kleinsignal-Ausgangswiderstand des in Abbildung 3b dargestellten Common Source-Verstärkers?

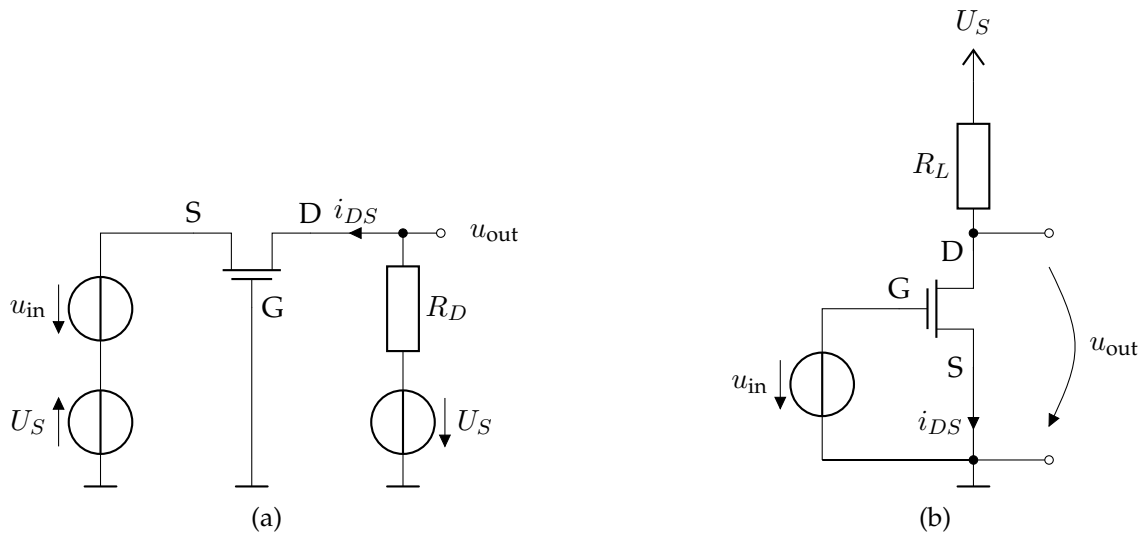


Abbildung 3

Aufgabe 4 (Klausuraufgabe WS 2017/18)

Betrachten Sie die Source-Schaltung in Abbildung 4 mit einem zusätzlichen, parallel zum MOSFET geschalteten Widerstand R^* . Wie verändert die Einführung dieses zusätzlichen Widerstandes die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $\frac{\Delta u_{\text{out}}}{\Delta u_{\text{in}}}$ der Schaltung (im Vergleich zur normalen Source-Schaltung ohne parallelen Widerstand)? Nehmen Sie hierfür an, der MOSFET werde in Sättigung betrieben, und begründen Sie Ihre Antwort.

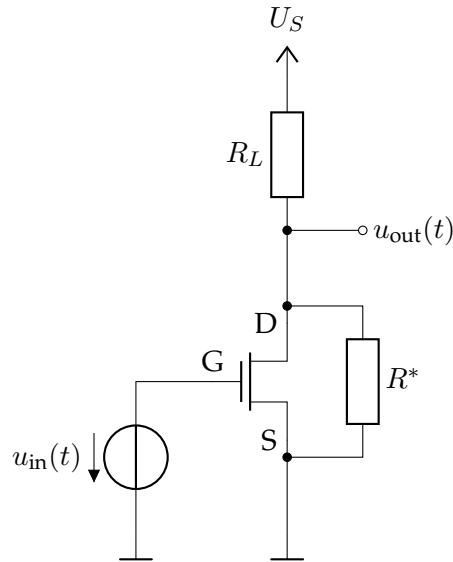


Abbildung 4