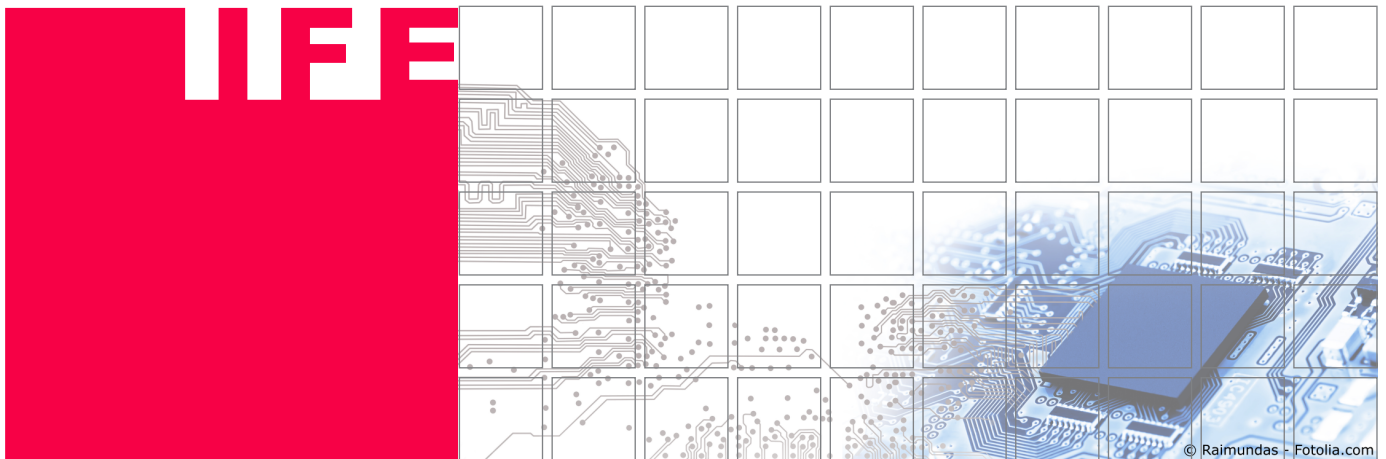




Elektronische Schaltungstechnik Übung

Hausübung, Einheit 6

Dominik Zupan

12. November 2021

Inhaltsverzeichnis

1 Operationsverstärker plus Diode	3
2 Spannungsgesteuerte Stromquelle	4
3 Reale Verstärkung	6
Referenzen	7
Legal Notice	7

1 Operationsverstärker plus Diode

In dieser Aufgabe wollen wir die Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Eingangsspannung bei Verwendung nicht linearer Bauteile, wie in Abbildung 1 herleiten. Außerdem werden wir unterschiedliche reale Eigenschaften von Operationsverstärkern und deren Auswirkung auf die Ausgangsspannung betrachten.

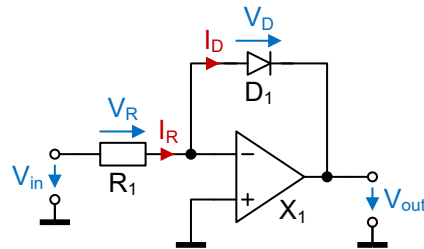


Abbildung 1: Operationsverstärker mit Diode in der Rückkopplung.

Für die Diode soll im Vorwärtsbetrieb folgende Gleichung angenommen werden.

$$I_D = I_S \cdot e^{\frac{V_D}{V_T}} \quad (1)$$

Die folgenden Fragen sollen im Zuge der Analyse dieser Schaltung beantwortet werden:

1. Leite eine Formel für die Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung her. Nehme dabei zuerst einen idealen OPV an.
2. Berechne die Auswirkung folgender realer Kenngrößen von Operationsverstärkern auf den Ausgang:
 - a) Offsetspannung V_{offset} ,
 - b) Eingangsruhestrome I_+ , I_- .

Achtung: Die Richtung der Kenngrößen ist unbekannt.

2 Spannungsgesteuerte Stromquelle

Auf der Suche nach einer spannungsgesteuerten Stromquelle finden wir in einem Datenblatt [1] die Operationsverstärker (OPV) Schaltung aus Abbildung 2.

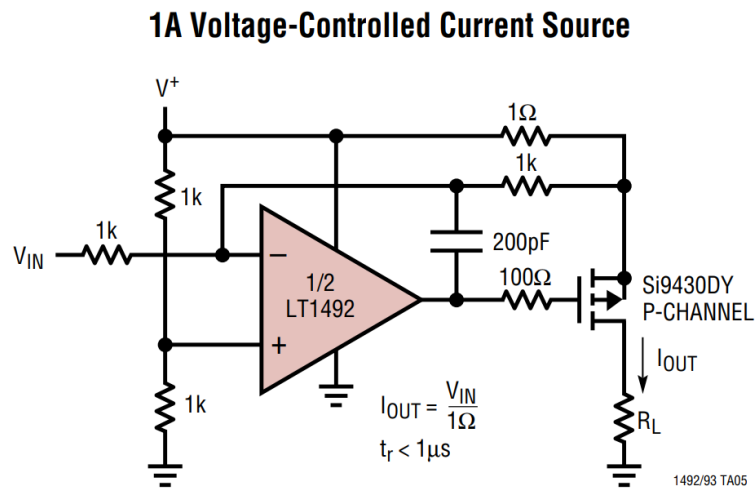


Abbildung 2: Spannungsgesteuerte Stromquelle aus dem Datenblatt des LT1492 [1].

Dabei ist auch Equation 2 angegeben, die zeigt, dass der Ausgangsstrom proportional abhängig zur Eingangsspannung und indirekt proportional zum 1Ω Widerstand der Schaltung ist. Nennen wir diesen 1Ω Widerstand im Laufe der Aufgabe einfach R_{set} .

$$I_{out} = \frac{V_{in}}{1\Omega} = \frac{V_{in}}{R_{set}} \quad (2)$$

Nun wollen wir diese Schaltung für unsere Zwecke nachbauen, aber aufgrund anderer Anforderungen modifizieren. Die Versorgungsspannung beträgt $V_{DD} = V_+ = 5V$. Der OPV soll als ideal angenommen werden und der PMOS-Transistor hat folgende Parameter:

- Technologieparameter $K = -0.2 \frac{A}{V^2}$,
- Schwellspannung $V_{TH} = -0.7V$,
- Kanallängenmodulation $\lambda = 0.02 V^{-1}$

Für die Berechnungen in dieser Aufgabe kann die Kanallängenmodulation vernachlässigt werden. Außerdem ist der Operationsverstärker in Gegenkopplung, ihr müsst das nicht überprüfen.

Wir hätten gerne folgende Eigenschaften: Bei $V_{in} = 1V$ hätten wir gerne einen Strom $I_{out} = 100mA$, bei $V_{in} = 2V$ soll $I_{out} = 200mA$ sein, usw. bis $V_{in} = 4V$ und $I_{out} = 400mA$.

Die folgenden Fragen und Aufgabenstellungen sollen im Zuge der Analyse dieser Schaltung beantwortet werden:

1. Welche Bauteile benötigen wir für unsere reinen direct current (DC) Betrachtungen nicht und können daher ignoriert werden? Begründe deine Entscheidung(en). Zeichne die Schaltung entsprechend neu auf.

Tipp: Durch welche Bauteile fließt kein Strom?

2. Wie groß ist der Widerstand R_{set} zu wählen um die oben angeführten Eigenschaften (I_{out} vs. V_{in}) zu erreichen?

3. Stimmt Equation 2 überhaupt? Wenn nicht, leite nachvollziehbar die Beziehung zwischen V_{in} und I_{out} her.

Tipp: Für diese Herleitung brauchen wir die Gleichung des MOSFET gar nicht. Nehmt an, dass der MOSFET in Sättigung ist.

4. Wie groß ist I_{out} bei $V_{in} = 1\text{ V}$, $V_{in} = 2\text{ V}$, $V_{in} = 3\text{ V}$, $V_{in} = 4\text{ V}$.

5. Berechne für eine Eingangsspannung $V_{in} = 2\text{ V}$ und eine Last von $R_L = 15\ \Omega$ den Arbeitspunkt, das heißt

- die Spannungen und Ströme über alle Widerstände,
- die Spannungen und Ströme an den Ein- und Ausgängen des OPV und
- die Spannungen (V_{GS} und V_{DS}) und Ströme (I_D und I_G) an den Transistoranschlüssen.

3 Reale Verstärkung

In dieser Aufgabe wollen wir die Auswirkungen der Offsetspannung, sowie der realen (endlichen) Verstärkung von Operationsverstärkern auf Schaltungen betrachten. In Abbildung 3 ist die Kaskade zweier Operationsverstärker dargestellt, die wir untersuchen möchten.

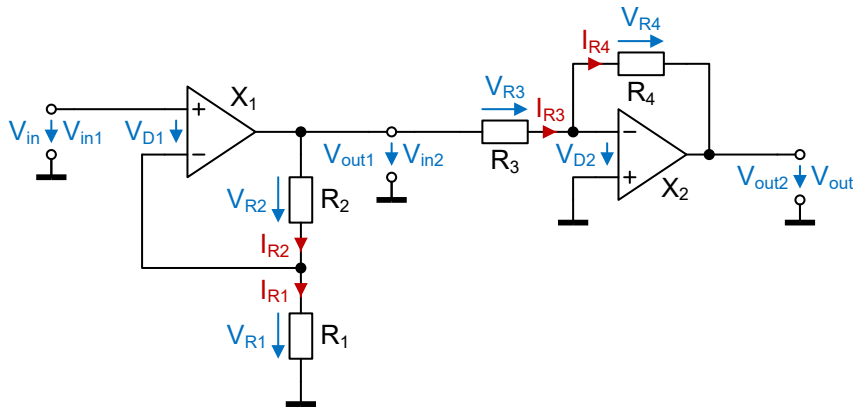


Abbildung 3: OPV Kaskade.

Die folgenden Fragen und Aufgabenstellungen sollen im Zuge der Analyse dieser Schaltung beantwortet werden:

1. Leite die Verstärkung der Schaltung von V_{in} nach V_{out} unter Annahme idealer OPV Eigenschaften her.
2. Leite die Verstärkung der Schaltung von V_{in} nach V_{out} unter Annahme, dass die Operationsverstärker eine reale (also endliche) Verstärkung haben, her. Nimm für den OPV X_1 eine Verstärkung von A_{DM1} und für den OPV X_2 eine Verstärkung von A_{DM2} an.

Referenzen

[1] Linear Technology. *LT1492/LT1493 Datasheet*. URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/14923f.pdf>.

Legal Notice

This document is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

This includes all pictures with the exception of the title page, all logos and the following figures:

Abbildung 2.