
Exponentziierer

Einführung

Ein Exponentziierer gibt eine Ausgangsspannung aus, die exponentiell von der Eingangsspannung abhängt. Die grundlegende Idee eines Exponentziierers ist es, die exponentielle Charakteristik der Diodenkennlinie auszunutzen.

Einfachste Exponentziiererschaltung

In Abb. 1 ist eine einfache Exponentziiererschaltung dargestellt.

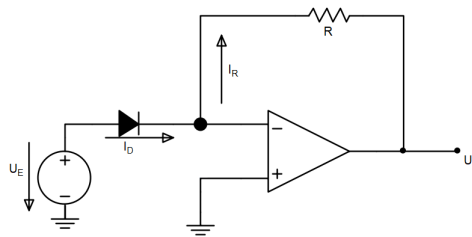


Abbildung 1: Einfachste Exponentziiererschaltung

Um zu verstehen wie die Schaltung prinzipiell funktioniert, muss man einige Dinge wissen.

1. In einen Operationsverstärker fließt kein Strom hinein, deshalb gilt $I_D = I_R$
2. Wenn eine Eingangsspannung aus dem Intervall, indem die Schaltung als Exponentziierer agiert, anliegt, dann liegt der invertierende Eingang des Operationsverstärkers auf Masse, daraus folgt das $U_E = U_D$ und $U_A = -U_R$ gilt.

Setzt man die ideale Diodengleichung $I_D = I_0 \cdot (\exp \frac{U_D}{U_T} - 1)$ in die Gleichung aus der ersten Eigenschaft ein, vernachlässigt man die -1 weil $\exp \frac{U_D}{U_T}$ wesentlich größer ist, so erhält man folgende Gleichung:

$$I_0 \cdot \exp \frac{U_D}{U_T} = I_R = -\frac{U_R}{R}$$

Setzt man nun die Gleichungen aus der zweiten Eigenschaft ein erhält man folgende Gleichung:

$$I_0 \cdot \exp \frac{U_E}{U_T} = \frac{-U_A}{R}$$

Nach einer kleinen Umformung erhält man dann:

$$U_A = -R_2 \cdot I_0 \cdot \exp \frac{U_E}{U_T}$$

Probleme mit der Schaltung und die Lösung

Das große Problem dieser Schaltung ist aber, dass die Diodenkennlinie stark temperaturabhängig ist. Das bedeutet, um bei verschiedenen Temperaturen die gleiche Operation durchzuführen müssen die Parameter der Bauteile verändert werden. Das ist jedoch sehr unpraktisch, deshalb gibt es eine verbesserte Schaltung, die ebenfalls einen exponierenden Effekt hat, jedoch ohne die große Temperaturabhängigkeit. Die erweiterte Schaltung ist in Abb. 3 dargestellt. Der Grundaufbau der Schaltung bleibt gleich, jedoch wird die Diode durch eine weitaus kompliziertere Teilschaltung, in blau eingrahmt, ersetzt. Die beiden Transistoren Q1 und Q2 eliminieren die Temperaturabhängigkeit von I_0 .

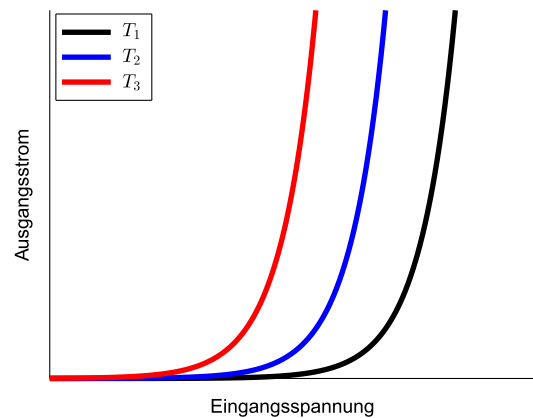


Abbildung 2: Temperaturabhängigkeit der Diodenkennlinie mit $T_1 < T_2 < T_3$

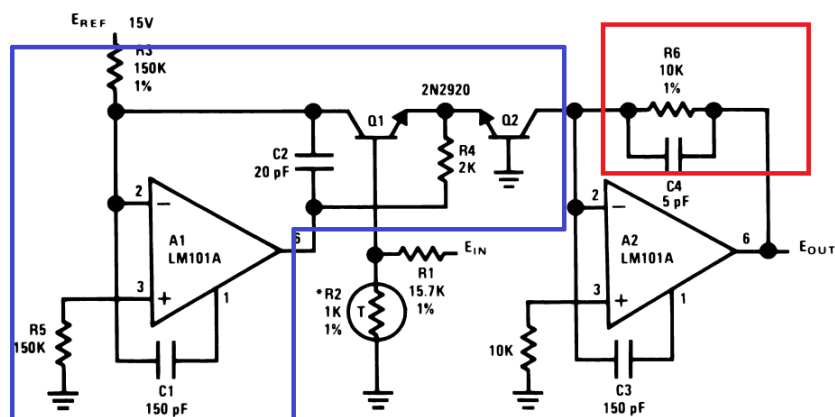


Abbildung 3: Kompliziertere Exponenzierschaltung

Literatur

- [1] Chaniotakis and Cory, Operational Amplifier Circuits (6.071 Spring 2006), S. 20
- [2] National Semiconductor, Op Amp Circuit Collection, Abruf: 07.05.2017
<https://www.ti.com/ww/en/bobpease/assets/AN-31.pdf>