

Rauschen und Bandbreite

Vorhaben

Das zu verstärkende Signal liegt im μV -Bereich und soll zunächst um ca. 20 dB (Faktor 10) verstärkt werden. Das Signal beinhaltet Frequenzen zwischen 40 kHz und 66 kHz. Dies entspricht einer Bandbreite von 26 kHz.

Um den Rauschanteil in einer Verstärkerstufe (Operationsverstärker) gering zu halten ist es notwendig die Bandbreite auf das Nötigste zu begrenzen. Hierzu wird ein Bandpassfilter im o.g. Bereich eingesetzt.

Zusätzlich soll der Koppelwiderstand des Operationsverstärkers nicht zu hochohmig sein, um ein dadurch verursachtes Rauschen zu vermeiden ($< 100 \text{ k}\Omega$).

Gain-Bandwidth-Product

Der Vorgesehene Operationsverstärker AD8597 hat ein Gain-Bandwidth-Product (GBP) von 10 MHz. Grundsätzlich fällt das GBP um ca. eine Dekade pro 20 dB Verstärkung bei Operationsverstärkern ab. Es bleibt also ein Frequenzbereich bis 1 MHz, der komfortabel ausreichend ist.

Verstärkung [dB]	GBP [MHz]
0	10
20	1
40	0,1

Dies zeigt auch das Diagramm aus dem Datenblatt des AD8597.

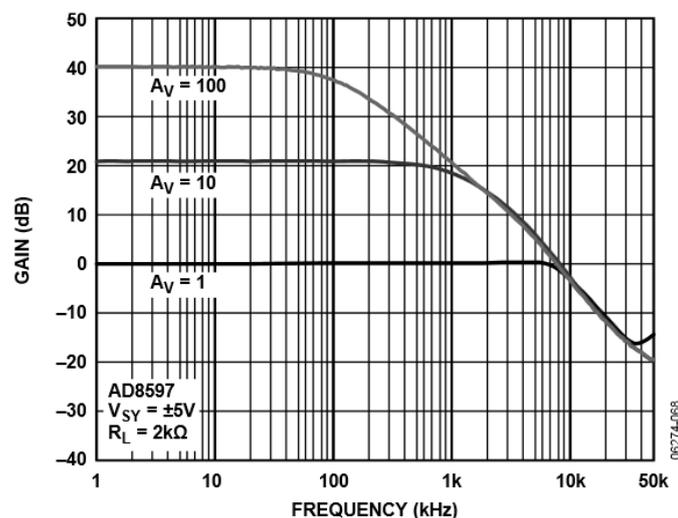


Figure 34. Closed-Loop Gain vs. Frequency

Voltage Noise Density

Mit einer Rauschspannungsdichte von $1,1 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ gehört dieser Operationsverstärker zu den Low-Noise-Typen. Die Einheit liest man als Volt pro Quadratwurzel aus einem Hz.

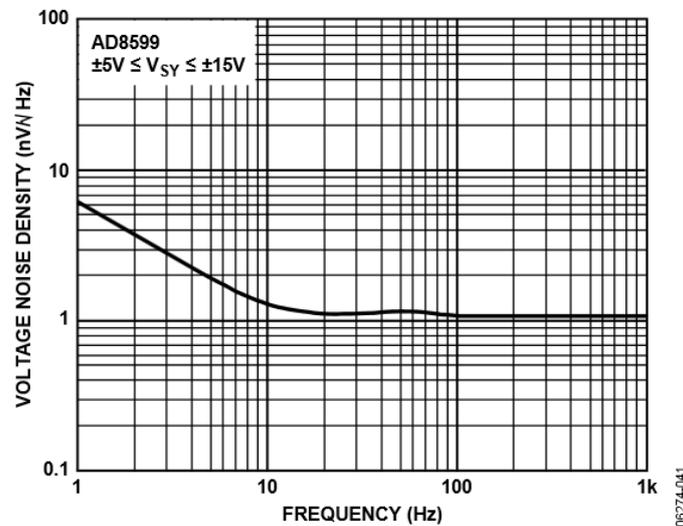


Figure 41. Voltage Noise Density vs. Frequency

Um die äquivalente Eingangsrauschspannung (U_{EIN}) zu berechnen benötigt man die Bandbreite des zu verstärkenden Signals. Diese beträgt wie oben bereits erwähnt 26 kHz.

$$U_{EIN} = \frac{1,1 \cdot 10^{-9} \text{ V}}{\sqrt{\text{Hz}}} \cdot \sqrt{(26000 \text{ Hz})} = 1,77 \cdot 10^{-7} \text{ V}$$

Diese Spannung ist die äquivalente Eingangsrauschspannung wenn der Operationsverstärker als ideal angenommen wird.

Um die Ausgangsrauschspannung U_{AUS} zu berechnen wird U_{EIN} mit der Verstärkung multipliziert.

$$U_{AUS} = U_{EIN} \cdot 10 = 1,77 \text{ } \mu\text{V}$$

Die Rauschspannungen sind RMS (Root Mean Square) und die Spitzenspannung entsprechend höher.