

Rauscharmer Verstärker mit wählbarer Verstärkung

NATHAN CARTER UND CHILANN CHAN *

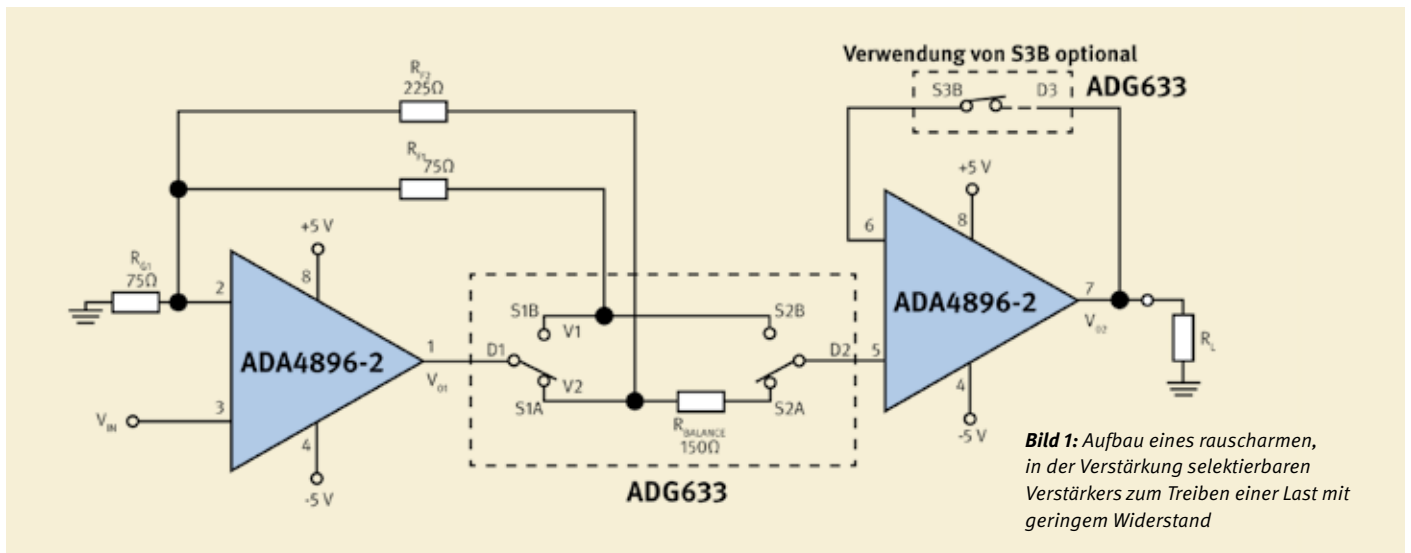


Bild 1: Aufbau eines rauscharmen, in der Verstärkung selektierbaren Verstärkers zum Treiben einer Last mit geringem Widerstand

Für Datenerfassungssysteme, Sensordatenaufbereitungslösungen und andere Anwendungen mit Eingangssignalen, die über einen großen Bereich variieren, sind Verstärker mit einstellbarer Verstärkung erforderlich. Bei herkömmlichen Verstärkermodellen mit einstellbarer Verstärkung werden Widerstände über Schalter in der Rückkopplungsschleife mit dem invertierenden Eingang verbunden. Allerdings verschlechtert der Schalterwiderstand das Rauschverhalten des Verstärkers, bringt zusätzliche Kapazitäten in den invertierenden Eingang ein und trägt zum nichtlinearen Verstärkungsfehler bei. Das zusätzliche Rauschen und die zusätzliche Kapazität stören besonders dann, wenn mit rauscharmen Verstärkern gearbeitet wird. Der nichtlineare Verstärkungsfehler hingegen ist in Präzisionsanwendungen problematisch.

Der in Bild 1 gezeigte Verstärker mit wählbarer Verstärkung nutzt eine innovative Schaltertechnik, welche das Rauschen des

ADA4896-2 von 1 nV/vHz bewahrt und zugleich den nichtlinearen Verstärkungsfehler reduziert. Mit dieser Technik kann der Anwender zur Optimierung der Bandbreite der Schaltung Schalter mit minimaler Kapazität wählen.

Die Schalter, implementiert mit einem Dreifach-SPDT-CMOS-Schalter ADG633, sind so konfiguriert, dass entweder S1A und S2A oder S1B und S2B eingeschaltet sind. Schalter S1 befindet sich am Ausgang der Rückkopplungsschleife. Schalter S2 tastet an einem Punkt ab (V1 oder V2), bei dem ein nichtlinearer Schaltwiderstand nichts ausmacht. Dies reduziert den Verstärkungsfehler und erhält zugleich den ursprünglichen Rauschwert. Mit den gezeigten Werten und bei eingeschalteten Schaltern „A“ ergibt sich eine Verstärkung der ersten Stufe von 4 V/V. Sind die Schalter „B“ eingeschaltet, ergibt sich eine Verstärkung von 2 V/V. Diese Technik lässt sich mit zusätzlichen Schalterpaketen oder mit einem Multiplexer wie dem 4:1 Modell ADG659 oder dem 8:1 Multiplexer ADG658 erweitern.

Durch den Eingangsruhestrom des Ausgangspuffers, der durch den nichtlinearen Durchlasswiderstand des Sampling-Schalters S2 fließt, entsteht ein Offset. Zur Kompensation dieses Offsets platziert man den

ungenutzten, immer geschlossenen Schalter S3B im Rückkopplungspfad des Ausgangspuffers.

Zusätzlich verursacht der Ruhestrom des Eingangverstärkers einen von der Verstärkung abhängigen Offset. Da sich der Eingangverstärker und der Ausgangspuffer auf dem gleichen Chip befinden, kann die relative Anpassung ihrer Ruhestrome genutzt werden, um den variierenden Offset zu beseitigen. Platziert man einen Widerstand mit der Differenz aus R_{F2} und R_{F1} in Serie mit Schalter S2A, ergibt sich eine konstantere Offsetspannung.

Die Gleichungen 1 und 2 zeigen, dass sich bei einer Abtastung an V1 die gewünschte Signalverstärkung ohne Verstärkungsfehler ergibt. R_S ist der Schaltwiderstand. V2 erhält man mit der gleichen Methode.

$$V_{O1} = V_{IN} \times \left(1 + \frac{R_{F1} + R_{S1}}{R_{G1}} \right) \quad (1)$$

$$V_I = V_{O1} \times \left(\frac{R_{F1} + R_{G1}}{R_{F1} + R_{G1} + R_{S1}} \right) \quad (2)$$

Falls sich aus V_{O1} die gewünschte Signalverstärkung ohne Verstärkungsfehler ergibt, ist auch der gepufferte Ausgang V_{O2} frei von Verstärkungsfehlern. // KR

Analog Devices +49(0)89 769030
InfoClick 3120625

* Nathan Carter

... ist Design Engineer in der „Linear and RF Group“ von Analog Devices in Norwood, USA.

* Chilann Chan ... arbeitet als Applikationsingenieurin in der High-Speed Amplifier Group von Analog Devices in Norwood, USA.