

電流源の回路と動作

著者：Martin Murnane

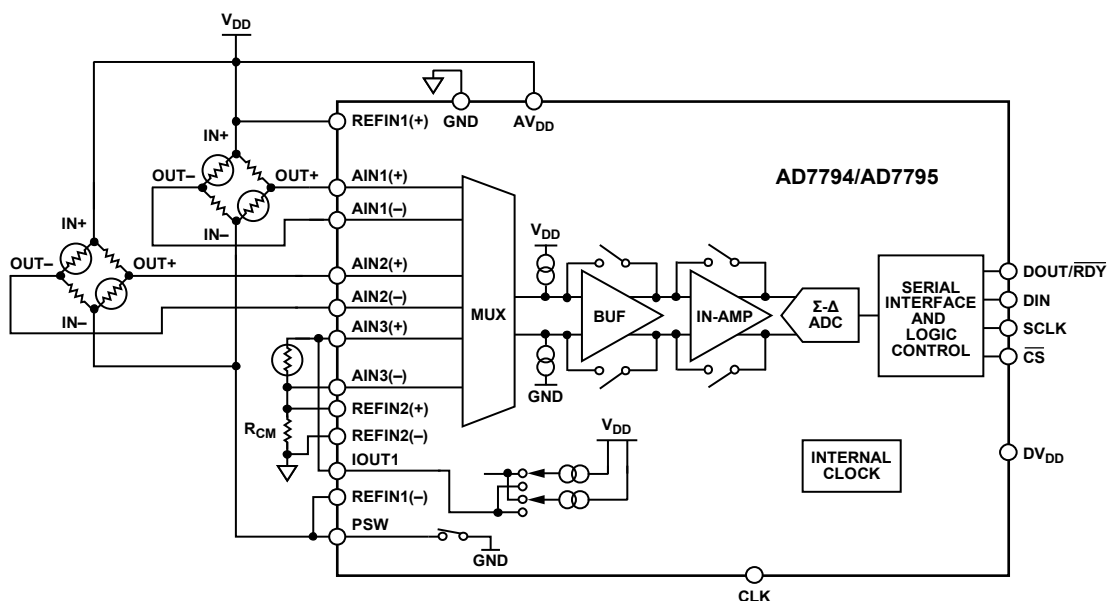


図 1. AD7794 電流源アプリケーション(詳細については、AD7794 データシートを参照)

07488-001

はじめに

多くのアプリケーションで、センサー駆動用、正確な計測用、その他のアプリケーション用のデバイスを励起する電流源が必要となります。このアプリケーション・ノートでは、アナログ・デバイゼスの IC を使って電流源をデザインする際に使用できるいくつかのオプションについて説明します。特定のデバイスに組込まれるマイロアンペア・レンジの電流源から、中電力や高電力ディスクリート・アプリケーションの 1 A レンジまでの電流源の例も示します。

低電流—ADC アプリケーション

ADC によっては、定電流源 (励起電流とも呼ばれます) を内蔵するセンサー直接実装向けに特別にデザインされているものもあります。

AD7794 デバイスは、10 μA ~ 1 mA で設定可能な励起電流を持っています (図 1 参照)。この電流源はレジスタ (I/O レジスタ) から制御され、2 本の出力ピンの内の 1 本 (この場合 IOUT1) に流れる電流をイネーブルします (詳細については、図 1 を参照してください)。これは、センサー消費電力が小さい携帯型アプリケーションには十分な機能です。

AD7719 ADC には、最大電流 400 μA の同様の電流源があります (図 2 参照)。同様に、2 つの電流源も使用可能です。両電流源は 200 μA であり、AD7794 ADC と同じ方法で制御することができます。すなわち、一方または両方の電流を出力ピンへ流すことができます。図 2 では、両電流が IOUT1 ピンに出力されて、ブリッジとリファレンスを駆動しています。詳細については、AD7719 データ・シートを参照してください。

アナログ・デバイセズは、定電流源機能を内蔵する多くの ADC を提供しています。詳細については、www.analog.com/adcs をご覧ください。

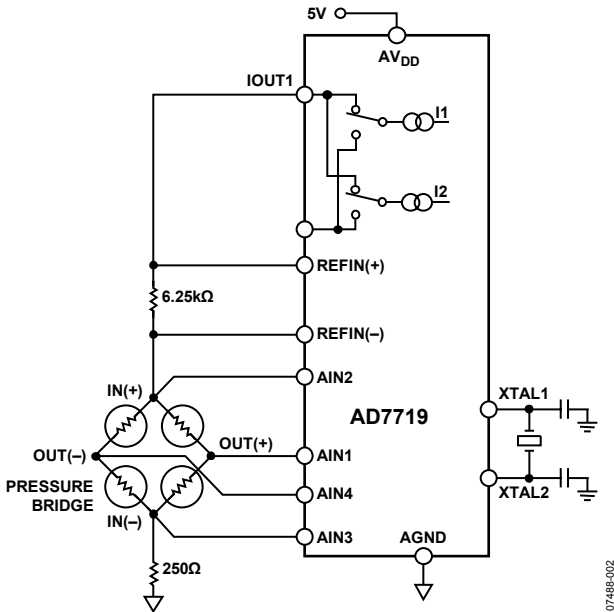


図 2. AD7719 の電流源アプリケーション (詳細は AD7719 データシートを参照)

マイクロコントローラ

アナログ・デバイセズは、低電流レンジの電流源を内蔵した広範囲なマイクロコントローラも提供しています。詳細については、www.analog.com/microcontrollers を参照してください。

低電流—オペアンプ・アプリケーション

電流源に対するディスクリート・オプションは、オペアンプ駆動の回路です (図 3)。AD8610 オペアンプは駆動電流が比較的大きいオペアンプで、 $\pm 12\text{V}$ から駆動されます。

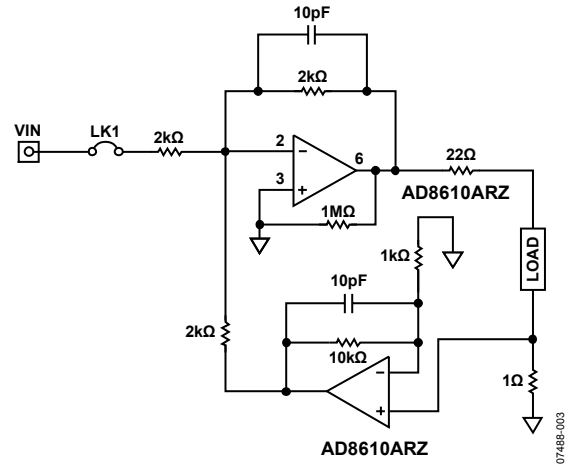


図 3. 10 mA 電流ソース/シンク

VIN の負電圧がオペアンプを制御して、このデバイスの電圧出力を持ち上げます。アンプの出力電流が 1 Ω の検出抵抗に流れます。帰還オペアンプの入力電圧が上昇して、制御オペアンプ入力に逆極性の電圧を発生させます。平衡状態に達して、定常状態の電流が 1 Ω の検出抵抗に流れます。検出抵抗は電流の測定に使用しますが、負荷抵抗も高価な検出抵抗のコスト削減のために使うことができます。この方式の欠点は、負荷がなくなった場合、たとえばアンプが飽和した場合に回路が未知状態になることです。

AD8610 は優れた電流ノイズ性能と電圧ノイズ性能を持っているために選択されたことに注意してください。詳細については、AD8610 データ・シートを参照してください。この回路では、正または負の電圧を VIN に与えることにより、10 mA 以上の電流をそれぞれシンクまたはソースすることができます。

この回路では、1000 mA の電流をシンクするように MOSFET と検出抵抗が選択されています。したがって、100 mΩ の検出抵抗では、最大負荷での合計電圧が 0.1 V になります。検出抵抗の消費電力は 0.1 W です。制御アンプに対する合計電圧帰還が 2.0 V になるように、帰還回路のゲインは 20 に設定されています。このため、負荷から 1000 mA の電流をシンクするために必要な VIN の電圧は 2.0 V になります。シミュレーションでの応答については、図 6 を参照してください。DAC を使って VIN を駆動してこの電圧を制御すると、負荷を流れる電流が変化するため、可変電流源にすることができます。VIN の電圧を 1.0 V に固定すると、500 mA の定電流源になります。

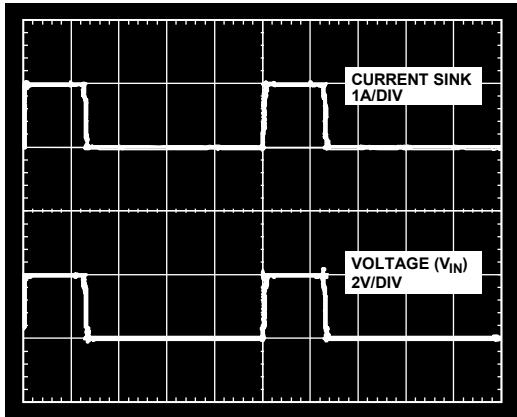


図 6. 検出抵抗電流ステップ応答一回路シミュレーション応答(デューティ・サイクル= 25%)

動作させる場合、負荷は MOSFET のドレインまたはソース、あるいは電流パス内の任意の場所に接続することができます。

MOSFET の発熱も重要であるため、MOSFET を選択する際には $R_{DS(ON)}$ の値が非常に重要な要素になります。このケースでの $R_{DS(ON)}$ の値は、150 mΩ (typ) です。電流がこれより大きいときは、可能な場合 20 mΩ 以下の $R_{DS(ON)}$ 値を使用してください。

レイアウト・モジュール

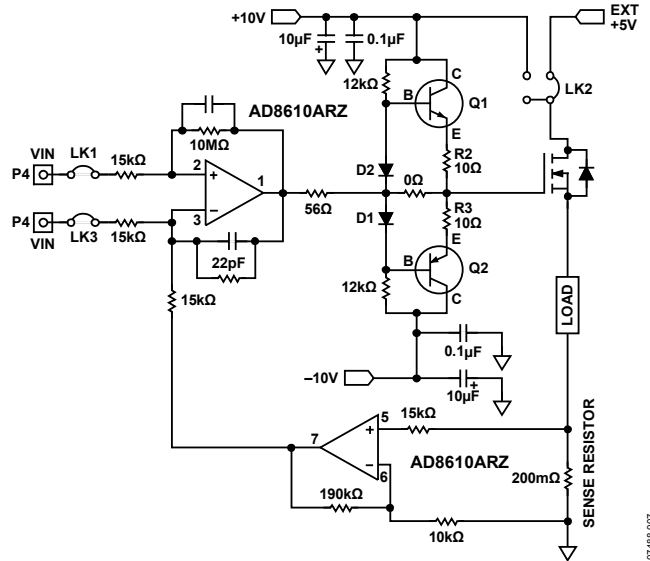


図 7. レイアウト・モジュール用の電流シンク回路

広範囲な電流源アプリケーションで使用できる電流源レイアウト・モジュールを開発するときは、約 1 mA ~ 約 1000 mA に対して、図 7 の回路を使ってください。そうすると、必要とされる電流範囲に応じて必要な部品のみを PCB に実装して、同じモジュールを使用することができます。

結論

定電流源または可変電流源の安定性は、正確な計測を行う場合に非常に重要です。アナログ・デバイスは、図 1 と図 2 のような IC 部品として、または図 3、図 4、図 5、図 7 のようなディスクリート部品として、広範囲なアプリケーション向けに柔軟で信頼度の高い電流源を実現できる広範囲なデバイスを提供しています。