



回路ノート

CN-0009

Circuits from the Lab^T

Reference Circuits

実用回路集

テスト済み回路設計集“Circuits from the Lab™”は共通の設計課題を対象とし、迅速で容易なシステム統合のために製作されました。さらに詳しい情報又は支援は <http://www.analog.com/jp/CN0009> をご覧ください。

| 使用したリファレンス・デバイス | |
|-----------------|---------------------|
| AD5662 | 16ビット nanoDAC®コンバータ |
| AD8627 | 非常に低ノイズの高精度オペアンプ |
| ADR02 | 高精度 5.0V 電圧リファレンス |

D/A コンバータ AD5662 を用いた 4mA~20mA プロセス制御ループ

回路の機能と利点

多くのプロセス制御アプリケーションでは、ノイズの多い環境でアナログ信号を伝送するために2線式電流トランスマッタがよく使用されます。このような電流トランスマッタでは、ゼロスケールの信号で4mA、フルスケールの信号で20mAの電流が使用され、これは4mA~20mA変換を意味します。このドキュメントで説明する回路は、16ビットの分解能と単調増加性を備えた低消費電力の電流トランスマッタを実現します。この回路の電源は4mA~20mAの制御ループ電源から直接供給され、消費電流は4mA以下です。消費電流が4mA以上になるようなトランスマッタはループ電源から直接給電できないので、この場合は追加の電源が必要です。

回路説明

この回路は、*nanoDAC* コンバータ AD5662 をコントローラとして用いて、プログラム可能な 4 mA ~20 mA の出力電流を供給します。

ループ電流は、RS での降下電圧 V_{OUT} を測定することで検出されます。D/A コンバータの出力が 0 V の場合、R2 と R3 を流れる電流は次式のようになります。

$$\frac{V_{REF}}{R2} = \frac{5\text{ V}}{1\text{ M}\Omega} = 5\text{ }\mu\text{A} \quad (1)$$

この場合、PCB のグランドは、RS の負荷側で測定される電圧より 349 mV 高い電圧になります。これは次式のループ電流に相当します。

$$\frac{V_{out}}{R_S} = \frac{349 \text{ mV}}{100 \Omega} = 3.49 \text{ mA} \quad (2)$$

DAC 出力がフルスケールの 5V の場合、R2 を流れる電流は次式のようになります。

$$\frac{V_{REF}}{R2} = \frac{5V}{1M\Omega} = 5\mu A \quad (3)$$

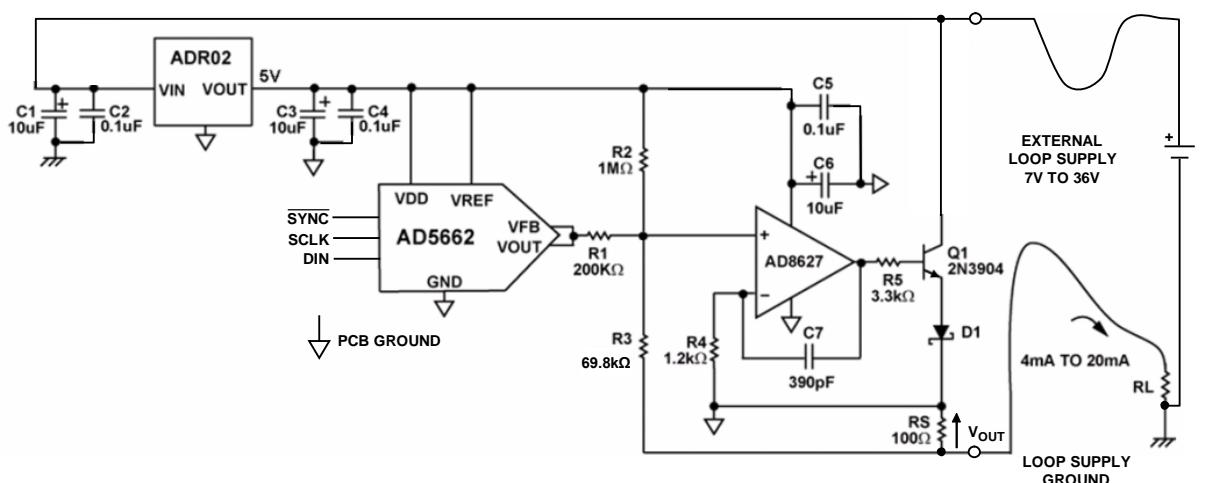


図 1. プログラム可能な 4mA~20mA プロセス制御回路（簡略化された回路図）

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものではありません。仕様は、予告なく更変される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。※日本語資料はREVISONが古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

R1 を流れる電流は次式のようになります。

$$\frac{V_{REF}}{R1} = \frac{5V}{200\text{k}\Omega} = 25\mu\text{A} \quad (4)$$

したがって、R3 を流れる電流は次のようになります。

$$\frac{V_{REF}}{R2} + \frac{V_{REF}}{R1} = 5\mu\text{A} + 25\mu\text{A} = 30\mu\text{A} \quad (5)$$

これにより、RS両端の電圧 V_{OUT} は次式と等しくなります。

$$30\mu\text{A} \times 69.8\text{k}\Omega = 2.09\text{V} \quad (6)$$

AD8627 周辺の帰還ループは、非反転入力の電圧が PCB のグランド電圧に等しくなるように働きます。したがって、出力電流はデジタル・コードに正比例します。AD8627 は、非反転ノードでの電流合算値を満足するように DAC 出力電流を調整します。出力電流は次式によって計算されます。

$$I_{OUT} = \frac{1}{RS} \left[\left(V_{DAC} \times \frac{R3}{R1} \right) + \left(V_{REF} \times \frac{R3}{R2} \right) \right] \quad (7)$$

図 1 に示された値の場合は次のようになります。

$$I_{OUT} = (0.266\mu\text{A} \times D) + 3.49\text{mA} \quad (8)$$

ここで、D の値は $0 \leq D \leq 65,535$ です。この回路では、AD5662 のデジタル・コードが 0xFFFF に等しいときにフルスケールの出力電流は 20.9 mA となります。同様に、AD5662 のデジタル・コードが 0x0000 のときの出力電流は 3.49 mA となります。電流範囲(3.49 mA to 20.9 mA)の拡張により、ユーザーがソフトウェアと AD5662 の 16 ビットの分解能を使って 4mA ~ 20mA の範囲を較正することができます。この回路では、ループ電源のパワーオン・トランジェントによって AD8627 の非反転入力が反転入力より 300mV 以上低くならないようにするため、ショットキー・ダイオードが必要です。このショットキー・ダイオードは少なくともフル・ループ負荷である 20 mA を処理できるものでなければなりません。

このコントローラのバイアスは高精度 5V リファレンス ADR02 によって供給されています。ADR02 の初期出力電圧精度が高く、AD8627 と AD5662 がいずれも低電源電流であるため、この回路には外部トリミングが不要です。

許容できるループ電源の制限値は ADR02 の最小入力電圧(7V)と最大入力電圧(36 V)によって設定されます。2N3904 の最大許容消費電力は 25°C で 625 mW であるため、ループ電源電圧が 30V を超える場合は、より大電力のトランジスタを使う必要があります。2N3904 内の消費電力は、電圧を降下させるための適切な抵抗をコレクタに直列に接続することで低減することができます。

バリエーション回路

この基本回路は柔軟性が高く、数多くの異なるリファレンスや出力電圧の DAC およびオペアンプに対応することができます。要検討項目は、リファレンス精度、DAC の分解能、アンプのオフセット電圧です。何よりも必要なことは、回路全体がループ電源電圧で動作しなければならないことで、静止電流を 4 mA 以下(DAC コードが 0x0000 の場合)に抑えなければなりません。

さらに詳しい資料

[Voltage Reference Wizard Design Tool](#)

データシート

[AD5662 データシート](#)

[AD8627 データシート](#)

[ADR02 データシート](#)

改訂履歴

5/09—Rev. 0 to Rev. A

Updated Format.....Universal

10/08—Revision 0: 初版

「Circuits from the Lab／実用回路集」はアナログ・デバイセズ社製品専用に作られており、アナログ・デバイセズ社またはそのライセンスの供与者の知的所有物です。お客様は製品設計で「Circuits from the Lab／実用回路集」を使用することはできますが、その回路例を利用もしくは適用したことにより、特許権またはその他の知的所有権のもとでの暗示的許可、またはその他の方法でのライセンスを許諾するものではありません。アナログ・デバイセズ社の提供する情報は正確かつ信頼できるものであることを期しています。しかし、「Circuits from the Lab／実用回路集」は現状のまま、かつ商品性、非侵害性、特定目的との適合性の暗示的保証を含むがこれに限定されないいかなる種類の明示的、暗示的、法的な保証なしで供給されるものであり、アナログ・デバイセズ社はその利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許権もしくはその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。アナログ・デバイセズ社はいつでも予告なく「Circuits from the Lab／実用回路集」を変更する権利を留保しますが、それを行う義務はありません。商標および登録商標は各社の所有に属します。