

LM94022,LMP8270,LMV951,LP2951



Literature Number: JAJA428

SIGNAL PATH | *designer*

Tips, tricks, and techniques from the analog signal-path experts

No. 108

特集記事.....1-7

圧力負荷試験向けの
ソリューション.....2

FA (ファクトリ・
オートメーション)
ソリューション.....4-5

設計支援ツール.....8

低電圧の電流ループ・トランスミッタ

— Walt Bacharowski, Applications Manager

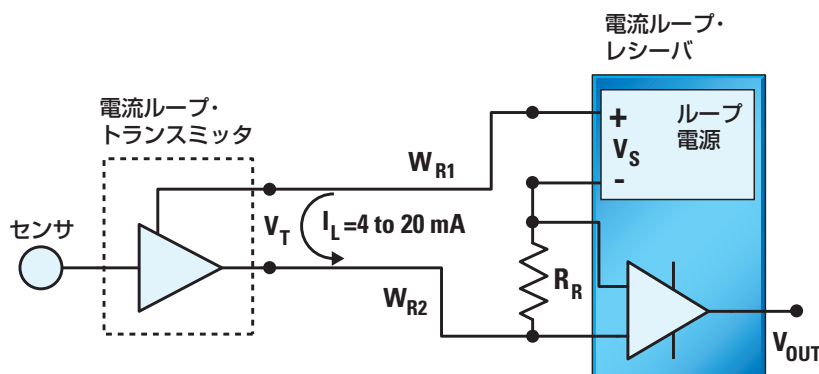


Figure 1. 電流ループの構成部品とその接続

工業用システムやプロセス制御システムで広く使用されている4mAから20mAの電流ループは、動作ループ長を最大化する際に問題があります。時には非常に長いループが必要になりますが、ループ電源電圧の制約に加え、ループの配線抵抗が過大になる問題もあって、使用できないことがあります。本稿では、トランスミッタの所要動作電圧を最小に抑えて、動作ループ長を最大化するための低電圧アンプの利用法について説明します。

通常、電流ループの電力はレシーバ側から供給され、一方、トランスミッタは、センサで測定される物理的パラメータの値を表示するためにループを流れる電流を制御します。Figure1は電流ループの基本的な部品とその接続です。

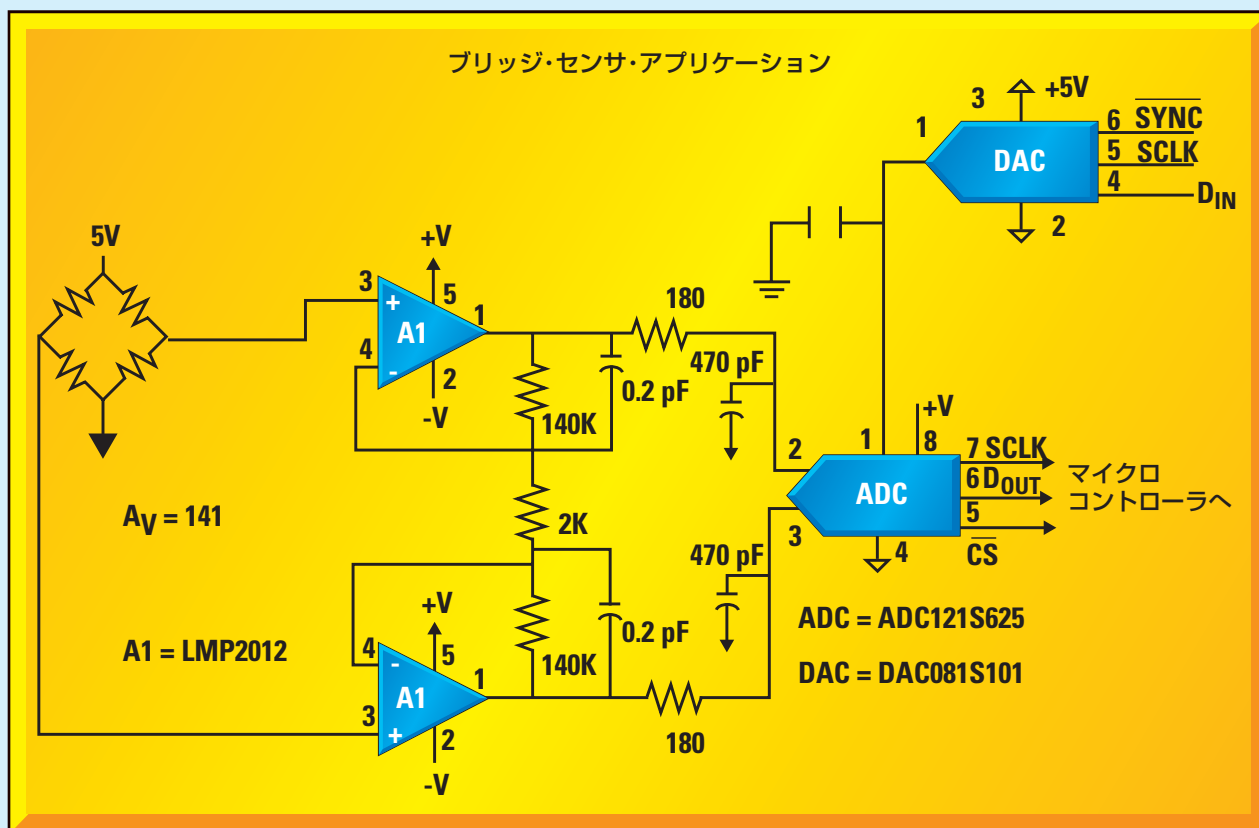
トランスミッタとレシーバ間の最大距離は、電源電圧 (V_S)、つまり、ループの電圧降下 (これはトランスミッタの所要最小動作電圧 (V_T) に相当) および配線抵抗 (W_{R1} と W_{R2}) とレシーバ抵抗 (R_R) による電圧降下の和に依存します。それらの関係式は次の通りです。

$$\text{式1} \quad V_S = V_{WR1} + V_T + V_{WR2} + V_{RR}$$

次号予告

1GSPSを超えるインタリーブA/Dコンバータ
の高精度クロック生成

圧力負荷試験向けのソリューション



LMP2012 高精度オペアンプ

- オートゼロ機能付きデュアル・オペアンプ
- 入力オフセット電圧 V_{os} (最大値: $36\mu\text{V}$) で、元の入力の信号増幅誤差を最小化
- $15\text{nV}/\text{C}$ の TCV_{os} により、全動作時間/温度範囲にわたって安定した V_{os} を維持
- 120dB を上回る CMRR と PSRR により様々な共通モード電圧に対する精度と全温度範囲における精度を保証
- クラス最高のゲイン帯域幅積 (3MHz)とスルーレート ($4\text{V}/\mu\text{s}$)
- 姉妹品:
 - LMP2011 (シングル) : SOIC-8またはSOT23-5パッケージ
 - LMP2014 (クワッド) : TSSOP-14パッケージ

ADC121S625 12ビットA/Dコンバータ

- 12ビットA/Dコンバータ
- 真の差動入力
- 50kSPS ~ 200kSPS での性能を保証
- 基準電圧: 500mV ~ 2.5V
- 2の補数型のバイナリ出力
- SPI/QSPI/MICROWIRE/DSPに対応

DAC081S101 8ビットD/Aコンバータ

- 低消費電力の8ビットD/Aコンバータ
- $\text{INL}: \pm 0.75\text{LSB}$
- セトリング時間: $3\mu\text{sec}$
- 電圧出力フルスイング
- SPI/QSPI/MICROWIRE/DSPに対応

サンプルやデータシート情報は、ナショナルのサイトをご覧ください。

www.national.com/JPN/adc

amplifiers.national.com/jpn

低電圧の電流ループ・トランスミッタ

これにループ電流とループ抵抗を代入すると、

$$\text{式2 } V_S = I_L W_{R1} + V_T + I_L W_{R2} + I_L R_R$$

配線抵抗が $X \Omega/\text{フィート}$ 、最大ループ電流が 20mA 、 R_R が 10Ω で、配線長は同じとして、式2を変形して最大ループ距離をループのパラメータで表すと、次のようになります。

$$\text{式3 } ft = \frac{V_S - V_T - 0.2}{0.04 (X \Omega/\text{ft})}$$

式3から、最大ループ長を最大化するには次の3通りがあります。

- (1) ループ電源電圧を高める。
- (2) 配線を太くし、配線抵抗 ($\Omega/\text{フィート}$) を下げる。
- (3) 電流ループ・トランスミッタの所要最小電圧を低減する (次の文を参照)。

LMV951のような低電圧アンプやLP2951のような低ドロップアウト電圧レギュレータを使えば、電流ループ・トランスミッタの所要最小電圧を低減できます。Figure 2は、最小電圧1.9Vで機能する4mA-20mA電流ループ用のトランスミッタとレシーバの回路図です。

この例では、LM94022などの温度センサの信号がトランスミッタに入力されます。

A1、Q1およびR1~R5で電圧電流変換器を構成しています。A1の非反転入力端子3が、ループ電流、オフセット電流およびセンサ信号電圧の3つの信号の加算ノードになっています。R2は電流検出用シャント抵抗器で、ループに流入してR3を経て帰還する電流を測定します。トータルのループ電流は、抵抗R2とR3に流れる電流の和 $I_L = I_{R2} + I_{R3}$ です。アンプA1は、R2に流れる電流を加減して、端子3と端子4の両入力電圧を一致させます。その結果、R2とR3の電圧は等しくなります。R2とR3に流れる電流比は抵抗比の逆数で、次の通りです。

$$\text{式4 } \left(\frac{I_{R2}}{I_{R3}} = \frac{R_3}{R_2} \right)$$

この式は、R3に流れる電流も電圧/電流変換の構成部分であり、誤差電流ではないことを示しています。ループ電流に影響を与える誤差源の1つはA1のオフセット電圧で、これが元でループ電流に誤差電流が加わります。ループ電流が最小値の4mAの時、電圧V2は0.040Vに非常に近い値になります。

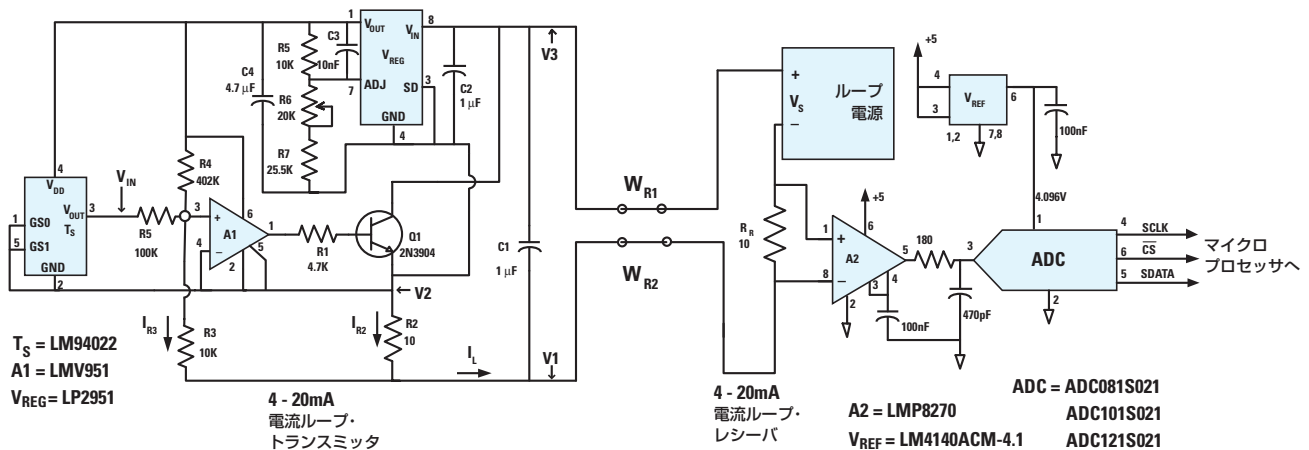
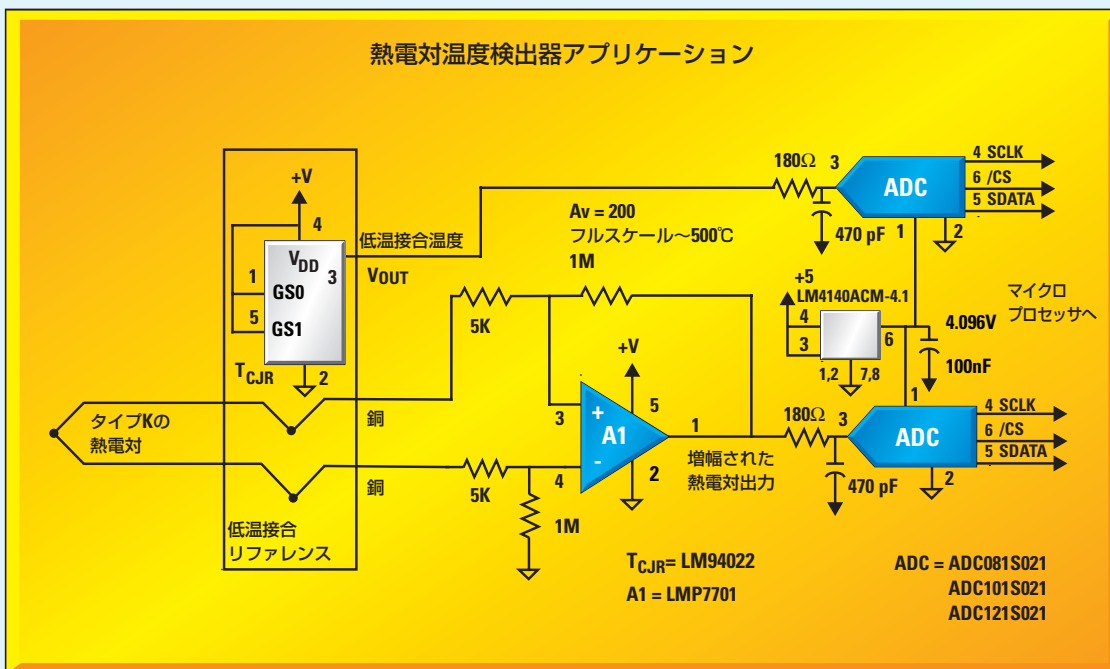
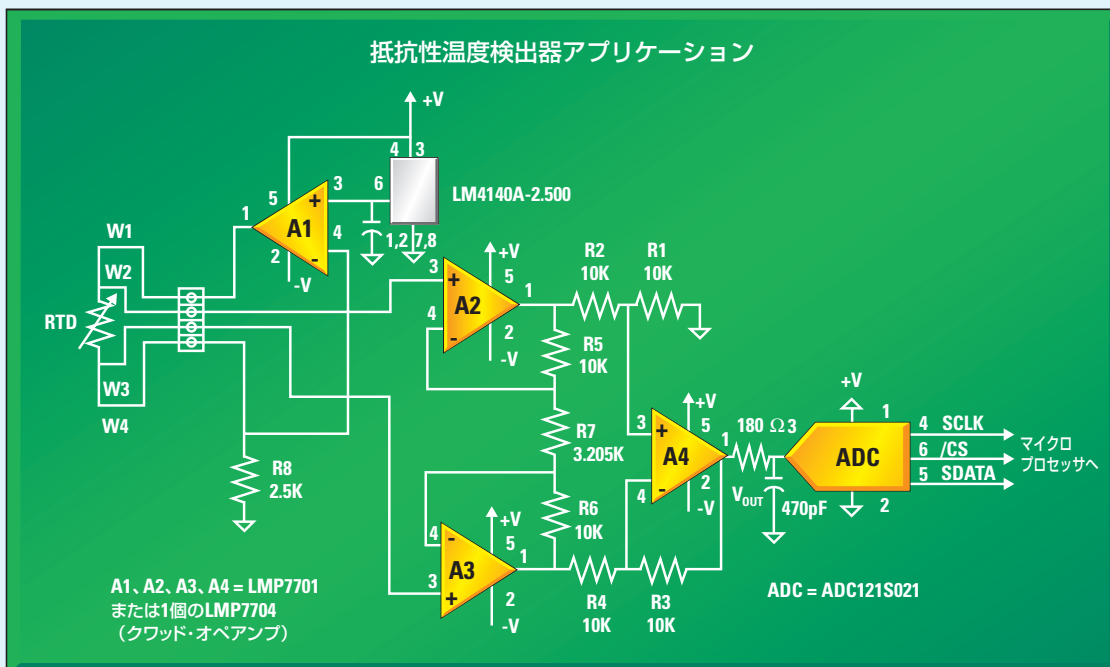


Figure 2. 電流ループ・トランスミッタの回路図

FA (ファクトリ・オートメーション) 向けのソリューション



サンプルやデータシートの情報は、ナショナルのサイトをご覧ください。

www.national.com/JPN/adc

amplifiers.national.com/jpn

高精度オペアンプ

製品名	最大 V_{os} 室温 (μV)	TCV_{os} ($\mu V/^\circ C$)	電源 電圧範囲 (V)	PSRR (dB)	CMRR (dB)	ゲイン (dB)	GBWP (MHz)	電圧ノイズ (nV/\sqrt{Hz})	I_{BIAS} 室温 (pA)
LMP2011/12/14	25	0.015	2.7~5.25	120	130	130	3	35	-3
LMP7701/02/04	200	1	2.7~12	100	130	130	2.5	9	0.2
LMP7711/12	150	-1	1.8~5.5	100	100	110	17	5.8	0.1
LMP7715/16	150	-1	1.8~5.5	100	100	110	17	5.8	0.1

電流検出用高精度オペアンプ

製品名	入力電圧範囲	TCV_{os} ($\mu V/^\circ C$)	固定ゲイン (V/V)	電源電圧 (V)	CMRR (dB)	パッケージ
LMP8275	-2~16	30	20	4.75~5.5	80	SOIC-8
LMP8276	-2~16	30	20	4.75~5.5	80	SOIC-8
LMP8277	-2~16	30	14	4.75~5.5	80	SOIC-8

低電圧オペアンプ

製品名	I_s (代表値) / チャンネル (μA)	電源電圧範囲 (V)	最大 V_{os} (mV)	全動作温度範囲での 最大 I_{BIAS}	CMVR (V) (代表値)	GBW (MHz)	パッケージ
LMV651	110	2.7~5.5	1	80 nA (typ)	0~4.0	12	SC70-5、TSSOP-14
LMV791	1150/0.14	1.8~5.5	1.35	100 pA	-0.3~4.0	17	TSOT23-6、MSOP-10
LMV796	1150	1.8~5.5	1.35	100 pA	-0.3~4.0	17	SOT23-5、MSOP-8
LMV716	1600	2.7~5.0	5	130 pA	-0.3~2.2	5	MSOP-8
LPV531	425	2.7~5.5	4.5	10 pA	-0.3~3.8	4.6	TSOT23-6

シングル・チャンネル・アプリケーション向けADC

製品名	分解能	入力チャ ネル数	ピン/機能 互換性	サンプリング・ レート (kSPS)	入力	最大消費電力 5V/3V (mW)	電源電圧 (V)	最大INL (LBS)	最小SINAD (dB)	パッケージ
ADC121S101	12	1	↑ ↓	500~1000	シングルエンド	16/4.5	2.7~5.25	±1.1	70	SOT23-6、LLP-6
ADC121S051	12	1		200~500	シングルエンド	15.8/4.7	2.7~5.25	±1.0	70.3	SOT23-6、LLP-6
ADC121S021	12	1		50~200	シングルエンド	14.7/4.3	2.7~5.25	±1.0	70	SOT23-6、LLP-6
ADC101S101	10	1		500~1000	シングルエンド	16/4.5	2.7~5.25	±0.7	61	SOT23-6
ADC101S051	10	1		200~500	シングルエンド	13.7/4.3	2.7~5.25	±0.7	60.8	SOT23-6
ADC101S021	10	1		50~200	シングルエンド	12.6/4	2.7~5.25	±0.6	60.7	SOT23-6
ADC081S101	8	1		500~1000	シングルエンド	16/4.5	2.7~5.25	±0.3	49	SOT23-6
ADC081S051	8	1		200~500	シングルエンド	12.6/3.6	2.7~5.25	±0.3	49	SOT23-6
ADC081S021	8	1		50~200	シングルエンド	11.6/3.24	2.7~5.25	±0.3	49	SOT23-6
ADC121S625*	12	1		50~200	差動	2.8	4.5~5.5	±1.0	68.5	MSOP-8
ADC121S705*	12	1	500~1000	差動	16.5	4.5~5.5	±.95	69.5	MSOP-8	

*差動入力、200~500kSPSサンプリング・レートの製品を発売予定

低電圧の電流ループ・トランスミッタ

次に示すように、A1のオフセット電圧1mVは I_{R3} に約2.5%の誤差を発生します。

$$\text{式5} \quad \frac{0.001V}{0.040V} \times 100 = 2.5\%$$

$I_{R2} : I_{R3} = 1000:1$ であるので、 I_{R3} の2.5%誤差からループ電流の誤差は0.0025%になります。

トランスミッタの所要最小動作電圧を求めるには、トランスミッタを構成する部品の所要電圧を計算します。この例では1.6Vのフルスケールのセンサ入力信号を使っており、スケール・ファクタは10mA/Vです。その計算式は次の通りです。

$$\text{式6} \quad \frac{I_{LMAX} - I_{LMIN}}{V_{INMAX} - V_{INMIN}} = \frac{20\text{ mA} - 4\text{ mA}}{1.6V - 0V} = \frac{16\text{ mA}}{1.6V} = 10\text{ mA/V}$$

トランスミッタ (V3 - V1) の所要最小電圧は、V3からV1までの2つのパスの所要電圧のうち高い方の値です。パス1はV3→Q1→R2→V1の経路です。パス1では、ループ電流が最大値の20mAの時、非飽和状態を維持できる電圧は、R2の電圧降下 (V2) 0.2Vとコレクタ・エミッタ間電圧約0.5Vを合計した0.7Vです。パス2では、それはV2に電圧レギュレータの出力電圧とそのドロップアウト電圧を加えた値です。1.6Vのフルスケールのセンサ入力信号では、電圧レギュレータの出力電圧は約1.65V、そのドロップアウト電圧は50mV未満を必要とするので、パス2の所要最小電圧は1.9V (0.2V + 1.65V + 0.05V) になります。ここで注目すべき点ですが、LMV951アンプの最小動作電圧は0.9Vであるため、スケールファクタを18mA/Vに上げると、トランスミッタの最小電圧を約1.3Vにまで低減できることです。これを支えるのが、出力電圧を1.25Vにまで低減できる調整機能を持った、ドロップアウト電圧50mVの電圧レギュレータ V_R です。これにより、ループ・トランスミッタの所要最小電圧は1.3Vにまで低減可能です。電流ループ・トランスミッタは3つの信号、すなわちループ電流 (R3)、オフセット電流 (R4) およびセンサ (R5) の信号を加算して機能します。

ループ電流は、V1がV2に対して負になるよう、抵抗R2で電圧降下を発生し、R3を経て帰還します。

$$\text{式7} \quad V1 = V2 - R2 (I_L)$$

4mA - 20mA電流ループでは、ゼロ信号入力を表すため、4mAのオフセット電流レベルを使います。ゼロ電流は断線やトランスミッタなどの故障を意味するので、ゼロ信号はオープン・ループの不具合状態の検出に使われます。4mAのオフセット電流を発生させるため、抵抗R4を低ドロップアウト可変電圧レギュレータの出力に接続します。電圧レギュレータの出力が1.65Vの時は、402kΩの抵抗R4を使ってほぼ4mAのオフセット電流が設定されます。入力信号が0Vの時は、可変抵抗R6を使ってループ電流は4mAに設定されます。この調整によって、電圧レギュレータの出力誤差とR4、R5、R7の抵抗偏差が補償されます。 R_R の電圧を測定し、それが0.04VになるようR6を調整することによって、オフセット電流を4mAに較正できます。R4の抵抗値は、アンプの両入力端子の電圧を一致させて式を変形することによって、他の電源電圧に対して次のように計算されます。

$$\text{式8} \quad R4 = \frac{R3 \times V_{OUT}}{R2 \times I_{R2}} - R3$$

抵抗R5は、ループ電流を16mAスパンにするための信号入力電圧のスケールに用います。この例では、入力信号スパンを1.6Vとしています。R5の抵抗値は、アンプの両入力端子の電圧を一致させて式を変形することによって、次のように計算されます。 V_{IN} は最大信号入力、すなわち、この例では1.6Vで、 I_{R2} は出力電流の変化で16mAです。

$$\text{式9} \quad R5 = \frac{R3 \times V_{IN}}{R2 \times I_{R2}}$$

式9は、R5の値を変えると、フルスケール入力電圧を変えられることも示しています。Figure3は、フルスケール較正を追加するため、低抵抗性の可変抵抗をR5と直列に接続した回路図です。

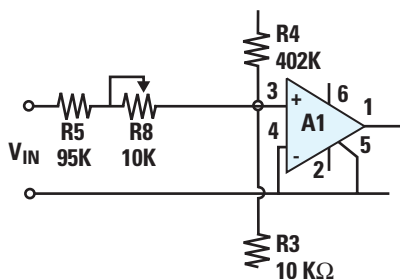


Figure 3. 入力較正

この例では、信号源としてシリコン温度センサを使用しています。LM94022は低電圧のプログラマブル・ゲイン温度センサで、 -50°C ～ 150°C の温度測定に使えます。Figure 2の回路図では、LM94022のゲイン選択ピンをグラウンドまたは最小ゲイン値に接続しています。このゲインでは、センサの出力範囲は 1.299V (-50°C)～ 0.183V (150°C)になります。

Figure 1にみるように、電流ループ・トランスミッタは、ループ内の電圧降下部分のみを占めています。電流ループ・レシーバでは、ループ電流の測定に使われる電圧降下を発生させるため、抵抗 (Figure 1の R_R)をよく使います。 R_R の電圧を測定する際は、ループ電源や環境からの誘導電圧に起因する高コモンモード電圧など、いくつかの問題が伴います。これらの測定問題の解決に、LMP8270のような差動アンプを利用できます。LMP8270は、20倍の固定ゲインを持つ高コモンモード電圧差動アンプです。20倍のゲインはまた、 R_R の抵抗値を下げ、ループの電圧降下を低減します。

Figure 2に示すように、電流ループにどんなコモンモード電圧 (最大 28V)が生じたとしても、抵抗 R_R の電圧はリカバリされ、増幅されて、入力信号をA/Dコンバータ (ADC)へドライブします。LMP8270の内部は10倍ゲインの差動アンプで、それを2倍ゲインのアンプでフォローしています。両アンプ間の内部コネクションは、端子3と端子4に接続されています。またLMP8270の内部では、 $100\text{k}\Omega$ の抵抗が初段のアンプの出力と直列に接続されています。端子3および端子4とグラウンドの間にコンデンサを接続すれば、ローパス・フィルタを容易に実現できます。

Figure 2における 4.096V の基準電圧は、ADCで使用されるフルスケール入力に相当します。LMP8270の 4.096V 出力のための差動入力電圧は、 $4.096/20 = 0.2048\text{V}$ です。電流が 20mA の時に 0.2048V の電圧降下を発生する R_R の値は $0.2048/20 = 10.24\Omega$ です。 10Ω の抵抗を用いたのは、標準精度の抵抗値だからです。この結果、 4mA ～ 20mA のループ電流のためのA2の出力電圧は 0.8V ～ 4.0V になります。

電流ループ・トランスミッタの較正を、入力電圧として両端に 0V と 1.6V を使い、抵抗 R_R の電圧を測定しながら行いました。入力電圧 0.0V を使って、 R_R の電圧が 40mV になるよう、抵抗 R_6 を調整しました。また、入力電圧 1.6V を使って、 R_R の電圧が 200mV になるよう、抵抗 R_8 を調整しました (Figure 3参照)。Figure 4は、較正した電圧源を使って測定した伝達関数です。直線に対する最悪の場合の偏差は $-8\mu\text{A}$ で、これはFigure 4のグラフでは見られません。

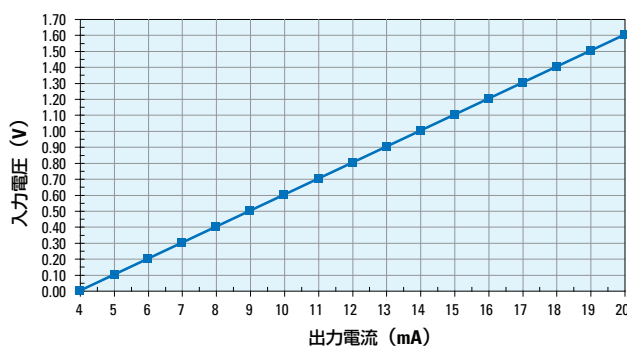


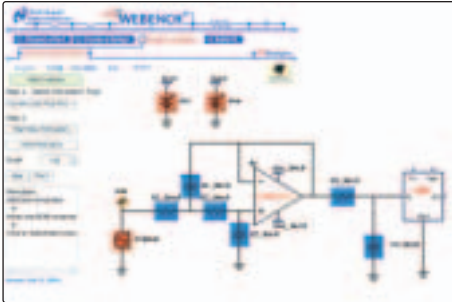
Figure 4. 出力電流と入力電圧

以上をまとめると、非常に低い電源電圧で機能する部品を選択して使えば、 1.3V もの低い動作電圧の電流ループ・トランスミッタの設計が可能という結論になります。

設計支援ツール

WEBENCH® Signal-Path Designer 回路設計ツール

ナショナルは、簡単な操作で回路設計を加速するSignal-Path DesignerをWEBENCHプラットフォーム上で提供しています。



機能

- アンチエイリアシング・フィルタの合成
- アンプの選択、A/Dコンバータとの最適な組み合わせを選定
- SNR、SDFR、電源電圧にもとづくトレードオフ
- SPICEを使用した実際の動作環境でのシミュレーション

webench.national.com/jpn

WaveVision 4.1評価ボード

A/Dコンバータのテストと評価には、使いやすいナショナルのWaveVision 4.1評価ボードを。各評価ボードはUSBインタフェースを備え、ソフトウェアが同梱されています。

特長と利点

- プラグ・アンド・プレイなADC評価ボード
- パソコンと接続するUSB2.0インタフェース
- パソコン上で動作するデータ・キャプチャ機能
- データ・キャプチャと評価が容易
- 高調波とSFDR周波数を表示
- 波形確認が容易
- FFTグラフの生成と表示
- FFTと合わせてダイナミック性能パラメータを表示
- ヒストグラムの生成と表示



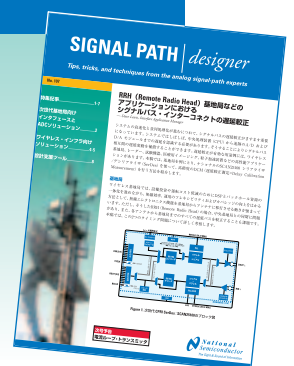
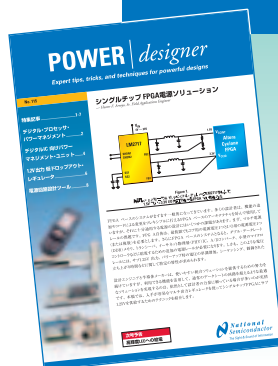
ナショナルの
シグナルパス製品サイト:
www.national.com/JPN/signalpath

お問い合わせ:
JPN.Feedback@nsc.com

どの号もお見逃しなく！

Signal Path Designerのバックナンバーはナショナルのサイトでご覧いただけます。
signalpath.national.com/jpndesigner

Power Designerもぜひお読みください。オンラインで提供しています。
power.national.com/jpndesigner



ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータブックもしくはデータシートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上