

ADC0801

Application Note 233 The A/D Easily Allows Many Unusual Applications



Literature Number: JAJA383

A/D の応用例

National Semiconductor

Application Note 233

September 1974



任意アナログ入力の適応

A/D コンバータ ADC801 シリーズは設計上 2 つの特長をもっており、システム設計時の多くの問題に対応することができます。差動アナログ電圧入力と、ゼロ付近から $5V_{DC}$ までの範囲を持つ基準電圧入力との組合せが、これらアプリケーション利点のキーであります。

多くのシステムにおいて変換されるべきアナログ信号が完全なグランドレベル($0.00V_{DC}$)まで下がらないことがあります。このことは 2 つの問題を提起します。1) ゼロオフセット"手段が必要になります。これは通常使われる数ミリボルトに代って、ボルト単位の値になるかもしれません。そして 2) この狭まったスパンに対応するために、"フルスケール"を調節する必要があります。(スパンとは、アナログ入力信号の $V_{IN\ MIN}$ から $V_{IN\ MAX}$ までの動作範囲をいいます。) これは Fig. 1 に示すようなコンバータで容易に処理されます。

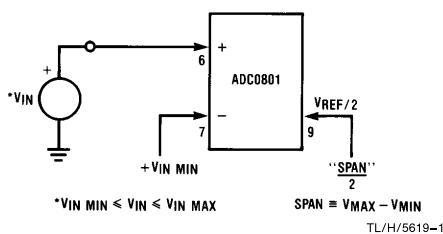


FIGURE 1. Providing Arbitrary Zero and Span Accommodation

入力信号 $V_{IN\ MIN}$ に等しいとき、A/D への"差動入力"は $0V$ で、 0 のデジタル出力コードが得られることになります。 V_{IN} が $V_{IN\ MAX}$ に等しいとき、A/D への"差動入力"は"スパン"に等しくなります。(多様なリニアレンズアプリケーションに対応するため、スパンは端子 9、 $V_{REF/2}$ 入力に印加された電圧の 2 倍になります。) それですから、A/D はデジタルのフルスケールをもたらすことになります。この方法により、広い範囲のアナログ入力電圧にたやすく適応できるのです。

この特長の有用性は例えば、完全な電源電圧範囲を出力しないようなレシオメトリック・トランズデューサーを用いるような時発揮されます。一例として、 0 の読みに対して、供給電圧の 15% を出力し、フルスケールの読みに対して、供給電圧の 85% を出力する場合があります。このケースでは供給電圧の 15% が、 $V_{IN\ (-)}$ 端子に印加され、 $V_{REF/2}$ 端子は、スパンの $1/2$ でバイアスします。これは $1/2(85\% - 15\%)$ 即ち供給電圧の 35% ということになります。これで 0 を適切にシフトして、このアプリケーションに対するフルスケールを調整することができます。 $V_{IN\ (-)}$ 入力は、電源電圧でドライブされた抵抗分割によって与えられ、 $V_{REF/2}$ 端子はオペアンプでドライブされることになります。このオペアンプは入力電圧を抵抗分割から与えられたゲイン 1 の電圧フォロアとすることができます。これらは Fig. 2 に示すように組み合わされます。

このアプリケーションは、また 8 ビット A/D より大きな分解能を得ることを可能にします。例えばアナログ入力電圧のスパンとして $0V$ から $5V$ まで使えるスパンの $1/2$ だけを用いるなら、8 ビット・コンバータで 9 ビットの性能を得ることも可能です。これは $0V$ から $2.5V_{DC}$ の範囲のどこからでもスタートできる、ほぼ $2.5V$ のスパンになるでしょう。

Fig. 2 のオペアンプ出力上の RC ネットワークは、オペアンプから $V_{REF/2}$ 入力への過渡電流をアイソレートするために使われています。

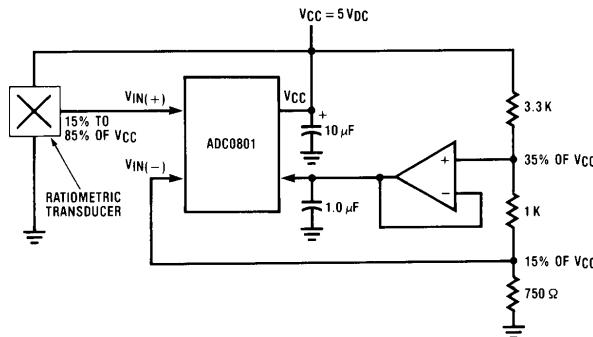


FIGURE 2. Operating with a Ratiometric Transducer which Outputs 15% to 85% of V_{CC}

$V_{REF}/2$ 電圧の限界

このスパンの値をどこまで小さくできるかという疑問が生じます。ADC0801についてFig. 3に示してありますが、ここで $V_{REF}/2$ 電圧は、段階的に減少しています。A) 2.5V(フルスケール5V) B) 0.625V(フルスケール1.25V、これはこの限られた範囲で10ビット・コンバータの分解能に相当します) C) 0.15625V(フルスケール0.3125、これは12ビット・コンバータ分解能に相当します) 12ビットでは、直線性誤差が $1/2$ LSBに増えていることに注意してください。

これらのリファレンスを減少させたアプリケーションでは、A/Dのオフセット電圧は、A)からB)、そしてC)へ行くにつれて、LSB電圧値が20mV、5mV、1.25mVまで変化するに対応して調整されねばなりません。このオフセット調整は、 $V_{IN(-)}$ 端子の $V_{IN\ MIN}$ をセットすることで容易に行えます。

$V_{REF}/2$ 電圧を小さくして用いるためには基準電圧の初期バラツキを小さく(又は調整)する必要があり、また全温度範囲での $V_{REF}/2$ 電圧の変化も小さくしなければなりません。このリファレンスを減少して使用する応用例に、シリコン・ダイオードの順電圧降下を直接デジタル化して、簡単なデジタル温度センサとしたものがあります。

10ビット・アプリケーション

このアナログの柔軟性は、8ビット・コンバータの分解能を10ビットに増すために利用できます。この核心となるところをFig. 4に示します。2つのエキストラ・ビットは、2ビットの外付DAC(抵抗列)とアナログ・スイッチSW1によって与えられます。

コンバータの $V_{REF}/2$ 端子には $1/8V_{REF}$ が供給され、エンコードされた各4つのスパンは次の通りとなることに注意してください。

$$2 \times \frac{1}{8}V_{REF} = \frac{1}{4}V_{REF}$$

この回路を現実に作るときには、このスイッチを、アナログ・マルチプレクサ(CD4066相当のクワッド・バイラテラル・スイッチ)と置き換え、またマイクロプロセッサは、2つのMSビットを2進化するようプログラムします。この2ビットはA/Dによってもたらされた8つのLSBと加えられ、10ビット・データとなります。特定のアプリケーションでは、アナログ入力電圧の特定の範囲の分解能を増すためにこれを1ビット・ラダーに簡素化することができます。

さらに、CPUによる先き読みがあって、このアナログ信号をサーチアルゴリズムなしで、1~2MSB内にロケートできる場合もあるでしょう。

マイクロプロセッサ制御電圧コンバータ

セット・ポイント(あるいは、ピック・ポイント)が、アナログ電圧によって、セット・アップされるアプリケーションでは、このA/Dをアナログ入力が基準DC値より大きいか、又は、小さいかを決めるコンバータとして使用できます。これは、単に $V_{REF}/2$ 端子を接地し(最大分解能を得るために)基準DC値を $V_{IN(-)}$ 入力に印加することにより行えます。ここで、アナログ信号を $V_{IN(+)}$ 入力に印加すると、オールゼロ・コードは、基準電圧より小さい $V_{IN(+)}$ に対する出力となり、オール1・コードは、リファレンス電圧より大きい $V_{IN(+)}$ に対する出力となります。

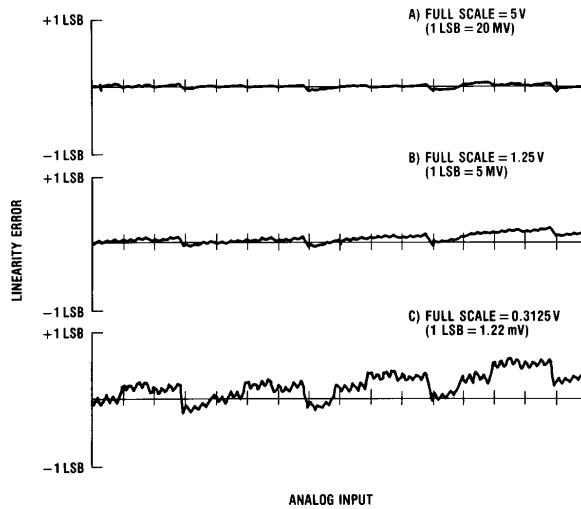


FIGURE 3. Linearity Error for Reduced Analog Input Spans

TL/H/5619-3

これは、CPUへの負荷を軽くします。さらに、アナログ・スイッチを使って単独のA/Dは、いくつかのアナログ入力チャネルを“ノーマル”な方法でエンコードでき、マイクロプロセッサの制御のもとで、このコンバーティ動作を他のアナログ入力チャネルに使うこともできます。

DAC 乗算と A/D 除算

スピードを増したり、CPUへの負荷を軽くするための計算はコンバータの構成部分で直接行うことができます。DACで乗算することはよく知られています。このため多くは“マルチプリーリングDAC”を意味する“MDAC”と呼ばれています。アナログの乗積電圧は、入力信号のハイブリッド・ペアに対するDACからの出力信号として与えられます。入力信号のひとつはアナログ(V_{REF} 入力)で、もうひとつはデジタルです。

A/Dは、2つのアナログ入力信号に対しデジタル商を出力します。分子又は被除数は、A/Dの通常の入力電圧で、分母又は除数は V_{REF} 入力電圧です。

高速演算は、これらコンバータの演算結果の一方又は双方によってCPU外部で与えられます。4象限乗算を行うDAC(MDACとMICRO-DACTM)もありますが、A/Dは通常1象限だけに限定されます。

デジタル手順によるアナログ・セルフテスト

診断/試験用に、新しいデジタル・セルフテストと診断ルーチンが機器で採用されています。もし、8ビットA/Dコンバータとアナログのマルチブリッカが加えられると、このテストの手順はシステムのすべて

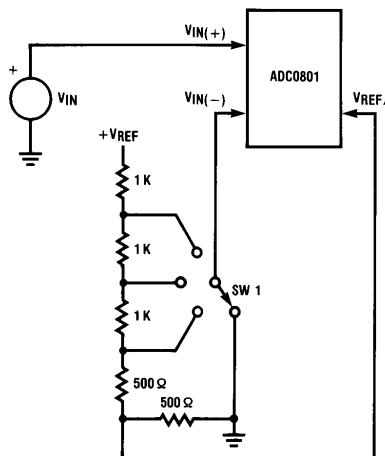
の電源電圧レベルと、他のセット・ポイント値をチェックすることができます。これは新世代コンバータ製品による主要な応用領域です。

コンバータによる温度係数制御

もし、システム内の電圧が周囲温度の変化につれて任意に変えるようになれば、そのシステム性能を向上させることができます。これは、低価格の8ビットDACを使うことによって達成できます。これはシステム内のDC電源電圧や他の電圧の通常の値の“ディザイ”又は微小変化を検知します。周囲温度やMUXつきA/Dコンバータはマイクロプロセッサで単独測定できるため、任意周囲温度で適切な電圧値に設定することができます。この手法は、非線形温度補償を容易とし、また一般にコストを削減し、全システムの性能を改善するものです。

オペアンプの節約

変換されるべきアナログ信号電圧が、一例として、0V_{DC}から500mV_{DC}までしか動かないアプリケーションにおいて、A/Dコンバータをフルダイナミックレンジ(0V_{DC}から5V_{DC})で使用するためには閉ループ・ゲイン10のオペアンプが必要です。別回路での考え方をFig. 5に示します。ここで、リファレンス電圧の値を10:1に減衰する代わりに、0から500mVの信号を直接A/Dコンバータへ印加しています。 $V_{IN(+)}$ 入力は、ここでは V_{OS} 調整に使われ、A/Dの“サンプル・データ”動作のため、温度変化による V_{OS} ドリフトはなくなっています。



TL/H/5619-4

FIGURE 4. 10-Bit A/D Using the 8-Bit ADC0801

Fig. 5 に示すように、オールゼロは A/D によって ($V_{IN(+)}$ 入力で) $0V_{DC}$ の入力電圧に対して出力され、オール1は A/D によって、 $500mV$ 入力信号に対して出力されます。この高感度モードでの A/D のオペレーションは多くの低価システムのアプリケーションに役に立ちます。

電流のデジタル化

システム・アプリケーションにおいては、PC カード、あるいは高電流負荷デバイスを流れる電流をモニタするという、多くの要求があります。これは一般的には、小さな値の抵抗で、負荷電流をサンプリングすることにより行われます。しかし、この場合、通常この抵抗は V_{CC} ラインに直列に配する必要があります。問題は大きなコモン・モード DC 電圧を取り除き、差動信号を増幅し、それから接地基準電圧を A/D コンバータに与える点にあります。

これらのすべての機能は Fig. 6 に示した回路を使って A/D によって取り扱うことができます。ここでわれわれは、A/D の差動入力特性とコモン・モード・リジェクションを使って、負荷電流サンプリング抵抗の電圧降下を直接エンコードしています。オフセット電圧調整がなされ、 $100mV$ の入力電圧スパンに対して、 $V_{REF}/2$ 電圧は $50mV$ になります。必要に応じマルチプレクサを使って $V_{IN(-)}$ 入力を多くの負荷の中から選択する使い方もできます。

最後に

一見、A/D コンバータは、主にマイクロプロセッサとの容易なデジタル・インターフェースとして設計されたものであると見えます。これは正しいのですが、アナログのインターフェースも、この設計の中で注目されており、この両特性の組み合わせた非常に有用なコンバータ製品が発売されています。

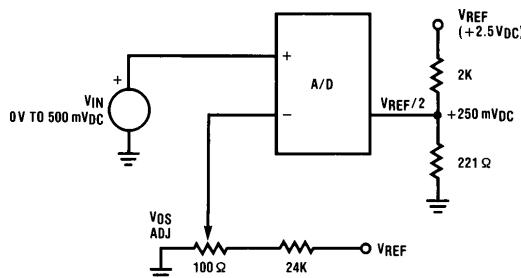
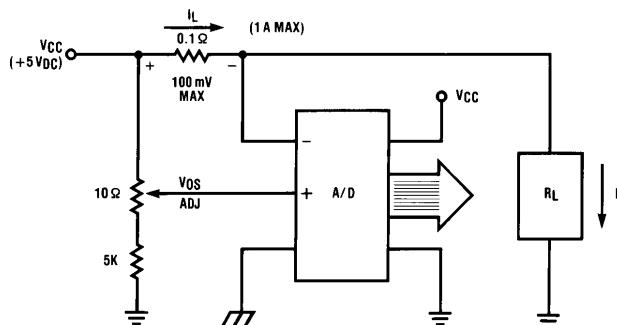


FIGURE 5. Directly Encoding a Low Level Signal



TL/H/5619-5

FIGURE 6. Digitizing a Current Flow

NOTE

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、この不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいります。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいります。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本 社 / 〒135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300 <http://www.nsjk.co.jp/>

製品に関するお問い合わせはカスタマ・レスポン
ス・センタのフリーダイヤルまでご連絡ください。



0120-666-116



この紙は再生紙を使用しています

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ご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に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おりません。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、保証もしくは是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ぬ場合もあります。

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公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。

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. 溫・湿度環境

- 温度：0～40°C、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。）

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、かつ不公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おりません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」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件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もされていませんし、また使用されることを意図されておりません。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。

- 直射日光があたる状態で保管・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°C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