

はじめに

FlexAnalogTM AN231やAN241などのFPAAは、+1.5 V（VMR）を基準とし、0～+3 Vの範囲に制限されたアナログ信号を使用します。このアプリケーションノートでは、これらのFPAAを、+1.5 V以外の電圧でバイアスされた信号や、振幅が0～+3 Vの範囲を超える信号に接続するためのいくつかの方法を説明します。

入力信号と出力信号

まず、FPAAが処理可能な信号の種類について詳しく説明する必要があります。以下の説明はAN231およびAN241に適用されます。

すべてのFlexAnalogTMFPAAは単一電源デバイスです。つまり、正電圧電源（Vdd）とグランドから動作します。負電源は存在しないため、FPAAは入力側・出力側を問わず負の信号を処理できません。当然のことながら、FPAAが扱える信号はグランドと正電源電圧の間にあるものに限られます。AN231およびAN241の場合、この正電源電圧は+3.3Vです。

このため、FPAA内部には電源電圧の半分よりわずかに低い正電圧に固定された信号グランドが設けられています。この信号グランドは+1.5Vに設定されています。ユーザーがこの信号グランドを供給する必要はなく、FPAA内部で生成されVMRと呼ばれるピンに出力される点に注意してください。

FPAA内部およびI/Oにおける全てのアナログ信号経路は差動方式であり、VMRを中心とし、グランドとVddの範囲内に制限された2つの等しく逆向きの信号で構成される。FPAAが処理可能な最大信号は±3V、または6Vのピーク間電圧。これは差動振幅であり、シングルエンド振幅ではないことを理解することが重要です。

この最大振幅はどのように計算されるのか？

信号（入力または出力）が+3Vの場合、これは正側に+3V、負側に0Vが存在することを意味します（VMRを中心として等しく反対の極性でなければなりません）。信号が-3Vの場合、正側に0V、負側に負側に+3Vが存在します。

シングルエンドアナログ信号システムにおいてFPAAを最大限に活用し性能を最大化するには、入力信号をVMR基準差動信号に変換し、出力VMR基準差動信号をユーザーが要求する形式（通常はグランド基準シングルエンド）に変換する必要があります。

このアプリケーションノートでは、FlexAnalogTMFPAAへの接地基準シングルエンド信号を用いたインターフェース接続について、2つの簡便な方法を提示します。1つは入力信号用、もう1つは出力信号用です。

ラウフフィルタを用いた信号入力

FlexAnalog™FPAAは、I/O 1〜4内で利用可能なオプション入力オペアンプを提供します。このI/Oオペアンプにより、ユーザーは受動部品のみを使用して以下の4つの機能を実現する回路を構築できます：

- 1) 入力信号のバイアス電圧をVMRへレベルシフトする。
- 2) 必要に応じてシングルエンド信号を差動信号に変換します。
- 3) 入力信号に対して2極（2次）ローパス・アンチエイリアシング・フィルタ機能を実行し、ノイズを低減します。
- 4) 入力信号を増幅または減衰させ、FPAAの入力範囲に最適に適合させることができる。

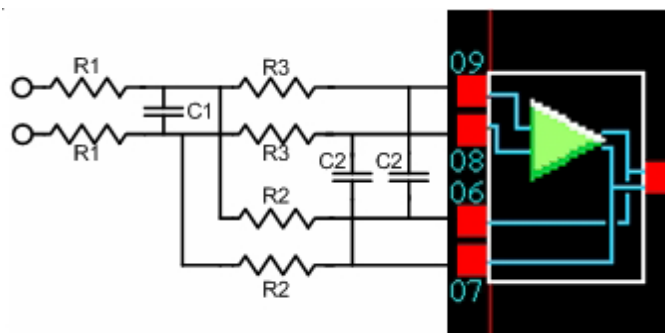


図1. ラウフフィルタ

この回路はラウフフィルタ（またはローパス多重フィードバックフィルタ）と呼ばれ、図1に示す。

部品の値は、必要な F_o （ローパスコーナー周波数）、 Q （フィルタの Q 値、通過帯域で最適な平坦応答を得るには0.707を使用）、および G （通過帯域利得）から計算できます。式は以下に示す通りです。

まず、 R_1 の適切な値を選択する。すると次の式が得られる：

$$\begin{aligned} R_2 &= R_1 \cdot G \\ R_3 &= R_1 \times G / (G + 1) \\ C_1 &= Q \cdot (G + 1) / (G \cdot F_o \cdot R_1 \cdot 2 \cdot \pi) \\ C_2 &= 1 / (G \cdot F_o \cdot R_1 \cdot Q \cdot 4 \cdot \pi) \end{aligned}$$

ラウフフィルタに印加される信号は、シングルエンドまたは差動であり、任意の電圧を中心とすることができます。また、ゲイン G がFPAAピンで正しい振幅を提供するように設定されていれば、任意の振幅でも構いません。コーナー周波数 F_o は、入力信号の動作範囲をわずかに上回る値に設定する必要があります。ラウフフィルタにグラウンド基準のシングルエンド信号が入力される場合、もう一方の入力はグラウンドに接続する必要があります。

例を考えてみましょう：FPAAに $\pm 10V$ のグラウンド基準シングルエンド信号を入力したいとします。また、この信号の周波数範囲が最大10kHzまでと仮定します。以下のパラメータを設定する必要があります

$$\begin{aligned} G &= 0.3 \text{ (最大振幅3Vを10V入力振幅で除した値)} \\ Q &= 0.707 \text{ (最適フラット応答)} \\ F_o &= 12\text{kHz} \text{ (周波数範囲の直上) これにより部品値は} \end{aligned}$$

次の通り：

$$\begin{aligned} R_1 &= 10\text{k (この値を選択)} \\ &= 3\text{k} \\ R_3 &= 2.3\text{k} \\ C_1 &= 4.1\text{n} \\ C_2 &= 3.1\text{n} \end{aligned} \quad) R_2$$

当然ながら、ユーザーはこれらの値に可能な限り近い好ましい部品値を選択する。ユーザーは次の式からフィルタパラメータを逆算できる：

$$\begin{aligned} G &= R_2 / R_1 \\ F_o &= 1 / (2 \cdot \pi \cdot R_2) \cdot \sqrt{(R_1 + R_2) / (2 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot R_1)} \\ Q &= \sqrt{C_1 \cdot R_1 / (2 \cdot C_2 \cdot (R_2 + R_1))} \end{aligned}$$

例：ユーザーが以下の部品値を選択する場合：

R1 = 10k
R2 = 3.3k
R3 = 2.2k
C1 = 4.7n
C2 = 3.3n

この場合、フィルタパラメータを逆算して求めることができます：

G = 0.33
Fo = 9.99kHz Q = 0.73

オペアンプを用いた信号出力

図2は、単一のオペアンプを用いてFPAA出力をレベルシフトするだけでなく、差動からシングルエンドへの変換も行う方法を示しています。さらに、この回路はFPAA出力を任意の量だけ増幅または減衰させることも可能です。この回路の利得は次の式で与えられます：

$$\text{利得} = R_f / R_i$$

注：図2の回路はFPAA出力をグランドへレベルシフトする例を示しており、グランドに接続された抵抗Rfがレベルシフト後の信号の基準電圧を提供します。ただし、抵抗Rfをグランドではなく任意の電圧に接続するだけで、FPAA出力をその電圧へレベルシフトすることも可能です。

FPAA出力をレベルシフトおよび増幅／減衰する機能に加え、回路はRfと記された2つの抵抗に並列にコンデンサを追加することで、単純な1極低域通過フィルタとしても機能します。このフィルタのカットオフ周波数は以下の式で求められます：

$$F_o = 1 / (2 * \pi * R_f * C)$$

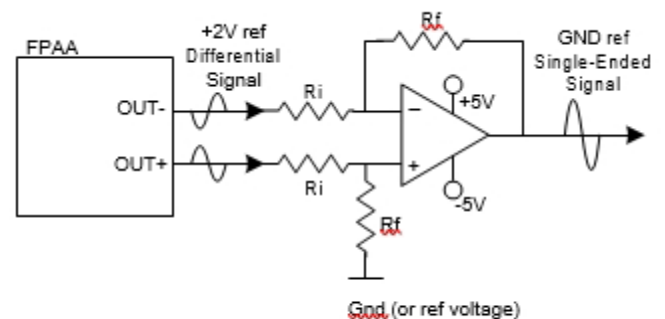


Figure 2. Level-Shift & Diff2Single on the Output

詳細については、www.OkikaDevices.com/FlexAnalog/help にログインするか、Okika Devices テクニカルサポート (contact@OkikaDevices.com) までメールでお問い合わせください。