

ESP32 A/D入力のノイズの低減

今回は、A/D変換後の量子化データを連続3回取り込み平均化する事で、ノイズの低減を目指しました。ノイズは気持ち小さくなった様ですが、ハッキリした効果がある。というところまでは、行きませんでした。

尚、取り込むデータの性質(周波数成分)を検討して、ゆっくり変動するデータであれば、1サンプル分の平均化するための連続A/D変換処理を、5回、7回、あるいはそれ以上、増やす事も考えられます。そして、今回は サンプルレート 50Hzで、サンプリングしましたが、連続した複数のサンプルデータを使って 更に移動平均を取る。というやり方もあります。これは、一次処理で連続A/D変換データの平均で1サンプルのデータを作り、二次処理で複数サンプルの移動平均を取るというやり方です。但し、二次処理を行うと、収録したい

データも多少鈍ってきますので、データを見ながら決めて下さい。ゆっくり変動する 温度、湿度等のデータであれば、有効と考えます。

それに対し 振動データ、例えば地震波の観測等は、二次処理の移動平均は 入れる事が出来ません。因みに入力する周波数に対するサンプルレートの勘所の例として、収録する振動波形の形が ある程度 分かるレベルで収録するのであれば、振動波形の高調波成分も 多少収録する必要があります。基本波が 10Hzとすると収録する上限周波数は、100Hz ぐらいになります。で、サンプリング定理により、200Hzの サンプルレートが必要となります。実は、地震波形の観測は、標準 200Hz サンプリングで 行われています。

本来の話に戻りますが、A/D入力のノイズ低減処理で、前段に電氣的なフィルターを入れる方法もあります。今回は、OPAMPで行います。

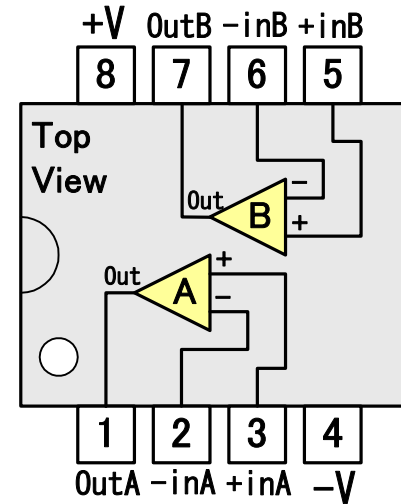
OPAMPとは

OPAMPは オペアンプと発音します。日本語では、演算増幅器といいます。100dB (10万倍) 前後の 高い電圧増幅度を持っています。+と-の 2入力を持っており、出力は 1つです。あと、+電源端子と -電源端子が あります。

通常 1パッケージに 2個または、4個 OPAMP が 入ってます。1パッケージに 1個の物も、あります。それは、高性能な物が多く、出力電圧のオフセット調整とか、出来ます。

逆に 1パッケージに 4個 入っているものは、ローコストタイプの普及品である事が多いです。

LM324という 4個入りの汎用 OPAMPがありますが、電圧は、1電源 3Vから使えますが、レールツウレールでは 無いため 上限が $V_{cc}-1.4V$ で $V_{cc}=3.3V$ では 出力電圧が 1.9Vまでしか正常に出ません。通常は 多数出回っている 2個入りの DIP 8pin パッケージが 扱いやすいです。



DIP 8ピンの OPAMP の場合、殆どが、左のピン配置になっています。

(一部例外が 有ります。)

元々 OPAMP は、プラスマイナス2電源で 使用する事を念頭に作られています。よって、1電源で使用可能なものは、商品

説明に、1電源仕様と 書いてあります。

特に、グランドから V_{cc} まで、フルスイングで使えるものは、殆どが 1電源仕様です。

逆に 1電源仕様でもフルスイングで無い物がありますので注意して下さい。フルスイングの事を レールトウレールともいいます。フルスイングの OPAMP の傾向としてスルーレイトが遅いです。種類にもよりますが、凡そ 伝搬する信号は 1kHz以下として下さい。

OPAMPの 最大信号レベルのレンジ

これは、何と表現していいのか、分からなかったのですが、最大信号レベルのレンジ、と書いたのですが、要は波形が歪まずに、ピークツウピークで 最大 何ボルトの出力が出せるかという事です。昔の 1電源の OPAMPは グラウンド側は かなりグラウンドに近い電圧までだせませんが、Vcc側は V_{cc} より 1.4V低い電圧が、最大出力電圧となります。

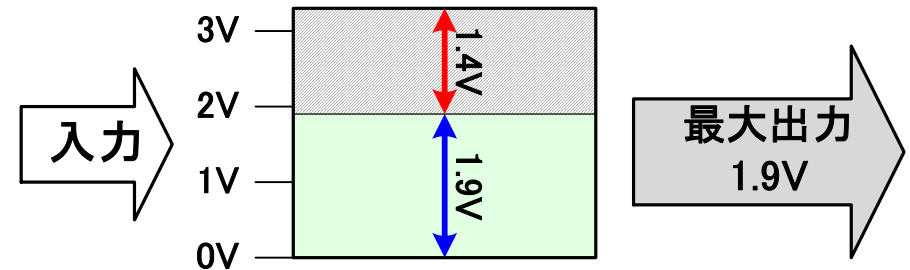
それを、改善したのが フルスイング または レールツウレールと呼ばれる OPAMPです。

多分このタイプのOPAMPは マイコンのA/D入力と直結する事を 念頭に マイコンと同じ電源電圧で 動作するように 開発された物と思われます。

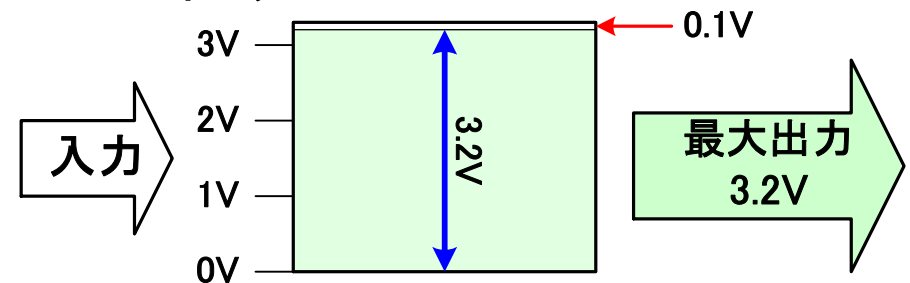
ところが、完全に グラウンドから 電源電圧の範囲で フルスイングする訳ではありません。

上限に僅かですが 0.1Vぐらいの 使用出来ない領域があります。電源電圧 3.3Vで、この事を図で示します。

① フルスイングで無い OPAMP:

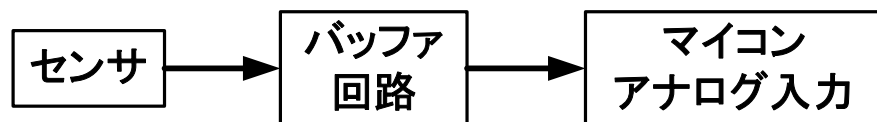


② フルスイングの OPAMP:



メーカーの資料に書いてある 0.1Vですが ワーストケースなので、3.2Vは キープされると考えていいと思います。

OPAMPの バッファ回路



バッファ回路とは、前段の回路(センサ等)と後段の回路(ADC入力端子)の間に入れて、2つの回路の間に干渉しないようにする回路です。別の言い方をすれば 増幅度1のアンプです。センサの出力レベルの関係で 多少増幅する場合もあります。例えば 温度センサ LM60の場合は、電源電圧は 2.7Vから使えるので、3.3Vで使用できます。ですが、温度を示す出力電圧が 低いのです。

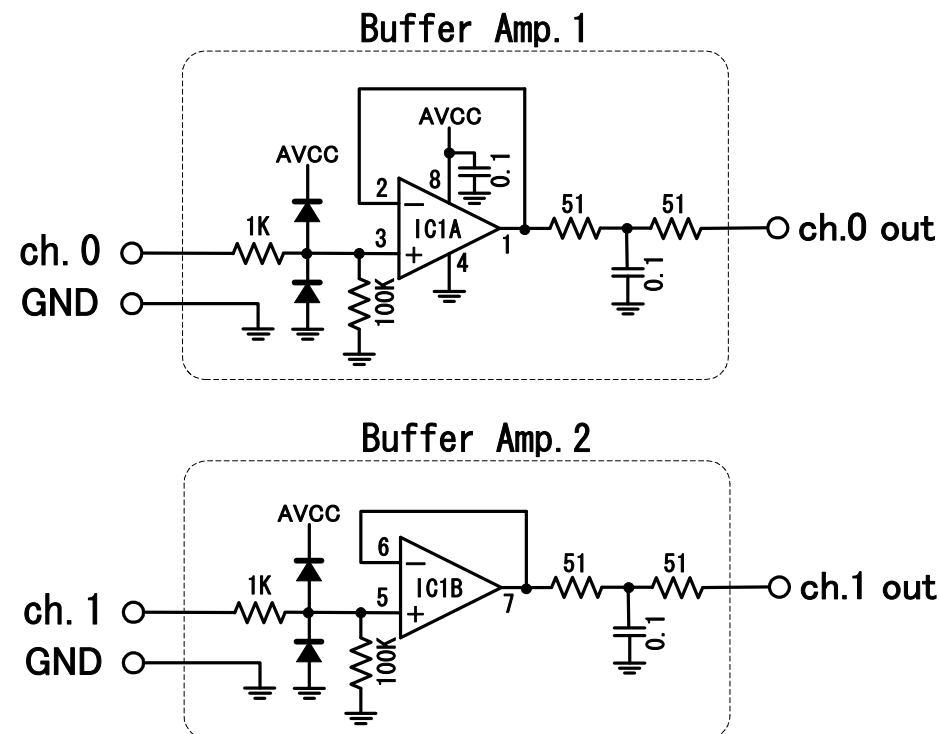
-40°Cで 出力: 174mV

0°Cで 出力: 424mV

100°Cで 出力: 1049mV

最大 125°Cで 出力: 1205mVとすれば
100°Cまでしか使わないとすれば、100°Cで ほぼ、1Vなので、3倍に増幅すれば 3.15Vで

ほぼ 3.2Vに収まります。そうすれば、温度分解能に対する 量子化数が増えるので、ノイズ面でも有利です。3倍に増幅するのは、どうするのかは 後で示しますので
まずは、**基本形として、増幅度1の バッファ回路の回路図を示します。**



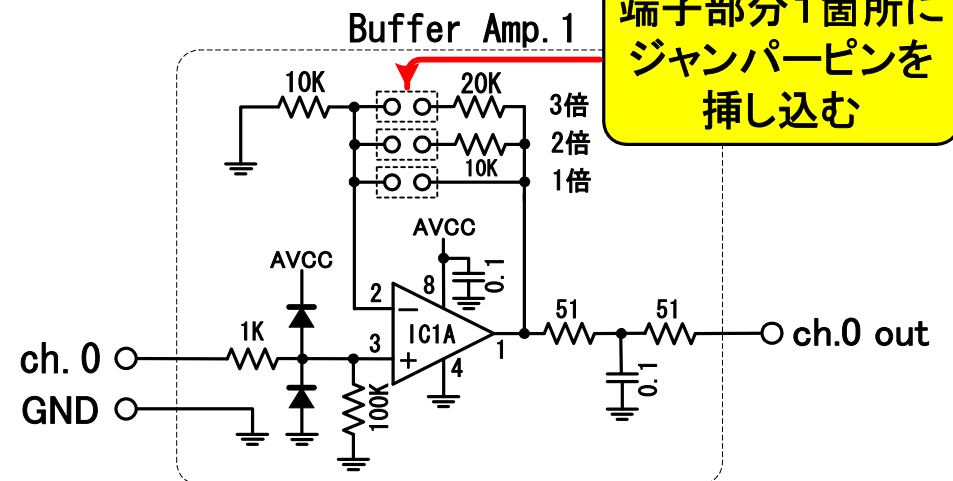
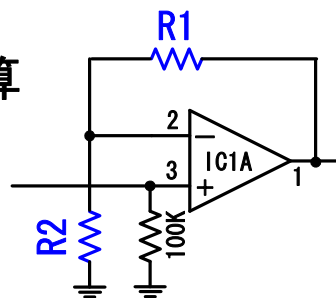
増幅度 可変型 バッファ回路

前ページの回路は、**ボルテージフォロア**と言って、**100% 負帰還**をかけた回路です。
100% 負帰還をかけると、増幅度は 1 になります。**負帰還 NFB は出力ピンから**
ー入力ピンを 接続した部分です。2回路入っているので
ch.0側と ch.1側の ピン番号を 表にしました。

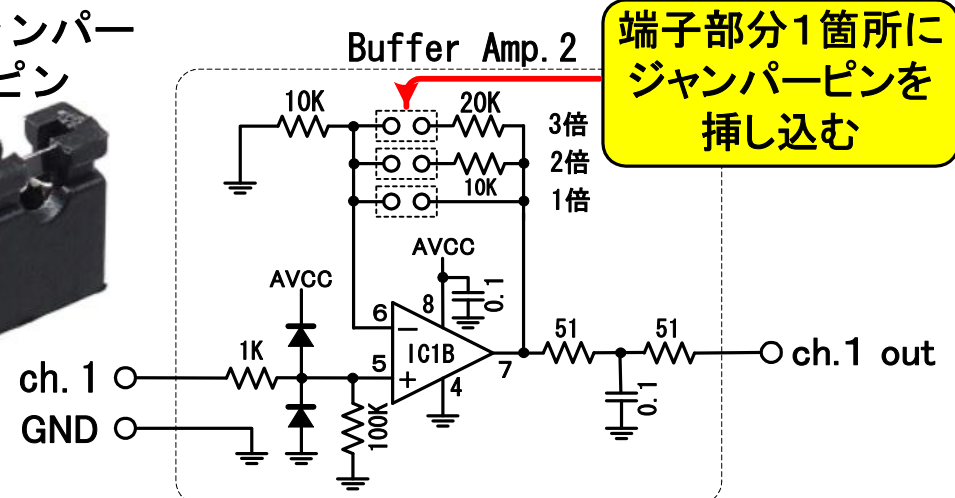
OPAMP 端子機能	ch.0 PinNo	ch.1 PinNo
出力	1	7
ー入力	2	6
+入力	3	5

増幅度を変えるのは、出力ピンと ー入力の間、及び ー入力と グランド間に 抵抗を入れます。その抵抗 R1と R2の抵抗値の比で増幅度が決まります。

$\text{Gain} = (R1 + R2) / R2$ で計算
出来ます。例) R1=20K、
R2=10Kであれば、
Gain = 3倍に なります。



ジャンパー
ピン



今回は、ゲイン1の 簡略化した基本形をブレッド
ボード上に 1回路構成して テストします。