PGP-1 Series DATASEET

Programable Potentiometer

〒352-0032
埼玉県新座市新堀3-4-18　第2高好マンション102
DON-KRAFT

DATASEET Ver 1.01　2019/11/15

DEVICE OVER VIEW

プログラマブル　ポテンショメータ　PGP-1はマイコン制御でデジタルポテンショメータを操作し、自動的にマイコン内で発生したパターンやセンサなどのAD入力値をマイコン内でポテンショメータの値に変換して出力するための機器です。
つまり　マイコンに制御させて自動的にボリューム値を変えたり、センサの状態を読み取ってボリューム値に変換します。
標準商品としては以下の2つのタイプを用意していますが、カスタムプログラムを施すことも可能です。

TYPE A
センサの値を読み取りその値に応じてポテンショメータの値を決めます。

TYPE B
あらかじめ用意した波形パターンで自動的にポテンショメータの値を動かします。

基板外観

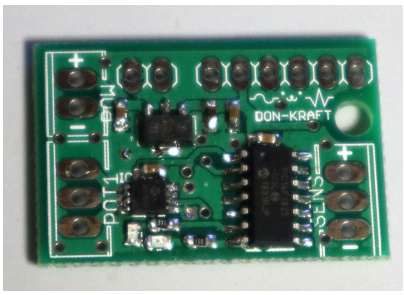


写真1

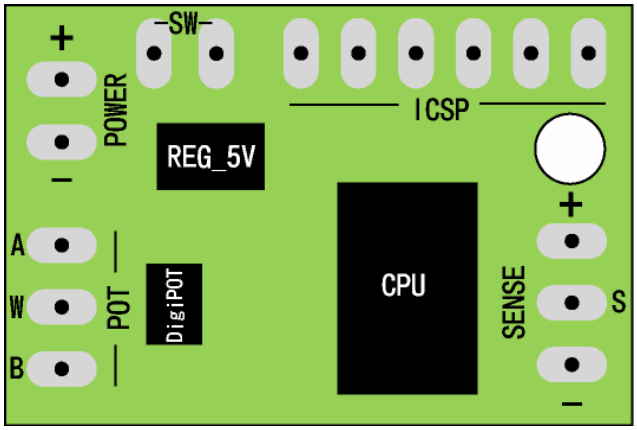


Fig. 1

基板外観は写真1の通りで寸法は20mmX30mmです。
部品は両面に実装で主要パーツは表面に配置し、裏面には抵抗が配置してありますので、複数枚を重ねて配置する場合は必ず3～4mm程度のスペーサーを使って間隔を確保してください。

DON-KRAFT EFFECTORS　　PGP-1

Features

- 供給電源電圧　6V～24V
- 内部電源電圧　5V
- ポテンショメータ抵抗 10kΩ/50kΩ/100kΩ
  （いずれかを選択）
- ポテンショメータ分解能　7bit (0～127)
- ポテンショメータ端子　3
  A:コントロール値 0の時　ワイパーとの抵抗最大
  W:ワイパー
  B:コントロール値 0の時　ワイパーとの抵抗最小
- センサー入力電圧 0～5V
  （センサー端子より5V電源出力あり）
- センサー分解能 10bit (0～1023)
- コントロール用スイッチ1
- ICSP(CPUプログラム)端子1

Electrical Characteristics

- 標準電源供給電圧 9V～18V
- 外部出力(LED等)　20mA/Pin
- ポテンショメータ電流（±5V）
  A<->B 2mA
  A<->W 2mA
  B<->W 2mA
  ※なおDigiPOT MCP4531の特性上±5V以上(以下)はクリップされますのでご注意ください
- センサー入力電圧　0～5V

使用デバイス

CPU	PIC16F1825 / PIC16F1824
DigiPOT	MCP4531
Reg. 5V	TA78L05F / NJM78L05

内部インターフェース

CPUとDigiPOT間はシリアル通信(I2C 400kbps)にてコマンド制御

絶対最大定格

供給電源電圧 30V
内部供給容量 5V 150mA(TA) / 100mA(NJM)
ポテンショメータ電流 2.5mA（±5V）
環境温度 -40℃～95℃
CPU MCLR電圧 -0.3V～9V
CPU IOピン出力電流(sunk or sourced) 25mA

注意事項

- 電源供給をプラスマイナス逆転すると数秒でレギュレータが破損しますので電源投入以前に必ずご確認ください。
- デジタルポテンショメータはご覧の通り非常にサイズが小さく、構造としてはこのパッケージの中に128個の抵抗とそれを繋ぐためのアナログスイッチが内蔵されています。
  その為 ±5V 2.5mA以上の電力が流れると加熱して破損する恐れがありますので回路構成にご注意ください。(参考回路例は後述いたします)

標準商品詳細

TYPE A

TYPE Aの基板はセンサの値を読み取りその値に応じてポテンショメータの値を決めます。

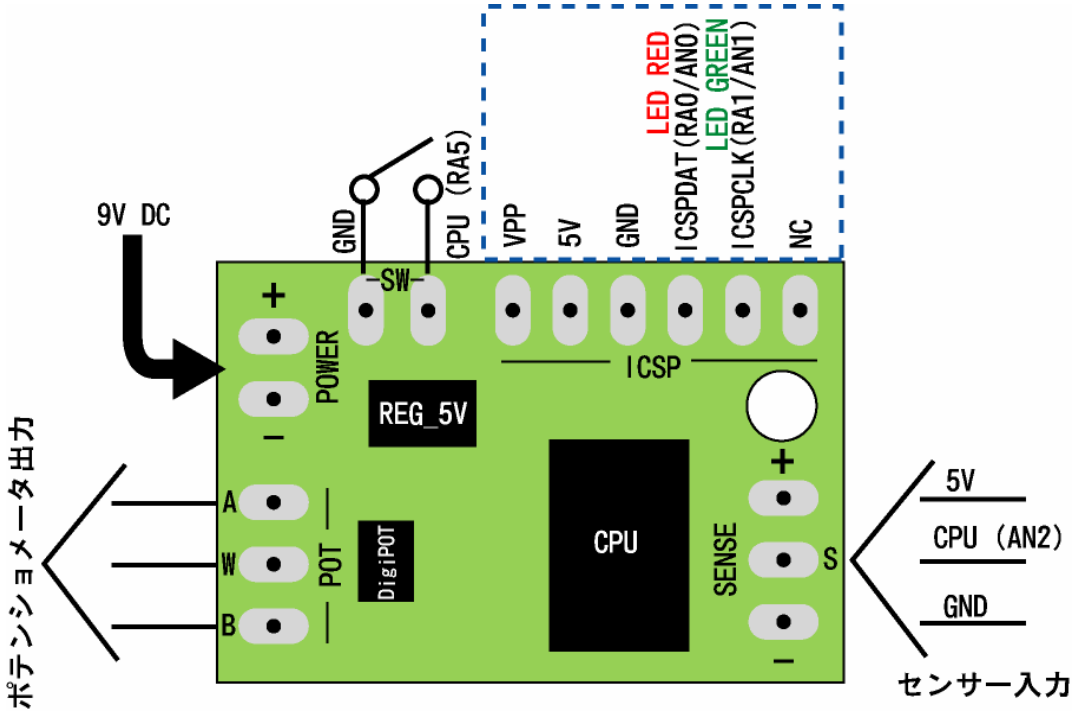


Fig. 2

基板の構成はFig. 2の通りで、先ずPOWER端子にDC電源を供給します。
ポテンショメータ出力を回路の必要な箇所に接続します。A-W-Bの端子は通常のポテンショメータと同様に使用できます。センサの入力の電圧が0の時はW-B間が抵抗値最小に、W-A間が抵抗値最大になります。
センサ入力端子は3つで+が5V電圧端子、-がグランドでSをセンサの出力に接続します。
5Vはセンサに電源供給が必要な場合やCDS、フォトダイオードなどプルアップ抵抗が必要な場合に使用してください。
SW端子にはスイッチを接続します。(プッシュスイッチよりもトグルスイッチの方が使いやすいですがスライドスイッチはチャタリングが発生しやすいので避けてください)
このスイッチはセンサの感度キャリブレーション(調整)に使用します。スイッチがOFFの時はセンサを読み取ってその値でポテンショメータをコントロールする通常モードとして動作し、ONの時はキャリブレーションモードとして動作します。
キャリブレーションモードとはセンサの読み取る電圧範囲の最大値と最小値がセンサによって違うため、その最大値と最小値の値を読み取ってその範囲をポテンショメータの最大値、最小値に割り当てるための動作です。
スイッチをONにしたらセンサをできる限り動作させてください。
光センサならば明るくしたり暗くしたり、加速度センサなどは存分に振り回してみます。
このモード中センサを読み取りながら現状の最大値を検出すると緑のLEDが点滅し、最小値を検出すると赤のLEDが点滅します。
センサを変化させても点滅しなくなったらそのセンサの最大値と最小値が確定できたものと見なせますのでスイッチをOFFにします。スイッチをOFFにすると今検出した最大値と最小値を元にポテンショメータの最大値と最小値に割り振って動作を開始します。
このとき検出したデータはCPUのROMに書き込まれますので電源を落としても再度キャリブレーションモードに入るまで保持されます。
青い破線で囲まれた部分のICSP端子はCPUのプログラム用ですが動作中はLED RED/LED GREENの端子から出力が出ていますので保護抵抗(330Ω程度)とLEDを繋ぎをGNDに接続すると基板上のLEDと同じタイミングで発光しますので必要な場合はご利用ください。(接続しなくても動作に影響はありません)

※ センサの読み取りは1/100秒毎に行いその時点の状態でポテンショメータをコントロールしています。
ただし読み取ったセンサの値が前回と同じだった場合はポテンショメータの値を変更しないようにしています。

TYPE Aへのセンサ接続例

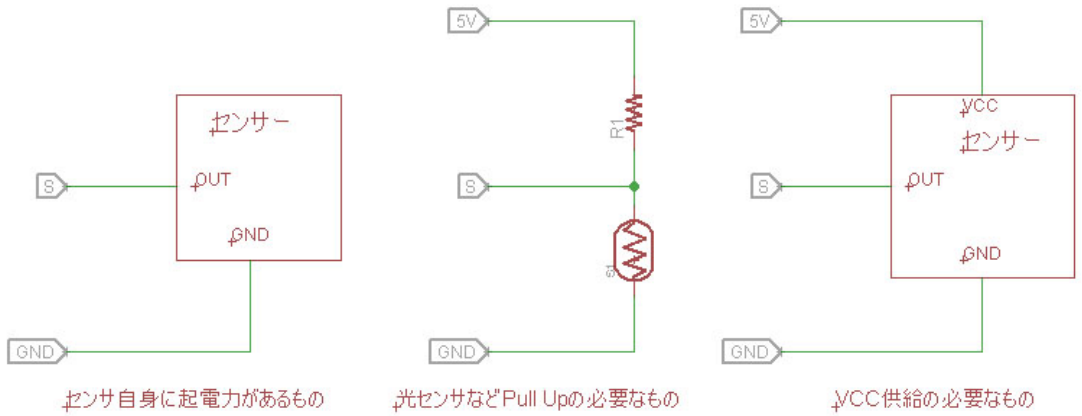


Fig. 3

センサの接続はFig. 3の様に大まかに3つの例が挙げられます。
センサ自体に起電力があるものは5Vの接続は必要ありませんのでGNDとSの端子のみを接続します。
光センサなど抵抗値で反応する場合は適当なプルアップ抵抗を5V端子に接続してください。
またセンサ自体に電源供給が必要な場合は5Vを接続し必要とあればレギュレータ等で電圧をコントロールして電源供給を行ってください。

※ CPU内部に簡単な入力電圧リミッターは装備していますが、センサの特性上出力が5Vを超える場合などは S-GND間にツェナーダイオードを入れるなど電圧値を5V以下にコントロールできるようにしていただくとより安全に入力管理が出来ます。

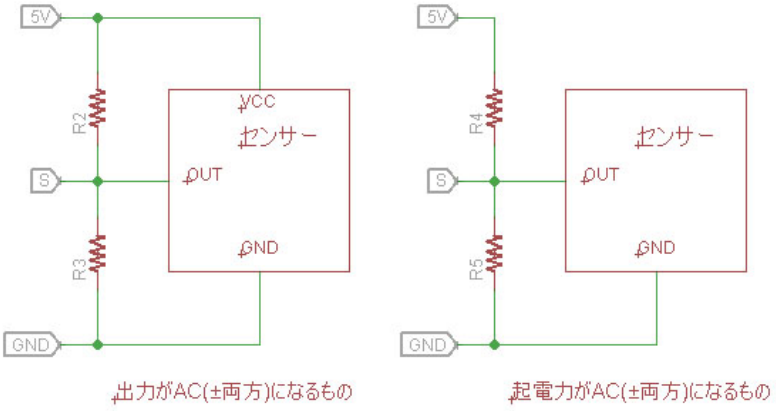


Fig. 4

Fig. 4の様にセンサの出力やセンサの起電力がACで出力される場合は 5V-S-GND間を適当な抵抗で挟んで、バイアスを掛けることでセンサからのマイナス電圧を検出できるようになります。

※ バイアス電流が高いとセンサの出力をつぶしてしまいうまく検出できない場合がありますので十分に小さな電流量(10～50μA程度)で設定してください。
ピエゾ素子などの起電力を検出する場合は1μA以下のほうが良いと思われます。

TYPE B

TYPE Bはあらかじめ用意した波形パターンで自動的にポテンショメータの値を動かします。

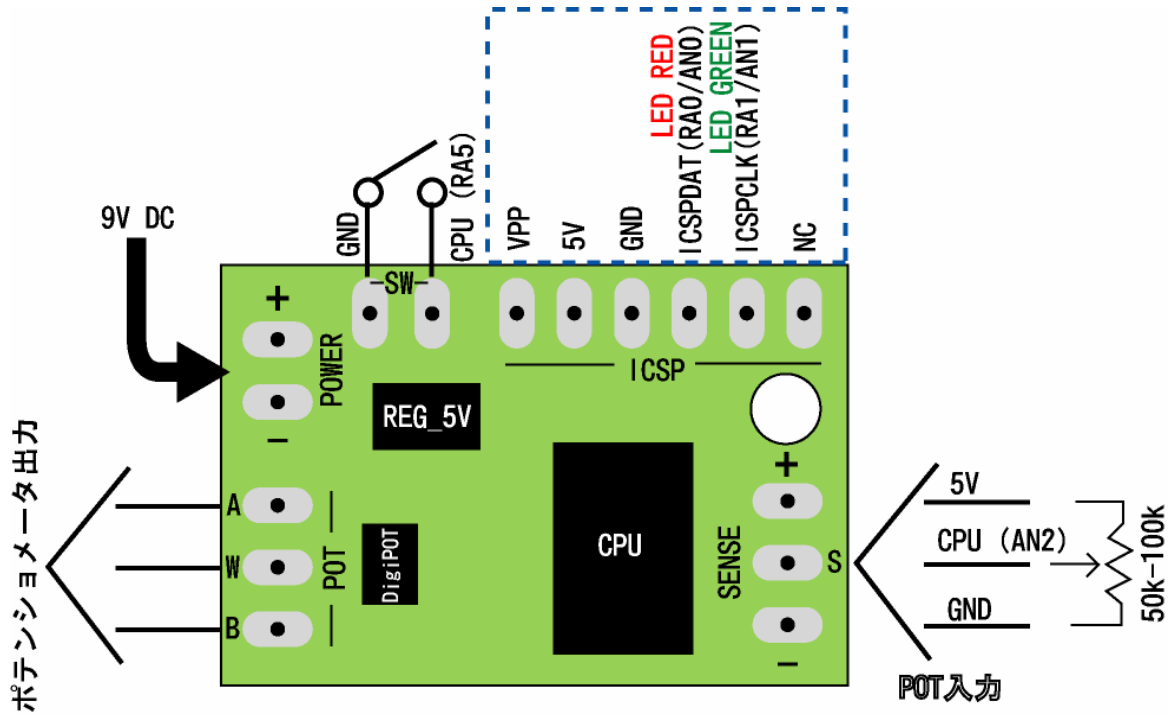


Fig. 5

基板の構成はFig. 2の通りで、先ずPOWER端子にDC電源を供給します。
ポテンショメータ出力を回路の必要な箇所に接続します。A-W-Bの端子は通常のポテンショメータと同様に使用できます。
センサを接続する端子に50k～100kΩのボリュームポットを接続するとスピードコントロールを簡単に行えます。
波形発生はセンサ入力(ポットの位置)は0V(GND)に近いほど早く(周波数が高く)5Vに近いほどゆっくり(周波数が低く)なります。 コントロール範囲は 約0.2Hz～約20Hzの範囲になります。
プリセット波形はMID固定+7種類でMID固定はポテンショメータ ハーフポジションを維持します。
1:MID固定 2:サイン波 3:三角波 4:方形波 5:ノコギリ波1 6:ノコギリ波2 7:二次曲線1 8:二次曲線2 で電源投入時には1:MID固定モードに設定されます。
プリセット波形の選択はSWのON/OFFで行いますのでSWはタクトスイッチやプッシュスイッチなどのモメンタリースイッチが適しています。
選択はSWがONになった時にSWが押された検出を行いSWが離された時に次の波形に移行します。最初が1:MID固定の場合SWが ON->OFF と変化したときに2:サイン波を実行します。
同様にSW ON-OFFされるたびに1->2->3->と変化し8:二次曲線2 の次は1:MID固定に戻り、繰り返しループ動作で設定を行えます。
青い破線で囲まれた部分のICSP端子はCPUのプログラム用ですが動作中はLED RED/LED GREENの端子から出力が出ていますので保護抵抗(330Ω程度)とLEDを繋ぎをGNDに接続すると基板上のLEDと同じタイミングで発光しますので必要な場合はご利用ください。(接続しなくても動作に影響はありません)

★ TIPS

TYPE Bの波形発生スピードコントロールは一般的にはボリュームポットを使用する方法が分かりやすいですが、コントロールするのは0V～5Vの電圧値ですのでここに何かのセンサーや、これ自体のコントロールに低周波波形を加えても面白い効果が得られるかもしれません。

TYPE B 波形サンプル

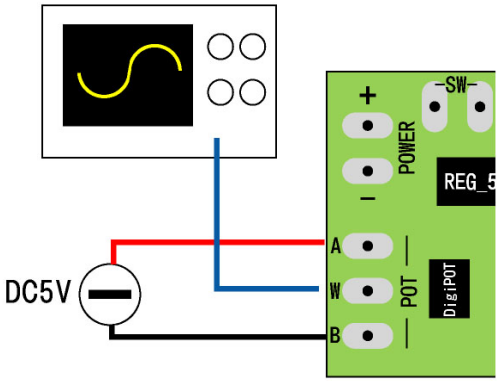


Fig. 6

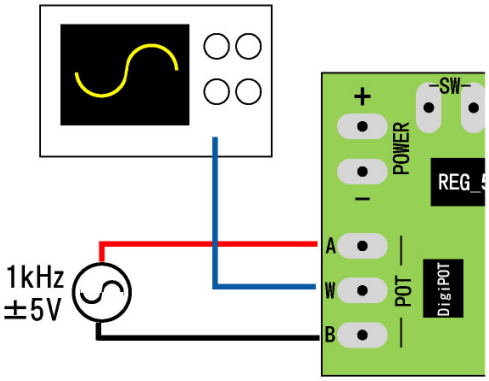


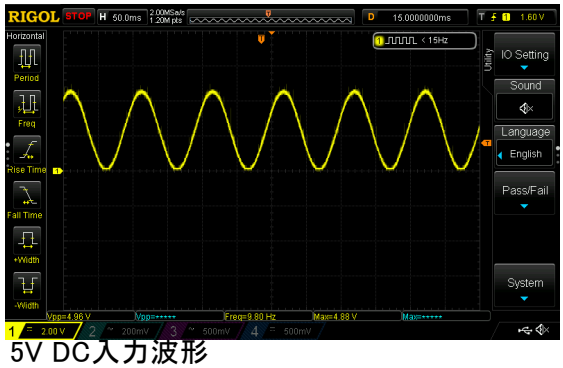
Fig. 7

測定環境はFig. 6 DC5VをポテンショメータのA-B間に接続しW(ワイパー)の電位変化を測定したものと、Fig. 7 1kHz 10VP-P サイン波をA-B間に接続し、W(ワイパー)の電位変化を測定したものです。

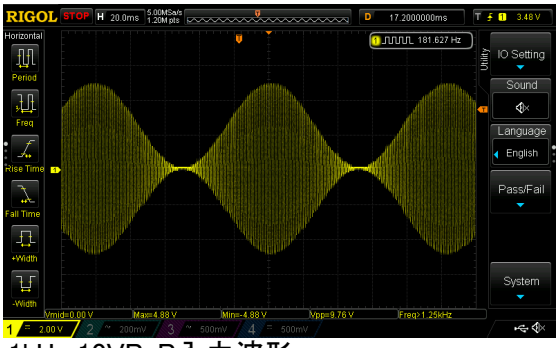
1 MID固定

MID固定はポテンショメータ ハーフポジションを維持しますので波形は発生しません。

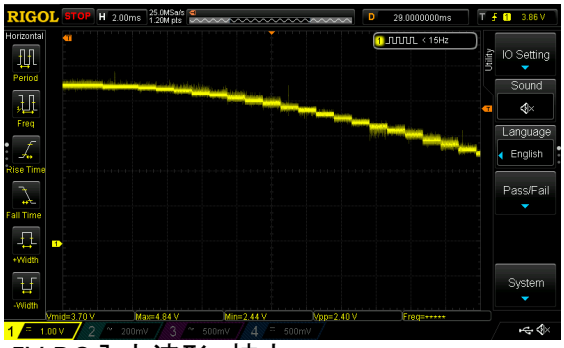
2 サイン波



5V DC入力波形



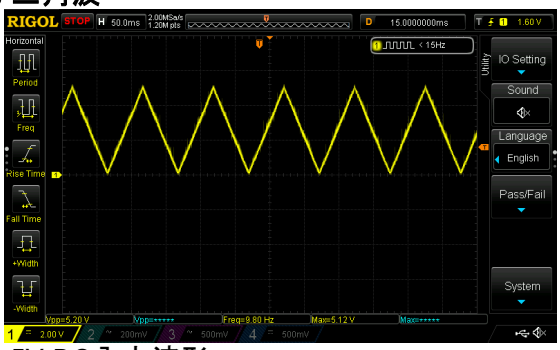
1kHz 10VP-P入力波形



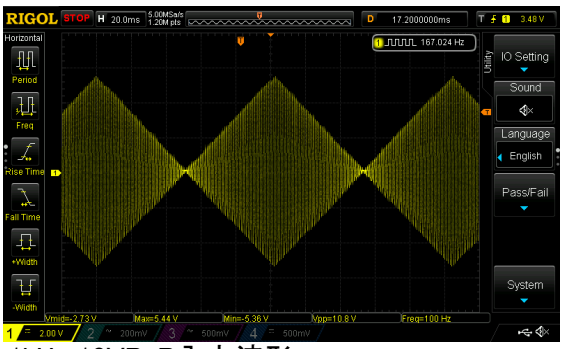
5V DC入力波形 拡大

TYPE B 波形サンプル

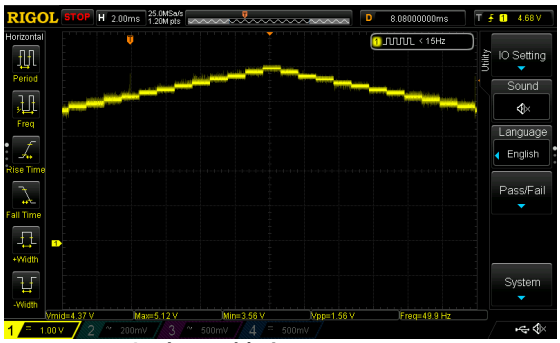
3 三角波



5V DC入力波形

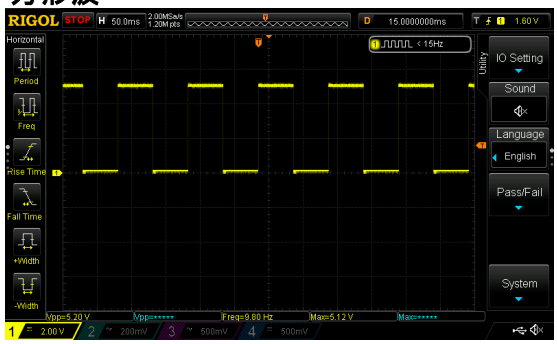


1kHz 10VP-P入力波形

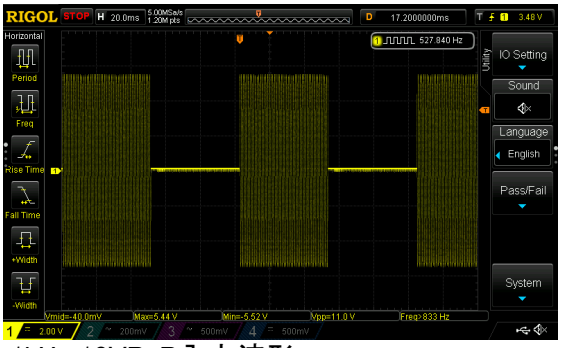


5V DC入力波形 拡大

4 方形波



5V DC入力波形

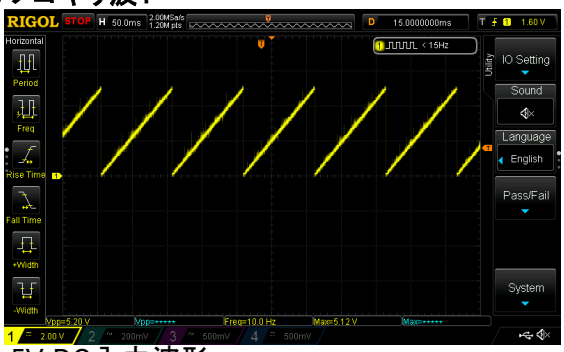


1kHz 10VP-P入力波形

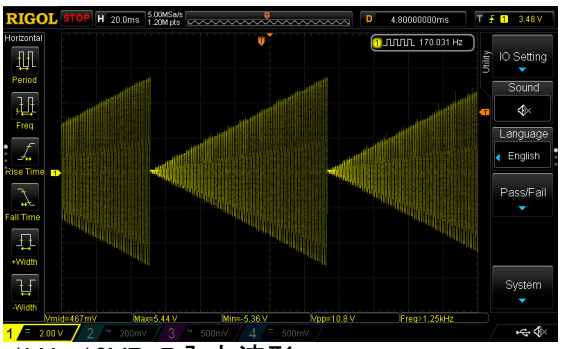
方形波は上下の段階的変化が無いので拡大波形は省略します。

TYPE B 波形サンプル

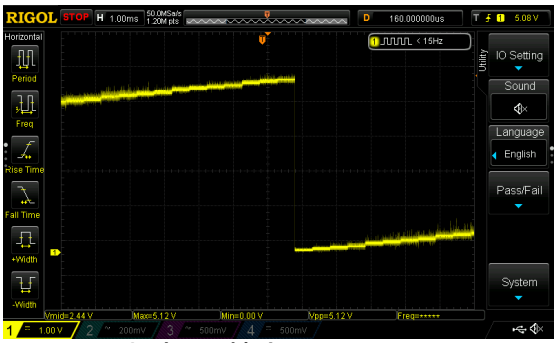
5 ノコギリ波1



5V DC入力波形

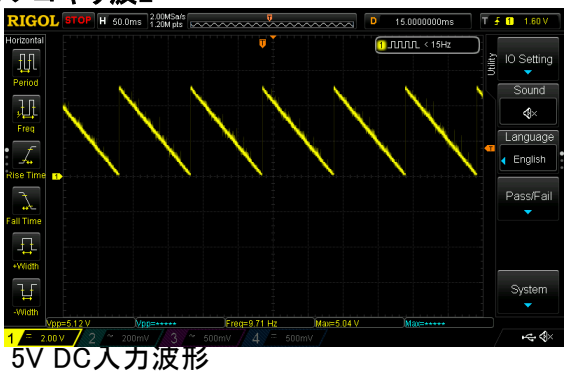


1kHz 10VP-P入力波形

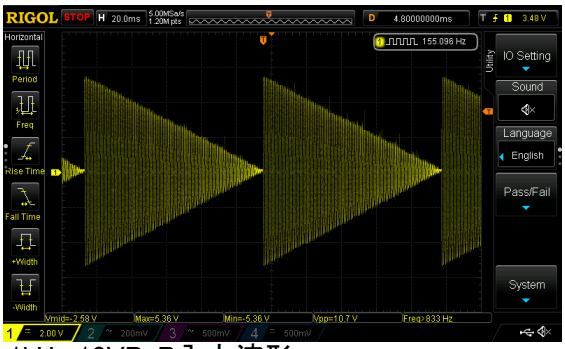


5V DC入力波形 拡大

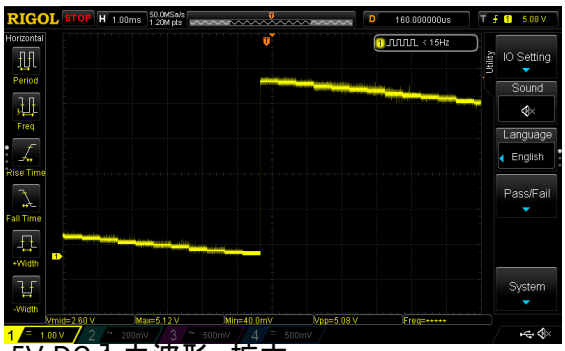
6 ノコギリ波2



5V DC入力波形



1kHz 10VP-P入力波形

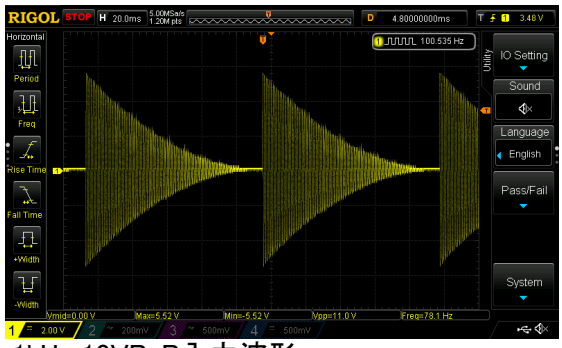


5V DC入力波形 拡大

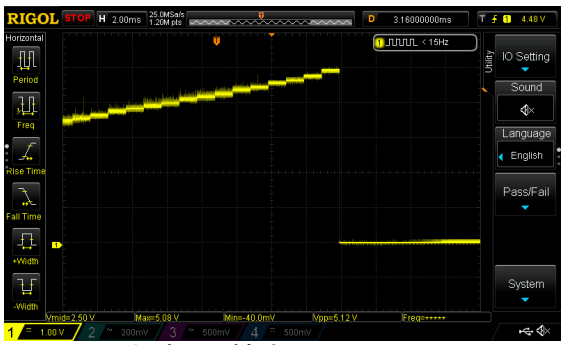
TYPE B 波形サンプル

7 二次曲線波1

5V DC入力波形

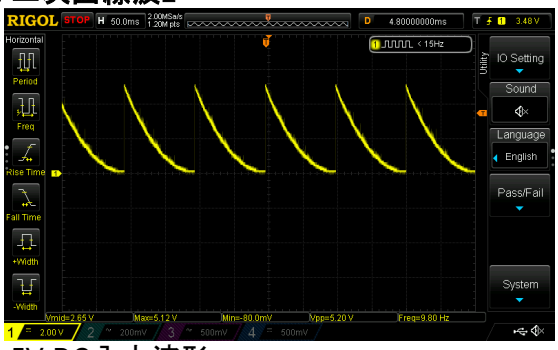


1kHz 10VP-P入力波形

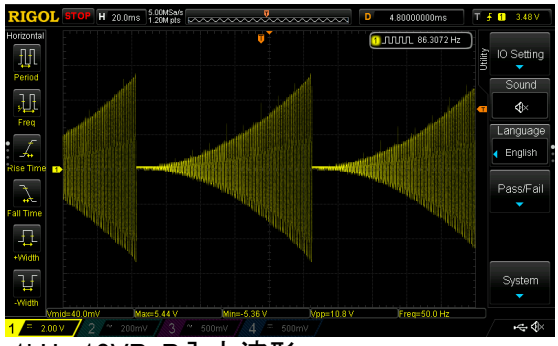


5V DC入力波形 拡大

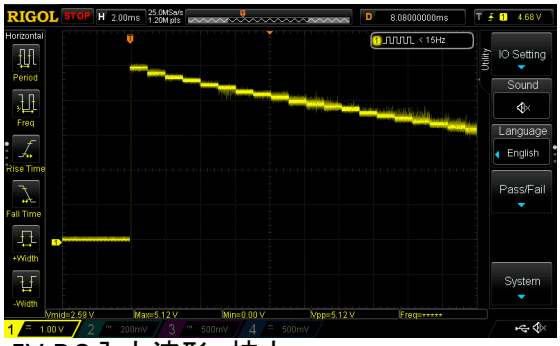
8 二次曲線波2



5V DC入力波形



1kHz 10VP-P入力波形



5V DC入力波形 拡大

デジタルポテンショメータ　性能限界

PGP-1はMicrochip社製のデジタルポテンショメータ MCP4531(※1)を使用しています。
詳細はデータシートをご覧いただきたいと思いますが、いくつかの性能限界がありますのでこちらに記載いたします。

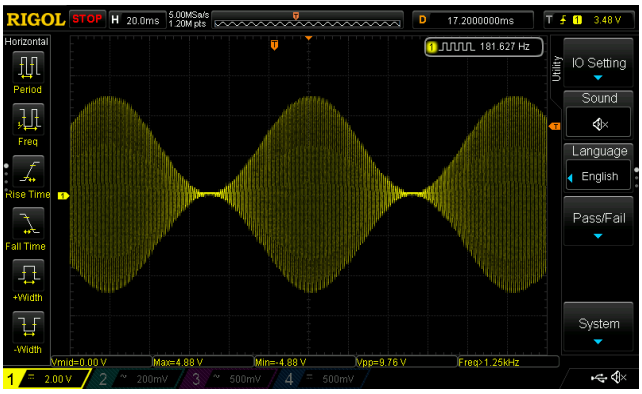
※1 Dataseet　http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22096b.pdf

分解能

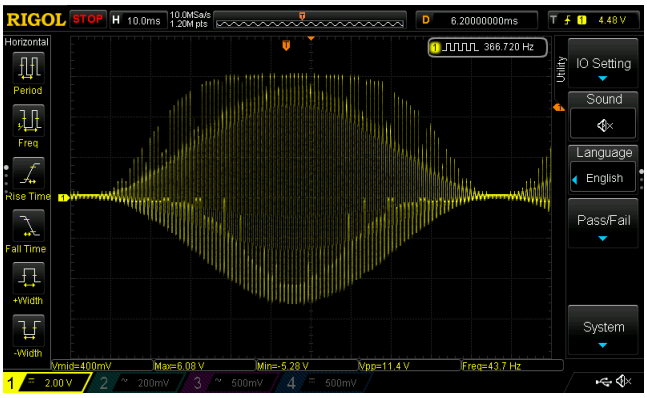
MCP4531はデジタルポテンショメータと言う特性上、分解能(127段階)の個数分抵抗を配列して、その抵抗アレイに繋がった分解能の個数のアナログスイッチをON/OFFすることでポテンショメータとして機能させています。
127個の接点を持つロータリースイッチに抵抗を繋いで自動的にスイッチを回転している様をイメージしていただければその構造が理解いただけるかと思います。
ですからボリュームポットのように中間の値を連続的にとることが出来ないため例えば100kΩのデジタルポテンショメータは1つ変化するたびに787Ω刻みの単位で抵抗値が変わることになりますので前項の波形サンプルの拡大図をご覧いただけば判るようにある程度階段状に電圧が変化します。
特にTYPE Aのセンサー値検出時の差が大きければ大きいほどいきなり抵抗値が変わることになりますのでご注意ください。

ポテンションメータ電圧

デジタルポテンショメータは抵抗アレイとの接続スイッチにアナログスイッチと言う半導体のスイッチを使用していますので(難しい話は抜きにして)ポテンショメータに電源の電圧以上の電圧をかけると動作の保障がありません。
幸い、アナログスイッチは双方向(プラスマイナス)に電流を流すことが出来ますのでPGP-1で使用している動作電圧が5Vのため±5Vまでは正常に動作することが出来ます。
つまり通常の9V駆動のエフェクターの場合カップリングコンデンサを通った信号は9VP-P(±4.5V)ですので問題なく使用できますが12Vや18Vで駆動する場合は十分にご注意ください。
以下に10VP-P(±5V)で駆動したときと15VP-P(±7.5V)で駆動したときの波形を掲載します。



10VP-P(±5V)で駆動



15VP-P(±7.5V)で駆動

10VP-Pでは綺麗にコントロールされていますが15VP-Pでは明らかに波形が崩れているのが見て取れます。
掛けている電流が数μA程度ですので破損することは有りませんでしたが明らかに使い物にならないレベルに誤動作しています。

ポテンションメータ電流

デジタルポテンショメータはご覧の通り非常にサイズが小さく、構造としてはこのパッケージの中に128個の抵抗とそれを繋ぐためのアナログスイッチが内蔵されています。
その為電流に対する耐性が低くデータシートに記載されている最大定格によると ±5V 2.5mA以上の電力が流れると加熱して破損する恐れがあります。
ですのでこのポテンショメータを使用するに当たり、使用箇所での電流量が余裕を見て2mAを越さないようにする必要があります。

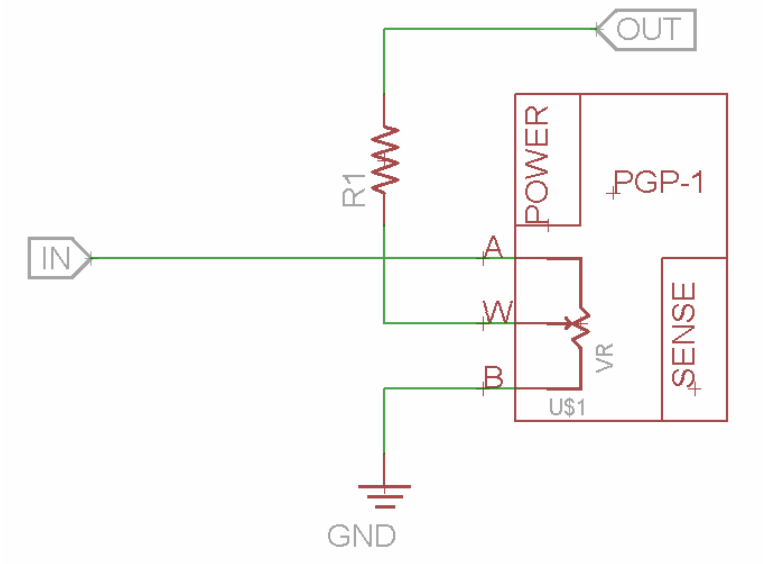


Fig. 8

一例としてはFig. 8の様にワイパー側に抵抗を入れて回路電圧が±4.5Vであれば4.7kΩ以上の抵抗であれば流れる電流量を1mA以下に抑えられるため十分に余裕のある回路構成に出来ます。

★ TIPS

製品テスト時に限界テストを行いましたところ　3mAあたりから発熱をはじめ、10mAで約1分でMCP4531が破損してCPUとの通信が取れているもののポテンショメータは反応しなくなりました。
煙を吹いたり異常に加熱したりという症状はありませんが恐らくAとBから抵抗アレイに繋がる内部結合が過電流で焼ききれたためだと思われます。
CPUとの通信だけが生きていると言うのがなんとも切ない症状です。

オーディオ信号ボリュームコントロール回路例

デジタルポテンショメータを直接オーディオ信号ボリュームとして使用するとポット値変更時のノイズや今まで説明したような許容電流の制限を受けてしまいます。
これを解消するためにオペアンプを使用したボリュームコントロールの1例がFig.9の回路です。

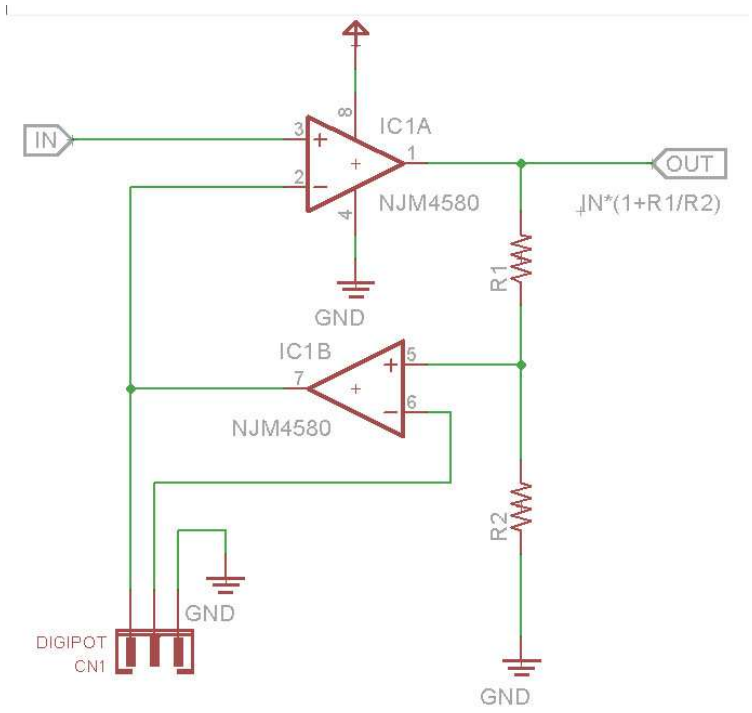


Fig. 9

IN->OUTはPGP-1のコントロール値によって 0 < OUT < IN(1+R1/R2) の出力になります。
つまり非反転増幅と同様に最大増幅率はIN(1+R1/R2)でコントロールできます。

カスタマイズ

レギュラー商品

レギュラー商品の TYPE A、TYPE Bは右図(Fig. 9)の基板構成で、電源供給ピン(+ −) ポテンショメータ(AWB)コントロールSW センサー入力(+S−)及び、基本拡張出力のLED RED/LED GREENを使用することが出来ます。

商品構成はTYPE A、TYPE B共にこの状態の基板のみとさせていただいております。

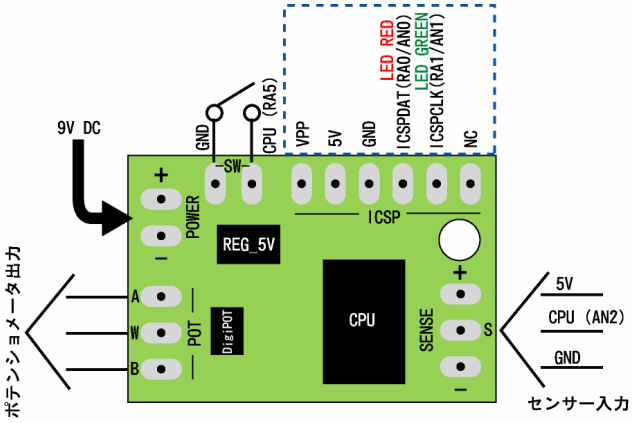


Fig. 9

カスタマイズ

PGP-1は マイコン制御のポテンショメータですのでマイコンにプログラムをすることで多種多様な動作を設定することが可能です。
TYPE A/TYPE BでLED出力に使用している2つの端子はいずれもデジタル入力、デジタル出力、アナログ入力として使用することが出来ますので、この端子を利用するようにプログラムすればコントロールのスイッチを増やしたりセンサーやポットで追加の状態変化を見ながらポテンショメータ出力のコントロールが出来ます。
例えばポテンショメータのコントロールだけではなくデジタル出力を利用して周辺回路のコントロールも出来ますので、入力信号をアナログ入力で読み取って一定以上の電圧になればデジタル出力をONにするプログラムを組み込めばポテンショメータのコントロールと同時にノイズゲートを装備することも可能です。
制御用のマイコン PIC16F1825に直接プログラムできる方はICSP端子を使って自由にプログラム変更することが出来ますし、プログラム技術を持たない方には「こういう動かし方がしたい」とご相談いただければDON-KRAFTにてプログラムを作成しPGP-1に組み込んで納品させていただきます。
またご使用したい状況をお知らせいただければPGP-1を組み込むための周辺回路のアドバイスもさせていただきますのでお気軽にご相談ください。

★ TIPS

「事件は現場で起きている」とよく言われるように 使い方や要望は設計者の思いも寄らないものがたくさんあると思います。
DON-KRAFTではそういった現場の意見をたくさん取り入れて製品に反映していきたいと思っていますので、「こーゆー風に出来ないのか? あーゆー風に出来ないのか?」と言うご意見をいつでもお待ちしています。
また、「ここがおかしい」とか「こうじゃないと困る!」と言った突込みから製品のクオリティがよりアップできると考えていますので、ちょっとしたことでも遠慮なくメールやSNS等でご意見いただきたいと思います。

免責事項

PGP-1(以下本製品と記載)の使用に際して以下に該当する事象に関してDON-KRAFTは何らの責任を負うものではありません。

- 故意に基板及び搭載部品等を破損、切除、交換を行った場合の損害。
- 本製品外の回路や部品の接続の影響による本製品の部品や基板等の破損。
- 本製品の使用目的外の使用によるあらゆる損害。
  但し「使用目的」とは電気回路への組み込み及び本製品定格内の使用とします。
- 使用時、設置時、輸送時の衝撃や圧力等による本製品の破損。
  またその破損した本製品使用により生じた本製品及び本製品以外の全ての影響及び損害。
- 本製品正常動作時の本製品外の回路での動作等による全ての影響及び損害。
- 本製品は予告無く部品類、基板デザイン等の仕様を変更することがあります。

★ TIPS

堅苦しい文面で申し訳ありませんがこの記載が無いと結構大変なことになってしまいますのでご容赦ください。
つまり　元々の製品を改造したり壊れた状態で使って起こる事故や　本来の使い方じゃない使用方法で使用した場合(投げるとか踏むとか煮て食べるとか)に起こることに関してはさすがに責任持てませんし、運んでる途中や(ケース内に)設置する際などに無理な力を掛けたり掛かったりして壊れてもそこまでは責任取れませんと言うことが記載してあります。
また、パーツ類の調達事情によって突然仕様変更することもあります。
もちろん普通に使用している上でのトラブルは解決できるまでお付き合いしますのでご安心ください。

MEMO