

中間電圧（バイアス電圧）

●中間電圧(バイアス電圧)

▶オペアンプの電源の使い方

オペアンプは正負それぞれに電源が必要です。図1が正負それぞれに電源を設けたものです。V+には、グラウンド線よりも高い電圧が、V-には、グラウンド線よりも低い電圧が供給されます。通常 $V+ = |V-|$ の関係があります。

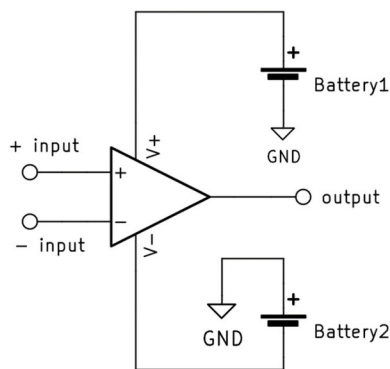


図1: 二つの電源に駆動されるオペアンプ

図1では電源として二つの電池を使用しています。二つ電池を準備するのは面倒ですから、できれば電池は一つですませたいところです。実際、多くのエフェクターは、9V 電池一つで駆動させます。どのような工夫をしているのでしょうか。

▶抵抗とキャパシタだけで

図2の(1)及び(2)は、一つの電池でオペアンプを駆動する回路です。電池のプラス側をオペアンプの正電源につなぎ、電池のマイナス側をオペアンプの負電源につなぎます。図1のように電池を二つ使う場合は、

0V が正負電源の中間電圧になっていましたが、電池一つの場合は中間電圧がありません。そこで抵抗値の等しい抵抗 R_1 及び R_2 を用いて中間電圧 $E/2$ を作っています ($R_1 = R_2$)。この中間電圧を信号の基準電位として使います。後述しますが $E/2$ をバイアス電圧と呼ぶこともあります。

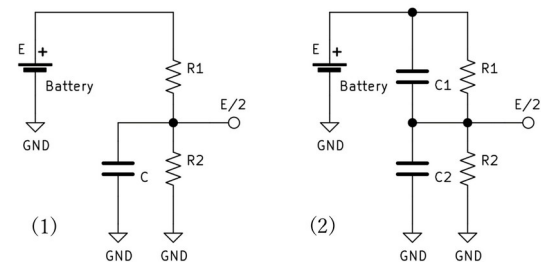


図2: 中間電圧回路

中間電圧には交流信号が流れ込んできます。図2の(1)の回路のキャパシタCがグラウンドにその交流信号を逃して中間電位 $E/2$ を安定させます。

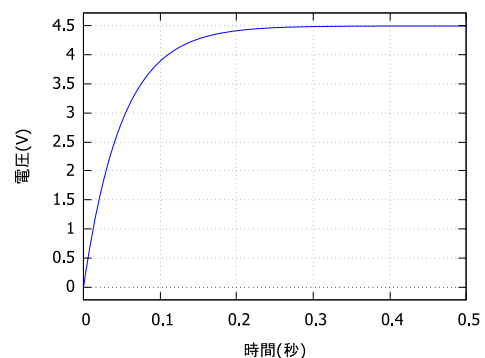


図3: スイッチを入れた直後の電圧

この回路で注意すべきことは、スイッチを入れてからキャパシタCが電荷を溜めて安定するまで少し時間がかかることです。図3のグラフは、スイッチを入れた直後、

図2の(1)の回路が中間電圧(4.5V)に収束する様子を描いたものです。安定するまでに約0.3秒かかっています。これぐらいならばエフェクターとして全く問題になりません。($R_1=R_2=10\text{k}\Omega$ 、 $C=10\mu\text{F}$ 、 $E=9\text{V}$)

しかし、抵抗とキャパシタの値によっては安定まで時間がかかって問題になりますので注意して下さい。

図2の(2)の回路は、まれに見かける回路です。先のものと異なりキャパシタが二つ (C_1 及び C_2) です。通常、 $C_1=C_2$ で使用します。

この回路は、スイッチを入れてから安定までの時間がほぼ0秒という長所があるものの、部品点数が増える、突入電流が流れて電源に負担をかけるという地味な欠点があり、普通は使いません。

▶中間電圧の抵抗値

図2の(1)及び(2)の回路には、共通の欠点があります。それは中間電圧自体が抵抗値を持ってしまうことです。この抵抗値 $R_{combined}$ はキャパシタが存在しない状態で

$$R_{combined} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

です($R_1=R_2$ なので $R=R_1=R_2$ とすると抵抗値は $R_{combined}=R/2$ になります。)。

実際にはキャパシタ C 、 C_1 、 C_2 が中間電圧の交流抵抗値の低減に大きく貢献し、中間電圧自体の抵抗値は、 $R_{combined}$ よりずっと小さな値になります。なので、この欠点はそれほど気にする必要はないかもしれません。図4と図5に図2の(1)及び(2)の回路の周波数に対する中間電圧の抵抗値を示します。キャパシタのおかげで、人間の可聴範囲の20Hz以上で抵抗値がとても小さくなっています。

なお、抵抗とキャパシタの値は次のとおりです。 $R_1=R_2=10\text{k}\Omega$ 、 $C=C_1=C_2=10\mu\text{F}$

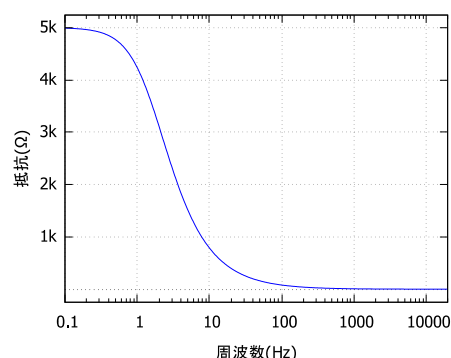


図4: (1)の抵抗値

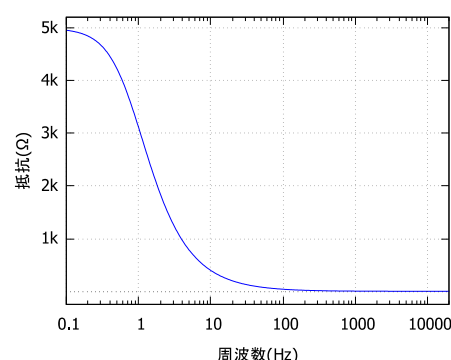


図5: (2)の抵抗値

▶適切な値

抵抗 R_1 及び R_2 は消費電力を小さくする観点からは大きい方が好ましいです。図2の(1)の場合などでキャパシタに素早く電荷を供給する観点からは小さい方が好ましいです。バランスをとって値を選択しなければならぬので調整が難しいです。色々なエフェクター回路を見るに、特に決まった値はなく数十 $\text{k}\Omega$ ~ 数百 $\text{k}\Omega$ を採用しているようです。もちろん $R_1=R_2$ の関係を満たしつつ値を選択します。

キャパシタは大きいほど中間電圧の交流抵抗値が小さくなって好ましいのですが、図2の(1)の回路の場合、キャパシタ C の値が大きいほど安定するまでの時間が長くなります。図2の(2)の回路の場合、キャパシタ C_1 及び C_2 の値が大きいほど突入電流が

大きくなり、電源に負担をかけます。それらの兼ね合いを考慮して値を決める必要があります。

キャパシタ C の静電容量の値ですが特に決まった値はなく、数 μF ~数十 μF の値を採用することが多いようです。

▶ オペアンプで作る中間電圧

図6の回路では、オペアンプで中間電圧を作りっています。 $R_1=R_2$ なので R_1 と R_2 の間の電圧は中間電圧になっています。第二章の「増幅器オペアンプ」の「▶インピーダンス変換アンプ」で触れたように、このオペアンプは中間電圧 $E/2$ をそのまま出力します。

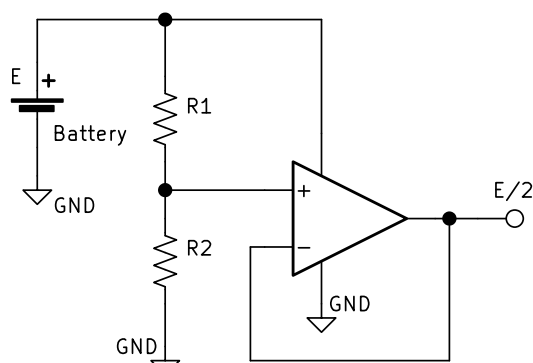


図 6: オペアンプで中間電圧回路

オペアンプの出力抵抗は極めて小さく、しかも電流が流れ込んできても中間電圧は安定していてあまり変動しません。理想的な中間電圧を作り出すことができます。ただし、中間電圧を作るためにオペアンプを使うので、消費電力が大きくなります。

▶ 注意点

ここで図6の回路の注意点を述べます。中間電圧の一層の安定を追求するあまりに

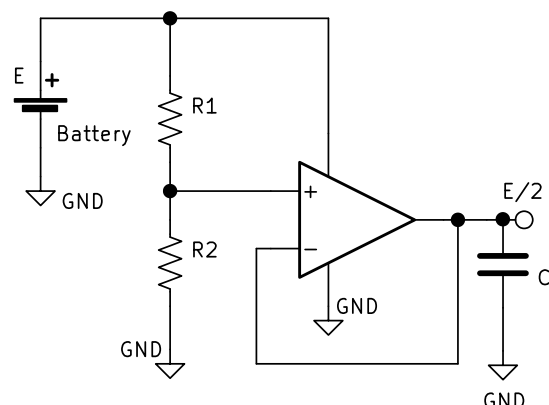


図 7: 誤った使用例

出力抵抗をさらに下げようと図7のようにオペアンプ出力とグラウンドの間にキャパシタ C を挿入していいようになります。ところが、この位置にキャパシタ C を入れると発振することがあります。注意しましょう。

▶ 使用例

下の図8は、図2の(1)の中間電圧回路の使用例です。図2の(1)の中間電圧回路は点線で囲まれています。Half_of_E に中間電圧 $E/2$ が出ています。図8内に Half_of_E のタグが二つありますが、これらは電氣的に接続されているという意味です。抵抗 R_{in} が Half_of_E のタグに接続されており、電源 E よりも低くグラウンドよりも高い電圧 $E/2$ にシフトしています。

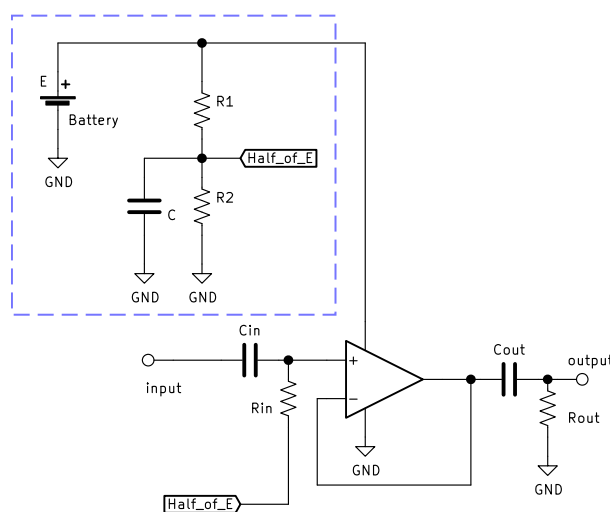


図 8: 使用例

▶ バイアス電圧と中間電圧

電子回路では、特定箇所を「ある一定の電圧に偏った状態」にしておかなければならないことがあります。この「一定の電圧」を「バイアス電圧」といいます。「中間電圧」も「バイアス電圧」の一種といえます。

By 荻窪のおっちゃん

公開日:2023年10月29日

最新更新日:2023年10月29日

[「エフェクターの設計要点」に行く](#)

[「ホーム」に行く](#)