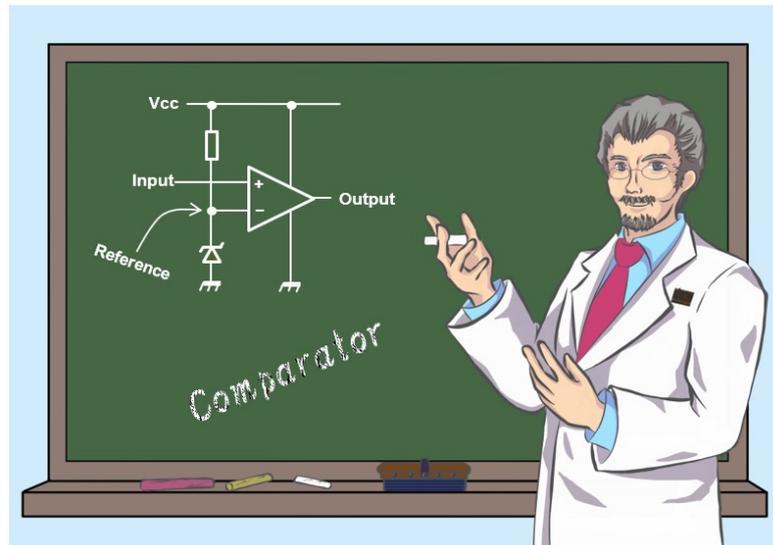


第二十五回 コンパレータについて



Dr. FB

コンピュータプログラムを作成される方々にとっては「if文」といえばお手のものかもしれませんが、電子回路を組むハード屋さんには馴染みが薄いかもかもしれません。それでも昔ベーシック言語を少しかじった人ならif文といえば「もしXが何々ならば、Yを実行せよ、そうでなければZを実行せよ」といったプログラミングの命令文を思い浮かべられるかも知れません。

ソフトウェアとハードウェアの違いはあるものの、if文と同じような動作をするハードウェア、つまり電子回路があります。AとBを比較してA>BならHレベル、A<BならLレベルといった動作をする回路です。コンパレータがその代表格と言えるかも知れません。そのコンパレータには、オペアンプのLM358を使い実験を行いました。

オペアンプについて

本号のShort Breakには、単電源のオペアンプLM358を使った過電圧防止装置の製作記事が紹介されています。この記事と合わせて読むことで、よりコンパレータの理解が深まると思います。

さて、LM358のデータシートには、8ピンのデュアル・オペアンプと説明されています。1つのパッケージには、2つのオペアンプ回路が内蔵されています。オペアンプの名前の由来は英語のOperational Amplifierで、一般的には簡略化してOp-Ampとよく表記されます。「オペアンプ」と英語らしく発音すると海外でも通じます。

オペアンプは、下記のような特性を持っています。

- (1) 増幅率が非常に高い
- (2) 負帰還を掛けることで増幅度を変えることができる
- (3) 高入力インピーダンス、低出力インピーダンスの増幅器
- (4) 2つの入力端子間 (+)(-) の電圧の差を増幅する

この最後の2つの入力端子間の電圧の差を増幅するといった機能は、オペアンプ本来の機能なのですが、単に (+) 端子か (-) 端子に信号を入れると出力信号に反転あるいは非反転信号として取り出すことができる増幅器としてよく知られています。

コンパレータについて

このオペアンプの (+) と (-) の 2 つの入力端子をコンパレータとして使うことができます。コンパレータは、英語で Comparator と綴ります。語源は、比較という名詞の Comparison です。動詞は Compare です。比較するものということで Comparator(コンパレータ)と呼ばれています。このコンパレータが正にプログラミングでいう「if 文」に相当する部品と思っています。

まずは、この IC に内蔵されているオペアンプのピン配置を図 1 に示します。1 つのパッケージに 2 つのオペアンプが内蔵されています。見るところ、それぞれの増幅器には 2 つの入力端子と 1 つの出力端子があるだけで特に難しい名称のピンはありません。「何か使えそうだ!」と感じる IC です。4 番ピンと 8 番ピンは、それぞれの増幅器に共通の GND と IC を動作させる電源端子です。よく見かける別のオペアンプのデータシートには電源として V_+ と V_- といったプラスとマイナスの 2 電源の記号が記されています。例えば +5V と -5V の 2 つの電源を用意するのは簡単な電子工作に使用するには少し面倒です。この LM358 は単電源で使用できる特長を備えており、電子工作には使いやすいと思います。

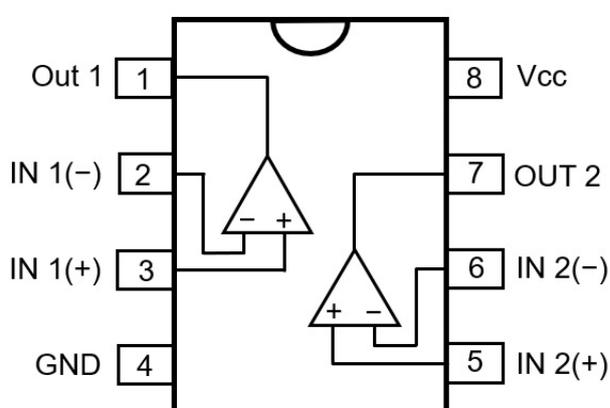


図 1 LM358 のピン配置

オペアンプの持つコンパレータ機能について説明します。コンパレータとは文字通り比較器あるいは比較回路のことを指します。2 つの信号を比較して、一方の信号レベルが他方の信号レベルより高ければ H あるいは L レベルの信号を出力する回路です。

例えば増幅器の (-) 端子に 5V を加えておき、この信号を基準値とします。(+) 端子の信号レベルを上げていくと、その信号のレベルが基準値の 5V を越えると出力の 1 番ピンのレベルが L から H レベルに切り替わります。逆に最初から (+) 端子に

5V 以上の信号を加えておき、その信号レベルを徐々に低下させると、その信号が基準値を下回ると今度は出力が H から L レベルに切り替わります。これがコンパレータの基本的な動作です。

実験でコンパレータの機能確かめよう

図 2 のような回路を、LM358 を使って作ります。コンパレータの典型的な回路です。ユニバーサル基板に部品をはんだ付けで組んでも OK ですが、ここではまずは実験のため部品の取り外しに便利なブレッドボード上に部品を配置します。LM358 のパッケージの中には 2 つの増幅回路が内蔵されていますが、実験では 5 番ピン、6 番ピン、7 番ピンに接続されている増幅器は使いません。

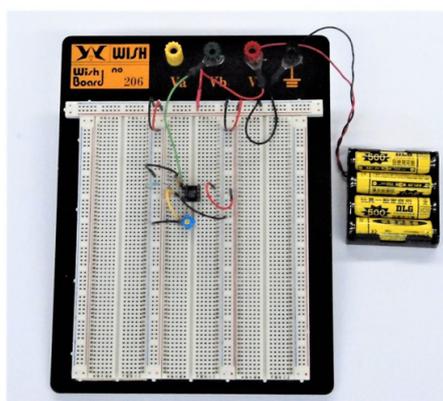
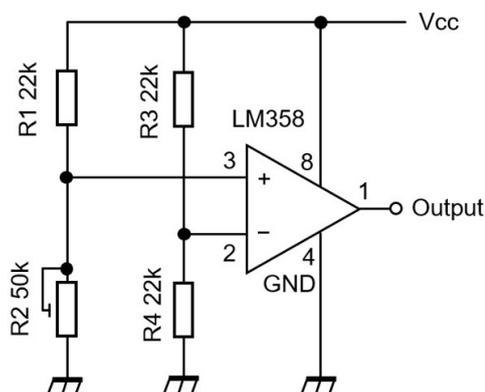


図 2 (左) 実験に使用する回路図、(右) ブレッドボードに部品を配置

各端子の電圧を計算と実測で求めます。計算値と実測値は図3に示しています。電源には定格1.2Vの2次電池4本を直列に接続します。計算では4.8Vですが実測値は5.2Vでした。8番ピンは電源に直結ですから5.2Vです。2番ピンは5.2Vの電圧を2つの同じ抵抗の分圧ですから5.2Vの半分の2.6Vです。実測では2.4Vでした。3番ピンの電圧は、22kΩの固定抵抗と50kΩの可変抵抗器の分圧で求めることができます。50kΩの可変抵抗器の抵抗値がゼロのとき、3番ピンはGNDと同電位ですから0Vです。最大の50kΩとなったときは、5.2Vの22kΩと50kΩの分圧ですから計算では3.6Vとなります。つまり3番ピンに加わる電圧は、可変抵抗器を調整することで0～3.6Vの範囲で可変できることがわかります。この電圧は、実測でも0～3.6Vでした。

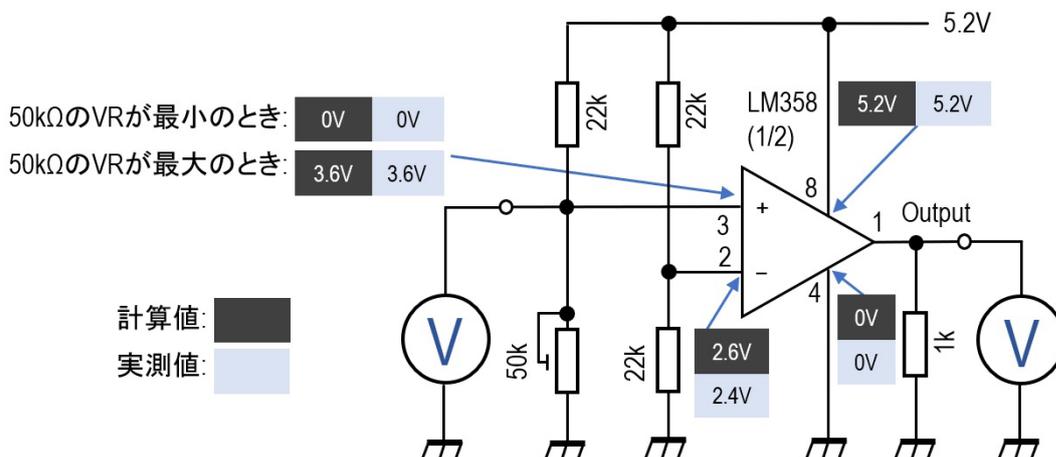


図3 各ピンの計算値と実測値の電圧

1 番ピンの出力の変化

図4(a)～(e)のようにマルチメータ2台を回路に接続して、3番ピンの入力電圧の変化と1番ピンの出力電圧の変化を同時に観測します。50kΩの可変抵抗器の抵抗値を変え、3番ピンと1番ピンの電圧の変化をグラフにしたものが図5です。50kΩの可変抵抗器を回し3番ピンの電圧を0Vから徐々にアップしていくと2.6V付近で出力1番ピンの電圧は、急に約3.4Vにアップします。図4(b)～(d)の電圧表示を見るとわかりますがこの2.6V付近にちょうど閾値(しきいち)があるようです。3番ピンの電圧が2.6Vよりほんの少しアップすると1番ピンには3.4Vが出力され、ほんの少し下がるだけでほぼゼロの出力となります。

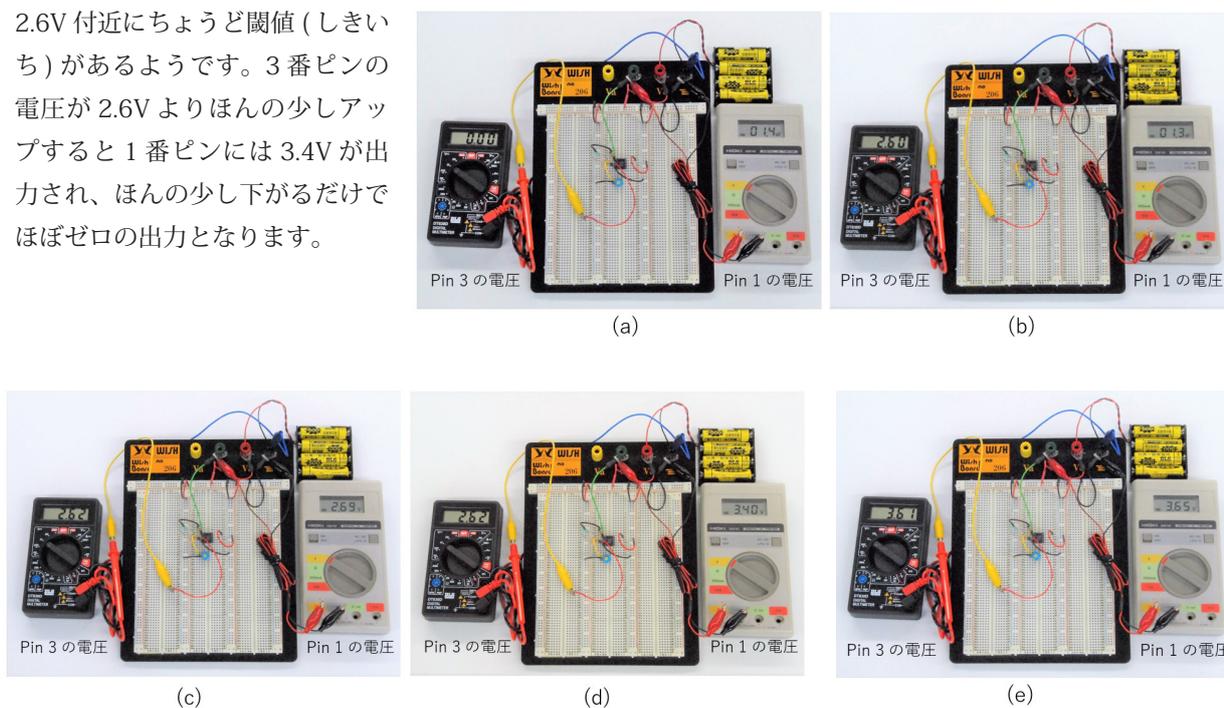


図4 回路にマルチメータを接続して入力電圧と出力電圧の関係を見る

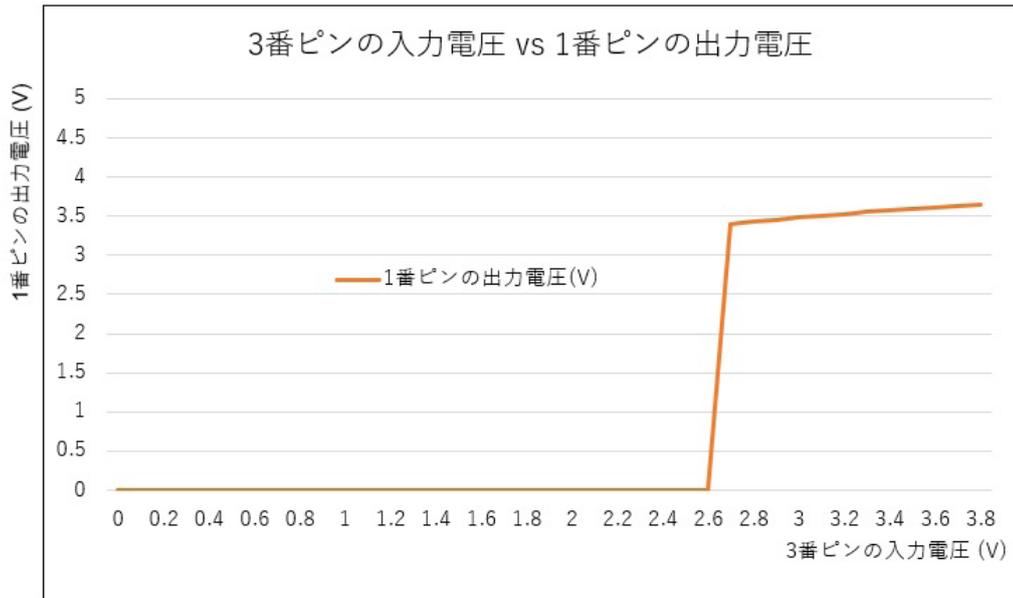


図 5 3 番ピンの入力電圧 vs 1 番ピンの出力電圧特性

まとめ

LM358 をコンパレータとして使った実験を行いました。今回は 2 番ピンの電圧を固定して 3 番ピンの電圧をゼロから徐々にアップしていくと 2 番ピンの電圧をちょうど超えた電圧で 1 番ピンの電圧が H レベルとなりました。

逆に 3 番ピンの電圧を一定とし、2 番ピンの電圧をゼロから徐々にアップさせると、今度は 1 番ピンのレベルは、最初は H レベルであったものが、3 番ピンの電圧をちょうど超えたあたりで H から L レベルにダウンすることが分かります。

このコンパレータの機能を使うといろいろな応用ができると思います。例えば 2 番ピン、3 番ピンに接続する抵抗の代わりに光によって抵抗値が異なる CdS を使うと、光の強弱で何かをスイッチングさせることも可能となります。これ以外にも、いろいろな応用例を考えることができます。チャレンジしてみてください。

FB DX