

ワークショップ1-7

メリハリL/H判定!
竹割ヒステリシス・コンパレータ

LTspiceデータ・フォルダ番号：449～450

■ 正帰還をかけていない通常の
コンパレータの動作 [図2(a)]

● 基本動作

コンパレータは、入力電圧をある基準電圧と比べて、電圧が高かったら出力電圧をHレベルからLレベル、またはLレベルからHレベルに遷移させる回路またはICのことで、OPアンプは、負帰還をかけクロード・ループで使うのが基本ですが、図1(a)に示したように、コンパレータは、オープン・ループで使うのが普通です。

非反転入力端子の電圧が、反転入力端子に加える入力電圧がHレベルなのか、Lレベルなのか判定する入力しきい値電圧(V_{th})になります。入力電圧が入力しきい値電圧を超えると、極性が反対の電圧(V_{OH} , V_{OL})を出力します。

コンパレータIC(LT1011)の出力はオープン・コレクタなので、出力がHレベルのときは、出力端子はハイ・インピーダンスになり、出力電圧は電源電圧(V^+)になります。出力がLレベルのときは、オープン・コレクタは電流を吸い込みます。

電源電圧(V^+)を5Vにすると、非反転入力端子の電圧(2.5V)が入力しきい値電圧になり、出力電圧は、 $V_{OH} = 5V$, $V_{OL} = 0V$ (厳密にはトランジスタの飽和電圧、数百mV)になります。

● 優柔不断で判定を覆したりする

図1(a)の回路は、入力電圧が上昇すると、ある電圧(入力しきい値電圧)を境に、出力電圧がHレベルからLレベルに切り換わりますが、ゆっくりと電圧が増している入力信号に、雑音に乗っていたりすると、出力電圧がいったんHレベルからLレベルに切り替わ

た後、再びHレベルに戻ってしまう誤動作(チャタリング)が発生します。

このようすを図2に示します。図2(a)が雑音が重畳された入力信号、図2(b)が出力信号です。

■ 抵抗を1本追加! メリハリの効いたL/H判定をするコンパレータ(出力反転型)

● オープン・ループで使うアンプのコンパレータに正帰還をかける

▶抵抗1本を追加すると、竹を割るような判定をしてくれるようになる

図1(b)に示すのは、図1(a)に1本の抵抗(R_{3B})を加えて帰還(正帰還)をかけたコンパレータです。

抵抗を1本追加するだけで、コンパレータはヒステリシス性もちます。Otto Schmitt氏が考案したので、ヒステリシス・コンパレータはシュミット・トリガ(Schmitt trigger)とも呼ばれます。

ヒステリシス・コンパレータは、入力電圧がLレベルからHレベルに上がるとき、HレベルからLレベルに下がるときに、入力しきい値電圧が切り変わります。入力しきい値電圧(V_{th1} , V_{th2})は、 R_{3B} で決めることができます。

入力電圧が上昇して、いったん入力しきい値電圧を超えて出力電圧がHレベルからLレベルに切り替わると、その直後に入力しきい値電圧がガクンと下がります。このヒステリシス特性のおかげで、雑音の悪さによって、入力しきい値電圧付近で入力電圧が多少低下しても、入力しきい値電圧を下回ることができなくなります。その結果、いったんHレベルからLレベルに切り替わった出力電圧が、再びHレベルになるという誤動作が起こらなくなります。図2(c)が、このときのヒステリシス・コンパレータの出力波形です。

● 入力しきい値電圧が切り替わるようす

R_3 が出力とつながっているため、次のように、入力しきい値電圧は、出力電圧がHレベルのときとLレベルのときで変わります。

● 入力電圧がLレベルからHレベルが変わるとき
 V_{th1}

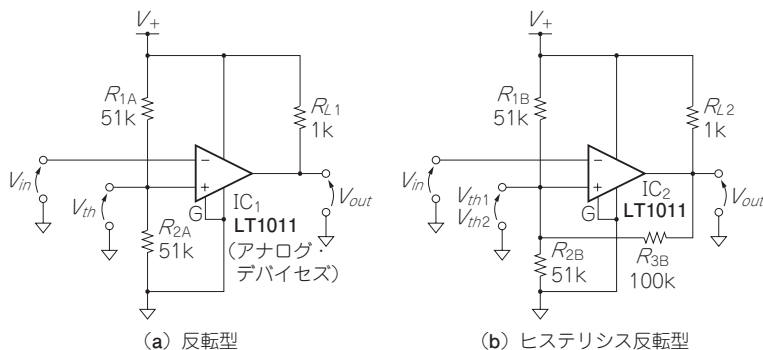


図1 優柔不断なコンパレータと竹を割るようにL/H判定をするコンパレータ
違いは1本の抵抗(R_{B1})があるかないか

【セミナー案内】 実習・Wi-Fi Arduino IoT Express MkII でMicroPythonプログラミング入門 [教材キット付き] —— IoT機器の開発/初学者にオススメ!
【講師】 白阪 一郎 氏, 7/16(月) 36,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>