

発振回路【シュミットトリガ・インバータ】

シュミットトリガ・インバータとは

もう一つだけデジタルICを使った発振回路を紹介します。このSTEPでは「シュミットトリガ・インバータ」を使います。



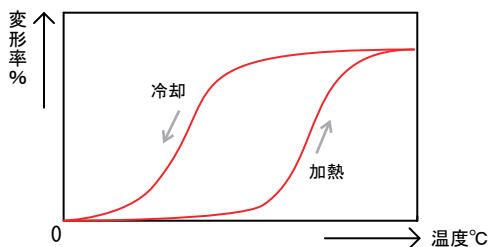
インバータとほとんど同じ回路記号ですが、中に「ヒステリシス」を表す記号がつけられて区別されます。この記号はこのヒステリシス曲線（下グラフの赤線）を記号化したものです。

ヒステリシス

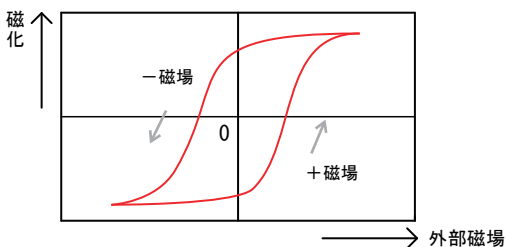
ヒステリシスとは、以前に加えられた入力（力学的、電気的、磁氣的など）の履歴により、現在、同じ入力を加えていても同じ状態にならないことをいいます。

例えば、形状記憶合金は同じ温度でも、加熱しているのか、冷却しているのかで変形率が異なります。

下のグラフはそのヒステリシス特性を表しています。磁性体の例も同様です。



形状記憶合金の温度と変形率



外部磁場と磁性体の磁化方向

発振回路【シュミットトリガ・インバータ】

スレッシュホールド電圧

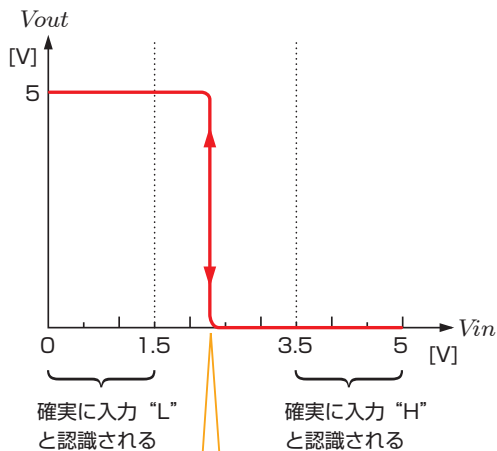
P.17でも解説しましたが再掲載します。

汎用ロジック IC の入力には“H”でも“L”でもない電圧の範囲があります。しかし、この範囲の電圧を入力して、出力が“H”にも“L”にもならないというわけではありません。入力電圧を徐々に変えていくと分かりますが、どこかで出力が切り替わります。この電圧をスレッシュホールド電圧しまいといいます。閾値ともいいます。

スレッシュホールド電圧は IC の種類（TTL か CMOS か）や動作電圧、気温によって変化します。CMOS ロジック IC では動作電圧の約 1/2 です。

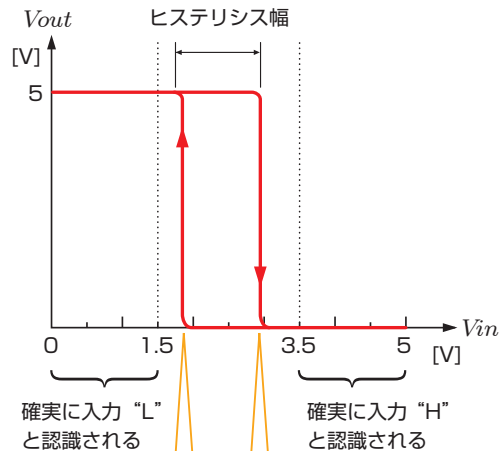
シュミットトリガは立ち上がりと立ち下がりでのスレッシュホールド電圧が異なります。この電圧を境として特徴的な出力動作をします。下図は動作電圧 5V の時の入力電圧と出力電圧の変化グラフです。インバータ「74HC04」とシュミットトリガ・インバータ「74HC14」を比較してみましょう。

インバータ「74HC04」



スレッシュホールド電圧：約 2.5V
入力 L → H（立ち上がり）でも H → L（立ち下がり）でもほぼ同じ。

シュミットトリガ・インバータ「74HC14」



入力 H → L（立ち下がり）時のスレッシュホールド電圧：約 1.8V

入力 L → H（立ち上がり）時のスレッシュホールド電圧：約 3V

発振回路【シュミットトリガ・インバータ】

回路図

回路図は以下のようになります。シュミットトリガ・インバータの出力信号を入力に戻すと発振を始めます。この発振回路はたった1つのシュミットトリガ・インバータ素子で作れるので大変有効です。この回路も out 端子に LED をつないで発振を確認しましょう。

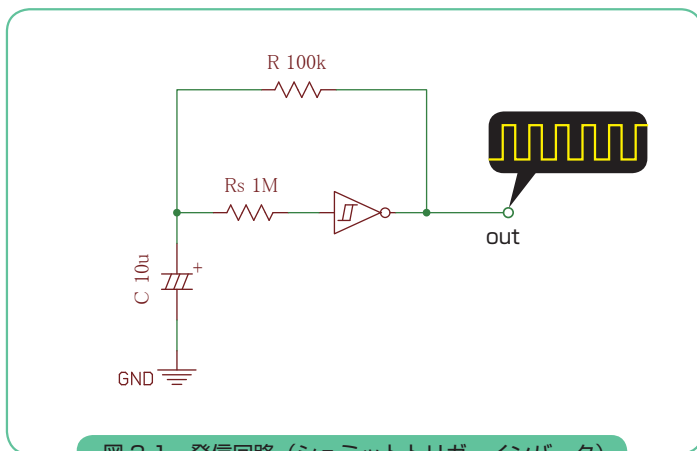


図 3-1 発信回路 (シュミットトリガ・インバータ)

C (コンデンサ) と R (抵抗) の値を変えると、発振周期 T が変化します。

R_s は電流制限用の保護抵抗です。

実際にキット内のコンデンサや抵抗を使って、C と R を変えて発振周期の変化を確認してみましょう。

実験してみよう

キットの「74HC14」ボードをベースボードに配置し、回路図どおりに配線してください。

この回路の発振周期 T, コンデンサ C, 抵抗 R の関係式は $T \approx 1.1 CR$ です。

C : 10 μ F, R : 100k Ω の場合の発振周期 T は $1.1 \cdot 10 \times 10^{-6} \cdot 100 \times 10^3 = 1.1$

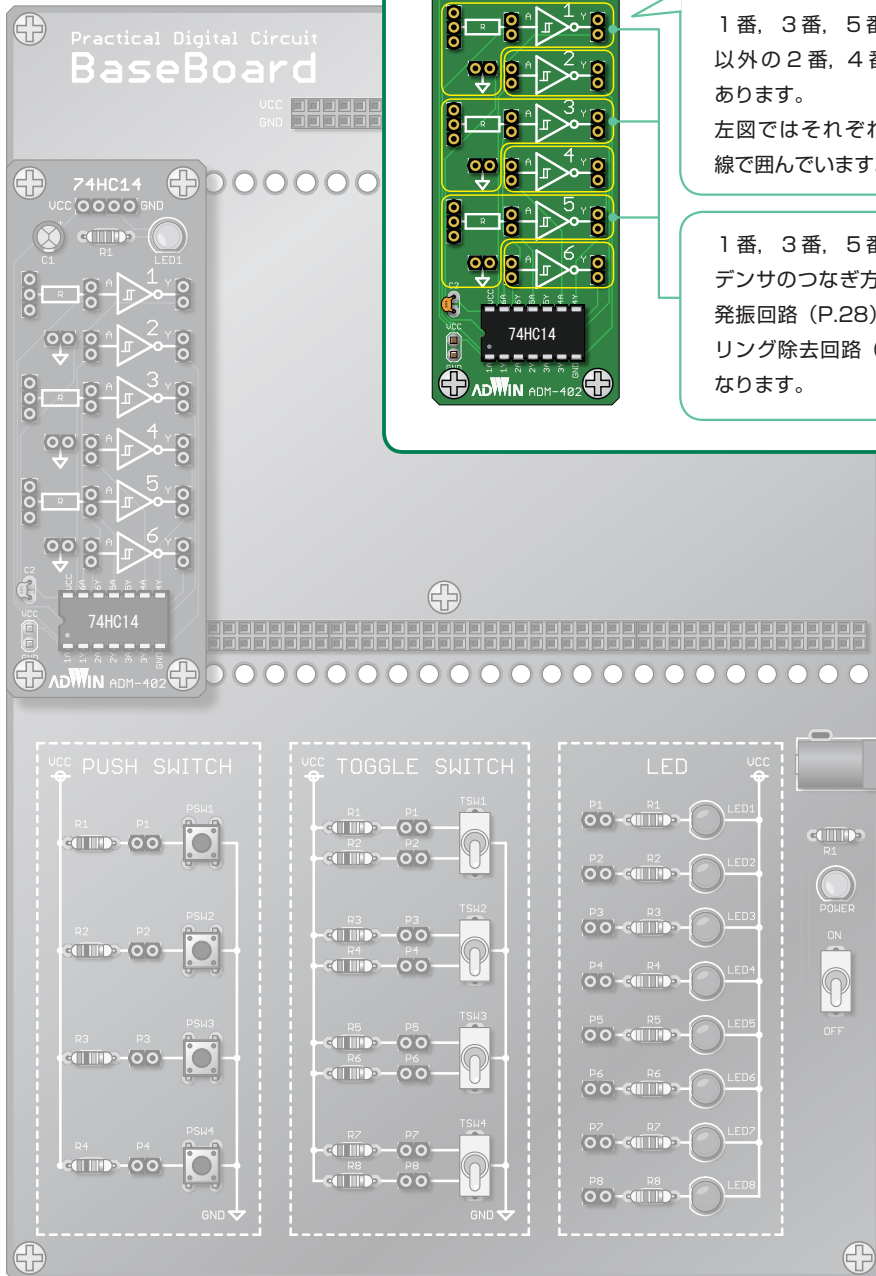
周期 T = 1.1 [s]

$$\text{周波数 } f = \frac{1}{\text{周期 } T} = \frac{1}{1.1} \approx 0.91 \text{ [Hz]}$$

発振回路【シュミットトリガ・インバータ】

実体配線図

下図に実体配線を書き込んでから、キットを使って実験してみましょう。



ADM-402「74HC14」ボードの使い方

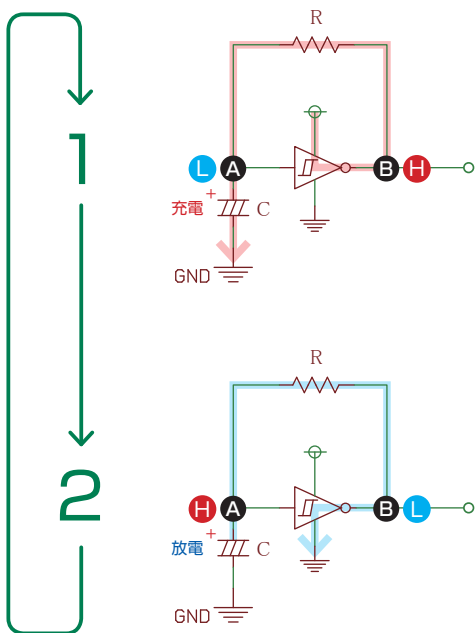
「74HC14」ボードは、抵抗やコンデンサと組み合わせて使えるように配置した1番、3番、5番と、それ以外の2番、4番、6番があります。
左図ではそれぞれの組を黄線で囲んでいます。

1番、3番、5番は、コンデンサのつなぎ方によって、発振回路 (P.28) やチャタリング除去回路 (P.46) になります。

発振回路【シュミットトリガ・インバータ】

発振動作のしくみ

発振回路の動作を順を追って説明していきます。回路図には電流が分かりやすいようにICの電源を示しました。また、Rsは発振動作に影響ないため省略しています。回路中の2点を下図のようにA・Bとします。



電源を印加したとき、**A** **L**、**B** **H** の状態となります。

充電電流がコンデンサに流れ込み充電していきます。

充電が進むと、**A** の電圧が高くなっていきます。

A の電圧が立ち上がりスレッシュホールド電圧よりも高くなると、**A** が **H** になり **B** が **L** になります。

A **B** の電圧が反転したので、電流は逆向きに流れ始めます。コンデンサにたまっていた電荷は放電されます。

放電が進むと、**A** の電圧が低くなっていきます。

A の電圧が立ち下がりスレッシュホールド電圧よりも低くなると、**A** が **L** になり **B** が **H** の状態1になり、繰り返します。

オシロスコープで回路の **A** **B** 点の電圧の変化を見ると、以下のグラフのようになります。上記の2つの状態は、1周期の中で下図のように区分されます。

