

（０） ver.1.0 に以下の改良を行い、ver.1.3 を完成させた。

改造点：２つのチャンネル間の位相を 10 度きざみで、ずらせるようにした。

そのため、パラメーター設定のやり方を変えた。（３）の使用法参照。

（１） 概要

波形発生器付きコイルドライバーの高速型を試作した。種々の波形を AVR, ATmega168 で発生し、FPGA にロード後、高速 D/A で変換後、Power OP-AMP で増幅、出力する。発生できる波形は、サイン波、方形波、三角波、鋸歯状波（ランプ波形とも言う）、任意に定義した波形の 5 種類である。発生周波数は 0.1Hz から 50kHz であり、電磁石コイルによってロボット系をドライブするには十分と考えられる。

（２）仕様

出力波形

サイン波、方形波、三角波、鋸歯状波、任意波形の 5 種類

出力方式

2 チャンネル出力：

同相 (In-phase)、逆相 (Out-phase)、1CH/2CH のみの選択可能。

出力電圧

各波形とも $\pm 20\text{V p-p}$ まで。

下限、上限はユーザーによって設定可能。

DC 結合アンプであるので、上下非対称波形も可能。

出力電流

2つのチャンネルの合計で 6A まで。

周波数範囲

0.1Hz ～ 50kHz, 0.1Hz きざみで設定可能。（周波数精度＝約 10^{-5} ）

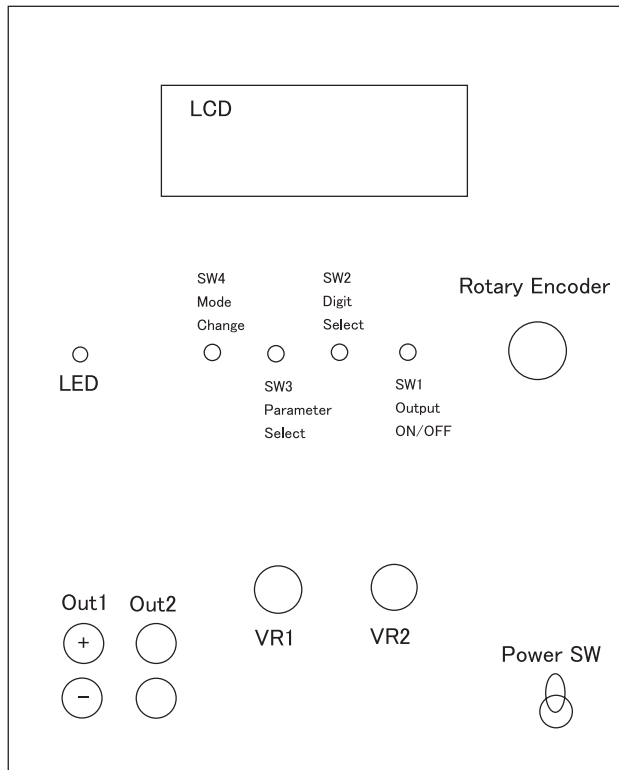
なお、Power-OP AMP の周波数応答のため、実用範囲は 10kHz まで。

（３） 使用法（次ページのパネル面図を参照。注：パネル面の記述では Out1, 2 は CH2, CH1 と逆に記述されている。以下、CH1, CH2 の記述に沿って説明する。）

Power：電源の ON/OFF を行う。周波数などのパラメーターは AVR の EEPROM に記憶されており、電源の OFF をしてもメモリーされているので、同じパラメーターから ON 時に開始される。

LCD：液晶表示器 (Liquid Crystal Display)

Coil driver front panel



2 行、16 文字の表示器。上の行には発振周波数が表示され、カーソル（下線）のある桁の数値をロータリーエンコーダーで変化させられる。

LCD の上行の文頭に表示される 3 文字の文字がモードを表示しており、以下の意味。Sin = サイン波、Sqr = 方形波、Tri = 三角波、Saw = 鋸歯状波（Saw-tooth wave）、Arb = 任意波形（Arbitral wave）、Phs = 位相設定（Phase）。

下行には各種のパラメーターが表示される。プッシュスイッチ 3（SW3）によってパラメーターを選択でき、* マークが付いたパラメーターをロータリーエンコーダーで変えることができる。

Rotary Encoder：回転させると、周波数やパラメーターの数値を変えることができる。右回り = 増加、左回り = 減少。

SW1 プッシュスイッチ：（Output ON/OFF）。押すごとに出力の ON と OFF を繰り返す（トグル動作）。ON 状態は LED の点灯で示される。出力は表パネルのスピーカー端子に出力される。

SW2 プッシュスイッチ：（Digit）。ロータリーエンコーダーで設定する周波数の桁を指定する。例えば、0.1Hz の桁を選択すると、ロータリーエンコーダーを回すごとに 0.1Hz おきに周波数を変えることができる。どの桁が選択されているかは周波数表示の部分にカーソル（下線）が LCD に表示されるのでわかる。

SW3 プッシュスイッチ：（Parameter Select）。サイン波、方形波、三角波、鋸歯状波の出力モードにおいては、V low（下限電圧）、V high（上限電圧）、位相差、周波数の順で選択を繰り返す。* 文字が LCD の下行に出たら V low や V high が選択されている。上限、下限電圧は、波形の上と下の電圧の最大値を指定し、非対称な電圧を出力する際に利用する。電圧はロータリーエンコーダーで変える。

任意波形出力モードでは波形シーケンスの項目設定に使用する。シーケンスは 1 ～ 10 まであり、シーケンス 1 から 2 への変化だと、1 の電圧 V1 から 2 に定義されたステップにおける電圧 V2 まで、ステップ数の間に順次電圧が変化していく。シーケンスに定義されたステップ数が 1000 に達すると、シーケンスは 1 に戻る。波形設定の詳細については（4）を参照。

SW4 プッシュスイッチ：(Mode)。出力波形のモードを指定する。押すごとにサイン波 (Sin)、方形波 (Sqr)、三角波 (Tri)、鋸歯状波 (Saw)、任意波形 (Arb)、位相の設定 (Phs)、のモードを繰り返す。

位相差の設定は SW3 で位相設定にした後、ロータリーエンコーダーによって選択する。位相は 10 度きざみで変えられる。CH1 の位相に対して CH2 の位相が設定値だけ遅れる。

任意波形の設定においては、SW3 は通常のパラメーター設定と異なるように使われるため、位相差の設定値は他のモードで設定された値が使用される。すなわち、任意波形の位相を変えたければ、他のモードで SW3 によって選択し、そこで変えておくこと。

LED:電源スイッチが ON した際には、装置の正常起動を示すために、4 回、点滅する。その後、パネルのスイッチ選択を受け入れるようになる。

SW1 で出力を ON すると、LED が点灯し、出力が出ていることを示す。消えていれば、出力は出ていない。

VR1、VR2 (注：パネル面の記述は逆)：2つのチャンネルの出力電圧を可変するボリュームである。右にいっぱい回した状態で出力には $\pm 20\text{V}$ の最大電圧が出る。なお、電圧の上限、下限を $\pm 20\text{V}$ 以下に設定していた場合は、それに相当する電圧が出る。

ボリュームを絞ることで出力電圧を減らすことができ、コイルに適当な電圧を出力できる。

Out1、Ou2 出力端子 (注：パネル面の記述は逆)：チャンネル 1、チャンネル 2 の出力端子。赤が+側。

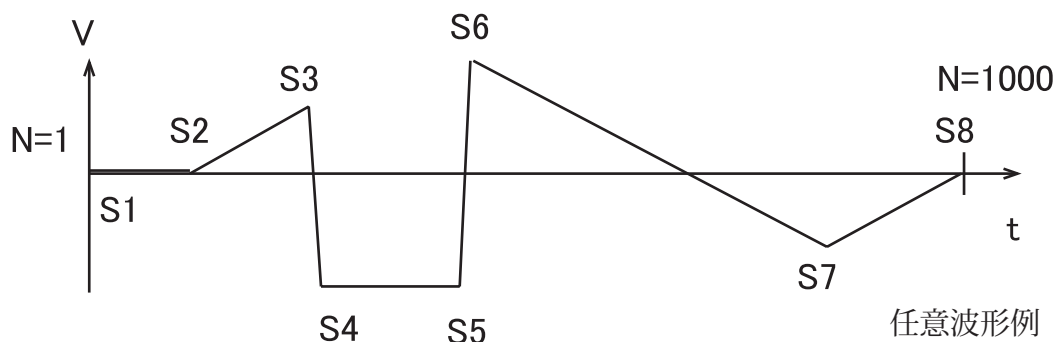
(4) 任意波形の設定

設定法：まず、Mode 切替で Arb にする。

SW3 のパラメーター設定を押し、LED 表示の下段のシーケンス番号に*マークを点灯させる。シーケンス番号はロータリーエンコーダーで変えられる。

SW3 をもう一度押すと次の項目である N 番号に*が付き、ロータリーエンコーダーで設定できる。再度押すと最後の電圧設定に*が付き、ロータリーエンコーダーで設定できる。もう一度押すと周波数設定に戻る。SW3 により、以上を巡回する。

任意波形は次図のように 1 周期中を 1 ～ 1000 の N 番号に分けて記述する。最初のシーケンスである S1 から最後のシーケンスである S10 までを定義できる。各シーケンスでは、そこでの N 開始番号と電圧が定義される。あるシーケンス番号の内容が N1, V1 であるとし、次のシー



ケンス番号の内容が N2, V2 であるとする、1 周期を 1000 分割した N が N1 の時に電圧 V1 が出力され、N2 になるまで、順次 V2 へ向けて変化していく。

N の設定単位は 10 おきである。V の設定単位は 1V おきである。(現在のソフトではそうしているが、より分解能を上げることもソフトを変えれば可能。)

V=0V の場合、-0.0 と表示されるが、ソフト的な都合であり、実際の値は 0V である。

上図に示した任意波形例では、以下のようなシーケンスとなっている。

S1: N=1, V=0

S2: N=150, V=0

S3: N=300, V=10

S4: N=310, V=-20

S5: N=450, V=-20

S6: N=460, V=20

S7: N=900, V=-10

S8: N=1000, V=0

以上のようにして、任意の波形を設定できる。

(5) 機器作成の詳細資料

回路図、およびプリントパターン：Eagle v.5.11 の PowerOP-AMP2 フォルダ、および FastDAC2 フォルダ。電源は 24V 6.5A Switching regulator を 2 個使用。

Program：written by BASCOM-AVR。(MagneOSC_V2p3.bas)

FPGA 設計データー：Quartus II、SigGen3。

以上。