

模型用モータ制御回路とパソコン・インタフェース

要旨

模型用の直流モータにおいて、回転方向および速度制御を行う回路を、設計しその動作を確かめる。また、この回路をパソコンから制御するためのインタフェース回路を設計・接続する。これらを通して論理回路応用や電子回路の設計について学ぶ。

1 概要

模型は、左右2系統の直流モーターを持ち、

- 両モータを順方向に駆動すれば前進、
- 両モータを逆方向に駆動すれば後退、
- 右モータを順方向・左モータを逆方向に駆動すれば、左旋回をする

ものである。

回路の主な構成は、以下のような構成で設計し、同じ回路を左右両モータに接続することで、模型を動かすものとする。

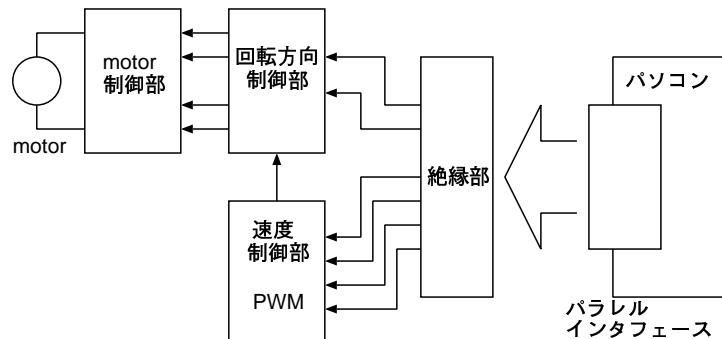


図 1: 速度制御ブロック図

本実験では、このブロック図に示す構成において、主な構成のみを指定し細部については、以下の説明を参考に、各グループ内で分担し設計する。

設計に従いブレッドボード上に回路を作成し、パソコンにより制御できることを確認せよ。なお、各ブロックが完成した段階で、部分ごとにオシロスコープやテスターを使って動作確認をしながら全回路を組み合わせる。

レポートでは、以下のものを提出すること。

1. 全回路のブロック図 (解りやすく記述すること)
2. 各ブロック毎の回路図、及びピンアサイン。各自の分担した部分について記述せよ。(使用部品の値を記入してあること。)

3. 設計にあたって用いた計算式、および回路中で使用した値。

4. 制御プログラム。

5. 考察

(a) この回路において、

- モータ部分の電気ノイズを減らす対策。
- 回路を簡略化するための案

を検討せよ。

(b) パソコンからの速度信号と実際のモータ速度について考え、模型の位置制御・速度制御をするためにどのような回路・ソフトウェアが必要か考えよ。回路のブロック図、及びソフトウェアのフローチャートを示せ。

2 回路構成

2.1 モータ制御部

モータに電流制御用トランジスタを4つブリッジ型に接続し、順方向・逆方向回転の時に、それぞれ対角のトランジスタを ON, その対辺を OFF とすることでモータへながれる電流を順・逆方向に制御する。

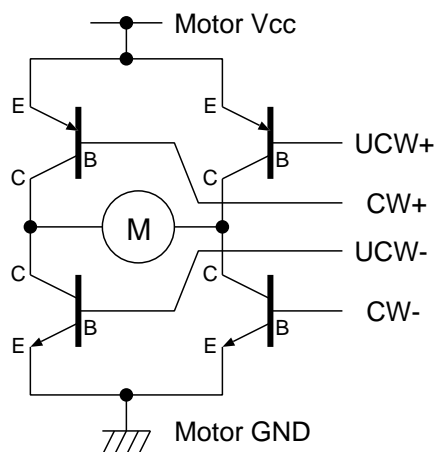


図 2: モータ電流制御部

モータ部回路設計上の注意点を以下に示す。

1. 各トランジスタでは、ベース電流が流れ過ぎないようにする。
2. トランジスタの V_{CE} による電圧低下分を考慮すること。
3. モータは、TTL 回路と比べ大量の電流が流れる。直流モータでは、駆動開始直後の過渡電流により電源電圧の低下が発生する。このため、モータ駆動電源と TTL 回路駆動電源が同じであると TTL 側の誤動作の原因となる。

さらに、整流子がコイルと接続および開放の時の誘導起電力により電氣的ノイズを発生し、これが TTL 回路部に接続されていれば誤動作の原因となる。

一般的に、このような場合にはフォト・カプラによる電氣的絶縁を行う。

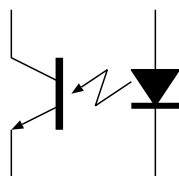


図 3: フォトカプラ

1 次側の LED が ON になれば、その光がベース電流となり 2 次側のトランジスタが導通状態になる。使用例を以下に示す。

使用する部品とその定格を以下に示す。

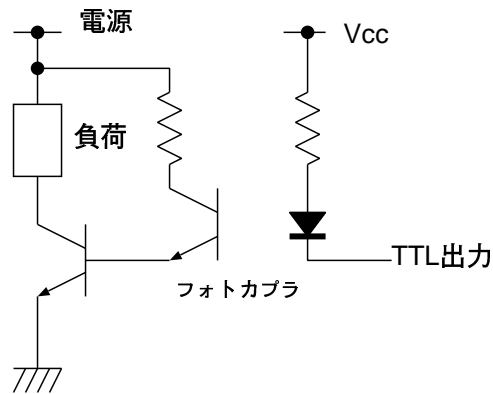


図 4: フォトカプラの使用例

1. モータ

	電圧	電流
定格	3.0 V	0.3 A

2. トランジスタ

	型番	h_{FE}	V_{CE}
PNP	2SB1019	70 ~ 250	0.4 V
NPN	2SD1796	200 ぐらい	1.5 V

3. フォト・カプラ

1 次側	V_D	I_D
定格	1.3 V	10 mA
2 次側	V_{CE}	I_C
飽和	0.4V	5.1 mA

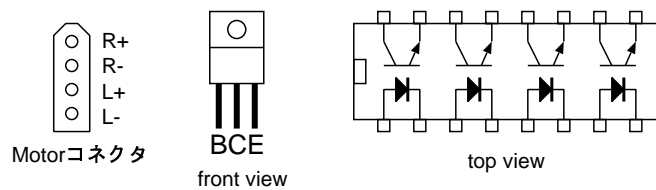


図 5: 部品形状

2.2 モータの回転方向制御部

この部分では、パソコンから与えられる 2bit の信号により、前節のトランジスタの on/off 制御信号を発生させる。また、次節に示す PWM 回路からの信号が off であれば全トランジスタは off である。

	b7	b6	CW+	CW-	UCW+	UCW-
停止	0	0	off	off	off	off
順方向	0	1	on	on	off	off
逆方向	1	0	off	off	on	on
停止	1	1	off	off	off	off

以上の on 信号は、速度制御回路からの on 状態の時のみとする。

これらの 2bit の信号から 4 状態を分類するには、74LS139 (Dual 2 to 4 Demultiplexers) が便利である。

回転方向制御部の注意点を以下に示す。

1. この回路では、左右のトランジスタの一方が同時に ON 状態になれば、電源が short 状態になり過大電流が流れ、電源およびトランジスタを壊してしまう可能性がある。(このためモータ部の電源には、乾電池を用いるものとする。)

2.3 速度制御部

モータの速度制御には、一般的に PWM(Pulse Width Modulation) 法が用いられる。この方式は、周期信号のパルス幅を制御する。(電圧幅を制御する (AM) 方式では、低い電圧でトルクが出ない。) 本実験の PWM は以下に述べる原理で構成するものとする。

モータは、パソコンから与えられる A3,A2,A1,A0 により モータを駆動するパルスの ON 状態の幅を 16 段階に変化させる。

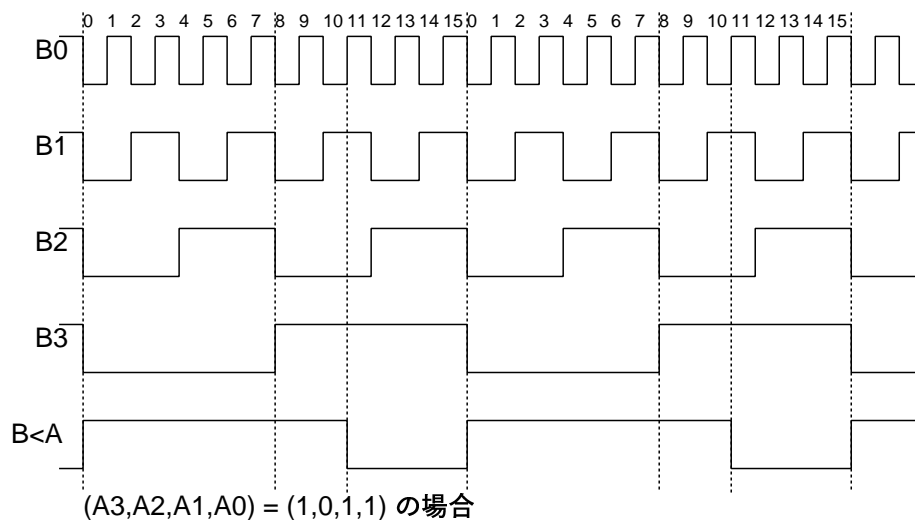


図 6: PWM タイミングチャート

発信器の出力を Clock とした 16 進カウンタ (LS393) により周期的に 0 ~ 15 (2 進 4 桁) を繰り返す 4 bit の信号 (B3,B2,B1,B0) と、パソコンから与えられる A3,A2,A1,A0 の数値的比較を LS85 により行い、A > B の出力を PWM 信号として使用する。

ブロック構成を以下に示す。

速度制御部の注意点を以下に示す。

1. 各 IC において、使用しない入力はその意味を考えた上で High / Low に適切に接続すること。

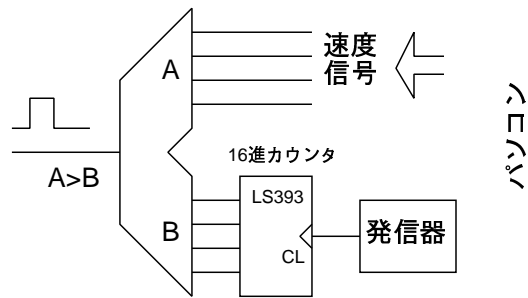


図 7: PWM 回路ブロック構成

2. 発信器の周期は、モータの回転周期の数十倍程度となるように選ぶこと。発信器には、以下の回路を参考にせよ。なお、 $T \propto CR$ である。
3. 論理回路の正論理/負論理出力に注意すること。

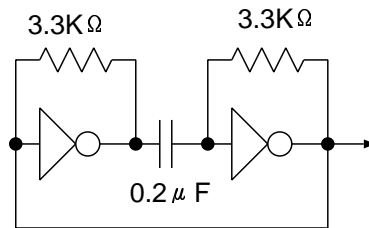


図 8: NOT を使った発信器

2.4 パソコンとの電氣的絶縁インタフェース部

本実験では、パソコンとモータ回路との接続には『絶縁型パラレル I/O ボード』を使用する。このボードでは、 $8bit \times 3port$ の 24bit の信号の入力及び出力が可能である。また、外部回路とは、フォト・カプラにより電氣的絶縁をとっている。(実験ボード上での配線ミスによるパソコン内部の破壊を防ぐため。)

以下にボードの出力回路部を示す。

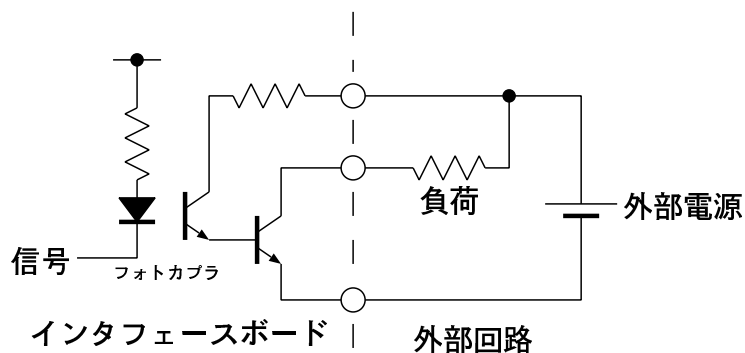


図 9: インタフェースボードと外部回路

この出力部を、単に TTL 回路に接続しただけでは、動作しない。トランジスタの On/Off から TTL の入力として利用できる電圧に変換する必要がある。

3 制御プログラム

外部の機器との接続は、I/O ポートと呼ばれる回路を通して信号のやりとりが行われる。コンピュータにつながれたプリンタやフロッピーディスクといった多様な周辺装置も同じように I/O ポートを經由する。

このため特定の機器を制御するためには、これらの多くの周辺装置を識別するための固有番号が必要となる。この番号を I/O アドレスと呼ぶ。

本実験で使用する I/O ボードは、次のような値に設定されている。

ポート番号	I/O アドレス
ポート 0	0D0H
ポート 1	0D1H
ポート 2	0D2H

I/O ボードへの入出力には、以下の関数を使用すると便利である。

```
void outp( int port , int value ) ;
```

なお、Windows 等の OS では、I/O ポートなどの自由なアクセスは、困難なため、MS-DOS の環境を用いる。