

1 目的

三年次の制御情報システム工学演習で、PLC シーケンス制御について学習した。今日では一般の工場でのラインの自動化に広く使われており、IoT やスマートファクトリーの土台になっている。

「機械を制御する」目的に使用される PLC に直接触れ、簡単な動作を行うことで PLC についての基礎知識を身につける。また、回路作成、プログラムの作成をチームで行うことにより、協力して問題解決をする能力を身に付けることを本実験の目的とする。

2 理論

2.1 PLC とは

PLC とは、機械を自動的に制御する装置であり、正式名称は Programmable Logic Controller(プログラマブルロジックコントローラ) である。PLC は「シーケンス制御」という考え方のもと動作する。シーケンス制御について、日本工業規格 (JIS) は以下のように定義している。 [2]

あらかじめ定められた順序又は手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御。

PLC を用いることによるメリットには以下のようなことが挙げられる。

- 小型なため、省スペース
リレーの配線が不要であることや、比較的コンパクトな設計であるため、設置スペースを小さくすることができる。工場では、多くの機械、装置を配置する必要があるため、省スペースで機械の制御ができることは大きなメリットとなる。
- 動作の変更が容易
PLC はプログラミング言語を用いて機械を制御する。有接点シーケンス制御方式を採用していると、動作の変更をするたびに電気部品を付け替えたり、配線の見直しをおこなったりと、面倒なことが多い。しかし、PLC はプログラムを変更するだけで容易に動作を変更することができるため、手間を省くことができる。

3 実験方法

実験については、授業資料 [1] を参考にする。STEP10 STEP12 について、資料を参考にしながら回路を設計し、CX-programmer を利用して、ラダー図を作成する。有線ケーブルを用いて、実験ボード上にある PLC に送信して動作を確認する。

3.1 STEP10

3.1.1 理想動作

押しボタンスイッチ 1 を ON すると、ON の間モータ 1 は右移動し、モータ 2 は右回転します。
押しボタンスイッチ 2 を ON すると、モータ 1 だけが左移動します。

なお、押しボタンスイッチ 1 が ON の間は押しボタンスイッチ 2 の入力を遮断し、押しボタンスイッチ 2 が ON の間は押しボタンスイッチ 1 の入力を遮断するというインターロック回路が設けてあります。

3.2 STEP11

3.2.1 理想動作

押しボタンスイッチ 1 を ON すると、モータ 1 が正回転 (右移動) します。モータ 1 の移動によって LS2(センサ) が ON になると、モータ 1 は停止します。1 秒間停止後、再び正回転を始め、LS3 が ON になると、モータ 1 は 0.5 秒間停止します。その後今度は逆回転 (左移動) を始め、LS1 が ON になるとモータ 1 は停止します。再度押しボタンスイッチ 1 を ON にすると、同じ動作を繰り返します。

4 実験環境

実験に使用したソフトと、動作環境を以下の表 1 に示す。

表 1: 実験環境

ソフトウェア	CX-programmer
OS	Windows7
ボード	アイディープロ MS4-000-Vt
PLC	omron SYSMAC CP1L

5 実験結果

5.1 STEP10

以下の図 1 に作成した回路図を示し、図 2 に作成したラダー図を示す。

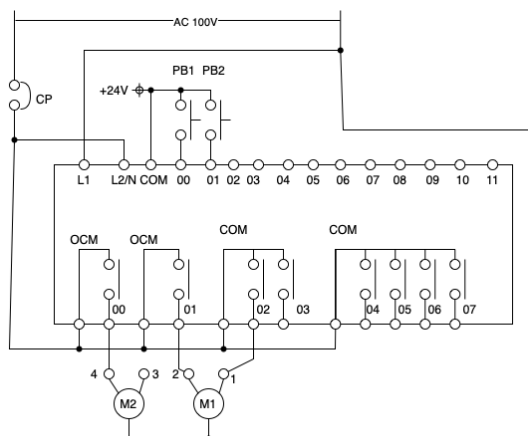


図 1: STEP10 の回路図

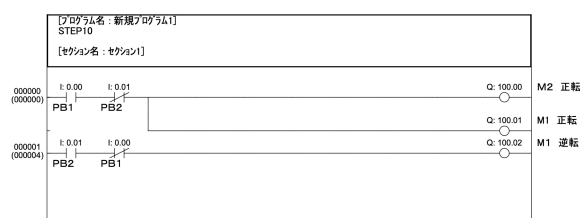


図 2: STEP10 のラダー図

図 1 について説明する。押しボタンスイッチ 1 (PB1) が押された時、モータ 1 (M1)、モータ 2 (M2) における 2, 4 に対して出力信号が送られる。また、押しボタンスイッチ 2 (PB2) が押された時、モータ 1 (M1)、モータ 2 (M2) における 1, 3 に対して出力信号が送られるが、M2 の 3 については動線が接続されていないためモータは回転しない。従って押しボタンスイッチ 1 と押しボタンスイッチ 2 には動作の差別化が図られている。

ラダー図 2 について説明する。理想動作は、押しボタンスイッチ 1 が ON されている時、モータ 1 とモータ 2 がそれぞれが右移動、右回転をされるとされている。また、押しボタンスイッチ 2 が ON されている時は

モータ 1 だけが動作する。ただし、押しボタンスイッチ 1 が ON されているときに押しボタンスイッチ 2 の入力は遮断されており、押しボタンスイッチ 2 が ON されているときは押しボタンスイッチ 2 の入力は遮断されている。これを実現するために、ラダー図上では押しボタンスイッチ 1 が ON され、押しボタンスイッチ 2 が OFF のときに M1、M 2 が正転するようにし、押しボタンスイッチ 2 が ON され、押しボタンスイッチ 1 が OFF の時は M1 のみが逆転するようなラダー図を作成した。

動作は、予想した通りに動き、回路、ラダー図が共に正しかったことがわかった。

5.2 STEP11

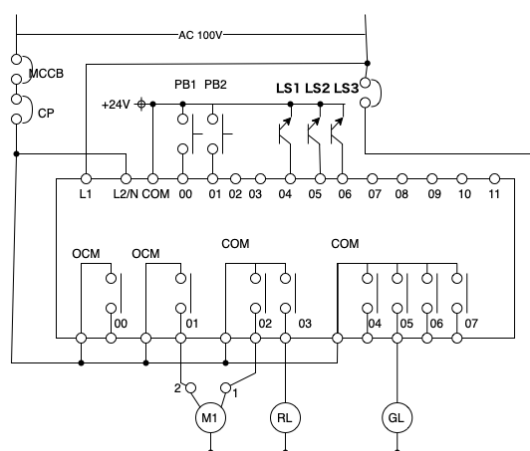


図 3: STEP11 の回路図

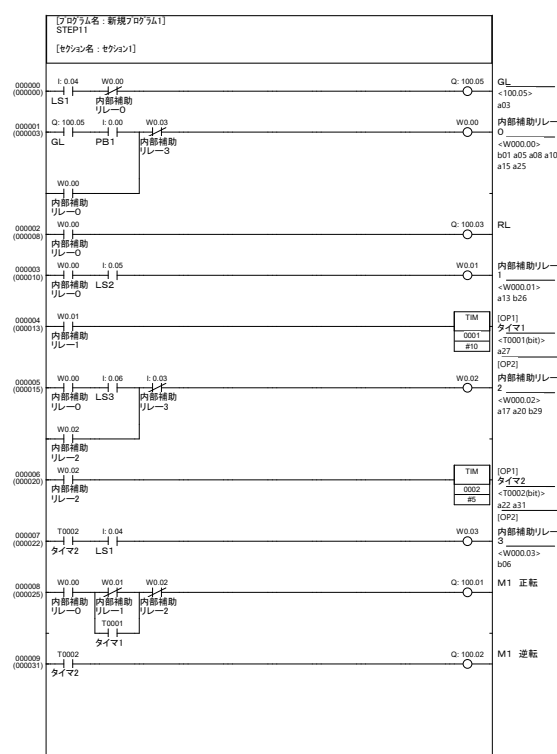


図 4: STEP11 のラダー図

図 3 について説明する。押しボタンスイッチ 1 (PB1) が ON された時、モータ 1 (M1) が動作する。センサが三つ (LS1, LS2, LS3) 搭載されており、常に入力信号のチェックが行われている。センサからの入力信号を元に、M1 の回転方向が変化するよう、M1 には 1, 2 の導線をつないでいる。また、動作状態が分かりやすくなるよう、LED(RL, GL) を取り付けている。

ラダー図 4 について説明する。理想動作は、押しボタンスイッチ 1 (PB1) を ON した時、モータ 1(M1) が正転し、センサ (LS2) が ON になるとモータ 1 が 1 秒間停止する。その後、再び動作を再開し、センサ (LS3) が ON になるとモータ 1 が 0.5 秒間停止する。その後、逆回転を始め、センサ (LS1) が ON になると停止する。ラダー図上において、センサ系は全て Normally Open で接続し、内部補助リレーを多く接続することで、LED やタイマをリンクさせている。

動作は、予想した通りに動き、回路、ラダー図が共に正しかったことがわかった。

6 研究課題

6.1 理想動作

押しボタンスイッチ 1 を ON すると、モータ 2 が正回転 (CW) します。
押しボタンスイッチ 2 (停止ボタン) を ON すると、LS4(センサ) の ON を確認してモータ 2 が停止します。

6.2 実験結果

以下の図 5 に作成した回路図を示し、図 6 に作成したラダー図を示す。

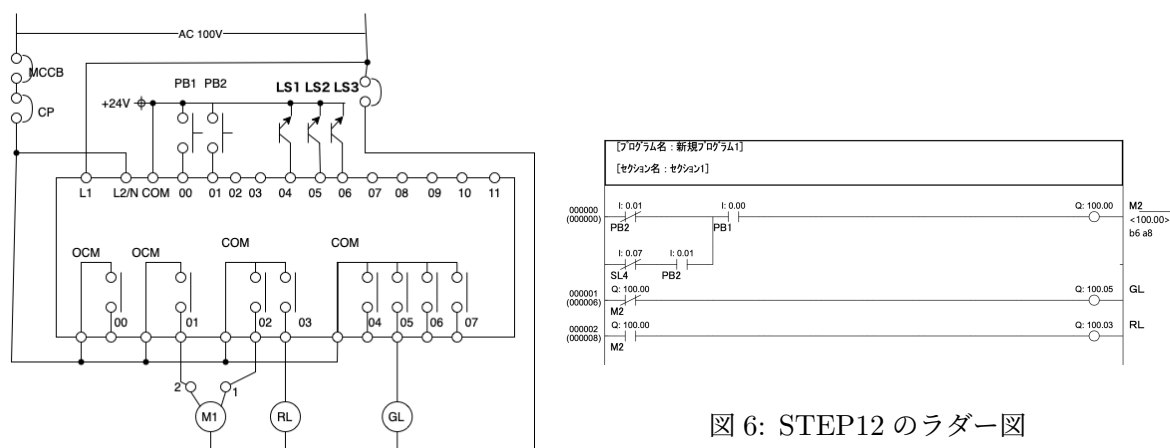


図 6: STEP12 のラダー図

図 5: STEP12 の回路図

回路図 5 については、Step11 で使用した回路と変わらない。

ラダー図 6 について説明する。理想動作より、押しボタンスイッチ 1 が ON されている時、モータ 2 は正回転する。また、押しボタンスイッチ 2 を ON した時、すぐには止まらずに、LS4(センサ) が ON されるのを待ってから停止する。従って、モータが回転する条件が以下になる。

1. 押しボタンスイッチ 1 が ON され、押しボタンスイッチ 2 が OFF の時
2. 押しボタンスイッチ 1 が ON され、押しボタンスイッチ 2 も ON され、SL4 が OFF の時

従って、PB2 の Normally Close は、SL4 の Normally Close と PB2 の Normally Open との AND と、OR で接続されている。また、モータの出力状態を受けて LED が点灯するプログラムを作成した。

動作は、予想した通りに動き、回路、ラダー図が共に正しかったことがわかった。

7 考察

図 6 に示したラダー図において、モータが回転する条件を考慮して作成した初期のラダー図から大幅な簡略化を行なった。その手順を以下に説明する。

条件より、 $[PB1(NO) \& PB2(NC)] \text{ OR } [SL4(NC) \& PB2(NO) \& PB1(NO)] \text{ OR } [PB2(NO)]$ のプログラムを作成した。ここで、3 つ目の条件である PB2(NC) は一つ目の条件にも含まれており、重複が見られるため削除し、一つ目と二つ目の条件に含まれる PB1(NO) は括り出すことができるため、OR の中から括り出した。

このように簡略化することでプログラムを見やすくすることができ、プログラムのミス無くすることがで

きた.

8 感想

参考文献

[1] メカトロニクスシリーズ 2, “プログラマブルコントローラー編【オムロン SYSMAC CPM1A 仕様】”

[2] 日本工業規格 JIS, “自動制御用語- 一般”, p5, 4-24

<https://kikakurui.com/z8/Z8116-1994-01.html>