

シーケンス制御の実習

1. 目的

プログラマブルコントローラ（またはシーケンサ）を用いて、自己保持、インターロック、などの基本的なシーケンス制御アルゴリズムの実習と、比較的複雑な信号機制御プログラムの実習をとおしてシーケンス制御の実際によれ、その概要と方法を習得する。

2. シーケンス制御の基本

まず、シーケンス制御の基本を知るために、リレーを用いた場合とシーケンサを用いた場合の両方について自己保持回路を使ったランプ点灯制御回路について説明する。

図2・1は、リレー（電磁接触器、コンタクトとも呼ぶ）を用いたランプ点灯、消灯のためのシーケンス制御回路である。この回路の回路動作はつぎのとおりである。

- (1) 押しボタンスイッチ PB1 を押すとリレー-X000 が励磁され、その接点X000 が閉じてリレー-Y000 が励磁される。
- (2) すると2つの接点X000 がともに閉じる。
- (3) ランプが点灯する。
- (4) このとき、同時に接点X000 と並列の接点X000 が閉じているので押しボタンPB1 を放してもコイル Y000 は励磁しつづけ、ランプは点灯しつづける。
- (5) つぎに、押しボタンPB2 を押すと、リレー-X001 が励磁され接点X001 が開いて接点Y000 が開放されランプは消灯する。

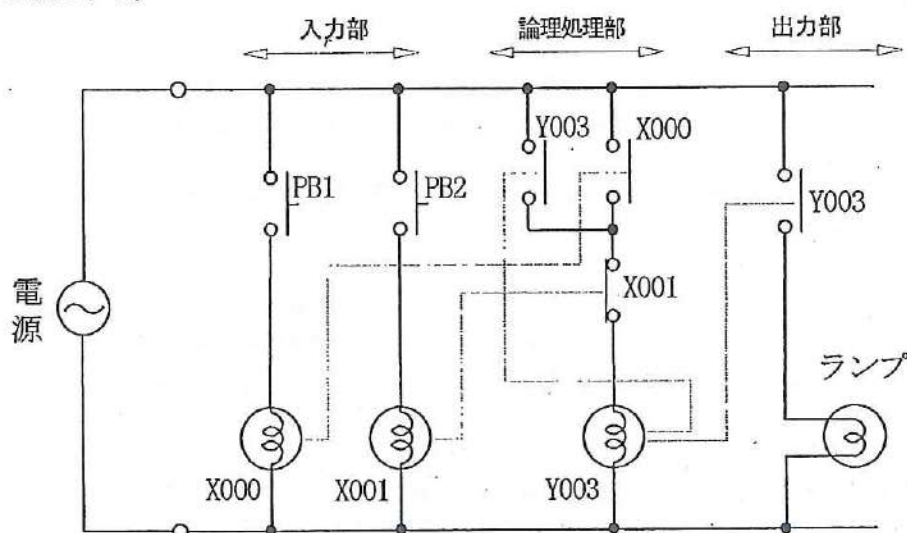


図2・1 リレーを用いたシーケンス制御回路
(自己保持回路を使ったランプ点・消灯回路)

記 号	説 明
または	リレーのコイル（励磁されるとその接点が閉じる（a 接点）か、または開く（b 接点））
または	リレーのa 接点（コイルが励磁されると閉じる）
または	リレーのb 接点（コイルが励磁されると開く）
	押しボタンスイッチ（a 接点）

表2・1 シーケンス制御回路の記号と説明

このような制御回路はランプ点灯ばかりでなく、モーターやその他の装置の運転、停止をおこなうためのシーケンス回路として広く使用されている。この回路でリレーY003の接点は自分自身の励磁を保つ働きをしているため自己保持回路と呼ばれる。また、接点X003とX000が並列に接続されている部分はどちらかの接点が閉じればコイルY000が励磁されることからORの機能をもっていることがわかる。同様に接点が直列に接続されているとANDの機能をもたせることができる。

このランプ点灯回路において、押しボタン回路の部分は入力部、ランプが接続されている部分は出力部と呼ばれ、リレーのコイルY003と接点X000、X001およびY003によって構成される部分は論理処理部と呼ばれる。

図2・1は比較的単純なシーケンス制御の例であるが、より複雑な場合でもその基本的な構成は図2・2に示すように、入力部、論理処理部および出力部から構成されていると考えることができる。

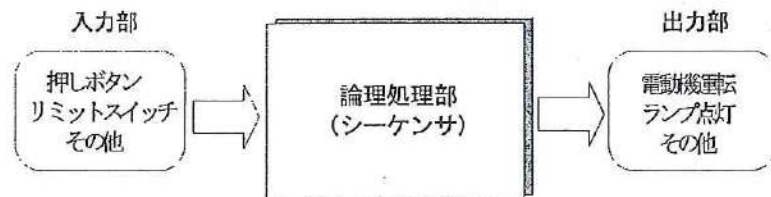


図2・2 シーケンス制御の概念図

かなり複雑なシーケンス制御系の一例としてエレベータ昇降制御系を考えると、入力部、出力部としてはつぎのようなものが考えられる。

入力部・・・各階のエレベータ扉前の昇降指示用押しボタンスイッチ、エレベータ箱内の各階の数字およびドア開閉用押しボタンスイッチ、箱が最上階や最下階に達したときに作動するリミットスイッチ、等々。

出力部・・・エレベータ箱昇降用電動機およびドア開閉用電動機の運転停止用電磁開閉器、箱内の照明用电磁開閉器、等々。

つぎに論理処理部については、入力部から入った多くの種類の信号にたいして、適切に出力部の開閉器などにオン、オフの信号を送ることが必要であり、かなり複雑になることが予想できであろう。このような複雑で大規模なシーケンス制御系をリレーのような機械的開閉器を組み合わせることは、広い設置スペースが必要であり配線も複雑で、故障が多くメンテナンスに大きなコストがかかる。このため現在ではシーケンサまたはプログラマブル・コントローラと呼ばれる、CPUとメモリからなる一種のマイコンによってこの論理処理部を構成している。

シーケンサでは、どのような用途にたいしても（ランプ点・消灯でもエレベータ昇降制御でも）ハードウェアは同じものを使用することができ、制御用論理の詳細はプログラムすることによって決定する。先に例示した、ランプ点・消灯回路の論理処理部の回路とそれに対応するプログラムを図2・3に示す。

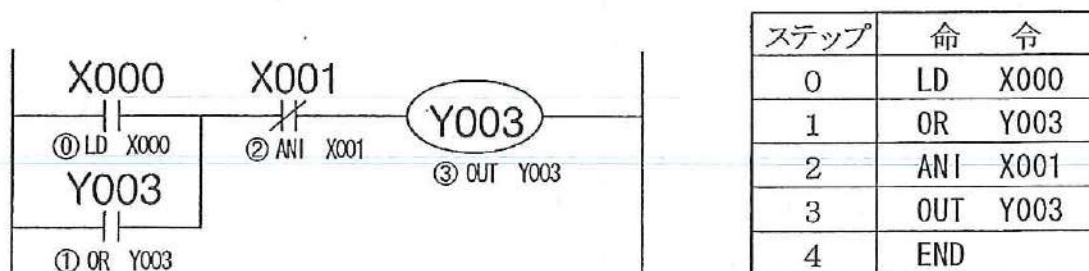


図2・3 ランプ点・消灯回路の論理処理部（自己保持回路）とシーケンサ・プログラム

この例で、左側の回路と右側のプログラムの命令とは対応していて、回路図があれば簡単にプログラムを書くことができる。回路とプログラムの各ステップの命令語とはつぎのように対応している。

ステップ	命 令	命令の意味 (回路との対応関係)
1	LD X000	まず、接点X000を配置 (LD) する。
2	OR Y003	接点X000と並列に (OR) 接点Y003を置く。
3	ANI X001	X000とY003の並列回路に直列 (AND) に接点X001を逆論理 (Inverse) で (ANI=AND+Inverse) 接続する。
4	OUT Y003	リレーY003のオン、オフ信号を出力する。
5	END	プログラムのおわり

表2・2 命令語とその意味

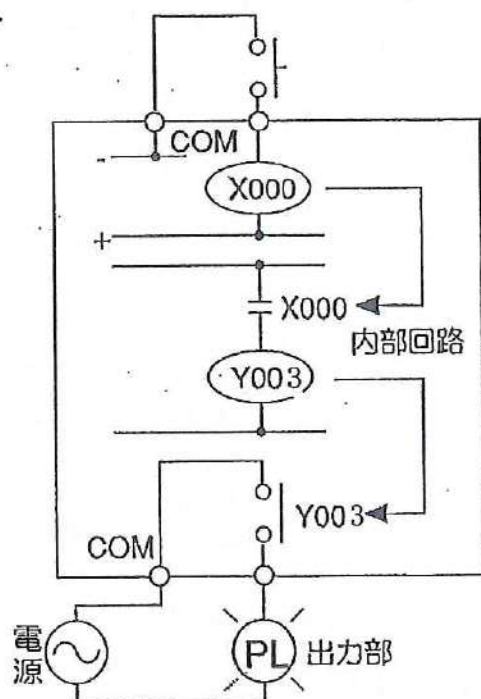


図2・4 入力部と出力部の配線

また、ここで使用するシーケンス制御実習装置での、ランプ点・消灯回路の入力部と出力部の配線を図2・4にしめす。

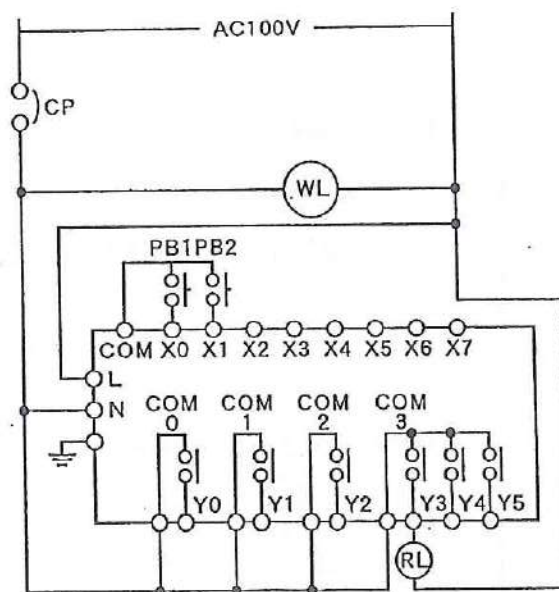


図3・1 配線図 (ランプ点・消灯制御)

3. 実習

3・1 実習 1 (ランプ点・消灯制御)

図2. 1のランプ点・消灯回路について、図3・1を参照してシーケンス制御実習装置の配線をおこない、表2. 2のシーケンスのプログラムを書きこんで、シーケンス制御システムをつくり、実際に動作を確認せよ。

3・2 実習 2 (モーター運転・停止制御)

シーケンス制御実習装置のモーター1を使って、つぎのようなモーター運転・停止制御系をつくる。

(1) 制御動作

押しボタン1を押すと、押ししている間モーター1が正回転してレバーが右移動し、押しボタン2を押すと、押ししている間モーター1が逆回転してレバーが左移動する。またリミットスイッチIS3が作動すると右移動は停止し、IS1が作動すると左移動は停止する。

(2) 入力部、出力部の配線

図3. 2のように配線する。この配線によって入力部と出力部はつぎのように動作する。

入力部…押しボタンPB1を押すと接点X0が閉じ、PB2を押すと接点X1が閉じる。またリミットスイッチLS1が動作すると接点X4が閉じ、LS3が動作すると接点X6が閉じる。

出力部…接点Y1が閉じるとモーターM1が正回転し、Y2が閉じるとモーターM2が逆回転する。

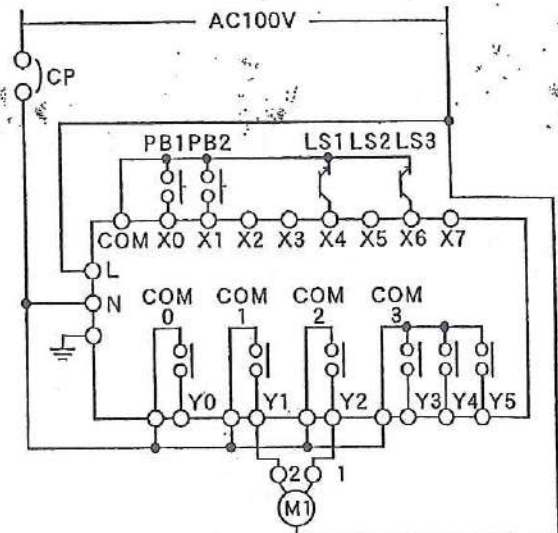
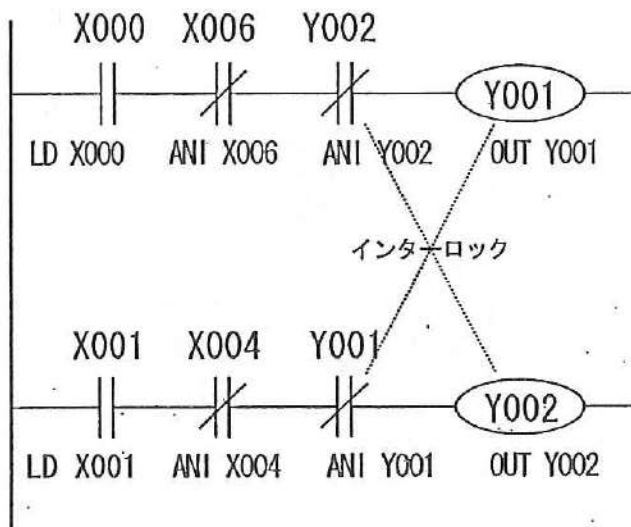


図3・2 配線図 (モーター運転・停止制御)

(3) 論理処理部のシーケンス図と動作

(1) 制御動作、でのべた動作をおこなうためのシーケンス図とそれに対応するシーケンサに書きこむ命令語、および制御動作の詳細を図3. 3にします。ここではモーター1の右および左回転用スイッチが同時に入らないように、Y001のb接点をY002回路に、Y002のb接点をY001回路に入れて、インターロックしている。



○押しボタンPB1を押す

→ a接点X000 閉 → コイルY001 励磁
→ モーター1 右回転 (レバーが右移動)、
b接点Y001 開、Y002 無励磁

○レバーが右移動してリミットスイッチLS3が閉じる

→ b接点X006 開 → コイルY001 無励磁
→ モーター1 停止

○押しボタンPB2を押す

→ a接点X001 閉 → コイルY002 励磁
→ モーター1 左回転 (レバーが左移動)、
b接点Y002 開、Y001 無励磁

○レバーが左移動してリミットスイッチLS1が閉じる

→ b接点X004 開 → コイルY002 無励磁
→ モーター1 停止

図3・3 シーケンス図と命令語、および動作説明

(4) プログラム

上のシーケンス図中の命令語を参照して全プログラムを右の表に書き入れ、制御系全体の動作を確認せよ。

ステップ	命 令	ステップ	命 令
0		5	
1		6	
2		7	
3		8	
4			

3・3. 実習 3 (タイマーを使ったモーター運転・停止制御)

タイマーを使用したシーケンス制御の例として、モーター1を使って、つぎのようなモーター運転・停止制御系をつくる。

(1) 制御動作

押しボタン1を押すと、モーター1が正回転してレバーが右移動してゆく。レバーが右端に達してリミットスイッチIS3が作動するとモーター1は停止し5秒後に逆(左)方向に移動を始める。レバーが左端に達してリミットスイッチIS1が作動するとモーター1は停止する。押しボタン1を押すと再びおなじ動作を繰り返す。

(2) 入力部、出力部の配線

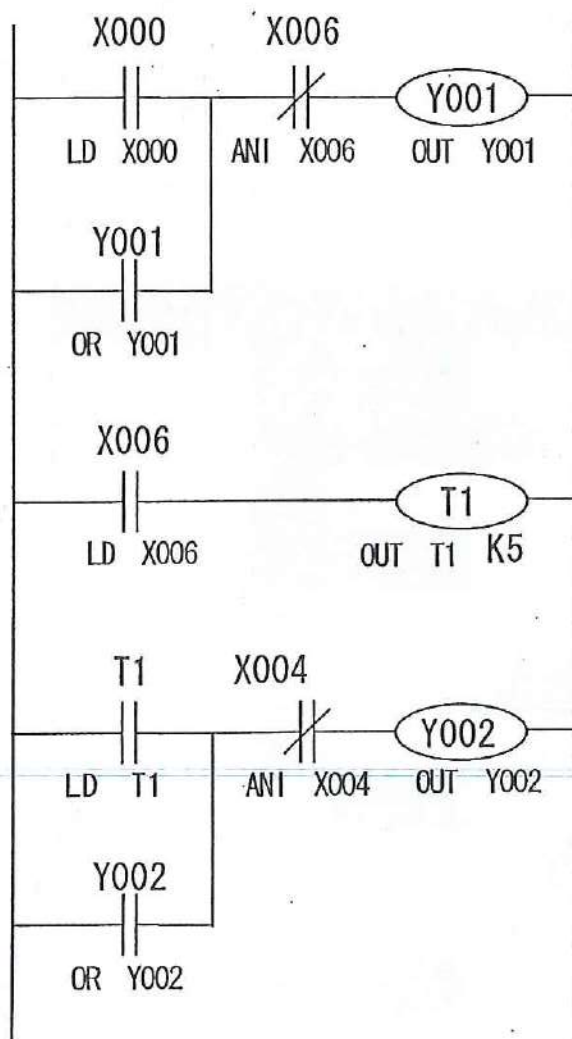
配線は図3. 2と同じでよいが、この実習では押しボタンB2は使用しない。入力部と出力部はつぎのように動作する。

入力部…押しボタンB1を押すと接点X000が閉じる。またリミットスイッチIS3が作動すると接点X006が閉じ、IS1が作動すると接点X004が閉じる。

出力部…接点Y001が閉じるとモーターM1が正回転(レバーが右移動)し、Y002が閉じるとモーターM1が逆回転(レバーが左移動)する。

(3) シーケンス図と動作

図3. 3にシーケンス図、命令語および動作説明をしめす。



○押しボタンB1を押す

→ a 接点X000 閉 → コイル Y001 励磁
→ a 接点Y001 閉 (自己保持)、
→ モーター1 右回転 (レバーが右移動)

○レバーが右移動してリミットスイッチ IS3 が閉じる

→ b 接点 X006 閉 → コイル Y001 無励磁
→ モーター1 停止
→ a 接点X006 閉 → タイマー T1 始動

○5秒後にタイマーの a 接点 T1 が閉じる

→ コイル Y002 励磁
→ a 接点 Y002 閉 (自己保持)、
→ モーター1 左回転 (レバー左移動)

○レバーが左移動してリミットスイッチ IS1 が閉じる

→ b 接点 X004 閉 → コイル Y002 無励磁
→ モーター1 停止

図3・3 シーケンス図と命令語、および動作説明

(4) プログラム

上のシーケンス図中の命令語を参照して全プログラムを右の表に書き入れ、シーケンサに打ち込んで、制御系全体の動作を確認せよ。

ステップ	命 令	ステップ	命 令

3・4 実習 4 (4方向の信号機の点滅)

信号機用シーケンス実習装置を使って、たて方向と横方向の信号機を交互に、それぞれ、青2秒、黄1秒、赤3秒の時間間隔で順次点灯させるシーケンス制御系を構成する。

(1) 制御動作

図3・5のタイムチャートに示すように、押しボタンBSIを押すと、横方向・赤、たて方向・青から始まり、順次、

横方向 …… 赤3秒 → 青2秒 → 黄1秒

たて方向 …… 青2秒 → 黄1秒 → 赤3秒

の順に信号灯が点灯し、その動作を繰り返す。

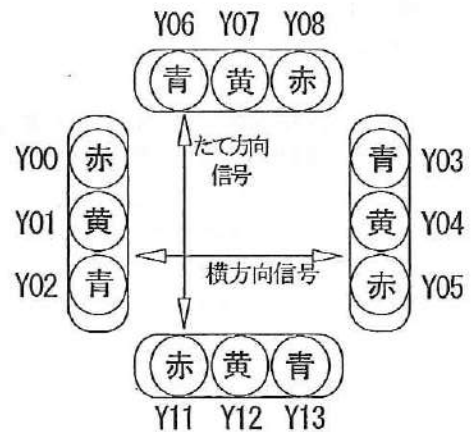


図3・4 4方向信号機と対応するランプ出力 (Y00 ~ Y13)

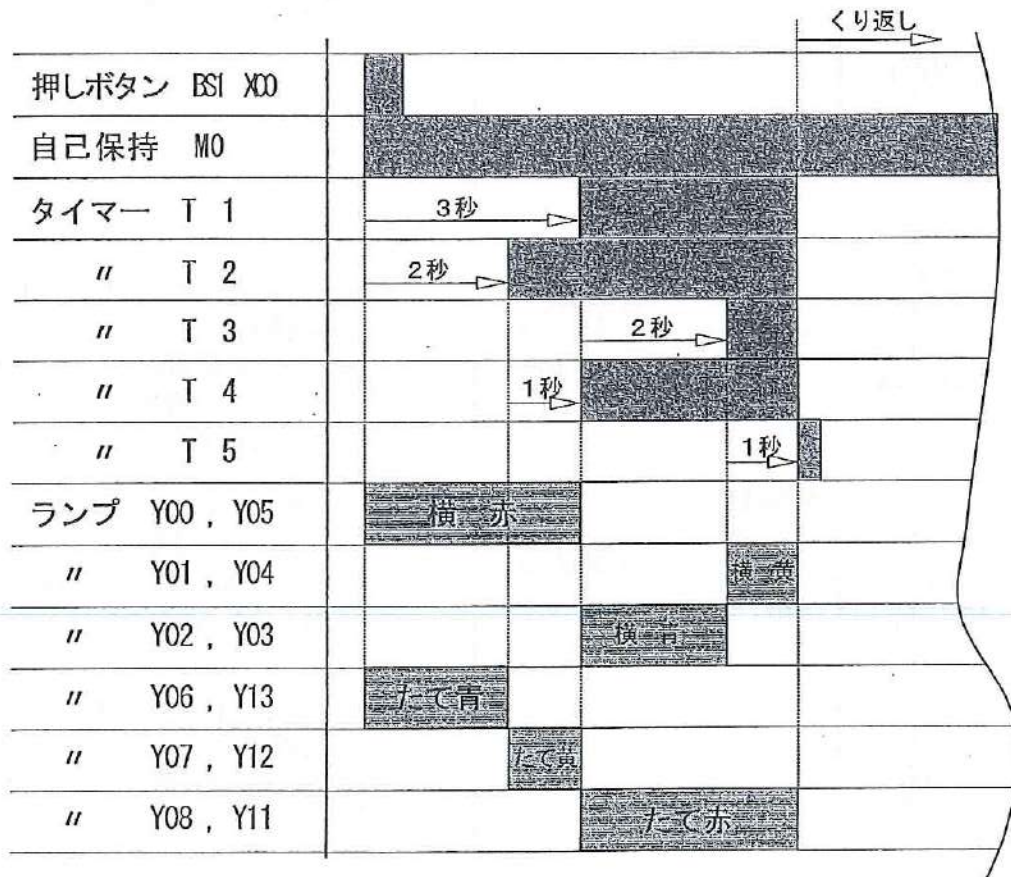


図3・5 信号機点滅のタイムチャート

(2) 入力部、出力部の配線と動作

信号機実習装置の端子とシーケンサの端子を以下のように接続する。この接続によって押しボタンBS1を押すと接点X00が閉じ、シーケンサの接点Y00～Y13が閉じると、対応するランプSL1～SL12が点灯する。

信号機実習装置	シーケンサ	信号機実習装置	シーケンサ
BS1 (押しボタン1)	X 0	SL7 (信号3 赤)	Y06
SL1 (信号1 赤)	Y00	SL8 (信号3 黄)	Y07
SL2 (信号1 黄)	Y01	SL9 (信号3 青)	Y10
SL3 (信号1 青)	Y02	SL10 (信号4 赤)	Y11
SL4 (信号2 赤)	Y03	SL11 (信号4 黄)	Y12
SL5 (信号2 黄)	Y04	SL12 (信号4 青)	Y13
SL6 (信号2 青)	Y05		

(2) シーケンス図

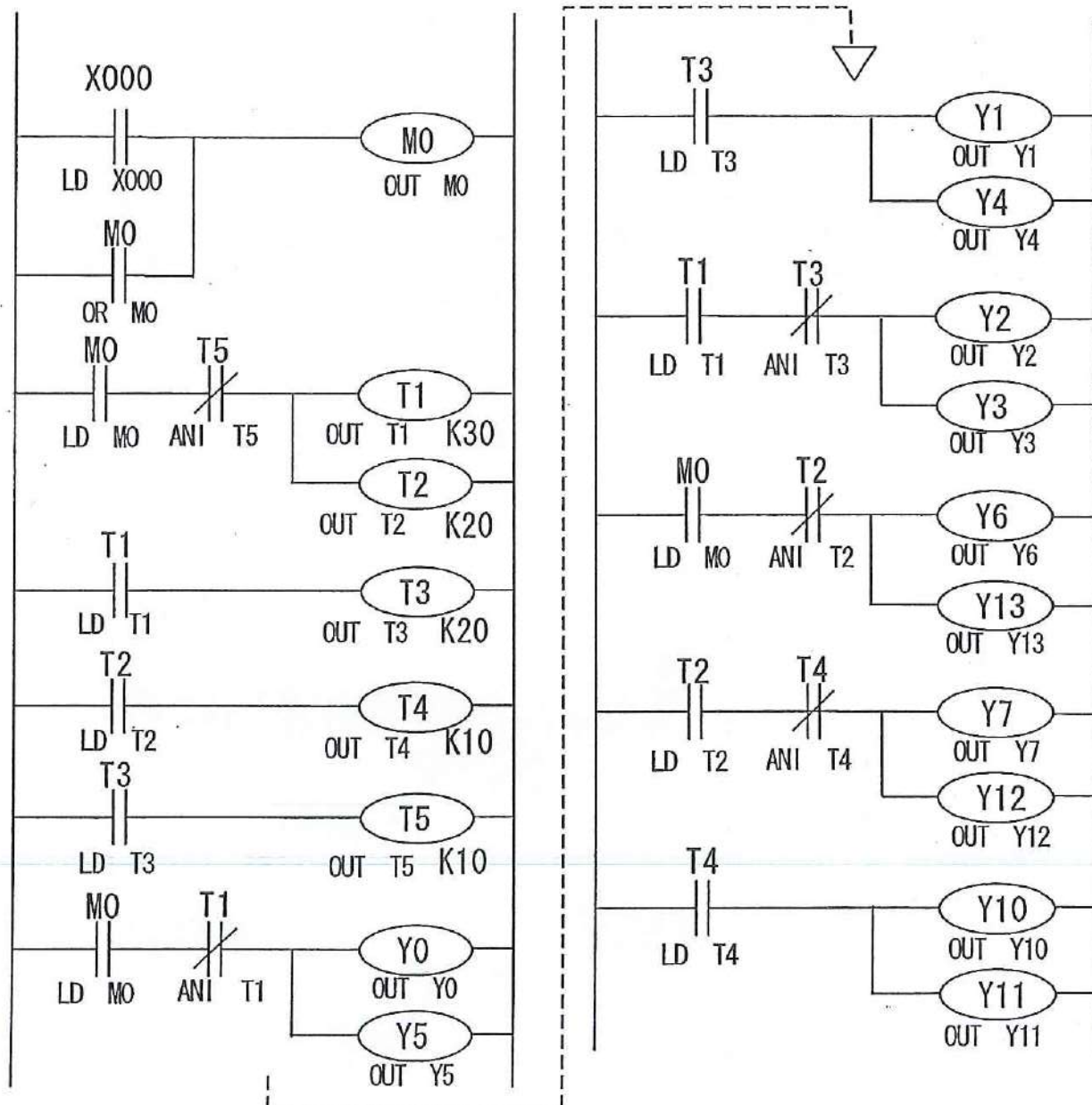


図3. 6 信号機点灯制御系のシーケンス図

(4) プログラム

・上のシーケンス図中の命令語を参照して全プログラムを右の表に書き入れ、シーケンサにかき込んで、制御系全体の動作を確認せよ。

[illegible]

4. 課題

押しボタンFB1を押すと、赤、黄、青のランプが順次3秒ずつ点灯をくり返すシーケンス制御系を設計せよ。図4.1のタイムチャートと図4.2のシーケンス図と動作説明を参照して、シーケンス図を描き、プログラムを作成せよ。ただし、押しボタンFB1を押すと接点X00が閉じ、接点X0、Y01、Y02が閉じると、それぞれ、ランプ赤、黄、青が点灯するものとする。

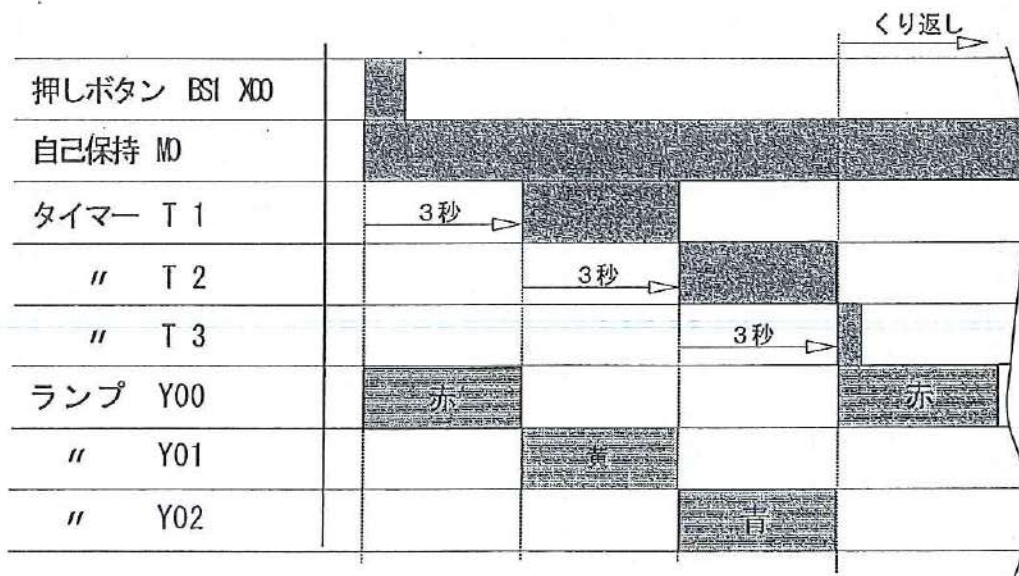
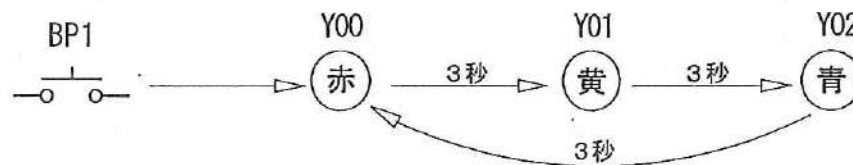
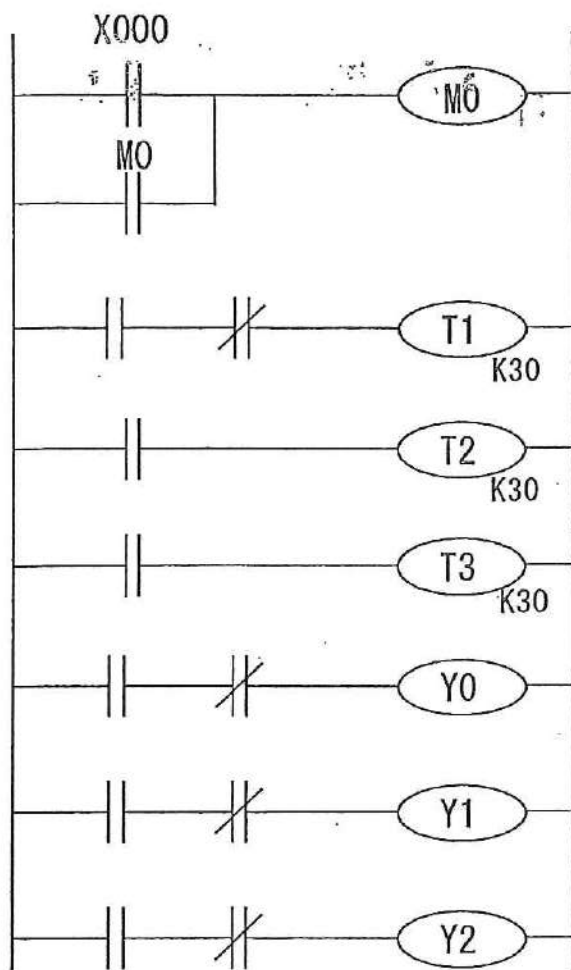


図4. 1 3つのランプを順次点灯させる制御系のタイムチャート



○押しボタンFB1を押す
 → a接点X000 閉 → コイルMO 励磁
 → a接点MO 閉(自己保持)

○a接点MO 閉によりタイマーT1励磁: 3秒後作動
 タイマーT3 作動により b接点T3 開
 → T1 無励磁
 またタイマーT3 無励磁により b接点T3 閉
 → タイマーT1再励磁 (くり返し過程に入る)

○a接点T1閉 → T2 励磁: 3秒後作動
 (T1開 → T2無励磁)

○a接点T2閉 → T3 励磁: 3秒後作動
 (T2開 → T3無励磁)

○a接点MO閉によりY0 励磁 → 赤ランプ点灯
 またタイマーT1 が作動すると b接点T1開
 → 赤ランプ消灯

○a接点T1閉によりY1 励磁 → 黄ランプ点灯
 またタイマーT2 が作動すると b接点T2開
 → 黄ランプ消灯

○a接点T2閉によりY2 励磁 → 青ランプ点灯
 またタイマーT3 が作動すると b接点T3開
 → 青ランプ消灯

図4. 2 シーケンス図と動作説明