

3 シーケンス制御に関する知識 (制御回路)

1 制御概要

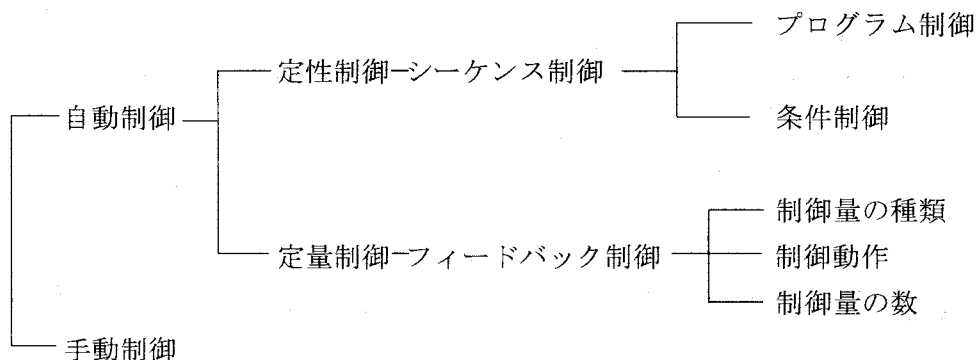
(1) 制御とは

ある目的に適合するように、対象となっているものに所要の操作を加えること。

(JISの自動制御用語)

① 制御の種類

制御は、制御系のどの項目に注目するかによって異なるが、機能別に分類すると下記のように分類できる。



a) 定性制御：制御の内容が2つまたは有限個（デジタル）の状態を持つ。

例えば 電動機のON-OFF制御

b) 定量制御：制御の内容が無限個（アナログ）の状態を持つ。

例えば 温度（アナログ）制御、電動機の速度制御

(2) シーケンス制御装置

シーケンス制御とは、JIS C 0401に「あらかじめ定められた順序または一定の論理によって定められている順序に従って制御の各段階を進めていく制御」と記載されている。

すなわち、シーケンス制御装置では、次の段階で行うべき制御動作があらかじめ定められており、前段階における制御動作の完了後、または、動作完了して一定時間を経過したのちに、次の動作に移行する場合や、あるいは、制御結果によって次に行う動作を選択して次の段階に移行するなどの組み合わせによって、制御装置を構成していることが多い。

この組み合わせによる制御装置は、図3-1に示すように、シーケンス制御信号の流れに従ってグループ化できる。

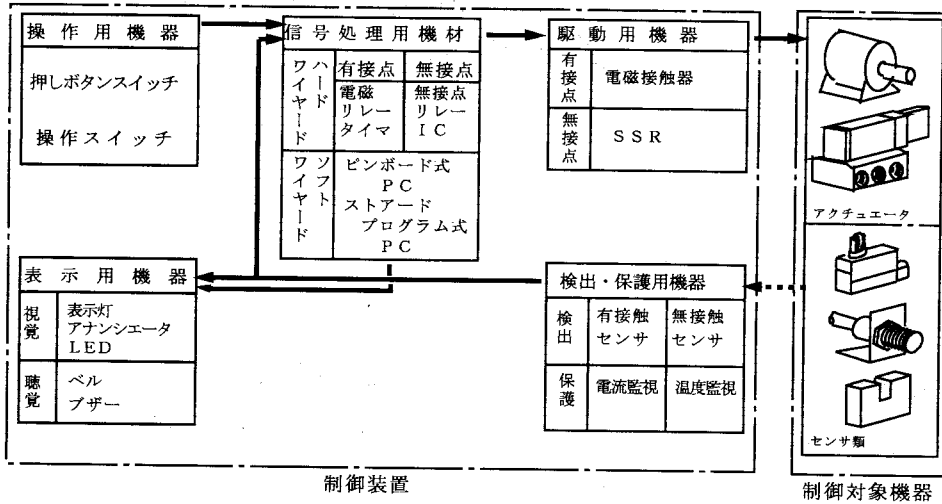


図3-1 汎用シーケンス制御システムの構成

(3) リレーシーケンスと無接点シーケンスとの比較

リレーによる有接点のシーケンス回路とデジタルICやPCによる無接点シーケンスとの特徴等を比較すると表3-1のようになる。

表3-1 リレーシーケンスと無接点シーケンスとの比較

	リレーシーケンス	無接点シーケンス
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 開閉負荷容量が大きい 過負荷耐量が大きい 電氣的ノイズに対して安定である 温度特性が良好である 入力と出力が分離できる 独立した多数の出力回路を同時に得られる 動作状態の確認が容易にできる 	<ul style="list-style-type: none"> 動作速度が速い 高頻度使用に耐え、寿命が長い 高精度、応答時間、感度にバラツキが少ない 振動、衝撃による誤動作がない 装置の縮小化が可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> 消費電力が比較的大きい 接点摩耗があり、寿命がある 動作速度が遅い 機械的振動・衝撃などに比較的弱い 外形の小型化に限界がある 	<ul style="list-style-type: none"> 電氣的ノイズ、サージに弱い 温度変化に対して弱い 別電源を必要とする

*2 シーケンス制御機器

(1) 操作用機器

- ① 押しボタンスイッチ
- ② 操作スイッチ
 - a) 手動操作自動復帰接点

操作している間だけ接点が開 (OFF) または閉 (ON) し、手を放すと操作部分と接点は元の状態にもどる接点をいう。

例 押しボタンスイッチ (モメンタリー型)

b) 保持型接点

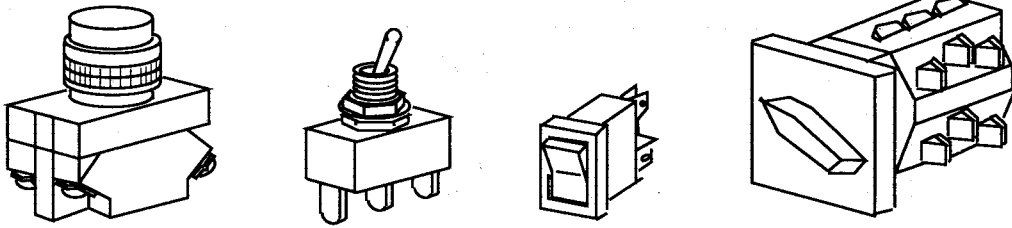
接点の開 (OFF) も閉 (ON) の操作も共に手動操作で行う接点をいう。

例 ナイフスイッチ、コードスイッチ、トグルスイッチ

c) 残留接点

操作後、手を放しても接点はそのままの状態を保持し続けるが、操作部分は元の状態にもどる接点をいう。

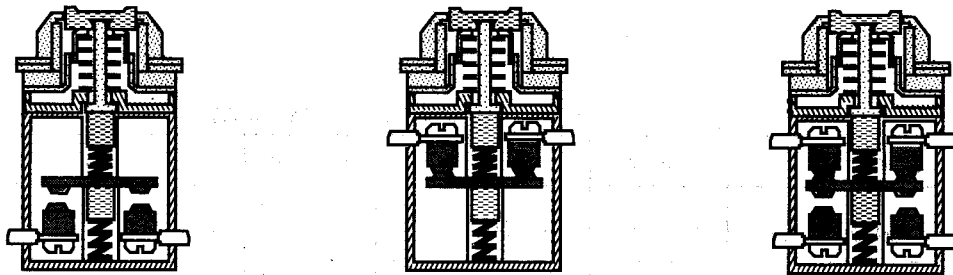
例 押しボタンスイッチ (オルタネート型)



押しボタンスイッチ トグルスイッチ ロッカスイッチ セレクタスイッチ

図 3-2 操作用機器

設問 9 図 3-3 の静止状態の図を見てスイッチの接点の種類と動作の違いについてまとめよう。



() 接点

() 接点

() 接点

図 3-3 開閉接点の種類

< 参考 > 接点の図記号と接点機能記号

表 3-2 開閉接点図記号 (JIS C 0301 1990) より抜粋

名 称	図 記 号		名 称	図 記 号	
	系列 1	系列 2		系列 1	系列 2
接点 a 接点 (メーク接点) 電力用接点、継電器接点、補助スイッチ接点等に用いる			接点 b 接点 (ブレイク接点)		
双方向接点			c 接点		
手動復帰接点 a 接点 (メーク接点)			手動復帰接点 b 接点 (ブレイク接点)		
ばね復帰接点 a 接点 (メーク接点)			ばね復帰接点 b 接点 (ブレイク接点)		

表 3-3 開閉接点図記号の接点機能記号

名 称	図 記 号	名 称	図 記 号	名 称	図 記 号
手動操作 (一般)		引き操作		ひねり操作	
押し操作		クランク操作		非常用	
丸ハンドル操作		ペダル操作		レバー操作	
取外しとって操作		キー操作		カム操作	
電磁操作		空気操作または油圧操作		電動機操作	

実習 1 基本配線と確認

- 1) 押しボタンスイッチのa接点を使って、押しボタンスイッチを押すと表示灯が点灯する回路を、図3-4を参考にして配線しなさい。

配線する前に、⑦-⑧間にて表示灯（負荷）の抵抗を測定しておく。 _____ Ω

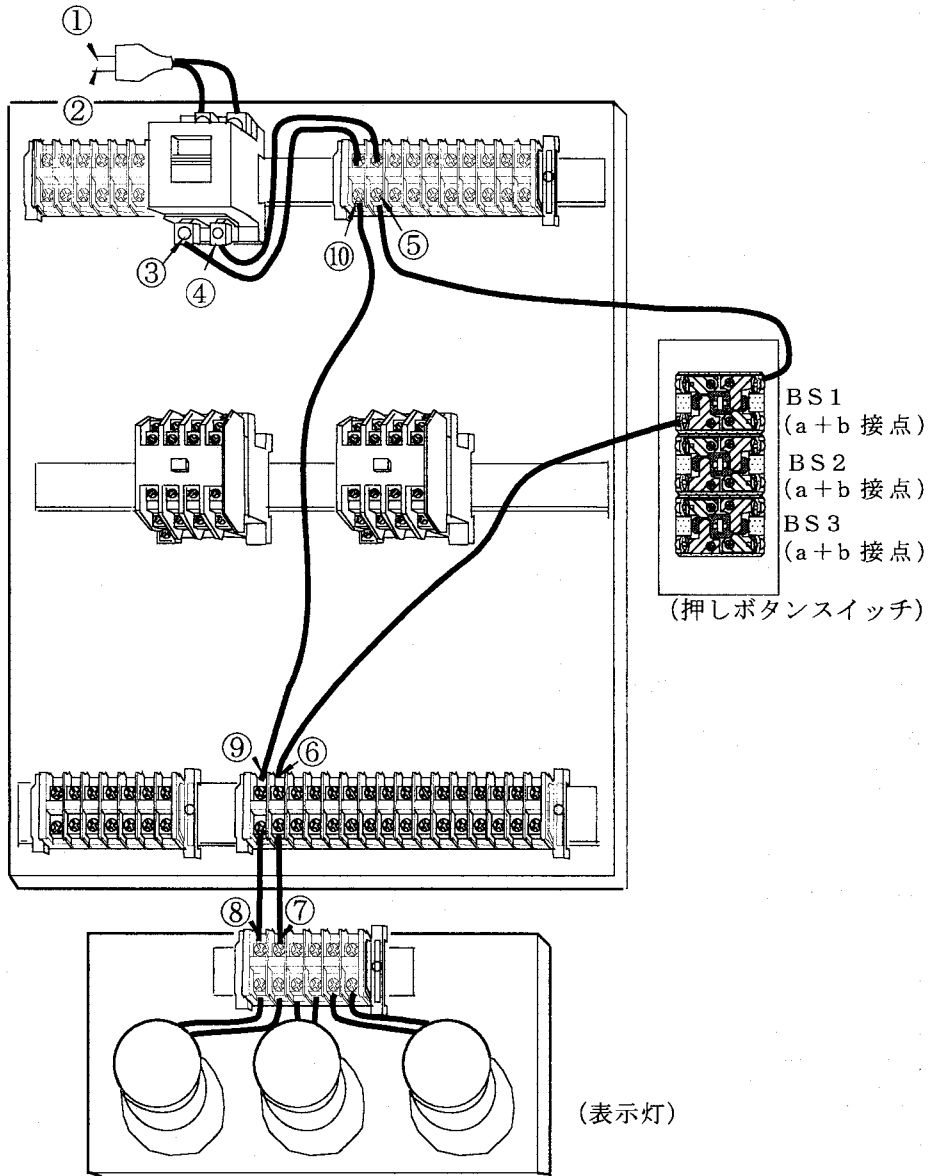


図3-4 表示灯の点灯の配線

注意点

- a) 配線は既存の線を使うが、圧着端子の取り付け方向は、原則として図3-5のように圧着端子の筒部が上向きに取り付ける。

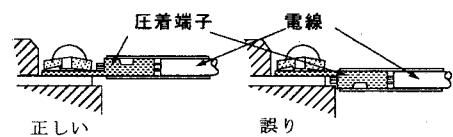


図3-5 圧着端子の取付

- b) 配線作業時は、電源のコンセントを外していること、そして、配線用遮断器（サーキットブレーカ）もOFFされていることを確認すること。

- c) 配線は、幾度も使用しているのに、素線切れを起こしていないか、確認しながら配線すること。
 - d) ねじサイズなどにあわない不適切な圧着端子は使用しない。
 - e) 配線作業が終わってもいきなり電源に接続しない。次項の指示に従って、テストで、短絡、配線ミス等がなく安全であることを確認する。
 - f) 配線は適切な長さ、そして、線番号等が付いて確認のしやすいものを使う方が好ましい。
- 2) 配線が終わったら、配線用遮断器をONにしてテストで配線のチェックを行う。
- a) ①-②間の抵抗値を測定する。
 - 1) $\infty \Omega$ であれば正常
 - 2) 先の表示灯の抵抗値であれば、まずスイッチ関連の配線を点検する。正常なときは、スイッチ側のプラグから表示灯までの配線を点検する。
 - 3) 0Ω を示せば、②から⑧のライン側と①からスイッチまでのライン側との間で短絡が考えられる。
 - b) スイッチ (BS) を押してONの状態①-②間の抵抗を測定する
 - 1) 先の表示灯の抵抗値であれば正常
 - 2) 0Ω のときは、スイッチ以降に短絡がある。
 - 3) 表示灯の抵抗より大きいときは、スイッチ、接続端子等の接触抵抗が大きいなどが考えられる。
- 3) 正常であれば配線用遮断器をOFFの状態にしてからプラグをコンセントに接続し、その後配線用遮断器をONにして通電し、スイッチを押したり放したり (ON-OFF) して表示灯の動作を確かめる。
- 4) テスタをAC120Vレンジに合わせ、次ぎの表3-4の箇所の電圧を測定するとともに、その電圧が規定値または規定値以外になる理由を考えよ。

表3-4 回路の電圧測定

	①-②	③-④	③-⑤	③-⑥	③-⑨	③-⑩
スイッチOFF時						
スイッチON時						
			④-⑤	④-⑥	④-⑨	④-⑩
スイッチON時						

(2) 検出用スイッチ

検出・保護用機器として使われるスイッチで、それには接触形検出スイッチと非接触形検出スイッチがある。

① 接触形検出スイッチ

- a) リミットスイッチ
- b) マイクロスイッチ (位置、変位)
- c) 封入形マイクロスイッチ (位置、変位)
- d) フロートスイッチ (レベル)

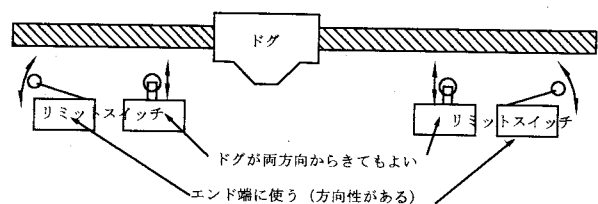
























図3-6 リミットスイッチとドグ

- e) 温度スイッチ (温度)
- f) 圧力スイッチ (圧力)
- g) フロースイッチ (流量)
- ② 非接触形検出スイッチ
 - a) 光電スイッチ (位置、変位) …… レンズの汚れ、周りの環境によって誤動作するときがある。
 - b) 近接スイッチ (位置、変位) …… 高周波発振形、差動コイル形、磁気形があり、汚れていても動作する。ただし、被検出物は鉄のような磁性体の金属でなければならない。
 - c) 近接スイッチ (レベル) …… 金属、非金属とも検出する。
(電界を利用するもの)
- ③ 検出スイッチのトラブル事例
 - a) 透過形光電スイッチの光軸のずれ (人物の接触、振動等による、固定不良) による動作不良
 - b) 光電スイッチのファイバークーブルの (人物、機械等の接触による) 破損
 - c) 電子回路部品の極性の誤りによる破損。
 - d) 反射形光電スイッチの被検出物の表面の反射率の変化による誤動作。
 - e) リミットスイッチの取付け不良で、レバーに無理な力がかかったことによる破損。
 - f) スイッチ内に油、水、湿気等の浸入による、腐食、接触不良、絶縁不良。
 - g) 近接スイッチの感知範囲外による動作不良

設問 10 表 3-5 は操作スイッチの図記号である。該当する名称欄の空欄と図記号欄の系列 () の部分を埋めよう。

表 3-5 操作スイッチの図記号

名 称	図 記 号		名 称	図 記 号	
	系列 ()	系列 ()		系列 ()	系列 ()
					
					
					
					
					
					

(3) 表示器

制御の内容、状態、結果などを人に知らせるもの。

① 表示灯

- a) 分類
- 全電圧式
 - 抵抗器付き
 - 変圧器付き 例 200Vを6.3Vに変換
 - LED式

b) 用途による色分け (JEMによる)

- 1) 白色 (WH) ---- 電源
- 2) 赤色 (RD) ---- 運転
- 3) 緑色 (GN) ---- 停止
- 4) 橙色 (YG) ---- 故障

c) 表示灯の図記号

1.色を明示したいときは、次の文字記号を図記号の近くに記入する。

RD ---- 赤 BU ---- 青 YE ---- 黄
 WH ---- 白 GN ---- 緑



2.種類を明示したいときは、次の文字記号を図記号の近くに記入する。

Ne --- ネオン Xe --- キセノン IR --- 赤外
 Hg --- 水銀 I --- よう素 IN --- 白熱
 LED -- 発光ダイオード ARG -- アーク
 EL --- エレクトロルミネス FL --- 蛍光
 Na --- ナトリウム UV --- 紫外

図3-7

表示灯図記号

(JIS C 0301 (1))

1.色を明示したいときは、次の文字記号を図記号の近くに記入する。

例 RL --- 赤 BL --- 青 YL --- 黄
 GL --- 緑 OL --- 黄赤 WL --- 白
 TC --- 透明



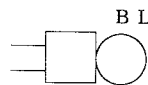
図3-8

表示灯図記号

(JIS C 0301 (2))

② ベル、ブザー

a) ベル



b) ブザー

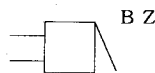


図3-9 図記号

3 シーケンス回路図 (詳細は、JEM 1404-1995 参照のこと)

(1) 展開接続図

設備、装置及び機器の動作を、各構成要素の物理的寸法及び配置に関係なく、主として機能を中心として電氣的接続を展開して、図記号によって表現する図 (一般にシーケンス図ともいう)

(2) シーケンス回路図の読み方

シーケンス回路図は、電気関連の点検、修理、改善、故障発見等に必要なものの1つにあげられ、設備、装置、機器などを構成する電気機器・器具の動作について、動作順序に従って機能を中心に描かれているので、動作はもちろんのこと、図示された線番号等により接続先なども分かる。

① 回路の配列

- 図面上の要素を接続する接続線の方向は、原則として垂直（縦書き）とする。ただし、水平（横書き）の書き方が特に好都合な場合には水平としてもよい。
- 図面上の要素の接続線の方向が、大部分上下方向である展開接続図を、縦書き展開接続図という。
- 図面上の要素の接続線の方向が、大部分左右方向である展開接続図を、横書き展開接続図という。PC（プログラマブルコントローラ）の図面はこの描き方が多い。

* ② 回路図の読み方

- 電源回路は省略し、上下または左右に引いた直線を制御母線といい、電源ラインを示す。
- 交流の制御母線はRとS（またはRとT、LとN）、直流の母線はPとN（+24とCOM）の記号を付けて区別する。
- 電源はすべて”切り（OFF）”の状態を示す。
- 複数の状態を取り得るものは、復帰または休止状態にあるとき、あるいは、通常あるべき状態を示す。
- 手動操作されるものは、操作部に手を触れない状態を示す。
- いずれの状態においても差し支えないものは、任意の状態を示す。ただし、同一図面内においてはいずれか1つの状態に統一されている。
- 各機器は図記号を用いて、制御動作の順序に従って描かれ、原則として展開接続図の上から下へ、または左から右への流れで動作する。
- 図記号に文字記号が付記されていると、各接続機器の対応が読み取ることができる。
- 制御機器の離ればなれになった各部分には、その制御機器名を示す文字記号が付記されている。

③ 読み方例（図3-10）

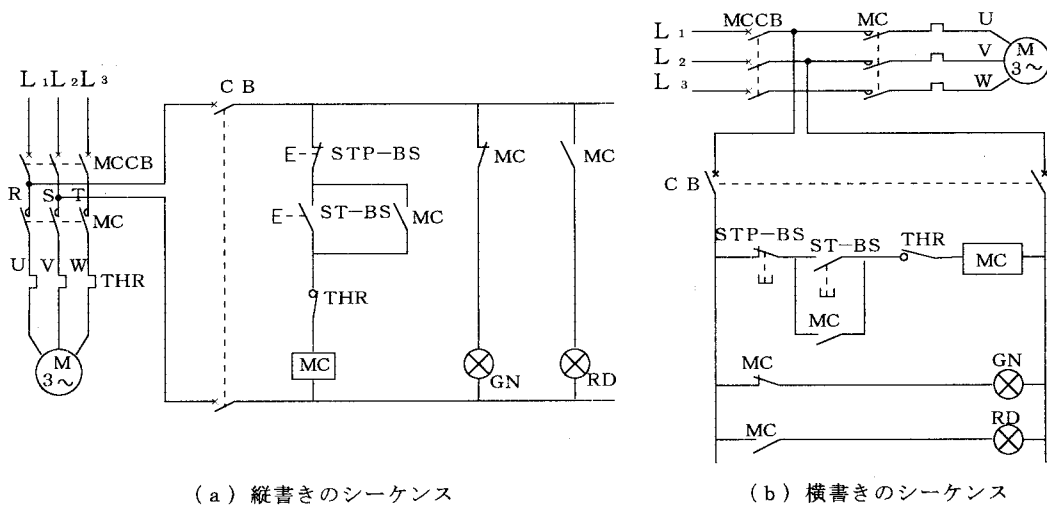
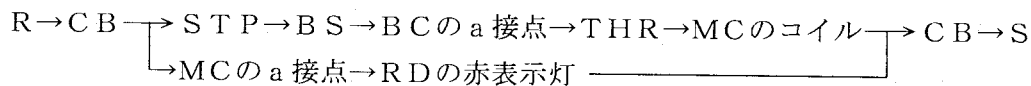


図3-10 シーケンス図の読み方

- a) 平常時は、R→CB→MCのb接点→GN→CB→Sへと電流が流れ、GNの緑の表示灯が点灯している。
- b) ST-B Sのスタートスイッチを押しONすると、R→CB→STP-B S→ST-B S→THR→MCのコイル部→CB→Sと電流が流れ、MCの電磁接触器のコイルを励磁する。
- c) MCのコイルが励磁されると、その接点が吸引され導通状態となり、主回路のRとU、SとV、TとWの回路が接続され、Mの三相電動機が回転するとともに、



- と電流が流れ、RDの赤の表示灯が点灯する。
- d) このとき、a)での緑の表示灯はMCの接点が開くので、消灯する。
- e) 次に、ST-B Sのスイッチから手を放しOFFしても、これに並列に接続されているMCのa接点が開いているので、電動機は回転し続け、赤の表示灯も点灯し続ける。
- f) 電動機を停止させるには、STP-B Sの停止スイッチを押すと、b)の回路が開き、MCのコイルへの電流が遮断される。同時に赤表示灯が消え、代わって緑の表示灯が点灯し、a)の状態へともどる。
- g) THRのb接点は、電動機に過電流が流れたときに、c)で動作しているMCのコイルに流れている電流を遮断するので、それによって電動機への電流も遮断する。
- 以上のように図3-10の回路から動作を読み取ることができる。

(3) 文字記号と数字記号

シーケンス図の図記号に付ける名前には、JIS C 0401の文字記号とJEM 1090の制御器具番号(数字記号)とがある。

* ① 文字記号

機器または装置のはたす機能などを表示する機能記号と、機器または装置を表す機器記号の2種類があり、両者を組み合わせて用いるときには、機能記号、機器記号の順序に書き、原則としてその間に- (ハイフン)を入れる。(図3-10参照)

機器記号と機能記号の一例を下記に記す(詳細はJISを参照のこと)。

表 3-6 機器記号 (JIS C 0401 1990抜粋)

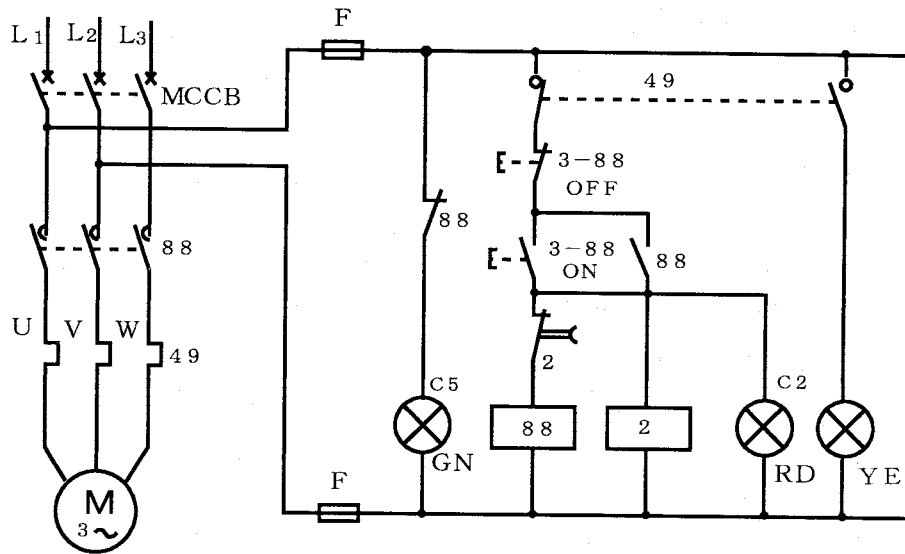
番号	文字記号	用語	文字記号に対する外国語
1005	M	電動機	Motor
1202	A C B	気中遮断器	Air Circuit Breaker
1204	B S	ボタンスイッチ	Button Switch
1205	C B	遮断器	Circuit Breaker
1209	E M S	非常スイッチ	Emergency Switch
1210	F	ヒューズ	Fuse
1218	L S	リミットスイッチ	Limit Switch
1221	M C	電磁接触器	Electromagnetic Contactor
1222	M C C B	配線用遮断器	Molded Case Circuit Breaker
1228	S	スイッチ、開閉器	Switch
1308	R	抵抗器	Resistor
1420	R	継電器	Relay
1429	T H R	熱動継電器	Thermal Relay
1430	T L R	限時継電器	Time-lag Relay
1604	B L	ベル	Bell
1606	B Z	ブザー	Buzzer
1628	S V	電磁弁	Solenoid Valve
1629	T B	端子台、端子板	Terminal Block, Terminal board

表 3-7 機能記号 (JIS C 0401 1990抜粋)

番号	文字記号	用語	文字記号に対する外国語
2002	A U T	自動	Automatic
2016	E M	非常	Emergency
2017	F	正	Forward
2022	I C H	寸動	Inching
2030	M A	手動	Manual
2032	O F F	開路、切	Open, Off
2033	O N	閉路、入	Close, On
2037	R	逆	Reverse
2043	S T	始動	Start
2045	S T P	停止	Stop

② 制御器具番号

1から99までの数字に機器の種類、用途、機能などの意味を持たせている基本器具番号と、さらに詳しく記述したい場合に用いる補助記号の2種類がある。



MCCB	: 配線用遮断器	3	: 押しボタンスイッチ
88	: 電磁接触器 (または、52, 42)	GN	: 停止信号灯
49	: サーマルリレー (または51)	RD	: 運転信号灯
2	: 限時リレー	YE	: 過負荷信号灯
		F	: ヒューズ

図3-11 誘導電動機の限時動作回路

4 タイムチャート

図3-12は実習1のシーケンス図で、図3-13はそのタイムチャートを表している。

タイムチャートは、横軸に時間軸をとり、縦軸にはスイッチ、表示灯、誘導電動機といった各機器の動作状態を、動作時(ON)には上段に、非動作時(OFF)には下段に線を引き、図式化して表したものである。

タイムチャートには、動作状態を図3-13の(a)のように四角形で表したものと、(b)のように、台形で表したものがあり、(b)はON・OFFの動作の変化(開始から完了まで)の時間を拡大して斜線で表現し、詳しい信号のやり取り(因果関係)、タイム・ラグ(時間遅れ)などを表現している。

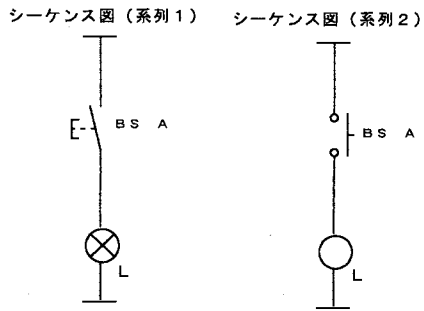


図3-12 演習1のシーケンス

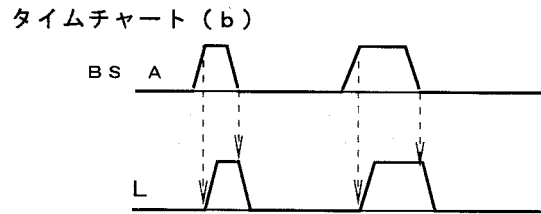
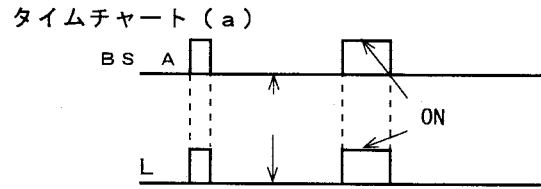


図3-13 演習1のタイムチャート

実習 2 AND回路

- 1) スイッチを2個使い、両方のスイッチが共にONしたときのみ表示灯が点灯する回路を考え、シーケンス図を描きなさい。
- 2) 次に、実際に回路を組み立て、タイムチャートも描きなさい。

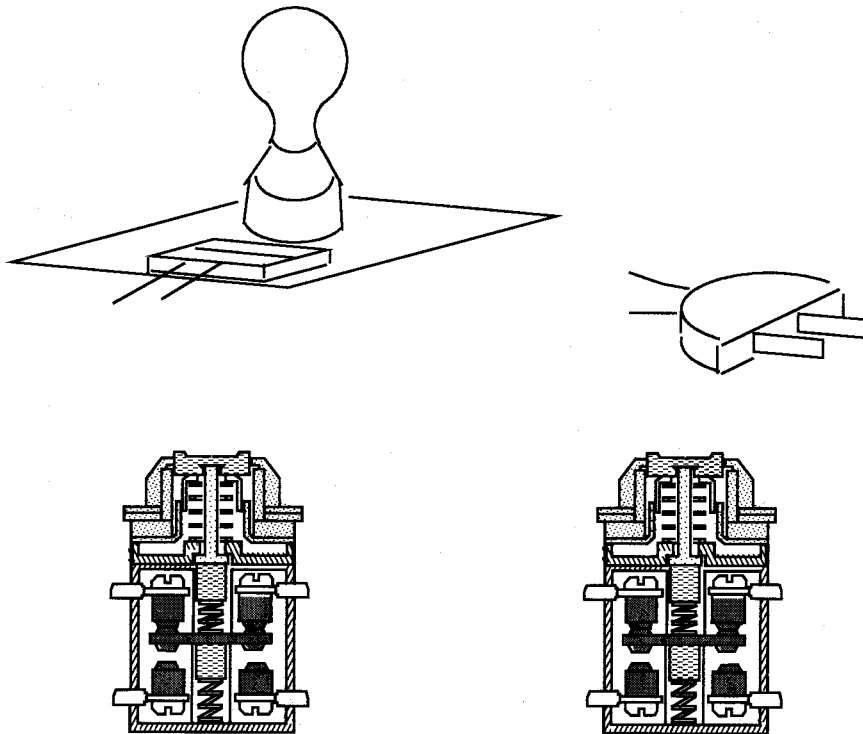


図3-14 AND回路の実体配線図

シーケンス図 (系列1) シーケンス図 (系列2)

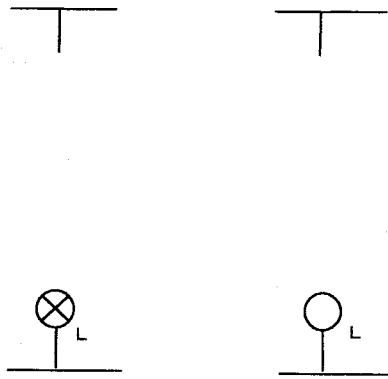
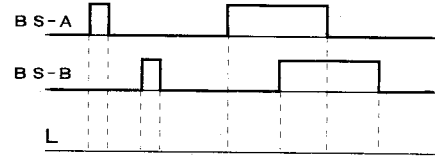


図3-15 AND回路のシーケンス図

タイムチャート (a)



タイムチャート (b)

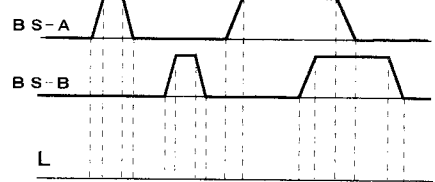


図3-16 AND回路のタイムチャート

実習 3 OR回路

- 1) スイッチ2個を使い、いずれかのスイッチを入れたときに表示灯が点灯する回路を考え、シーケンス図を描きなさい。
- 2) 次に実際に回路を組み立て、タイムチャートも描きなさい。

<注意>同一箇所へ接続する端子の電線接続数は2本以下とし、圧着端子の場合はお互いに背合わせにして取りつける。



図3-17 2本の圧着端子の配線

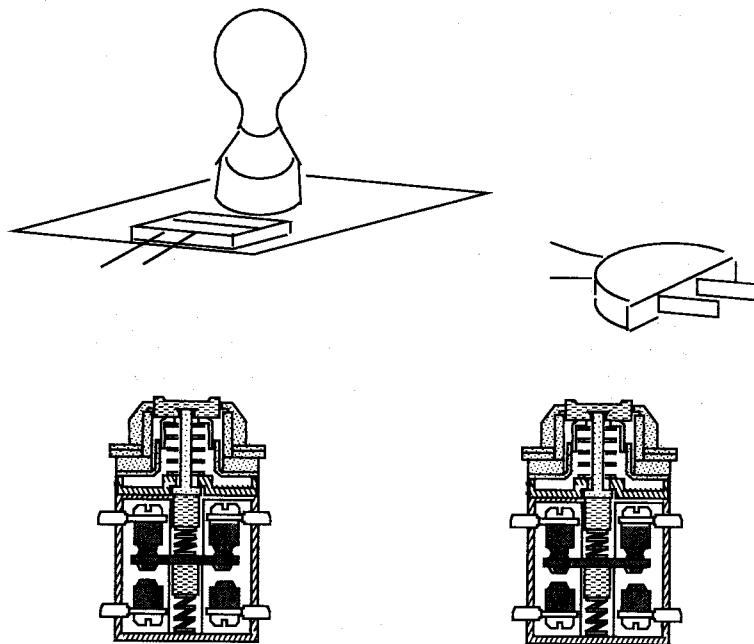


図3-18 OR回路の実体配線図

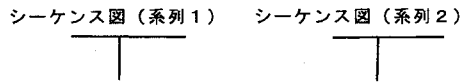


図3-19 OR回路のシーケンス図

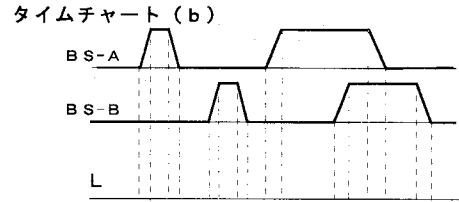
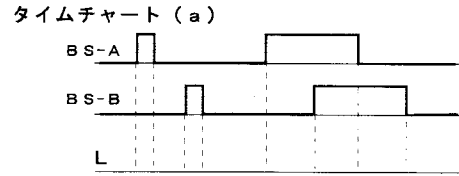


図3-20 OR回路のタイムチャート

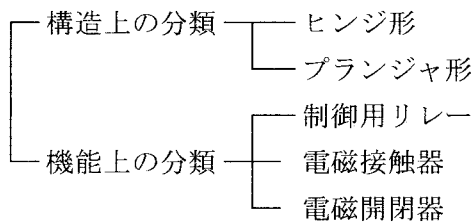
* 5 制御回路

(1) 信号処理用機器

① 電磁リレー (電磁継電器)

電磁石の吸引力により接点の開閉を行う機器

a) 分類



b) 制御用リレー 小負荷用で、制御回路に用いられる。

1) ヒンジ形リレー

特徴

- ・ 接点定格電流が1～10A程度である。
- ・ コイルの消費電力は2～3VA程度である。
- ・ AC用、DC用とがある。
- ・ DCには極性があり接続に注意する。
- ・ DCの場合、サージキラーとして、ダイオード等を使用する。

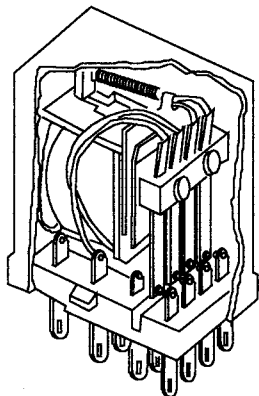


図3-21 ヒンジ形リレーの外観図

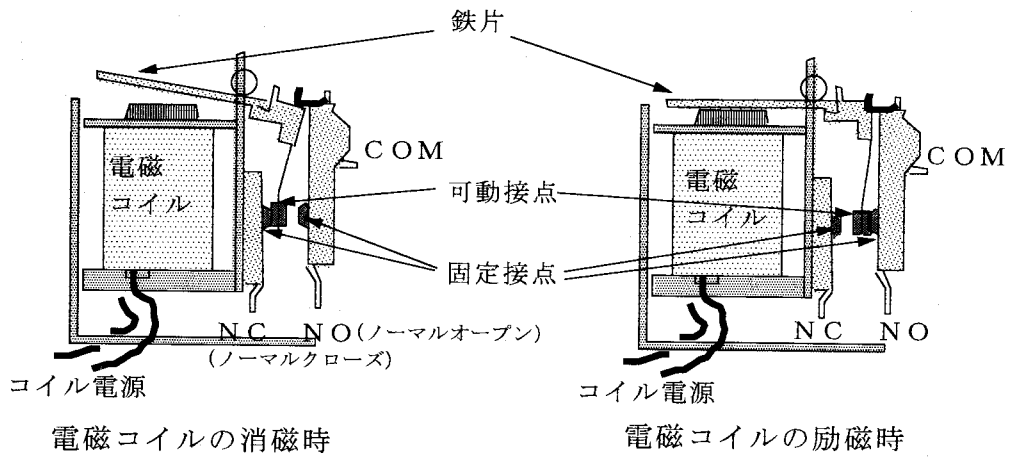


図3-22 ヒンジ形リレーの動作

2) プランジャ形リレー

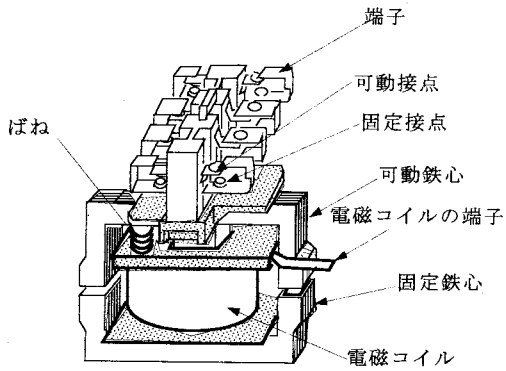


図3-23 プランジャ形リレーの内部構造

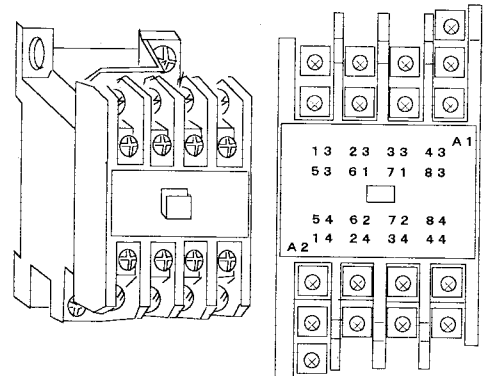


図3-24 プランジャ形リレーの外観図

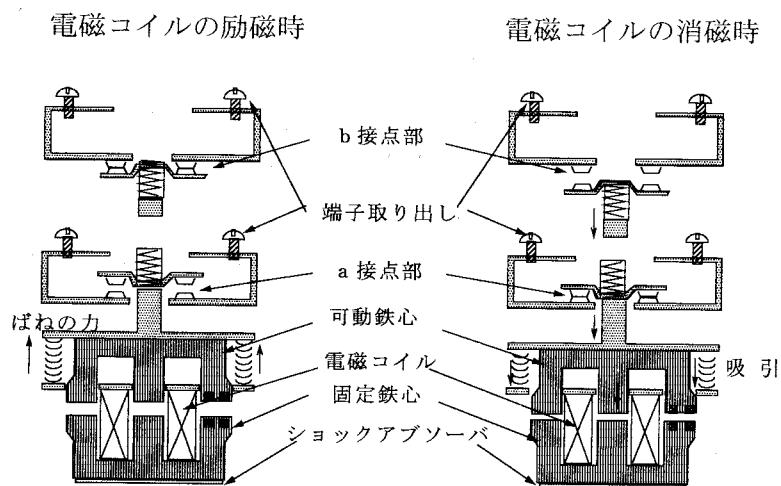


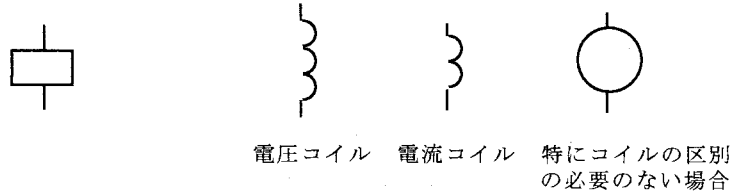
図3-25 プランジャ形リレーの動作

特徴

- ・ 600V級の高い絶縁である。
- ・ 定格電流8~600mAと大きい。

- ・ 開閉性能は定格電圧の約10倍である。
- ・ 消費電力も10～15VAと大きい。
- ・ 動作時間は10～25ms程度である。
- ・ サージキラーとしてCR回路を使用する。

c) 図記号 (制御用電磁コイル JIS C 0301 II. 8)



系列2の場合

図3-26 制御用電磁コイルの図記号

(2) 機器の端子番号

各機器に付いている端子の番号で、回路図に記入しておくことで誤配線の防止や回路の保守、変更
に役立つ。

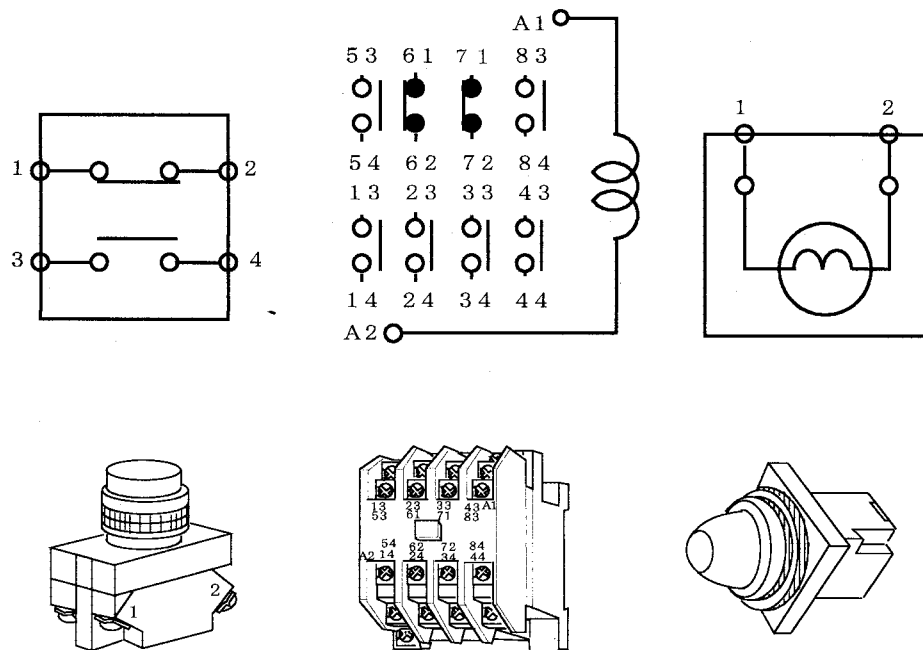


図3-27 端子番号

図 3-28 はシーケンス図上に端子番号を記した例である。

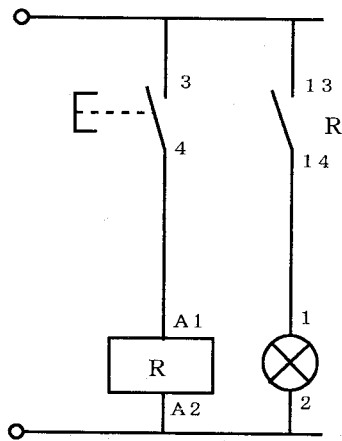


図 3-28 端子番号を記したシーケンス図

実習 4 電磁継電器（リレー）を使ったON-OFF回路とNOT回路

電磁継電器（リレー）を使って、常時、赤色表示灯が消えて黄色表示灯が点灯しており、スイッチを押すと赤色表示灯が点灯する（ON-OFF）回路及び黄色表示灯が消える（NOT）回路を作る。配線作業は、線番号の項を参考にして、使用した配線の線番号を図3-29のシーケンス図中に記入すると共に、配線作業の注意を守って行いなさい。

（できあがった回路は、次の実習で使うのでそのままにしておく。）

1) シーケンス図

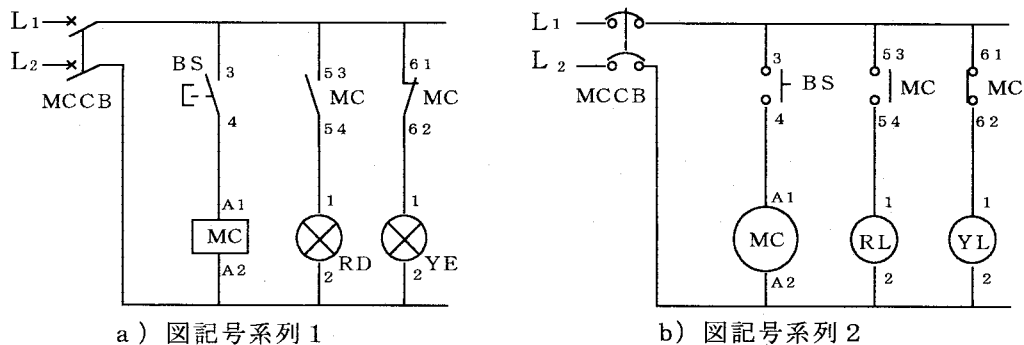


図3-29 ON-OFF回路とNOT回路のシーケンス図

2) 実体配線

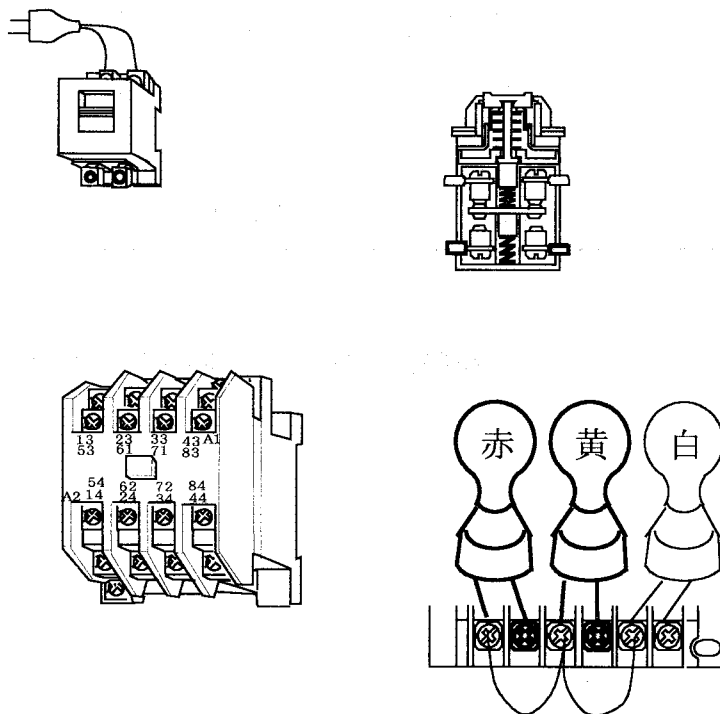


図3-30 ON-OFF回路とNOT回路の実体配線

(3) 線番号

制御回路の実体配線には、シーケンス図に記載された線番号（リードマーク）を付けた電線を、機器の端子番号に合わせて接続する方法が一般に行われている。

この線番号のつけ方にはいろいろある。その代表例を図3-31～図3-33に示す。

<線番号のつけ方>

① 地番方法による線番号割りつけ

(同じ端子に接続される線の線番号は皆同じ)

a) シーケンス図上で、制御機器を基盤の目の位置に配したとき、X軸の番号とY軸の番号を続けて線番号とする。

(例えば図3-31の52のコイルとスイッチを接続する線は、X軸上の点が010で、Y軸上の点が5であるから線番号を015とする。)

b) ただし、違う場所でも先に決めた線番号が同じ端子に接続される場合は、同一線番号とする。(図3-31で線番号012などのような線)

c) X軸及びY軸の番号は、機器及び回路の数により桁数を決める。

d) 制御母線には線番号を付けず、(R, S)、(R, T)、(P, N)または(+24, COM) とつけることもある。

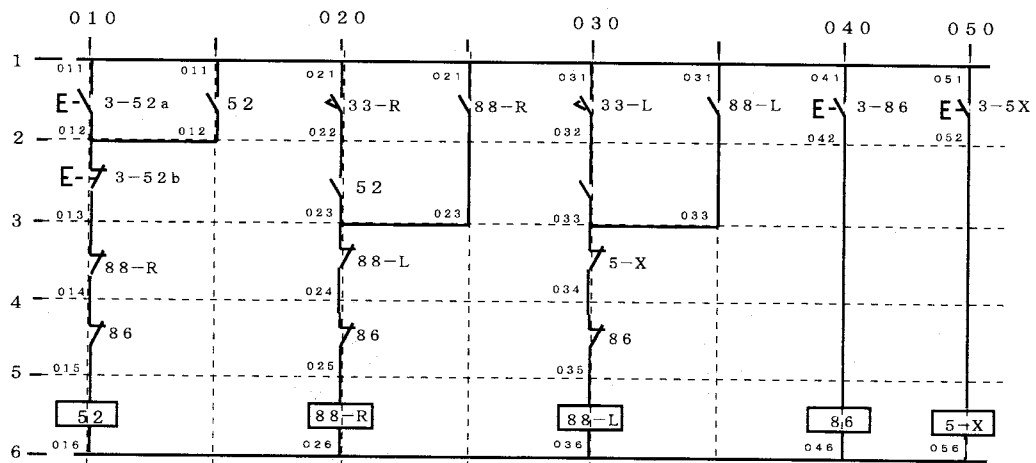


図3-31 地番制による線番号（同一端子は同一線番号とする）

② 地番方法による線番号割りつけ (すべての線の線番号が異なる。)

地番のつけ方は、先の①の方法と同じであるが、すべての線に地番制による線番号をつける

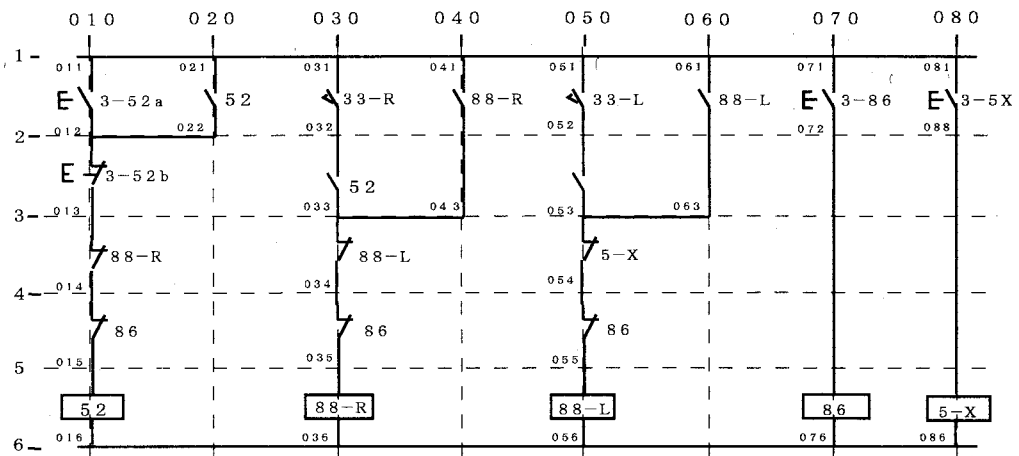


図3-32 地番制による線番号 (すべての線番号は異なる。)

③ 通し番号による線番号

上から下へかつ左から右へシーケンス図の動作順に番号をつける。

(この場合、同一端子に接続する線の線番号を違えるか否かはメーカーによって異なる。)

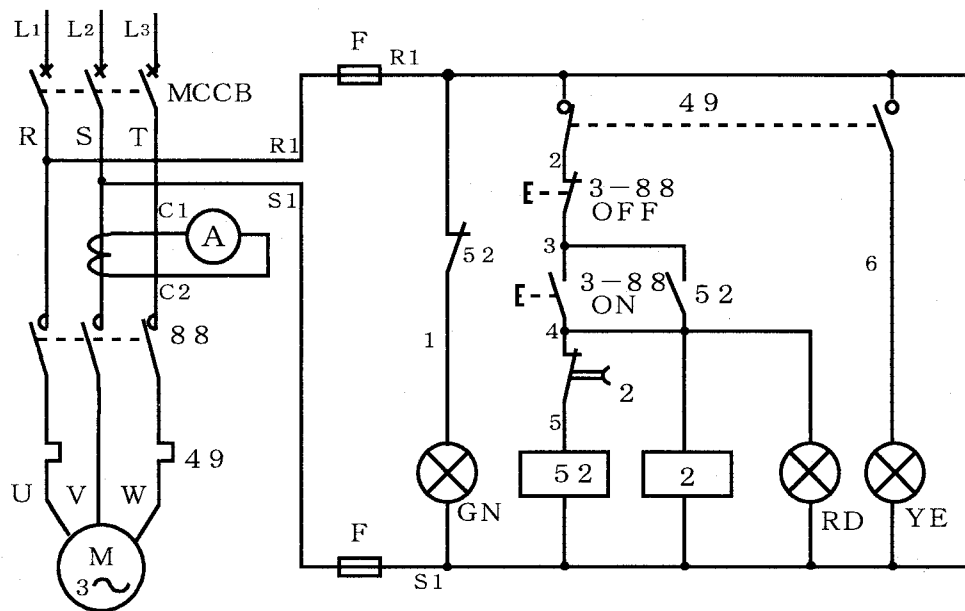


図3-33 通し番号による線番号

* (4) 配線作業

配線作業の順序として、制御母線のわたり配線を行い、次に各機器の接続を行うやり方（図3-34(a)）と、シーケンス図の左から右へと動作回路ごとに組み立てていくやり方（図3-34(b)）等があり、次の点に注意する。

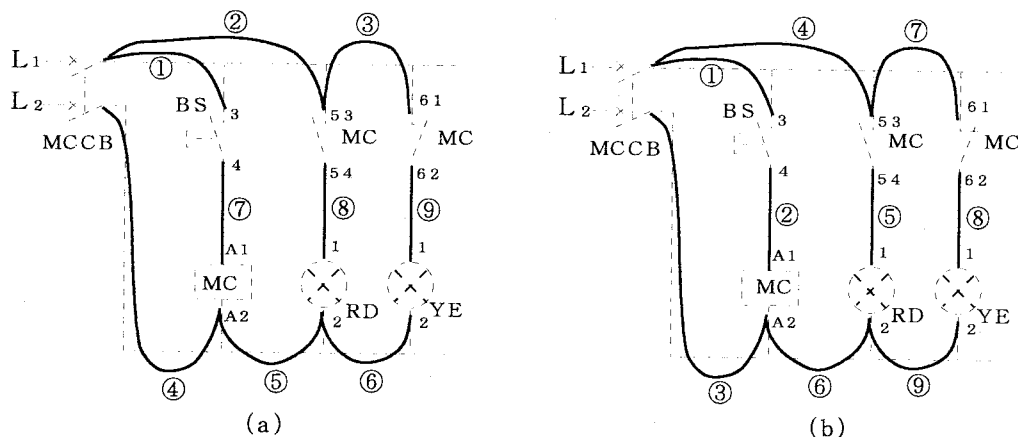


図3-34 配線の仕方例（図中の○の番号は配線の順番を示す。）

① 電線は適正な長さで、強いくせや傷、余分なたるみをつけない。
特に接続部には無理な力をかけない。

② 圧着端子の端子への取付けは、原則として図3-35のように筒部が上方になるように取り付ける。



図3-35 1本の圧着端子の配線

③ 同一箇所に接続する端子の電線接続本数は、2本以下とし、圧着端子の場合は、図3-36のようにお互いに背合わせにして取り付ける。



図3-36 2本の圧着端子の配線

④ 圧着端子の筒部が端子台にあたり背合わせに取り付けられない場合は、図3-37のように取り付ける。

この場合、隣接した圧着端子の露出部間で接触しないように注意する。（被覆チューブをつける）

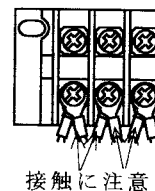


図3-37 2本の配線

- ⑤ 電線の曲げは、図3-38に示すように、圧着端子に張力が加わらないように長さを確保して行う。

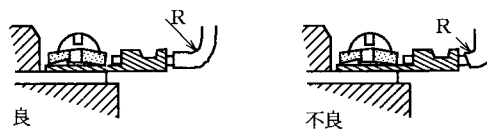


図3-38 電線の曲げ

- ⑥ 圧着端子に直接張力が加わらないように、電線支持部との間にたるみを持たせ、余裕の有る配線とする。
- ⑦ ねじ類は適正なサイズの工具を使用し、必要かつ十分に締めつける。(次項参照)
- ⑧ 使用していない端子台等のねじについても、適正なトルクで締めつける。
- ⑨ パーツ類の交換がやりやすいように配線する。
- ⑩ 束ね配線で結束するとき、束のよじれや電線の交錯に注意し、美観にも気をつける。
- ⑪ 配線落ちや誤配線を減らすため、回路図にチェックを入れながら作業をする。
- ⑫ 中継端子は設けない。
- ⑬ 電線は発熱体から離して配線する。
- ⑭ 回路の点検(未配線、短絡、結束、締め付けトルク等)をする。

(5) 締め付けトルク

シーケンス制御回路には、数多くのねじが用いられている。特に電線の接続に用いられるねじは、たとえ1本がゆるんでいても、その部分での発熱による火災、ねじの落下による短絡等から大きな事故に波及するおそれがある。

ねじの太さに応じて、適切な締め付けトルクで締めるには、ねじに適合したドライバを使用する。

- ① 十字ドライバの種類(JIS B 4633)と適合するねじの呼び径を表3-8に示す。

表3-8 ドライバと適合するねじ

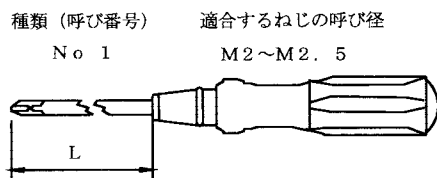


図3-39 十字ドライバ

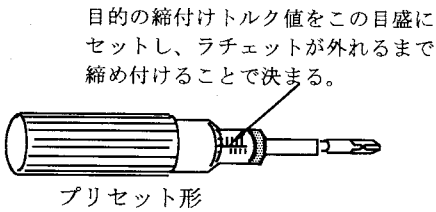
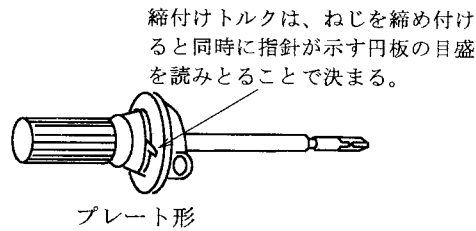
種類(呼び番号)	Lの長さ	適合するねじの呼び径
No. 1	75	M2~ M2.5
No. 2	100	M3~ M5
No. 3	150	M5~ M8
No. 4	200	M8~

② トルクドライバ

ねじが適切なトルク値で締めつけられているか否かを知るには、図3-40に示すトルクドライバを用いて測定することができる。

一般に使用されている、ねじの呼び径と締め付けトルクの関係を表3-9に示す。(ただし、メーカーが推奨している締め付けトルク値がある場合は、そのトルク値を守る)

表3-9 締付けトルク値一覧



ネジの呼び径	締付けトルク (kgf・cm)	
	黄銅ねじ	銅ねじ
M2	1.3~1.7	1.4~1.9
M2.2	2.0~2.6	2.1~2.5
M2.3	2.1~2.8	2.2~3.0
M2.5	2.9~3.8	3.1~4.0
M2.6	3.1~4.1	3.3~4.4
M3	4.4~5.9	4.7~6.3
M3.5	7.7~10	8.1~11
M4	11 ~15	12 ~15
M4.5	16 ~21	18 ~23
M5	22 ~29	24 ~31
M6	40 ~53	42 ~56
M8	96~128	103~137
M10		205~275

図3-40 トルクドライバ

これらのトルクドライバを用いて、適切な締付けトルクの間を身につけておくと便利である。

(6) テスタによる導通試験

配線が終わったら、図3-29を基に動作状態を考えるとともに、誤配線の有無、短絡、安全等を確認する。(実習4において良のとき)

- 1) ①-②, ①-⑥, ①-⑦, 及び⑤-④, ⑤-⑩, ⑤-⑫, 間のわたり配線は導通状態。
- 2) ①-⑤間の抵抗値
 - ・非動作時は、黄色表示灯の抵抗値
 - ・スイッチの動作時は、電磁継電器のコイルと黄色表示灯抵抗の合成抵抗値
(黄色表示灯の抵抗値及び電磁継電器のコイルの抵抗値より小さくなる。)

- ・テストロッドを押したときは、赤色表示灯の抵抗値

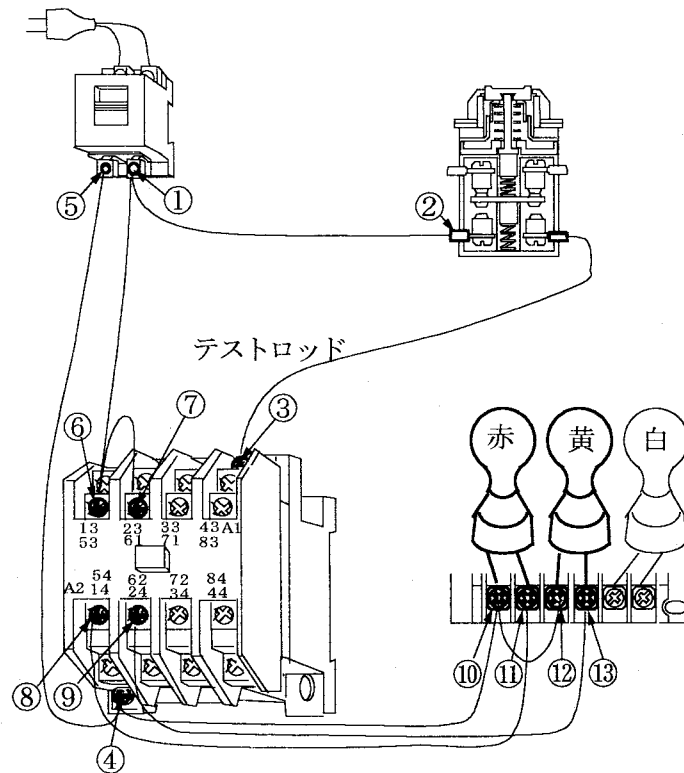


図3-41 配線後の導通試験箇所

(7) 動作試験

タイムチャートが図3-42のようになることを確認する。

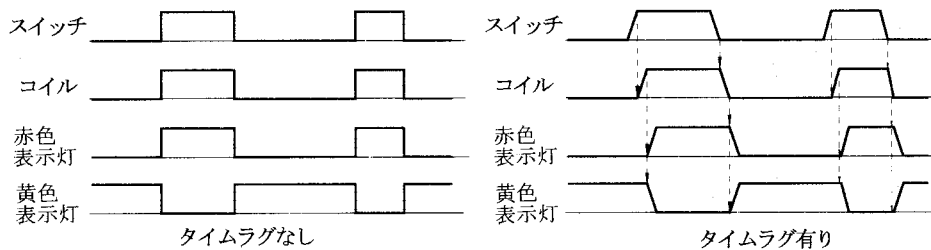


図3-42 ON-OFF及びNOT回路のタイムチャート

実習 5 自己保持回路とその解除回路

- 1) 図3-43に示すように、実習4の回路に実線で描いた線Aを接続した後、スイッチを動作するとどのようになるか、または、元の状態にもどすにはどのようにすればよいか考えよう。

注意：配線を行うときは、感電防止等安全のために、配線用遮断器（MCCB）を開路（OFF）にするとともに、電源コンセントも外して配線を行う。

くれぐれも、感電、短絡等事故のないよう十分に注意すること。

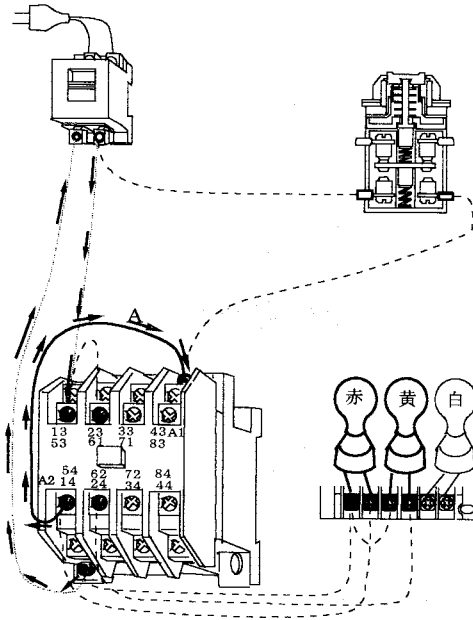


図3-43 自己保持回路

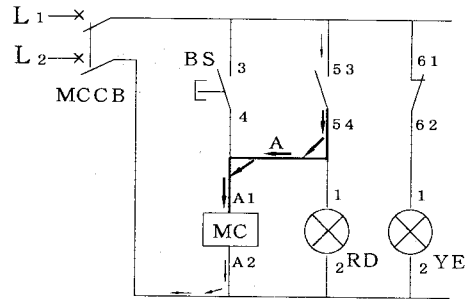


図3-44 シーケンス図

このことをシーケンス図として描くと図3-44の回路となる。回路を作り動作を確認しなさい。

- 2) 実施結果は、スイッチを押したのち手を離してもリレーは動作し続ける（自分の接点で自分のコイルを励磁し続ける）。この動作を解除するには、接続した線Aを外すことによりできる。
- 3) 線Aの接続、外しを行う代わりに使うスイッチは、a接点またはb接点のどちらですか。
- 4) 回路図を描きなさい。
- 5) 一般に使われている自己保持回路及びその解除は、図3-45、3-46に示す。

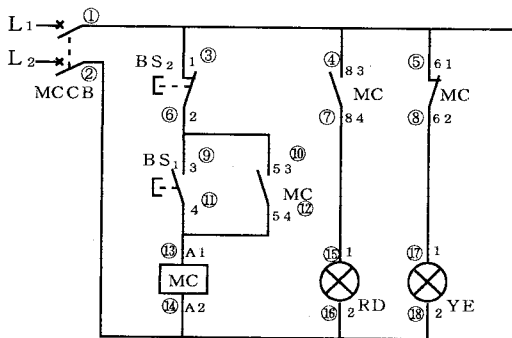


図3-45 図記号系列1

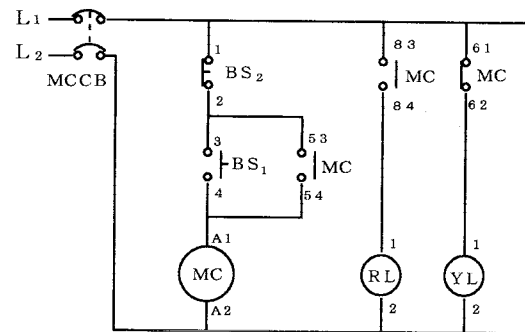


図3-46 図記号系列2

6) 配線後の点検 (○数字は図3-45上の場所を示す。)

L_1 - BS_2 の1 (①-③) L_1 -MCの83 (①-④)

L_1 -MCの61 (①-⑤) L_2 -MCのA2 (②-⑭)

L_2 -RDの2 (②-⑯) L_2 -YEの2 (②-⑱) 間の抵抗は 0 (導通)

L_1 - L_2 (①-②) 間の抵抗

- ・非動作時 ---- 黄色表示灯の抵抗値
- ・ BS_1 を押したとき ---- MCの抵抗と黄色表示灯の抵抗値の並列合成抵抗値
(各々の単独抵抗値より小さい)。
- ・テストロッドを押したとき--MCの抵抗と赤色表示灯の抵抗値の並列合成抵抗値
(各々の単独抵抗値より小さい)。
- ・ BS_2 とテストロッドの両方を押したとき 赤色表示灯の抵抗値となる。

7) MCCBをONにして通電し、動作を確認する。

図3-47のタイムチャートを完成させる。

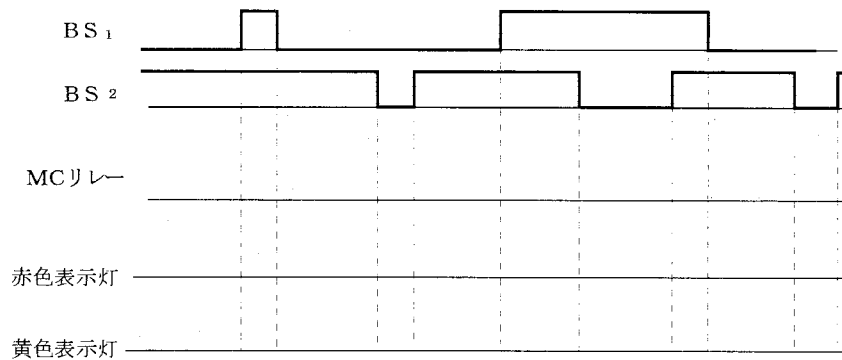


図3-47 タイムチャート

6 制御基本回路

(1) 自己保持回路 (記憶回路)

自己保持回路とは、リレー自身の接点を通してその本体の電磁コイルに電流を流すことにより、リレーの接点が動作の状態を保持する回路をいう。

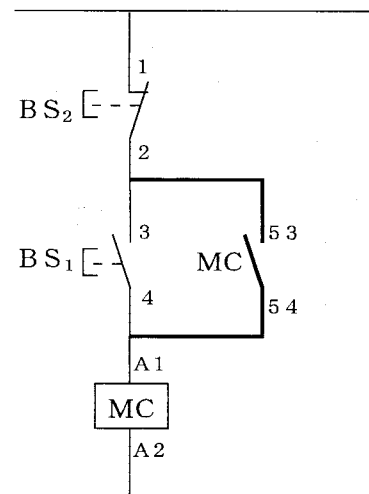


図3-48 自己保持回路

(2) 自己保持回路の解除回路

自己保持の回路は、図3-49における矢印の回路である。この回路を切るのが解除回路である。図に示すようにb接点を挿入する方法には、3つの方法がある。

(a) と (b) は同じ動作をし、両方のスイッチを同時に押すと、電磁コイルの消磁が優先される回路で、周囲の回路によって線の長さ、経済性、保守の容易さなどから適宜使い分けられる。

(c) の回路は、同様に両方のスイッチを同時に押すと、電磁コイルの励磁が優先される。

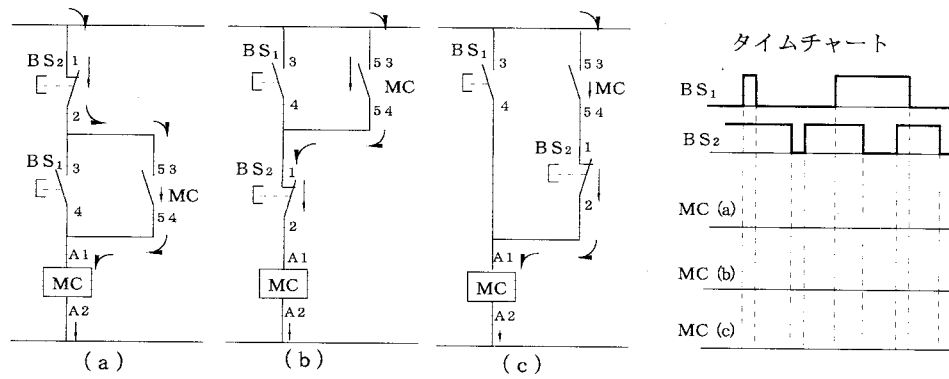


図3-49 自己保持回路の解除回路

設問11 図3-49のタイムチャートを完成させなさい。

実習 6 インターロック回路（並列優先回路）

- 1) 実体配線図から、シーケンス図を描く（地番制線番号。）
- 2) シーケンス図から動作を考える。
- 3) タイムチャートを描く。
- 4) 配線後、タイムチャート通り動作するか確認する。

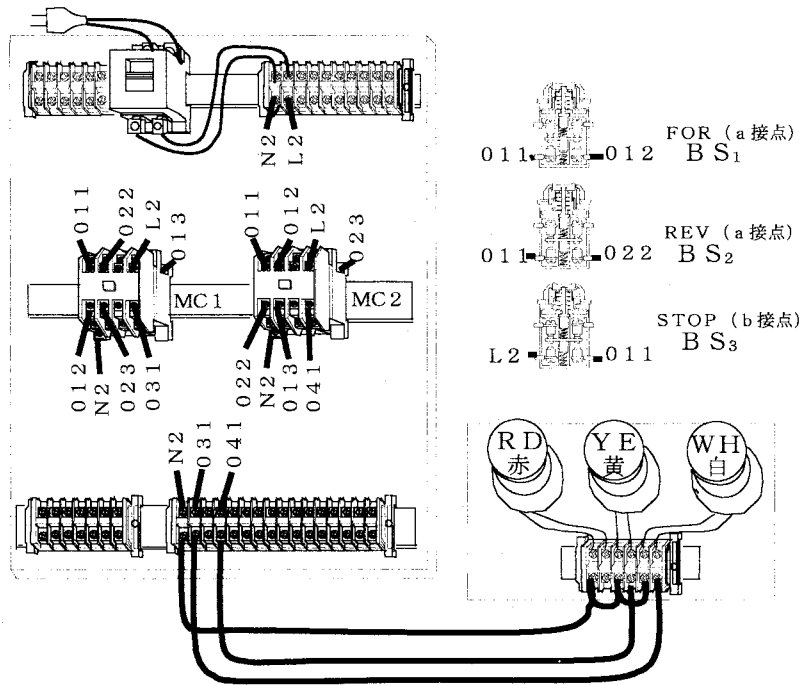


図3-50 インターロック回路（地番制線番号）

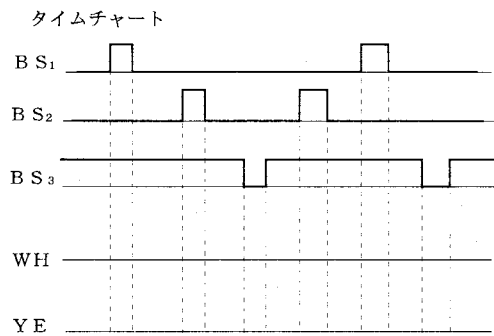
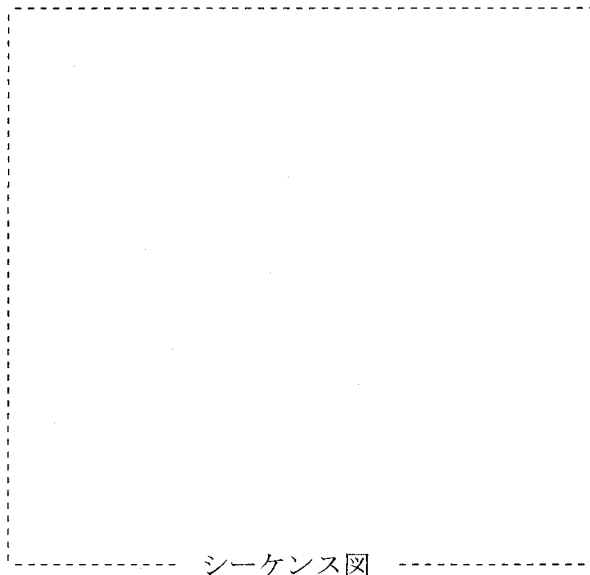


図3-51 インターロック回路のタイムチャート

5) シーケンス図

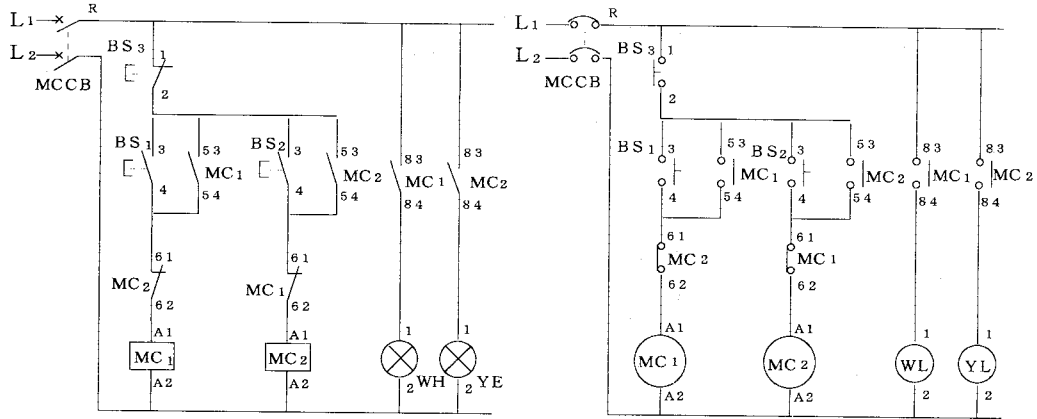


図3-52 図記号系列1

図3-53 図記号系列2

6) タイムチャート

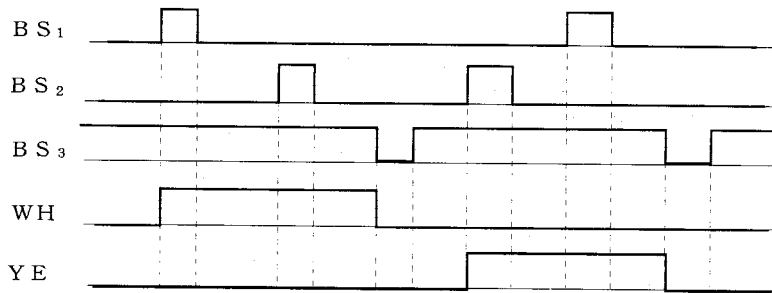


図3-54 タイムチャート

*7 インターロック回路 (まとめ)

早押しクイズ番組にあるように、二つのスイッチ (BS₁ (a接点), BS₂ (a接点)) で、早く押した方のランプが点灯を保持し、他方の動作を阻止する回路をインターロック回路という。

また、先にON操作した方に優先度が与えられる回路から並列優先回路ともいう。

この回路は、点灯を保持するので、もう一つのスイッチ (BS₃ (b接点)) はその解除回路である。

使用例としては、電動機の正転・逆転運転に使用され、BS₁は正転 (FOR)、BS₂は逆転 (REV)、BS₃は停止 (STOP) である。

*8 スイッチ及びリレーの接点部の取扱い注意点

- (1) リレーや負荷を直列に接続しない。
- (2) 抵抗負荷は、抵抗分のみでなく誘導分または容量分が含まれる。

(3) リレーとスイッチの配置関係を図3-55 (a) のように同相回路で使用する。

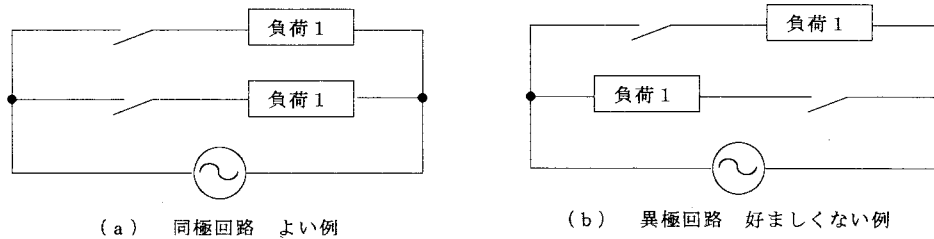


図3-55 スイッチの接続の良否

- (4) 極間短絡が懸念される場合は、遊び極を設けて使用するとよい。
- (5) 接触の信頼を高めるため、2極、3極、4極のスイッチを単極として用いる場合でも最大電流は定格値以下にする。
- (6) 各種負荷の突入電流に対処する。

9 制御回路の極性について

- (1) 単相回路では、なるべくコイルを接地相側にまとめて接続する。
- (2) 三相回路では、なるべくコイルをS相側（接地相）またはT相側にまとめるようにする。（三相回路は、図3-56のように、三相のうちL₂（S）相が大地に第二種接地されている。よって安全を考えL₁（R）とL₂（S）の使用が推奨されている。）

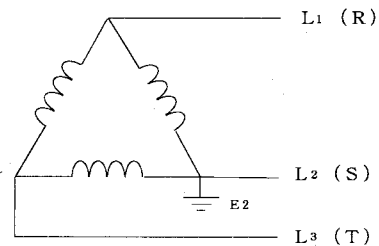


図3-56 三相の接地線

その理由は図3-57に示すように、接点とコイル間で地絡が生じた場合、(a)の回路で接点が開路 (OFF) しているときには、コイルは通常と変わりなく非動作状態にあり、閉路 (ON) したときには短絡状態となり、ヒューズが熔断してコイルは動作しない。

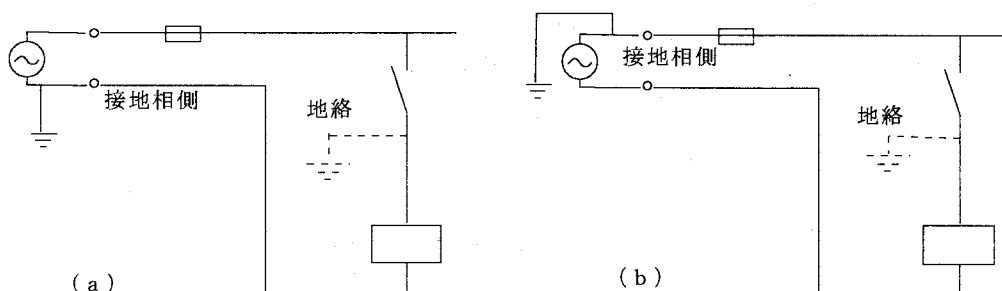


図3-57 制御回路の極性

しかし、(b)の回路では、接点が閉路 (ON) であっても開路 (OFF) であってもコイルは動作し続けるので危険である。

電線の接地相側は検電器で調べると、検電器の表示灯が点灯しない線である。

10 ソリッドステートリレー (Solid State Relay)

ソリッドステートリレー (SSR) は、半導体を使ったリレーで「無接点のリレー」ともいわれる。

① 長所

- 無接点のため有接点のような可動部がなく、長寿命である。
- 高頻度の接点の開閉の回路、高信頼性を必要とする場合に最適である。
- 負荷電流が零点でOFFするためノイズが出にくい。
- 小さい電力で動作する。
- ゼロクロス機能のあるSSRは、交流負荷電圧がゼロまたはその付近で動作するので、コイルなどの突入電流を押さえることができる。

② 短所

- 過電流耐量が小さい。
- 交流用にはトライアック出力、直流用にはトランジスタ出力と使い分けなければならない。
- 漏れ電流があるので、負荷によっては復帰不良となる場合がある。

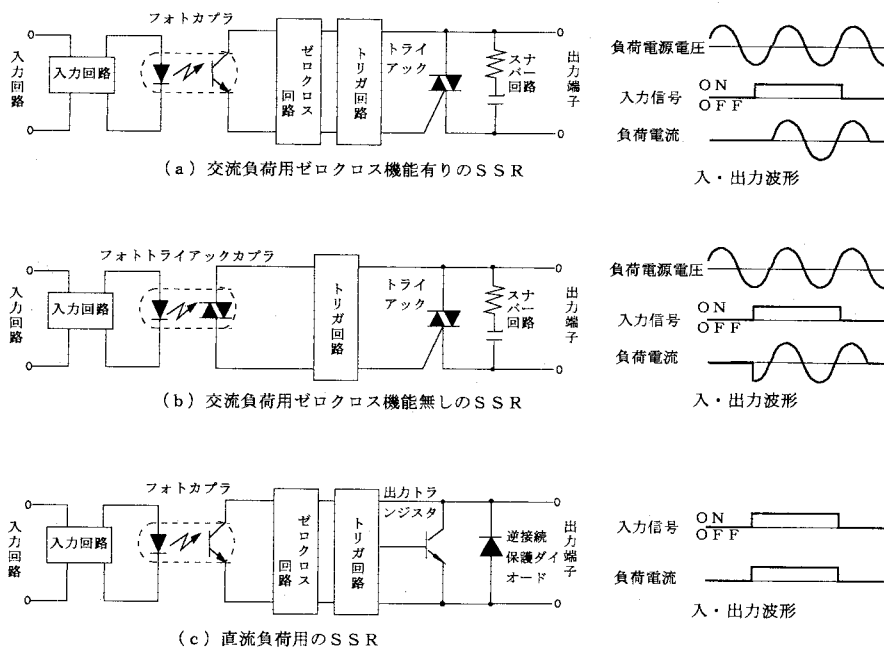


図3-58 SSR構成図の例 (パスト制御機器社社より)

1 1 限時継電器 (タイマ) TLR (Timer-lag Relay)

(1) 分類

① 構造上の分類

- a) 電動機 (モータ) タイマ (JIS C 4551)
- b) 電子タイマ
 - CR充電式
 - 発振計数式
- c) 制御タイマ
 - 例. ニューマチックタイマ (空気利用)
 - オイルダッシュポットタイマ (油利用)

② 動作上の分類

- a) 限時動作 (オンディレー) 方式
- b) 限時復帰 (オフディレー) 方式

* (2) 動作

① 限時動作 (オンディレー) 方式 (図 3-59)

操作回路 (電源または入力信号) が投入されてから設定した時間後に接点が動作する継電器である。

② 限時復帰 (オフディレー) 方式 (図 3-60)

操作回路 (電源または入力信号) が解放されてから設定した時間後に接点が動作する継電器である。

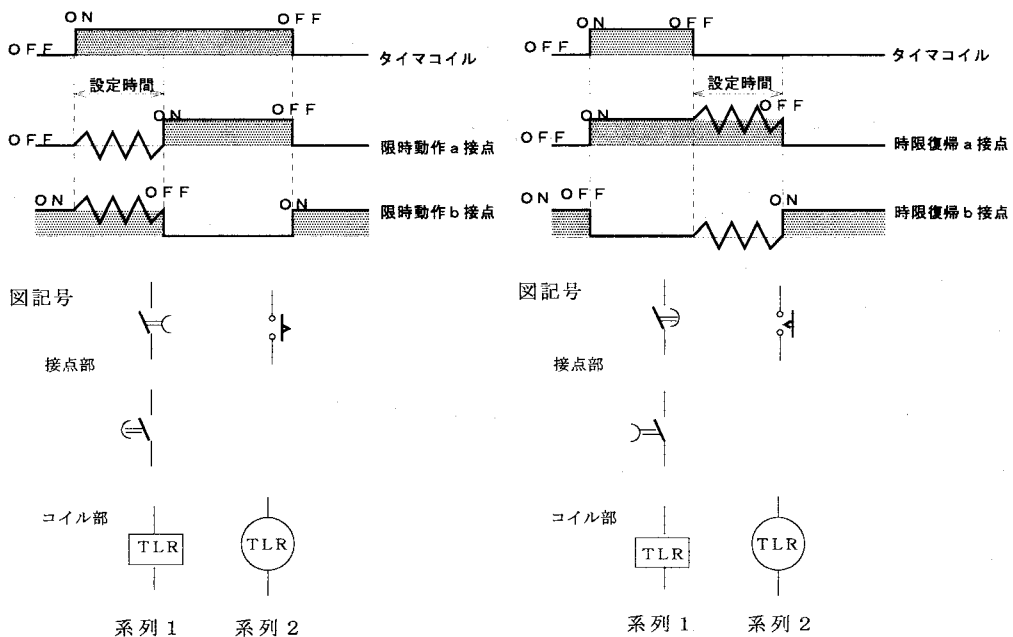


図 3-59 限時動作接点の動作と図記号

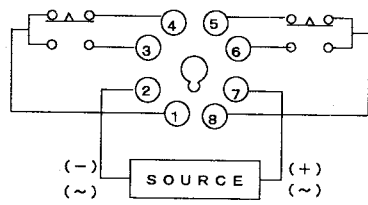
図 3-60 限時復帰接点の動作と図記号

(3) 接点の種類

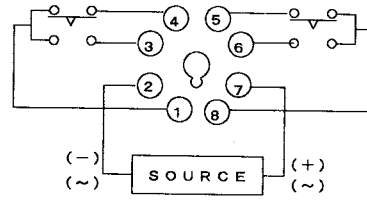
- a) 限時接点……タイマ要素のある接点
- b) 瞬時接点……一般のリレーと同様、瞬時動作及び瞬時復帰する接点

(4) 接続方法

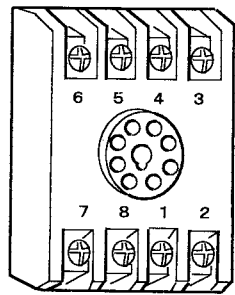
タイマのカタログやタイマの側面などに記されている内部接続及び接続方法の一例を図3-61に示す。



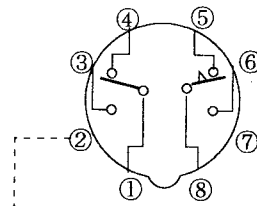
(a) オンディレータイマ



(b) オフディレータイマ



タイマソケット例

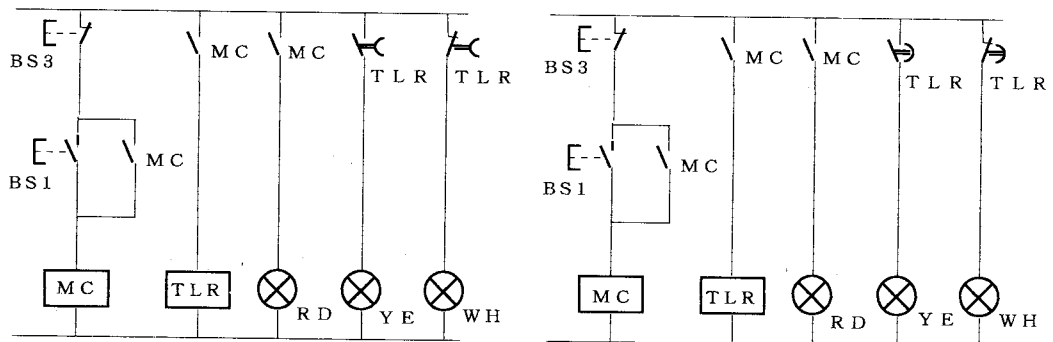


(c) オンディレー-限時1C+瞬時1C

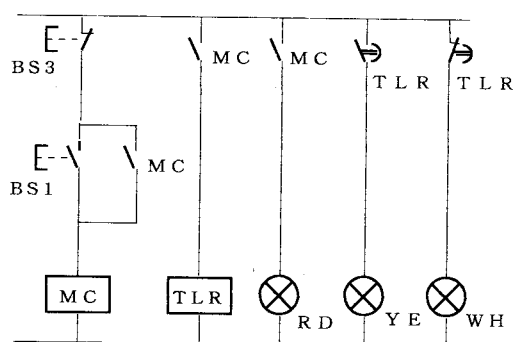
図3-61 タイマの内部接続及び端子配置

実習 7 タイマ (限時動作接点と限時復帰接点の違い)

- 1) 図3-62の回路を配線し、動作を確かめタイムチャートを描きなさい。
(タイマの違いは、タイマソケットにてタイマを交換し動作を比較する)
- 2) タイマ調整用ねじを回し、動作を確認する。



(a) 限時動作接点



(b) 限時復帰接点

図3-62 限時動作接点と限時復帰接点のシーケンス図

3) 実体配線

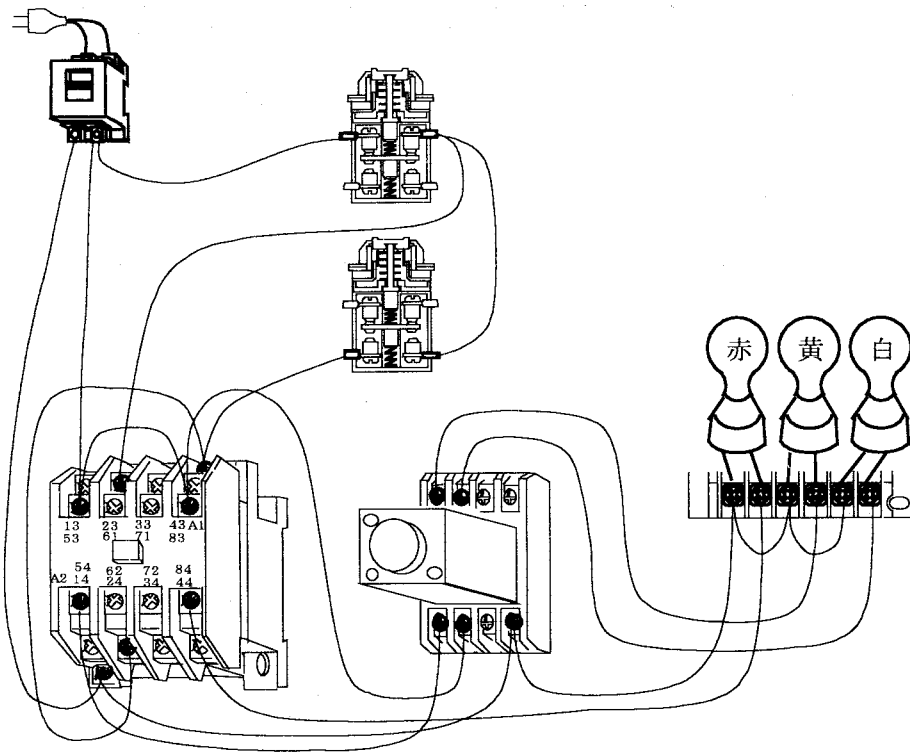


図3-63 タイマの実体配線

4) タイムチャートの比較

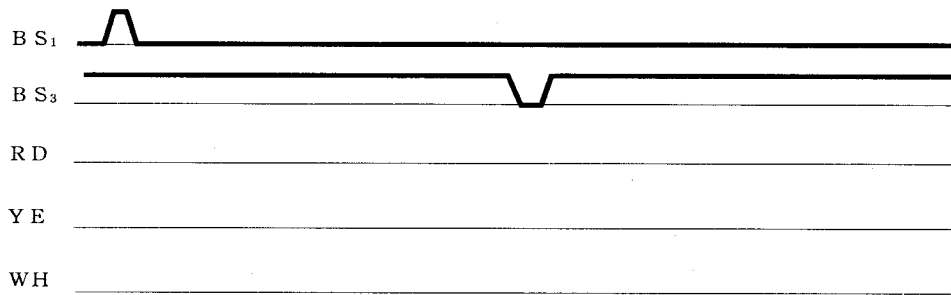


図3-64 タイムチャート (限時動作接点)

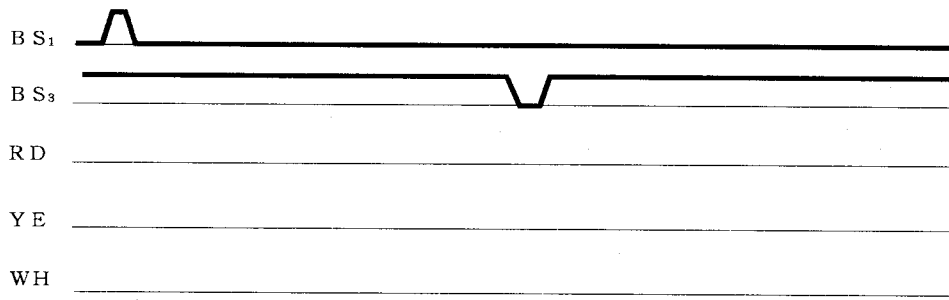


図3-65 タイムチャート (限時復帰接点)