

4. 制御機器

138

4.1 制御の種類

139

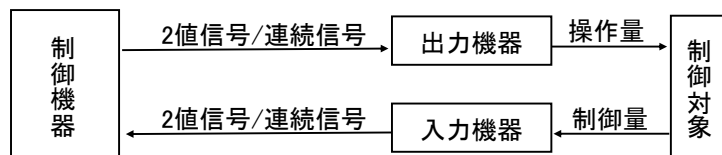
制御機器(コントローラ)の働き

制御装置の動作を決定する制御装置の中心的役割

- 1) 入力機器から様々な信号を入力し、
- 2) 入力信号に応じた出力信号を作成し(信号を変換し)、
- 3) 出力機器に信号を出力する

入出力信号として

- 2値信号(ON/OFF信号、DC0/5Vなどのデジタル信号)
- 連続信号(DC0~5V、4~20mAなどのアナログ信号)



制御対象を目標値に向けてコントロール

140

制御機器(コントローラ)の働き

2値信号を扱う制御・・・2値制御、ON/OFF制御
信号として

- 電流のON/OFF(導通/遮断)
- 電圧のH/L

制御は容易、しかし細かな制御(微調整)ができない

連続信号を扱う制御・・・比例制御(連続比例制御、アナログ制御)
信号として

- 連続した電圧信号(DC0~5Vなど)
- 連続した電流信号(4~20mAなど)

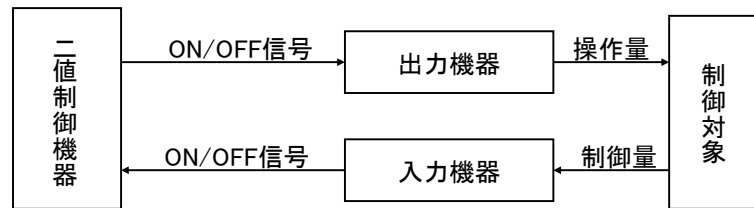
細かな制御(微調整)が可能、しかし制御が困難

141

1) 二値制御

二値制御システムは、システムのすべての信号および処理をON/OFF信号で行う。

その手順として



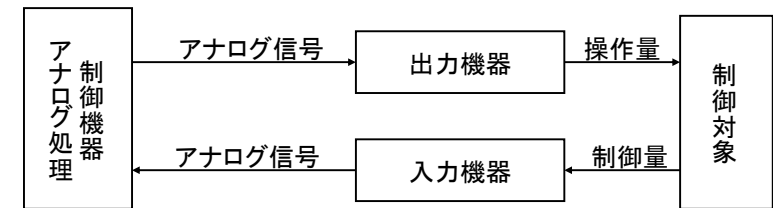
142

2) 連続比例制御(アナログ制御)

連続比例制御システムは、システムのすべての信号および処理をアナログ信号で行う。

その手順として

- 1) 制御量を入力機器でアナログ信号(電気信号)に変換する
- 2) アナログ信号を制御機器に入力し、その信号を処理してアナログ信号を出力する
- 3) 制御機器からのアナログ信号に応じて出力機器が連続的な動作をする



143

連続比例制御

入力機器

センサは、制御量(制御対象の状態)を様々な検出用素子を使ってアナログの電気信号に変換する

- 力→ひずみ→ひずみゲージ(電気抵抗の変化)
- 力→圧電素子(電圧の変化)
- 温度→熱電対(電圧の変化)
- 回転角→ポテンシオメータ(電気抵抗の変化)

⋮

制御機器

アナログIC(オペアンプ)やアナログ電子部品(抵抗、コンデンサ、コイル、トランジスタなど)を使い、入力されたアナログ信号を別のアナログ信号に変換する。

オペアンプによる増幅回路、微分回路、積分回路、加算回路など

144

連続比例制御

出力機器

トランジスタなどを使った駆動回路により、制御機器から出力されたアナログ信号に応じて、動作する(アクチュエータにかかる電圧を調整する)

- DCモータ: 回転数、トルクの調整
- バルブ: 開閉度合い(流量)の調整

⋮

145

連続比例制御

機械を最適な状態で制御するためには、連続比例制御(アナログ制御)が理想である(アナログ信号の方が細かな調整ができる)。

連続比例制御(アナログ制御)では

- ・アナログ信号の増幅や加算(オフセット)などの信号変換でアナログ回路が必要
 - ・アナログ回路が複雑かつ安定しない(熱の影響など)
 - ・ノイズの影響を受けやすい
 - ・駆動部でのエネルギーの損失が大きい
- など、様々な問題がある



連続比例制御システムは細かな制御が可能であり理想的であるが、実現が容易ではない

146

3) デジタル制御

連続したアナログ量をデジタル信号(数個の2値信号)を使って示し、デジタル信号を別のデジタル信号に変換する。

2値信号を0/1で表し、これを数個組み合わせたものを1個の2進数値として扱う。

8個の2値信号を使うと(8ビット)

0000 0000 = 0 ~ 1111 1111 = 255

12個の2値信号を使うと(12ビット)

0000 0000 0000 = 0 ~ 1111 1111 1111 = 4096

電圧信号、DC0~5Vを8ビットで表すと最小単位量は

$5/255=0.0196V$

同じく12ビットで表すと、最小単位量は

$5/4095=0.0012V$

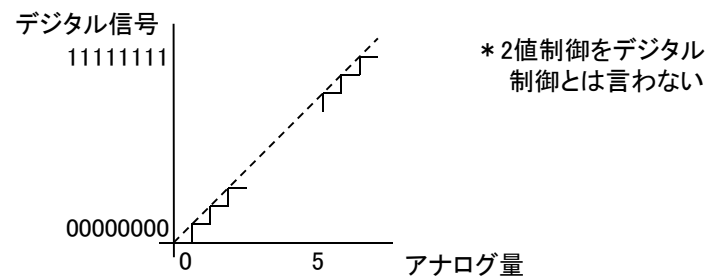
147

2) デジタル制御

n個の2値信号を使うと(nビット)、厳密には連続していない(離散的)ではあるが、ビット数を増やすことによって、分解能(最小単位量)を小さくすることができ、連続した信号とみなすことができる。

→ アナログ量をデジタル信号で表すことができる

このデジタル信号を使った制御をデジタル制御という

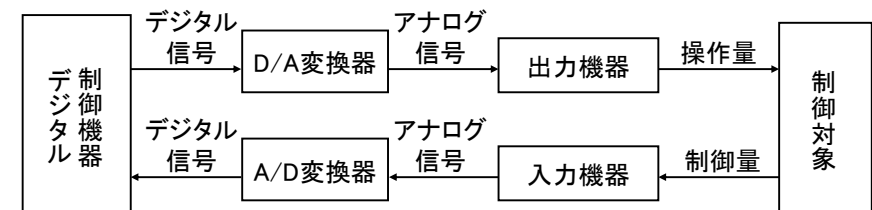


148

デジタル制御

その手順として

- 1)制御量を入力機器でアナログ信号(電気信号)に変換する
- 2)アナログ信号をA/D変換機でデジタル信号に変換する
- 3) A/D変換機からのデジタル信号を制御機器に入力し、その信号を別のデジタル信号に変換処理して、出力する
- 4)出力したデジタル信号をD/A変換機でアナログ信号に変換する
- 5)D/A変換機からのアナログ信号に応じて出力機器が連続的な動作をする



149

デジタル制御

入力機器

センサは、制御量(制御対象の状態)を様々な検出用素子を使ってアナログの電気信号に変換する

A/D変換器

センサからのアナログ信号をデジタル信号に変換する
(n個の電圧のH/L信号に変換)

例えば、8個のH/L信号を使う場合

LLLLLLLLL …… 0

LLLLLLLLH …… 1

LLLLLLHLL …… 2

～

HHHHHHHH …… 255

アナログ信号を256段階のデジタル信号に変換

150

デジタル制御

制御機器

入力されたデジタル信号を別のデジタル信号に変換する。

D/A変換器

制御機器からのデジタル信号をアナログ信号に変換する

出力機器

D/A変換器からのアナログ信号によってトランジスタなどを使ってアナログ動作をする。

もしくは制御機器からのデジタル信号でアナログ的な動作をする

DCモータ: 回転数、トルクの調整

バルブ : 開閉度合い(流量)の調整

⋮

151

デジタル制御

デジタル制御の利点

デジタル制御機器のほとんどはコンピュータであるため、プログラムで動作を決めることができる → 変更が容易
熱による変動がほとんどない
アナログ回路に比べてノイズの影響を受けにくい
安価である

欠点

わずかな時間遅れが生じる
離散的な処理になる



デジタル制御の利点が大きいため、現在はデジタル制御が主流

152

デジタル制御

デジタル制御で使われる機器はほとんどコンピュータ
即ち、デジタル制御 ≡ コンピュータ制御

コンピュータはデジタル制御(≡アナログ制御)のみならず、2値制御も可能

コンピュータを使ったコントローラとして
PLC、マイコン、パソコン…

➡ コンピュータは非常に優れた制御機器

コンピュータではないがPLDもデジタル制御機器の一種

デジタルICを使った制御は、一般的には2値制御
(デジタル制御とは言わない)

153

デジタルデータ

コンピュータは、デジタルデータに対して様々な処理を行う(データの変換、二つのデータの比較、データ処理の順番の変更など)。

コンピュータのデジタルデータとは

0/1 → 電圧のL/H → 0/5V、0/3.3V

コンピュータ内部に電圧を格納する部分(メモリー、レジスタ)があり、その電圧をL(0V)にしたり、H(5V)にしたりする。

数値データは、10進数を2進数に変換して、その2進数と電圧のL/Hに変換して(0→L、1→H)、処理を行う

187 → 10110010 → HLHLLHL
10進数 2進数 電圧信号

デジタルデータの単位として

最小単位1個のH/L = 1bit 、 8bit = 1byte 、 16bit = 2byte = 1word

コンピュータでは2¹⁰倍(1024倍)を「k(キロ)」とする

1kbit=1024bit

154

制御機器(コントローラ)の種類

自動制御システムで使用される主な制御機器として

リレー

電磁石とスイッチを組み合わせたもの。電気配線で回路を組む

PLC

中身はコンピュータ(マイコン)。プログラムで動作を決める

パソコン

個人使用のコンピュータ

マイコン(ワンチップ、ワンボード)

制御用の小型コンピュータ

PLD(FPGA、CPLD)

デジタルICの回路をプログラムで組む半導体部品

電子部品(デジタルIC、アナログIC)

物理的に各部品を電気配線で接続

デジタル制御が可能な制御機器は、PLC、パソコン、マイコン
(PLDは???)

155

制御装置の制御機器(コントローラ)

制御装置の規模により制御機器を選定する。

規模が小さいもの……	ワンチップマイコン、リレー、デジタルICなど
規模が中程度のもの……	ワンボードマイコンなど
規模が大きいもの……	PLCなど

制御の内容により制御機器を選定する

フィードバック制御(デジタル制御)に適したコントローラ
→ マイコン、アナログ回路……

シーケンス制御(2値制御)に適したコントローラ
→ リレー、PLC、デジタルIC……

実際はどちらの制御も可能な機器がほとんど

156

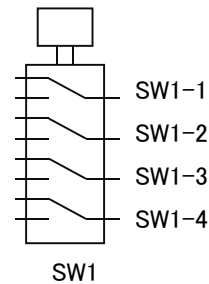
4.2 各種制御機器

157

1)スイッチ

スイッチを使うと、簡単な負荷のON/OFF制御回路を組むことができる。

この場合、一つのスイッチに複数の接点が組み込まれたものを使うことにより、その接点の組み合わせでON回路、NOT回路、AND回路、OR回路、もしくはそれらを組合わせた回路を組むことができる。



158

スイッチによる制御回路

1)ON回路

スイッチが動作したときに接点が閉じ、負荷に電流が流れる

2)NOT回路

スイッチが動作したときに接点が開き、負荷に電流が流れない(スイッチが復帰したときに接点が閉じ、負荷に電流が流れる)

3)AND回路

複数の接点の全てが閉じたときに負荷に電流が流れる

4)OR回路

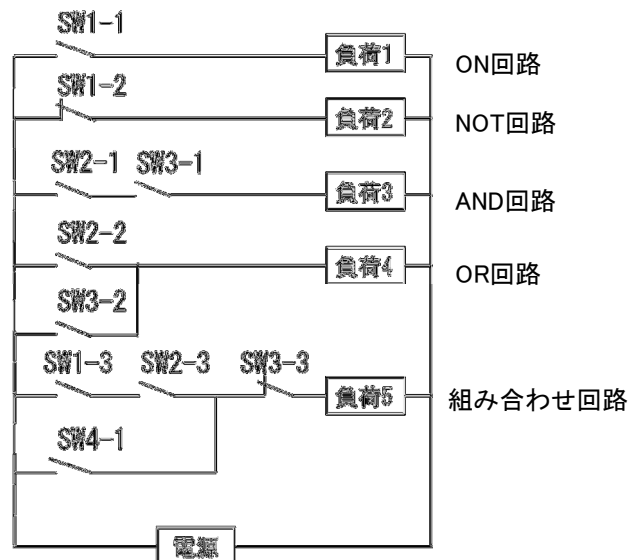
複数の接点の一つ以上が閉じたときに負荷に電流が流れる

5)組合わせ回路

ON回路、NOT回路、AND回路、OR回路を組合わせた回路

159

スイッチによる制御回路図



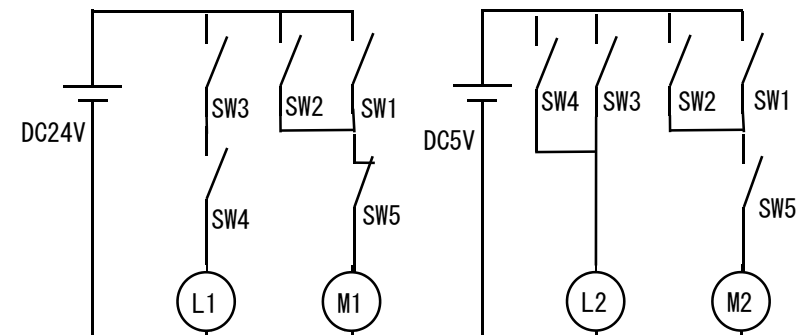
160

駆動回路

* 注意

電源が複数あるときは、分けて回路を組む

ただし、電源が直流で負荷をマイナスに接続するときは、マイナス線を共通にすることができる。



161

駆動回路例題

以下の回路を書きなさい。ただし、スイッチは4極c接点とし、特に指定がなければ負荷の電源はDC24Vとする。

- 1) SW1を操作しないでSW2とSW3を操作するとL1が点灯する。
SW1を操作しないでSW4またはSW5を操作するとL2が点灯する。
- 2) 上記と同じ動作で、L2の定格電圧をAC100Vとする。
- 3) SW1とSW2の両方を操作するとDCモータM1は正回転し、
SW3またはSW4を操作するとM1は逆回転する
- 4) SW1を操作しないでSW2を操作するとM1が回転し、
SW2を操作しないでSW1を操作するとM2が回転する。

162

2)リレー

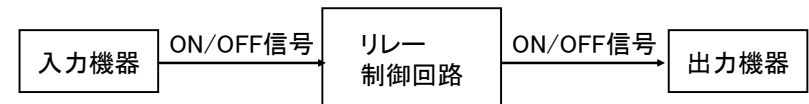
機械式リレーはリレーコイルとリレースイッチ(接点)を組合せた構造で、コイルが動作すると、接点が動作する。

複数のc接点スイッチを持つリレーを使うことによって、1極接点のスイッチの接点の数を増やすことができ、簡単な制御回路を作ることができる。

シーケンス制御で使用する最も基本的な制御機器

1個の入力機器(スイッチ、センサ)に対して1個以上のリレーを動作させ、リレーの接点を使って制御回路を組む。

最後に、リレーの接点で出力機器を駆動させる。



163

リレーの用途

主な用途として

1)駆動部品として用いる

小さな電力(電圧、電流)で、大きな負荷をON/OFFする
直流の信号で交流をON/OFFする。(逆も可)

例えば、

乾電池2個(DC3V)の信号で、AC200VのモータのON/OFF制御が可能

2)接点の数を増やす(内部の接点が複数個ある場合)

3)接点の動作を変える(a接点→b接点)

4)簡単な制御回路を組む(リレー10個程度の回路)

・・・リレーシーケンス制御

164

7.3 リレーを使った回路

リレー(電磁リレー)を使うことにより、駆動回路や様々な制御回路を組むことができる。

駆動回路

- ・低電圧、小電流で、高電圧、大電流の負荷を駆動する
DC24Vの信号で、三相AC200Vの負荷を駆動
安全性大
- ・a接点スイッチでb接点の動作をさせる

制御回路

- ・定格電圧の異なる負荷を同時に動作させる
- ・スイッチを操作し復帰しても、負荷が動作し続ける
自己保持回路
- ・二つの負荷が同時に動作しないようにする
インターロック回路

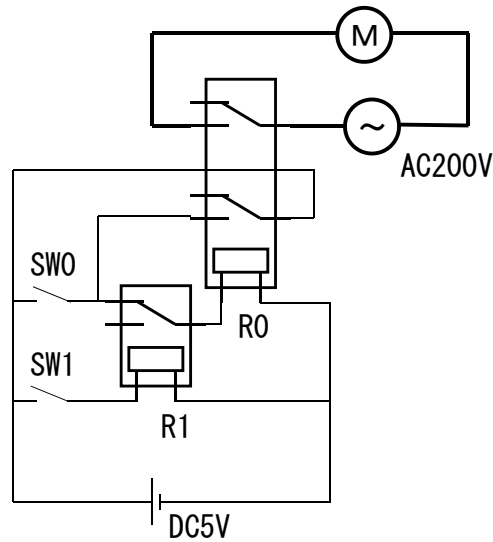
など

165

リレーの使用例

駆動部品として使う

小さな電気信号で、大きな電力の負荷を駆動



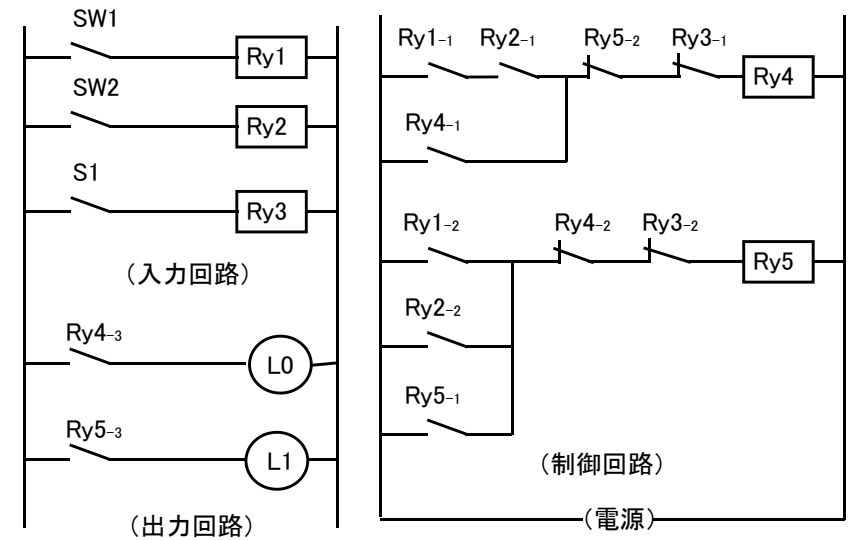
簡単な制御回路を組む

出力がONの状態を続ける回路
(自己保持回路)

複数の出力を同時にONにしない回路
(インターロック回路)

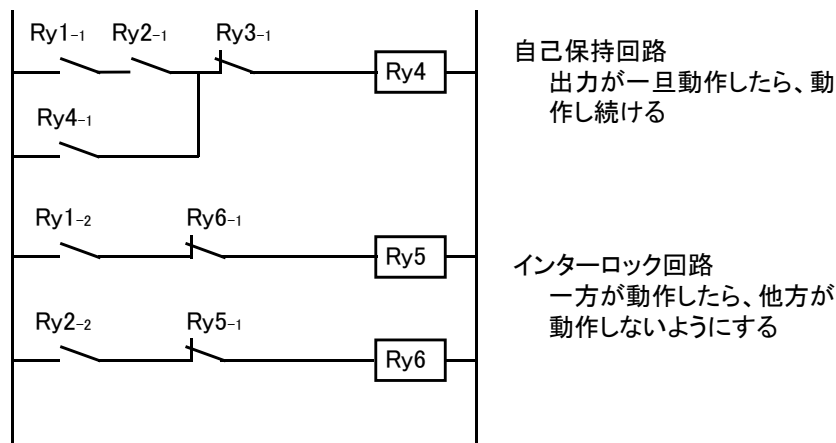
166

リレーによる制御回路図



167

リレーで組むことのできる制御回路例



168

リレーを使った駆動回路例題

以下の回路を書きなさい。ただし、スイッチは1極a接点とし、特に指定がなければ負荷の電源はAC100Vとする。また、動作させるための回路はDC24Vで組み、リレーを使うこととする。なお、リレーコイルの定格電圧はDC24Vとし、リレースイッチの定格は十分大きいものとする。

- SW1を操作しないでSW2とSW3を操作するとL1が点灯する。
SW1を操作しないでSW4またはSW5を操作するとL2が点灯する。
- 上記と同じ動作で、L2の定格電圧をAC100Vとする。
- SW1とSW2の両方を操作するとDCモータM1は正回転し、
SW3またはSW4を操作するとM1は逆回転する
- SW1を操作しないでSW2を操作するとM1が回転し、
SW2を操作しないでSW1を操作するとM2が回転する。

169

タイマ、カウンタ

リレーと同じような機器で、タイマ、カウンタがある

タイマ……タイマコイルとタイマスイッチを組み合わせた構造で、タイマコイルが動作して一定時間後にタイマスイッチが動作する（オンディレイタイマ）

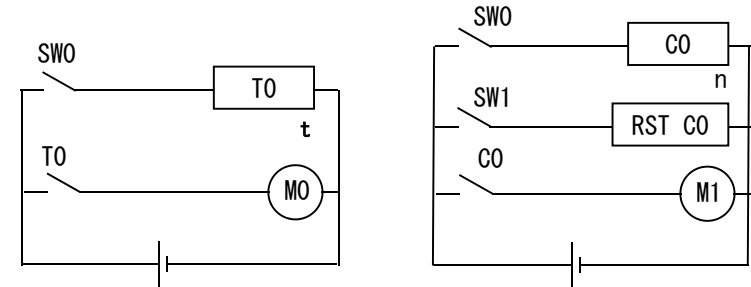
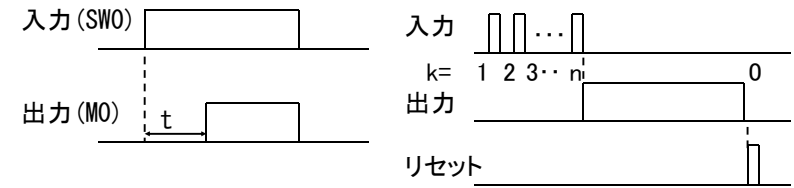
カウンタ……カウンタコイルとカウンタスイッチを組み合わせた構造で、カウンタコイルが設定数回動作するとカウンタスイッチが動作する。リセット信号でカウンタは復帰し、計数値はゼロに戻る。



170

タイマ回路、カウンタ回路

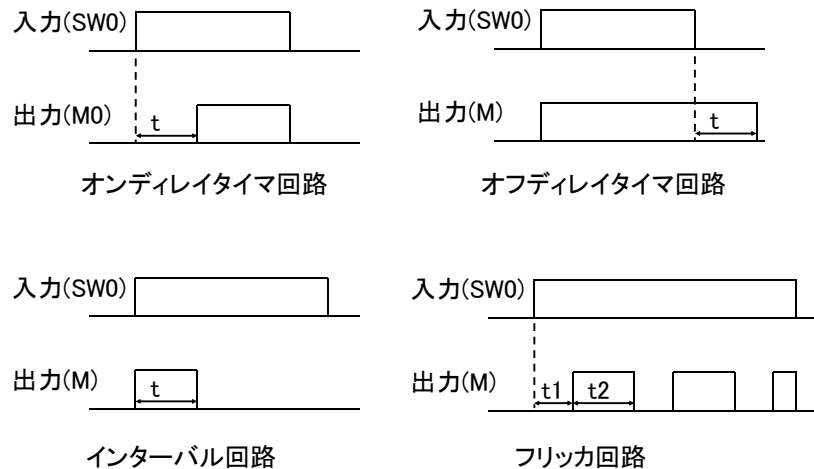
タイマ、カウンタを使った回路図を以下のように記述する。



171

タイマの動作

各種タイマ回路をオンディレイタイマで組むことができる。



172