３．システムを構成する機器

３．１　PLC

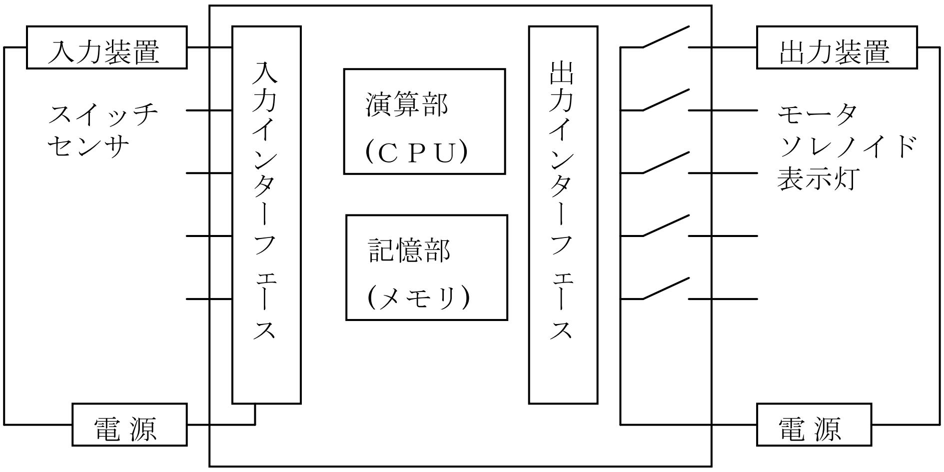
1)PLC の働き

入力機器、出力機器接続し、自動化システムのコントローラとして用いる。また、最近は様々な通信機能を持った機種も多く、通信システムの中継点（ノード）として用いることも出来る。

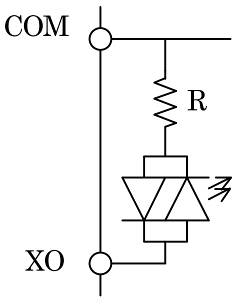
2)PLC の内部構造

PLC は入力インターフェース、出力インターフェース、ＣＰＵ、メモリーなどで構成されている。

入力インターフェース・・・フォトカプラを使って、入力機器の信号を入力する
出力インターフェース・・・リレー、トランジスタなどを使って、出力機器を駆動する
ＣＰＵ・・・・・・・・・・・出力機器を制御するための演算処理を行う
メモリー・・・・・・・・・・プログラム、各種データを記憶する



3)入出力インターフェース



PLC の入力インターフェースにフォトカプラが用いられる。一般的には２つの LED を組み合わせた、極性の持たない双方向のフォトカプラを使用する。

LED を流れる電流を制限するための内部抵抗がついていることがほとんどで、その値は使用する電源に合わせられている。多くの機種は電源として DC24V を使い、内部抵抗の値を 4.8kΩとしていることが多い。

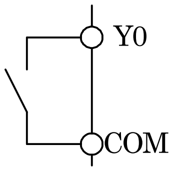
PLC の出力インターフェースには、リレー、トランジスタ、トライアックを用いたものがある。

リレーを使用したリレー出力（接点出力）では直流と交流のそれぞれの負荷を駆動することができ、トランジスタを使用したトランジスタ出力では直流負荷を、トライアックを使用したトライアック出力では交流負荷をそれぞれ駆動することができる。リレー出力、トランジスタ出力の機種を使用することがほとんどで、トライアック出力の機種を使用す

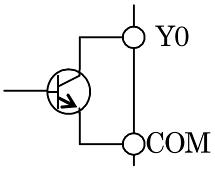
ることはあまりない。

　トランジスタ出力は、エミッタが共通でコレクタが出力となっているのでオープンコレクタ出力とも呼ばれる。
トランジスタ出力でも、NPN 型トランジスタを使ったものと、PNP 型トランジスタを使ったものがある。

　NPN 型はシンク電流方式とも呼ばれ、主に日本やアメリカで使われる。エミッタが共通になっており GND に接続されている。そのため、出力機器の電源電圧が異なっていても、同じ出力回路で駆動することができる。しかし、配線が外れ筐体に接触すると出力機器が動作する可能性があり、安全性に問題がある。



リレー出力



トランジスタ出力

　PNP 型はソース電流方式とも呼ばれ、主にヨーロッパで使われる。エミッタが電源（プラス）に接続されている。そのため、電源電圧の異なる出力機器を同じ出力回路で駆動することはできない。しかし、配線がは外れ筐体に接触しても出力機器が動作する可能性は少なく、NPN 型よりも安全性に優れている。

　トランジスタ出力では数 k ヘルツのパルス信号を出力することができるため、ステッピングモータの制御や PWM 制御をすることができる。

4)主な PLC メーカー

　　　シーメンス（ドイツ）、ロックウェル（アメリカ）、
　　　三菱、オムロン、キーエンス（日本）

３．２　産業用ロボット

　現在、ロボットは様々なところで使われているが、大きく見て生産現場で使われる産業用ロボットと、人の近くで何らかのサービスを提供するサービスロボットに分けられる。サービスロボットもさらに業務用と家庭・個人用に分けられる。ここでは産業用ロボットについて説明する。

1)産業用ロボット概要

　産業用ロボットとは「自動制御され，再プログラム可能で，多目的なマニピュレータであり，3 軸以上でプログラム可能で，1 か所に固定して又は移動機能をもって，産業自動化の用途に用いられるロボット」と JIS で定義されている。なお、ロボットは「二つ以上の軸についてプログラムによって動作し，ある程度の自律性をもち，環境内で動作して所期の作業を実行する運動機構」と定義されている。

＊：経済産業省は「ロボット政策研究会　報告書」の中で、ロボットを「センサ、駆動系、知能・制御系の 3 つの技術要素（ロボットテクノロジー）を有する機械システム」と定義した。

　一般的な産業用ロボット（以下、ロボット）システムは、ロボット本体、コントローラ、ティーチングペンダントによって構成される。ロボット本体はマニュピレーション動作をするもので、その動作はコントローラからの信号によってなされる。

現在使用されている多くのロボットはモータで駆動し、ロータリエンコーダで回転角や速度を計測しながら、コントローラからの信号により制御されている。

ロボットの動作としては、ティーチングペンダントを用いて操作する手動動作と、あらかじめ動作をプログラムにより指示したプログラム動作がある。手動動作によりロボットを操作して、移動先の位置データをコントローラ内のメモリーに記憶することできる（位置教示)。また、プログラム動作により教示した位置へロボットを移動させることができる。

産業用ロボットを使って作業を行わせるためには、あらかじめロボットの位置教示や、動作を指示するプログラムを作成しておく。外部装置からの起動信号でプログラムが実行するようにしておくと、ロボットは指示された位置に、指示された動作内容に従って動作する。

2)ロボットの構成

一般的な産業用ロボットの構成機器

・ロボット本体

マニュピレーション機能、移動機能等の各種作業を実行する機械。一般的に複数のサーボモータを有しており、各モータの位置（回転角）によりロボットを動かす。またサーボモータに取り付けられたロータリエンコーダにより、その位置を検出することができる。

・コントローラ

ロボットの駆動および制御を行う装置。CPU、メモリなどで構成されており、各モータの位置および動作プログラムを記憶する。外部機器との信号入出力インターフェースや通信ポートを持ち、外部機器からの信号によってロボットが制御される。
また、各モータに動力源を供給し、モータを制御する。

・ティーチングペンダント

運転、操作、位置教示作業、および簡単なプログラムの作成、編集、管理を行う周辺装置

・(プログラム用パソコン)

プログラムの作成、編集、管理を行う周辺装置

3)ロボットの分類

ロボットを動作軸から分類すると、主に以下のものに分類される

・垂直多関節型　・水平多関節型（スカラ型）　・直交座標型　・円筒座標型
・パラレルリンク型

水平多関節は 150 万円、他は 250 万円

ロボットをモータの大きさから分類すると、以下の様に分けられる

・最大のモータ出力が 80W より大きいもの　（特別教育の受講が必要）
・最大モータの出力が 80W 以下で、人と直接相互作用を行うように設計されたもの　（協働ロボット）　特別教育の受講は任意

80W より大きいロボットを扱うには（プログラミングや位置教示など）、「労働安全衛生規則」によって定められた特別教育を受けなければならない。また、安全のためにロボットが人と接触しないよう、柵や囲いに入れなければならない。その他、様々な規制がある（2015 年に規制緩和）。

80W 以下のロボット（協働ロボット）にはそのような規制はないが、産業用ロボットと同じように安全に取り扱う必要がある。

4)ロボットの動作

ロボット本体の先端に有するハンドは、構成するモータを駆動することにより、位置および姿勢を任意の常態にすることが可能である。位置は XYZ 座標（直交座標系）で、姿勢は θφφでその状態を指定する。６個のモータを使った６軸ロボットは、そのハンドを任意のあらゆる位置・姿勢にすることができる。

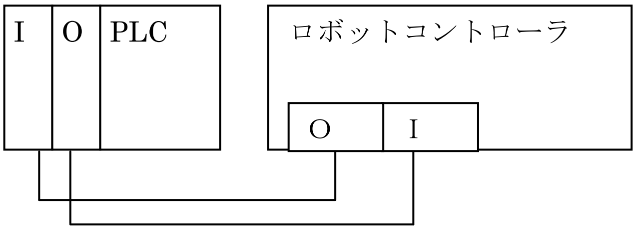
ロボット本体は、ティーチングペンダントを使って手動で動作させることができる。その動作は各モータを単独で動かす方法と、複数のモータを連動させて座標系で動かす方法（XYZ 軸（直交座標系）、θφr 軸（極座標系）、θZr 軸（円筒座標系）など）がある。

ティーチングペンダントを使って任意の位置や姿勢に位置決めし、その位置を記憶することができる。この作業を位置教示という。

コントローラ内のメモリーには複数のプログラムを記憶させることができる。それぞれのプログラムに番号をつけ、外部装置からプログラム番号を指定する信号、およびロボットを起動させるための信号を送ることによって、ロボットは複数のプログラムの中から指定されたプログラムを実行する。１つのプログラムを１種類の製品の製造を行う動作にしておくと、複数のプログラムで複数の製品の製造が可能となる。このように、産業用ロボットは多品種少量の組立などに使われている。

5)ロボットの制御方法

ロボットのコントローラには、外部機器と接続するための入出力インターフェースがついている。このインターフェースに PLC などのコントローラを接続し、ＤＩＯ信号を入出力することによって、外部装置からロボットを制御する。



この DIO には、信号の働きが決められた専用端子と、ただ単に信号を入出力する汎用端子がある。

専用 DIO

入力	出力
入力：起動	出力：実行中
停止	停止中
プログラム番号指定	実行プログラム番号
原点合わせ	原点合わせ完了
アラームリセット	アラーム

汎用 DIO

入力：汎用入力（８～１６点程度）　出力：汎用出力（８～１６点程度）

6)安全にロボットを操作するために

ロボットは操作方法誤ると人間に危害を加える恐れがある。ロボットを安全に扱うために、以下の点に注意しなければならない。

1.動いているロボットには近づかない。

2.停止中のロボットは作業中以上に注意する。

・・・・何かの条件待ち（センサの信号など）で停止している可能性がある。

3.ロボットの状況を常に表示する

4.安全策を設ける

5.安全対策は二重に行う。

6.始業点検を必ず実行する。

http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1403/10/news006.html

6)ロボットの規制緩和

以前は、出力 60W 以上の産業用ロボットを使うためには、その作業エリアを柵で囲わなければならなかったり、取り扱う（位置教示、プログラミング、メンテナンスなど）ためには資格が必要であったりなど、安全対策上の様々な規制があった。ロボットの有用性が認識されていながらも、産業用ロボットの規制のため生産現場では十分活用されていなかった。生産現場で産業用ロボットが導入されれば、産業現場の問題となっている作業者不足や製品品質のさらなる向上、などが解消されることになる。

これらの問題点を解消するため、2013 年 12 月に ISO の安全基準に基づき産業用ロボットの安全規則が緩和された（ISO 10218-1：2011（JIS B8433-1：2015)、ISO 10218-2：2011（JIS B8433-2：2015)）。その内容の中心は、

「最大出力 80W 以下の産業用ロボットに接触しても労働者に危険が生ずるおそれがない場合（危険性等の調査（リスクアセスメント）により危険のおそれが無くなったと評価できる場合）は、柵や囲いを設ける必要はない。」

というものである。これにより、柵や囲いなしに、作業者の動作範囲内で産業用ロボットを動作させることが可能となった。従来は 60W 未満のロボットについては産業用ロボットから外され、囲いなどの安全対策は強制されていなかったが、現在は最大出力 80W 以下の産業用ロボットで、安全上の条件を満たせば、人とともに動作する「協働ロボット」として扱うことが出来るようになった。

7)主なロボットメーカー

ABB（スイス）、クーカ（ドイツ）、
ファナック、川崎重工業、安川電機、三菱電機（日本）

３．２　NC 工作機械

1)NC 工作機械概要

NC 工作機械とは、工作物に対する工具の位置を、これに対応する数値情報で制御する工作機械。NC プログラムによって工具の移動軌跡、移動速度、切削速度、ツール交換、扉開閉などの動作内容を記憶させる。

産業用ロボットと同様、複数のプログラムによって複数種類のワークを加工することが出来ることから、多品種少量の加工に適している

また、産業用ロボットと組み合わせ、ワークの着脱を産業用ロボットで行うことにより、無人で複数種類のワーク加工を行うことが出来る。

2)動作プログラム

NC 工作機械を制御するためのプログラムは、現在ではコンピュータで作成し、そこに記憶させておくことが多い。CAD で設計された部品を CAM によって NC データに変換して NC プログラムを作成することにより、設計から部品加工までの一連の流れを自動化することができる。

3)NC 工作機の種類

主な NC 工作機械の種類として以下のものがある。

NC 旋盤、NC フライス盤、マシニングセンタ、ターニングセンタ・・・

4) FMS での NC 工作機械

FMS では複数の NC 工作機械を制御している。パソコンから NC 工作機械に加工する製品のプログラムを転送し、外部装置から工作機械に起動信号を送ると、NC 工作機械は転送されたプログラムを実行する。NC 工作機械が複数台あるときは、DNC により１台のパソコンで複数台の NC 工作機械の管理（プログラム転送など）を行う。この時、DNC パソコンと複数の工作機械をネットワークで接続し、外部機器（PLC など）からの指示により、指定された NC 工作機械に指定されたプログラムを転送する。DNC パソコンと PLC は上位コントローラリンクもしくは制御系ネットワークで接続され、PLC から DNC パソコンに加工の用意ができた NC 工作機械の番号および加工するワークの種類のデータをおくり、DNC はプログラムを転送する。

NC 工作機械には様々なネットワーク方式があり、各機器に応じたネットワークおよびプログラムの転送を行っている。

３．４　搬送装置・供給装置

製品や仕掛品などのワークや部品を所定の位置へ自動搬送させるものとして、ベルトコンベアや AGV（無人搬送車）が使われる。また、小さな部品の供給、整列にはパーツフィーダが使われる。

これらのものは単品ごとに搬送されるか、もしくはパレット上に幾つかまとめて配列されて搬送される。

1)ベルトコンベア

ベルトコンベアを使ったワーク搬送では、ワークを常に搬送することができるので、連続したライン生産に適している。空気圧機器などを使ったストッパによりワーク、もしくはパレットを一時停止させ、保管することもできる。

ベルトコンベア以外にも、ローラコンベア、ウレタンベルトなどを使ったものがある。

2)AGV（無人搬送車）

有軌道搬送車は、床面に専用テープ（光反射テープなど）を貼り、車体のセンサでこの経路に沿って走行する。部品の搬送やジョブショップタイプの FMS に適している。

3)パーツフィーダ

パーツフィーダは、乱雑になっているワークを整列させ、パレットに供給していく装置。その多くはらせん形状のケースがあり、このケースにパーツを入れ、このケースに振動を与えることにより、パーツが整列され、供給していく。

３．５　データキャリア

データキャリアは、人間を介さず自動的に生産に関するデータを記録、認識するためのもの。部品もしくは製品とともに移動する。データを読み書きするための装置が必要となる。生産自動化システムでは、ワークの種類や各種仕様をデータとしてデータキャリアに書き込むことにより、多品種の生産を行うことができる。

1)磁気ストライプカード

カードなどに付けた磁気ストライプに磁気変化によりデータを記録、読出しするもの。代表的なものとして銀行のキャッシュカードやクレジットカードなどがある。また、定期券、テレホンカードなども含まれる。

データ量は規格によって異なるが概ね 50～100 文字（英数文字）

2)バーコード

バーコードは、幅の異なるバーとスペースの組合せによりデータをコード化したシンボル。書き換えは不可能で、データ量は 3～20 文字/インチ

3)二次元コード

二次元コードは、縦横両方向にデータを持たせたシンボルで、QR コードなどいくつかの規格があり、それぞれスタックタイプとマトリックスタイプがある。書き換えは不可能。データ量は QR コードで約 4000 文字（英数文字）

4)RF-ID

カード状またはタグ状の媒体に、電波を用いてデータを記録または読出しを行い、アンテナを介して通信を行う認識方法。汚れなどに対して強い。IC タグとも呼ばれている。書き換え可能で、データ量は最大で数 1000 バイト。