

リレーと電子のシーケンス制御回路図集

自動化制御の基本回路・上巻

立石電機・シーケンス制御技術グループ編
技術評論社 刊
定価 1,500円

シーケンス制御は自動化・省力化の担い手である。多機能な自動化が進むにつれて、その役割は、量的にも質的にもますます拡大し、使用される装置もそれに伴って大きく変化している。シーケンス制御装置の目標どおりの設計、保守、保全には長年の経験と知識が必要である。しかし、その基本となる最少必須事項はあまり多くはなく、本書に収められたもので実際の必要にはほぼ応じることができる。本書は従来の参考書や解説書のスタイルをとらずに、設計、保全現場でのマニュアルとして利用しやすいことを主眼に構成されている。

歴史的にみてシーケンス制御は、人間の手や足の機能の自動化から出発したため、化学工場などで使われているフィードバックを主とするプロセス制御の場合と異なり、学術的な面での発展が遅れていた。しかし新素子の発明を契機として開発されたプロトタイプコンピュータを第1段階として、新しい思想のもとに、種々の機能と規模をもった装置が開発されるに至った。その最たるものとしてシーケンス制御専用のシーケンスコントローラ(PLC)やLSI技術の発展によるマイクロコンピュータなどが出現し、シーケンス制御の手法やハードウェアも大きく変化してきた。装置に要求される規模、機能、信頼性、経済性などは時代の要請とともに変遷してきたが、現代においてもそのレベルは使用場所、目的、使われ方によって大きく変わる。このため、自動化を実現するための装置や方法の選定にはかなりの難しさが伴う。こうした背景が本書のように必要に応じて手軽に開くことができる書物を生んだものといえよう。

本書ではシーケンス制御回路を構成する周辺機器や基本素子に的を絞り、上巻ではシーケンス制御に必要な最少単位レベルの構成要素を取りあげ、下巻では具体的な事例に対し、シーケンス制御回路の構成と手法を取りあげている。

シーケンス制御装置は大別して電磁リレー方式、無接点リレー方式、コントローラ方式に分けて考えられ、これらが混在して使用されることも多い。電磁リレー方式は論理素子として電磁リレーを用いるもので、有接点リレーとも呼ばれ、図に示すように小規模向きである。無接点リレー方式はトランジスタを使用し、ワイヤードロジックという点では電磁リレー方式と同じであるが、信頼性やスピードの点で優れ、コンピュータ制御のローカル制御装置として多く使用される。コントローラ方式はあらかじめ設定されたプログラムによってシーケンが制御される方式で、シーケンスの変更などがプログラムの変更のみで可能となり、シーケンス制御の主流となる方式である。図にはそれぞれの特徴が示してある。このように制御の方式は使用環境、規模、スピード、経済性などによって異なっており、そこに使用される構成部品の仕様も異なってくる。

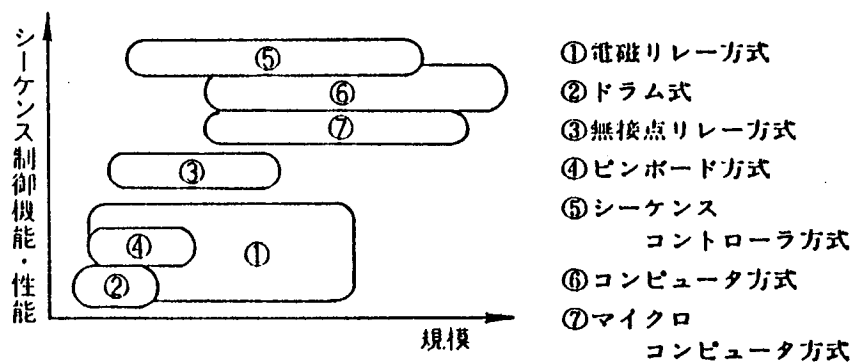
本書は全4章よりなり、第1章では各制御方式の基本となる接続図の書きかた、フローチャートやタイムチャートの利用方法、信頼性の考え方、シーケンス制御

用部品の選択方法などについて述べている。

第2章では有接点、無接点リレーやシステムの保守を取りあげ、故障原因とその対策について述べている。第3章は、シーケンス制御の回路構成の基本要素となる論理回路をリレー、トランジスタ、TTL・ICと対比しながら、その要点を説明し、次に有接点と無接点回路に分けて、デコーダ、方向判別など機能要素回路を数多く解説している。

第4章は、部品選択資料編でスイッチ、リレー、論理演算素子など部品の選択基準、型式、名称が示してある。本書はシーケンス制御に必要な最少構成単位のレベルで、その使用法と注意点が著者らの長い経験に基づいて述べられており、解説をできるだけ避け、図と表を中心として、設計や保全の現場でのマニュアルとして気楽に参照できるように配慮されている。（広田平一）

機能・性能，規模からみた各方式



資料出所：立石電機・シーケンス制御技術グループ
 「自動化制御の基本回路」上巻

リレーと電子のシーケンス制御回路図集

自動化制御の基本回路・下巻

立石電機・シーケンス制御技術グループ編
技術評論社 刊
定価 1,500円

昨今の制御対象の多様化、機能の高級化、規模の拡大などの要求に対応してゆくため単純なシーケンス制御の範囲に収まらなくなった。このためシステムとして不可欠な周辺処理などを含めてシーケンス制御と呼ばれることが多い。シーケンス制御技術は、基本的に「1」「0」のデジタル信号処理であり、それ自体難解なものではないが、いざ自分で設計するとなると、とまどうことが多々ある。一部、定石的なものもあるが、“急がば回れ”のたとえのように多くの応用例に接することが必要である。本書は『自動化制御の基本回路(上)』に続き、シーケンス制御の実際的な現場レベルの応用例を抽出選択し、まとめたもので、具体的なテーマに対する制御回路例を回路図を中心として、要点が解説してある。

自動化は家庭用では洗濯機や電子レンジで実用化され、工場では生産設備や事務処理、室外では車や飛行機にいたるまで、広範囲にわたっているが、これを大別するとプロセス・オートメーション、メカニカル・オートメーション、オフィス・オートメーションの3つに大別される。

プロセス・オートメーションは主として化学工場などに適用され、狭い意味の自動制御である。これはフィードバック制御が主体で、制御系はクローズドループ(閉回路)を構成している。また扱う量はアナログ量が主体で、温度、圧力、流量などを制御する。

メカニカル・オートメーションはその名が示す通り、機械を自動化するもので、シーケンス制御が主体となっている。扱う量は「1」「0」のデジタル量で、モータの起動・停止、バルブの開閉などが、それにあたる。

シーケンス制御は古くは手や足の代替としてメカニカルコントロールの域にとどまっていたが、半導体の発明とその発展によって、規模、内容(機能)ともに著しく拡大してきた。エレベータ、コンベア、工作機械あるいは生産工程などのメカニカルな自動化においてシーケンス制御はなくてはならないものになっており、順序制御だけでなく対象や規模も拡大する傾向にある。

シーケンス制御回路を構成する機器は基本素子と複合機器に大別できる。基本素子はシーケンス制御を行なう上で必要な基本的な機能を果すもので、タイマ、スイッチ、電磁リレーなどがある。また上巻で詳述されているAND、OR、NOT、フリップフロップなどの基本論理回路を組み合わせ、いろいろの制御回路を作る

ことができる。実際の制御システムの中ではシーケンス制御とフィードバック制御が混在した形で適用されることが多く、その完全な分離は難しい。そこで本書では、本来フィードバック制御と呼ぶべき分野であっても、「1」「0」の論理的制御を行なうものに関しては、とくにシーケンス制御の分野として扱い、基本事例を集めている。すなわち、制御対象となる系の自動化に際してまずその系の系列順序を確認し、「Aの状態になったらBにする」という因果関係の制御が課題となる。Aは「一定レベル、温度、数量」などであり、Bは「ポンプの運転開始、モータを切る。コンベアを止める」などに対応する。この「A」に対応する現象を機能的に分類したものを表に示す。この表の中から、とくに一般的なものを抽出し、約50の事例について解説している。

制御システムを構成するためには、現象を検出するセンサ、制御回路、アクチュエータが必要となる。センサとしてはスイッチフォトトランジスタなど多くの種類があり、アクチュエータにはモータ、油圧シリンダなどがある。制御素子には有接点回路、無接点回路、ICなどの他にシーケンスコントローラ、マイクロコンピュータなどがあり、1つの制御回路を構成するにも多くの方法がある。制御系を構成するための選択基準としては、機能、性能、価格、信頼性、大きさ、保守性、柔軟性などがあり、制御システムの目的と将来性を十分に考慮して決めなければならない。本書ではシーケンス制御がどのような形で実際に使用されているかを具体的に理解することを目的としているので、事例回路以外にも、いろいろの回路方式があることを念頭において勉強することが望ましい。

(広田平一)

表 LCAクッキングカードの制御機能分類

A 長さ、大きさ、寸法、厚み	G 温度、湿度
B 位置、角度、有無、変位、方向、断線	H 選別、判別、ふりわけ、良否、検査
C 容量、レベル、流量	I 情報伝達(信号)、衝突防止、異常検出
D 重さ、圧力、力、張力(バランス)	J 電力、電圧、電流、周波数、保護安全
E 数量、計数	⋮
F 時間、速度、回転数	Z

資料出所：立石電機・シーケンス制御技術グループ
「自動制御の基本回路」下巻

新 J I S による図解

シーケンス制御の考え方・読み方

大 浜 庄 司 著
東京電機大学出版局 刊
定価 1,800円

シーケンス制御が何か新しい制御方式であるかのように考えている人がいるが、施盤のように、動力機器を使っている機械には昔から使われている方式である。現在では、生産機械などの装置がシステム化しているので、機械技術者やオペレータでも、シーケンス制御の初歩的な知識は常識的なこととして知っていなければならない。機械技術者は機械的なことだけを知っていればよかった時代ではなくなっている。

本書には、「初歩から実際まで」という副題が付いているとおり2色刷りでやさしくシーケンス制御を解説しており、最新の I E C 規格による有接点回路について記述している。

シーケンス制御は、電気洗たく機、電気冷蔵庫などの家庭電気器具から、旋盤、フライス盤などの工作機械、ベルトコンベア、エレベータ、ボイラ、変電所など至るところに使われている。省力化、自動化のためだけでなく、安全を確保するための制御システムとしても、ますます重要になっている。

旋盤の起動レバーが入ったままの状態でも、電源を入れても、いきなり主軸が回らないといったことも、その例である。日本工業規格 J I S C 0401 ではシーケンスを“あらかじめ定められた順序にしたがって、制御の各段階を逐次進めていく制御”と定義している。

こたつや電気冷蔵庫などのように、比較的電力の消費量が少ない装置では、主回路と操作回路とが1つの回路になっていて、スイッチなどの操作回路に、ヒータやモータの電流が流れている。それに比べ、工作機械やパッケージ型エアコンなど比較的電力消費量の多い装置では、主回路と操作回路とが分かれており、主回路には大電流が流れても、操作回路には電磁コイルやランプを点燈させる程度の電流しか流れない。

回路を理解するのに、どちらの方が難しいかといえば、前者の方である。また、産業用で使われる複雑な回路も、主回路と操作回路とに分かれているので、初心者には、まず本書のようなリレーを使った有接点回路を十分に会得する必要がある。

シーケンスの図記号には、J I S 規格、J E M 規格（日本電気協会規格）、M A S 規格（日本工作機械協会規格）および I E C 規格（国際電気標準会議規格）などがある。本書では、今後使われる I E C 規格を主体として記述しており、既にシーケンスを知っている方も一読しておいた方がよい。

第1編では、電気用図記号の表し方、シーケンス図の書き方および無接点リレーと論理回路など、シーケンス制御を理解するのに必要な基礎知識がわかりやすく解説してある。

第2編では、シーケンス制御の定石ともいえる基本制御回路とその回路を用い

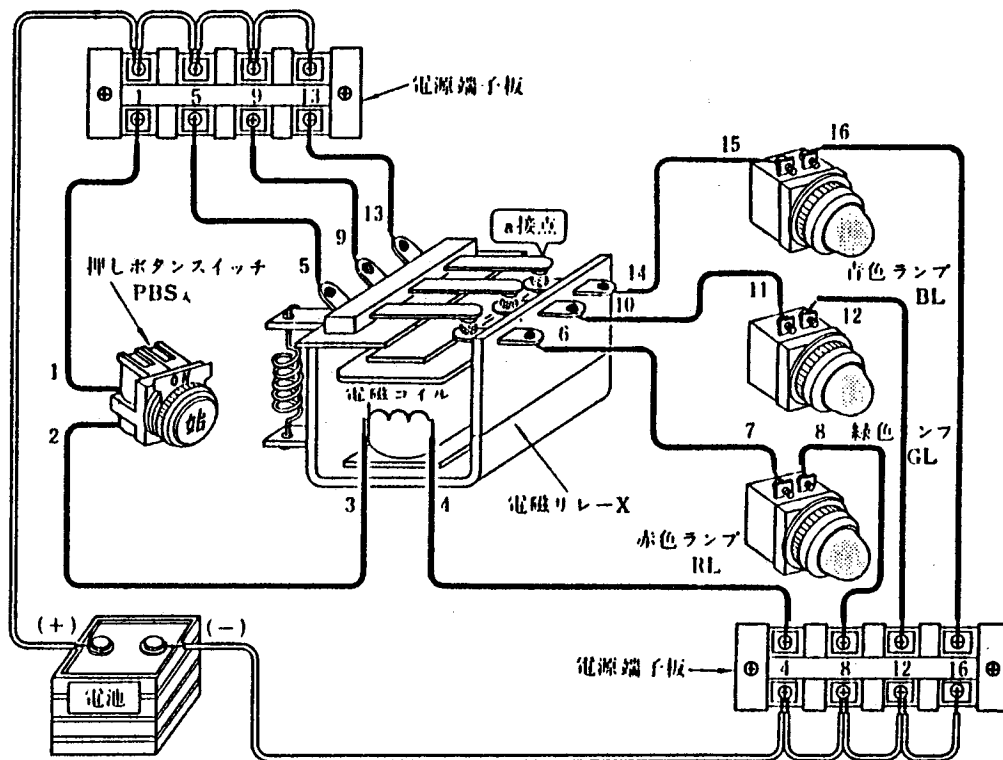
た応用例について、その動作機構がくわしく解説してある。

最後の第3編では、実際の設備や装置におけるシーケンス制御の考え方および読み方の初歩から実際までを具体的に解説してある。

シーケンス図の説明では、動作順序を段階を追って記述し、シーケンス図に書かれた矢印と対応させている。

全体的にわかりやすく、ページ数もそれ程多くないので好感が持てる。

(東江真一)



電磁リレーを用いたランプ点滅回路の実際の配線図〔例〕

資料出所：大浜庄司「シーケンス制御の考え方・読み方」

無接点シーケンス制御の考え方・読み方

大 浜 庄 司 著
東京電機大学出版局 刊
定価 1,800円

シーケンス制御技術は、長年にわたる経験の積み重ねと、多くの先輩達からの伝承によって蓄積されてきた。しなしながら、現在の機械は、より省力化、自動化、高精度化および小形化を求めてシステム化しつつあり、簡単なシーケンス回路にも、無接点シーケンス回路やシーケンスコントローラなどが使われるようになってきている。

基本的構成はリレー回路と同じなので、姉妹書の『シーケンス制御の考え方・読み方』を理解したうえで、本書を読むとよい。本書は2色刷りで構成されており、トランジスタの動作原理もわかりやすく記述しているので、半導体を知らない人でも、無接点回路が理解できるようになっている。

有接点シーケンス回路は、経験的な要素が多分にあるのに対し、無接点シーケンス回路になると、論理的な側面が多くなる。有接点回路では、リレーの動作を目で見ることができ、電磁開閉器などの制御機器の入出力端子も外観から判断できるようになっている。したがって、故障した時には、線を外すドライバとテストがあれば、故障診断はだいたい間に合う。

それに対し、無接点シーケンス回路は、IC基板の上に、NANDゲートやNORゲート、抵抗、マイクロリレーなどが配線され、ゲートの使われ方もいろいろである。したがって、ICの入出力端子の使われ方を外観で判断するのは無理で、図面と回路とを対比させることが必要になる。

無接点シーケンス回路を学ぶうえでの課題が5点ある。

第1は、有接点シーケンス回路がわかること。第2は、ICについて理解していて、ブール代数などの論理演算がわかること。第3は、ICなど弱電回路から、200V交流電減を操作する変換機構がわかること。第4は、従来のリレー回路を無接点回路に変える手順がわかること。第5は、図面上の無接点回路をIC基板上でどうやって配線するかがわかることである。

このように、無接点シーケンス回路は、従来の経験的な有接点シーケンス回路を論理的思考に基づいて無接点化することにある。

本書は、初めて無接点シーケンス制御を学ぶ人のために執筆された“図解による入門書”であり、無接点シーケンス制御を構成するトランジスタやICなどの基礎的な知識を主眼にして説明している。そのため、ICやトランジスタがわからない人を対象として執筆しており、さらに無接点シーケンス回路の図面の読み方を重点に置いている。したがって、上述の5つの課題からすると、必ずしも全部の課題が理解できるようにはなっていないが、入門書としてしかたないところ

であろう。

第1編では、トランジスタなどの半導体のしくみについて記述してある。

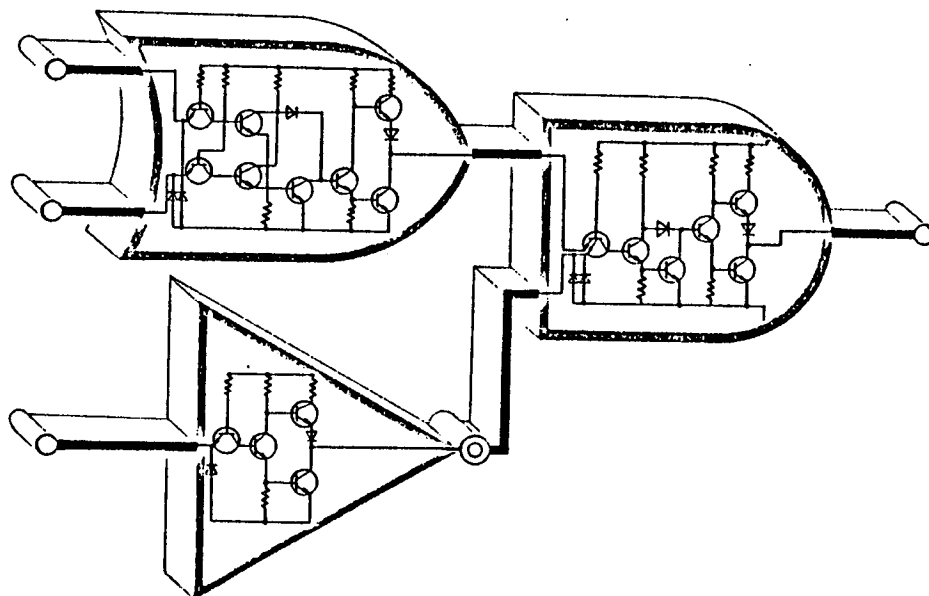
第2編では、NAND回路やNOR回路などの論理回路とその読み方について記述してある。

第3編では、自己保持回路やタイマ回路などの基本回路とその読み方について記述してある。

最後の第4編では、電動機の正逆転制御やスターデルタ制御などの実用回路とその読み方について記述している。

本書では、ICの中のトランジスタの動作についてもわかりやすく説明してあるので、電気的な動作に興味ある方には是非一読を奨めたい。他方、ICのゲートはブラックボックスとして、ゲートの入出力の意味さえわかればよいという人には、その部分は、軽く読み流せばよいであろう。

生産システムとの関係でシーケンス制御を考えた場合、工作機械や油・空圧回路にもいろいろな形でシーケンス制御が使われている。そのため機械技術者がシーケンス回路を学ぶ場合、油・空圧回路の本にも、シリンダを操作するためのシーケンス回路が記述されているので、本書を読んだうえで、こういった本を読むのもよいであろう。（東江真一）



資料出所：大浜庄司「無接点シーケンス制御の考え方、読み方」