Chapter６

ハードウェア

# 1. 離散数学

## 1. 電気・電子回路

学習のポイント

✅ 回路図は暗記する必要なし！

✅ 例題や演習ドリルの問題を多く解いて、解答力を身につけよう！

コンピュータでは、算術演算（加減乗除）も論理演算（真か偽かの判断）も、論理回路を組み合わせて行っています。

### １）論理回路

基本的な論理回路に、OR回路、AND回路、NOT回路などがあります。

#### ①OR回路

OR回路は、論理和を求めるための回路で、　　　　　　で表します。

#### ②AND回路

AND回路は、論理積を求めるための回路で、　　　　　　で表します。

#### ③NOT回路

NOT回路は、論理否定を求めるための回路で、　　　　　　で表します。

#### ④XOR回路（EOR回路）

XOR回路は、排他的論理和を求めるための回路で、　　　　　　で表します。

#### ⑤NOR回路

NOR回路は、否定論理和を求めるための回路で、　　　　　　で表します。

#### ⑥NAND回路

NAND回路は、否定論理積を求めるための回路で、　　　　　　で表します。

### ２）組合せ論理回路と順序論理回路

論理回路は大きく組合せ論理回路と順序論理回路に分類することができます。

#### ①組合せ論理回路

組合せ論理回路は、入力の値の組合せで出力の値が決まる論理回路です。代表的な組合せ論理回路に半加算器と全加算器があります。なお、組合せ論理回路は、論理回路の基本であり、順序論理回路の中にも組合せ論理回路が含まれています。

|  |
| --- |
| 例題  　図に示すディジタル回路と等価な論理式はどれか。ここで，論理式中の・は論理積，+は論理和，はＸの否定を表す。  Ａ  Ｘ  Ｂ  ア　Ｘ＝Ａ・Ｂ＋ イ　Ｘ＝Ａ・Ｂ＋・  ウ　Ｘ＝Ａ・＋・Ｂ エ　Ｘ＝(＋Ｂ）・（Ａ＋）  ②  ①  ③  ④  ⑤  ⑥  Ａ  Ｘ  Ｂ  ①はＡの否定ということでに、②はＢの否定ということでになります。  ③は①と②の論理和なので＋になります。  ④はＡと③の論理積なのでＡ・（＋）＝Ａ・になります。  ⑤はＢと③の論理積なのでＢ・（＋）＝Ｂ・になります。  ⑥は④と⑤の論理和なのでＡ・＋Ｂ・＝Ａ・＋・Ｂになり、  Ｘ＝Ａ・＋・Ｂとなります。  基本情報　平成27年度春　問23　[出題頻度：★★★]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-427～434

**半加算器**は、上位桁への桁上りを考慮した２進数１桁の加算を行う回路で、AND回路とEOR回路を１つずつ使って構成されています。この回路は、２つの入力に対して、２桁の結果が得られる回路です。

和・Ｓ

桁上り・Ｃ

Ａ

Ｂ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 入　力 | | 出力 | |
| Ａ＋Ｂ | | Ｃ | Ｓ |
| 0  0  1  1 | 0  1  0  1 | 0  0  0  1 | 0  1  1  0 |

半加算器の真理値表と回路図

**全加算器**は、下位からの桁上りを考慮した２進数１桁の加算を行う回路で、半加算器２つとOR回路を１つ使って構成されています。この回路は、３つの入力に対して、２桁の結果が得られる回路です。

Ｃ

和・Ｓ

Ａ

Ｂ

桁上り・Ｃ

半加算器

半加算器

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 入力 | | | 出力 | |
| Ａ ＋ Ｂ ＋ Ｃ | | | Ｃ | Ｓ |
| 0  0  0  0  1  1  1  1 | 0  0  1  1  0  0  1  1 | 0  1  0  1  0  1  0  1 | 0  0  0  1  0  1  1  1 | 0  1  1  0  1  0  0  1 |

全加算器の真理値表と回路図

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 例題  図に示す，１桁の２進数ｘとｙを加算して，ｚ（和の１桁目）及びｃ（桁上げ）を出力する半加算器において，ＡとＢの素子の組合せとして，適切なものはどれか。  Ｂ  Ｃ（桁上げ）  Ａ  Ｚ（和の１桁目）  ｘ  ｙ   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | Ａ | Ｂ | | ア | 排他的論理和 | 論理積 | | イ | 否定論理積 | 否定論理和 | | ウ | 否定論理和 | 排他的論理和 | | エ | 論理積 | 論理和 |   半加算器の真理値表を作成すると、次のようになります。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | ｘ | ｙ | ｘとｙの和 | | | ｃ | ｚ | | ０ | ０ | ０ | ０ | | ０ | １ | ０ | １ | | １ | ０ | ０ | １ | | １ | １ | １ | ０ |   ｚは１桁目の結果で、ｘ、ｙが同じ値であれば０、異なる値であれば１となります。このように異なる値のときに１を返す素子Ａは、排他的論理和です。  また、ｃは上位桁に桁上げする値で、ｘ、ｙがともに１の場合だけ桁上がりが発生します。したがって、素子Ｂはともに１の場合だけ１を返す論理積です。  基本情報　平成29年度春　問22　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-435,436

🏋プラスアルファ

NOR回路

NOR回路

**●順序論理回路**

順序論理回路は、入力の値と記憶された以前の状態の２つで出力の値が決まる論理回路です。これは

入力の順序によって出力の値が決まるということです。代表的な順序論理回路にフリップフロップ回路がありま

す。

**フリップフロップ回路**は、記憶機能をもった１つの基本回路であり、主記憶装置、レジスタ、カウンタなどに

使用されています。

フリップフロップ回路の例

|  |
| --- |
| 例題　プラスアルファ  図の論理回路において，Ｓ＝１，Ｒ＝１，Ｘ＝０，Ｙ＝１のとき，Ｓを一旦０にした後，再び１に戻した。この操作を行った後のＸ，Ｙの値はどれか。  Ｓ  Ｒ  Ｘ  Ｙ  ア　Ｘ＝０，Ｙ＝０ イ　Ｘ＝０，Ｙ＝１  ウ　Ｘ＝１，Ｙ＝０ エ　Ｘ＝１，Ｙ＝１  問題の論理回路は、フリップフロップ回路です。フリップフロップ回路は、記憶機能を持った１つの基本回路であり、主記憶装置、レジスタ、カウンタなどに使用されます。  問題文にあるように、Ｓを一旦０にした後、再び１に戻すと、下図の①～⑨の順番に論理演算を行います。したがって、Ｓを０にした時のＸの値は１（②）であり、Ｙの値は０（④）となります。そして、Ｓを１に戻した時（⑤）のＸの値は１（⑦）であり、Ｙの値は０（⑨）となります。  ⑤  １  ０  ０  ④  ⑨  １  １  ③  ⑧  ０  ０  ①  ⑥  １  １  ②  ⑦  Ｓ  ０  １  Ｙ  ０  Ｘ  Ｒ  １  応用情報　平成26年度秋　問20　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-437

## ２．機械・制御

学習のポイント

✅ 出題頻度を参考に効率よく学習しよう！

### １）信号処理

アナログ（Analog）信号をディジタル（Digital）信号に変換する装置を**A/D変換器**、ディジタル信号をアナログ信号に変換する装置を**D/A変換器**と呼びます。A/D変換器は、マイクロフォンから取り込んだアナログ信号形式の音声信号をディジタル信号形式に変換してコンピュータ内で処理する場合などに、D/A変換器は、コンピュータ内でディジタル処理されている音声信号をスピーカーから出力する場合などに使用されます。

|  |
| --- |
| 例題  分解能が８ビットのD/A変換器に，ディジタル値０を入力したときの出力電圧が0Vとなり，ディジタル値128を入力したときの出力電圧が2.5Vとなる場合，最下位の１ビットの変化による当該D/A変換器の出力電圧の変化は何Vか。  ア　2.5／128 イ　2.5／255 ウ　2.5／256 エ　2.5／512  D/A変換器は、ディジタル値をアナログの電圧に変換する装置です。  例えば、８ビットのディジタル値を０～５Ｖの電圧に変換する場合を考えます。  このとき、ディジタル値の最小値は(00000000)２＝０、最大値は(11111111)２＝255で、(00000001)２＝１ビットの変化による出力電圧の変化は、５Ｖを256種のディジタル値で等分割した値５÷256≒0.02Ｖとなります。また、ディジタル値128を入力したときの出力電圧は0.02×128≒2.5Ｖとなります。したがって、次の式が成立することが分かります。  １ビットの変化による出力電圧の変化  ＝ディジタル値Ｘを入力したときの出力電圧÷ディジタル値Ｘの値  ＝2.5V÷128  基本情報　平成29年度春　問20　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-438

### ２）制御の仕組み

機械電子制御の方法は、オープンループ制御とクローズドループ制御の２つに大別されます。

**オープンループ制御**は、制御対象の状況をフィードバックすることなく、あらかじめ定めた手順や時間にそって制御を進める方法で、「垂れ流し」とも呼ばれます。

**クローズドループ制御**は、制御対象の状況をフィードバックし、状況に応じて調整しながら制御を進める方法です。フィードバックの方法で、さらに、シーケンス制御とフィードバック制御に分けられます。

**シーケンス制御**は、On-Off信号により制御対象の状況を把握し、あらかじめ定められた順序又は条件に従って、逐次制御を進める方法です。これに対して、**フィードバック制御**は、連続信号により制御対象の状況を常に把握し、修正動作を行いながら制御を進める方法です。そのため、予測できないような外乱に強い制御方法です。

|  |
| --- |
| 例題  フィードバック制御の説明として，適切なものはどれか。  ア　外乱による影響を検出してから修正動作を行う。  イ　外乱に弱く，それらの影響を増幅させてしまう。  ウ　外乱を検知して，その影響が出ないように修正動作を行う。  エ　外乱を予測して修正動作を行う。  フィードバック制御は、制御量を常に検出して制御に反映しているので、予測できないような外乱に強い制御方法です。  イ　シーケンス制御に関する記述です。  ウ　カスケード制御に関する記述です。  エ　フィードフォワード制御に関する記述です。  基本情報　平成22年度春　問4　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-439

### ３）センサ・アクチュエータの種類と特性

センサは、光、温度、圧力などの状態を検出し、情報に変換する装置です。代表的なセンサには、カメラの露出や室内の照度測定に使われる光センサや、電子コンパスや紙幣識別装置などに使用される磁気センサ、向きの変化などを検知し、カーナビや飛行機の姿勢制御などに使用される**ジャイロセンサ**（角速度センサ）などがあります。

アクチュエータは、電気信号などを与えることで物理的運動を発生させる装置です。例えば、ロボットで電気的な信号を与えて関節を駆動させる装置として使われています。

コンピュータ制御では、制御対象の光、温度、圧力などの状態をセンサで検出し、コンピュータが判断して、アクチュエータを通じて電動、油圧、水圧、空気圧などの機械的な動作に変換し、制御対象を一定の状態に保ちます。

|  |
| --- |
| 例題  アクチュエータの機能として，適切なものはどれか。  ア　アナログ電気信号を，コンピュータが処理可能なディジタル信号に変える。  [イ](https://www.fe-siken.com/kakomon/29_aki/q22.html#ans)キーボード，タッチパネルなどに使用され，コンピュータに情報を入力する。  [ウ](https://www.fe-siken.com/kakomon/29_aki/q22.html#ans)コンピュータが出力した電気信号を力学的な運動に変える。  [エ](https://www.fe-siken.com/kakomon/29_aki/q22.html#ans)物理量を検出して，電気信号に変える。  ア　A/D変換器に関する記述です。  イ　静電容量センサに関する記述です。  エ　物理センサに関する記述です。  応用情報　平成31年度春　問21　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-440,441

## ３．構成部品及び要素と実装

学習のポイント

✅ 例題を解くことができるように問題演習しよう！

### １）LED

LED（Light Emitting Diode：発光ダイオード）は、＋側の電圧が－側より高い（順方向に電圧を加える）と発光する半導体素子です。

LEDを組み合わせて10進数を表示する装置に**7セグメントLED**があります。名前のとおり数字を表現する７個のLEDと小数点を表示する１個のLEDの合計８個のLEDから構成されています。

🏋プラスアルファ

７セグメントLEDには、LEDの出力ポートの＋側（アノード）をひとまとめ（コモン）にしたアノードコモンと、－側（カソード）をひとまとめにしたカソードコモンがあります。アノードコモンを使用すると出力ポートの信号レベルがLowの場合に点灯し、カソードコモンを使用すると出力ポートの信号レベルがHighの場合に点灯します。

|  |
| --- |
| 例題  ７セグメントLED点灯回路で，出力ポートに16進数で6Dを出力したとき表示状態はどれか。ここで，P7を最上位ビット(MSB)，P0を最下位ビット（LSB）とし，ポート出力が１のとき，LEDは点灯する。  凡例  消灯  点灯  a  b  c  d  e  f  g  Dt  出力ポート  P0  P1  P2  P3  P4  P5  P6  P7  a  f  e  d  b  c  g  Dt  ア イ ウ エ  (6D）16＝（01101101）2  →　a＝1、b＝0、c＝1、d＝1、e＝0、f＝1、g＝1、Dt＝0  →　a：点灯、ｃ：点灯、d：点灯、f：点灯、g：点灯  基本情報　平成24年度春　問25　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-442

プラスアルファ

### ●システムLSI

システムLSIは、複数のLSIで実現していた機能を１つに集積したもので、必要とされる全ての機能を１つのシステムLSI上に実装しています。

|  |  |
| --- | --- |
| 種類 | 内容 |
| SoB （System on Board） | 必要とされるすべての機能を１枚のプリント基板上に集積 |
| SiP （System in Package） | 複数のICチップを１つのパッケージにまとめ、その上に集積 |
| **SoC** （System on a Chip） | １つのICチップ上に集積 |

システムLSIの種類

なお、１つのICチップの上に、CPU、メモリ、RAM、ROM、基本的な入出力機能を実装したものを**シングルチップマイコン**と呼びます。

|  |
| --- |
| 例題　プラスアルファ  SoC（System on a Chip）の説明として，適切なものはどれか。  ア　CPU，チップセット，ビデオチップ，メモリなどコンピュータを構成するための電子回路基板  イ　CPU，メモリ，周辺装置などの間で発生するデータの受渡しを管理する一連の回路群を搭載した半導体チップ  ウ　必要とされるすべての機能（システム）を同一プロセスで集積した半導体チップ  エ　プロセスが異なる機能は，個別に最適化されたプロセスで製造し，パッケージ上でそれぞれのチップを適切に配線した半導体チップ  SoCは、[コンピュータ](http://www.keyman.or.jp/3w/prd/42/61003542/)の主要機能（CPU、[チップセット](http://www.keyman.or.jp/3w/prd/41/61001341/)、[ビデオチップ](http://www.keyman.or.jp/3w/prd/94/61001394/)、[メモリ](http://www.keyman.or.jp/3w/prd/94/61001594/)など）を１つに積載した半導体[チップ](http://www.keyman.or.jp/3w/prd/58/61002358/)です。  実装面積を大幅に縮小させることができるため、装置の小型化や製造コスト低減、配線の省略による高速化、部品点数の削減による消費電力の節約をすることができます。組込み機器である携帯電話や薄型テレビ、ディジタルカメラなどの分野で高性能化、小型化、軽量化に不可欠とされます。  ア　システムボード（マザーボード）に関する記述です。  イ　チップセットに関する記述です。  エ　SiPに関する記述です。  基本情報　平成21年度秋　問23　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-443