

# デジタル電子回路実験（共通実験Ⅰ）

## 1 まえがき

メカトロニクス (mechatronics) は機械工学 (メカニクス : mechanics) と電子工学 (エレクトロニクス : electronics) の境界領域を扱う技術で、機械製品のエレクトロニクス化やコンピュータによる機械の知能化、ロボットその他の制御技術に代表される。コンピュータの普及により、ハードウェアである機械にソフトウェアが組み込まれ、今後は機械系技術者もコンピュータを含めた電子技術を取り入れる必要性は増加してきている。したがってデジタル回路を中心とする電子装置の設計・製作、コンピュータとのインターフェースの設計・製作などは機械関係の技術者が修得しておくべき技術となっている。

本実験では、デジタル回路の基礎となる論理回路の動作を確認し、デジタル IC (集積回路) を用いたごく簡単な応用例であるストップウォッチをブレッドボードを用いて作成し、デジタル回路の基礎を学ぶ。

## 2 論理回路実習装置 (DCA-5)

デジタル IC をはんだづけなどを行わずに、リード線を接続するだけで回路の実験ができる装置で、電源 (5V)、各種出力 (数値表示 (7セグメント × 1)、発光ダイオード (LED × 10))、各種入力 (方形波発振器 (1 ~ 100Hz) × 1、押しボタンスイッチ × 4、オープンコレクタ × 2、プルアップ

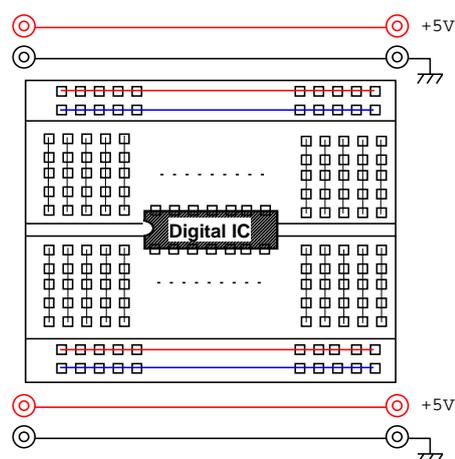


図 1: 回路基盤構成図

× 2)、デジタル IC (TTL および CMOS)、配線用リード線からなっている。

ピン間隔は IC ピッチになっていて、図 1 のように IC を配置すると、IC のピンに対して上下方向がつながっている。電源ラインは別に用意されていて、電源と左右の線をつなげて使用する。本体には図 1 が 4 つある。IC は混乱を避けるために、必ず半円の印を左側にくるように挿入する。

## 3 デジタル IC

デジタル IC には大きく分けて TTL (transistor transistor logic) と C-MOS (complementary MOS FET) がある。実験では TTL を主に使う。これらは論理記号は同じでも、電気回路的に電流容量などに差がある。TTL は電源電圧が 5V (±0.25V) であるが、C-MOS は 2 ~ 6V で動作可能で消費電力も少ない。一般には、デジタル IC の供給電源は 5V と思って差し支えない。

### 3.1 AND,NAND,OR,NOT

2進数の0と1を対象とした論理演算を代数の演算式で表したものがブール代数であり、代表的なものとしてAND(論理積)、NAND(論理積否定)、OR(論理和)、NOT(否定)がある。ブール代数では0と1が使われるが、デジタル回路では0,1以外にもH(High), L(Low)も使われる。これらを総称してゲート回路とも呼ばれる。NAND,NOTにある印は否定を表す。

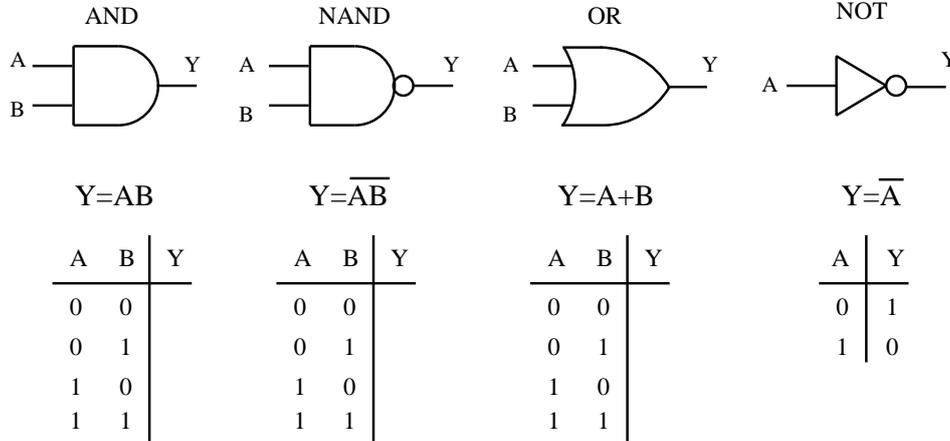


図 2: 論理回路 (AND,NAND,OR,NOT)

### 3.2 実験で使用する IC のピン配置

実験で使用する IC のピン配置を図 3 に示す。図はすべて上から見たもので、回路図とのピン番号に十分注意すること。特に、74LS90 は Vcc と GND の位置が他の IC とは異なる。また、TC4511 はピンが 16 ピンである。

74LS08 (2AND) 2 入力の AND:4 回路	74LS00 (2NAND) 2 入力の NAND:4 回路
74LS32 (2OR) 2 入力の OR:4 回路	74LS04 (NOT) NOT:6 回路
TC4511 7 セグメントデコーダ	74LS90 10 進カウンタ

## 4 実験

### 4.1 AND, NAND, OR の動作

図 4 の回路図をブレッドボードで作成し、AND (74LS08), NAND (74LS00), OR (74LS32) の動作をオシロスコープで確認する。3 つの TTL (08,00,32) は Vcc, GND だけでなく、入力、出力も同じピン配置なので、ひとつの回路を組んで、正しく動作していれば、IC を差し替えるだけでつぎの実験ができる。

1. 回路図にしたがってブレッドボードに結線する。
2. スイッチ (S5) を ON, OFF したときのオシロスコープの様子を記録する。出力電圧がどのくらいか測定する。
3. AND, NAND, OR の動作を予習書と見比べ確認する。

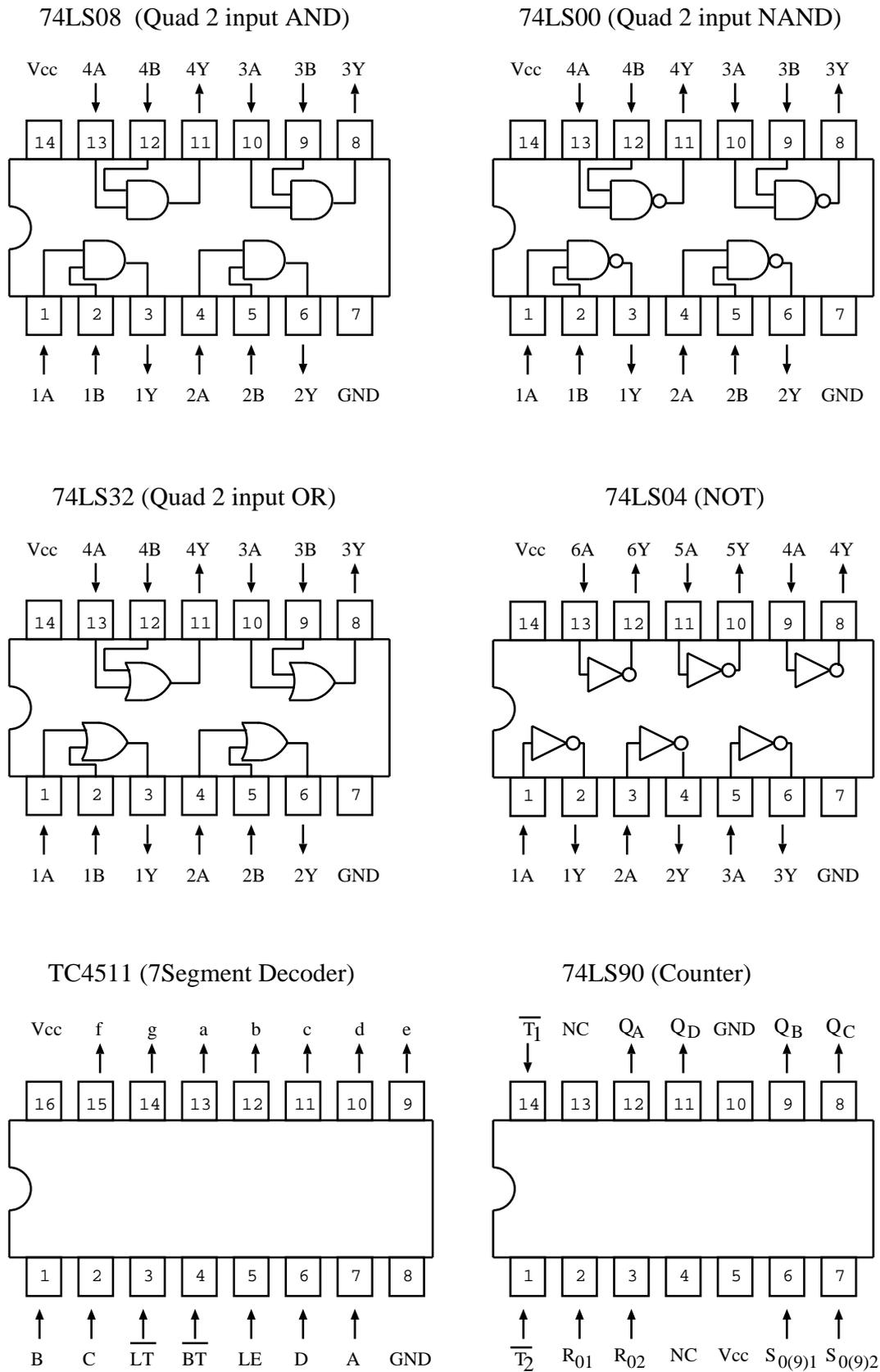


図 3: 実験で使用する IC のピン配置 (上から見た図)

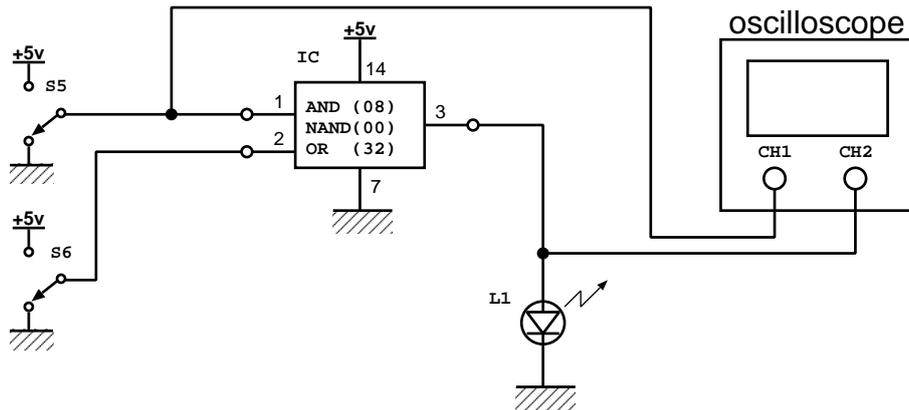


図 4: 2 入力 1 出力論理回路 (AND,NAND,OR) の回路図

## 4.2 2つの IC を使った 3 入力 AND, NAND, OR の動作

4.1 の回路にさらに AND, NAND, OR を追加して、図 5 のような 3 入力 1 出力の論理回路を作成し、動作を確認する。

1. IC1, IC2 は予習書でやってきたものを選び、ブレッドボードに結線する。
2. スイッチ (S5, S6) を ON, OFF させオシロスコープの出力の様子をノートに記録する。出力電圧がどのくらいか測定する。
3. 3 入力の論理回路の動作を予習書と見比べ確認する。

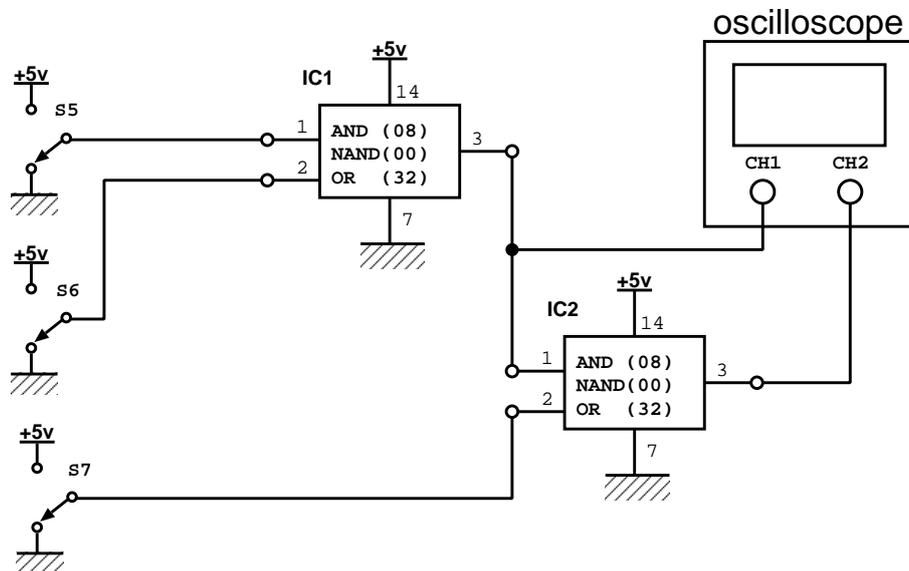


図 5: 3 入力 1 出力論理回路 (AND, NAND, OR) の回路図

## 4.3 ストップウォッチ：カウンタ回路の応用

デジタル回路の基礎としてカウンタ回路がある。カウンタとは入力されるクロックの数を数える回路で、2進数、10進数の UP/DOWN カウンタなどがある。ここではクロックを約 1 秒として、スタートボタン、ストップボタン、リセットの機能をもつ簡単なストップウォッチを作成する。カ

カウンタの出力は2進数のLED表示と7セグメントの数値表示デコーダを接続して、1桁の数値としても表示させる。

1. ストップウォッチの回路図 (図 6) から各 IC のピン番号に注意して、結線図 (図 7: IC の配置と電源のみテキストには表示。) に線を結ぶ。(予習してくる)
2. 作成した結線図にしたがって、ブレッドボードに回路を組む。
3. 結線 (特に電源) に間違いがないことを確認して、スイッチを入れる。
4. スタート、ストップ、リセットスイッチで動作を確認する。
5. 7セグメントの表示と4個のLEDの点滅の関係を確認する。
6. クロック周期を変化させたときの様子を調べる。
7. 図 8 のタイミングチャート完成させる。

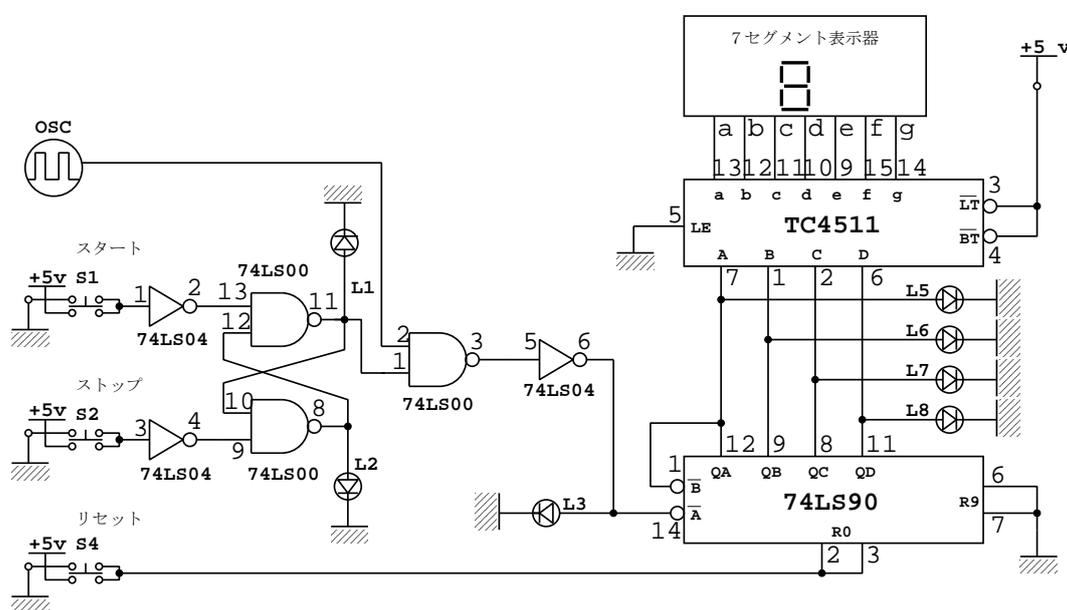


図 6: ストップウォッチ (カウンタ) の回路図

## 5 予習書とレポートについて

### 5.1 予習書

予習書は指定の用紙 (最終ページ) を用いて提出すること。

### 5.2 レポート

1. 実験 4.1、実験 4.2 のスイッチを ON/ OFF したときのオシロスコープの様子を示し、予習書で行った動作表と比較する。
2. 論理回路についての考察
3. 実験 4.3 の発光ダイオード (L5 ~ L8) と数値表示の関係について述べよ。
4. 実験 4.3 のタイミング表を完成させ、カウンタの働きを考察せよ。
5. デジタル電子回路の実験を行ってみた感想を表紙の裏に書くこと。

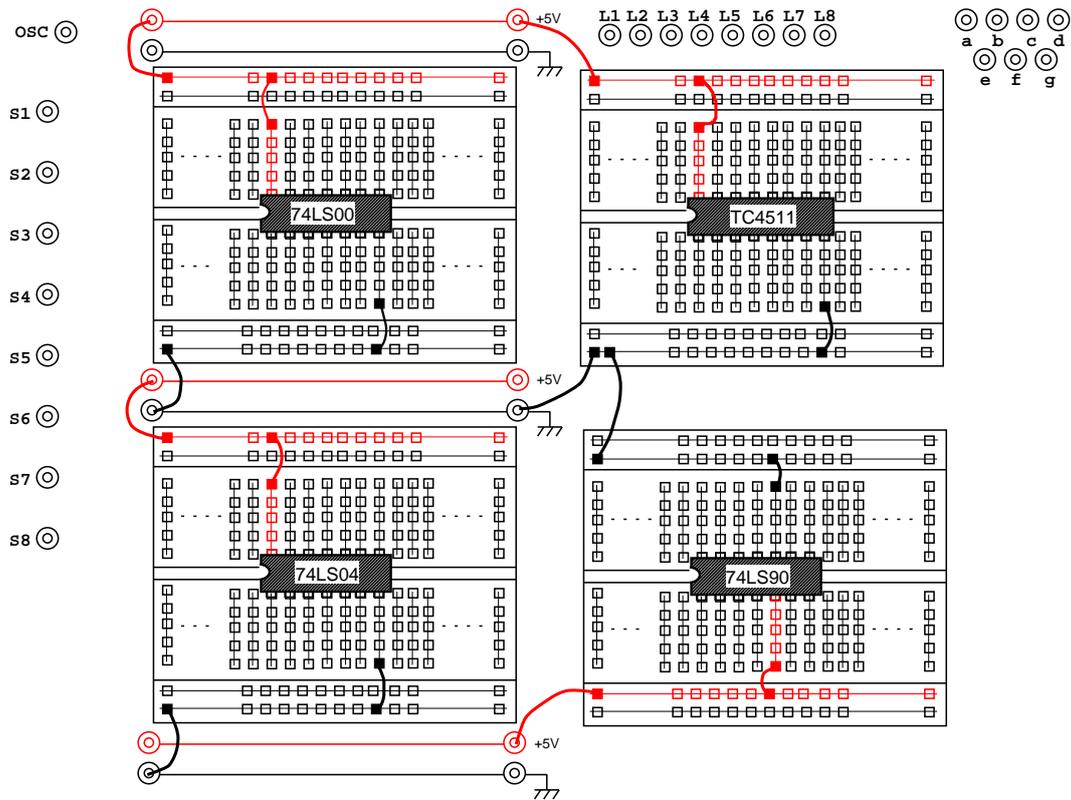


図 7: ストップウォッチ (カウンタ) の結線図

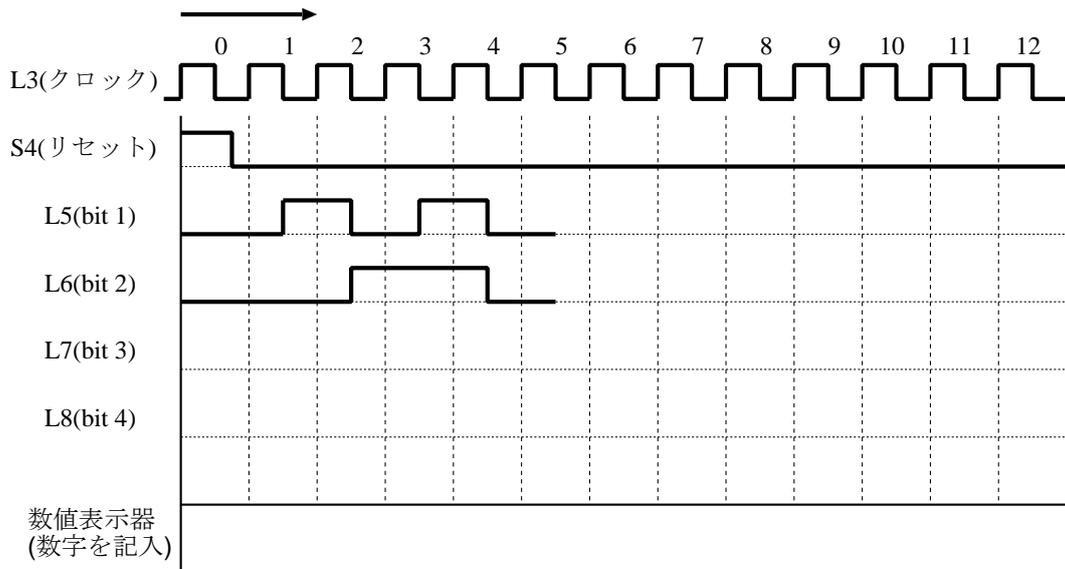


図 8: ストップウォッチ (カウンタ) のタイミング表

## 6 注意事項

1. ブレッドボード付属の部品 (IC、リード線など) は細かいので、なくしたり隣の班と混ざったりしないように注意する。
2. IC の抜き差しは慎重に行い、IC のピンを曲げたり折ったりしない。また、抜くときに勢い余って IC のピンを指に刺さないように注意する。
3. 結線をおこなうときは電源を必ず OFF にしておこなう。
4. 電源を入れる前には必ず IC の Vcc と GND を確認する。
5. 片付けるときには、すべての IC がそろっていることを確認する。

## 共通実験I 予習書

提出日： 年 月 日 班 組 番号 名前 \_\_\_\_\_

1. AND, NAND, OR の動作表 (図 1) を作成せよ。

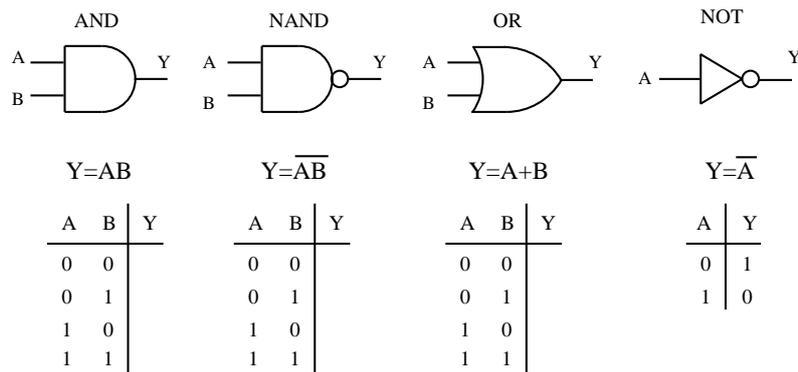


図 1: 論理回路 (AND, NAND, OR, NOT)

2. 実験 4.2 において、IC1、IC2 を自分で選び (AND, AND を除く)、その動作表を作成せよ。

IC1: \_\_\_\_\_, IC2: \_\_\_\_\_

入力 1	入力 2	入力 3	IC1 出力	IC2 出力

3. 身近なデジタル機器とそれに対応したアナログ機器を 3 つあげよ。

	デジタル機器	アナログ機器
1		
2		
3		