

情報エレクトロニクス実験Ⅱ報告書

実験題目

デコード回路の作成

実験場所 電子工学実験室 担当 楡井 雅巳

報告者

3 学年 2 組 10 班

組番号 211 氏名 古城隆人

共同実験者

組番号 234 氏名 山本悠介

組番号 222 氏名 塚田 勇人

実験年月日

2024 年 10 月 25 日 (3 コマ ~ 4 コマ)
天気 曇り 気温 26.2 湿度 68

2024 年 11 月 1 日 (3 コマ ~ 4 コマ)
天気 曇り 気温 18 湿度 64

2024 年 11 月 15 日 (3 コマ ~ 4 コマ)
天気 晴れ 気温 21.5 湿度 55

年 月 日 (3 コマ ~ 4 コマ)
天気 気温 湿度

提出期限

2024/11/21

1 目的

セレクト回路のリバースエンジニアリングをして、回路図を作成する。デコード回路の作成では真理値表の作成・論理式の作成、ブレッドボードへの配線を行った。リバースエンジニアリングでは逆の工程をたどるため回路を調べて回路図を作成し、真理値表の作成を行う。

2 原理

今回はセレクト回路のリバースエンジニアリングを行う。そこで、今回使用するものを以下に説明する。

2.1 セレクト回路

セレクト回路は複数の入力を持ち、出力する信号を選ぶことが出来る回路である。今回使用するセレクト基板は入力が $A = [A_2, A_1, A_0]$ 、 $B = [B_2, B_1, B_0]$ 、 $C = [C_2, C_1, C_0]$ の3つの入力を持ち、 $SW1$ 、 $SW0$ の2つのスイッチで選択することが出来る。 $SW1$ 、 $SW0$ の入力によって、 A 、 B 、 C のどれかが出力される。また、出力は $OUT = [OUT_2, OUT_1, OUT_0]$ と EN の2つの信号を持つ。 EN は有効信号であり、セレクト回路の先につながる3bitと7セグLEDをデコードする基板上で、 EN が1の時にのみLEDに出力されるようになっている。そのため EN が0になるときの $SW0$ 、 $SW1$ はどちらも OFF になっているときは OUT は何を出力してもLEDには表示されないので*と表記する。

2.2 汎用ロジック IC

汎用ロジック IC は、論理回路を実装するための IC であり、型番によって搭載されている論理ゲートが異なる。今回使用する IC を表1に示す。

表 1: IC

| 型番 | 機能 |
|--------|---------|
| 74LS04 | NOT ゲート |
| 74LS08 | AND ゲート |
| 74LS32 | OR ゲート |

2.3 動作確認用減算基板

今回使用するセレクト回路の入力をするための基板を動作確認用減算基板という。この基板はセレクト回路とピンヘッダを介してつながっており、出力は $A = [A_2, A_1, A_0]$ 、 $B = [B_2, B_1, B_0]$ 、 $C = [C_2, C_1, C_0]$ の 3 つの入力がある。それぞれの出力に対して 10 進数から 2 進数にエンコードする回路が入っており、0 から 9 までの入力をセレクト回路に渡すことが可能であるが 3bit の出力なので 8 以上の信号では 4bit 目が切り捨てられるため 0 から始まる。動作確認用減算基板のピンヘッダのピンアサインを表 2 に示す。

表 2: ピンヘッダ

| | |
|-----|-----|
| 5V | B2 |
| A2 | B1 |
| A1 | B0 |
| A0 | C2 |
| 5V | C1 |
| 5V | C0 |
| GND | GND |

2.4 動作確認用デコード基板

今回使用するセレクト回路の出力を確認するための基板を動作確認用デコード基板という。この基板はセレクト回路とピンヘッダを介してつながっており、入力は $OUT = [OUT_2, OUT_1, OUT_0]$ と EN の 2 つの信号がある。

2.5 テスター

テスターは交流・直流どちらでも使用できる電気計測器であり、電圧の測定や電流の測定、電圧を印加して抵抗値を調べるなどのことを行うことが出来る。今回はテスターを用いることにより、どこのピンとどこのピンが導通しているかを確認する。テスターを用いて回路をリバースエンジニアリングしていく。

2.6 トグルスイッチ

トグルスイッチは、レバーの方向によって接点が変わるスイッチである。トグルスイッチでは、スイッチングする間に接点に接触していない時間存在する。そのため、接点が浮いている状態でもどちらかの入力が決まる接続方式にしないとイケない。図 1a の接続方法では、SW0 の端子が常

に抵抗を介して $+5V$ と接続しており、スイッチが浮いている状態の時は $SW0$ のほうに電流が流れる。接点が接触し、 $SW0$ と GND が接続されると $SW0$ と GND が同電圧になるため、 $SW0$ の出力は $0V$ となる。図 1b の接続方法では、 $SW0$ の端子がスイッチングの間に浮いてしまうため、どっちつかずの状態になる。そのため、図 1a の接続方法が好ましい。

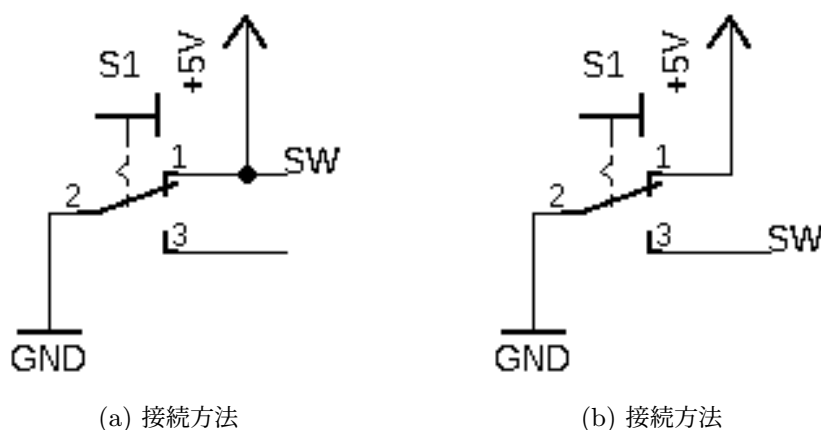


図 1: トグルスイッチの接続方法

2.7 バイパスコンデンサ

バイパスコンデンサとは、回路で発生するノイズを除去したり、補助電源として機能するものである。デジタル IC では、処理する信号が「0」から「1」へ、または「1」から「0」に変化する際に、スイッチング電流とよばれる大きな電流が流れます。」[1] このスイッチング電流は IC の V_{CC} と GND の間にノイズとして現れる。そのため、バイパスコンデンサを用いて消費した電流を補うことによりノイズを除去することが出来る。設置場所としては、回路上で IC と近い場所に設置すべきである。IC によって生まれたノイズが他の IC に影響を与えた場合に誤動作してしまうので、IC の隣に設置することによりノイズをほかの IC の電源線に流れ込まないようにすることが出来る。例として、画像 2 にバイパスコンデンサの設置場所を示す。 $C1$ の位置では電源にノイズの影響が出てしまう可能性があるため、 $C2$ の位置に設置することが望ましい。

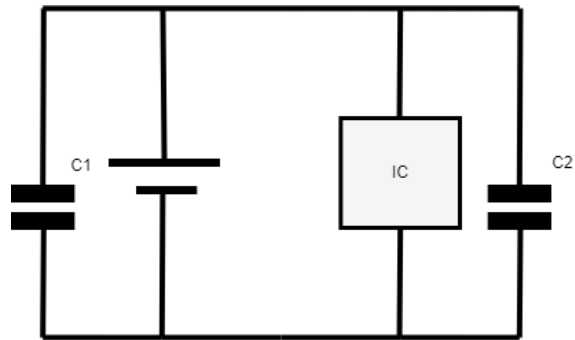


図 2: バイパスコンデンサの設置場所

3 実験方法

3.1 セレクタ回路の動作確認

まず最初にセレクタ基板にロジック IC を挿入し、ピンヘッダを介して動作確認用減算基板、動作確認用デコード基板を接続する。セレクタ基板の概要図を図 4 に示す。*J1* に動作確認用減算基板を接続し、*J2* に動作確認用デコード基板を接続する。*IC1* から *IC6* に接続する汎用ロジック IC を表 1 に示す。

表 3: IC

| 部品 ID | 汎用ロジック IC |
|-------|-----------|
| IC1 | 74LS04 |
| IC2 | 74LS08 |
| IC3 | 74LS08 |
| IC4 | 74LS08 |
| IC5 | 74LS32 |
| IC6 | 74LS32 |

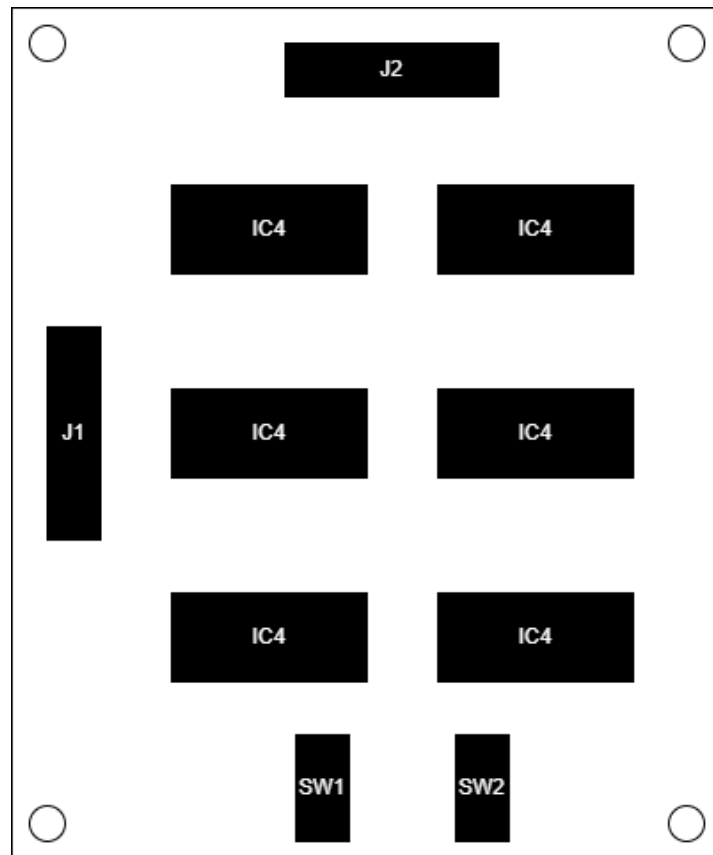


図 3: セレクト基板

3.2 リバースエンジニアリング

リバースエンジニアリングを行っていく。このとき導通チェックのためにテスターの端子に電圧を印加させるため、ソケットから IC を外して行う。むやみにテスターを当てていくよりも、最も原始的なセレクト回路を基にテスターを当てていくことである程度見るピンの数を減らすことができる。最も原始的なセレクト回路を図 4 に示す。

4 結果

4.1 セレクト回路の動作確認

セレクト回路の動作確認を行った結果を表 4 に示す。3bit しか出力がないため、 $(8)_10$ 以上の数値を入力しても 4bit 目が切り捨てられるため、 $(8)_10$ のときは $\bar{0}$ が表示される。

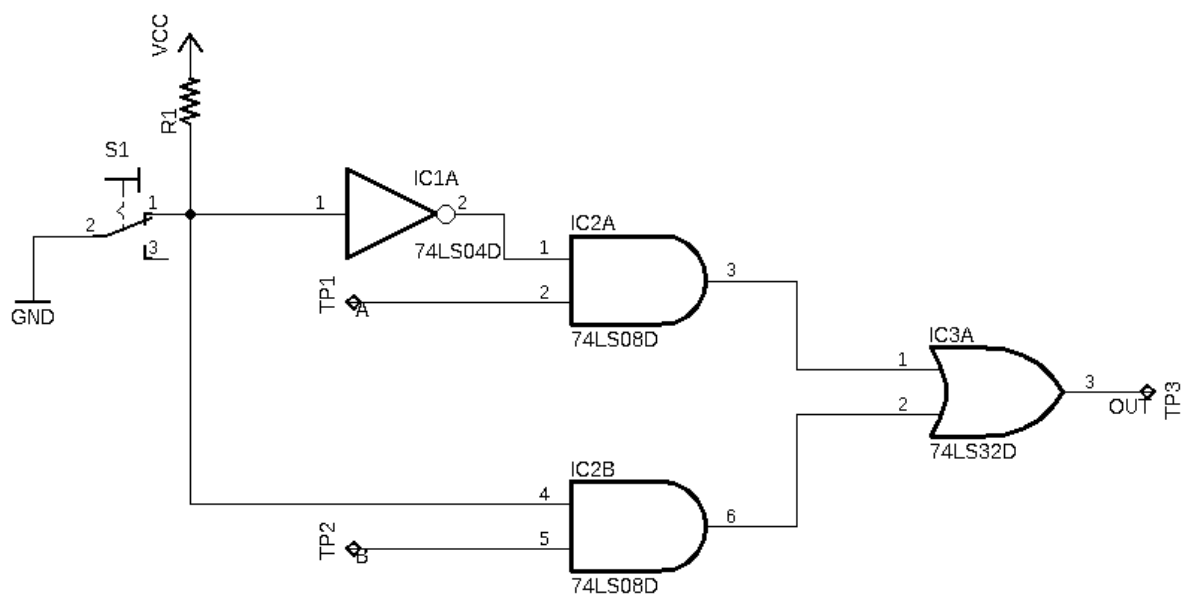


図 4: 最も原始的なセクタ回路

表 4: セクタ回路の動作確認

| | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| (0) ₁₀ | (1) ₁₀ | (2) ₁₀ | (3) ₁₀ | (4) ₁₀ |
| | | | | |
| (5) ₁₀ | (6) ₁₀ | (7) ₁₀ | (8) ₁₀ | (9) ₁₀ |
| | | | | |

4.2 リバースエンジニアリング

リバースエンジニアリングを行って作成した回路図を図 5 に示す。また、作成した回路図を元に真理値表を作成した結果を表 5 に示す。

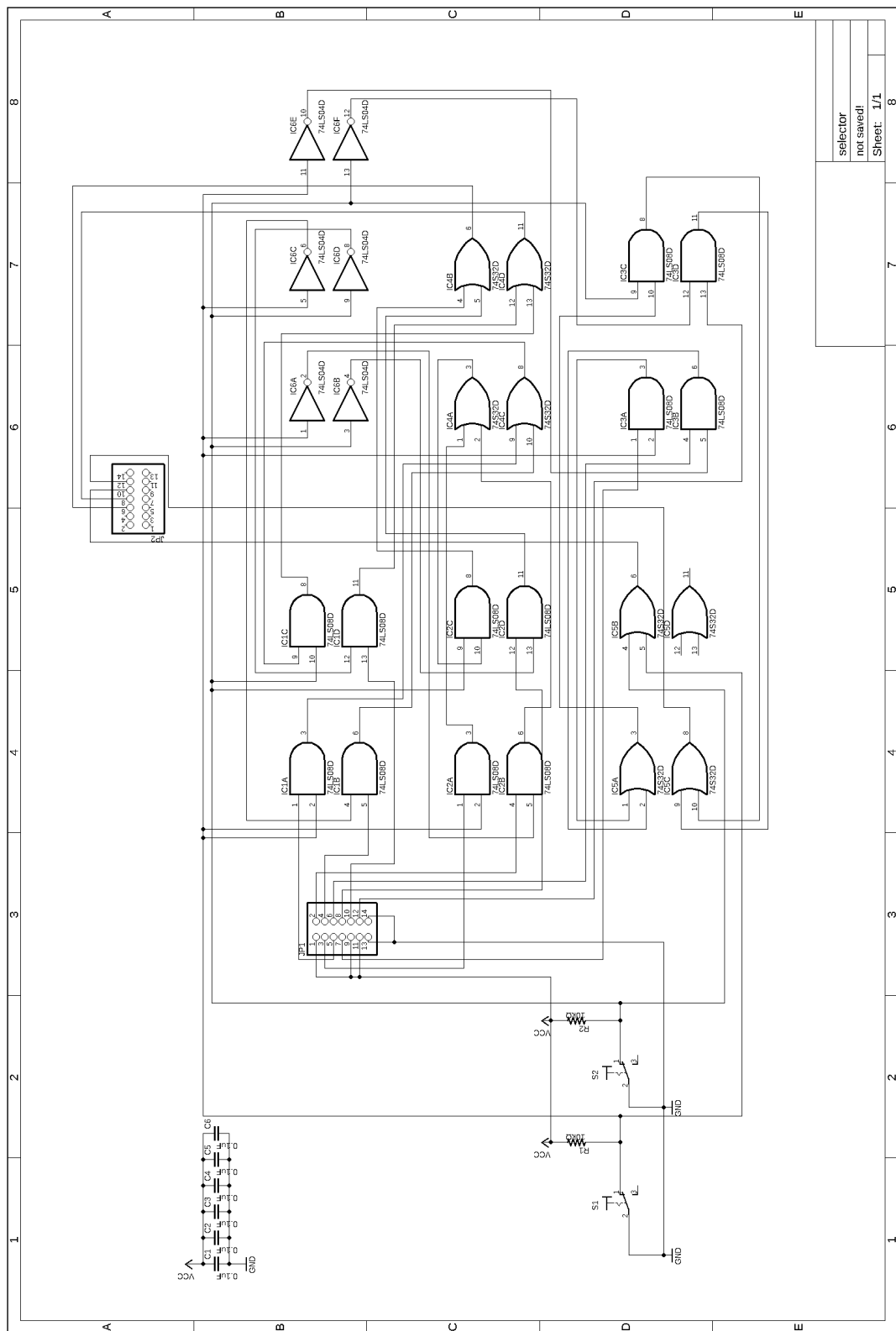


図 5: リバースエンジニアリングした回路図

表 5: 真理値表

| $SW1$ | $SW2$ | OUT | EN |
|-------|-------|-------|------|
| 0 | 0 | * | 0 |
| 0 | 1 | B | 1 |
| 1 | 0 | C | 1 |
| 1 | 1 | A | 1 |

5 考察

セレクト回路の予想をたてて、リバースエンジニアリングを行うことにより一個の入力当たり調べるピンの数が減り、効率的に回路図を作成することが出来た。

参考文献

- [1] 堀桂太郎、『デジタル回路入門早わかり (改定 2 版)』、株式会社オーム社、p148、(2016.7.13)