

情報工学実験 1
基本ゲート回路
035743A : 比嘉雅樹

実験日 : 2004/05/21
提出日 : 2004/05/28
共同実験者 : F グループ
 : 任家林
 : 浜川ありさ

1 実験課題

- (1) NAND ゲートのみを用いて、NOT,AND,OR,NOR,XOR ゲートを設計せよ。
- (2) 実験 (1) で設計した各ゲートを実際に NAND ゲート IC を用いて実現し、それらの動作を確認せよ。
- (3) 2 変数の論理関数は全部で 16 種類ある。何故 16 種類になるか説明せよ。また、2 辺数の論理関数を 16 種類すべて列挙し、否定 (NOT)、論理積 (AND)、論理和 (OR) のみを用いて表現せよ。
- (4) NAND ゲート以外のゲート回路のうち、ただ 1 種類で NOT,AND,OR,NAND,NOR,XOR ゲートを表せるゲート回路の具体例を示せ。
- (5) 2 種類のゲート回路で、NOT,AND,OR,NAND,NOR,XOR ゲートを表せるゲート回路の組の具体例を 2 組以上示せ。
- (6) 半加算器および全加算器とはどのような回路か調査し説明せよ。
- (7) 本実験について考察せよ。

2 報告事項

2.1 NAND ゲートのみを用いて、NOT,AND,OR,NOR,XOR ゲートを設計せよ。

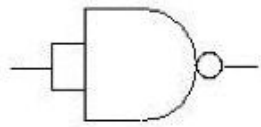


図 1: NOT

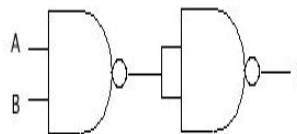


図 2: AND

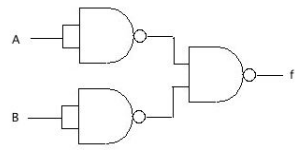


図 3: OR

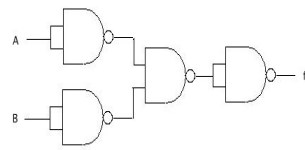


図 4: NOR

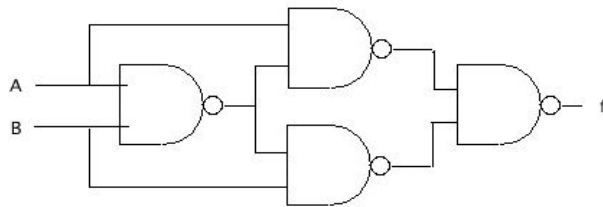


図 5: XOR

2.2 実験(1)で設計した各ゲートを実際に NAND ゲート IC を用いて実現し、それらの動作を確認せよ。

以下の図のように回路を組み動作を確認し、全て正常に動作した。

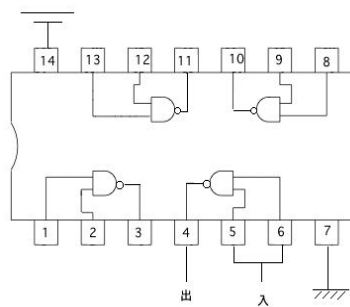


図 6: NOT

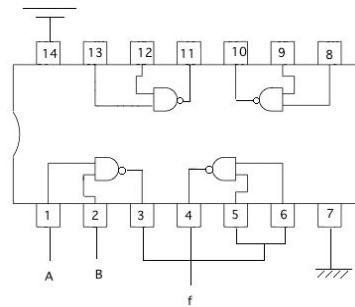


図 7: AND

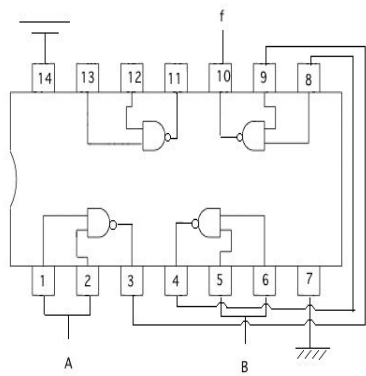


图 8: OR

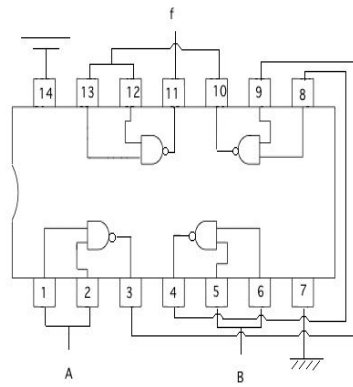


图 9: NOR

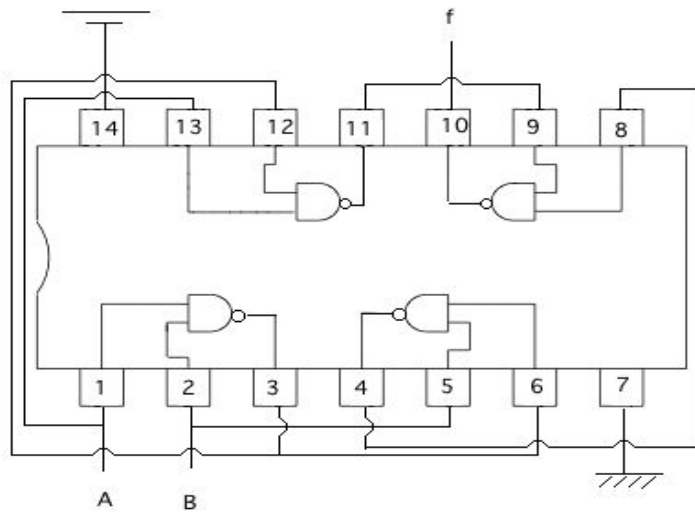


图 10: XOR

2.3 2変数の論理関数は全部で16種類ある。なぜ16種類になるか説明せよ。また、2変数の論理関数を16種類すべて列挙し、NOT,AND,ORのみを用いて表現せよ。

2変数の論理関数が全部で16種類あるのは、00,01,10,11の4種類の入力での出力が、それぞれ1と0の2通りあるので

$$2^4 = 16$$

となる。

下記の表で、16種類の論理関数と論理式を示す。

表 1: 16種類の論理関数と論理式

入力	A	B	
	0011	0101	
出力	f	0000	$\overline{A} \cdot \overline{B}$
		0001	$A \cdot \overline{B}$
		0010	$\overline{A} \cdot B$
		0011	$A \cdot (B + \overline{B})$
		0100	$\overline{A} \cdot B$
		0101	$(A + \overline{A}) \cdot B$
		0110	$\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$
		0111	$A + B$
		1000	$\overline{A + B}$
		1001	$(\overline{A} + B) \cdot (A + \overline{B})$
		1010	$\overline{B} + (A \cdot \overline{A})$
		1011	$A + \overline{B}$
		1100	$\overline{A} + (B \cdot \overline{B})$
		1101	$\overline{A} + B$
		1110	$\overline{A} + \overline{B}$
		1111	$AB + \overline{A} \cdot \overline{B}$

2.4 NANDゲート以外のゲート回路のうち、ただ一種類でNOT,AND,OR,NAND,NOR,XORゲートを表せるゲート回路の具体例を示せ。

まず、NORゲートでNANDゲートを作る（次図参照）

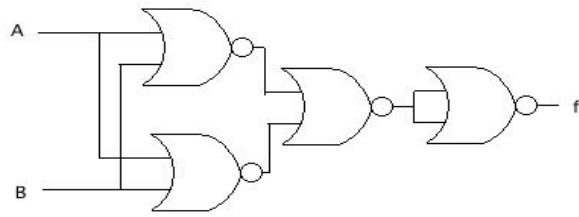


図 11: NOR ゲートのみで作った NAND

NOR ゲートのみで NAND ゲートが作れたことから、2.1 で示したように他の NOT, AND, OR, NAND, XOR も作れることが分かる。

2.5 2種類のゲート回路で NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR ゲートを表せるゲート回路の組の具体例を 2 組以上示せ。

下図参照。

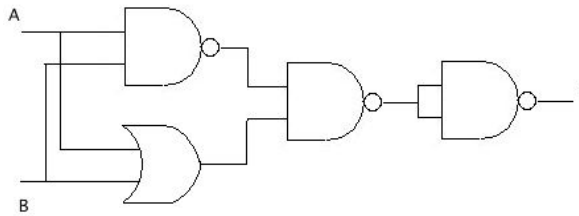


図 12: NAND、OR ゲートを用いた XOR ゲート

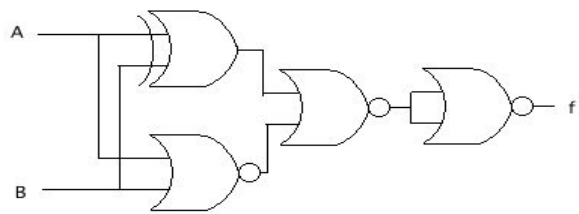


図 13: XOR、NOR ゲートを用いた NAND ゲート

2.6 半加算器、全加算器とはどのような回路か調査し説明せよ。

半加算器は、2進数の1桁の加算を行う回路で、桁上げを考慮しない加算器。

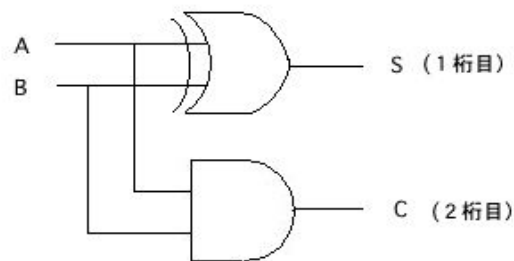


図 14: 半加算器

表 2: 半加算器の真理値表

A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

全加算器は、 n 桁の 2 進数の加算を行える。下位からの桁上げを考慮できるように、図に示すような仕組みになっている。

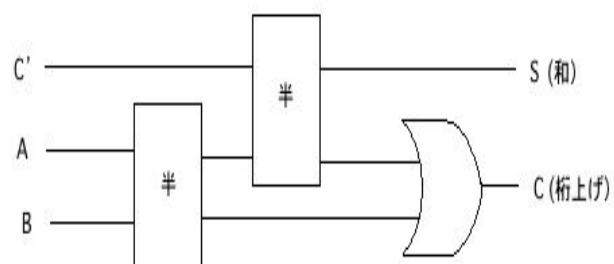


図 15: 全加算器

表 3: 全加算器の真理値表

A	B	C'	C	S
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

2.7 本実験の考察

今回の実験では、汎用ロジック IC の基本的な使い方を学んだ。
また、NAND ゲートか NOR があれば全ての回路が作れることが分かった。

3 使用器具

- 直流電源 : B-E,217
- 汎用ロジック IC (4011B)
- ブレッドボード
- ダイオード

参考文献

- [1] サクセスガイド ハードウェア 1 pp.122-123 : 安藤明之