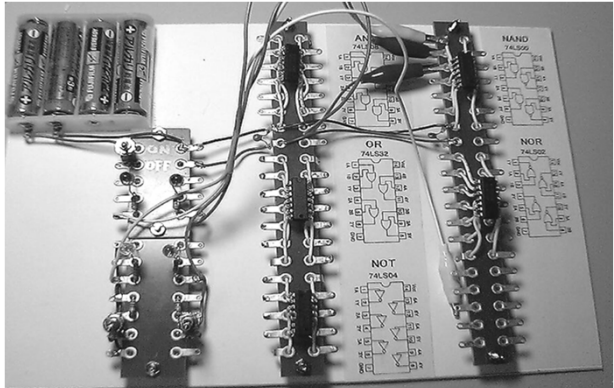


論理回路（デジタル回路）の実験

ロジック IC を使って論理回路を組み立て、理解する。



1

ロジック IC 基板 の使い方

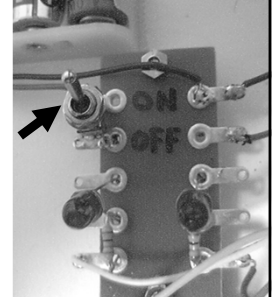
ボード上に AND、OR、NOT、NAND、NOR 回路を持つロジック IC (1個 30円) が、ラグ板に接続されている。

発光ダイオード (LED ; light emitting diode 1個 20円) と、スイッチが配置されている。

はじめに、電池ボックスの近くにある電源スイッチを ON にする。

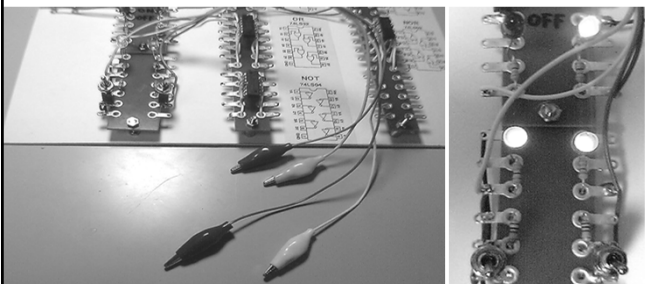
(実験終了時は OFF にして、電池をはずして下さい。)

(実験中でも、配線時や、作動させない時間が長いときは、OFF にする。)



2

黄色、緑色のワニぐちクリップの付いた線は、それぞれ黄色、緑色の LED が光るスイッチが入った時に約 5V の電圧が出る。IC への入力信号。
赤色、白色の線は、IC からの出力信号を確かめる線。出力 (5V) があれば、赤い LED が光る。



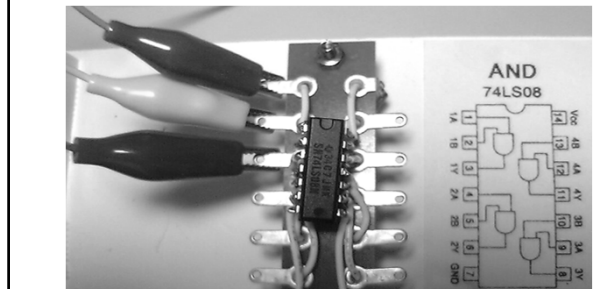
3

実験 1 AND 回路 論理積 (A ∧ B A · B AB)

AND 回路の IC に黄、緑の入力をつないで、出力に、赤の線をつなぐ。

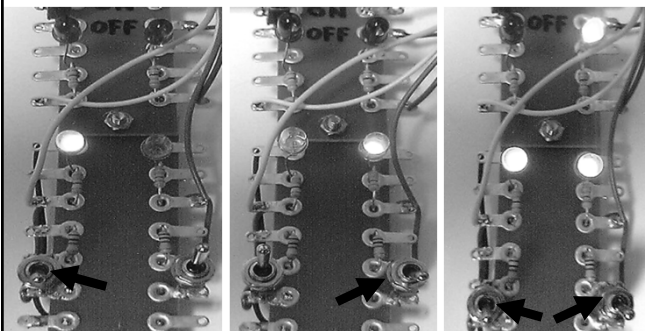
AND 回路 IC (74LS08) は、AND を 4 回路 持つ。

どれを使ってもよい。図と IC の足を良く見て配線する。



4

黄色入力だけ ON のときには、出力 LED は光らない。
緑色入力だけ ON のときにも、出力 LED は光らない。
両方が OFF のときにも、出力 LED は光らない。
両方が ON のとき、出力 LED が光る。



5

実験結果から、真理値表を作成し、

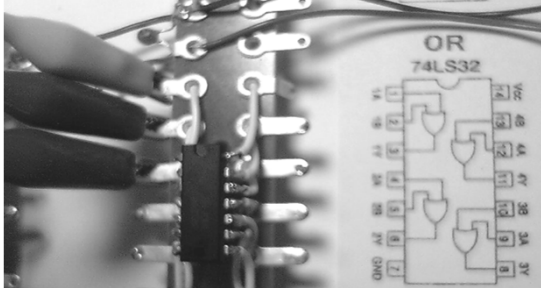
AND 回路の動作を理解する。

入力がすべて ON のとき出力が ON になる。

論理式記号	真理値表	回路図記号 MIL記号															
論理積 (AND) $A \wedge B$ または $A \cdot B$	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
	A	B	C														
	0	0	0														
	0	1	0														
	1	0	0														
1	1	1															


6

実験 2 OR回路 論理和 ($A \vee B = A + B$)
 OR回路のICに黄、緑の入力をつないで、出力に、赤の線をつなぐ。
 OR回路IC (74LS32)は、ORを4回路持つ。どれを使ってもよい。図とICの足を良く見て配線する。



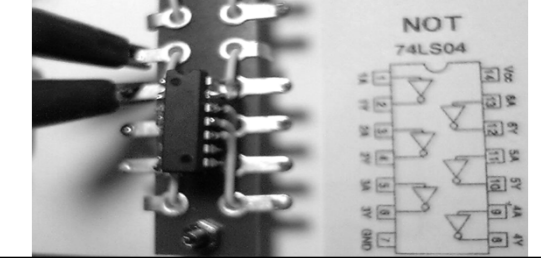
7

実験結果から、真理値表を作成し、OR回路の動作を理解する。
 入力にひとつでもONがあれば出力はONになる。

	論理式記号	真理値表	回路図記号 MIL記号															
論理和 (OR)	$A \vee B$ または $A + B$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
A	B	C																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																

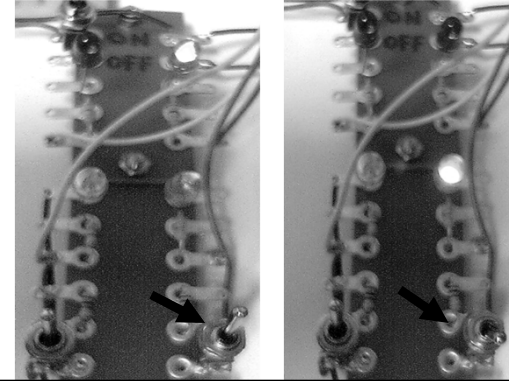
8

実験 3 NOT回路 論理否定 (\bar{A})
 NOT回路のICに緑の入力をつないで、出力に、赤の線をつなぐ。
 NOT回路IC (74LS04)は、NOTを6回路持つ。どれを使ってもよいが、ラグ板に配線しているのは4回路だけ。図とICの足を良く見て配線する。



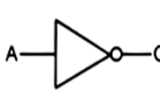
9

緑色の入力がOFFのときには、出力LEDが光る。
 緑色の入力がONのときには、出力LEDは光らない。



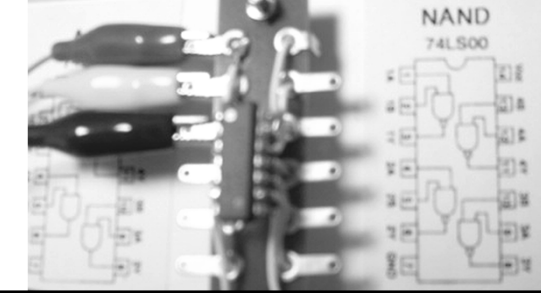
10

実験結果から、真理値表を作成し、NOT回路の動作を理解する。
 入力の反対(否定)を出力する。

	論理式記号	真理値表	回路図記号 MIL記号						
否定 (NOT)	\bar{A} または $\sim A$ または $\neg A$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	C	0	1	1	0	
A	C								
0	1								
1	0								

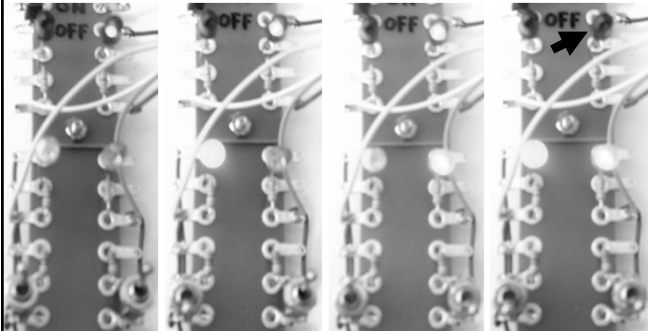
11

実験 4 NAND回路 否定論理積 ($\overline{A \wedge B}$)
 NAND回路のICに黄、緑の入力をつないで、出力に、赤の線をつなぐ。
 NAND回路IC (74LS00)は、NANDを4回路持つ。どれを使ってもよい。図とICの足を良く見て配線する。



12

両方が OFF のとき、出力 LED は光る。
 黄色入力だけ ON のとき、出力 LED は光る。
 緑色入力だけ ON のとき、出力 LED は光る。
 両方が ON のときだけ、出力 LED は光らない。



13

実験結果から真理値表を作成し、NAND 回路の動作を理解する。
 入力が全て ON のときだけ出力が OFF。

論理式記号	真理値表	回路図記号 MIL記号															
否定論理積 (NAND) $A\bar{A}B$ または $A\uparrow B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
A	B	C															
0	0	1															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															

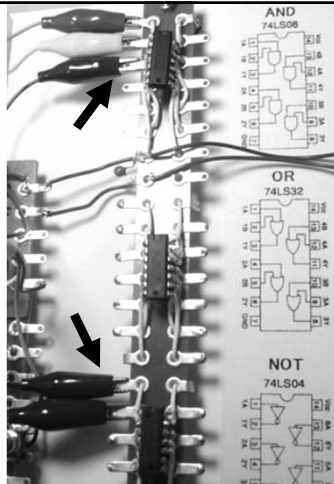
次に、AND 回路と NOT 回路で NAND 回路を作る。

否定論理積 NAND は AND と NOT の直列と同じ。



14

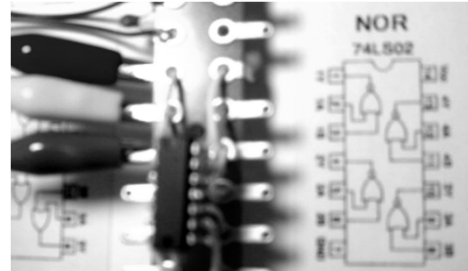
黄色と緑色の入力を
AND回路の入力につなぐ。
 中継配線用のケーブル線で
AND回路の出力を
NOT回路の入力につなぐ。
 NOT回路の出力に
赤い線をつなぐ。
 真理値表を作成し、
NANDと等価であることを
確認して下さい。



15

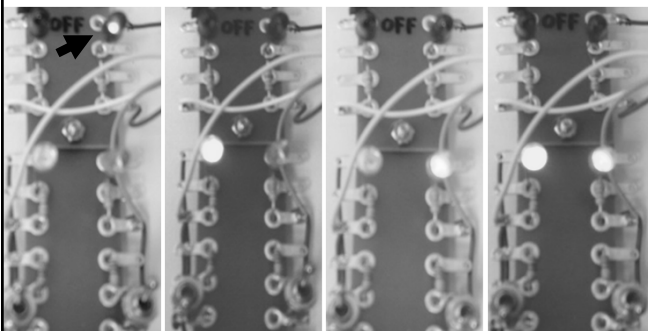
実験 5 NOR 回路 否定論理和 $A\bar{A}B$

NOR 回路の IC に黄、緑の入力をつないで、
 出力に、赤の線をつなぐ。
 NOR 回路 IC (74LS02) は、NOR を 4 回路 持つ。
 どれを使ってもよい。 図と IC の足を良く見て配線する。
 (NOR は、入出力の並びが他の IC と異なるので注意。)



16

両方が OFF のときだけ、出力 LED は光る。
 黄色入力だけ ON のとき、出力 LED は光らない。
 緑色入力だけ ON のとき、出力 LED は光らない。
 両方が ON のとき、出力 LED は光らない。



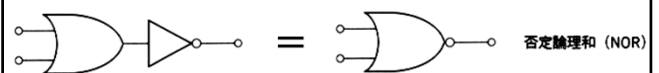
17

実験結果から真理値表を作成し、NOR 回路の動作を理解する。
 入りにひとつでも ON があれば 出力は OFF。

論理式記号	真理値表	回路図記号 MIL記号															
否定論理和 (NOR) $A\bar{A}B$ または $A\downarrow B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
A	B	C															
0	0	1															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	0															

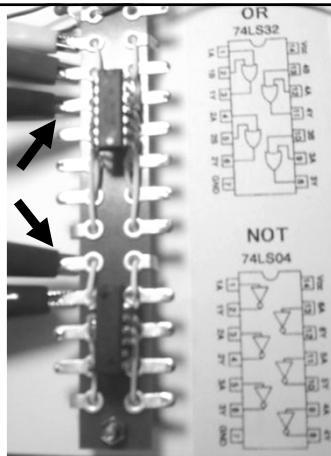
次に、OR 回路と NOT 回路で NOR 回路を作る。

否定論理和 NOR は OR と NOT の直列と同じ。



18

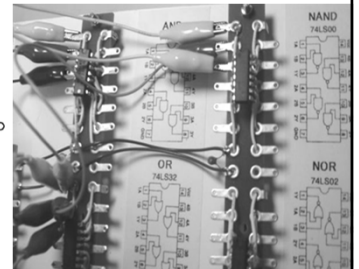
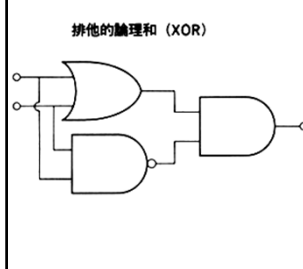
黄色と緑色の入力を
OR回路の入力につなぐ。
中継配線用のケーブル線で
OR回路の出力を
NOT回路の入力につなぐ。
NOT回路の出力に
赤い線をつなぐ。
真理値表を作成し、
NORと等価であることを
確認して下さい。



19

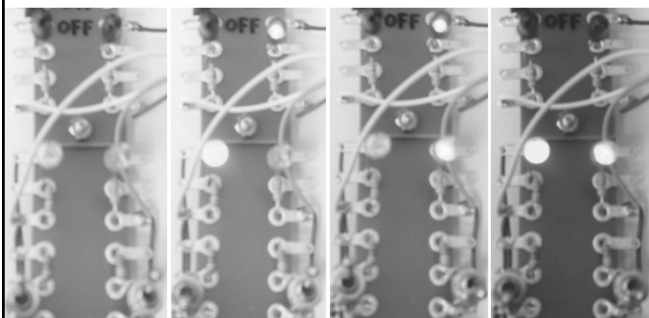
実験 6 XOR 回路 exclusive-OR 排他的論理和

XOR (ex OR) 回路の IC は用意していないので、
OR回路、NAND回路、AND回路を使って作成する。
中継配線用ケーブルを複数本使って
回路図どおりの配線を組んで下さい。



20

両方が OFF のとき、出力 LED は光らない。
黄色入力だけ ON のとき、出力 LED は光る。
緑色入力だけ ON のとき、出力 LED は光る。
両方が ON のとき、出力 LED は光らない。



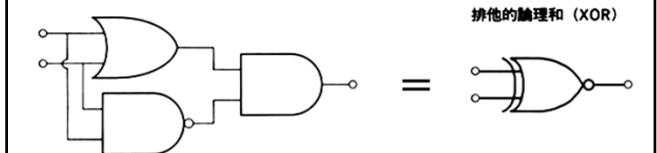
21

実験結果から真理値表を作成し、XOR 回路の動作を理解する。

入力が揃っていないとき出力が ON。

論理式記号	真理値表	回路図記号 MIL記号															
排他的論理和 (XOR) $A \neq B$	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
A	B	C															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															

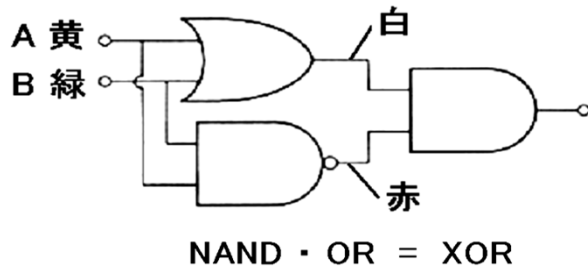
XORが、NAND、OR、AND で作成できることを、
それぞれの真理値表から解いて確認して下さい。



22

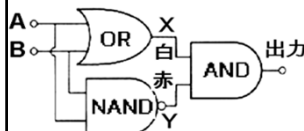
XOR回路の途中に、出力信号を調べる
赤ケーブル、白ケーブルを接続して
AND回路に入力される信号の真理値表を求めると
解析しやすい。

$$(\overline{A \cdot B}) \cdot (A + B)$$



23

XOR回路 (exclusive OR) が下図回路と等価であることを
示す下記の真理値表を作成せよ。



入力A	入力B	X OR	Y NAND	出力 NAND · OR	XOR
1	1				
1	0				
0	1				
0	0				

24

実験 7

RSフリップフロップ 回路
フリップフロップは記憶回路。

NOR 回路を 2個使って RSフリップフロップ回路 (Reset-Set Flip-flop) を作成する。

黄の入力を Set 入力、
緑の入力を Reset 入力、
白の出力を Q 出力、
赤の出力を \bar{Q} 出力につなぐ。

25

黄を ON にする。白が ON になる。
黄を OFF にしても、白の ON が保持される。
黄を OFF にして 緑を ON にすると、
白が OFF になって 赤が ON になる。
緑を OFF にしても 赤の ON が保持される。

26

基本論理回路とは異なり、フリップフロップ回路 (双安定マルチバイブレータ回路) は 2つの入力信号の組み合わせが同じでも 同じ出力には定まらない。
過去の操作の影響を受ける。
回路が、過去の操作を記憶していることを意味する。
フリップフロップによって、メモリ回路 (記憶回路) が作成されることを理解して下さい。

27

記憶回路 (メモリ)

RS フリップフロップ Flip-flop circuit

入力 S に一瞬でも電圧 (デジタル回路では 5V が一般的) が加わると、出力 \bar{Q} には電圧が出力され続ける。
入力 R に電圧が一瞬でも加わると (リセット電圧)、出力は 0 になる。
Q は、出力 Q と反転した電圧を出力する。

フリップフロップ回路は、2通りの安定状態を交互に繰り返すので、双安定マルチバイブレータ回路ともいう。Two-shot Multi vibrator

28

RS フリップフロップ

簡略化した RS フリップフロップの論理記号

RS フリップフロップの タイミング チャート

スイッチの ON, OFF の動作に、この回路を加えると
スイッチ自体の機械的不安定 (チャタリング) による装置の誤動作を防ぐことができる。

29

実験 8 この問題を、実験と理論の両方で解いて下さい。

第2種ME技術実力検定試験【第22回・午前・問題36】

図に示す論理回路の出力 Z として表中で正しいものはどれか。

入力	X	0	0	1	1
Y	0	1	0	1	1
出力 Z	1)	1	0	0	0
	2)	1	1	0	0
	3)	0	0	1	1
	4)	0	0	0	1
	5)	0	1	1	1

論理回路の入出力関係を論理式で表すと、以下のようになる。
 $Z = \overline{XY + X} = \overline{XY} \cdot \overline{X} = \overline{XY} \cdot X = XY$

30

実験 9

ド・モルガンの法則を証明する回路を組み立て、
真理値表を作成し、この法則を証明してください。

ド・モルガンの法則

$$\overline{A \wedge B} = \overline{A} \vee \overline{B} \quad (\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B})$$

$$\overline{A \vee B} = \overline{A} \wedge \overline{B} \quad (\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B})$$