

Laboratory 1

基本邏輯閘實作



Department of Electrical Engineering
National Cheng Kung University

實驗目的

- 瞭解基本的儀器操作
- 瞭解邏輯閘及其使用法
 - 基本邏輯閘：NOT、AND、OR、XOR
 - 通用邏輯閘：NAND、NOR
- 瞭解更複雜的電路組成
 - 編碼器、解碼器的邏輯電路
 - 瞭解多工器、解多工器的邏輯電路

使用儀器與材料

- 儀器：
 - 電源供應器
 - 麵包板
 - 三用電錶
- 材料：
 - IC 7404 x 2
 - IC 7408 x 4
 - IC 7432 x 1
 - IC 7400 x 3
 - IC 7402 x 1
 - IC 7486 x 1
 - 300 Ω 電阻 x 4
 - LED燈 x 4

基本器材教學 – TTL IC

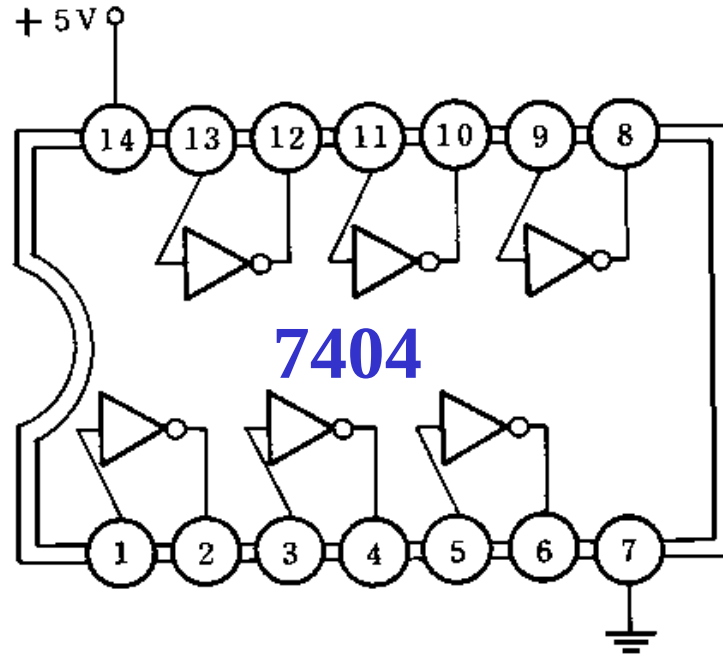
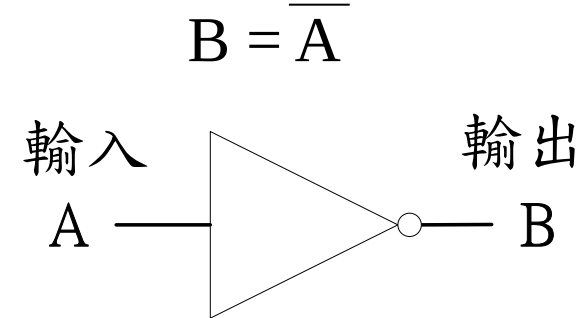
- TTL IC的特性
 - TTL系列使用的電源是直流 **5V** 。
 - 輸入、輸出狀態為”0”與”1”時的電壓如下表所示。

邏輯狀態	輸入電壓	輸出電壓
0	0.8V 以下	0.4V 以下
1	2.0V 以上	2.4V 以上

- 接下來你們會使用不同的 TTL IC 來進行實驗

主題(一) - 邏輯閘的使用: NOT gate

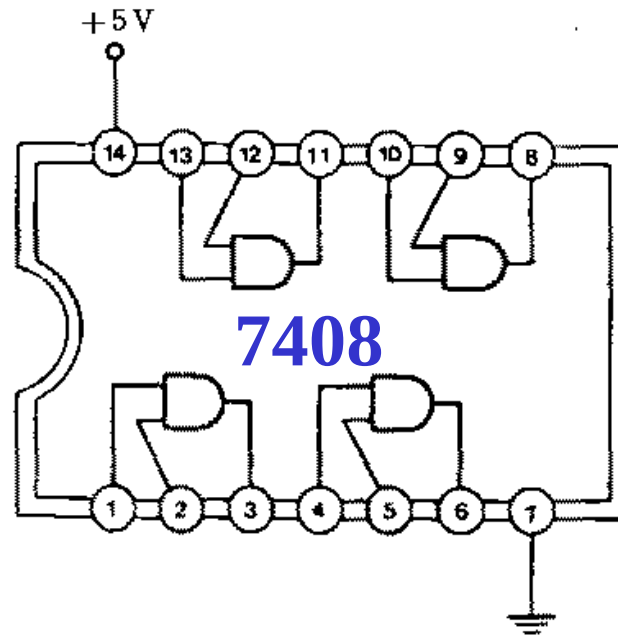
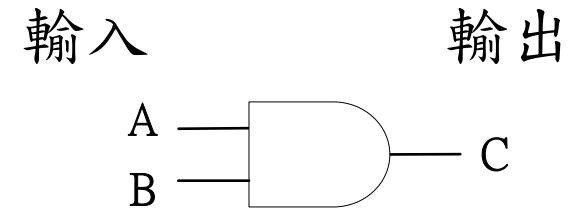
輸入 A	輸出 B	輸出電壓位準
0		
1		



主題(一) - 邏輯閘的使用: AND gate

輸入 A	輸入 B	輸出 C	輸出電壓位準
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

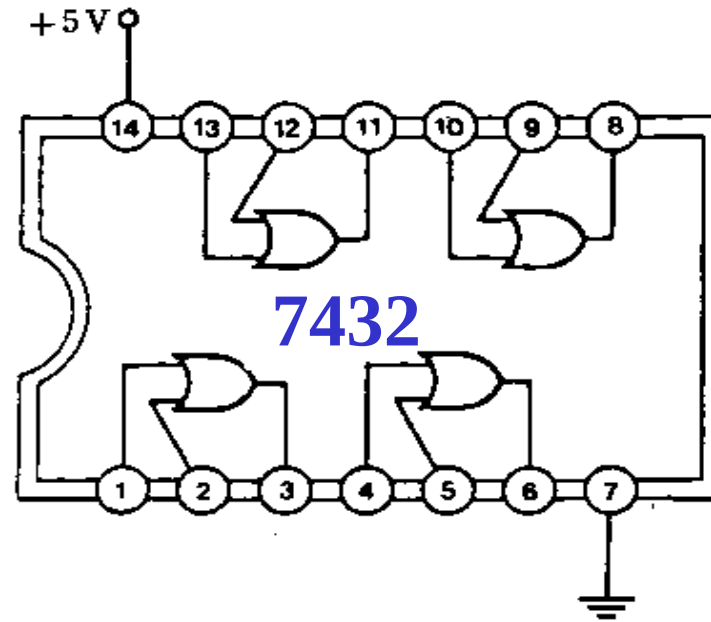
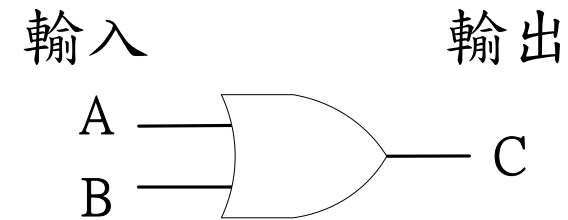
$$C = A \cdot B$$



主題(一) - 邏輯閘的使用: OR gate

輸入 A	輸入 B	輸出 C	輸出電壓位準
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

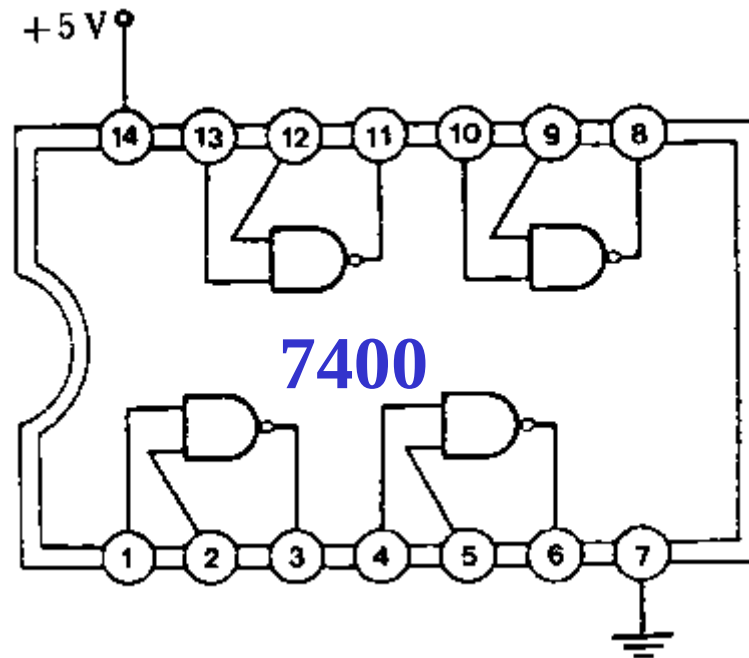
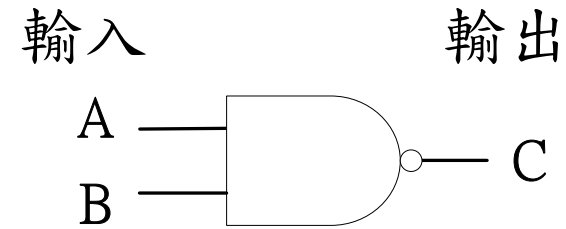
$$C = A + B$$



主題(一) - 邏輯閘的使用: NAND gate

輸入 A	輸入 B	輸出 C	輸出電壓位準
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

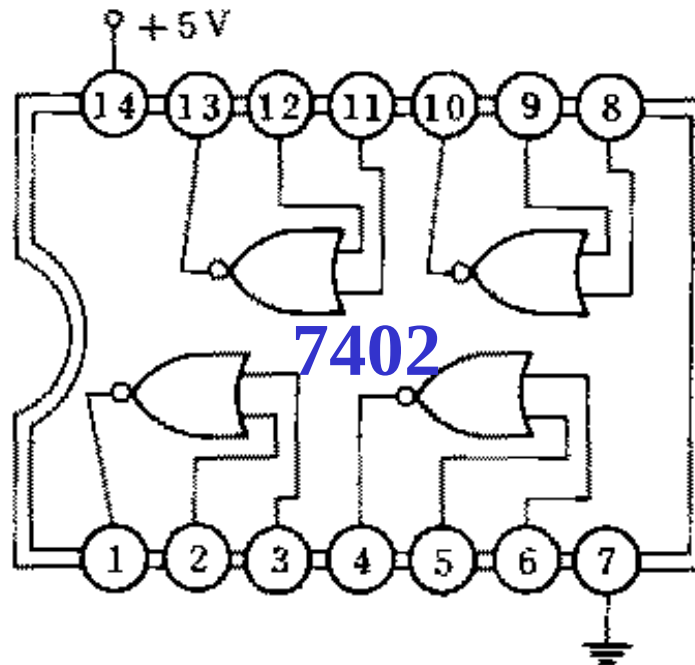
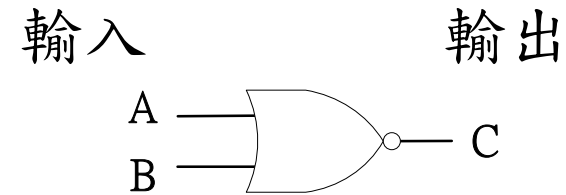
$$C = \overline{A \cdot B}$$



主題(一) - 邏輯閘的使用: NOR gate

輸入 A	輸入 B	輸出 C	輸出電壓位準
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

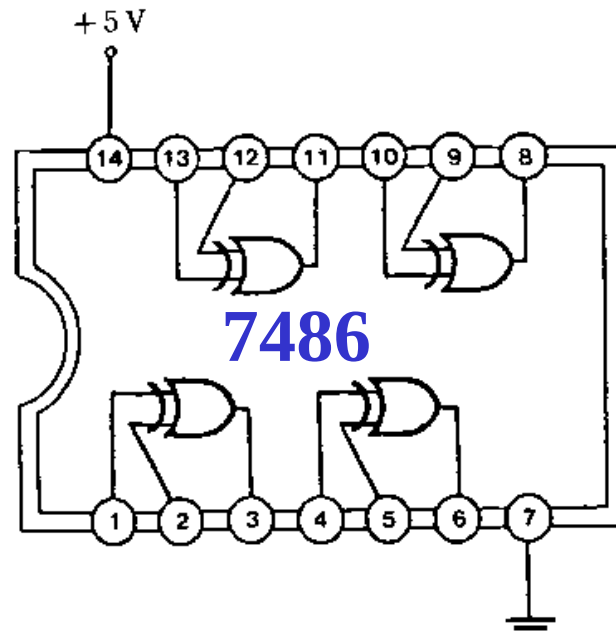
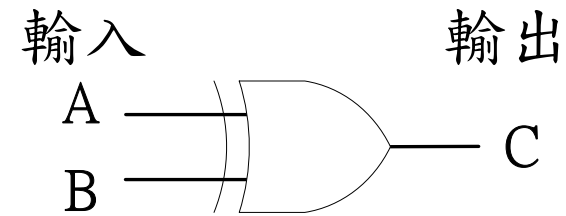
$$C = \overline{A + B}$$



主題(一) - 邏輯閘的使用: XOR gate

輸入 A	輸入 B	輸出 C	輸出電壓位準
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

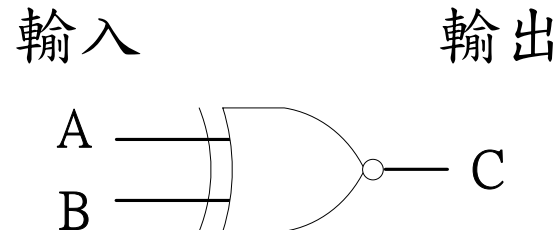
$$C = A \oplus B = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$$



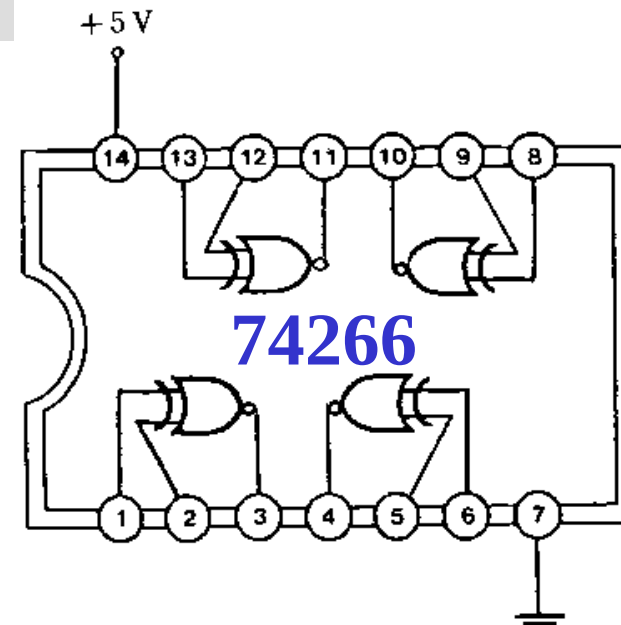
實作題(一)：XNOR gate

本次實驗未準備74266的 IC，請同學利用7402、7404、7408、7432等 IC 組合出和XNOR閘 (74266) 相同功能的電路，並將12頁的 IC 圖片進行接線 (不一定會用到全部的IC)，紀錄於結報中。輸出部份可直接串接300Ω電阻及LED燈。

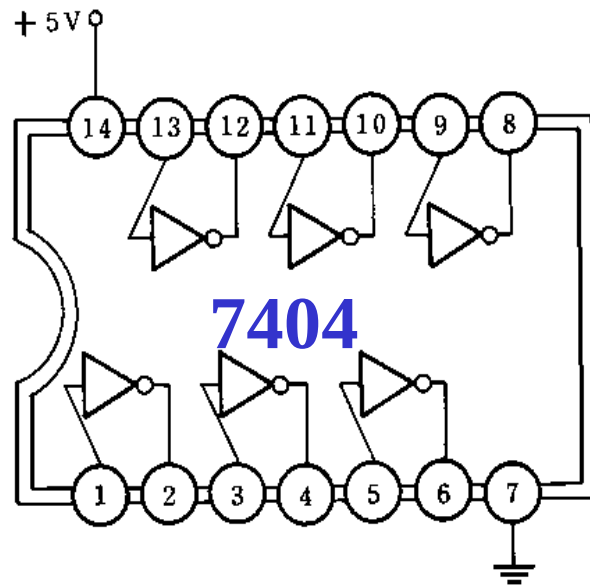
$$C = \overline{A \oplus B} = \overline{\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}}$$



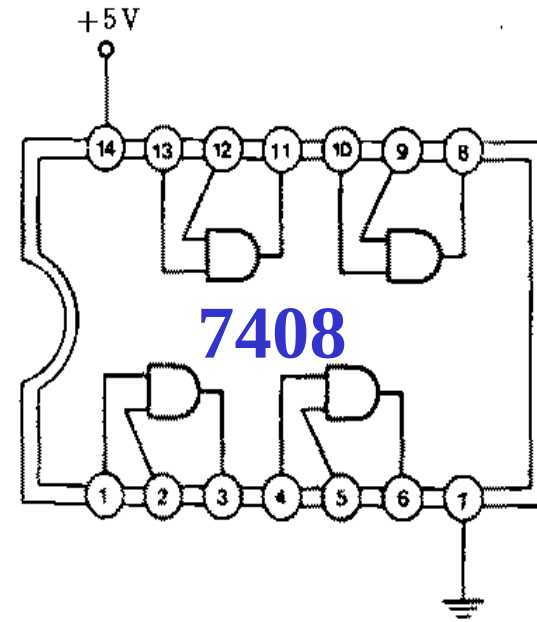
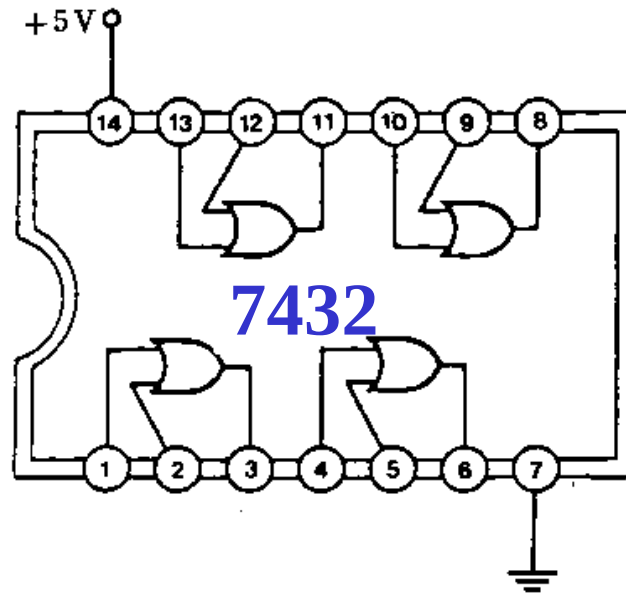
輸入 A	輸入 B	輸出 C
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



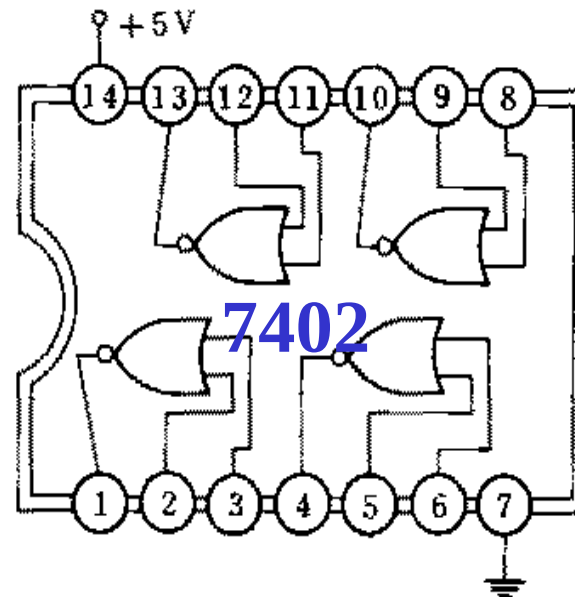
A ●



B ●

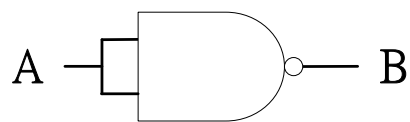


● C



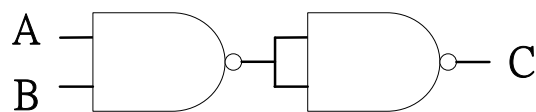
實作題(二)：通用 閘- NAND

- 請利用 NAND 閘組合出和 NOT 閘相同功能的電路。



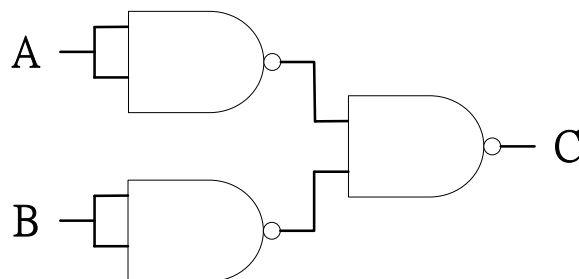
$$B = \overline{A \cdot A} = \overline{A}$$

- 請利用 NAND 閘組合出和 AND 閘相同功能的電路。



$$\begin{aligned} C &= \overline{\overline{A \cdot B} \cdot \overline{A \cdot B}} \\ &= \overline{\overline{A \cdot B}} = A \cdot B \end{aligned}$$

- 請利用 NAND 閘組合出和 OR 閘相同功能的電路。

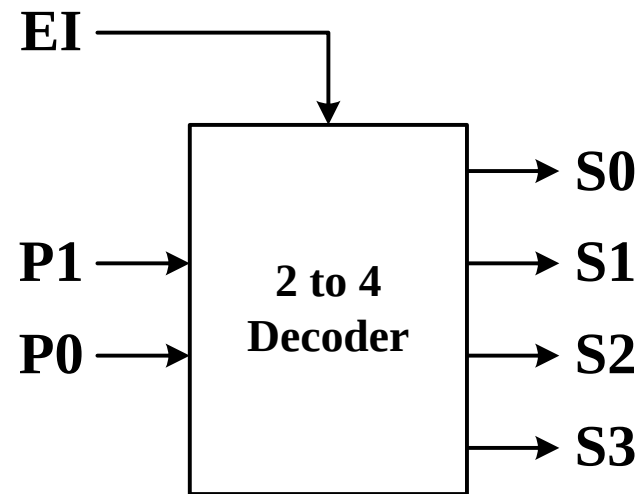


$$\begin{aligned} C &= \overline{\overline{A \cdot A} \cdot \overline{B \cdot B}} \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A + B \end{aligned}$$

挑戰題(一)：通用閘-NOR

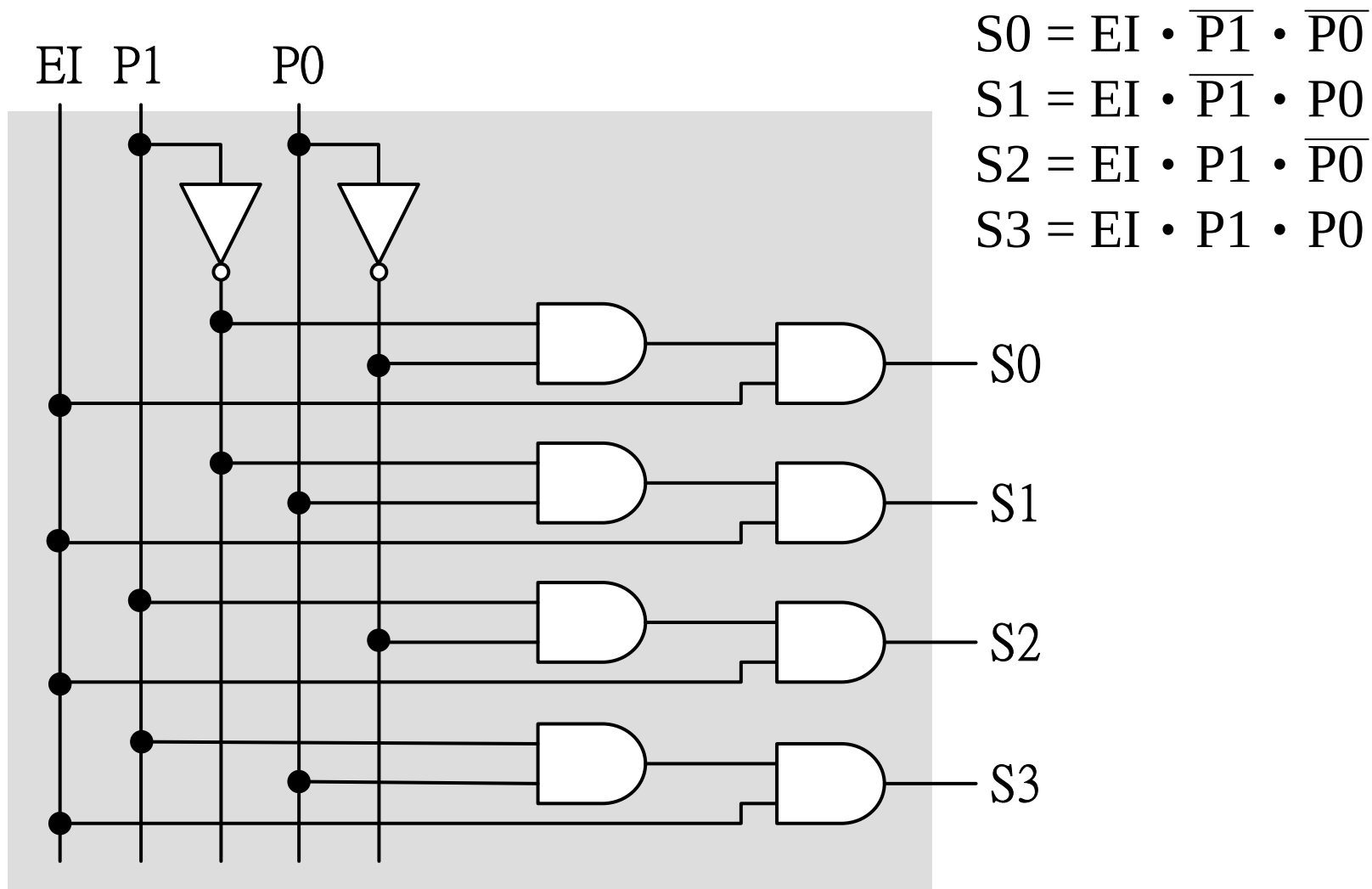
- 請利用 NOR 閘組合出和 NOT 閘相同功能的電路。
- 請利用 NOR 閘組合出和 AND 閘相同功能的電路。
- 請利用 NOR 閘組合出和 OR 閘相同功能的電路。

主題(二) - 編/解碼器：解碼器 (Decoder)

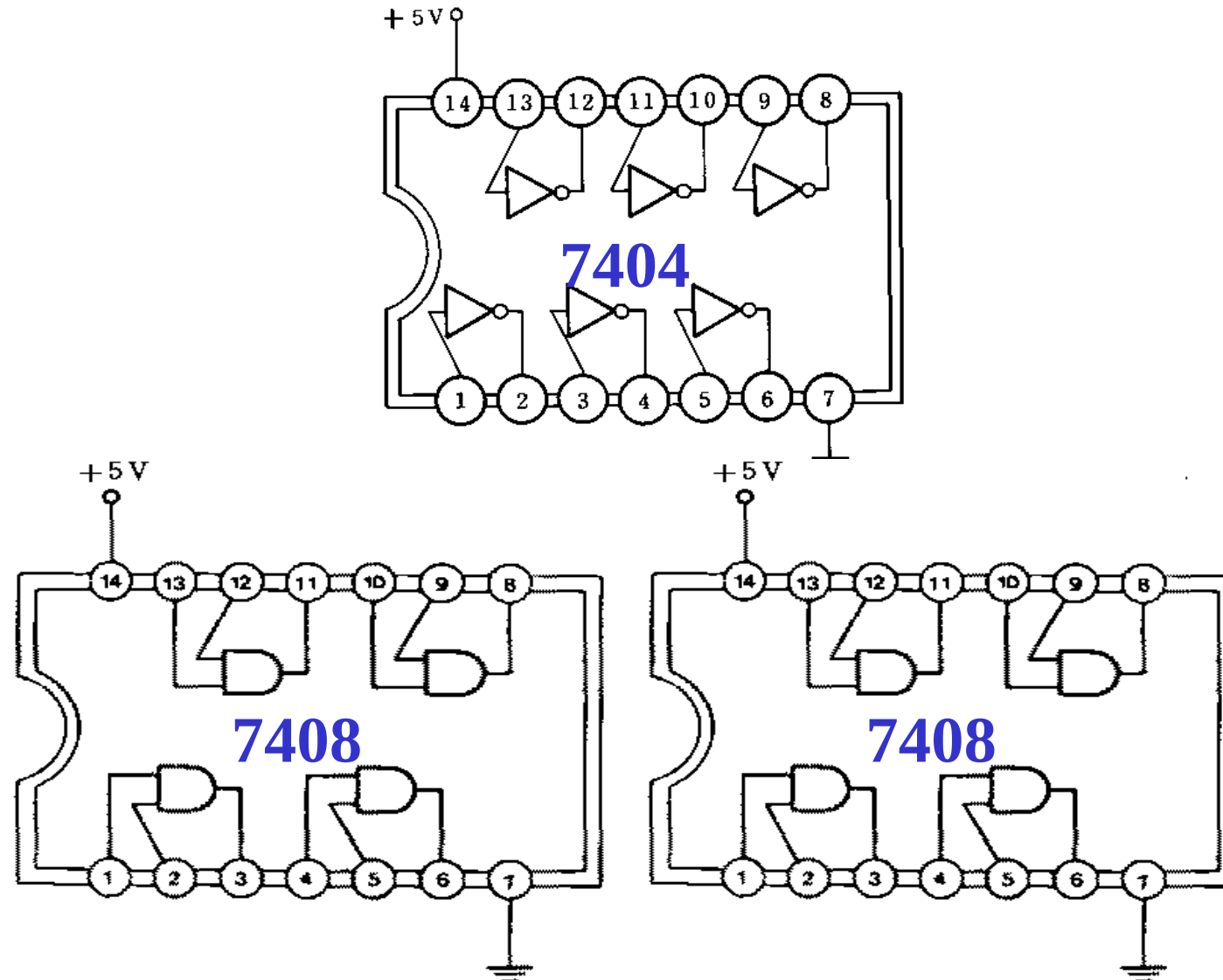


Input			Output			
EI	P1	P0	S0	S1	S2	S3
0	x	x	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

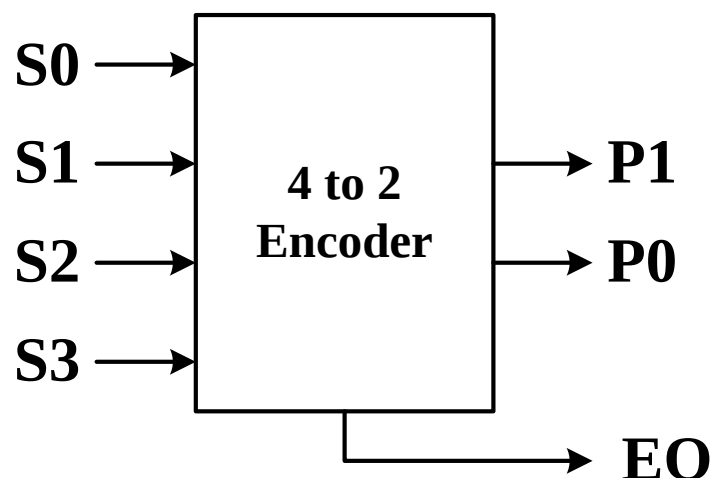
主題(二) - 編/解碼器：解碼器 (Decoder)



主題(二) - 編/解碼器：解碼器 (Decoder)



主題(二) - 編/解碼器：編碼器 (Encoder)



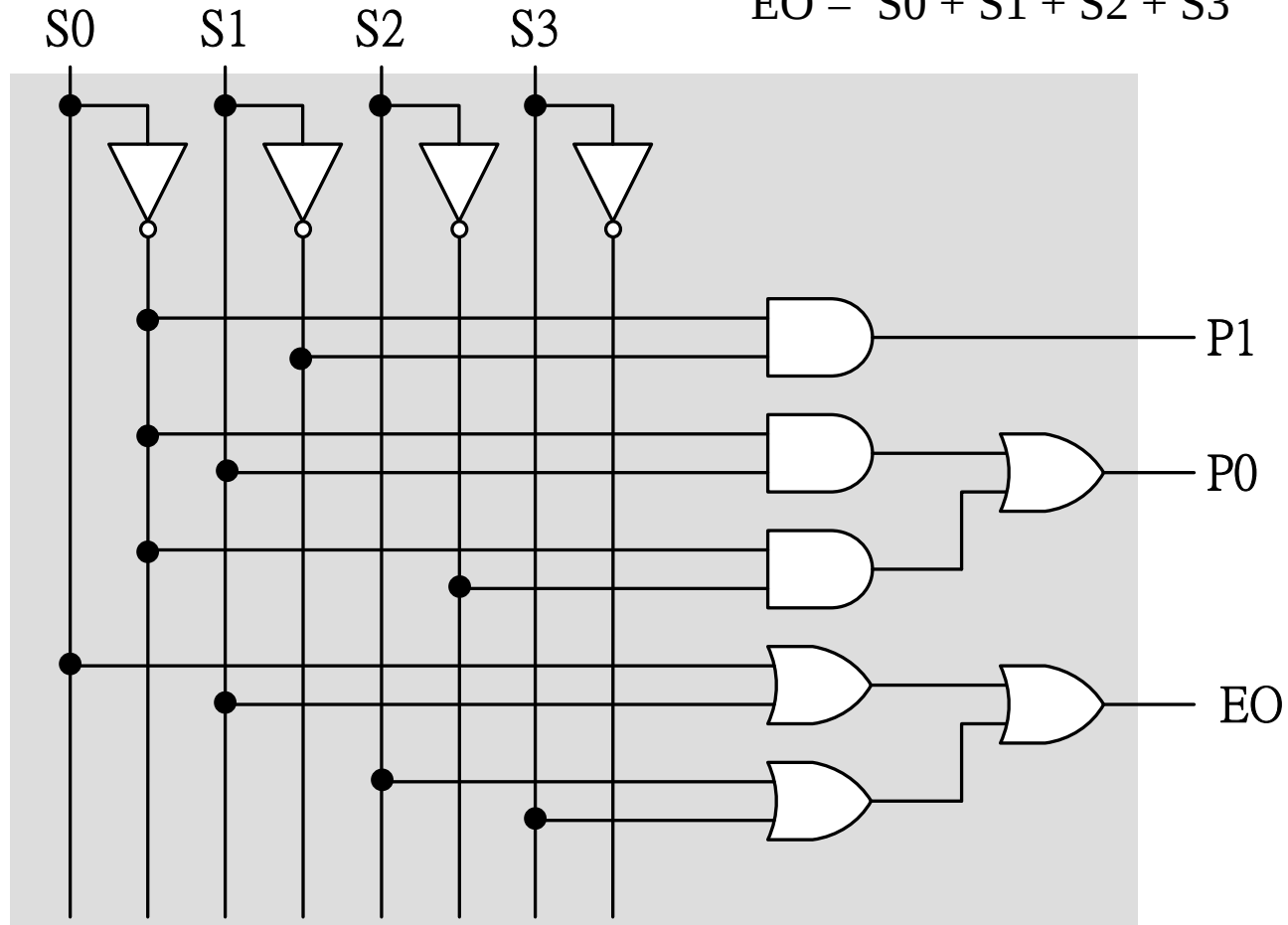
Input				Output		
S_0	S_1	S_2	S_3	P_1	P_0	E_0
1	x	x	x	0	0	1
0	1	x	x	0	1	1
0	0	1	x	1	0	1
0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	x	x	0

主題(二) - 編/解碼器：編碼器 (Encoder)

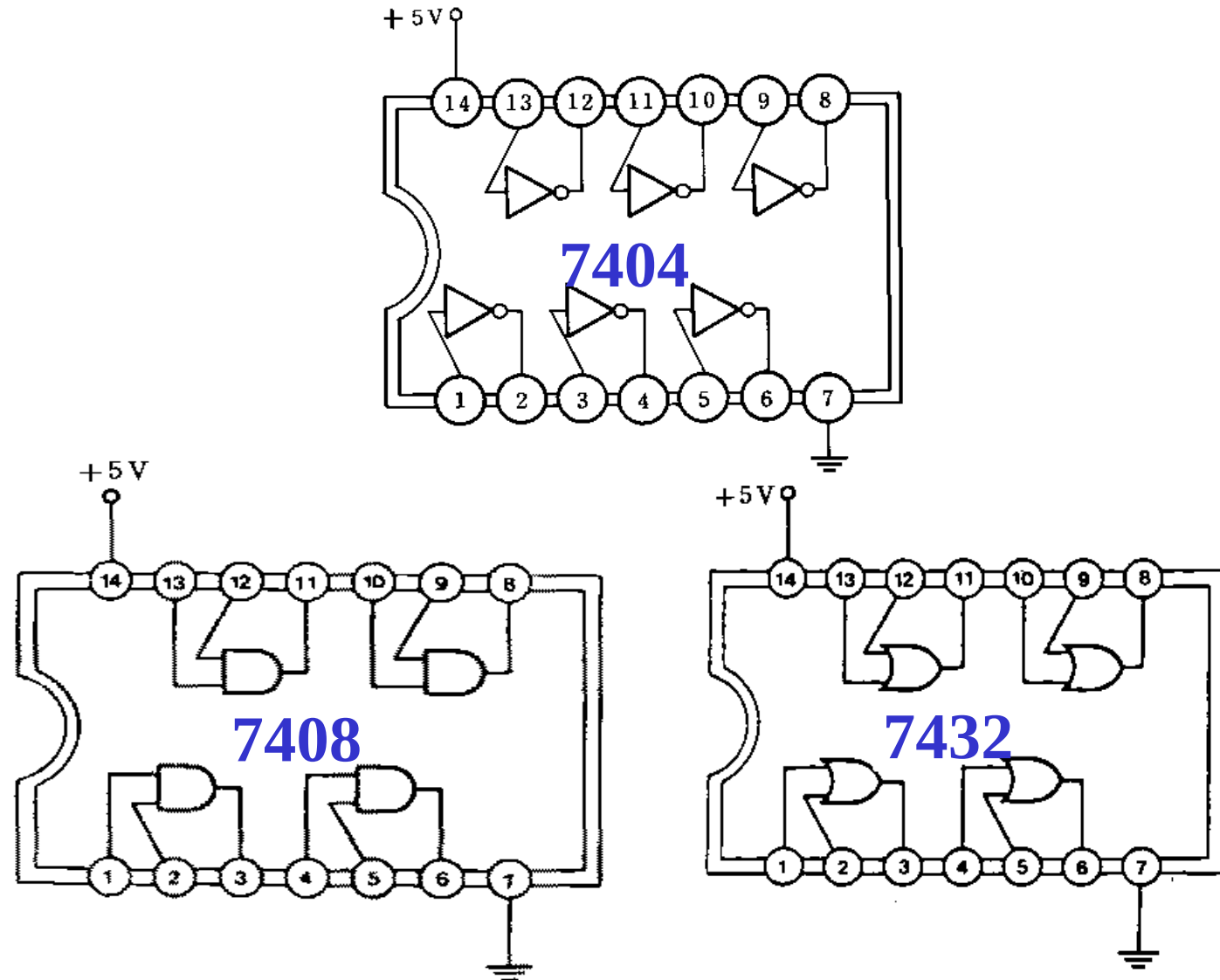
$$P1 = \overline{S0} \cdot \overline{S1}$$

$$P0 = \overline{S0} \cdot S1 + \overline{S0} \cdot \overline{S2}$$

$$EO = S0 + S1 + S2 + S3$$

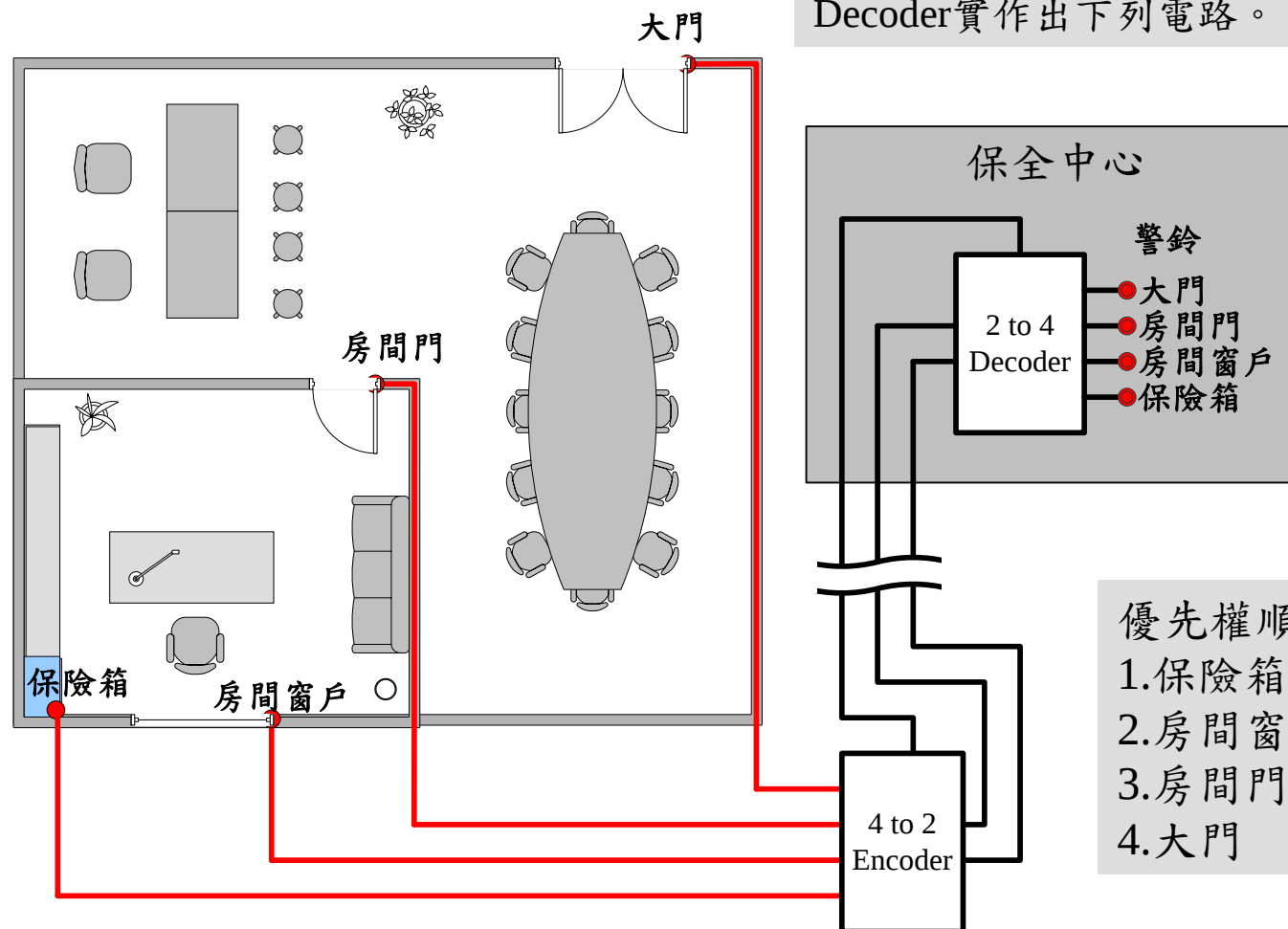


主題(二) - 編/解碼器：編碼器 (Encoder)



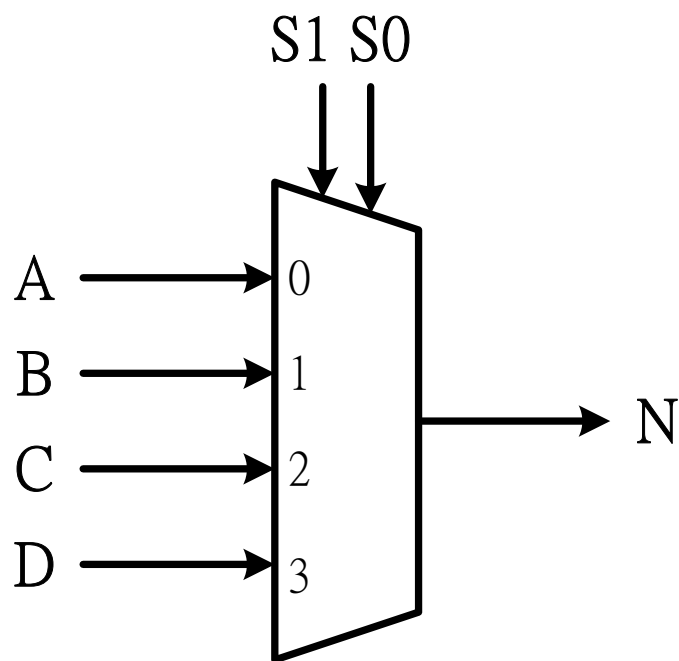
實作題(三) - 保全系統

請利用LED燈、Encoder及Decoder實作出下列電路。



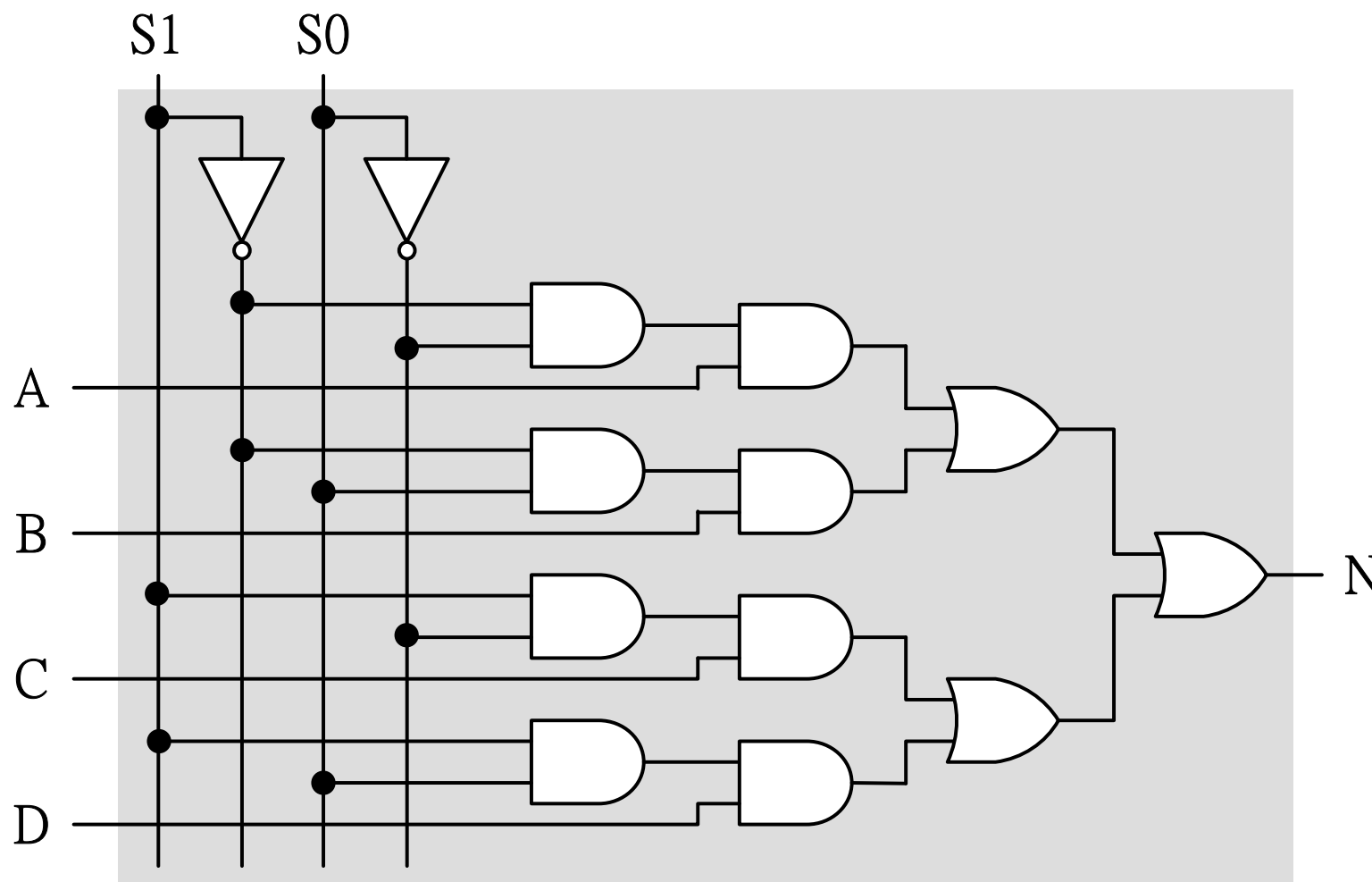
優先權順序：
1. 保險箱
2. 房間窗戶
3. 房間門
4. 大門

主題(三) – (解)多工器：多工器 (MUX)

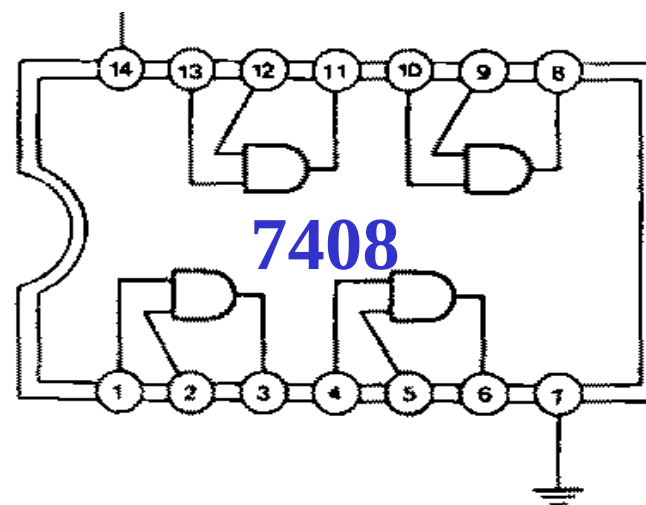
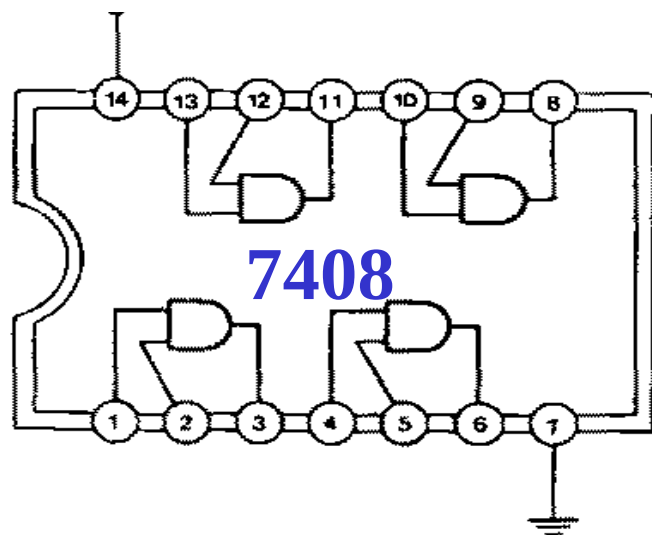
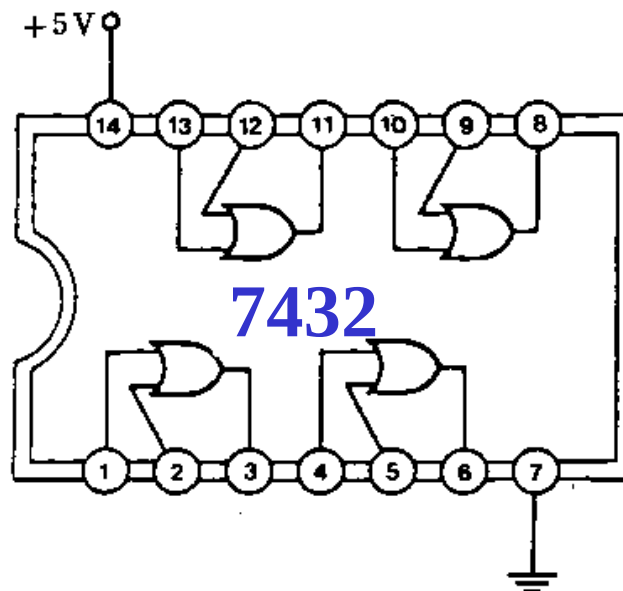
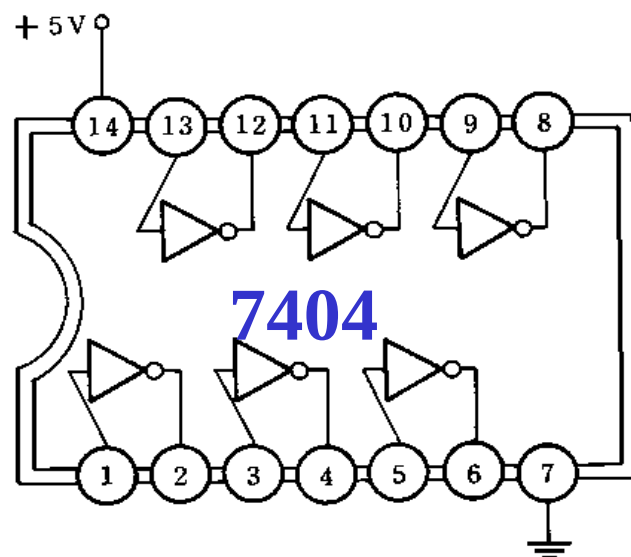


S1	S0	Output
0	0	N=A
0	1	N=B
1	0	N=C
1	1	N=D

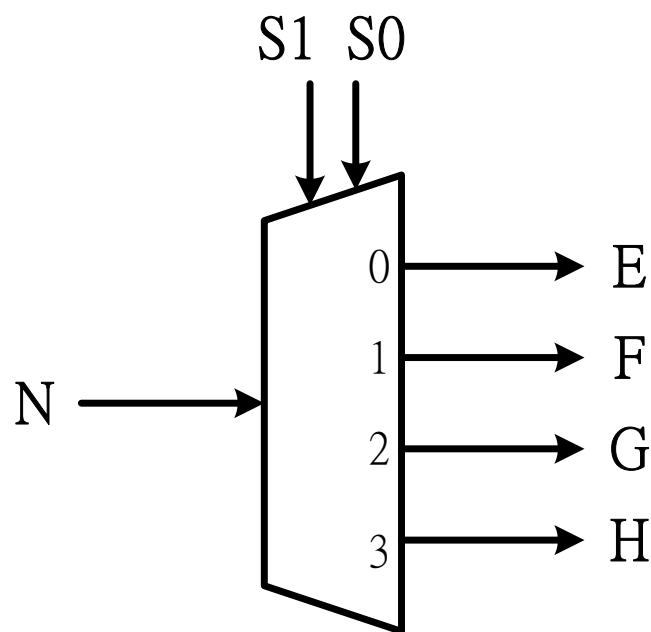
主題(三) – (解)多工器：多工器 (MUX)



主題(三) – (解)多工器：多工器 (MUX)

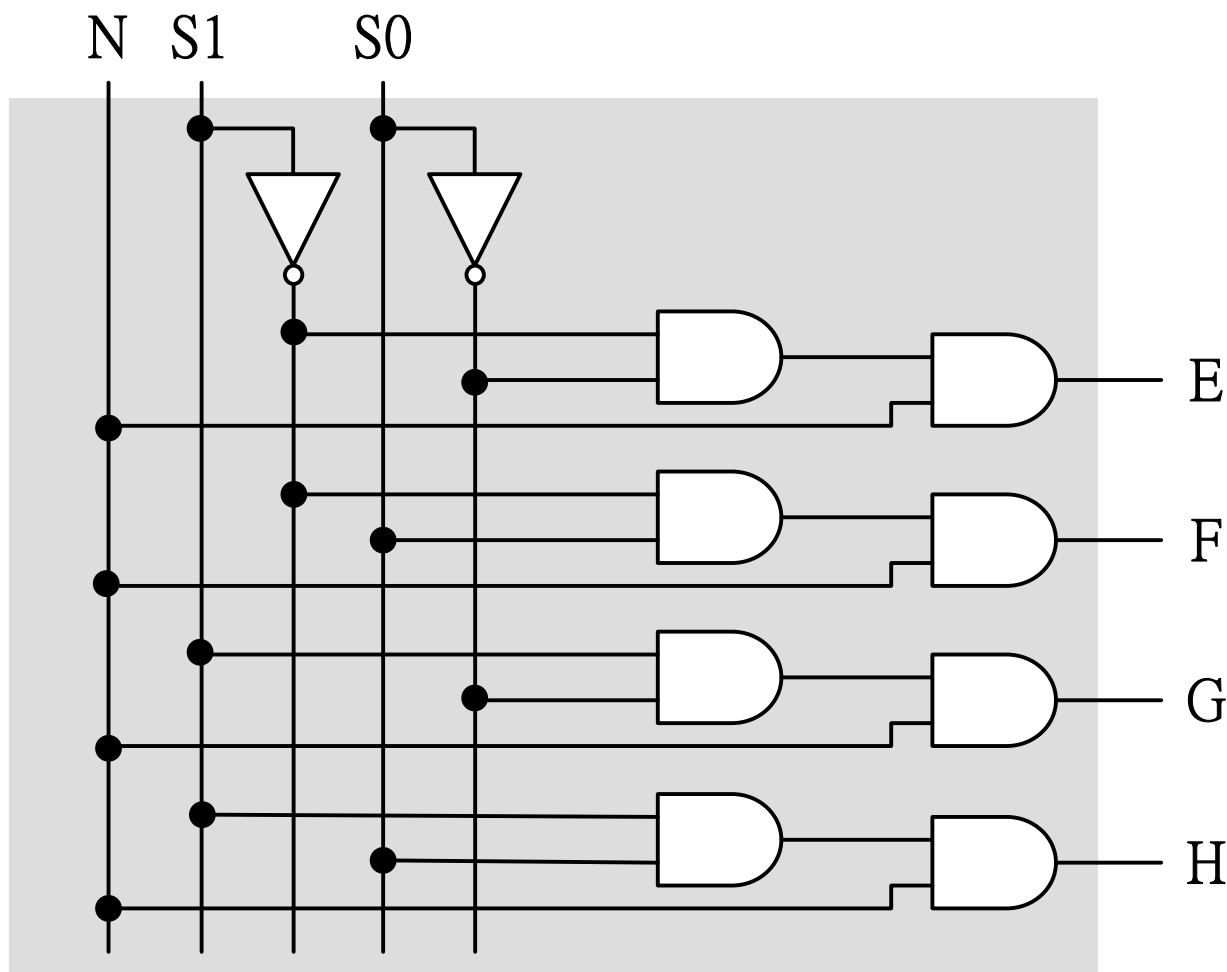


主題(三) – (解)多工器：解多工器 (DEMUX)

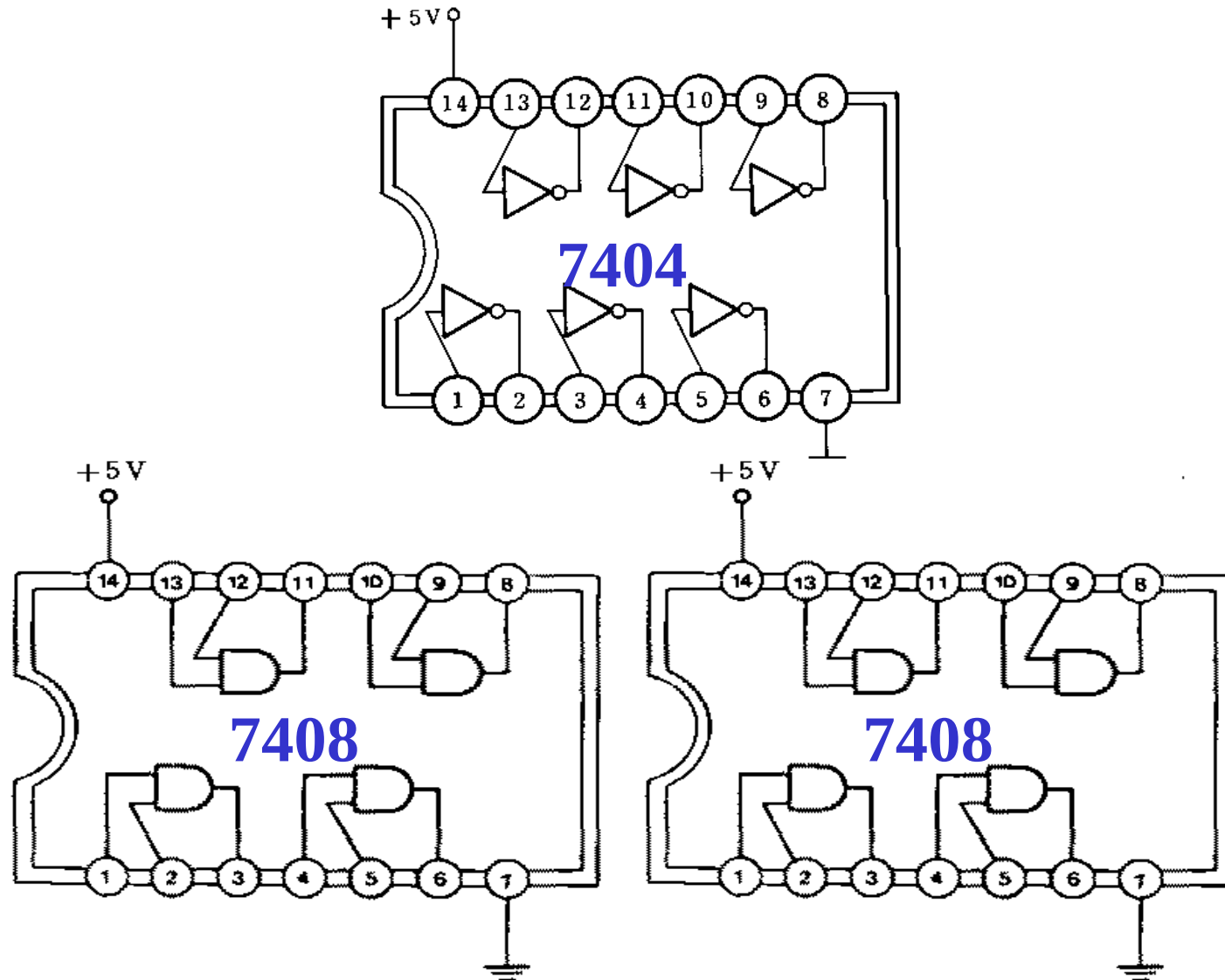


S1	S0	E	F	G	H
0	0	N	X	X	X
0	1	X	N	X	X
1	0	X	X	N	X
1	1	X	X	X	N

主題(三) – (解)多工器：解多工器 (DEMUX)

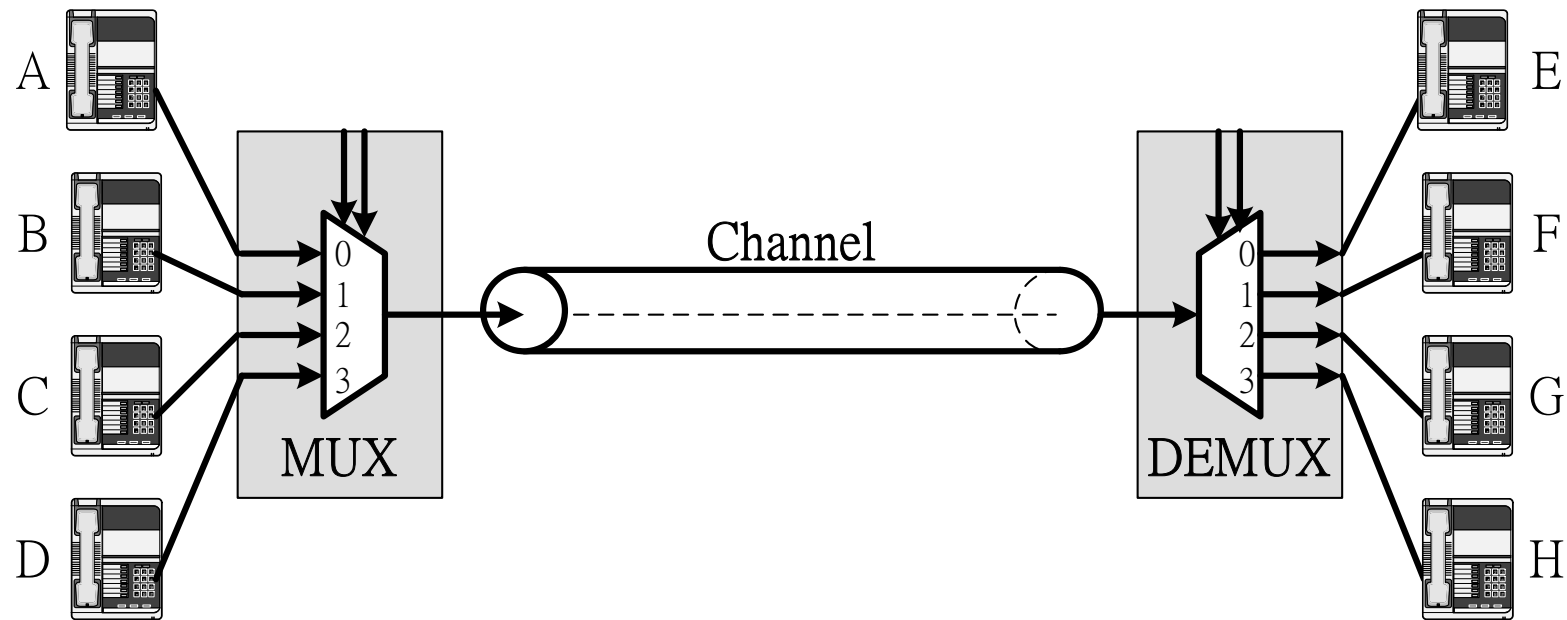


主題(三) – (解)多工器：解多工器 (DEMUX)



實作題(四) - 接線生

請利用MUX、DEMUX實作出下列電路，
A ~ D 請使用“不同的電線”代替，
E ~ H 請使用“LED燈”代替。



本次需要檢查的內容

- 實作題(一) 4 種輸入的所有情況都正確
- 實作題(二) 三個等價電路的所有輸入情況都正確
- 實作題(三) 下列所有輸入狀況皆正確

X 的部分可以隨助教控制

保險箱	房間窗戶	房間門	大門	Output
1	X	X	X	保險箱
0	1	X	X	房間窗戶
0	0	1	X	房間門
0	0	0	1	大門
0	0	0	0	沒有輸出

本次需要檢查的內容

- 實作題(四)

檢查過以下情形即可。

A	B	C	D	Mux Sel	Demux Sel	Output
1	0	0	0	A	H	H=1
1	0	0	0	D	E	A11=0
0	1	0	0	B	G	G=1
0	1	0	0	C	F	A11=0
0	0	1	0	C	E	E=1
0	0	1	0	A	G	A11=0
0	0	0	1	D	F	F=1
0	0	0	1	B	H	A11=0

本次結報內容

- 主題(一)
 - 六種 IC (NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR) 的真值表，與所有可能的輸入下的照片記錄。
 - 實作題(一)的接線圖（使用第 12 頁作為基礎繪製）。
 - (Bonus) 使用 NOR 閘畫出挑戰題(一)的所有等價電路 (NOT, AND, OR)

本次結報內容

- 主題(二)
 - 第 17 頁 Decoder 的接線圖
 - 第 20 頁 Encoder 的接線圖
- 主題(三)
 - 第 24 頁 Mux 的接線圖
 - 第 27 頁 Demux 的接線圖
- 實驗心得

本次結報期限

- 2/28 23:59 前於 moodle 上繳交結報
- 3/7 23:59 前於 moodle 接受補交，分數以 7 折計算

附錄－電阻

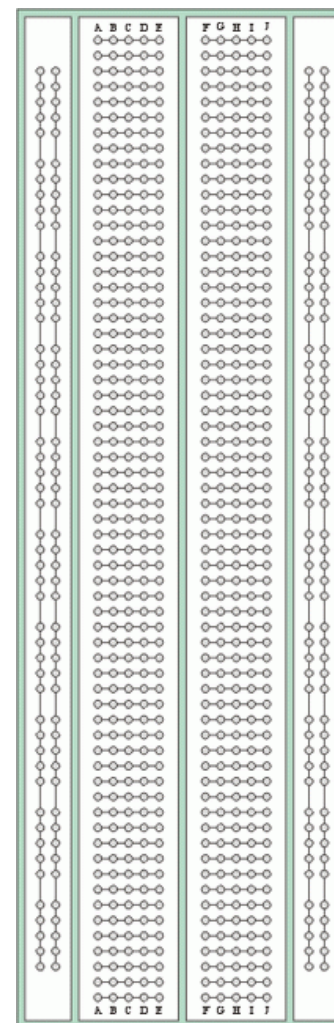
- 電阻色碼圈辨識

Diagram of a 4-Band-Code resistor with a tolerance of 2%, 5%, or 10%. The resistor is labeled with a value of 560k Ω $\pm$ 5%.

COLOR	1 ST BAND	2 ND BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	1 Ω	
Brown	1	1	10 Ω	$\pm$ 1% (F)
Red	2	2	100 Ω	$\pm$ 2% (G)
Orange	3	3	1K Ω	
Yellow	4	4	10K Ω	
Green	5	5	100K Ω	$\pm$ 0.5% (D)
Blue	6	6	1M Ω	$\pm$ 0.25% (C)
Violet	7	7	10M Ω	$\pm$ 0.10% (B)
Grey	8	8	100M Ω	$\pm$ 0.05%
White	9	9	1G Ω	
Gold			0.1 Ω	$\pm$ 5% (J)
Silver			0.01 Ω	$\pm$ 10% (K)

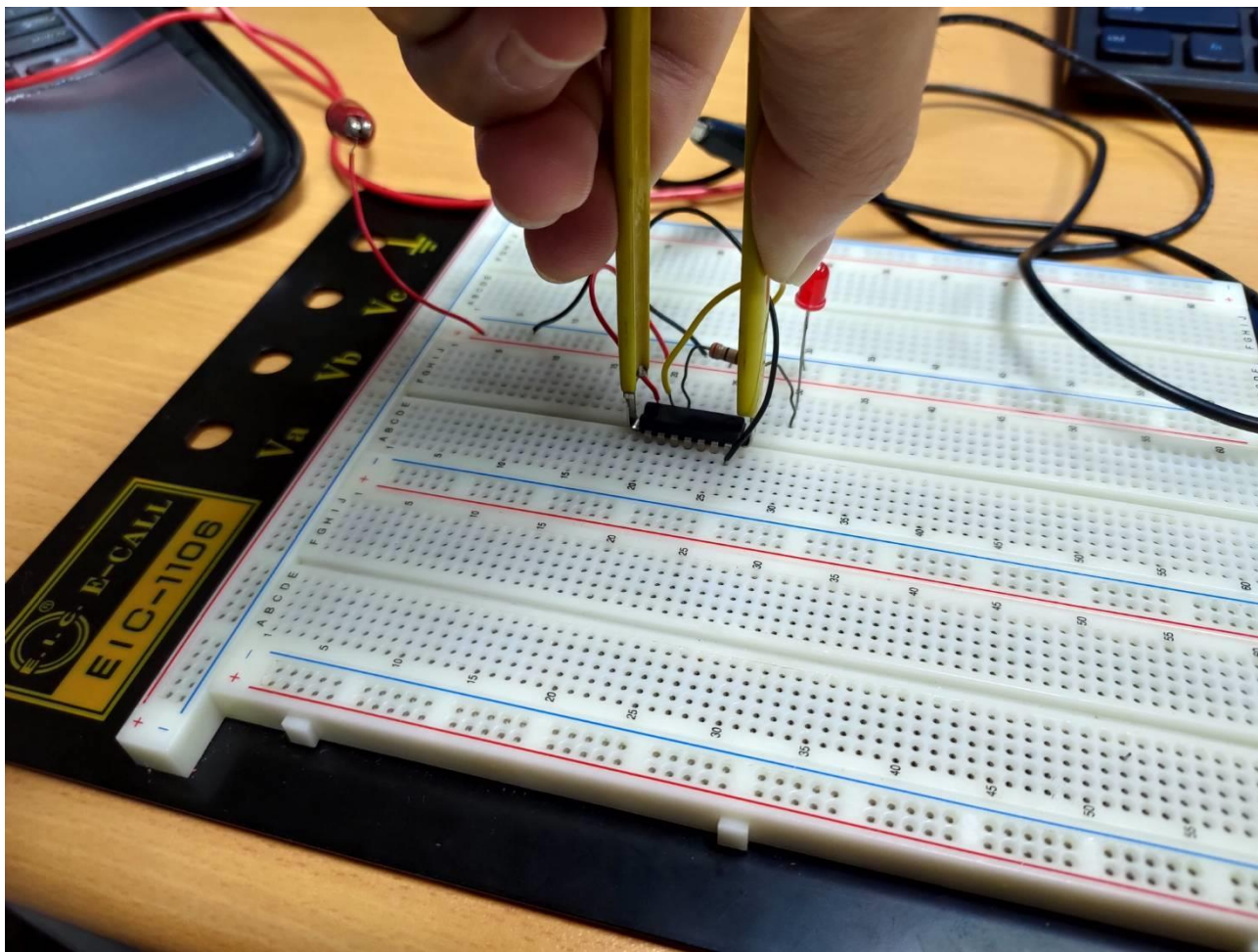
附錄－麵包板

- 紅色藍色的長條上下相通
- 橫向的 A-E 相通、F-G 相通
- 其餘不互通



附錄 – IC 夾

- 使用方法如圖



附錄 – 電源供應器

1. 將左側開關打開
2. 確定 5V/3.3V 選擇位於 5V 位置
3. 如果在 3.3V 就按一下 5V/3.3V 切換鍵
4. 將香蕉頭插入 5V/3.3V 與 COM2 的插座
5. 確定接線完成後，按下 5V/3.3V 的 Power Output

