

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

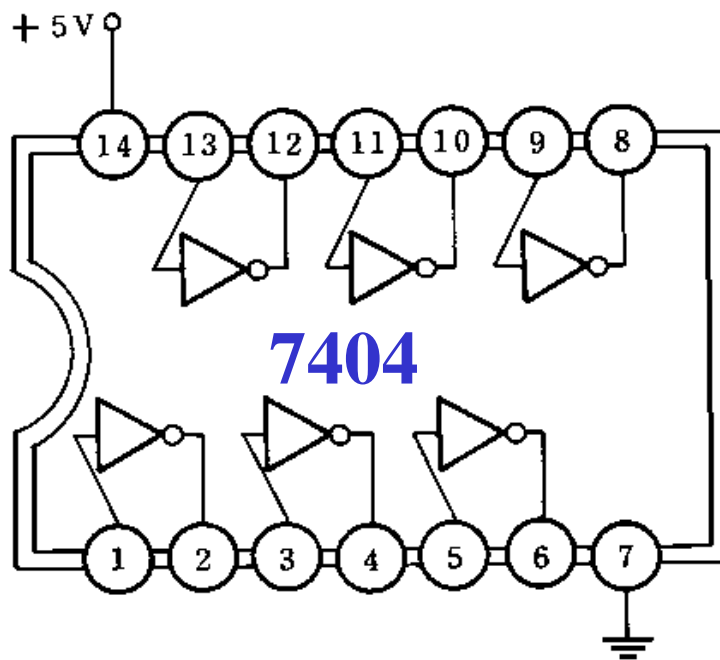
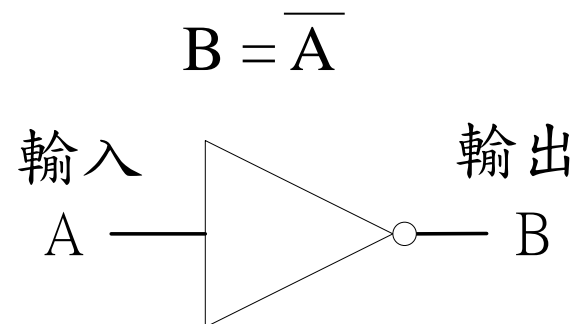
- TTL IC的特性
 - TTL系列使用的電源是直流 **5V** 。
 - 輸入、輸出狀態為”0”與”1”時的電壓如下表所示。

| 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

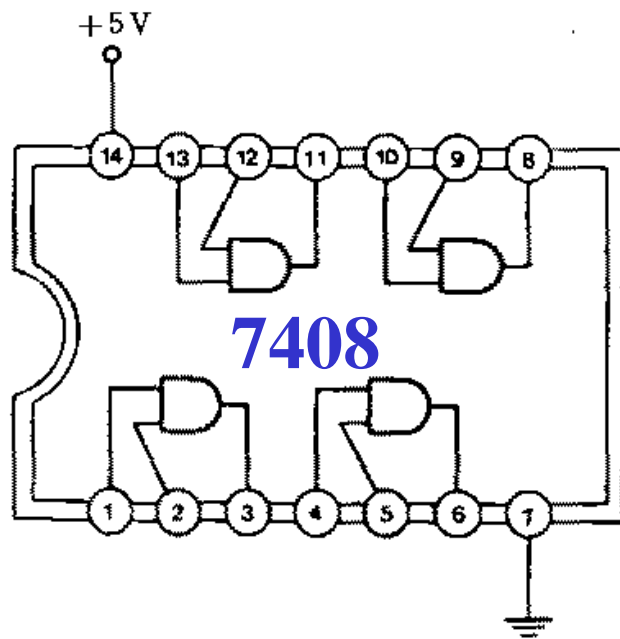
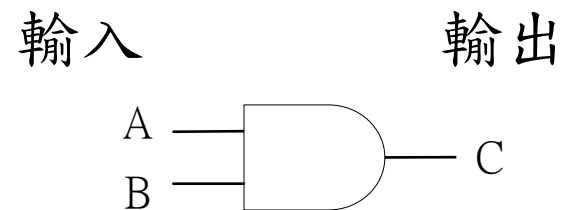
| 輸入 A | 輸出 B | 輸出電壓位準 |
|------|------|--------|
| 0 | | |
| 1 | | |



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 | | |

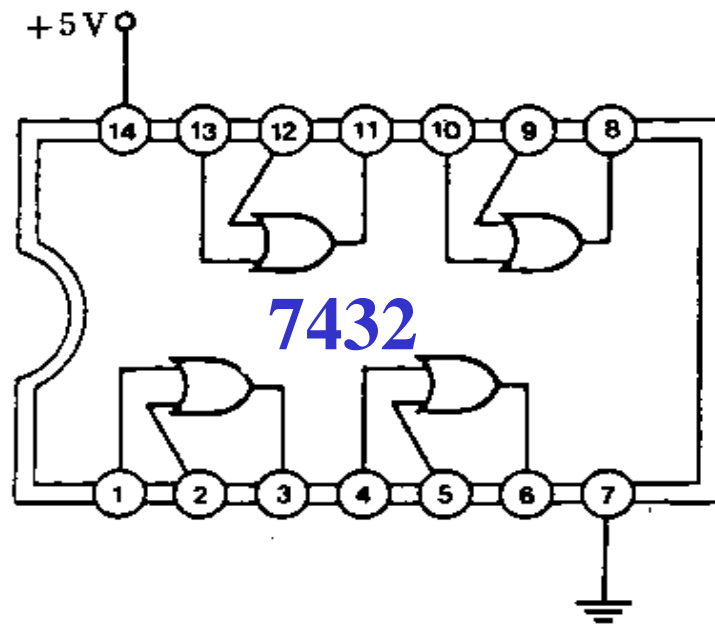
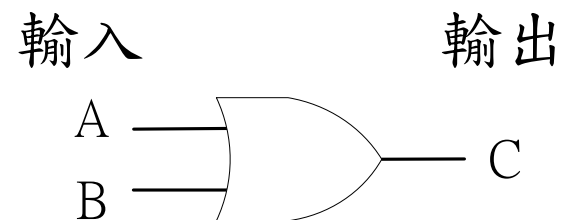
$$C = A \cdot B$$



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 | | |

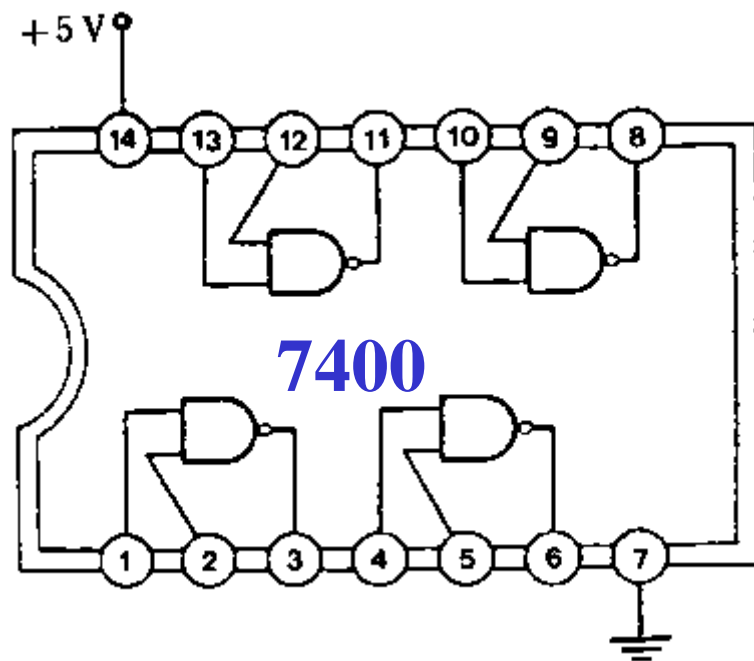
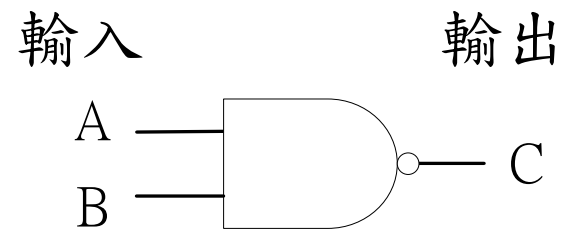
$$C = A + B$$



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 | | |

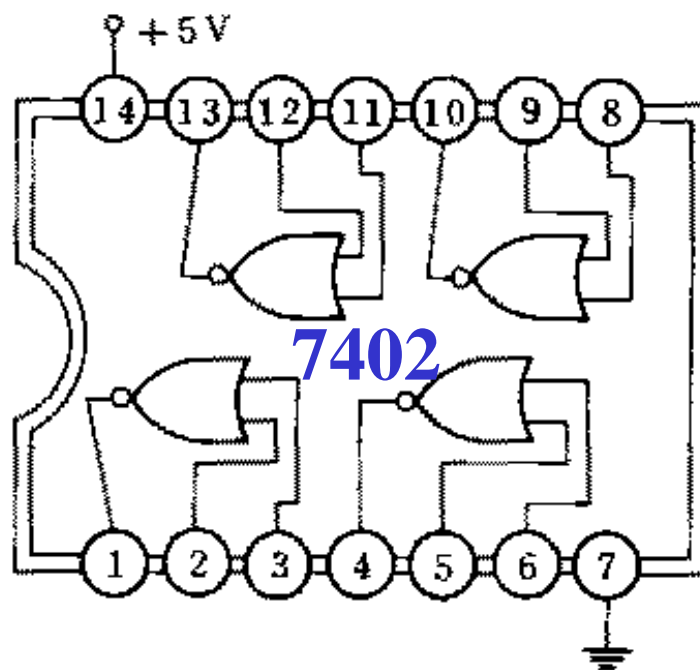
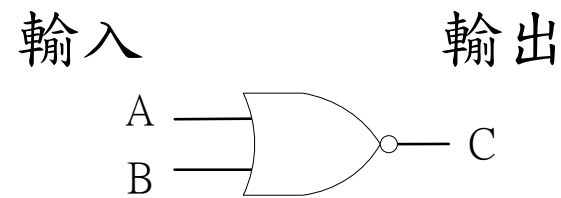
$$C = \overline{A \cdot B}$$



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 | | |

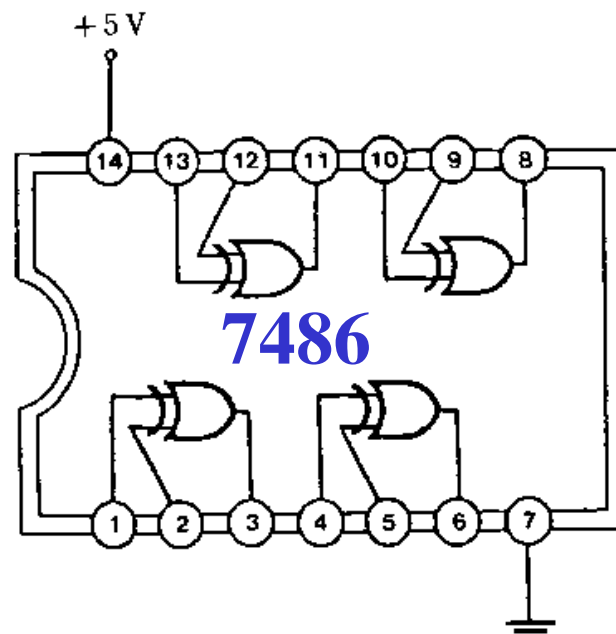
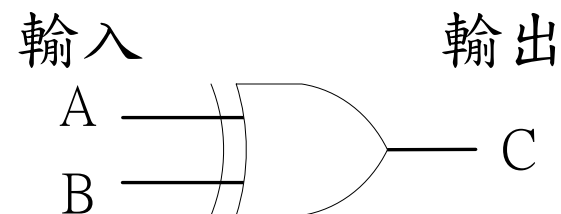
$$C = \overline{A + B}$$



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 | | |

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

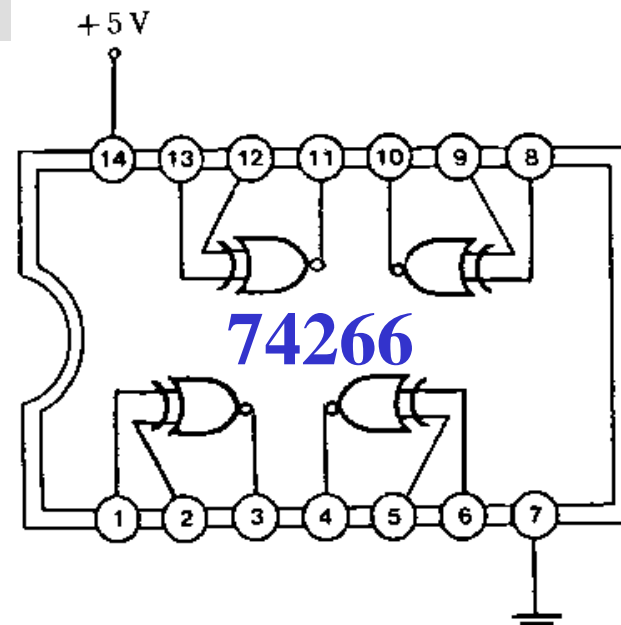
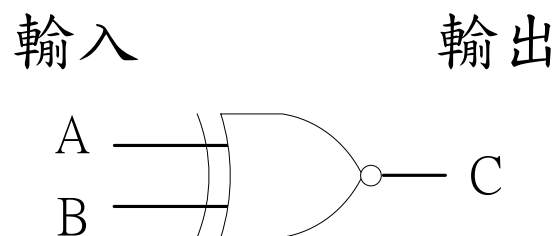


實作題(一)：XNOR gate

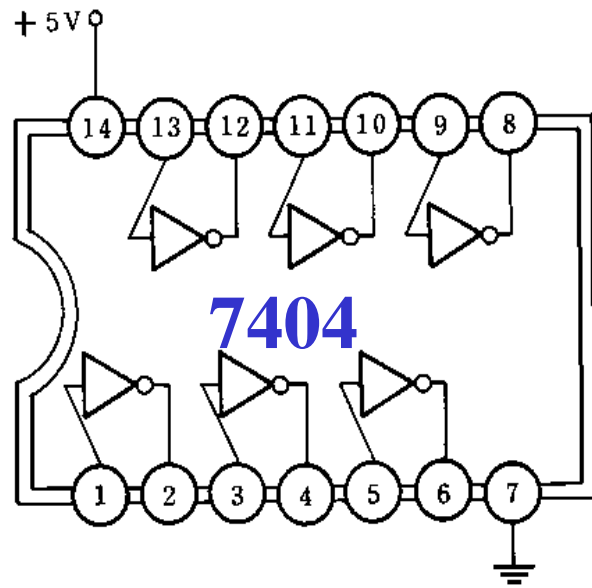
本次實驗未準備74266的IC，請同學利用7402、7404、7408、7432等IC組合出和XNOR閘(74266)相同功能的電路，並將12頁的IC圖片進行接線(不一定會用到全部的IC)，紀錄於結報中。輸出部份可直接串接300Ω電阻及LED燈。

| 輸入 A | 輸入 B | 輸出 C |
|------|------|------|
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

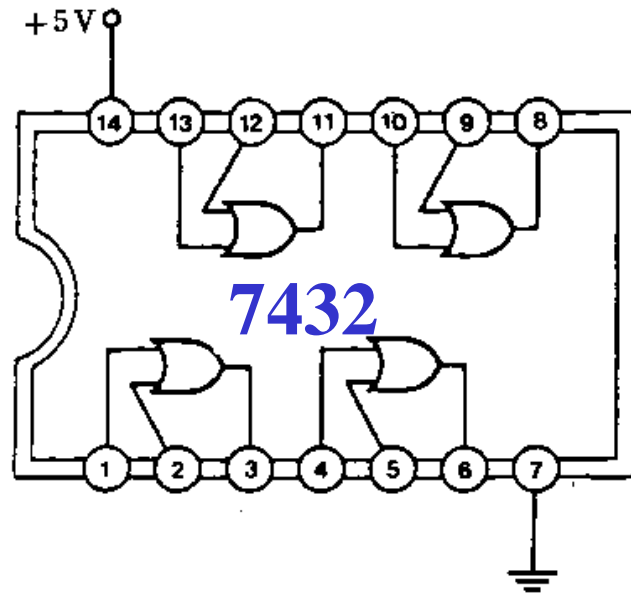
$$C = \overline{A \oplus B} = \overline{\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}}$$



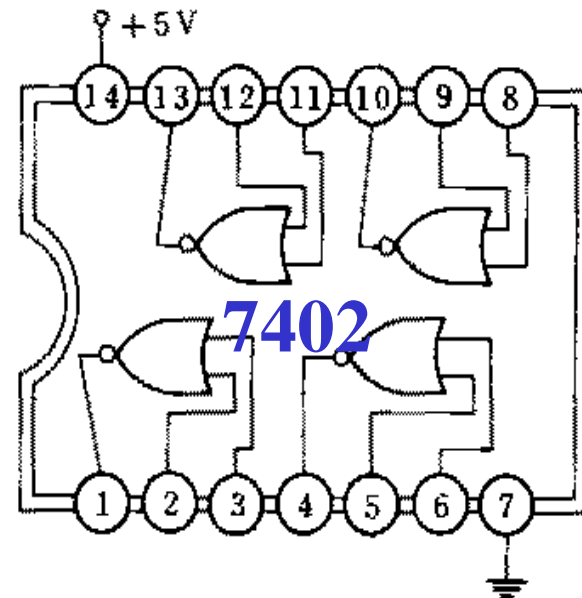
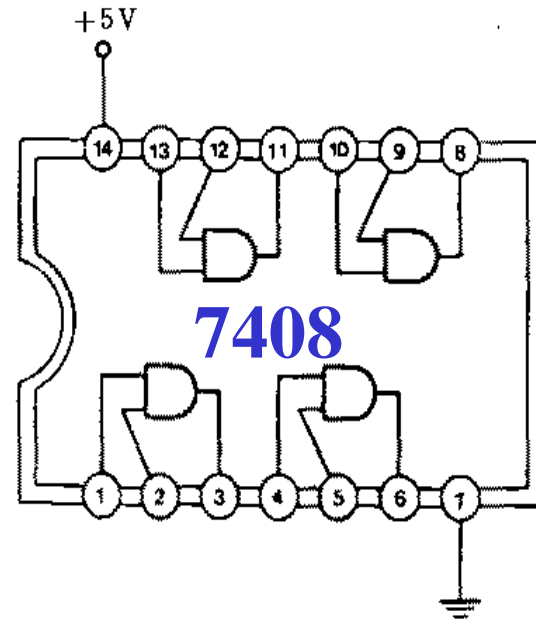
A ●



B ●

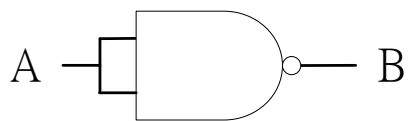


● C



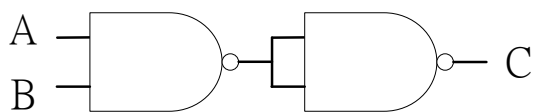
實作題(二)：通用閘-NAND

- 請利用 NAND 閘組合出和 NOT 閘相同功能的電路。



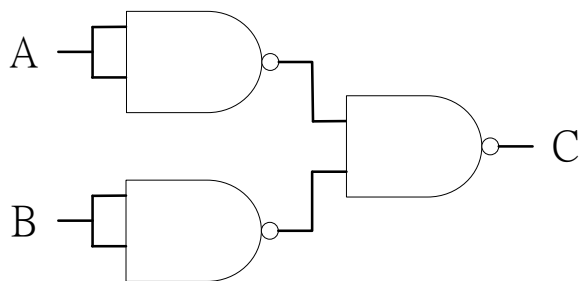
$$B = \overline{A \cdot A} = \overline{A}$$

- 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。

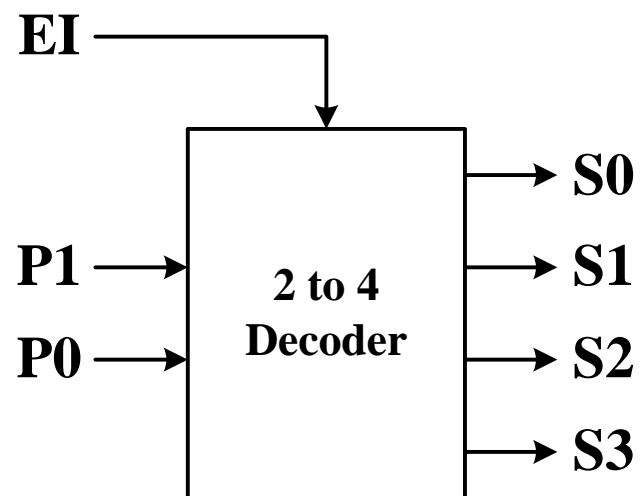


$$\begin{aligned} C &= \overline{\overline{A \cdot A} \cdot \overline{B \cdot B}} \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A + B \end{aligned}$$

挑戰題(一)：通用閘-NOR

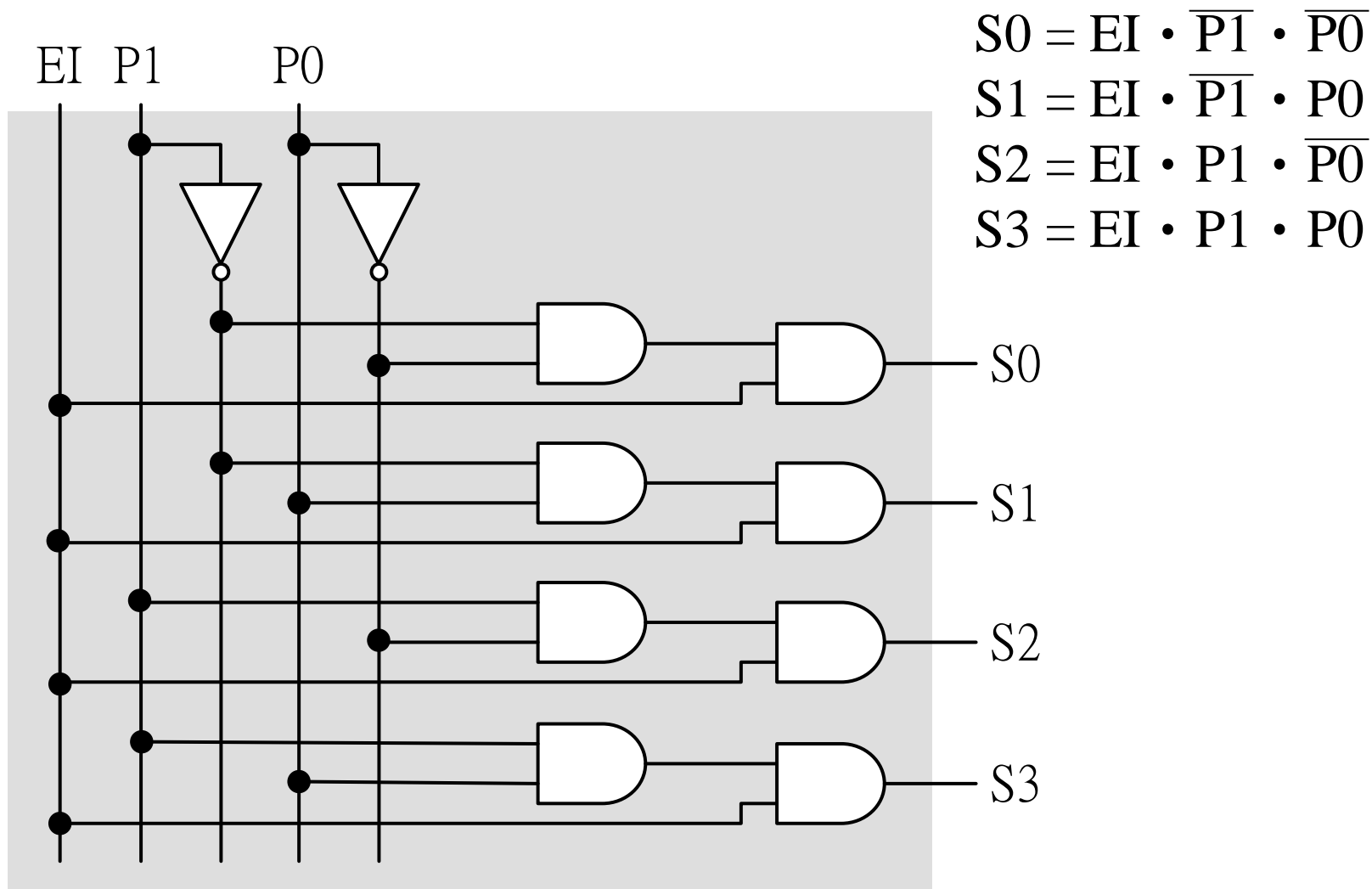
- 請利用 NOR 閘組合出和 NOT 閘相同功能的電路。
- 請利用 NOR 閘組合出和 AND 閘相同功能的電路。
- 請利用 NOR 閘組合出和 OR 閘相同功能的電路。

主題(二) - 編/解碼器：解碼器 (Decoder)

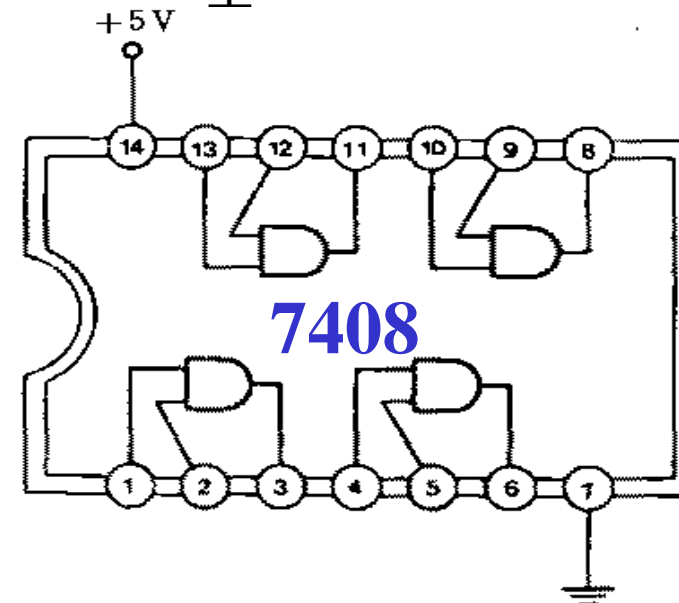
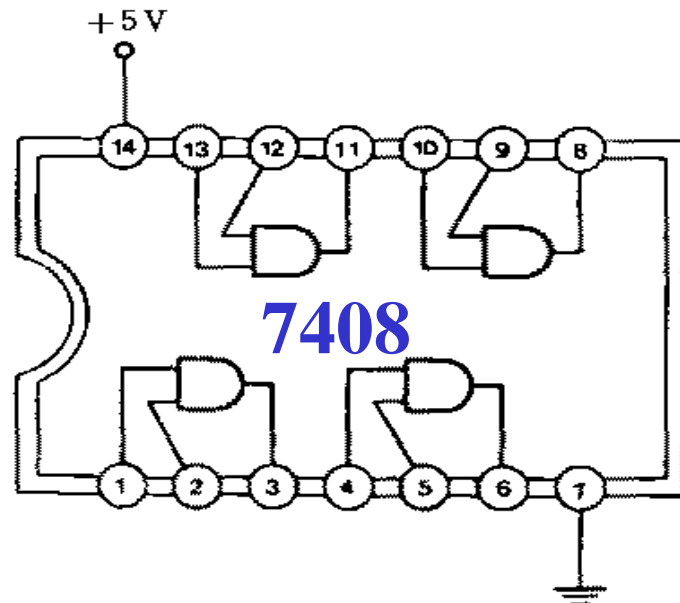
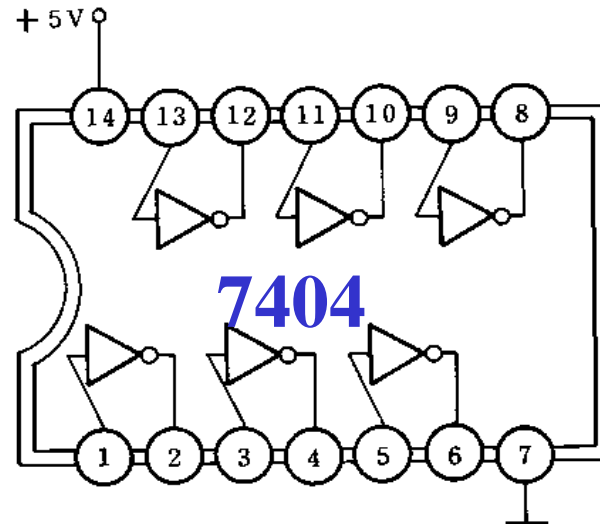


| Input | | | Output | | | |
|-------|----|----|--------|----|----|----|
| EI | P1 | P0 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| 0 | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

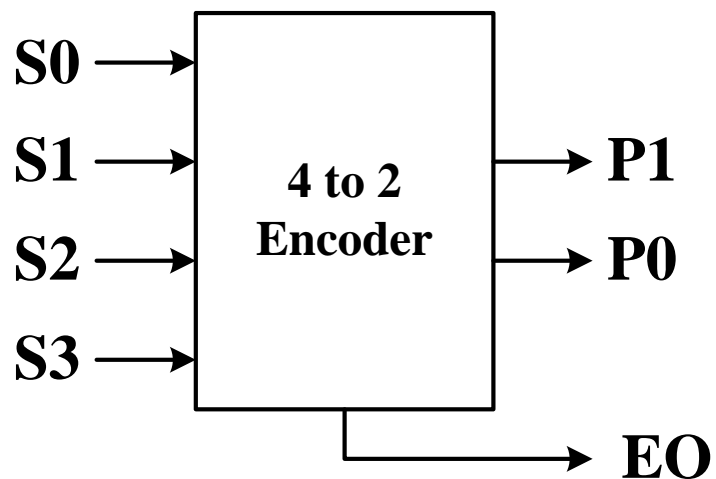
主題(二) - 編/解碼器：解碼器 (Decoder)



主題(二) - 編/解碼器：解碼器 (Decoder)



主題(二) - 編/解碼器：編碼器 (Encoder)



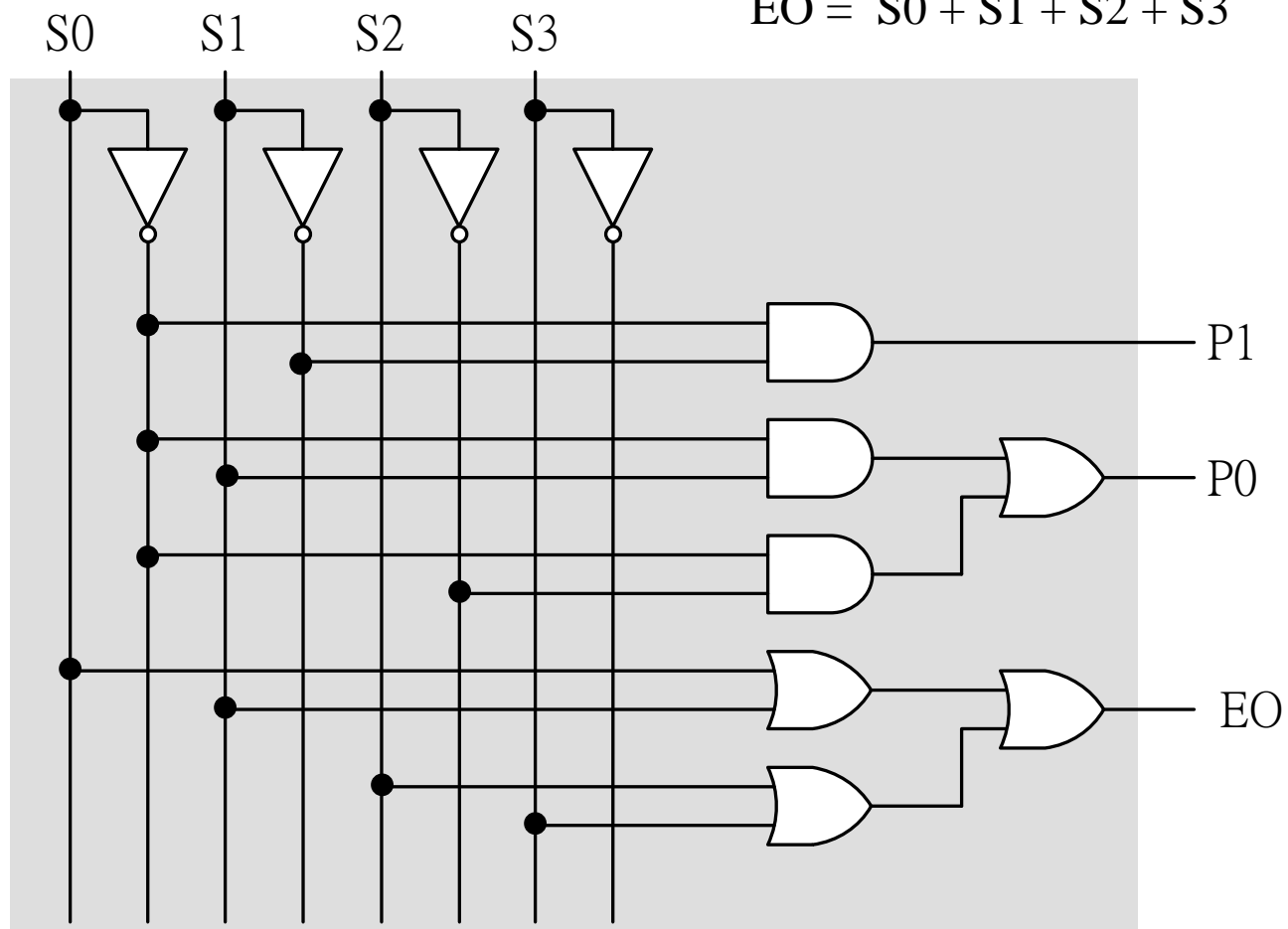
| Input | | | | Output | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| S_0 | S_1 | S_2 | S_3 | P_1 | P_0 | E_0 |
| 1 | x | x | x | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | x | x | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | x | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

主題(二) - 編/解碼器：編碼器 (Encoder)

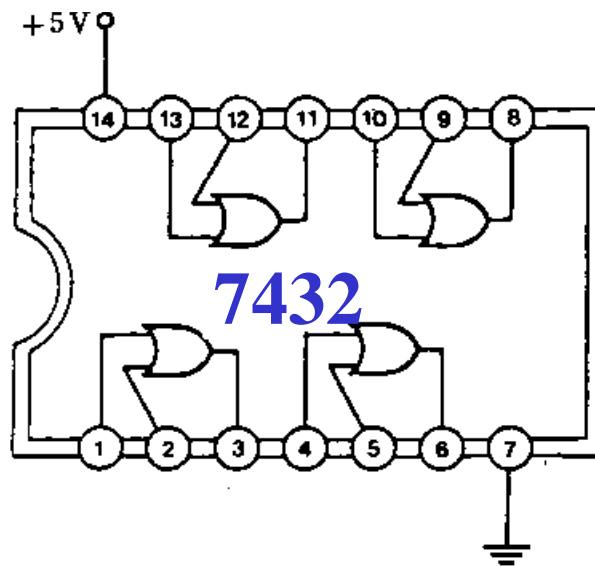
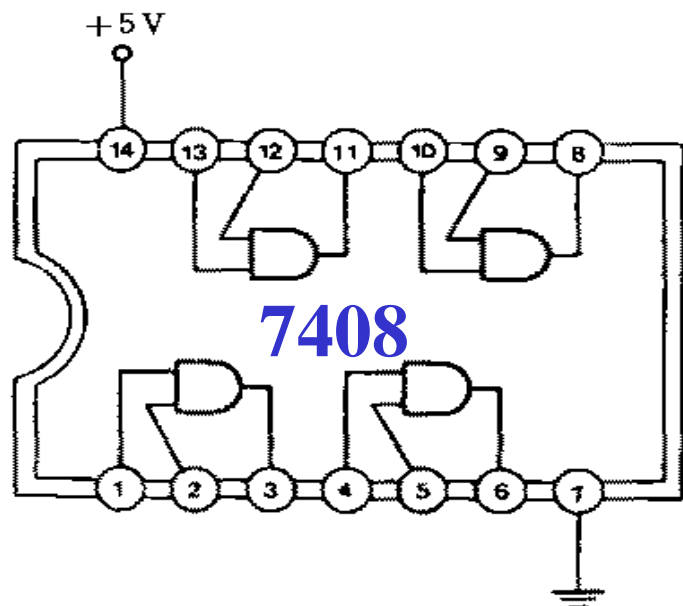
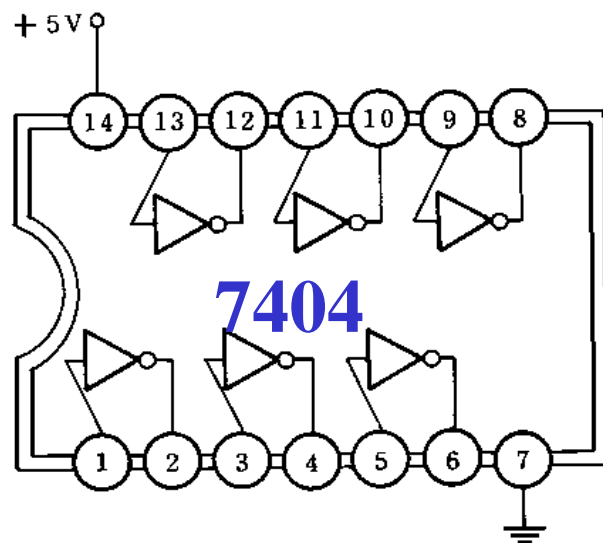
$$P1 = \overline{S0} \cdot \overline{S1}$$

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

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

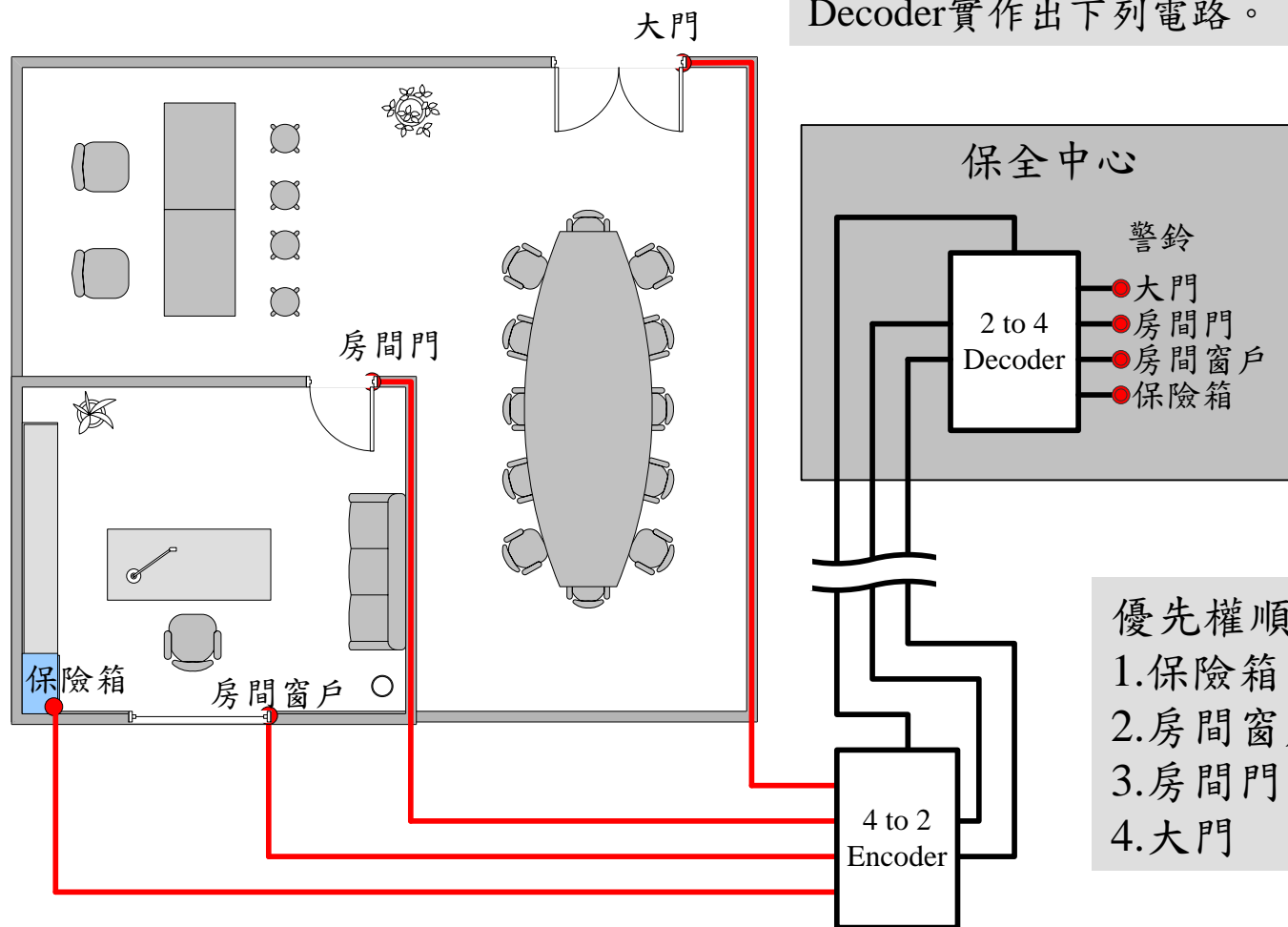


主題(二) - 編/解碼器：編碼器 (Encoder)

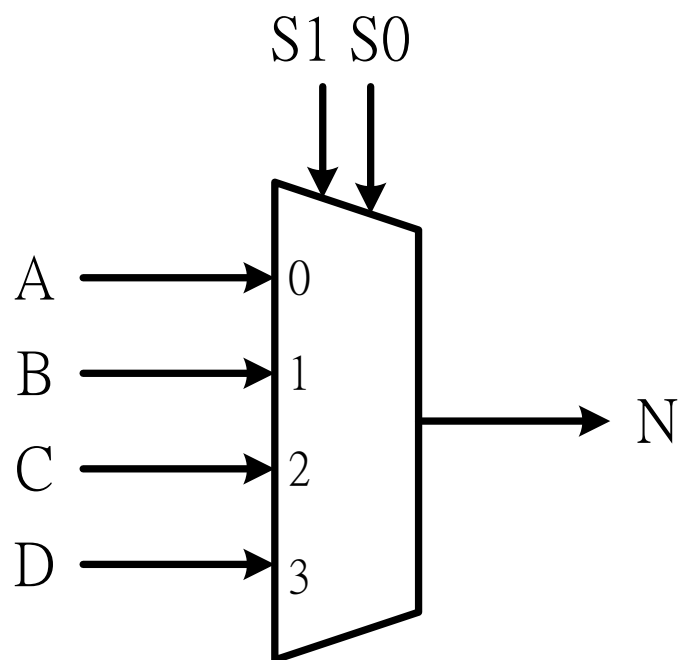


實作題(三) - 保全系統

請利用LED燈、Encoder及Decoder實作出下列電路。

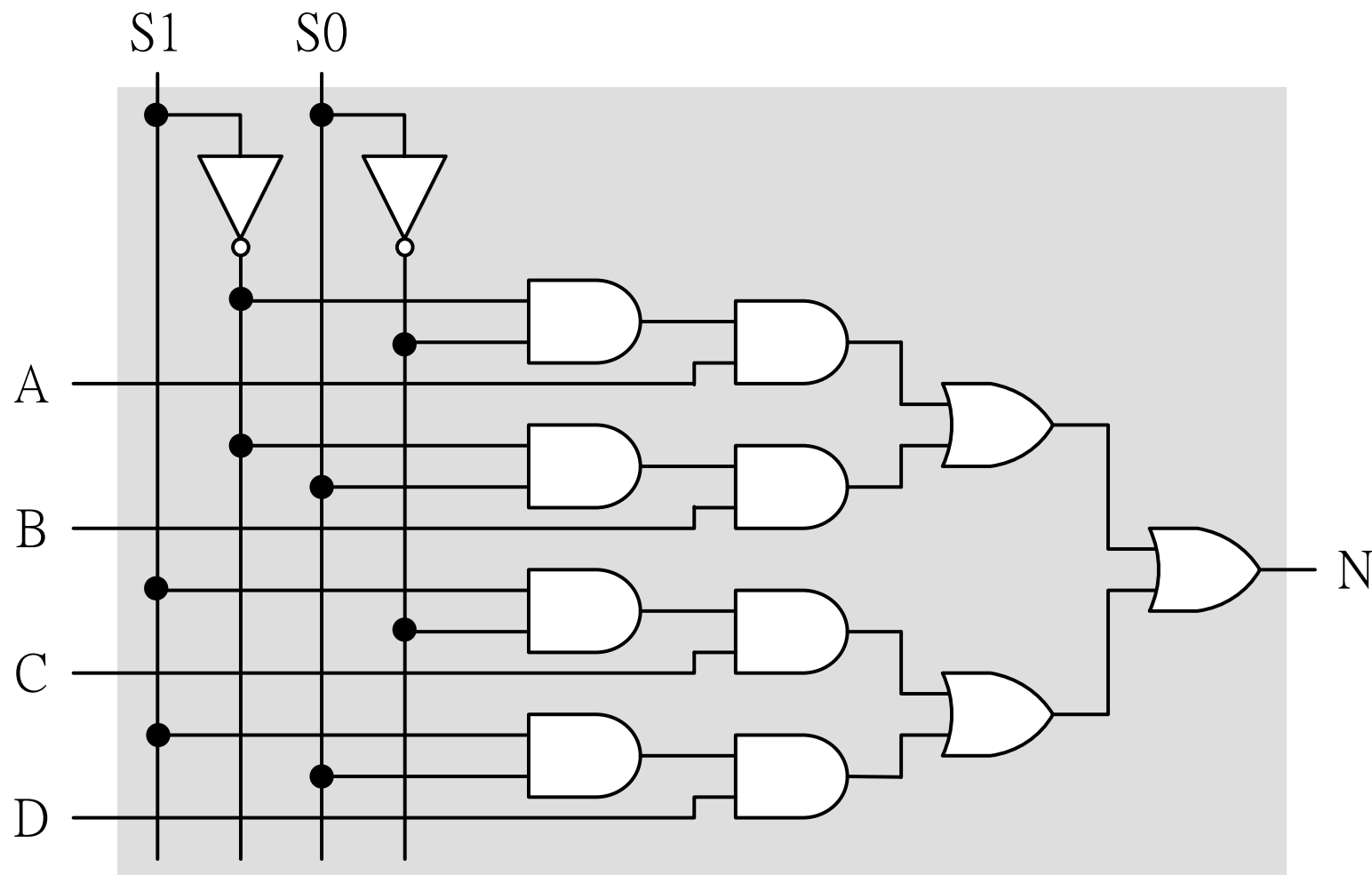


主題(三) – (解)多工器：多工器 (MUX)

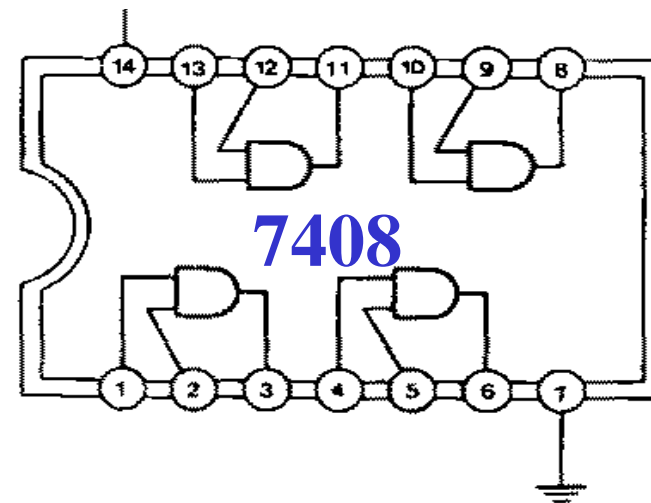
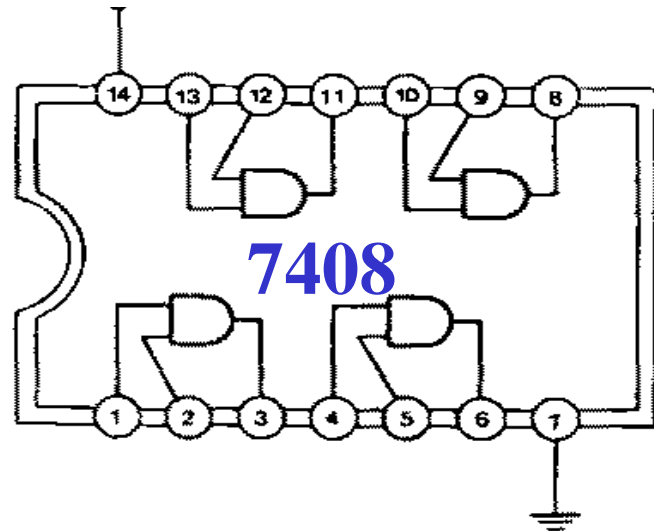
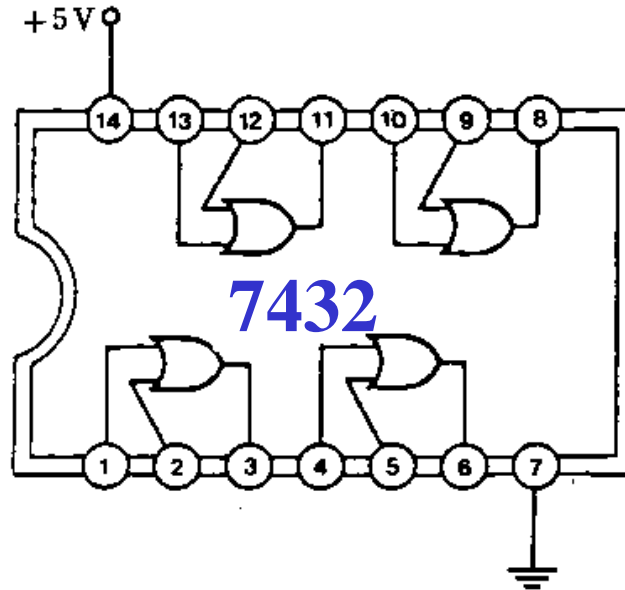
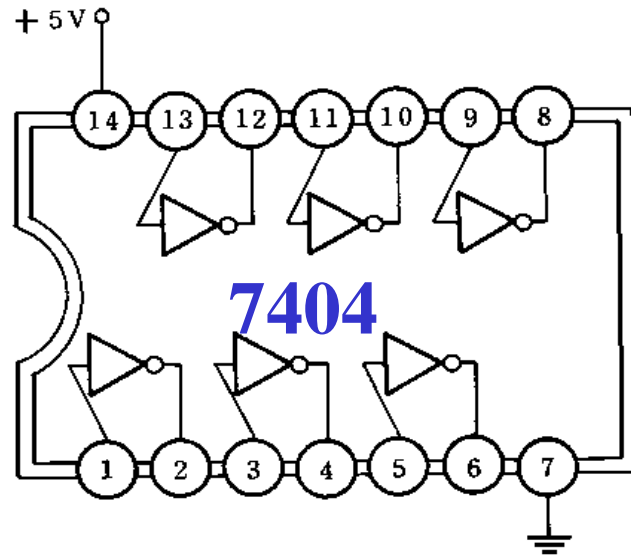


| S1 | S0 | Output |
|----|----|--------|
| 0 | 0 | N=A |
| 0 | 1 | N=B |
| 1 | 0 | N=C |
| 1 | 1 | N=D |

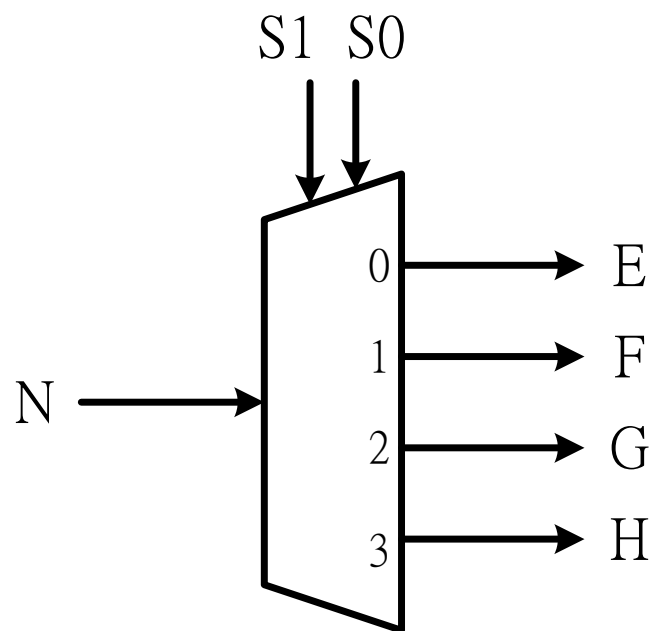
主題(三) – (解)多工器：多工器 (MUX)



主題(三) - (解)多工器：多工器 (MUX)

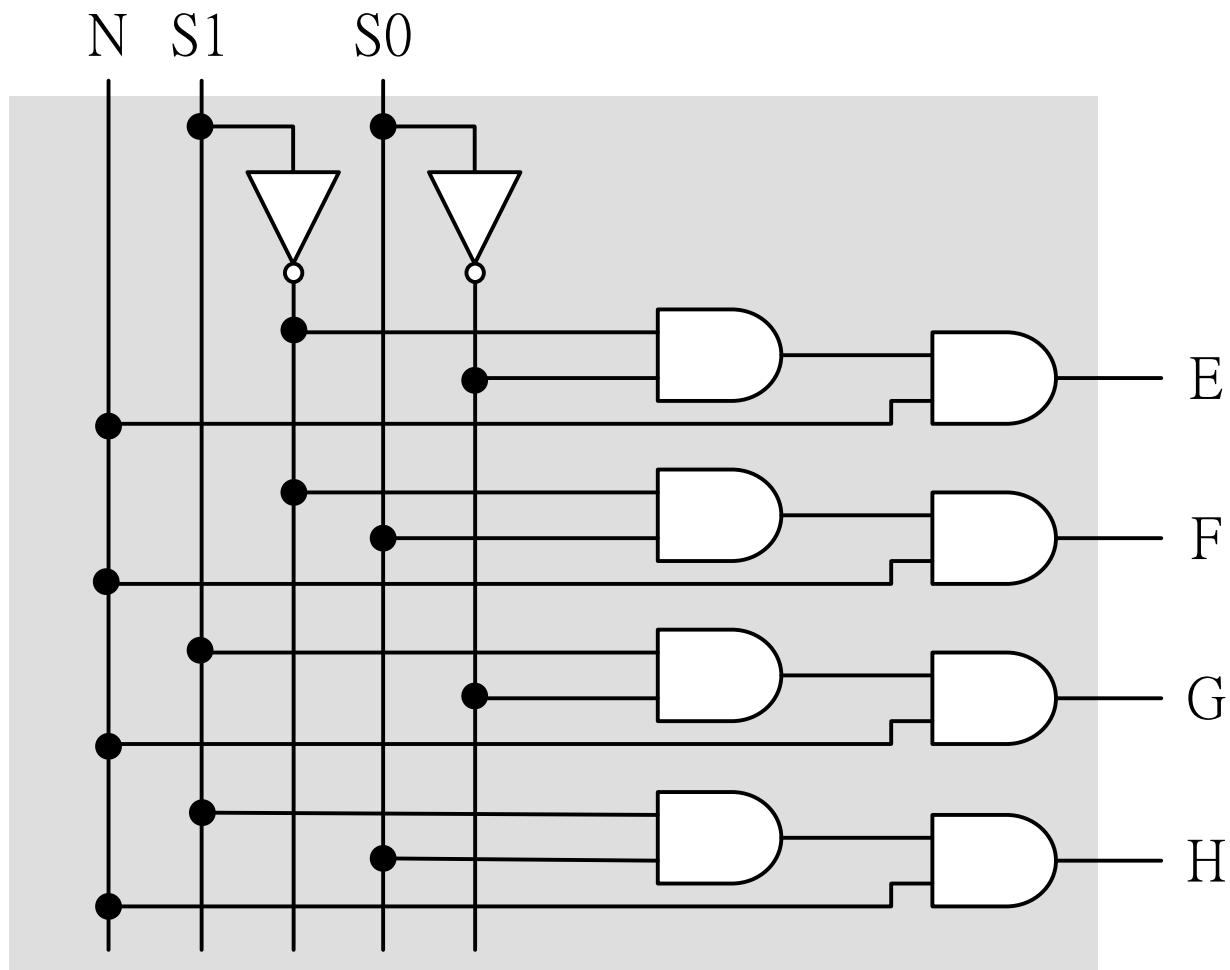


主題(三) – (解)多工器：解多工器 (DEMUX)

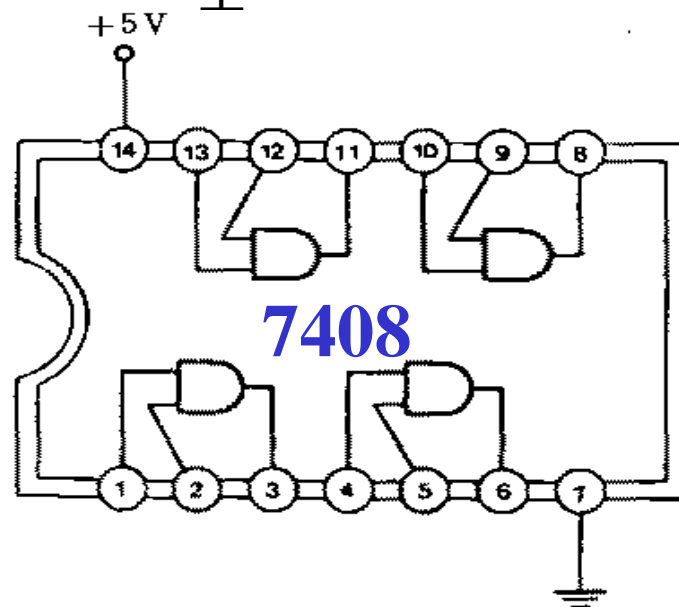
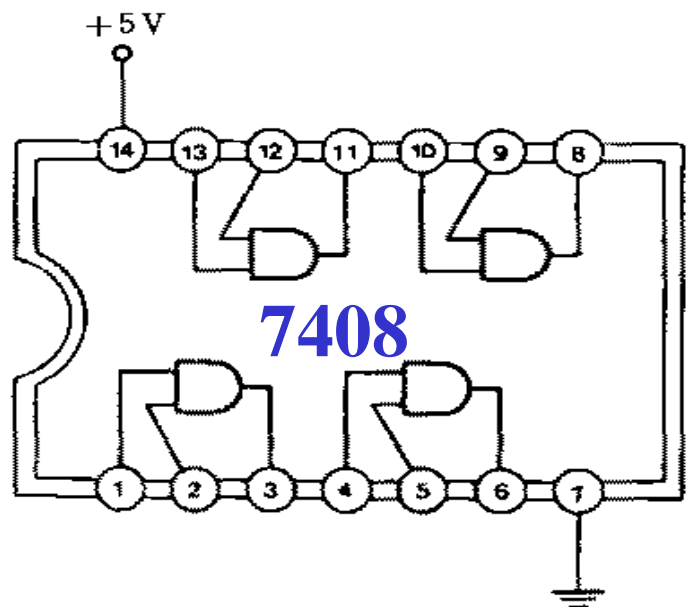
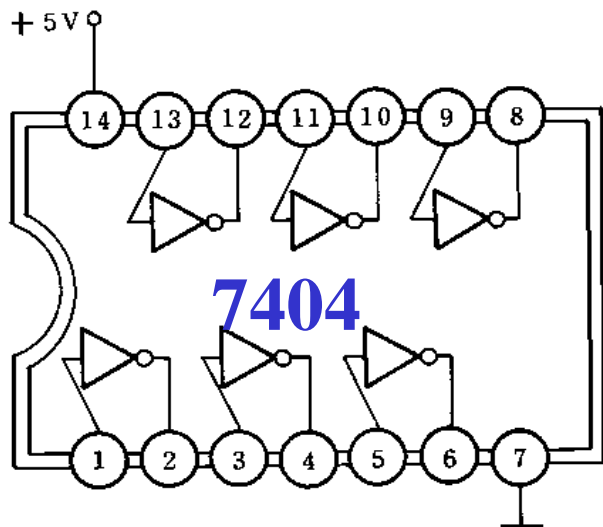


| S1 | S0 | E | F | G | H |
|----|----|---|---|---|---|
| 0 | 0 | N | X | X | X |
| 0 | 1 | X | N | X | X |
| 1 | 0 | X | X | N | X |
| 1 | 1 | X | X | X | N |

主題(三) – (解)多工器：解多工器 (DEMUX)

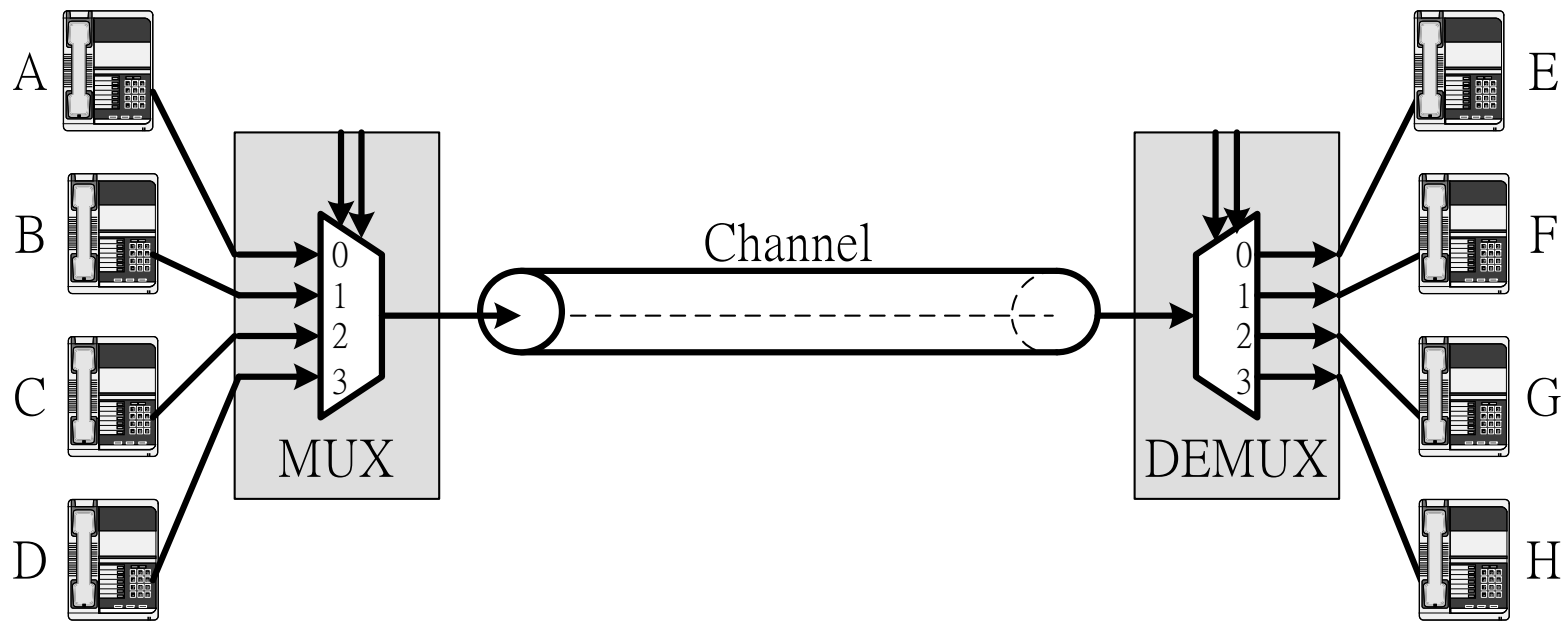


主題(三) – (解)多工器：解多工器 (DEMUX)



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

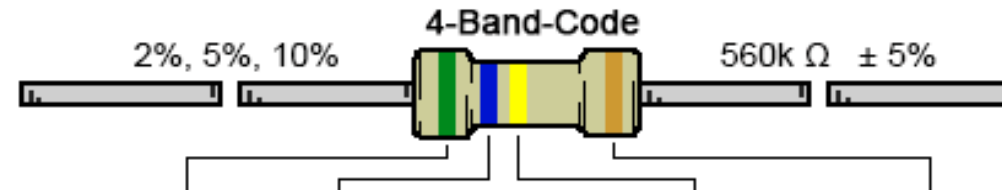
- 主題(二)
 - 第 17 頁 Decoder 的接線圖
 - 第 20 頁 Encoder 的接線圖
- 主題(三)
 - 第 24 頁 Mux 的接線圖
 - 第 27 頁 Demux 的接線圖
- 實驗心得

本次結報期限

- 2/27 23:59 前於 moodle 上繳交結報
- 3/6 23:59 前於 moodle 接受補交，分數以 7 折計算

附錄 - 電阻

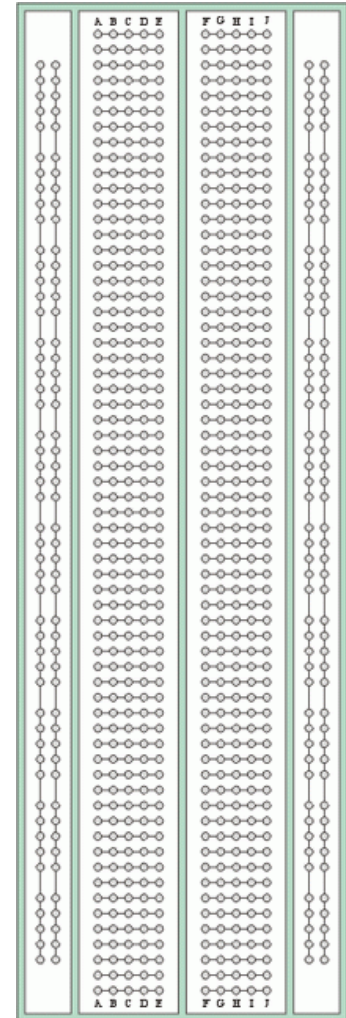
- 電阻色碼圈辨識



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

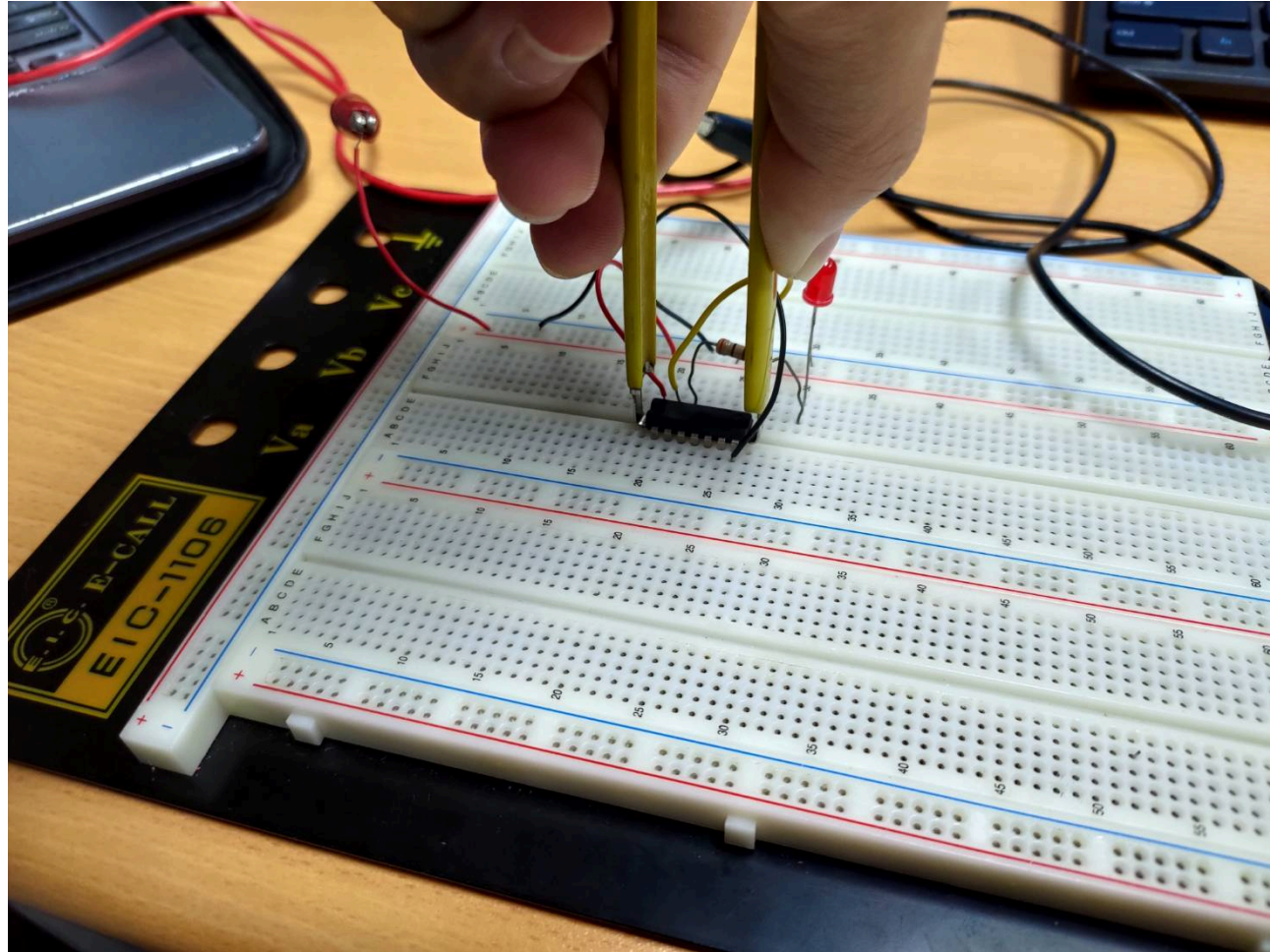
附錄 - 麵包板

- 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

