



# 邏輯系統實習

## 實驗一

麵包板(一)：基本邏輯閘實作

國立成功大學 電機系

2016

# 大綱

- 數位 **IC** 的分類
- **TTL IC** 的特性
- 電阻色碼圈辨識
- 邏輯閘 **IC** 介紹
- 麵包板架構說明
- 電源供應器操作說明
- 三用電表操作說明
- 使用 **LED** 驗證邏輯值
- 實作注意事項
- 實作範例
  - **NOT gate**
  - **AND gate**
- 基礎題 (一)
  - 通用閘
- 基礎題 (二)
  - 半加器
- 挑戰題
  - **XNOR gate**
- 實驗結報繳交

# 數位 IC 的分類

數位IC	雙極性	飽和型	RTL	DCTL (直接耦合電晶體邏輯)	
				RTL (電阻-電晶體邏輯)	
				RCTL (電阻-電容-電晶體邏輯)	
			DTL	DTL (二極體-電晶體邏輯)	
				HTL (高臨限邏輯)	
				TTL (電晶體-電晶體邏輯)	
		非飽和型	ECL (射極耦合邏輯)		
			CTL (互補電晶體邏輯)		
	單極性	MOS (金氧半導體邏輯)			
		CMOS (互補金氧半導體邏輯)			

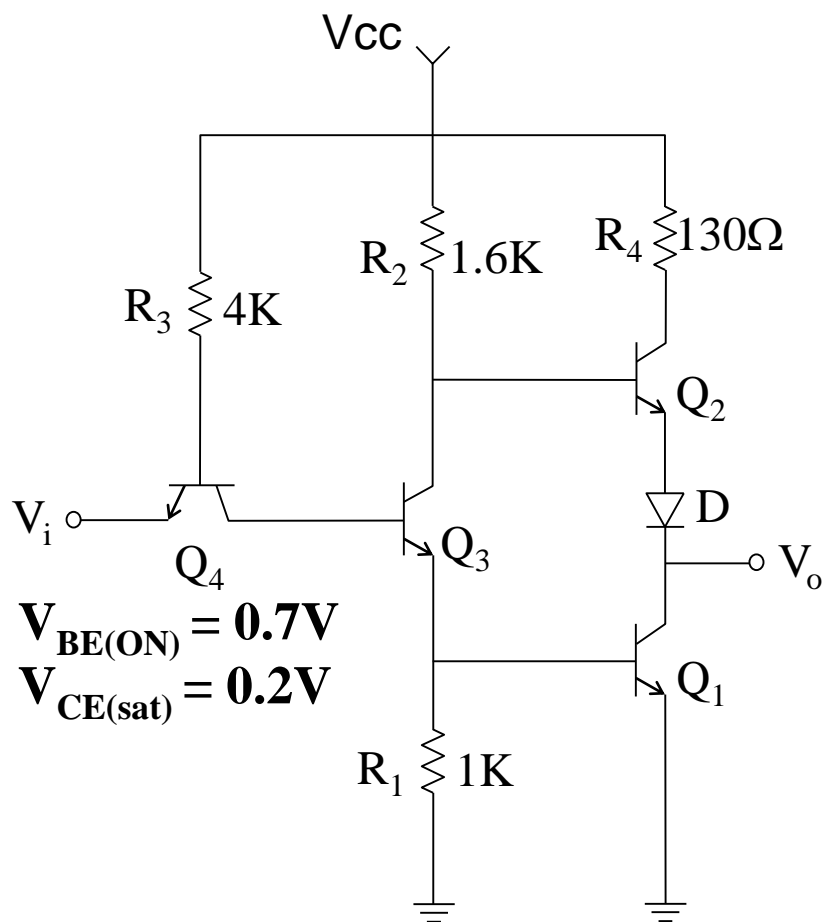
# TTL IC的特性

- TTL系列使用的電源為直流5V。
- 輸入、輸出狀態為邏輯0與邏輯1時的電壓如下表。

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

- 54/74系列
  - SN54系列保證在-55°C~125 °C溫度變化範圍內工作。
  - SN74系列保證在0°C~70 °C溫度變化範圍內工作。

# TTL inverter的標準電路



➤ 當  $V_i = V_H$ ，各個電晶體的工作模式為：

$Q_4$  : inverse active mode

$Q_3$  : saturation mode

$Q_1$  : saturation mode

$Q_2$  : cutoff mode

$D$  : OFF

➤ 當  $V_i = V_L$  (假定  $V_L = 0.2V$ )，各電晶體工作模式為：

$Q_4$  : saturation mode

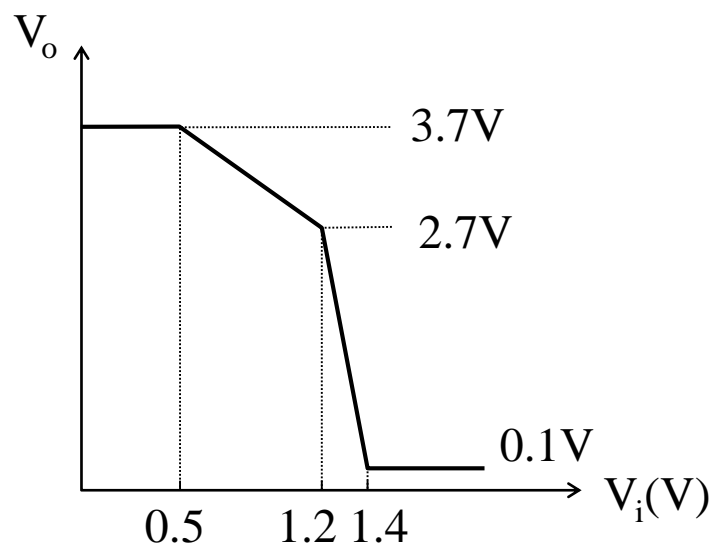
$Q_3$  : cutoff mode

$Q_1$  : cutoff mode

$Q_2$  : active mode

$D$  : ON

# TTL inverter的標準電路



在輸出端不接任何邏輯閘的情況下：

$$V_{OH} \cong 3.7V, V_{OL} \cong 0.1V$$

$$V_{IH} \cong 1.4V, V_{IL} \cong 0.5V$$

$$NM_L = V_{IL} - V_{OL} = 0.4V$$

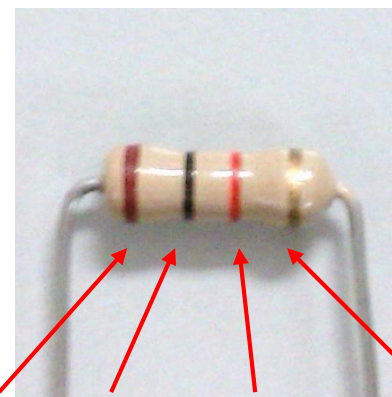
$$NM_H = V_{OH} - V_{IH} = 2.3V$$

# 電阻色碼圈辨識

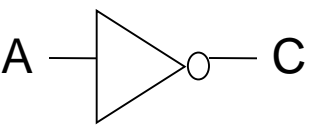
數值	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

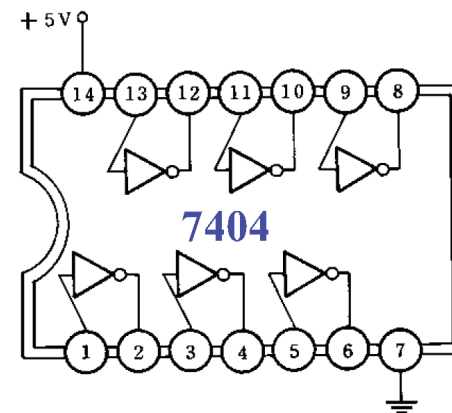
乘數	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	金
	$10^0$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^{-1}$	$10^{-2}$
	1	10	100	1K	10K	100K	1M	10M	0.1	0.01

誤差率	棕	紅	綠	紫	金
	1%	2%	0.5%	0.1%	5%

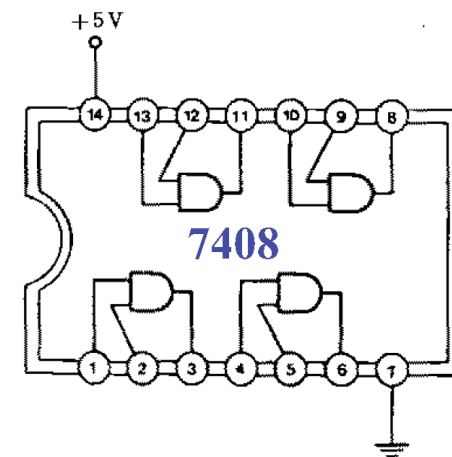


數值、數值、乘數、誤差率  
 棕、黑、橙、金  
 $10 \times 10^3 \pm 5\% = 10K \pm 5\%$

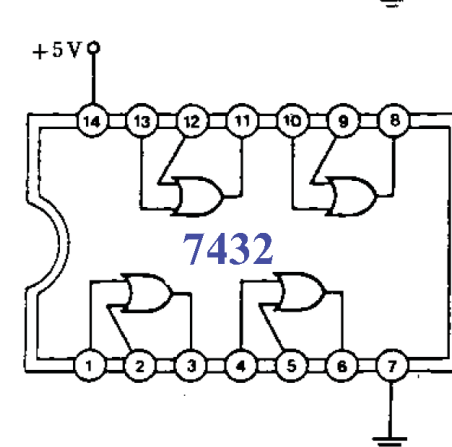
NOT		輸入A	輸出C	輸出電壓位準
$C = \bar{A}$		0	1	
		1	0	



AND	輸入A	輸入B	輸出C	輸出電壓位準
$C = A \bullet B$	0	0	0	
	0	1	0	
	1	0	0	
	1	1	1	

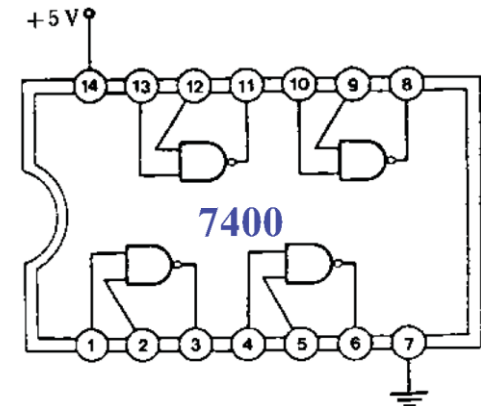


OR	輸入A	輸入B	輸出C	輸出電壓位準
$C = A + B$	0	0	0	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	1	

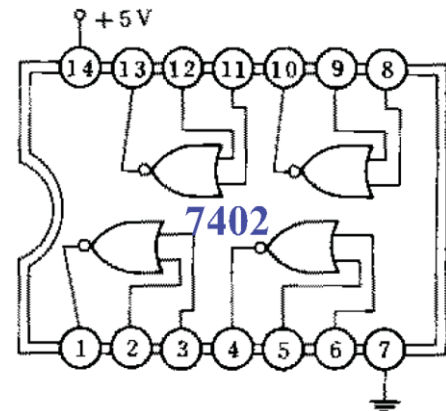




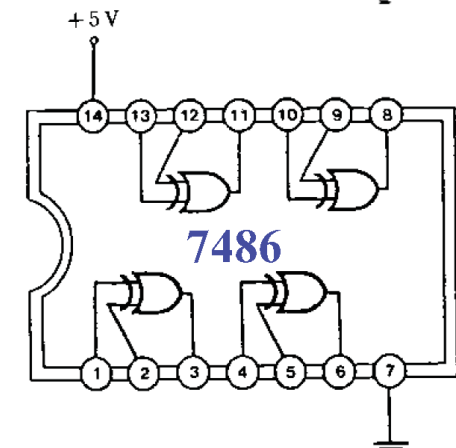
NAND	輸入A	輸入B	輸出C	輸出電壓位準
$C = \overline{A \bullet B}$	0	0	1	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	0	



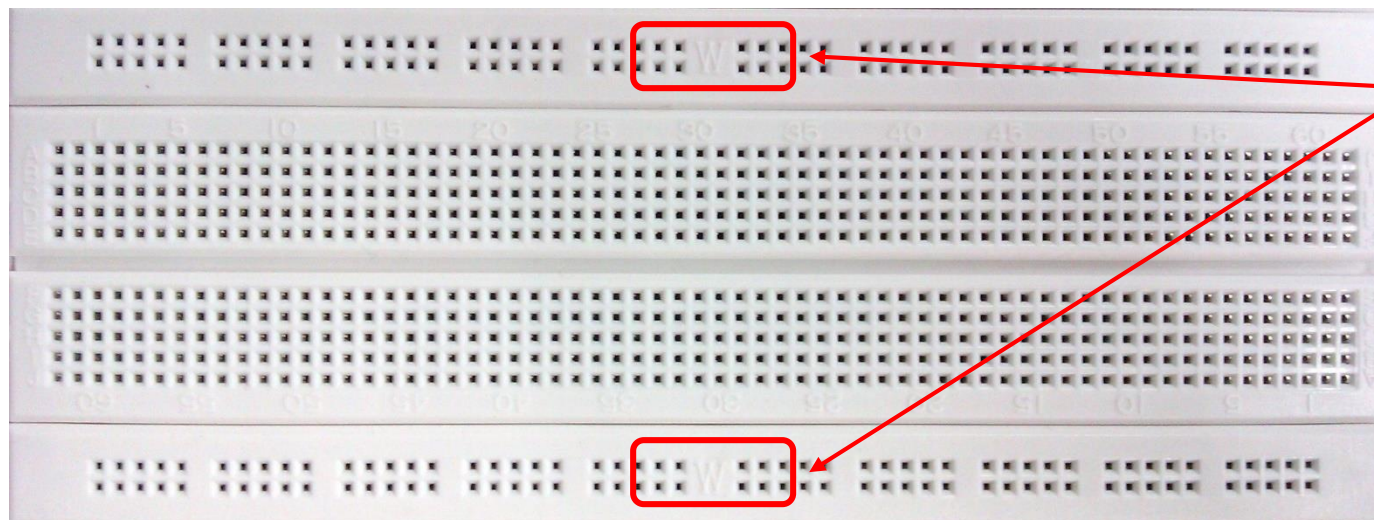
NOR	輸入A	輸入B	輸出C	輸出電壓位準
$C = \overline{A + B}$	0	0	1	
	0	1	0	
	1	0	0	
	1	1	0	



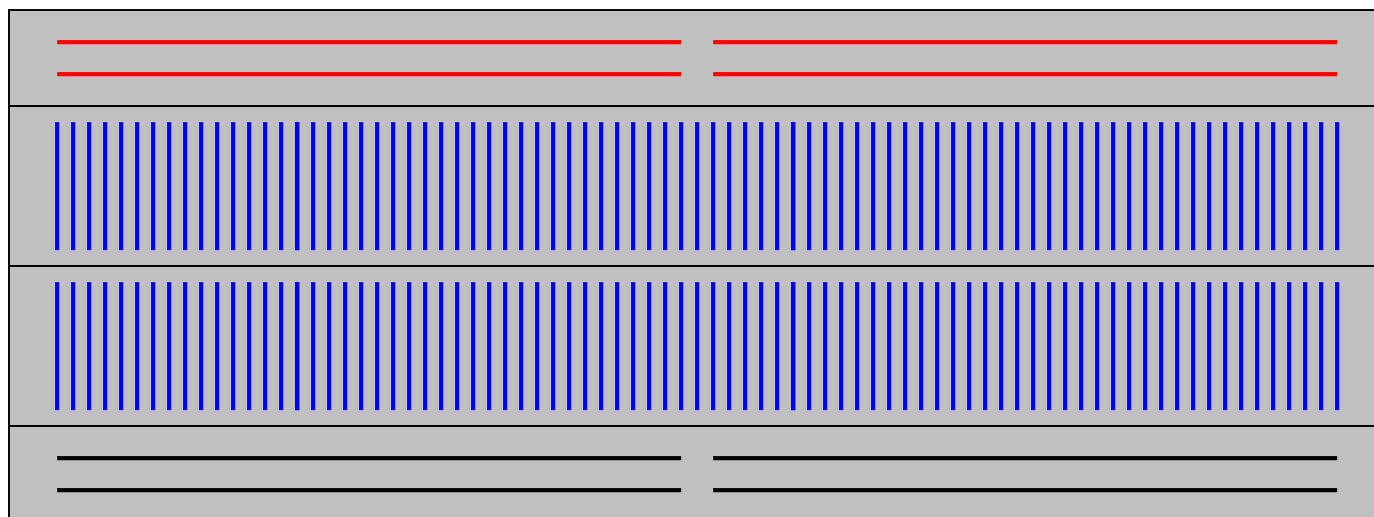
XOR	輸入A	輸入B	輸出C	輸出電壓位準
$C = A \oplus B = \overline{A} \bullet B + A \bullet \overline{B}$	0	0	0	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	0	



# 麵包板架構說明

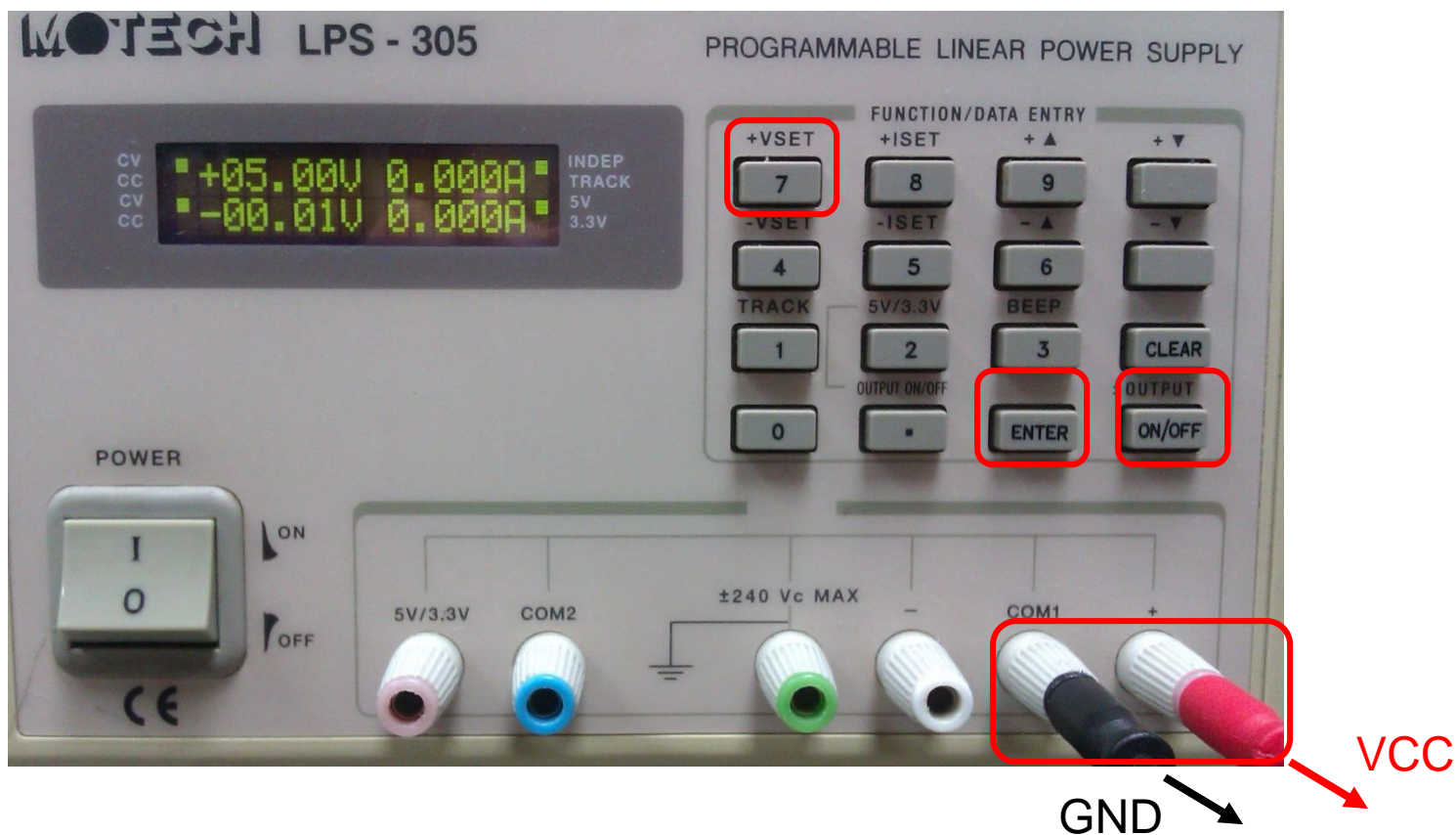


注意!  
並沒有相連



# 電源供應器操作說明

- 接上電源線前請先確認VCC是否為5V，若否，按下電源供應器上” +vset”設定5V後再按下” enter”確定。
- 按下右下角” ON/OFF”，電源供應器會啟用或停止供電。



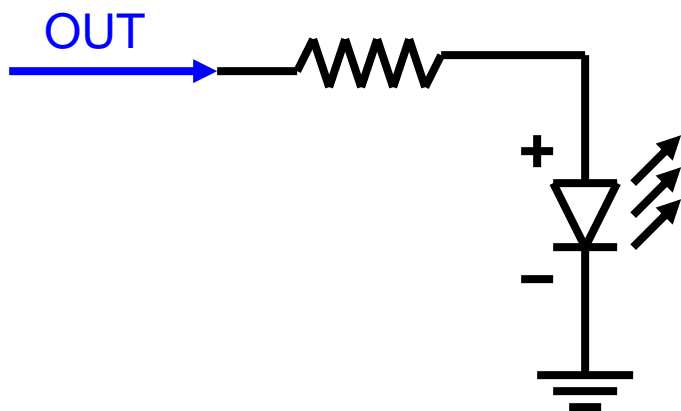
# 三用電表操作說明

- 使用三用電表量測電壓功能時，因IC的VCC為5V，所以請將檔位調至V-20。
- 量測時，將黑色探針接地，移動紅色探針測量各pin腳之電壓，以求得該pin腳之邏輯值。
- 電壓與邏輯值之轉換，請見P.4。



# 使用 **LED** 驗證邏輯值

- 驗證時，請將輸出串聯一個電阻與**LED**到**GND**，注意**LED**的接腳極性。
- 當輸出為邏輯1時**LED**會發光，反之輸出為邏輯0時**LED**則不會發光。

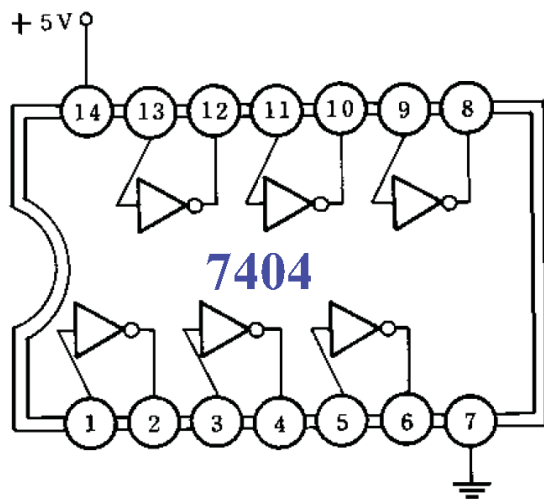


長腳為正，短腳為負



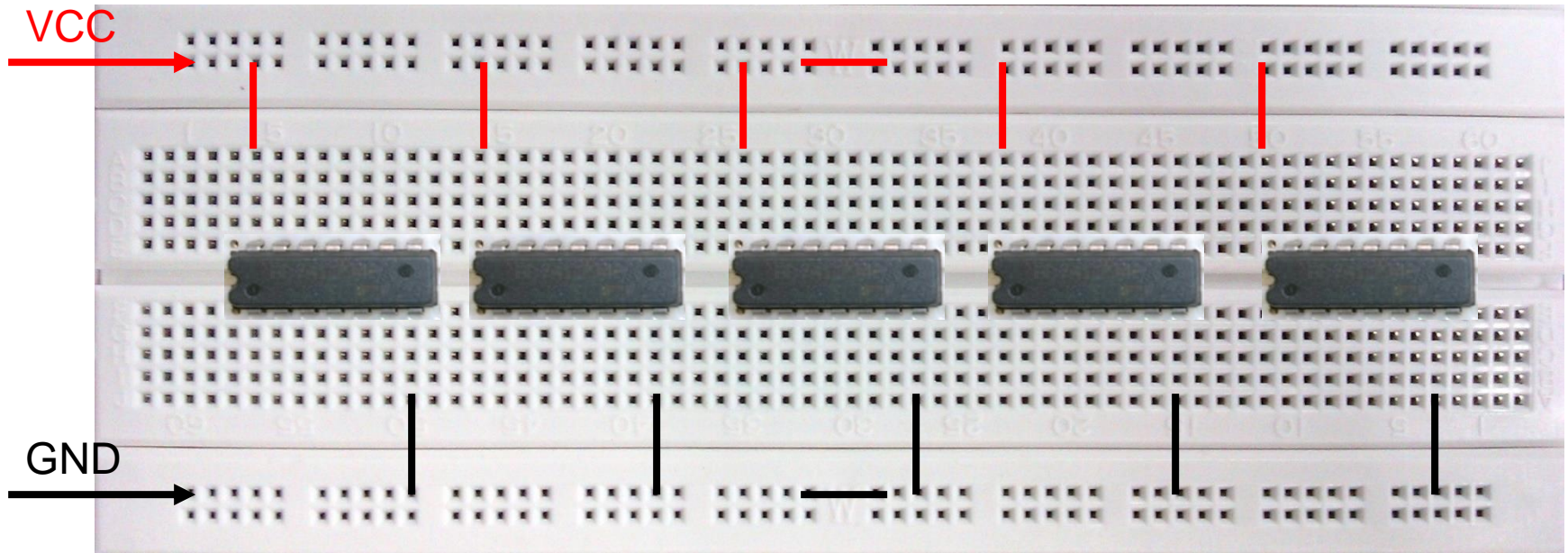
# 實作注意事項 (1/4)

- 1) 注意**IC**的缺口方向，以及內部邏輯閘的配置方式(NOR 7402的邏輯閘方向配置與其他邏輯閘相反)。
- 2) 實驗中**IC** 要完全插進麵包板上以免接觸不良，以及注意**IC**在麵包板上配置的正確性。



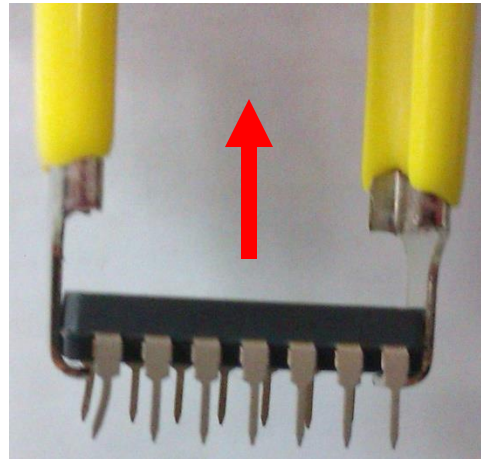
## 實作注意事項 (2/4)

- 3) 接線時，建議使用紅色線連接VCC、黑色線連接GND，以方便除錯。
- 4) 實作時，請等待所有電路連接完成後才接上電源線，以避免因電路連接錯誤而導致IC燒毀。



## 實作注意事項 (3/4)

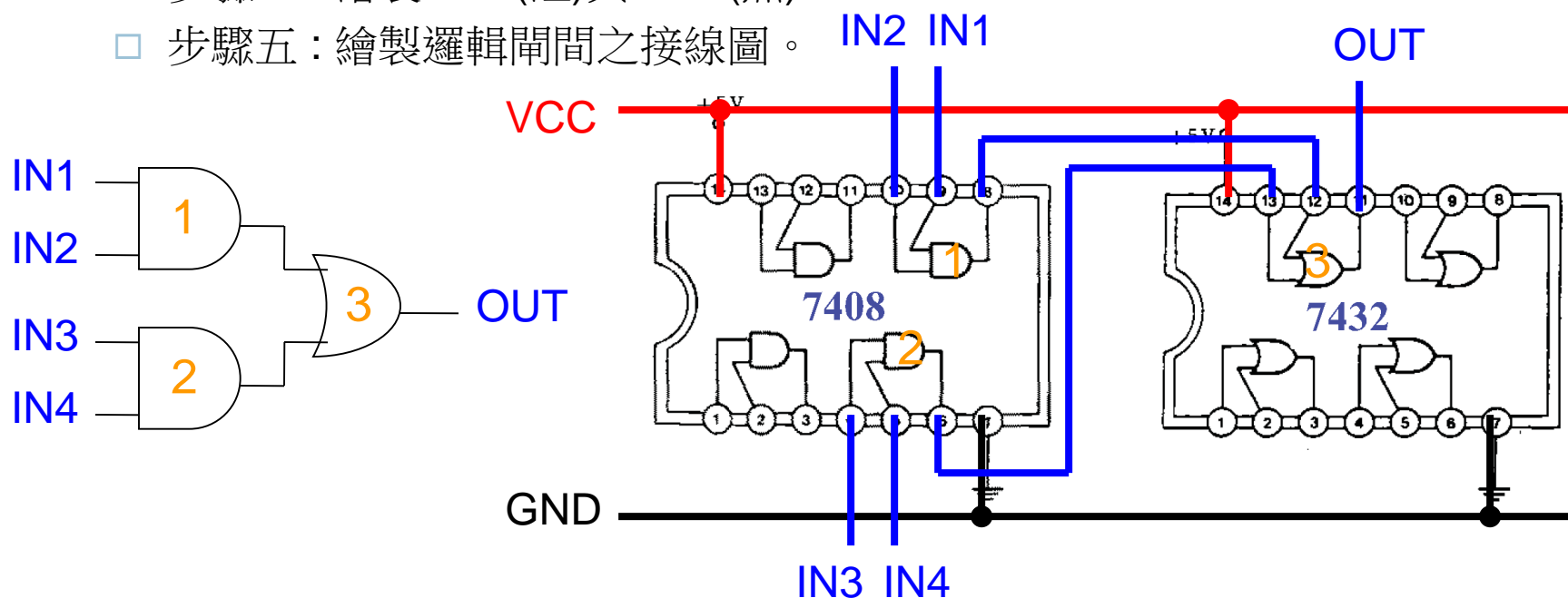
- 5) 移除IC時，請使用小鑷子夾取IC向上拔除，以免折斷IC之接腳。





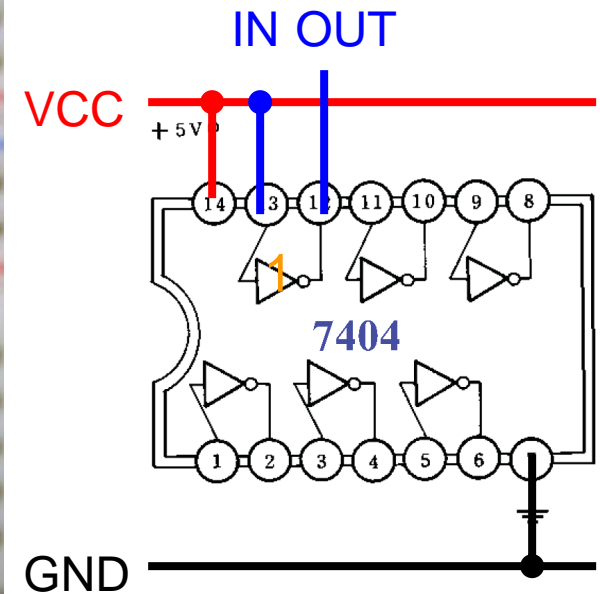
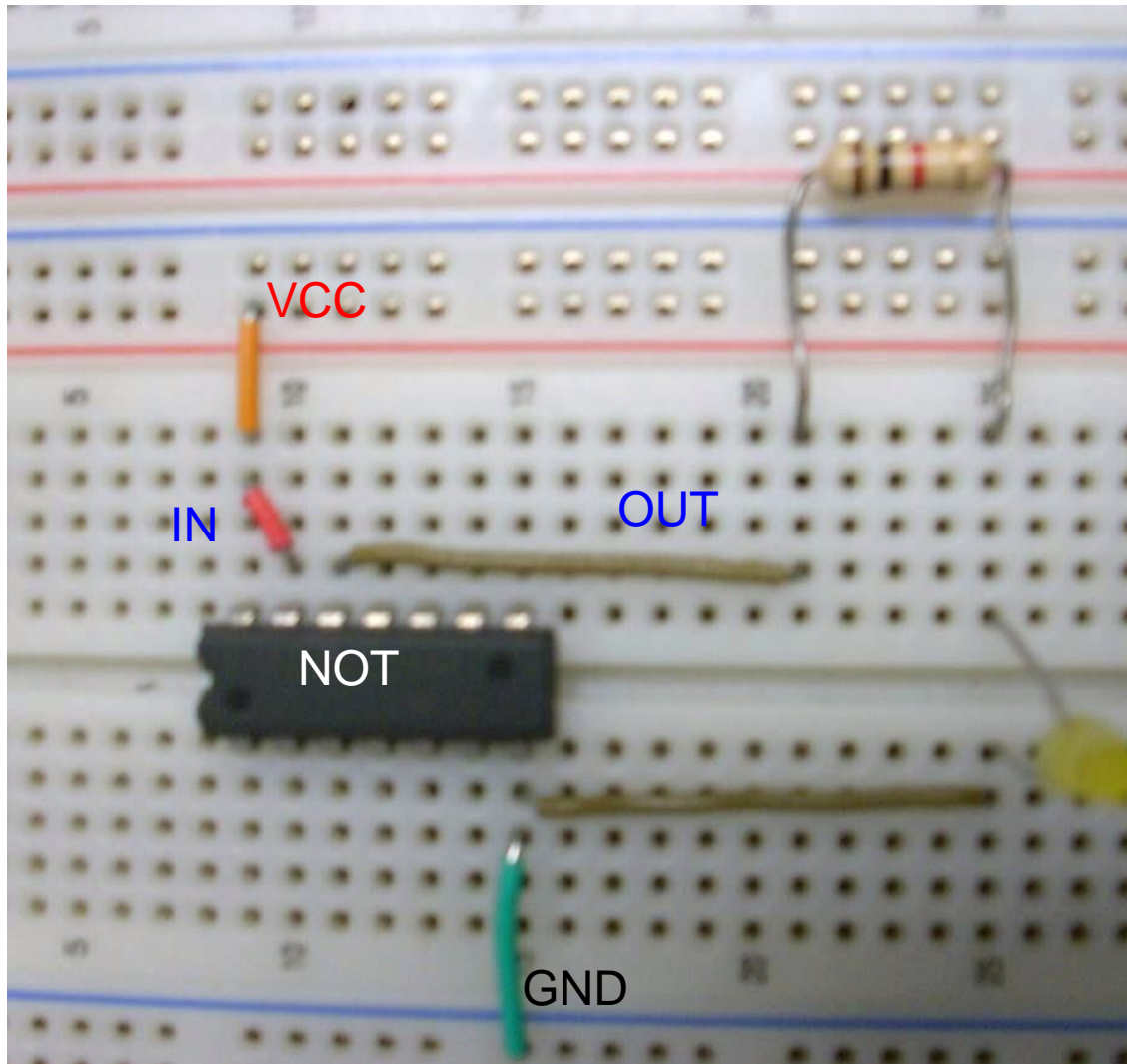
# 實作注意事項 (4/4)

- 6) 實作時，請先將接線圖繪製於紙上，再依照該接線圖在麵包板上實現，方便以後除錯。
  - 步驟一：挑選可用的IC。
  - 步驟二：規劃邏輯閘方向與配置位置。
  - 步驟三：挑選邏輯閘並註明編號。
  - 步驟四：繪製VCC(紅)與GND(黑)。
  - 步驟五：繪製邏輯閘間之接線圖。



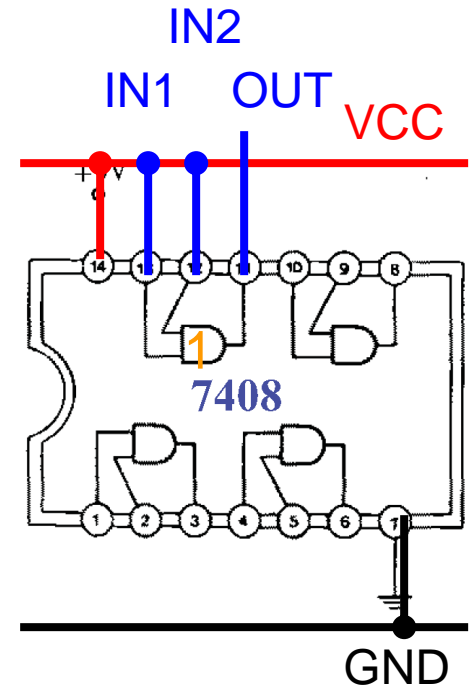
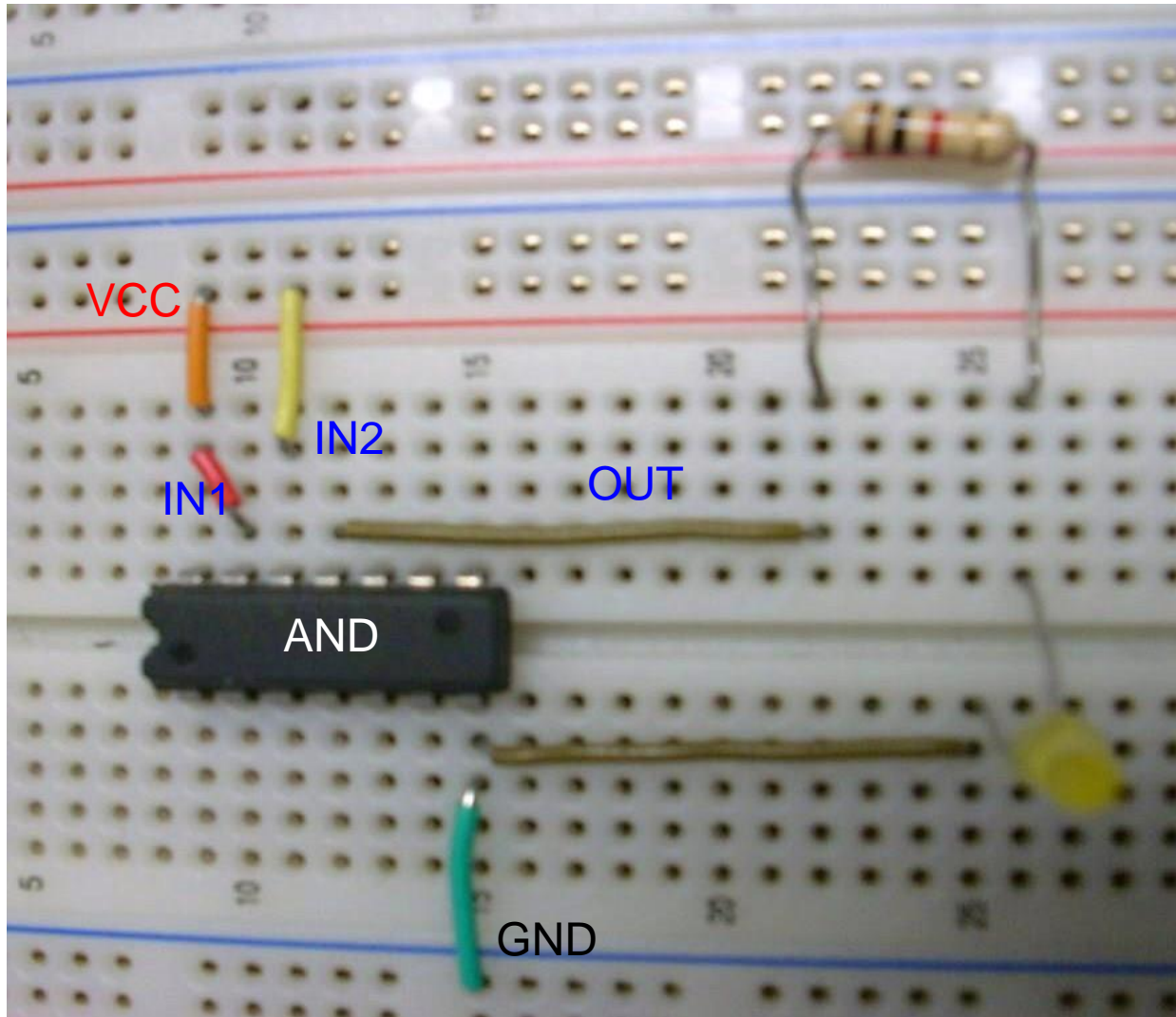
# 實作範例 (1/2)

## NOT gate



# 實作範例 (2/2)

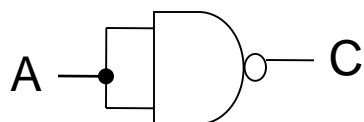
## AND gate



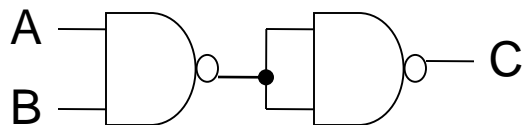
# 基礎題 (一)

## 通用閘

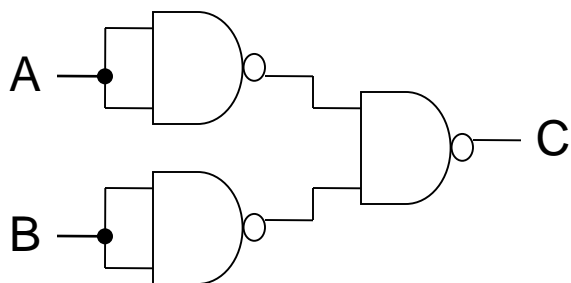
- 已知NAND gate與NOR gate可以組合出與NOT、AND、OR gate相同功能的電路。



$$C = \overline{A \bullet A} = \overline{A}$$

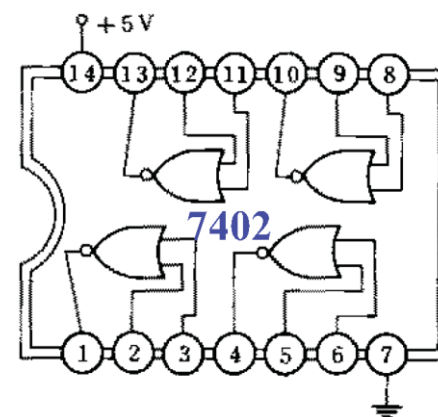
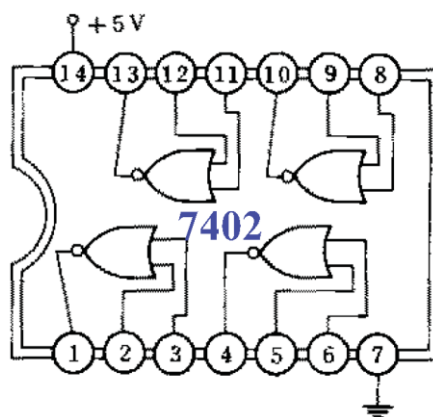
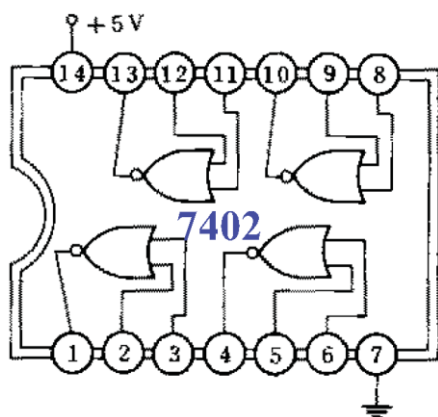


$$C = \overline{\overline{A \bullet B}} = \overline{\overline{A} \bullet \overline{B}} = A \bullet B$$



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

- 請利用NOR gate組合出與NOT、AND、OR gate相同功能的電路。
  - 實作時，請先將接線圖繪製於下一頁上，再依照該接線圖在麵包板上實現。
  - 驗證時，請利用LED與電阻檢測輸出之邏輯值。



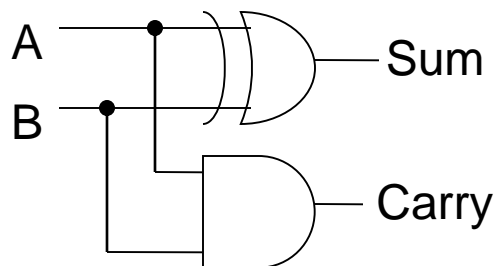
# 基礎題(二)

## 半加器

### ■ 請實作與驗證 半加器。

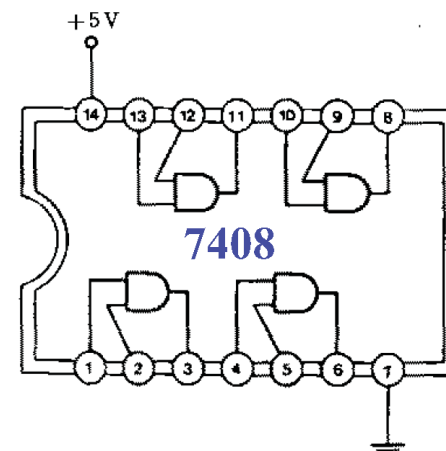
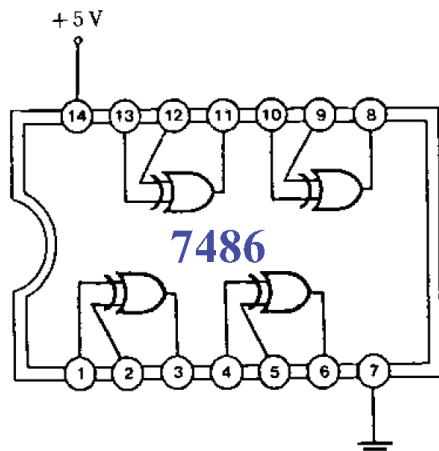
- 實作時，請先將接線圖繪製於下一頁上，再依照該接線圖在麵包板上實現。
- 驗證時，請利用LED與電阻檢測輸出之邏輯值。

A	B	Carry	Sum
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0



$$Sum = \bar{A} \bullet B + A \bullet \bar{B} = A \oplus B$$

$$Carry = A \bullet B$$

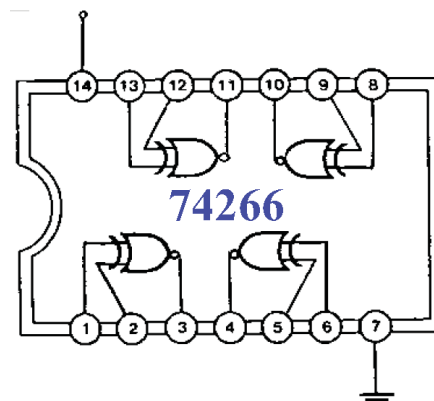


# 挑戰題

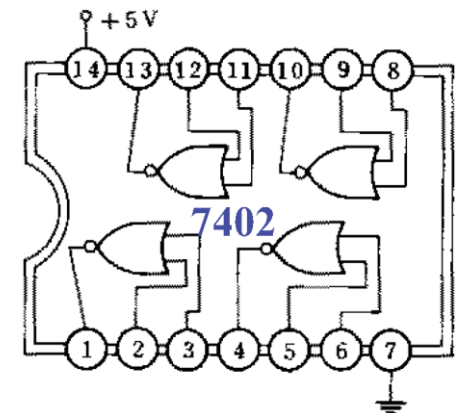
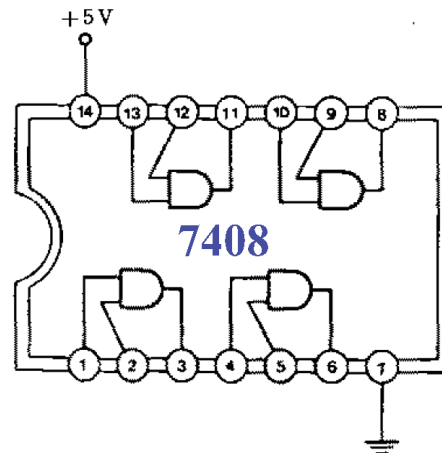
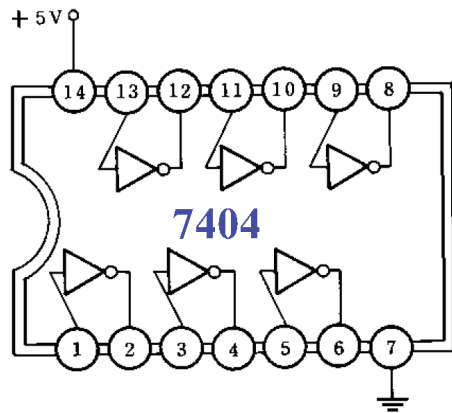
## XNOR gate

- 因本次實驗未準備XNOR (74266)的IC，請同學利用NOR (7402)、NOT (7404)、AND (7408) 組合出與XNOR相同功能的電路。
  - 實作時，請先將接線圖繪製於下一頁上，再依照該接線圖在麵包板上實現。
  - 驗證時，請利用三用電表將各輸入所產生的輸出電壓位準值求出，並且反推回輸出的邏輯值(邏輯0或邏輯1)並填於下表中。

XNOR	輸入A	輸入B	輸出C	輸出電壓位準
$C = \overline{A \oplus B} = \overline{A \cdot B} + \overline{A \cdot \overline{B}}$	0	0		
	0	1		
	1	0		
	1	1		







# 實驗結報繳交

## ■ 基礎題 (一)

- 請繪製出如何使用NOR gate組合出與NOT、AND、OR gate相同功能的電路。
- 請附上接線圖、實驗電路照片與解釋。

## ■ 基礎題 (二)

- 請附上接線圖、實驗電路照片與解釋。

## ■ 挑戰題

- 請附上接線圖、實驗電路照片與解釋。
- 請完成XNOR之輸入A、輸入B、輸出C、輸出電壓位準表格。

## ■ 各自之心得報告