

全國高級中等學校 103 學年度工業類科學生技藝競賽

職類：09 數位電子_術科試題 2

● 競賽說明及注意事項：

1. 競賽項目：依據公告的元件和試題規定，在時限內完成試題指定工作。
 - ◇ 電路設計：依據系統功能與動作要求，完成電路設計。可用麵包板試做，最後將答案依繪圖技術繪製在指定位置。
 - ◇ 電路製作：依據提供的電路圖、自行設計之電路圖和 PCB Layout，完成電路製作；依數位電子乙級技能檢定之「裝配規則」與「焊接規則」完成元件配置與焊接；PCB 焊接，電源及電阻、電容部分請用裸銅線，其他 IC 接腳可用 OK 線為原則。
 - ◇ 功能測試：依據動作要求完成功能測試；如果相關的測試點沒焊上，就無法給測該部分功能，該部分功能就不給分；只評焊接完成之電路功能，麵包板上電路之功能不予評分。
 - ◇ 量測技術：依試題要求，使用適當儀器觀測信號並將答案紀錄在答案紙上，波形之時序和標示正確才給分
2. 通電檢驗若發生短路現象(無熔絲開關跳脫或是插座保險絲燒毀)，應立即停止工作，不得重修並退出比賽。
3. 選手只允許依照【選手自備器具材料清單】器材的名稱與規格，自行攜帶使用；必要時可提出要求在大會提供元件的數量上更換，每一元件扣競賽成績總分 10 分，且同一元件只能更換一次，超過大會提供元件的數量時不得要求。
4. 除了圖面不清楚及正常理由外，一律不准發問。
5. 評分方式依評分項目內容及標準逐項評分。
6. 不清楚之處，由裁判團議定，並由裁判長或指定裁判給予宣佈說明。
7. 競賽期間不得與其他選手相互交談，否則該項成績以零分計算。

競賽地點：國立新竹高級工業職業學校

競賽日期：民國 103 年 11 月 26~27 日

競賽時間：4 小時

A、題目說明：

主題：LED 控制器

本題目為一 LED 控制器，方塊圖如圖一所示。主功能為按鍵開關 SW1 按下或放開時會經由 JK 正反器與邏輯閘產生致能訊號使脈波產生器 B 產生一時脈訊號給計數器 B。另一個計數器 A 則以一固定頻率訊號產生計數，兩個計數器經過比較器產生一連串的 PWM 的訊號，使 LED 由暗漸亮至最亮，最後熄滅。

無全功能時，將視情況給予部分功能分數，所以焊接與設計時必須考慮如何呈現部分功能。如果相關的測試點沒焊上，就無法給測該部分功能，該部分功能就不給分。

◇ 功能1：按鍵觸發功能(TP1)：當按鍵SW1按下或放開時可以產生一“1”的致能訊號，LED 漸亮後會自動清除此訊號。

◇ 功能2：脈波產生器：脈波產生器A可以產生固定頻率的脈波訊號(TP2)，脈波產生器B收到致能訊號時，可以產生一固定時間的脈波訊號(TP3)。

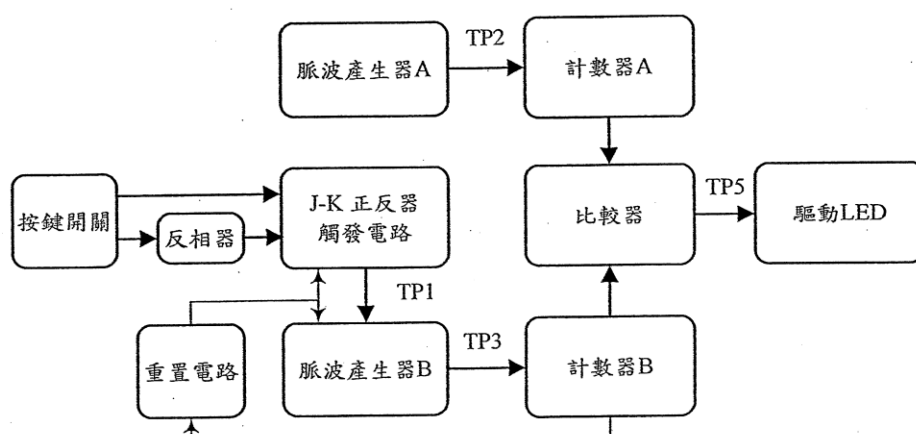
◇ 功能3：計數器A和比較器功能：計數器A為一除N的計數器，輸出至比較器可以和計數器B或指撥開關的數值(QC QB QA)比較產生一PWM訊號(TP5)去驅動LED。如表一。

◇ 功能4：計數器B功能：計數器B為一除N的計數器。

◇ 功能5：LED顯示功能：當按鍵SW1按下或放開時，LED可以依序由暗至亮再熄滅停止。

表一、PWM信號(TP5)的工作周期與QC, QB, QA的關係表(誤差±10%)

QC, QB, QA	000	001	010	011	100	101	110	111
TP5 工作週期(%)	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5

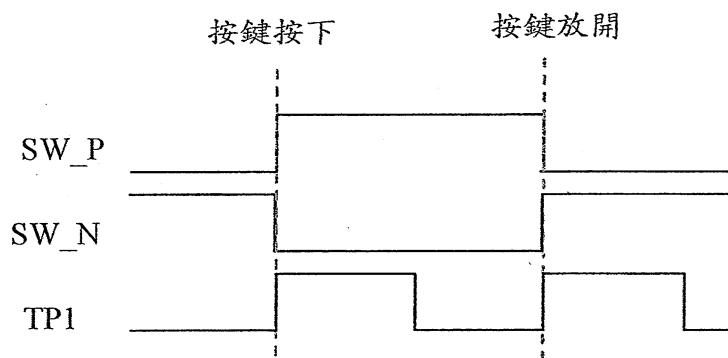


圖一、方塊圖

B、選手必須完成之工作項目如下：

設計要求：

1. 請使用一個 74LS76 和一個 NAND 閘設計按鍵觸發電路(Block 1)，當 SW_P 或 SW_N 有負緣觸發時，使 TP1 產生一“1”的致能訊號(正脈波)，如圖二所示。此 74LS76 的 CLR 腳需接至重置訊號(RST_LAT)。請完成線路並請將答案寫在答案紙上。



圖二、TP1 產生一“1”的致能訊號(正脈波)

2. 請設計 R6 和 R7 的數值使脈波產生器 B (Block2)的輸出脈波 TH= 138.6msec，TL=69.3msec，且當 RST 為“1”時才會輸出此脈波訊號。請完成線路並請將答案寫在答案紙上。
3. 請設計比較器電路(Block3)，使輸出(TP5)的狀態如表二所示。請完成線路並請將答案寫在答案紙上。

表二、比較器輸入(計數器 A 和 B)與輸出(TP5)的關係

輸入	輸出(TP5)
$A > B$	LOW
$A < B$	HIGH
$A = B$	LOW

組裝要求：

1. 依照所給之電路圖、自行設計之電路圖和 PCB Layout，完成全部電路之焊接與完成測試。
2. 電源及電阻、電容部分請用裸銅線，其他 IC 接腳可用 OK 線。

功能測試:

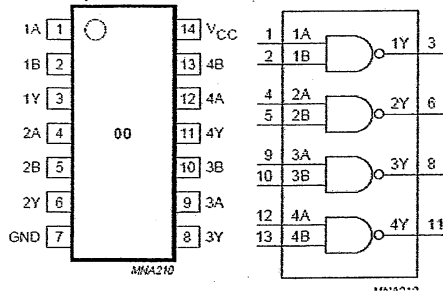
1. 將指撥開關 SW3 全部 OFF，JP1 的 Pin2 和 Pin3 短路。
2. 調整電源供應器輸出+5V，接至 P1 輸入電源，開啟電源輸入。
3. 當按鍵SW1按下或放開時，TP1可以產生一“1”的致能訊號，LED漸亮後會自動清除此訊號。
4. TP2 產生一 $31\text{KHz} \pm 20\%$ 的脈波訊號。
5. 將 JP1 的 Pin1 和 Pin2 短路。TP3 應產生一 $\text{TH}=138.6\text{msec}$ ， $\text{TL}=69.3\text{msec}$ 的脈波訊號(誤差小於 $\pm 10\%$)。
6. 電源關閉。
7. 移除 U5 之 74LS93 IC。
8. 電源打開。
9. 調整指撥開關(SW3)，TP5 的工作週期應如表一所示。
10. 當按鍵 SW1 按下或放開時，TP1 可以產生一“1”的致能訊號。當按鍵 SW2 按下時，TP1 被清除為“0”。

量測要求:

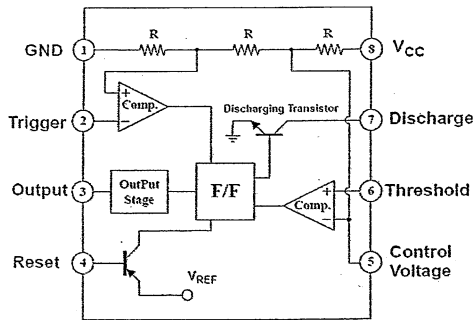
1. 將指撥開關 SW3 全部 OFF，JP1 的 Pin2 和 Pin3 短路。
2. 調整電源供應器輸出+5V，接至 P1 輸入電源，開啟電源輸入。
3. 請參考 TP3 波形為基準，量測 TP6 和 TP7 的波形，請將答案寫在答案紙上並標示清楚電壓和時間關係。

全國高級中等學校 103 學年度工業類科學生技藝競賽_數位電子_術科試題
參考資料

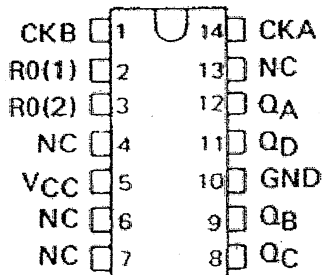
● 74HC00



● NE555



● 74LS93



'92A, 'LS92, '93A, 'LS93
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

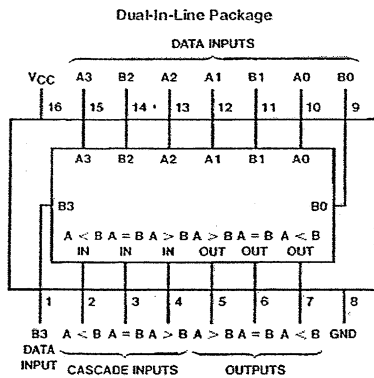
RESET INPUTS		OUTPUT			
R0(1)	R0(2)	QD	QC	QB	QA
H	H	L	L	L	L
L	X	COUNT			
X	L	COUNT			

NOTES: A. Output QA is connected to input CKB for BCD count.
B. Output QD is connected to input CKA for bi-quinary count.
C. Output QA is connected to input CKB.
D. H = high level, L = low level, X = irrelevant

'93A, 'LS93
COUNT SEQUENCE
(See Note C)

COUNT	OUTPUT			
	QD	QC	QB	QA
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

● 74LS85



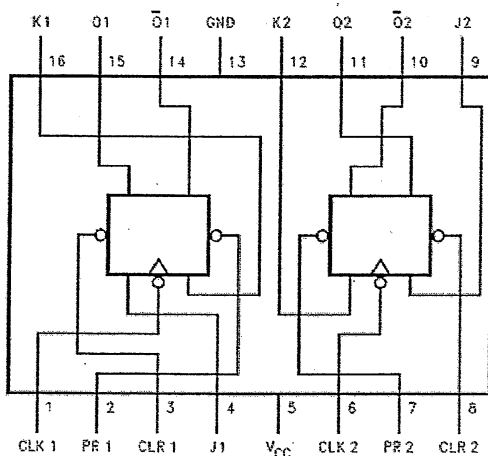
Function Table

Comparing Inputs				Cascading Inputs			Outputs		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

● 74LS76

Connection Diagram



Function Table

Inputs					Outputs	
PR	CLR	CLK	J	K	Q	Q-bar
L	H	X	X	X	H	L
H	L	X	X	X	L	H
L	L	X	X	X	H	H
H	H	┐	L	L	Q ₀	Q ₀ -bar
H	H	┐	H	L	H	L
H	H	┐	L	H	L	H
H	H	┐	H	H	Toggle	

H = HIGH Logic Level

L = LOW Logic Level

X = Either LOW or HIGH Logic Level

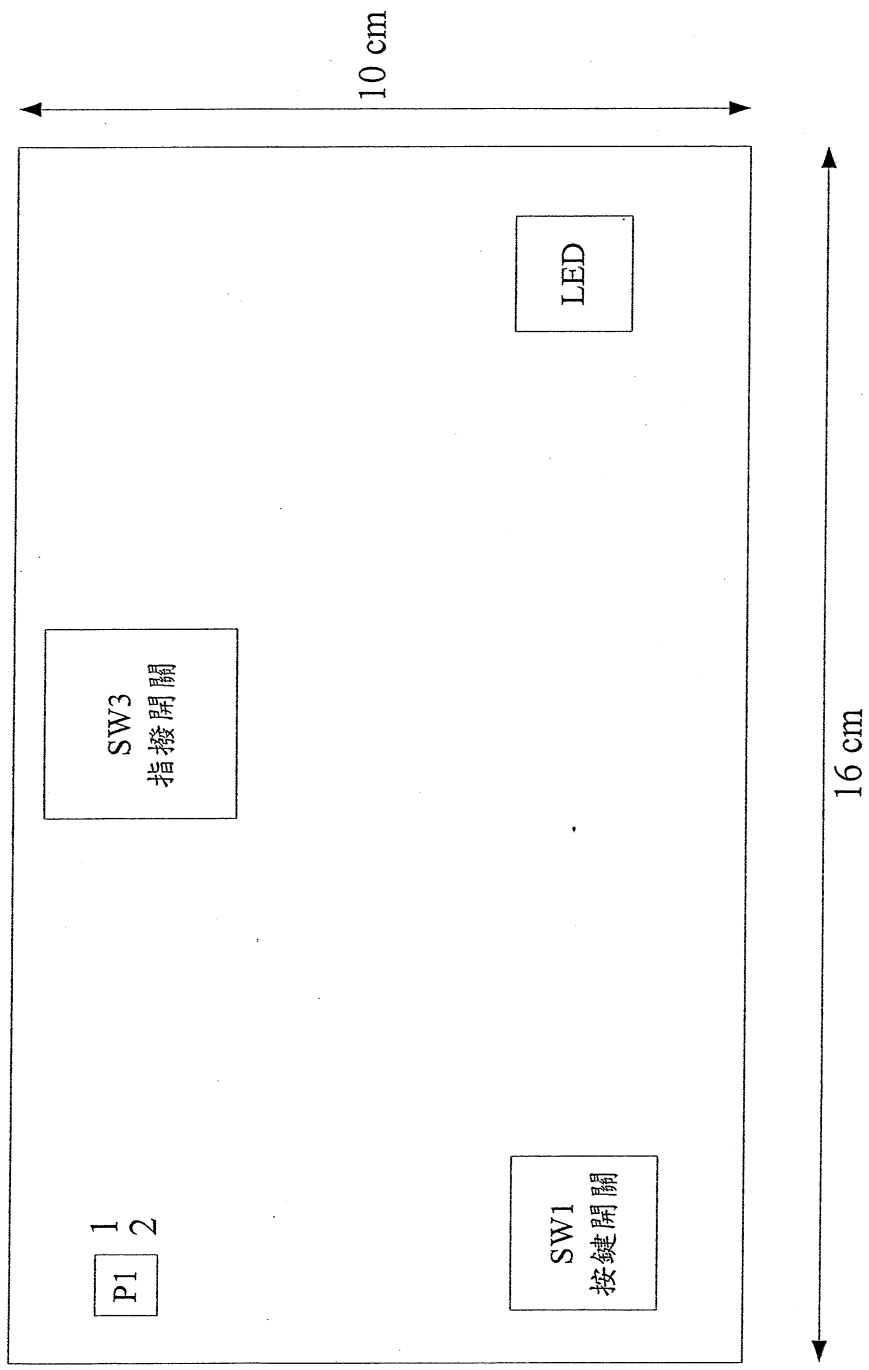
┐ = Positive pulse data. The J and K inputs must be held constant while the clock is HIGH. Data is transferred to the outputs on the falling edge of the clock pulse.

Q₀ = The output logic level before the indicated input conditions were established.

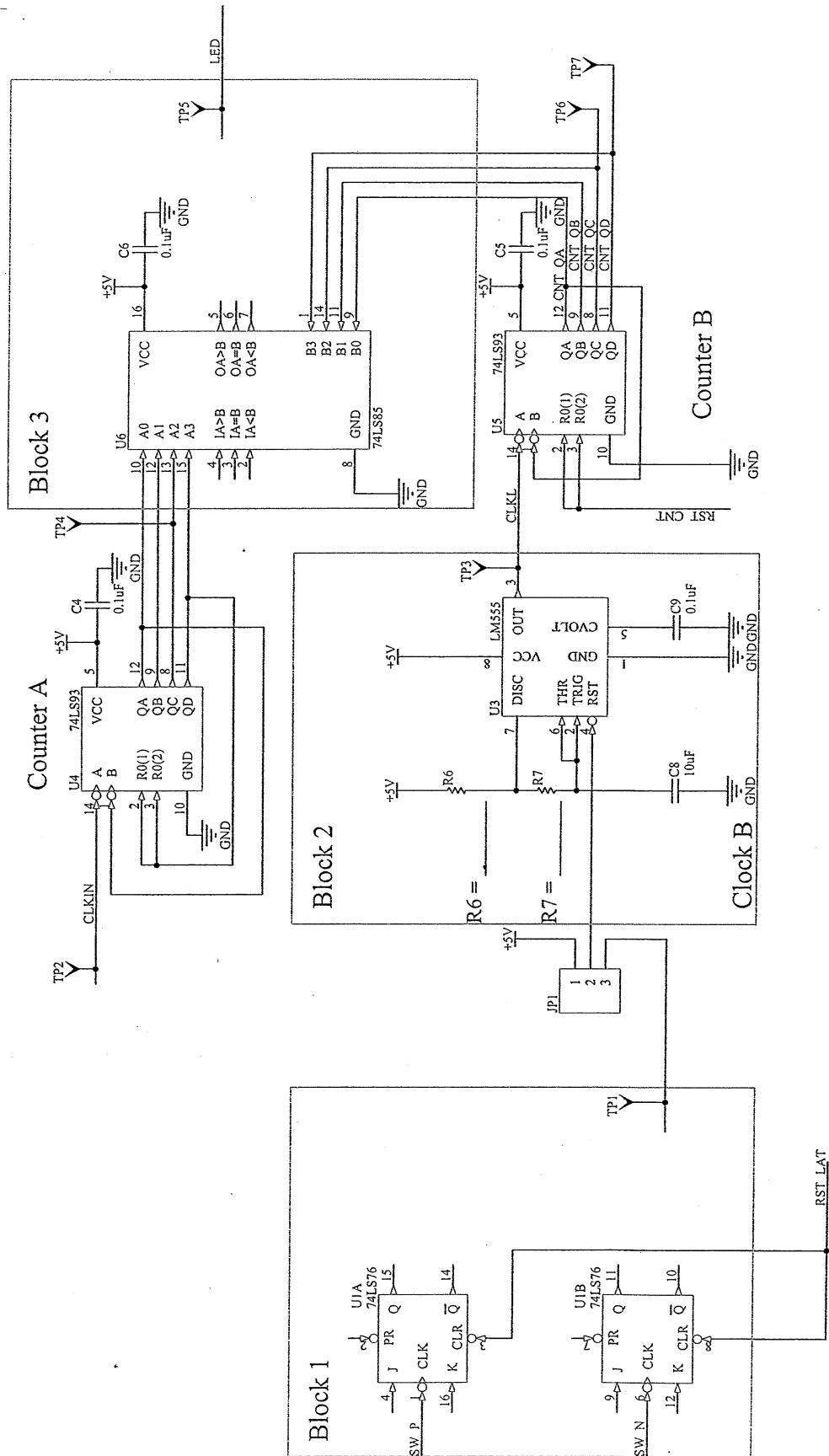
Toggle = Each output changes to the complement of its previous level on each complete active HIGH level clock pulse.

Note 1: This configuration is nonstable; that is, it will not persist when the preset and/or clear inputs return to their inactive (HIGH) level.

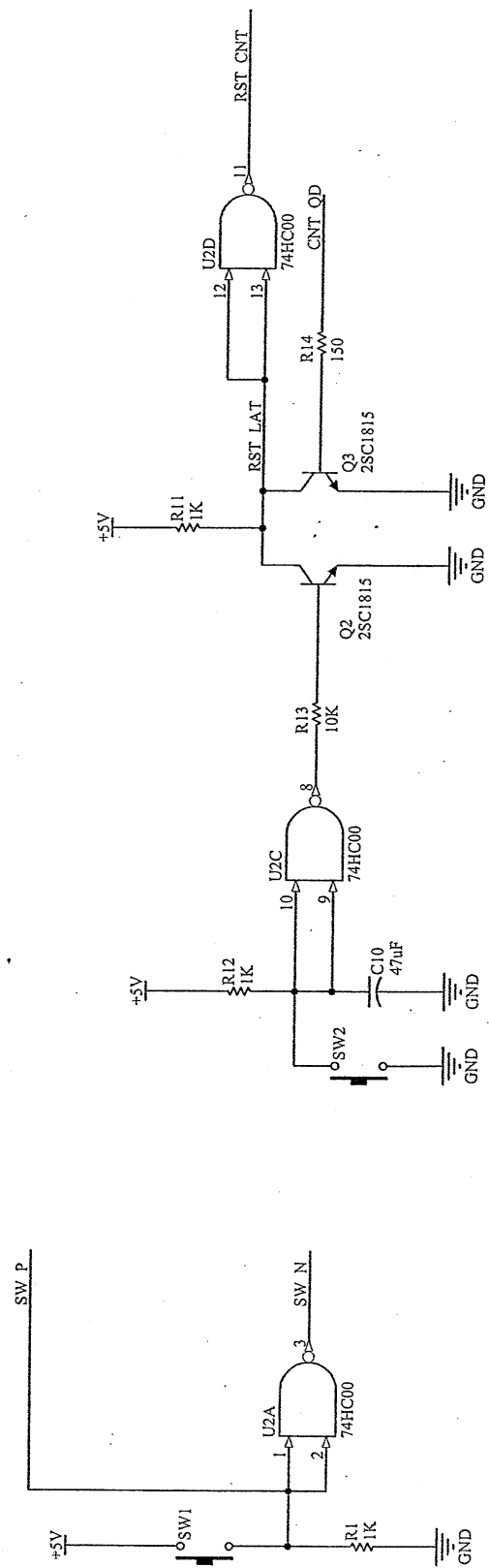
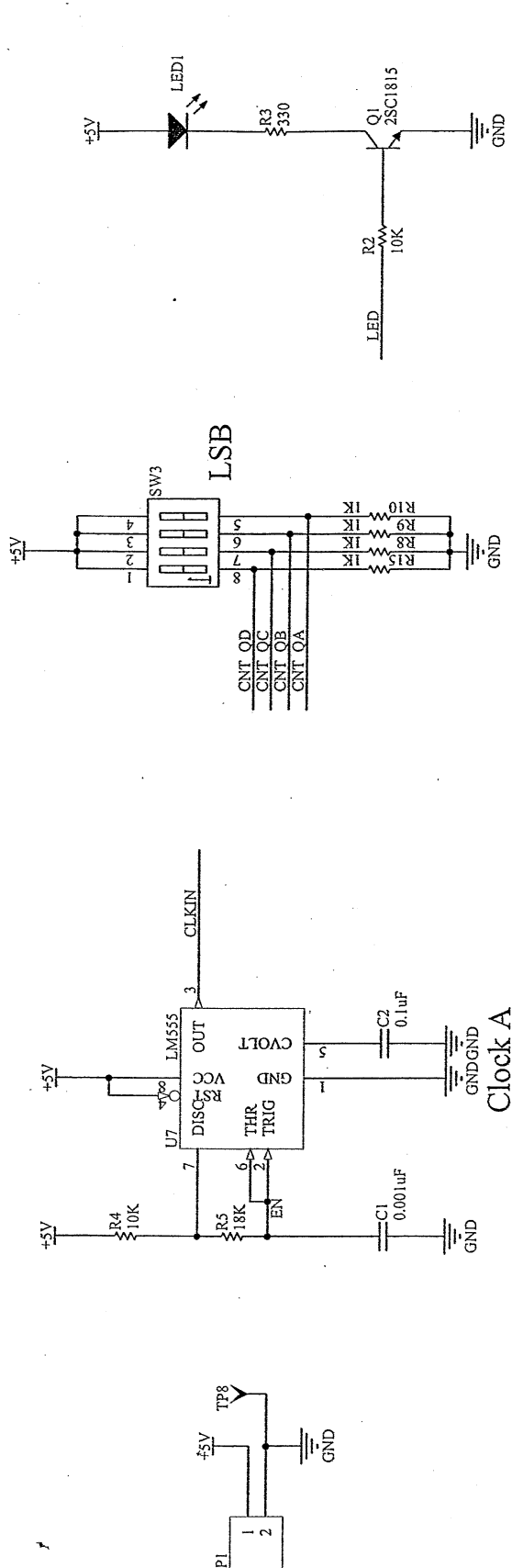
PCB Layout



參考電路圖



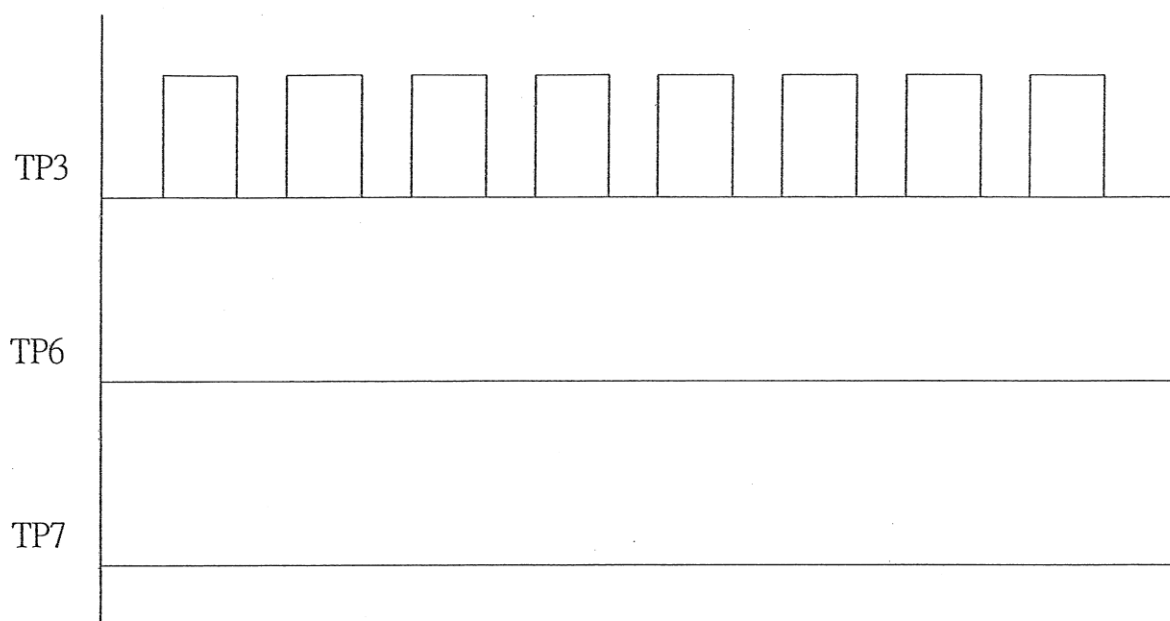
大會編號：_____ 工作桌號：_____ 姓名：_____ 得分：_____



全國高級中等學校 103 學年度工業類科學生技藝競賽_數位電子_術科試題
全國高級中等學校 103 學年度工業類科學生技藝競賽_數位電子_術科 2 答案卷

大會編號：_____ 工作桌號：_____ 姓名：_____ 得分：_____

1. 請參考 TP3 波形為基準，量測 TP6 和 TP7 的波形，請將答案寫在答案紙上並標示清楚電壓和時間關係。(共 12 分, TP6 和 TP7 各 6 分)



術科 2 評分標準表

職 類	數位電子	競賽日期	103 年 11 月 日	得分	
選手編號		選手姓名			

項次	評審內容	配分	實得分數	備註
1	電路設計與繪圖	20 分		
1.1	按鍵觸發電路(Block 1)	8 分		
1.2	時脈產生器(Block 2)	4 分		
1.3	比較器電路(Block 3)	8 分		
2	電路功能	53 分		
2.1	功能1：按鍵觸發功能(TP1)：當按鍵SW1按下或放開時可以產生一“1”的致能訊號，LED漸亮後會自動清除此訊號。	10 分		按鍵 SW1 功能 6 分
				按鍵 SW2 功能 4 分
2.2	功能2：脈波產生器：脈波產生器A可以產生固定頻率的脈波訊號(TP2)，脈波產生器B收到致能訊號時，可以產生一固定時間的脈波訊號(TP3)。	12 分		脈波產生器 A 功能(TP2) 6 分
				脈波產生器 B 功能(TP3) 6 分
2.3	功能3：計數器A和比較器功能：計數器A為一除N的計數器，輸出至比較器可以和計數器B或指撥開關的數值(QC QB QA)比較產生一PWM訊號(TP5)去驅動LED。如表一。	17 分		(TP4 完全正確才給分) 5 分
				PWM 訊號(TP5)一個工作週期 1.5 分
2.4	功能4：計數器B功能：計數器B為一除N的計數器。	6 分		(TP6, TP7) 完全正確才給分
2.5	功能5：LED顯示功能：當按鍵SW1按下或放開時，LED可以依序由暗至亮再熄滅停止。	8 分		一個亮度 1 分，不會熄滅停止扣 2 分
3	電路組裝	15 分		
3.1	系統佈局與元件配置、方向性、折腳	8 分		全功能：5-8 分，部分功能：0-6 分。P1,SW1,SW3, LED 沒有按照 PCB Layout 規定，一個扣 2 分
3.2	焊接技術	7 分		全功能：3-7 分，部分功能：0-5 分
4	量測技術	12 分		時序和標示正確才給分
5	扣分			簽名：
總 分		100 分		

簽名：