

類別：工程技術類

篇名：
閃耀「電機科」

作者：

許博勝。臺北市立松山高級工農職業學校。綜合高中301班
呂若涵。臺北市立松山高級工農職業學校。綜合高中301班
徐英棠。臺北市立松山高級工農職業學校。綜合高中301班

指導老師：

邱佳椿

壹●前言

一、研究動機

在車水馬龍的都市中常可以看到許多的廣告看板佇立在街道旁來吸引人們的目光。由於街道上許多的靈感讓我們也想利用高三所學的CPLD來設計一個小型看板擺在電機科的門口，跟傳統的電機科門牌相較起來有所不同的感覺，一種展現科技的現代感。

二、研究目的

除了使電機科的門口顯得更加亮眼，更能夠運用此技術在生活周遭使用，例如大街小巷隨處可見的LED燈招牌，遠比傳統的日光燈及霓虹燈招牌更為顯眼，再加上有些運用LED顯示螢幕更是提供了一個可以變化的廣告刊板，在夜晚形成了一個絕對吸睛的電視牆，爲了這個目的，我們初步做了一個電機科的招牌，以招牌的新科技爲目標前進。

貳●正文

一、元件運作之原理

(一) LED點矩陣簡介

LED 點矩陣就是利用數個 LED 用矩陣的方式去做排列，組成一個零件。如圖 1 所示爲 2.3 吋的 8x8LED 點矩陣；其利用 64 個 LED，把每一行的陽極連結在一起，我們稱之爲共陽極型（Common Anode，簡稱 CA）。

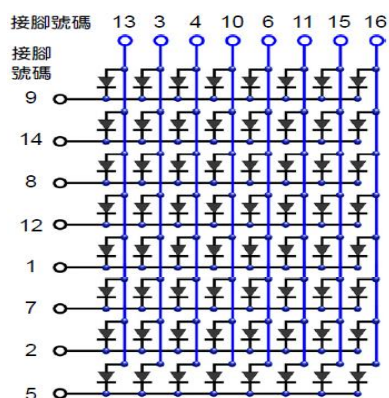


圖 1：8x8 共陽極 LED 矩陣結構圖

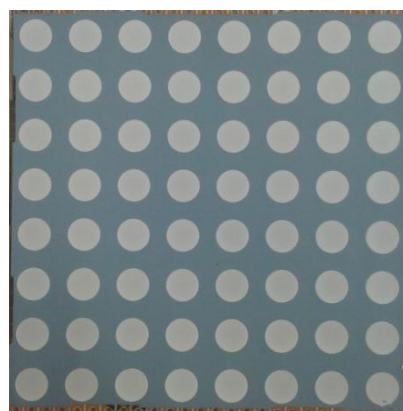


圖 2：8x8 共陽極 LED 矩陣實體圖

(圖1資料來源：張義和 (2009))

(二) 掃瞄原理

我們採用高態掃描，低態輸出。顯示信號會根據對應的掃瞄信號而出現每一行不同的變化，如果掃瞄頻率很高，到達一定的程度（一般而言，眼睛的反應時間約為十六分之一秒）（維基百科，2013），此時在我們人的眼裡，所輸出的信號就不會是一行一行的顯示，而是會形成一個圖形，如果掃瞄信號與顯示信號運作的好，矩陣LED就可以顯示各種不同的圖形或是文字。

本專題利用人類視覺暫態現象，我們使用晶片IC控制LED矩陣的變換速率（掃瞄時間為1ms），會使我們感覺到8行LED同時顯示的樣子，能夠讓我們看到正常的字體。其掃瞄順序如圖3所示。完整輸出情形如圖4所示。

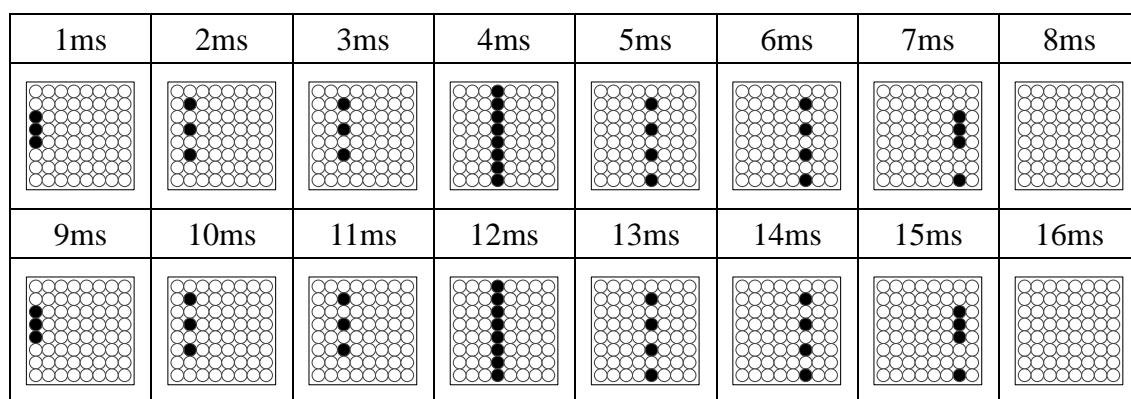


圖3 掃瞄原理

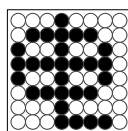


圖4 顯示文字

二、架構圖

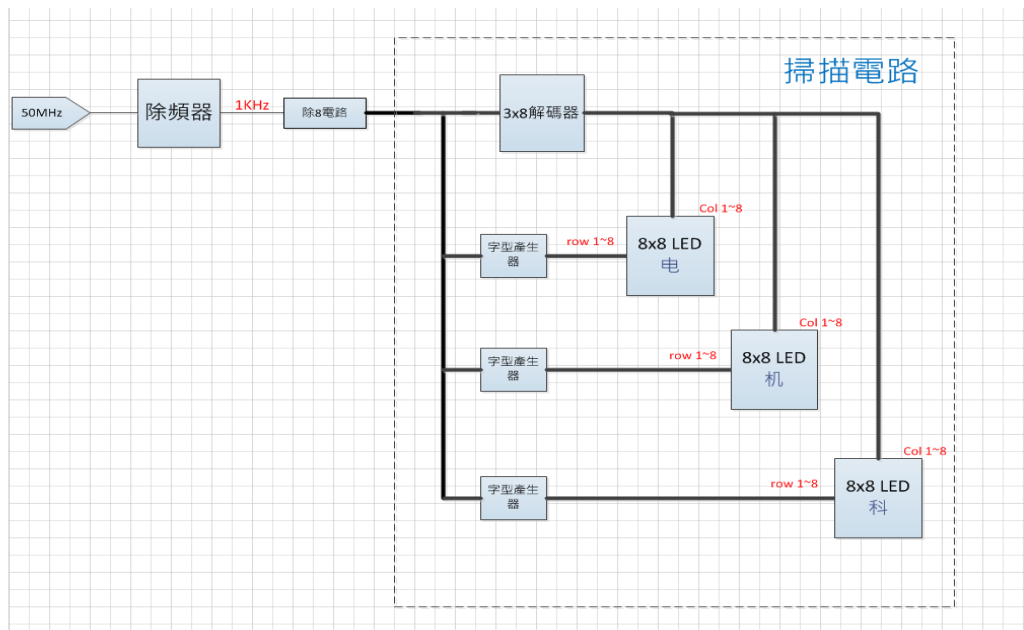


圖 5 架構圖

本組採用50MHz的訊號輸入，運用除頻器把信號降至1KHz，再透過具有3支輸出接腳的除8電路，使每一行（COL）的掃描時間為1ms，也藉由此除8電路加以控制列（ROW）低態電位的變換順序。其架構圖如圖5所示。

三、實習過程

(一) CPLD主電路

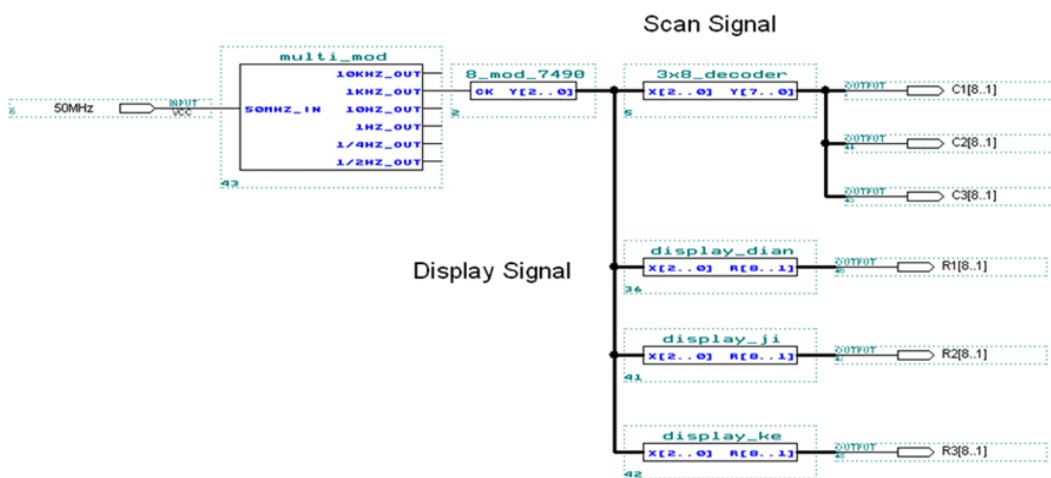


圖6 CPLD主電路

50MHz 通過「multi_mod」除頻器後輸出 1KHz 的訊號，經由除 8 電路輸出 X_2 、 X_1 、 X_0 ，之後再由一個 3x8 解碼器和三個顯示邏輯電路，同步推動三個 8x8LED 點矩陣，如圖 6 所示。一邊從共陽端的 $C_1 \sim C_8$ 輪流輸入高電位，另一邊從接地端的 $R_1 \sim R_8$ 輪流輸出低電位，讓點矩陣順利地顯示出耀眼的「电机科」。如表 1 ~ 3，是由除 8 電路輸出，轉為實際亮燈「电机科」的卡諾圖。

表 1 「电」字體卡諾圖

輸入			行輸出								列輸出							
X_2	X_1	X_0	C_8	C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	R_8	R_7	R_6	R_5	R_4	R_3	R_2	R_1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

表 2 「机」字體卡諾圖

輸入			行輸出								列輸出							
X_2	X_1	X_0	C_8	C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	R_8	R_7	R_6	R_5	R_4	R_3	R_2	R_1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

表3 「科」字體卡諾圖

輸入			行輸出								列輸出							
X ₂	X ₁	X ₀	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	R ₈	R ₇	R ₆	R ₅	R ₄	R ₃	R ₂	R ₁
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1

(二) IC腳位配置

三顆8x8LED點矩陣對應到晶片IC的腳位，如表4所示。這裡必須小心比對，只要接錯一支腳就無法達到原來的效果。

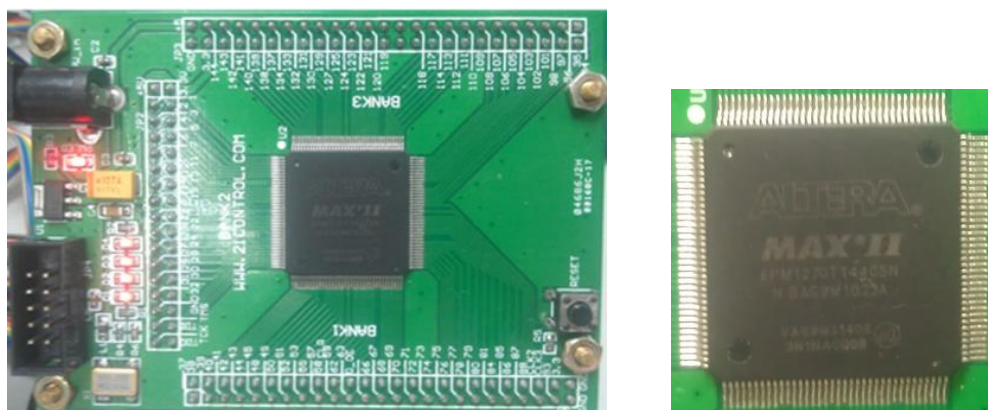
表4 IC腳位配置

電																
腳位	37	39	41	43	45	49	51	53	55	52	50	48	44	42	40	38
8x8LED	R5	R7	C2	C3	R8	C5	R6	R3	R1	C4	C6	R4	C1	R2	C7	C8
機																
腳位	67	69	71	73	75	77	79	81	84	80	78	76	74	72	70	68
8x8LED	R5	R7	C2	C3	R8	C5	R6	R3	R1	C4	C6	R4	C1	R2	C7	C8
科																
腳位	94	96	98	102	104	106	108	110	111	109	107	105	103	101	97	95
8x8LED	R5	R7	C2	C3	R8	C5	R6	R3	R1	C4	C6	R4	C1	R2	C7	C8

(三) 硬體實作

在硬體製作的過程中，我們發現到有一些當初沒有想到的小問題都一一地浮現出來。例如：腳位不足，我們改採用較多腳位的晶片IC，ALTERA-EMP1270T144C5N，如圖7(b)，它總共有144支腳位，足夠讓我們使用48支腳位的輸出。

除此之外，更讓我們頭痛的是我們所使用的萬用板和三個較大的8x8LED無法整齊的放在萬用板的中央，因此我們就順勢地把三個LED點矩陣做了一點位移，使「電機科」更有韻律感，還有因為萬用板的限制，排線無法順利卡緊LED腳位，造成LED燈接觸不良，進而開始亂閃，為了解決這個問題，我們將各個8x8LED點矩陣的腳位一支一支的接到我們外接的排針，如此一來便可以牢固地把排線與排針接緊，但也因為萬用板的問題，造成插孔的不足，必須移位，接線變得較為複雜，不過我們也克服了。成品圖如圖8~10所示。



(a) 核心板

(b) IC

圖7 ALTERA-EMP1270T144C5N

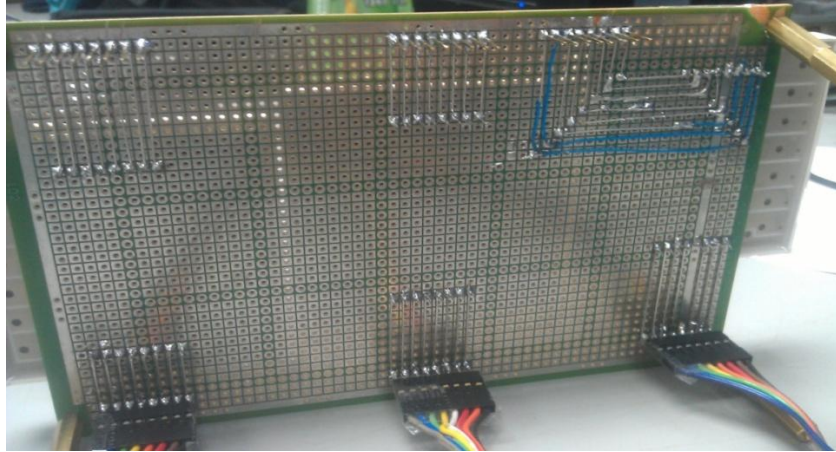


圖8 硬體電路板（反面）

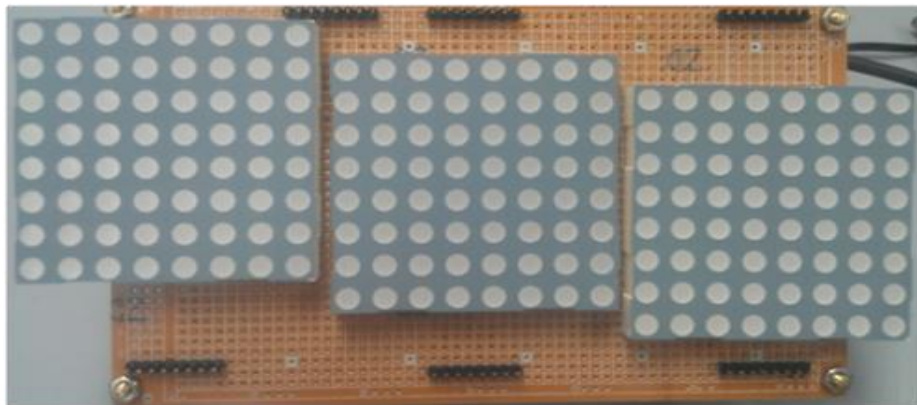


圖9 硬體電路板（正面）



圖10 成品圖

參●結論

寒假開始前，我們就在考慮是否要撰寫此篇小論文，但又怕自己的知識不足，經過了一個寒假的討論及收集資料，下學期開始進行後，遇到的第一個困難就是CPLD程式的使用，由於三年級才開始接觸CPLD程式，在這方面還不是那麼的熟練，加上時間相當緊湊，我們向老師詢問了許多有關CPLD程式的設計，也向另外一位老師討論有關於LED掃描電路的原理。透過老師們的指導，我們才有了初步的藍圖。還有

在實際測試時發現閃爍的頻率有時不規則，我們以為是IC接腳接錯，花費了一番功夫檢查錯誤，最後發現了盲點是因為萬用板的問題，由於排線無法順利卡緊LED腳位，造成LED燈與萬用板的接觸不良，造成閃爍不定的樣子，這中間也發生了許多的小問題例如：IC接腳的配置、元件間的相容等等。還好最後都有找到相對應的辦法解決，看到成品完工也能順利運作的樣子，心裡就萌生一股成就感

藉由這次小論文的機會，我們學會了利用身邊的各種資源，例如：網際網路、書籍、老師的幫助等等。雖然這次的作品還稱不上是完美，對於初次接觸的我們來說卻是個寶貴的經驗。希望有一天電機科的門口會有我們做的閃耀「電機科」。

肆●引註資料

1. 張義和、王敏男、許宏昌、余春長（2009）。**例說89S51C語言**。臺北市：新文京。
2. 黃國倫（2012）。**CPLD全例說**。臺北市：新文京。
3. 捷峰工作室（2011）。**乙級數位電子術科實作寶典**。新北市：台科大圖書。
4. 黃慶璋（2011）。**數位邏輯**。新北市：全華。
5. 維基百科（2013）。**視覺暫留**。102年3月27日，取自
<http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E8%A6%96%E8%A6%BA%E6%9A%AB%E7%95%99>