



# 馬達、燈泡、 電鈴與汽笛

19104/1606

在從事微電腦界面工作時，人們隨時都會面臨以計算機控制實際設備的問題，同時亦需控制，或推動，需高電壓與／或高電流的設備。不論您欲以計算機控制幾個LED，或一個高功率馬達，您都必須想到能輕易將計算機所輸出之邏輯信號，轉換成能適合於受控制之外部設備所需的電壓與電流。這一章，我們將介紹一些由取用低電壓低電流，至高電壓高電流的設備推動電路（或稱設備控制器），當然，任何一件界面工作隨時都可能有另外的方法可達成，因此，這章我們僅選擇性地介紹一些您將認為很適合您界面所需的典型電路，而不將所有各種不同的推動電路一一介紹。由於控制這些元件的軟體都屬比較次要的東西，因此，這章我們主要將介紹這些界面電路的硬體方面。

## 本章目標

讀完這一章之後，您將會：

- 設計以集極開路閘與解碼器推動低電壓與低電流設備的電路。
- 說出集極開路式解碼器在記憶體擴接解碼上的用途。
- 說出現有的各種不同週邊推動器與電晶體陣列。
- 設計高電流的燈炮推動電路。
- 討論燈炮推動電路之波動電流。
- 設計使用電晶體陣列的推動電路。
- 設計可選取的鎖住推動器電路。
- 設計控制馬達、燈泡、與其他線電壓動作設備之固態繼電器電路。
- 討論隔離用之光交連的用法。

## 8 - 1 集極開路式電路

最簡單的推動器電路永遠屬於 SN7400 系列 IC。這些元件之輸出電晶體的集極 ( collector ) 未接，作為某一特定邏輯閘、解碼器、多工器、或其他集極開路式 ( open-collector-type ) 功能的輸出。典型的集極開路式元件即如圖 8 - 1 之電路所示。

這個電路，正好為一反相器，內，輸出端就是輸出電晶體的未接集極。注意，但這個電晶體的射極接地。這意思說，在導電時，這個電晶體的輸出將等於接地電位。不過，在不導電時，這個未接電晶體的集極將沒電壓。因此與其他 SN7400 系件元件不同的是，集極開路式元件無邏輯 1 輸出

。其他元件由於輸出電晶體之集極都有接，因此，當輸出電晶體不導電時，輸出均被“提升”至邏輯 1 準位。提升功能另外使用其他的內部電路。記得，絕大多數 SN7400 系列元件都有邏輯 1 或邏輯 0 輸出狀態，但集極開路式元件僅提供一接地路徑，無任何提升動作。如此一來，您可能要問，那為什麼人們對這種集極開路式元件這麼有興趣呢？

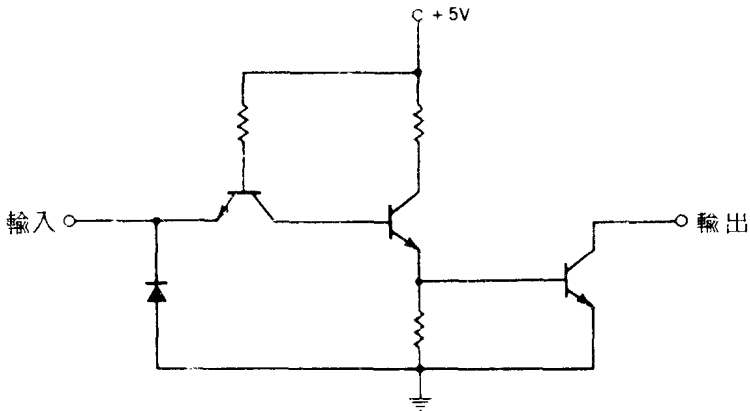


圖 8 - 1 SN7405 集極開路式反相器的電路圖

早在三態元件被廣泛採用之前，集極開路式元件在計算機電路上就已十分重要了，因為，集極開路式可宛如與信號線“斷接”一般。據此，其可將一信號線接地，或與信號線斷接，使其它元件能控制此一信號線。假若這條巴士上的元件輸出不同的邏輯 1，則巴士上同時出現邏輯 1 與邏輯 0 狀態將導致某些元件被燒毀。由於諸集極開路元件中無任一者可產生不同之邏輯 1 輸出，故我們以一簡單之提升電阻，使巴士成邏輯 1 狀態，除非有其中之一集極開路闡藉其輸出電

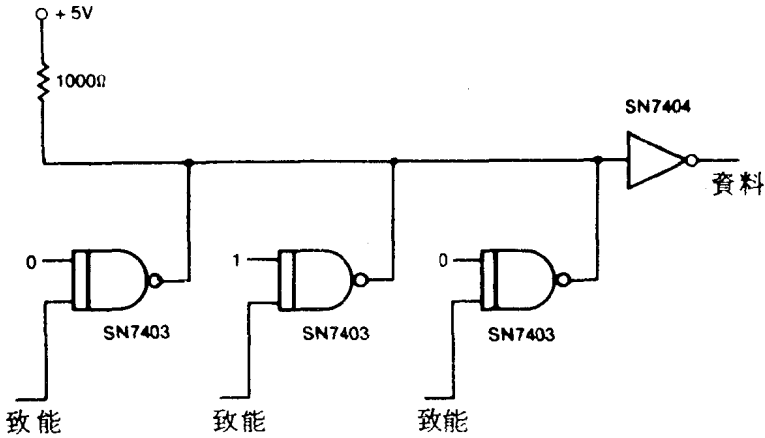


圖 8 - 2 典型的集極開路式巴士結構

晶體將巴士拉至地電位。許多早期的迷你計算機，如 DEC 公司之 PDP-8 系列，均使用這種集極開路式巴士技巧。圖 8 - 2 所示即為一典型之集極開路式巴士。這個電路每次令一個不同的巴士推動器連接至巴士上，使呈現於推動器輸入端之資料能傳遞至巴士上，以及至接收設備（在例中為一簡單反相器）上。為了區分集極開路式邏輯閘與一般正常之邏輯閘，我們特將集極開路式元件之輸入邊畫成雙線。

於三態巴士系統內，每一瞬間僅能有一個輸出至巴士的輸出動作。但於集極開路式系統內，這就不成問題，因為，電流永遠受巴士尾端之 1000 歐姆的提升電阻所限制，致兩個或兩個以上的巴士推動器動作並不致增加巴士上的電流。在圖 8 - 2 之電路內，您應發現，資料傳經集極開路式推動器時被反相一次，邏輯 0 變邏輯 1，邏輯 1 變邏輯 0。然後，接收的反相器電路再將資料反相一次。巴士之平常備用狀態

為邏輯 1。

雖然集極開路式元件目前在計算機巴士與界面上仍很常用，但其已逐漸為三態巴士與三態巴士推動器所取代。雖然三態巴士較優，但由於能構成或打斷接地的路徑，因此，集極開路式元件目前仍很流行。是以，其可輕易操作推動諸如小簧片繼電器與 LED 等低電流與低電壓元件之用。事實上，集極開路式元件是“取用”（sink）到地的電流，但這一類的元件平常還是稱“推動器”（driver）。若您希望推動的是幾個低電壓、低電流元件，您會發現，集極開路式元件是最理想不過了！

表 8 - 1 一些 SN74 系列元件之電流取用能力

元件	族				
	74--	74H--	74L--	74LS--	74S--
-00 Quad NAND	16	20	3.6	8	20
-03 Quad NAND	16	20	3.6	8	20
-05 Hex INVERTER	16	20	3.6	8	20
-12 Tri NAND	16	20	3.6	8	20
-22 Dual NAND	16	20	3.6	8	20

附註：所有電流均為 mA，電壓最高 5.5 伏特。

表 8 - 1 所示即為 SN7400 系列元件中，一些集極開路式元件的電流取用能力。取用電流最大者乃 SN74H 系列以及 SN74S 系列，每一輸出為 20 mA。這個數值極適合於小簧片繼電器以及 LED。雖然標準的 SN7400 系列元件之電流取用能力為 16 mA，但由於其具有產生邏輯 1 輸出之活性（active）提升元件，故其不應用以推動繼電器 LED，或其它的非邏輯元件。同樣地，若不用集極開路式推動器，您亦不應以一鎖住器，正反器，或計數器的輸出推動一非邏輯性元件。圖 8 - 3 所示即為以集極開路式元件控制 LED 顯示器以

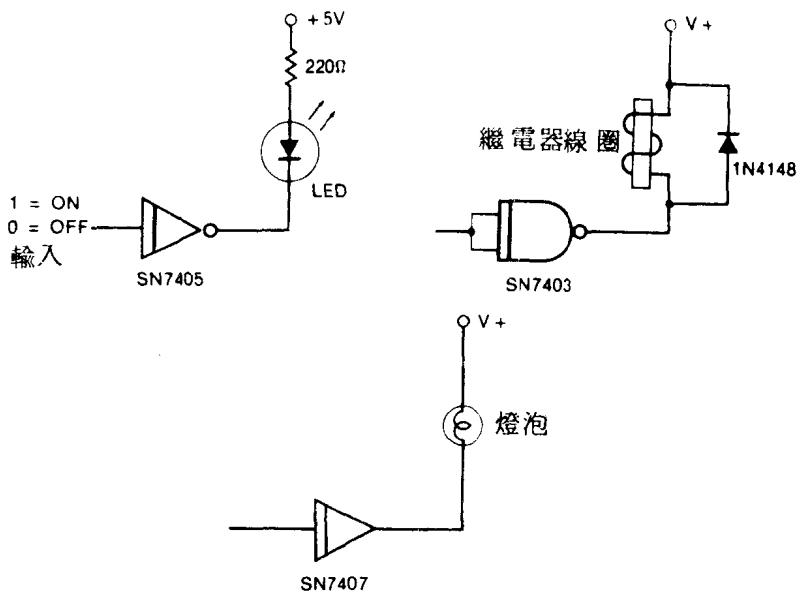


圖 8 - 3 集極開路式推動器之典型用法

及低電流繼電器電路之典型應用。表 8 - 1 之附註您該有注意到，集極開路式元件可加之最大電壓為 +5.5 伏特。

不過，某些應用却需要高電壓與高電流的集極開路式元件。SN7400 系列內另外有一部份元件是屬於這一類的。這些集極開路式元件正如表 8 - 2 所列者。注意這些元件全

表 8 - 2 若干集極開路式元件之最大電流與電壓準位

元 件	$I_{MAX}$ (mA)	$V_{MAX}$ (V)
7406 Hex INVERTER	40	30
7407 Hex BUFFER	40	30
7416 Hex INVERTER	40	15
7417 Hex BUFFER	40	15
7426 Quad 2-input NAND	16	15
7433 Quad 2-input NOR	48	5.5
7438 Quad 2-input NAND	48	5.5

部是屬於 SN7400 系列，而非 SN74LS-，SN74S- 或其它的族。這些緩衝器、反相器、與邏輯閘全部具有高電壓與高電流的能力。這幾類型的元件經常用於計算機必須推動一些高電壓負載，譬如，推動一十 12 伏特繼電器的場合。高電壓集極開路式元件亦用作電晶體—電晶體邏輯 (TTL) 族與其它以高電壓代表邏輯 1 與邏輯 0 準位之邏輯族之間的界面。譬如，作為一 TTL 電路以及一使用 CMOS 邏輯晶片之電路間的界面就是壹個例子。圖 8-4 所示即為一樣本電路，若外部數位電路為 CMOS 元件，則這種界面技術就十分重要。由於雜音免疫性優於 TTL 族，故 CMOS 元件經常用於工業應用上，且由於其功率損耗較低，故其亦廣泛應用於遙端或以電池作電源供給的應用上。

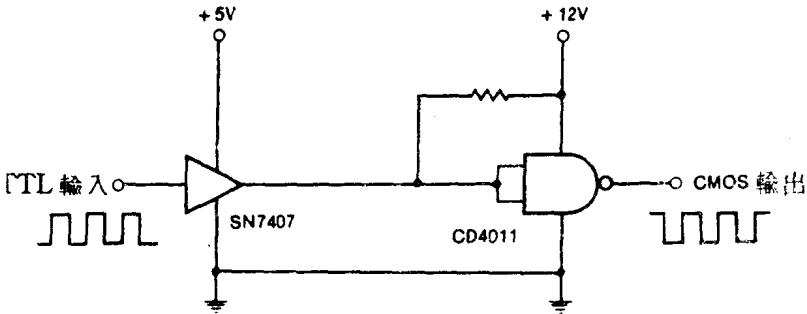


圖 8-4 以集極開路式緩衝器作為 TTL 至 CMOS 之界面元件

於圖 8-3 之界面內，繼電器之線圈兩端接有一二極體。由於電路加上電源後，這個二極體根本沒有用途，因此，您或許要問，加這個二極體幹什麼？不知您曾否記得，當線

圈兩端所加之電源拿掉時，“崩潰”的電流會產生一反電動勢 ( emf )，產生一個電壓。這個電壓在大部份繼電器上都相當大。只要將您的手指置於一動作中之 6 伏特的蜂鳴器兩端，您即可感覺出這個電壓有多大。

爲了防止這個高電壓脈衝破壞了繼電器推動電路中之集極開路式推動器晶片，因此，我們加了一個二極體傍路這個反電動勢。只要用到繼電器，即記得加上這麼一個傍路或保護二極體。

同樣地，雖然目前的趨勢已逐漸以 LED 作面板指示燈或守夜燈等等，但如圖 8 - 3 所示的，集極開路式推動器亦可推動白熾燈泡。若您選用這種白熾燈泡，您即應記得，當燈絲冷卻時，這種燈泡有一股很大的“入侵” ( inrush ) 電流。這個電流可能出現數十毫秒之久，且經常超過推動燈泡之推動器的最大額定電流。這點在後面我們討論推動需 117 伏特交流線電壓時，會有更詳細的解說。籠統來說，爲了克服入侵電流，白熾燈泡都需要有較高額定電流的推動器。

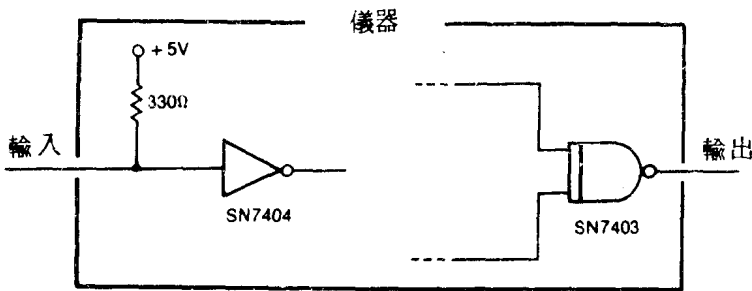


圖 8 - 5 儀器之典型輸入與輸出



若您所要接的是在商場上買得到的電子元件及儀器，那您一定經常會碰到如圖 8 - 5 所示，具有提升電阻，又與 TTL 相吻合的輸入。同時，您也會碰到如圖 8 - 5 所示，由集極開路式元件所推動的輸出。雖然標準的 TTL 輸出或許可以推動具有提升電阻的輸入，但最好還是不要用。事實上，由於這種儀器絕大部份都與計算機或界面有一段距離，因此，集極開路式元件乃是最佳的人選。圖 8 - 6 所示即為其中一典型例子，採用這種集極開路式推動器的理由之一，乃因其能推動具有相當大電流的長線，使信號較不容易受雜音感應的影響。集極開路式元件同時亦可以減低信號導體之線電阻的影響。就圖 8 - 6 之例子而言，在送出邏輯 0 於每一條信號線時，每一集極開路式推動器將取用 11 mA 的電流。

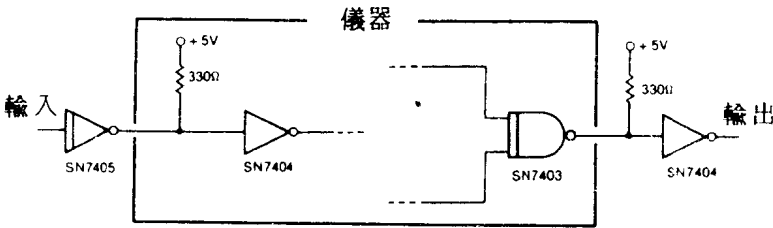


圖 8 - 6 以集極開路式元件作標準儀器輸入/輸出線的界面

## 8 - 2 集極開路式解碼器

雖然集極開路式邏輯閘很好用，但有些場合還是需要其

# APPLE 界面實驗

它的集極開路式功能。其中，最常見的就是集極開路式解碼器。在標準的 SN7400 族內，有三個解碼器值得一提：  
 SN74145 高電流十進解碼器、SN74159 四線對十六線解碼器，以及 SN74141 高電壓十進解碼器。

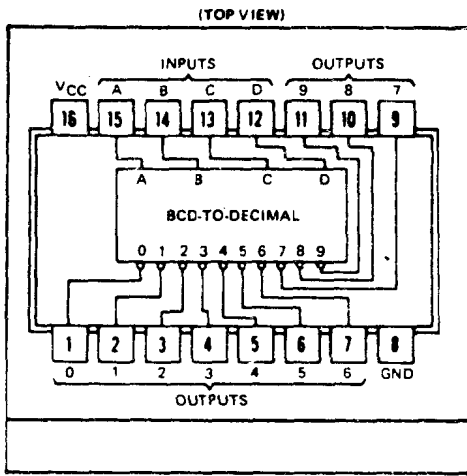
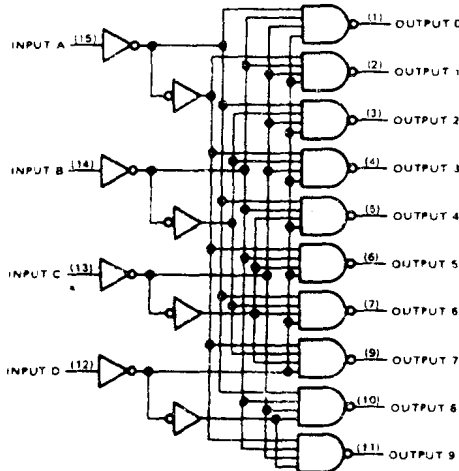


圖 8-7 SN74145 解碼器晶片之方塊圖與接腳圖

ST 143  
/47

圖 8—7 所示即 SN74145 十進解碼器之方塊圖與接腳圖。這個解碼器接收四位元（四條線）的二進輸入訊息，將之解碼，並使 10 個輸出其中之一導電。由於僅有 0 至 9 等 10 個輸出，因此，並非四位元輸入的所有組合都被解碼。事實上，只有 0000 至 1001 的二進輸入才算有效的輸入，其餘的所有輸入則都將使輸出電晶體不導電。由於每一個輸出電晶體最高均可在 15 伏特之電壓下取用 80 mA 的電流，所以，這個晶片在推動 LED 或白熾燈泡顯示上特別有用。由此可見，解碼器亦可用以產生脈衝，推動繼電器與其它元件。

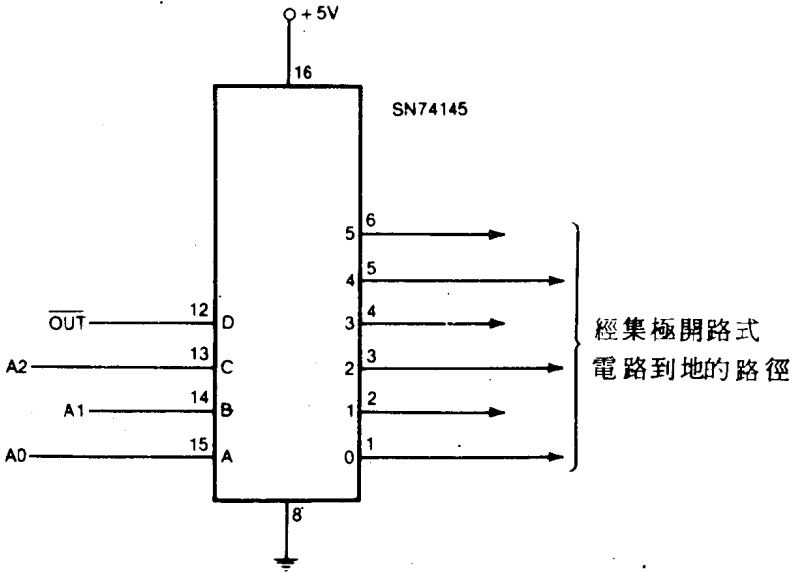


圖 8—8 以 SN74145 解碼器產生控制用的短暫電流取用脈衝

爲了推動外部儀器與電路，計算機經常亦須產生高電流

## APPLE 界面實驗

脈衝。這種情況下，我們可以一集極開路式邏輯閘或反相器與一標準設備位址解碼器併用，以產生這些脈衝；或另外特用一 SN74145 解碼器，在一塊 IC 內同時產生解碼與推動兩種功能。圖 8—8 之電路圖所示，即如何以這種集極開路式解碼器提供外部設備使用之對地短暫高電流流徑的情形。注意，這種電路假設所需之提升或電壓源元件設在解碼器所接的界面內。圖 8—8 所示的設備位址解碼方式是屬於非絕對的位址解碼，因此，同時會有多個不同之設備位址會產生高電流脈衝。

圖 8—9 所示乃集極開路式元件的另一種用法。圖中之電路將數個集極開路式元件的輸出連在一起，一同接至一提升電阻上。由此您可看出，標準 SN7400 系列的元件輸出彼此無法接在一起，但集極開路式元件則能。圖 8—9 之電路以集極開路式元件組成一 NAND 閘功能。SN74145 解碼器的 D 輸入唯有在緩衝器與反相器之輸入呈現適當的邏輯 0 與邏輯 1 組合時，才會呈邏輯 0。此即所謂的 NAND 函數。因為，邏輯 1 只是被後衝而已，而邏輯 0 則被反相成邏輯 1。當所有輸入均為邏輯 1 時，NAND 閘即出現獨一無二的邏輯 0 狀態。當 SN74145 解碼器的 D 輸入為邏輯 0 時，解碼器即致能，解碼器輸出端之適當集極開路式輸出導電，使電流流入接地端。在使用輸出述句之軟體的控制下，圖 8—9 所示的電路能產生八個脈衝。您應還記得，在執行這種述句時，設備位址出現於位址巴士上，而資料值則出現於資料巴士上。

在這個例子內，我們曾說，SN74145 解碼器唯有在其 D 輸入為邏輯 0 時才致能，事實上並非如此，因為，解碼器永

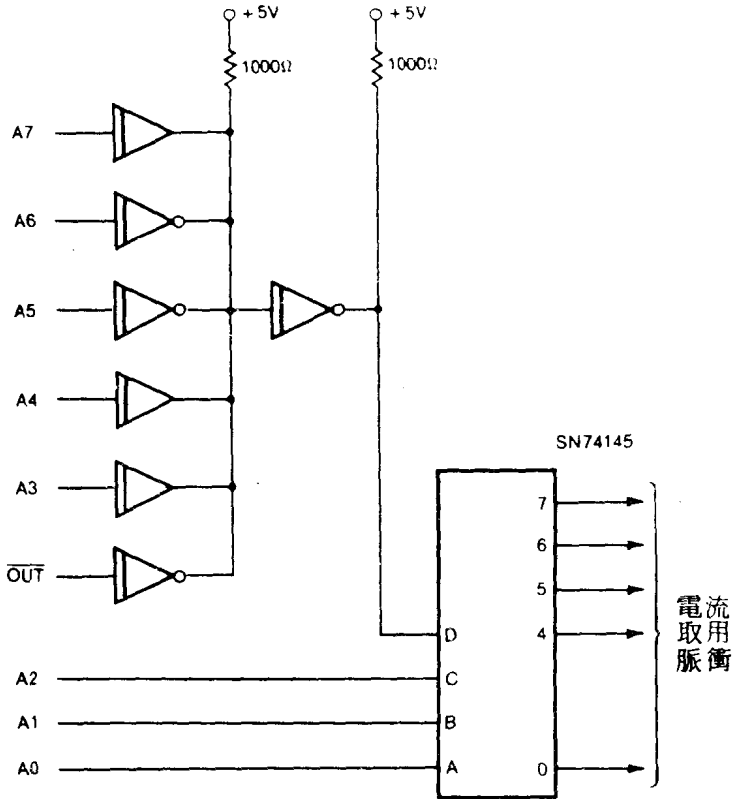


圖 8-9 絕對解碼之電流取用脈衝產生電路

遠接受與解碼四個二進位元。不過，若您忘了使用解碼器的“8”與“9”輸出，您就會認為D輸入是一致能輸入，因為，唯有當D輸入為邏輯0時，解碼器才能使所餘之“0”至“7”其中之一輸出動作。

在圖 8-8 與 8-9 所舉例，以 SN74145 為主的解碼方

# APPLE 界面實驗

法中，解碼器的功用均為產生短暫脈衝。若您希望集極開路式輸出被致能的時間超過輸出指令脈衝的長度，則您就必須使用鎖住器。在這種情況下，資料值先送出至鎖住器，然後

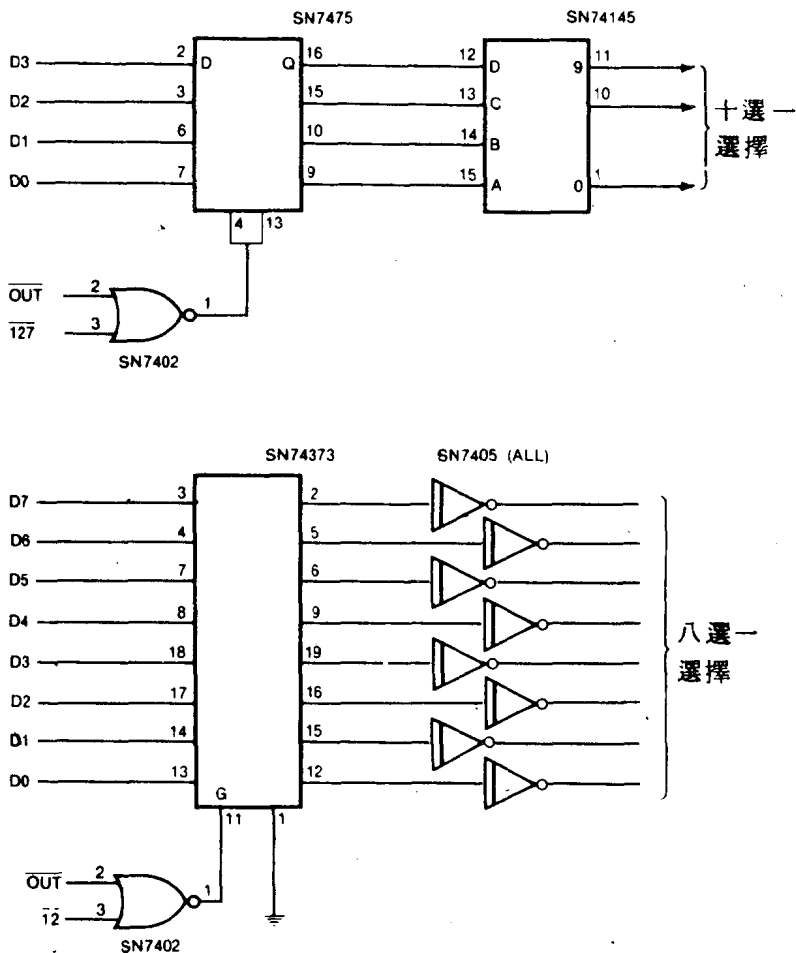


圖 8-10 兩種以鎖住輸出口控制集極開路式元件的方式

接著再接至 SN74145 解碼器，只要相關的二進值呈現在解碼器的輸入，則解碼器的輸出即可一次一個地動作。使用一個這樣的電路，計算機即可長期地打開或關閉各種設備。不過，記得，只要使用解碼器電路，則每次即僅有一個接至解碼器輸出端的設備能受控制。倘若計算機所控制的某一設備欲獨立，或甚至同時動作，則這個設備就必須使用個別的輸出。這時，只要每一個輸出所用的都是集極開路式電路，您即可以一簡單之鎖住器電路達成此一功能。在這樣的結構內，一個八位元的鎖住器即可控制到八個設備。由於每一位元位置彼此相互獨立，故八個設備可獨立控制。圖 8-10 所示乃兩種不同型態的口控制集極開路式界面。

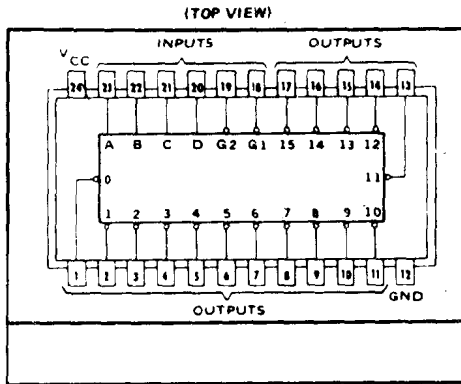


圖 8-11 SN74145 集極開路式 4 線對 16 線解碼器晶片的接腳圖

如圖 8—11 所示，SN74159 解碼器乃一 4 線對 16 線的解碼器。這塊積體電路乃 SN74145 之高電流與高電壓代替品，其於控制如圖 8—6 所示之界面電路上非常有用。SN74159 解碼器產生脈衝的方式類似於前面提過的 SN74145（圖 8—8 與 8—9）。

當小型的計算機系統欲擴接額外的記憶器，致好多記憶容量（位元組數）不同的記憶晶片欲混合在一起時，您亦會用到 SN74159。舉個例子而言，記憶晶片有 1 K（1024），2 K 與 4 K 位元組等規格。在使用這麼多種記憶晶片的系統裡，我們即可以一 SN74159 解碼器輕易地產生這些不同“

大小”之記憶晶片所需的所有晶片選取信號，因為，SN 74159 的解碼輸出可連在一起。圖 8—12 所示之解碼方式即以記憶位址線解碼現有的記憶位址，將之全部分成 1 K 的區段。然後，由於 2 K 的區段（記憶晶片）需要兩個晶片選取信號，4 K 的區段需要四個晶片選取信號，因此，這些信號就分別直接連在一起，加至適當的晶片上，而不必再另以邏輯閘電路閘控制。當然，這樣所產生的三個晶片選擇信號，每一個都必須供給一提升電阻，致使在解碼器之輸出不動作時，每一條實際均產生邏輯 1。SN74159 集極開路式解碼器同樣可用於其它許多電路。只要您隨時記得，標準 SN 7400 系列解碼器的輸出無法接在一起，而唯有集極開路式邏輯閘的輸出可彼此連接在一起，以產生這些閘控功能就夠了。

平常較常用的最後一種集極開路式電路，就是 SN74141 十進解碼器。這個解碼器特別製造成十選一的結構，以推動



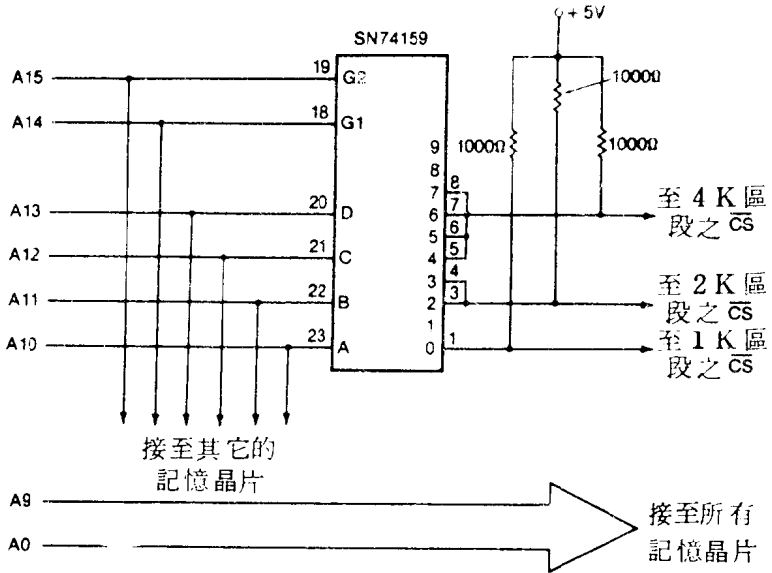


圖 8-12 以一集極開路式解碼器產生數個記憶區段之晶片選取脈衝

高電壓、充氣體、冷陰極之顯示管。SN74141 解碼器典型上均用於推動充氣顯示器之電路上，諸如寬紅燈，或複雜如 Nixie<sup>®</sup> 管之數字顯示器等。雖然目前較新型的設計已不再採用這種顯示元件了，但在較老的設備上却仍經常看到。

SN74141 用以推動個別的充氣顯示器，如 NE-2 與 NE-2H 寬紅燈，或顯示盤等。在作高電壓顯示器界面時尤須特別小心，因為，一不小心，高電壓就會碰到錯誤的印刷電路板接點，致將之燒毀。由於充氣顯示器導電時幾乎成無電阻狀態，故使用這種顯示器時，一定要記得加上串聯的限流電阻。

SN7400 系列還有許多其它的集極開路式電路，不過，