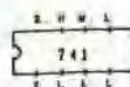
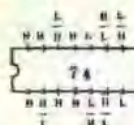
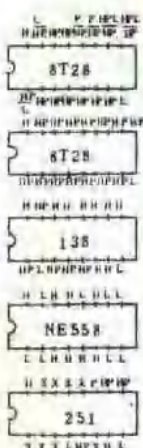
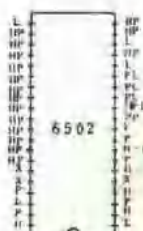
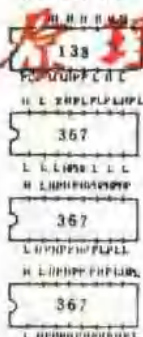
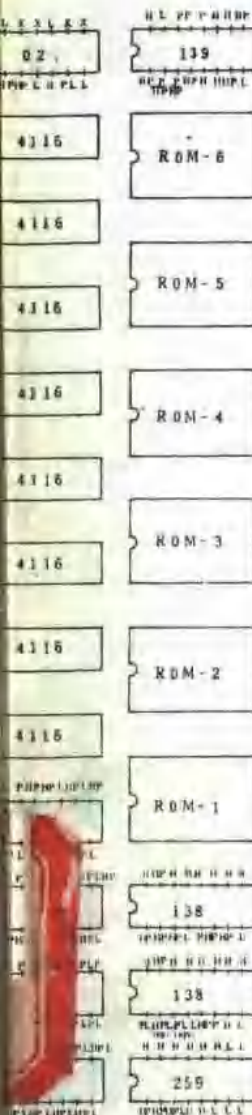


# 微電腦系統

## 原理及檢修

Apple II 原理及檢修  
TRS-80 原理及檢修  
附AIM-16原理及檢修



GAME

李銘新編譯

# 微電腦系統 原理及檢修

李銘新編譯

香港電訊出版社

# 微電腦系統

## 原理及檢修

---

譯者：李銘新

出版者：香港電訊出版社

發行者：香港電訊出版社

地址：九龍西洋街122號二樓A座

印刷者：達華印刷廠

地址：香港柴灣工廠大廈10樓

---

在APPLE最快的方法為IC更換法：(照表一個個流更換)

| 故 障                                                                 | 備 更 換 IC                                                                                                            | 故 障                                                                                                                                                                                        | 需 更 換 IC                     |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 一、鍵盤燈亮，但無聲、無影                                                       | A2, A14<br>B2, B13<br>C1, C2                                                                                        | 十、字體錯誤或變形                                                                                                                                                                                  | A3, A5<br>B5至B8              |
| 二、有聲、影像仍無                                                           | A2, A8, A9, A10<br>B2, B10, B13<br>C2, C11<br>D11, D12, D13, D14                                                    | 十一、游標失常                                                                                                                                                                                    | A3<br>B2, B3, B11, B13       |
| 三、螢幕亂區無名牌<br>(先將游標按出，將D3<br>至D10, E3至E10,<br>ROM1~5拔出試)<br>(ROM6保留) | A13, B5<br>B6, B7, B8, B11<br>C1, C2, C14<br>C3至C10<br>E11, E12, E13<br>F12, F13, F14<br>H1至H5, H8<br>H10, H11, H14 | 十二、喇叭好但無聲                                                                                                                                                                                  | F13<br>K13                   |
| 四、記憶體故障其他原因<br>(ROM, RAM可用<br>APPLE TEST或<br>APPLE CILLIN磁碟<br>測試)  | A2, B5, B8<br>C1, C2, C11<br>C12, D2, E2<br>E11至E14<br>F2及H1                                                        | 十三、鍵盤良但無輸入                                                                                                                                                                                 | A12<br>B6, B10<br>C11<br>F13 |
| 五、有聲、螢幕出現圖案符號<br>但無本文                                               | A3, A5, A8<br>A9, A10<br>B2                                                                                         | 十四、板卡接口有良有不良                                                                                                                                                                               | H2至H12                       |
| 六、無彩色，其他正常                                                          | B12, B13<br>C13                                                                                                     | 十五、遊戲搖桿好但不工作                                                                                                                                                                               | F13<br>H13, H14              |
| 七、螢幕垂直轉動                                                            | C13, C14<br>D13及D14                                                                                                 | 十六、錄音機好，音質良好<br>好，但不工作                                                                                                                                                                     | F13<br>H14<br>K12, K13       |
| 八、螢幕垂直傾斜                                                            | C13, C14<br>D13及D14                                                                                                 | 注意：更換IC時要關機，開機之前要查看IC名號，PIN1標記，及有無未插入之接觸，以防意外發生。IC可在自己機內或朋友機內改換，避免短路IC損壞另機可留心用手按有無發覺異聲。當心，正常工作RAM也很熱。但比近旁特別發熱時即故障，不可插入其他機內。<br>又舊機及自己裝配機種最容易發生接觸不良插座接觸，要每兩週量，如RAM上PIN1-5V, PIN7+12V，每IC測量。 |                              |
| 九、圖形故障，本文良好                                                         | A8至A11<br>B4, B5, B8, B9<br>B12, B13<br>C3至C10, C12<br>C14, D3至D10<br>E11至E14<br>F14, H1, J1                        |                                                                                                                                                                                            |                              |

## 目 錄

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 介紹.....                    | 1  |
| APPLE II 微電腦電路分析—概論.....   | 1  |
| APPLE II 系統特性.....         | 2  |
| APPLE II 方塊圖.....          | 3  |
| APPLE II 主基板零件表.....       | 4  |
| APPLE II 微電腦中央處理器.....     | 9  |
| APPLE II 記憶結構和 I/O 電路..... | 15 |
| APPLE II RAM 解碼電路.....     | 25 |
| APPLE II 系統時脈與影像控制電路.....  | 34 |
| APPLE II 故障檢修技術.....       | 44 |
| APPLE II 檢修表.....          | 52 |
| APPLE II 線路圖.....          | 57 |
| 系統方塊圖敘述.....               | 63 |
| 記憶器映像.....                 | 65 |
| I. 工作原理.....               | 68 |
| CPU 地址線.....               | 68 |
| CPU 資料線.....               | 73 |
| CPU 控制群.....               | 74 |
| 系統 RAM.....                | 83 |
| 視頻除法鏈.....                 | 89 |
| 視頻 RAM.....                | 95 |
| 視頻處理.....                  | 98 |

## 2 目 錄

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 鍵盤                 | 111 |
| 輸入及輸出              | 112 |
| 系統電源供給             | 120 |
| 水準 II ROM          | 124 |
| II. 調整及檢修          | 126 |
| 解體                 | 126 |
| 電源校驗及調整            | 126 |
| 部分隔離法              | 128 |
| 記號情況               | 131 |
| 視週除法鏈              | 137 |
| 檢修幫助               | 140 |
| 地址解碼續談             | 141 |
| 匣式錄音機的問題           | 143 |
| 電源部份               | 146 |
| 鉗錫短路               | 151 |
| EDGE-CONNECTOR PIN | 156 |
| 附錄：檢修微處理器系統方法      | 157 |
| 附錄：AIM 65 微算機線路說明  | 175 |
| 附錄：AIM 65 故障檢修的程序  | 196 |
| 附錄：TRS-80 線路圖      | 200 |
| 附錄：TRS-80 部份圖      | 206 |
| 附錄：APPLE II 方塊圖    | 212 |
| APPLE II 部份品特性     |     |

# APPLE II

## 微電腦電路分析

### 概 論

#### APPLE II 系統方塊圖介紹

現在開始為各位介紹 APPLE 的方塊圖，不過，筆者是採用簡介的方式，僅僅介紹每一小方塊的主要功用，至於各系統之間的關係在討論電路時再詳為介紹。

下面就來看看 APPLE II 這部微電腦系統的組成方塊圖，如附圖所示。APPLE II 系統特性請看表一零件表請看表二。

#### 電源供應器

本機所需之電源是由外加的交換式電源器 (High Frequency Switching type) 所供應，此種電源供應器能提供相當穩定的電壓，所提供的電壓有  $+5\text{V}$  ( $5\text{A}$ )， $-5\text{V}$  ( $1\text{A}$ )， $+12\text{V}$  ( $2\text{A}$ )， $-12\text{V}$  ( $1\text{A}$ ) 共 4 種。這些電壓分別供應到各個電路去。

#### 時鐘脈波產生器

本機的時鐘脈波系統，一共產生四種不同的脈波，這些脈波控制了整個系統的動作及各個單元之間的同步，而這些脈波主要包括了  $14.318\text{MHz}$  及  $7.159\text{MHz}$ ，彩色參考  $3.58\text{MHz}$  及  $1.023\text{MHz}$  之  $\phi_1$ ， $\phi_2$ ， $Q_0$  等各種時鐘脈波， $14.318\text{MHz}$  是本系統的主要振盪頻率，其它頻率的脈波都是由它轉換而來的。 $7.159\text{MHz}$  是供應影像處理電路， $3.58\text{MHz}$  是彩色信號 (BURST) 控制時脈。 $1.023\text{MHz}$

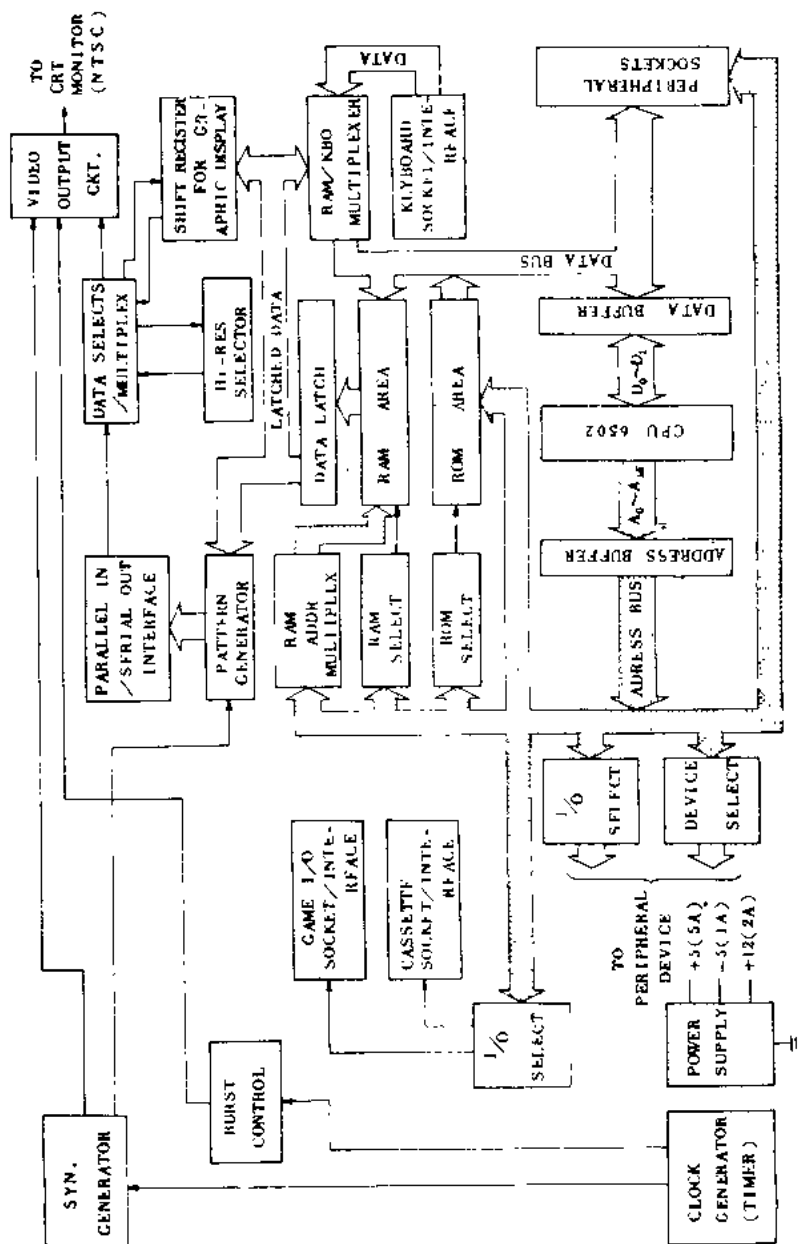
表一 APPLE II 系統特性

①主機：

- (A)標準打字鍵 51 鍵。
- (B)有 Real 及 Integer 的 Basic 語言。
- (C)內附一擴音器增加使用樂趣。
- (D)有 16 K, 32 K, 48 K 的 RAM, 能擴充到 64 K Bytes。
- (E)有 12 K Bytes ROM 含有開機自動執行程式功能, 及 Basic 翻譯器, 並可執行 Assembly 語言。
- (F)8/16 種顏色選擇適合繪製各種圖形。
- (G)八個擴充點隨您的需要而擴充。
- (H)擴充點可接 Parallel, Serial, EIARS-232 C 及 IEEE 488 系列各種週邊裝置。
- (I)有穩壓器的電源供應, 以保存各種珍貴資料。
- (J)有錄音機、顯示器的輸入/出裝置, 亦可接家用電視當顯示器。
- (K)可接 TV Game 控制器, 亦可當輸入裝置。

②軟性磁碟機：

- (A)電源由主機供應, 電壓穩定, 信賴度高。
- (B)每個磁碟機控制板可接兩個磁碟機, 最多可接到三組六個, 隨您的業務量成長而成長。
- (C)有  $5\frac{1}{4}$ " 及 8" 兩種軟性磁碟, 資料存儲由每片 15 萬字元, 適合您不同資料量的需要而選擇。
- (D)可使用 Random 及 sequential 檔案, 隨資料不同而設計。



表二：APPLE II 主基板零件一覽表

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 74LS00              | RESISTER 1/8W 5% |
| 74LS02 × 4          | 10 OHM           |
| 74LS04              | 27 OHM × 2       |
| 74LS08 × 2          | 47 OHM × 2       |
| 74LS11              | 100 OHM × 5      |
| 74LS20              | 150 OHM          |
| 74LS32              | 330 OHM          |
| 74LS51              | 1K OHM × 2       |
| 74LS74 × 3          | 1.5K OHM         |
| 74LS86              | 2K OHM           |
| 74LS138 × 4         | 2.7K OHM         |
| 74LS139             | 4.7K OHM × 2     |
| 74LS151             | 12K OHM × 6      |
| 74LS153 × 4         | 470K OHM         |
| 74LS161 × 4         | 2.2MOHM          |
| 74LS166             | 3.3MOHM          |
| 74LS174 × 2         | RESISTER ARRAY   |
| 74LS175             | 1K (7) × 3       |
| 74LS194 × 3         | VR..             |
| 74LS195             | 200 OHM × 1      |
| 74LS251             |                  |
| 74LS257 × 5         | CAPACTIOR;       |
| 74LS259             | 0.1 UF × 45      |
| 74LS283             | 0.02 UF × 4      |
| 74LS367 × 3         | 47 PF            |
| NE555 × 2           | C.               |
| UA741               | 50 PF × 2        |
| 8T28 × 2            | OIL              |
| 6502                | 27 UH            |
| 4116 × 8 (16 OR 24) | DIODE            |
| 2716 × 7            | IN 4148          |
| NE 558 (OPTIONAL)   | TRANSISTER       |
| CRYSTAL             | PNP 2N869A × 2   |
| 14.318MHz           | NPN 2SC372 × 4   |

$Q_1$ ,  $Q_2$  是系統時脈輸出,  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  相位相反。 $Q_3$  是控制 PERIPHERAL CONNECTOR 上, 供應 Interface Card 用, 其頻率為  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  之兩倍。

## 6502 處理器

處理器是微電腦的中樞, 它包含三類信號, 一個控制各個電路的控制信號, 一個是資料信號及選擇儲存資料位置的位址信號, 這些信號都利用三種不同的接線送出或者輸入, 這三種傳送線都稱為 BUS, 由圖上可以看到在 CPU 6502 左邊虛點圖為  $A_0 \sim A_{15}$  共有十六條線, 稱為 ADDRESS BUS, 它是專門傳送位址資料, 用來指定記憶器或選擇 I / O 的位置, CPU 的右邊是  $D_0$  和  $D_7$  共有 8 條線, 專門傳送資料 (Data), 稱為 Data BUS, 它是雙向的, 可以將 CPU 處理完的資料送出到 Memory 儲存, 或送到 I / O 介面電路, 也可以將 Memory 或 I / O 的資料送回 CPU, 至於控制線 (Control BUS) 由於它要接的元件太多而且分散, 若要全部繪出時, 則整個方塊圖會顯得很複雜, 所以本方塊暫時將全部控制線省略不畫, 等將來在解析電路時, 再作詳細的介紹。

## DATA BUS 上的各個系統

DATA BUS 上的各個小方塊之功能:

(1) Data Buffer, 稱為資料緩衝器, 它是一個雙向的緩衝器, 作為 CPU 的資料輸出, 輸入控制, 這個電路一般都由 R / W 信號來控制。

(2) PERIPHERAL SOCKETS, 這是介面電路板 (Card) 的插座, 共有 50 根腳, 幾乎包括了 CPU 所有的信號。在本機內一共有 8 個這種插座, 可以接很多介面電路, 藉以擴充系統的功能, 所以使用起來非常方便。

(3) KEYBOARD SOCKET / INTERFACE, 為鍵盤連接插座, 也

就是鍵盤的信號由此插座連接進來的。

④ RAM / KBD MULTIPLEXER，是 RAM 記憶器與鍵盤 Data 的多工器（選擇器），即 Data BUS 上的信號是要從 RAM 裏或從鍵盤的資料取得，當我們由按鍵輸入資料時，此多工器，是連接到鍵盤資料線上，則鍵盤資料可以送到 Data 線上，可以把 RAM 的 Data 送到 Data BUS 上，以利 CPU 之取用。

⑤ 記憶體，記憶體有 ROM 及 RAM 區域。

⑥ ROM AREA，ROM 之資料只能送出到 Data BUS 上，而無法再寫入。本機 ROM 區有 6 只 2716 共 12 KByte，由 ROM SELECT 來選擇 CHIP。

⑦ RAM AREA，RAM 共有 48 Kbyte，由 24 只 4116 動態 RAM 來組成，是單 Bit 輸出及單 Bit 輸入，24 只 IC 分成 3 組，每只並聯在一起，構成 8bit 的輸出與輸入，由 RAM ADDRESS MULTIPLEXER 及 RAM SELECT 來選擇位址及 Chips。

⑧ DATA LATCH，RAM 的資料輸出後由一個門鎖器（Latch）門鎖住，然後送到圖形產生器及圖形顯示電路，另一方面也送回 RAM / KBD 多工器，經多工器選擇而送到 DATA BUS 上。

## ADDRESS BUS 上的各個系統

① ADDRESS BUFFER，CPU 送出 ADDRESS 後，進入位址緩衝器，再送出到 ADDRESS BUS 上。但，當 DMA 時（直接存取記憶器時）CPU 不能控制 Memory，即此時緩衝器將 CPU 與 ADDRESS BUS 隔開，其它時間 ADDRESS BUS 跟 CPU 是互相連通的。

② I / O SELECT，由 ADDRESS 來控制 8 個 PERIPHERAL 中的一個，來做輸入或輸出的工作。一般 PERIPHERAL 電路，如 COMMUNICATION INTERFACE，EPROM WRITER，INTEGER BASIC，DISK II INTERFACE，PRINTER INTERFACE……等。

③ DEVICE SELECT，選擇 8 個 PERIPHERAL 中之一，作 I / O 的動作。例如要 PRINTER 則會選擇到 PRINTER Card。

④ ON BOARD I / O SELECT，此 I / O SELECT 並無外接之電路板 (Card)，而是在主機板上面，用來選擇卡式錄音機之輸入 / 輸出及 GAME 輸入 / 輸出連接插座。

⑤ CASSETTE SOCKET / INTERFACE，卡式錄音機介面電路，到錄音機存、取資料都要經過此電路。

⑥ GAME I / O SOCKET / INTERFACE，利用 APPLE II 玩 TV GAME 時，可利用此電路連接到操縱桿來擔任遊戲動作的控制。

⑦ ROM SELECT，本機 ROM 區有 6 個 EPROM，可用 ROM SELECT 來選擇看那個 CHIP 來作資料輸出到 DATA BUS 上。

⑧ RAM SELECT，本機 RAM 有 48 K，它是用 24 個 4116 來組成的，每 8 個為一排，構成 16 KByte 共有 3 排，由選擇器來選擇 0 ~ 16K，17 ~ 32 K，32 ~ 48 K 等。

⑨ RAM ADDRESS MULTIPLEXER，4116 RAM ADDRESS 只有  $A_0 \sim A_6$ ，而 CPU 之 ADDRESS BUS 是從  $A_0 \sim A_{15}$  共 16 條線，必須轉換成 4116 適用的位址，所以 ADDRESS 必須經此多工器來解碼。

## 彩色影像電路的構成

APPLE II 的影像產生電路的構成，包括了 PATTERN 產生器，PARALLEL IN / SERIAL OUT 介面，資料選擇 / 多工器，高解析度選擇器及 GRAPHIC DISPLAY 等電路。一般顯示在電視螢幕上的資料來源有兩種可能，一種是鍵盤上的文字或符號，它們大都被設定在一個 ROM 裏，需要利用到時再取出來顯示，這是個固定的資料。另一種就是繪圖，這是不定形狀的圖形，要顯示時就必須一一從 RAM 裏拿出來，下面就來看看它們的組成。

① PATTERN GENERATOR，即圖形產生器，它是一個ROM，用來儲存鍵盤上各種文字及符號的形狀，當我們按下一個文字或符號鍵時，經鍵盤電路解碼後，成為ASCII碼，出現在Data BUS上，把它存入記憶器RAM裏，並且將此ASCII碼，送到PATTERN產生器ROM的位址BUS上，當作ROM位址的一半資料，而另一半資料由同步信號產生器送來，這樣就可以選到你所按鍵的文字圖形了。然後將並聯的圖形資料送到並聯—串聯電路。

② PARALLEL IN/SERIAL OUT INTERFACE，此電路是一個8 Bit SHIFT REGISTER，它的功用是將PATTERN產生器送來的並聯圖形資料改變成串聯方式的輸出（以符合視頻信號傳送的方式），然後將圖形資料送至DATA SELECT選擇器。

③ SHIFT REGISTER FOR GRAPHIC DISPLAY，要顯示美麗的圖案前，必須先將圖案資料一個個存在RAM記憶器內，當CPU下達顯示指令時，使依照順序將DATA從RAM取出來，經過GRAPHIC DISPLAY電路，可作左移或右移，處理圖形顯示是GR或HGR的工作，然後送到DATA SELECT輸出。

④ Hi-RES SELECTOR，高解像度選擇電路，控制著影像的解析度，在低解像度時，畫面圖案線條很粗，但在高解像度時線條就可以很細膩了。

⑤ DATA SELECTS/MULTIPLEX，是選擇PATTERN資料或GRAPHIC的資料。

⑥ VIDEO OUTPUT CKT，視頻輸出電路，它將同步信號（SYNC），彩色同步信號（BURST）及圖形資料等三種信號混合成為標準的視頻信號，直接加到MONITOR CRT電視視頻電路，另外還可以加RF變頻器，經過混頻後送到家用電視的天線端。

## APPLE II 微電腦

### 中央處理器實際電路分析

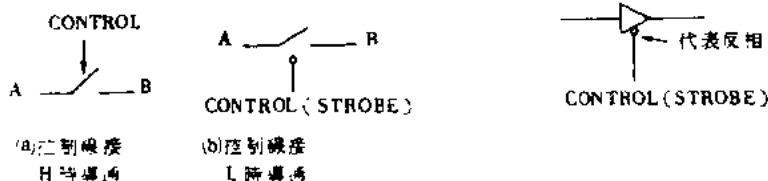
下面就開始為各位詳細的解析APPLE II 電腦系統各部份的結構與動作：

#### 電源部份

由附圖知，6502 之電源輸入  $V_{cc}$  (腳 8) 是接 +5V； $V_{ss}$  (腳 1 和腳 21) 是接地 (GND)。

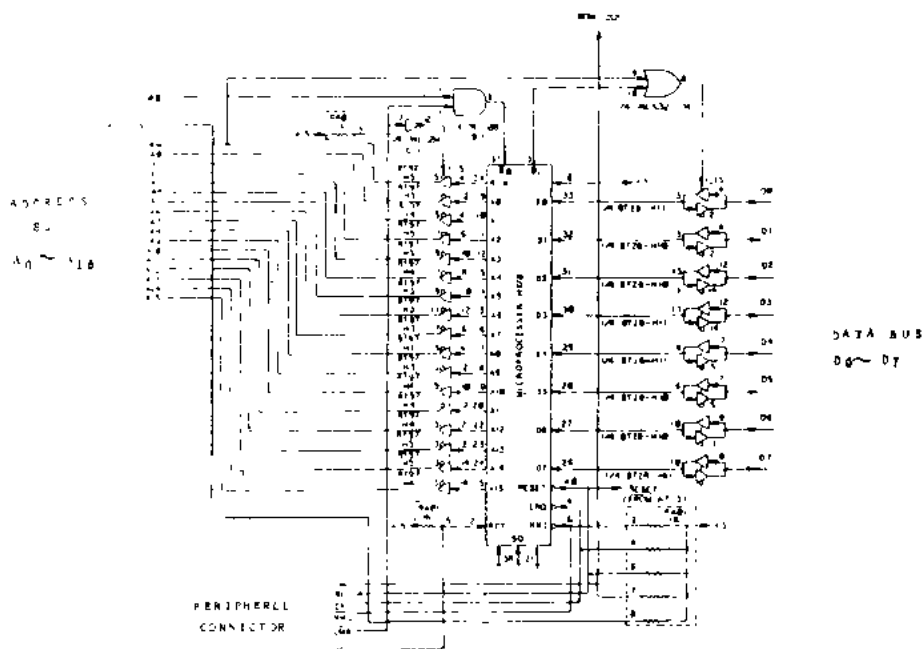
#### 位址匯流排

為了方便說明起見，這裏先介紹一下什麼是三態裝置，所謂三態裝置之簡單電路結構如下圖所示：



以(b)圖來看，當控制線之電位是高(H)的時候，A 和 B 間不接通即 A 和 B 之間是處於高阻抗 (即斷路) 狀態，一般稱為“浮接”，當控制線之電位是低(L)的時候，A 和 B 間被接通，此時若 A 端之信號為 0，則 B 端為 0，反之若 A 為 1 則 B 為 1。也就是說經由控制線的控制，可以決定傳送資料 (導通狀態)，或不傳送資料 (不導通狀態)。下面畫出三態裝置的電路符號和其真值表：

| CONTROL | A             | B |          |
|---------|---------------|---|----------|
| L       | L             | L |          |
| L       | H             | H | → 三態裝置致能 |
| H       | A, B 間處於高阻抗狀態 |   | → 三態裝置失效 |



APPLE II CPU 電路圖

有了三態裝置的觀念後，下面就來說明一下位址匯流排是如何被三態裝置控制，首先如圖所示 6502 CPU 之 R / W 線和資料匯流排是分別接到三態裝置之輸入端，在此輸入端之信號（0 或 1）能否送到輸出端，則完全由三態裝置之控制線（CONTROL 或稱 STROBE）來控制。從圖上知直接記憶存取（DMA）控制線被接到反相器（C11 74LS04）的輸入端第 13 腳，然後由反相器的第 12 腳輸出來控制三態裝置為致能（enable）或失效（disable），其控制方式如下所述：

（1）當 DMA = H 時（即週邊裝置沒有對 CPU 發出直接記憶存取之要求），C11 反相器之輸出為 L，所以三態裝置被致能，此時 CPU 便能正常的執行工作，例，當 CPU 在送出 R / W = H（即作記憶器讀取之控制信號）之同時，也送出口址信號（A<sub>0</sub> ~ A<sub>15</sub>，可選擇 2<sup>16</sup> = 64K

的記憶空間)。或CPU在送出 $R/W=L$ (即作記憶器寫入之控制信號)之同時,也送出位址信號( $A_0 \sim A_{15}$ )。

② 當 $DMA=L$ 時(即週邊裝置對CPU發出直接記憶存取之要求), $C11$ 反相器之輸出為 $H$ ,所以三態裝置失效,此時CPU之 $R/W$ 控制線及位址匯流排為浮接(高阻抗)狀態。也就是說這時候CPU無法對記憶器作讀出/寫入( $R/W$ )的動作,而是由週邊裝置(如磁碟機)來直接存取記憶器。這裏所謂的直接記憶存取,是因為在這種情形下,CPU是處於浮接(高阻抗)的狀態,即週邊裝置直接進行對記憶器的存取而不經過CPU的控制。如此一來便可以極快的速度,對記憶器存取大量的資料(通常磁碟機即採用此種方式)。

### 時鐘輸入 $\phi$ 。

由圖上知直接記憶存取( $DMA$ )和主機板上產生的時鐘脈衝信號( $\phi$ )同時加到一個及閘( $B11\ 74LS08$ )的輸入,然後由輸出來控制CPU之時鐘輸入 $\phi$ 。(37腳)。其控制方式如下:

① 當 $DMA=H$ 時(週邊裝置沒有對記憶器發出直接記憶存取的要求),CPU之 $\phi$ 輸入完全是由主機板上時鐘脈波信號來控制整個CPU的工作時序,即CPU處於一般的工作狀況下。

② 當 $DMA=L$ 時(週邊裝置對記憶器發出直接記憶存取的要求),此時CPU之 $\phi$ 輸入恒為 $L$ 。也就是說主機板上之時鐘脈波產生器的信號不能送到CPU,在這時候CPU已將整個控制權交給週邊裝置。

### 資料匯流排和讀寫控制線

資料匯流排( $D_0 \sim D_7$ , 8位元)和位址匯流排一樣是連接到三態裝置,但資料是雙向而位址是單向,由圖上知雙向資料匯流排之控制線具有雙向控制作用。例:當控制線為 $H$ 時,則資料由外部向CPU送(而由CPU向外的三態則處於浮接狀態)。當控制線為 $L$ 時,則資料由CPU向外送(而由外向CPU的三態裝置則處於浮接狀態)。上