

## CHƯƠNG 12

### Phối ghép với thế giới thực: LCD, ADC và các cảm biến

Chương này khám phá một số ứng dụng của 8051 với thế giới thực. Chúng ta giải thích làm cách nào phối ghép 8051 với các thiết bị như là LCD, ADC và các cảm biến.

#### 12.1 Phối ghép một LCD với 8051.

Ở phần này ta sẽ mô tả các chế độ hoạt động của các LCD và sau đó mô tả cách lập trình và phối ghép một LCD tới 8051.

##### 12.1.1 Hoạt động của LCD.

Trong những năm gần đây LCD đang ngày càng được sử dụng rộng rãi thay thế dần cho các đèn LED (các đèn LED 7 đoạn hay nhiều đoạn). Đó là vì các nguyên nhân sau:

1. Các LCD có giá thành hạ.
2. Khả năng hiển thị các số, các ký tự và đồ họa tốt hơn nhiều so với các đèn LED (vì các đèn LED chỉ hiển thị được các số và một số ký tự).
3. Nhờ kết hợp một bộ điều khiển làm tươi vào LCD làm giải phóng cho CPU công việc làm tươi LCD. Trong khi đèn LED phải được làm tươi bằng CPU (hoặc bằng cách nào đó) để duy trì việc hiển thị dữ liệu.
4. Dễ dàng lập trình cho các ký tự và đồ họa.

##### 12.1.2 Mô tả các chân của LCD.

LCD được nói trong mục này có 14 chân, chức năng của các chân được cho trong bảng 12.1. Vị trí của các chân được mô tả trên hình 12.1 cho nhiều LCD khác nhau.

1. Chân  $V_{CC}$ ,  $V_{SS}$  và  $V_{EE}$ : Các chân  $V_{CC}$ ,  $V_{SS}$  và  $V_{EE}$ : Cấp dương nguồn - 5v và đất tương ứng thì  $V_{EE}$  được dùng để điều khiển độ tương phản của LCD.

2. Chân chọn thanh ghi RS (Register Select).

Có hai thanh ghi rất quan trọng bên trong LCD, chân RS được dùng để chọn các thanh ghi này như sau: Nếu RS = 0 thì thanh ghi mà lệnh được chọn để cho phép người dùng gửi một lệnh chẳng hạn như xóa màn hình, đưa con trỏ về đầu dòng v.v... Nếu RS = 1 thì thanh ghi dữ liệu được chọn cho phép người dùng gửi dữ liệu cần hiển thị trên LCD.

3. Chân đọc/ ghi (R/W).

Đầu vào đọc/ ghi cho phép người dùng ghi thông tin lên LCD khi R/W = 0 hoặc đọc thông tin từ nó khi R/W = 1.

4. Chân cho phép E (Enable).

Chân cho phép E được sử dụng bởi LCD để chốt thông tin hiện hữu trên chân dữ liệu của nó. Khi dữ liệu được cấp đến chân dữ liệu thì một xung mức cao xuống thấp phải được áp đến chân này để LCD chốt dữ liệu trên các chân dữ liệu. Xung này phải rộng tối thiểu là 450ns.

5. Chân D0 - D7.

Đây là 8 chân dữ liệu 8 bit, được dùng để gửi thông tin lên LCD hoặc đọc nội dung của các thanh ghi trong LCD.

Để hiển thị các chữ cái và các con số, chúng ta gửi các mã ASCII của các chữ cái từ A đến Z, a đến f và các con số từ 0 - 9 đến các chân này khi bật RS = 1.

Cũng có các mã lệnh mà có thể được gửi đến LCD để xoá màn hình hoặc đưa con trỏ về đầu dòng hoặc nhấp nháy con trỏ. Bảng 12.2 liệt kê các mã lệnh.

Chúng ta cũng sử dụng RS = 0 để kiểm tra bit cờ bận để xem LCD có sẵn sàng nhận thông tin. Cờ bận là D7 và có thể được đọc khi R/W = 1 và RS = 0 như sau:

Nếu R/W = 1, RS = 0 khi D7 = 1 (cờ bận 1) thì LCD bận bởi các công việc bên trong và sẽ không nhận bất kỳ thông tin mới nào. Khi D7 = 0 thì LCD sẵn sàng nhận thông tin mới. Lưu ý chúng ta nên kiểm tra cờ bận trước khi ghi bất kỳ dữ liệu nào lên LCD.

**Bảng 12.1:** Mô tả các chân của LCD.

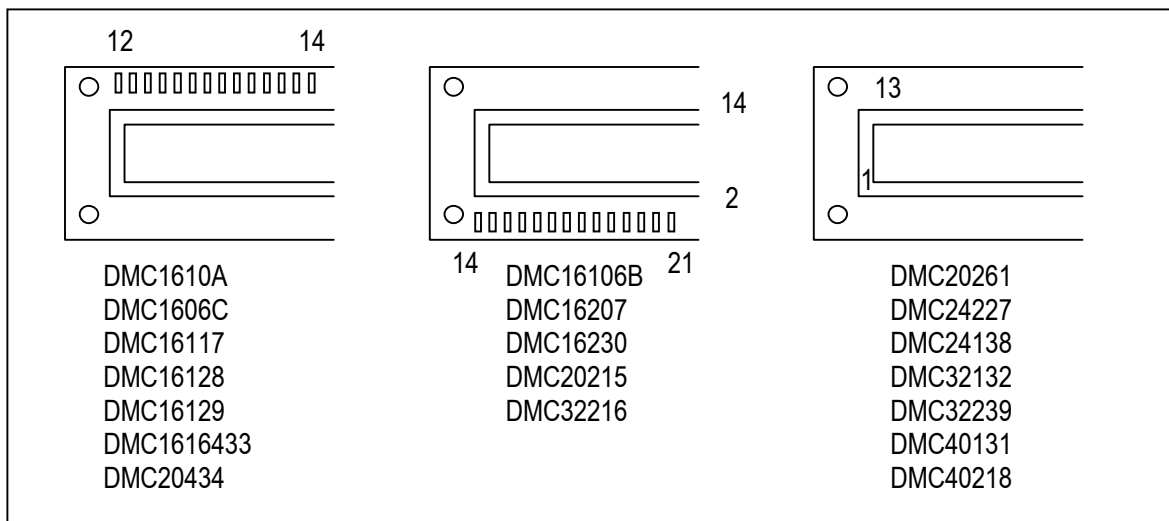
Chân	Ký hiệu	I/O	Mô tả
1	V <sub>SS</sub>	-	Đất
2	V <sub>CC</sub>	-	Dương nguồn 5v
3	V <sub>EE</sub>	-	Cấp nguồn điều khiển phản
4	RS	I	RS = 0 chọn thanh ghi lệnh. RS = 1 chọn thanh dữ liệu
5	R/W	I	R/W = 1 đọc dữ liệu. R/W = 0 ghi
6	E	I/O	Cho phép
7	DB0	I/O	Các bit dữ liệu
8	DB1	I/O	Các bit dữ liệu
9	DB2	I/O	Các bit dữ liệu
10	DB3	I/O	Các bit dữ liệu
11	DB4	I/O	Các bit dữ liệu
12	DB5	I/O	Các bit dữ liệu
13	DB6	I/O	Các bit dữ liệu
14	DB7	I/O	Các bit dữ liệu

**Bảng 12.2:** Các mã lệnh LCD.

Mã (Hex)	Lệnh đến thanh ghi của LCD
1	Xoá màn hình hiển thị
2	Trở về đầu dòng
4	Giả con trỏ (dịch con trỏ sang trái)
6	Tăng con trỏ (dịch con trỏ sang phải)
5	Dịch hiển thị sang phải
7	Dịch hiển thị sang trái
8	Tắt con trỏ, tắt hiển thị
A	Tắt hiển thị, bật con trỏ
C	Bật hiển thị, tắt con trỏ
E	Bật hiển thị, nhấp nháy con trỏ
F	Tắt con trỏ, nhấp nháy con trỏ
10	Dịch vị trí con trỏ sang trái
14	Dịch vị trí con trỏ sang phải
18	Dịch toàn bộ hiển thị sang trái

1C	Dịch toàn bộ hiển thị sang phải
80	Ép con trỏ Vũ đầu dòng thứ nhất
C0	Ép con trỏ Vũ đầu dòng thứ hai
38	Hai dòng và ma trận $5 \times 7$

**Ghi chú:** Bảng này được mở rộng từ bảng 12.4.



**Hình 12.1:** Các vị trí chân của các LCD khác nhau của Optrex.

### 12.1.3 Gửi các lệnh và dữ liệu đến LCD với một độ trễ.

Để gửi một lệnh bất kỳ từ bảng 12.2 đến LCD ta phải đưa chân RS về 0. Đối với dữ liệu thì bật RS = 1 sau đó gửi một sườn xung cao xuống thấp đến chân E để cho phép chốt dữ liệu trong LCD. Điều này được chỉ ra trong đoạn mã chương trình dưới đây (xem hình 12.2).

; gọi độ thời gian trễ trước khi gửi dữ liệu/ lệnh kế tiếp.

; chân P1.0 đến P1.7 được nối tới chân dữ liệu D0 - D7 của LCD.

; Chân P2.0 được nối tới chân RS của LCD.

; Chân P2.1 được nối tới chân R/W của LCD.

; Chân P2.2 được nối đến chân E của LCD.

ORG

MOV A, # 38H ; Khởi tạo LCD hai dòng với ma trận  $5 \times 7$

ACALL COMNWRT ; Gọi chương trình con lệnh

ACALL DELAY ; Cho LCD một độ trễ

MOV A, # 0EH ; Hiển thị màn hình và con trỏ

ACALL COMNWRT ; Gọi chương trình con lệnh

ACALL DELAY ; Cấp một độ trễ cho LCD

MOV AM # 01 ; Xoá LCD

ACALL COMNWRT ; Gọi chương trình con lệnh

ACALL DELAY ; Tạo độ trễ cho LCD

MOV A, # 06H ; Dịch con trỏ sang phải

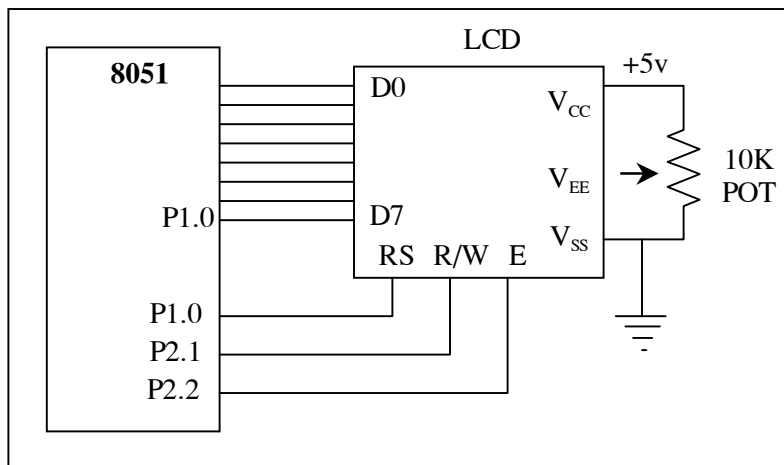
ACALL COMNWRT ; Gọi chương trình con lệnh

ACALL DELAY ; Tạo độ trễ cho LCD

MOV AM # 48H ; Đưa con trỏ về dòng 1 cột 4

ACALL COMNWRT ; Gọi chương trình con lệnh

	ACALL	DELAY	; Tạo độ trễ cho LCD
	MOV	A, # "N"	; Hiển thị chữ N
	ACALL	DATAWRT	; Gọi chương trình con hiển thị DISPLAY
	ACALL	DELAY	; Tạo độ trễ cho LCD
	MOV	AM # "0"	; Hiển thị chữ 0
	ACALL	DATAWRT	; Gọi DISPLAY
AGAIN:	SJMP	AGAIN	; Chờ ở đây
COMNWRT:			; Gửi lệnh đến LCD
	MOV	P1, A	; Sao chép thanh ghi A đến cổng P1
	CLR	P2.0	; Đặt RS = 0 để gửi lệnh
	CLR	P2.1	; Đặt R/W = 0 để ghi dữ liệu
	SETB	P2.2	; Đặt E = 1 cho xung cao
	CLR	P2.2	; Đặt E = 0 cho xung cao xuống thấp
	RET		
DATAWRT:			; Ghi dữ liệu ra LCD
	MOV	P1, A	; Sao chép thanh ghi A đến cổng P1
	SETB	P2.0	; Đặt RS = 1 để gửi dữ liệu
	CLR	P2.1	; Đặt R/W = 0 để ghi
	SETB	P2.2	; Đặt E = 1 cho xung cao
	CLR	P2.2	; Đặt E = 0 cho xung cao xuống thấp
	RET		
DELAY:	MOV	R3, # 50	; Đặt độ trễ 50 $\mu$ s hoặc cao hơn cho CPU nhanh
HERE2:	MOV	R4, # 255	; Đặt R4 = 255
HERE:	DJNZ	R4, HERE	; Đợi ở đây cho đến khi R4 = 0
	DJNZ	R3, HERE2	
	RET		
	END		



**Hình 12.2:** Nối ghép LCD.

#### 12.1.4 Gửi mã lệnh hoặc dữ liệu đến LCD có kiểm tra cờ bận.

Đoạn chương trình trên đây đã chỉ ra cách gửi các lệnh đến LCD mà không có kiểm tra cờ bận (Busy Flag). Lưu ý rằng chúng ta phải đặt một độ trễ lớn trong quá trình xuất dữ liệu hoặc lệnh ra LCD. Tuy nhiên, một cách tốt hơn nhiều là hiển thị cờ bận trước khi xuất một lệnh hoặc dữ liệu tới LCD. Dưới đây là một chương trình như vậy.

; Kiểm tra cờ bận trước khi gửi dữ liệu, lệnh ra LCD  
 ; Đặt P1 là cổng dữ liệu

```

; Đặt P2.0 nối tới cổng RS
; Đặt P2.1 nối tới chân R/W
; Đặt P2.2 nối tới chân E
ORG
MOV      A, # 38H      ; Khởi tạo LCD hai dòng với ma trận 5 × 7
ACALL    COMMAND      ; Xuất lệnh
MOV      A, # 0EH      ; Dịch con trỏ sang phải
ACALL    COMMAND      ; Xuất lệnh
MOV      A, # 01H      ; Xoá lệnh LCD
ACALL    COMMAND      ; Xuất lệnh
MOV      A, # 86H      ; Dịch con trỏ sang phải
ACALL    COMMAND      ; Đưa con trỏ về dòng 1 lệnh 6
MOV      A, # "N"      ; Hiển thị chữ N
ACALL    DATA_DISPLAY
MOV      A, # "0"      ; Hiển thị chữ 0
ACALL    DATA_DISPLAY
HERE:    SJMP          HERE      ; Chờ ở đây
COMMAND: ACALL        READY      ; LCD đã sẵn sàng chưa?
MOV      P1, A          ; Xuất mã lệnh
CLR      P2.0          ; Đặt RS = 0 cho xuất lệnh
CLR      P2.1          ; Đặt R/W = 0 để ghi dữ liệu tới LCD
SETB     P2.2          ; Đặt E = 1 đối với xung cao xuống thấp
CLR      P2.2          ; Đặt E = 0 chốt dữ liệu
RET

DATA-DISPLAY::
ACALL    READY          ; LCD đã sẵn sàng chưa?
MOV      P1, A          ; Xuất dữ liệu
SETB     P2.0          ; Đặt RS = 1 cho xuất dữ liệu
CLR      P2.1          ; Đặt R/W = 0 để ghi dữ liệu ra LCD
SETB     P2.2          ; Đặt E = 1 đối với xung cao xuống thấp
CLR      P2.2          ; Đặt E = 0 chốt dữ liệu
RET

DELAY:
SETB     P1.7          ; Lấy P1.7 làm cổng vào
CLR      P2.0          ; Đặt RS = 0 để truy cập thanh ghi lệnh
SETB     P2.1          ; Đặt R/W = 1 đọc thanh ghi lệnh
; Đọc thanh ghi lệnh và kiểm tra cờ lệnh
BACK:    CLR      P2.2      ; E = 1 đối với xung cao xuống thấp
SETB     P2.2          ; E = 0 cho xung cao xuống thấp?
JB       P1.7, BACK      ; Đợi ở đây cho đến khi cờ bận = 0
RET
END

```

Lưu ý rằng trong chương trình cờ bận D7 của thanh ghi lệnh. Để đọc thanh ghi lệnh ta phải đặt RS = 0, R/W = 1 và xung cao - xuống - thấp cho bit E để cấp thanh ghi lệnh cho chúng ta. Sau khi đọc thanh ghi lệnh, nếu bit D7 (cờ bận) ở mức cao thì LCD bận và không có thông tin (lệnh) nào được xuất đến nó chỉ khi nào D7 = 0 mới có thể gửi dữ liệu hoặc lệnh đến LCD. Lưu ý trong phương pháp này không sử dụng độ trễ thời gian nào vì ta đang kiểm tra cờ bận trước khi xuất lệnh hoặc dữ liệu lên LCD.

### 12.1.5 Bảng dữ liệu của LCD.

Trong LCD ta có thể đặt dữ liệu vào bất cứ chỗ nào. dưới đây là các vị trí địa chỉ và cách chúng được truy cập.

RS	E/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

Khi AAAAAAA = 0000000 đến 0100111 cho dòng lệnh 1 và AAAAAAA = 1100111 cho dòng lệnh 2. Xem bảng 12.3.

**Bảng 12.3:** Đánh địa chỉ cho LCD.

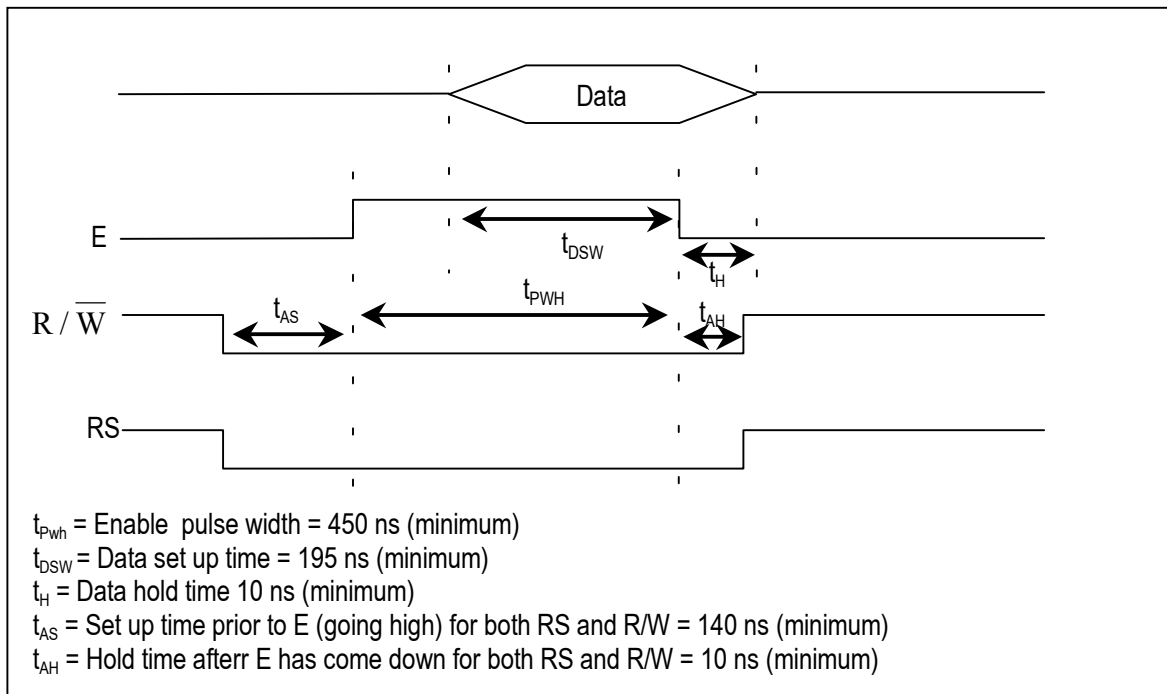
	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Dòng 1 (min)	1	0	0	0	0	0	0	0
Dòng 1 (max)	1	0	1	0	0	1	1	1
Dòng 2 (min)	1	1	0	0	0	0	0	0
Dòng 2 (max)	1	1	1	0	0	1	1	1

Dải địa chỉ cao có thể là 0100111 cho LCD. 40 ký tự trong khi đối với CLD 20 ký tự chỉ đến 010011 (19 thập phân = 10011 nhị phân). Để ý rằng dải trên 0100111 (nhị phân) = 39 thập phân ứng với vị trí 0 đến 39 cho LCD kích thước 40 × 2.

Từ những điều nói ở trên đây ta có thể nhận được các địa chỉ của vị trí con trỏ có các kích thước LCD khác nhau. Xem hình 12.3 chú ý rằng tất cả mọi địa chỉ đều ở dạng số Hex. Hình 12.4 cho một biểu đồ của việc phân thời gian của LCD. Bảng 12.4 là danh sách liệt kê chi tiết các lệnh và chỉ lệnh của LCD. Bảng 12.2 được mở rộng từ bảng này.

<b>16 × 2 LCD</b>	80 C0	81 C0	82 C2	83 C3	84 C4	85 C5	86 C6	Through Through	8F CF
<b>20 × 1 LCD</b>	80	81	82	83	Through	93			
<b>20 × 2 LCD</b>	80 C0	81 C0	82 C2	83 C3	Through Through	93 D3			
<b>20 × 4 LCD</b>	80 C0 94 D4	81 C0 95 D5	82 C2 96 D6	83 C3 97 D7	Through Through Through Through	93 D3 A7 E7			
<b>20 × 2 LCD</b>	80 C0	81 C0	82 C2	83 C3	Through Through	A7 E7			
<i>Note:</i> All data is in hex.									

**Hình 12.3:** Các địa chỉ con trỏ đối với một số LCD.



**Hình 12.4:** Phân khe thời gian của LCD.

**Bảng 12.4:** Danh sách liệt kê các lệnh và địa chỉ lệnh của LCD.

Lệnh	Mô tả										Thời gian thực hiện	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Xoá màn hình	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Xoá toàn bộ màn hình và đặt địa chỉ 0 của DD RAM vào bộ đếm địa chỉ	1.64 $\mu$ s
Trở về đầu dòng	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Đặt địa chỉ 0 của DD RAM như bộ đếm địa chỉ. Trả hiển thị dịch về vị trí gốc DD RAM không thay đổi	1.64 $\mu$ s
Đặt chế độ truy nhập	0	0	0	0	0	0	0	1	1/D	S	Đặt hướng chuyển dịch con trỏ và xác định dịch hiển thị các thao tác này được thực hiện khi đọc và ghi dữ liệu	40 $\mu$ s
Điều khiển Bật/tắt hiển thị	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Đặt Bật/ tắt màn hình (D) Bật/ tắt con trỏ (C) và nhấp nháy ký tự ở vị trí con trỏ (B)	40 $\mu$ s
Dịch hiển thị và con trỏ	0	0	0	0	0	1	S / C	R / L	-	-	Dịch con trỏ và dịch hiển thị mà không thay đổi DD RAM	40 $\mu$ s
Đặt chức năng	0	0	0	0	1	D L	N	F	-	-	Thiết lập độ dài dữ liệu (DL) số dòng hiển thị (L) và phòng ký tự (F)	40 $\mu$ s

Đặt địa chỉ CGRAM	0	0	0	1	AGC	Thiết lập địa chỉ C6 RAM dữ liệu CG RAM được gửi đi và nhận sau thiết lập này	40 $\mu$ s
Thiết lập địa chỉ DD RAM	0	0	1		ADD	Thiết lập địa chỉ DD RAM dữ liệu DD RAM được gửi và nhận sau thiết lập này	40 $\mu$ s
Cờ bận đọc và địa chỉ	0	1		BF	ADD	Cờ bận đọc (BF) báo hoạt động bên trong đang được thực hiện và đọc nội dung bộ đếm địa chỉ	40 $\mu$ s
Ghi dữ liệu CG hoặc DD RAM	1	0			Ghi dữ liệu	Ghi dữ liệu vào DD RAM hoặc CG RAM	40 $\mu$ s
Đọc dữ liệu CG hoặc DD RAM	1	1			Đọc dữ liệu	Đọc dữ liệu từ DD RAM hoặc CG RAM	40 $\mu$ s

### Ghi chú:

1. Thời gian thực là thời gian cực đại khi tần số  $f_{CP}$  hoặc  $f_{osc}$  là 250KHz
2. Thời gian thực thay đổi khi tần số thay đổi. Khi tần số  $f_{EP}$  hay  $f_{osc}$  Là 270kHz thì thời gian thực hiện được tính  $250/270 \times 40 = 35\mu s$  v.v...
3. Các ký hiệu viết tắt trong bảng là:
- 4.

DD RAM	RAM dữ liệu hiển thị (Display Data RAM)		
CG RAM	RAM máy phát ký tự (character Generator)		
ACC	Địa chỉ của RAM máy phát ký tự		
ADD	Địa chỉ của RAM dữ liệu hiển thị phù hợp với địa chỉ con trỏ.		
AC	Bộ đếm địa chỉ (Address Counter) được dùng cho các địa chỉ DD RAM và CG RAM.		
1/D = 1	Tăng	1/D = 0	Giảm
S = 1	Kèm dịch hiển thị		
S/C = 1	Dịch hiển thị	S/C = 0	Dịch con trỏ
R/L = 1	Dịch sang phải	R/L = 0	Dịch trái
DL = 1	8 bit	DL = 0	4 bit
N = 1	2 dòng	N = 1	1 dòng
F = 1	Ma trận điểm $5 \times 10$	F = 0	Ma trận điểm $5 \times 7$
BF = 1	Bận	BF = 0	Có thể nhận lệnh

## 12.2 Phối ghép 8051 với ADC và các cảm biến.

Phần này sẽ khám phá ghép các chip ADC (bộ chuyển đổi tương tự số) và các cảm biến nhiệt với 8051.

### 12.1.1 Các thiết bị ADC.

Các bộ chuyển đổi ADC thuộc trong những thiết bị được sử dụng rộng rãi nhất để thu dữ liệu. Các máy tính số sử dụng các giá trị nhị phân, nhưng trong thế giới vật lý thì mọi đại lượng ở dạng tương tự (liên tục). Nhiệt độ, áp suất (khí hoặc



chất lỏng), độ ẩm và vận tốc và một số ít trong những đại lượng vật lý của thế giới thực mà ta gặp hàng ngày. Một đại lượng vật lý được chuyển về dòng điện hoặc điện áp qua một thiết bị được gọi là các bộ biến đổi. Các bộ biến đổi cũng có thể được coi như các bộ cảm biến. Mặc dù chỉ có các bộ cảm biến nhiệt, tốc độ, áp suất, ánh sáng và nhiều đại lượng tự nhiên khác nhưng chúng đều cho ra các tín hiệu dạng dòng điện hoặc điện áp ở dạng liên tục. Do vậy, ta cần một bộ chuyển đổi tương tự số sao cho bộ vi điều khiển có thể đọc được chúng. Một chip ADC được sử dụng rộng rãi là ADC 804.

### 12.2.2 Chip ADC 804.

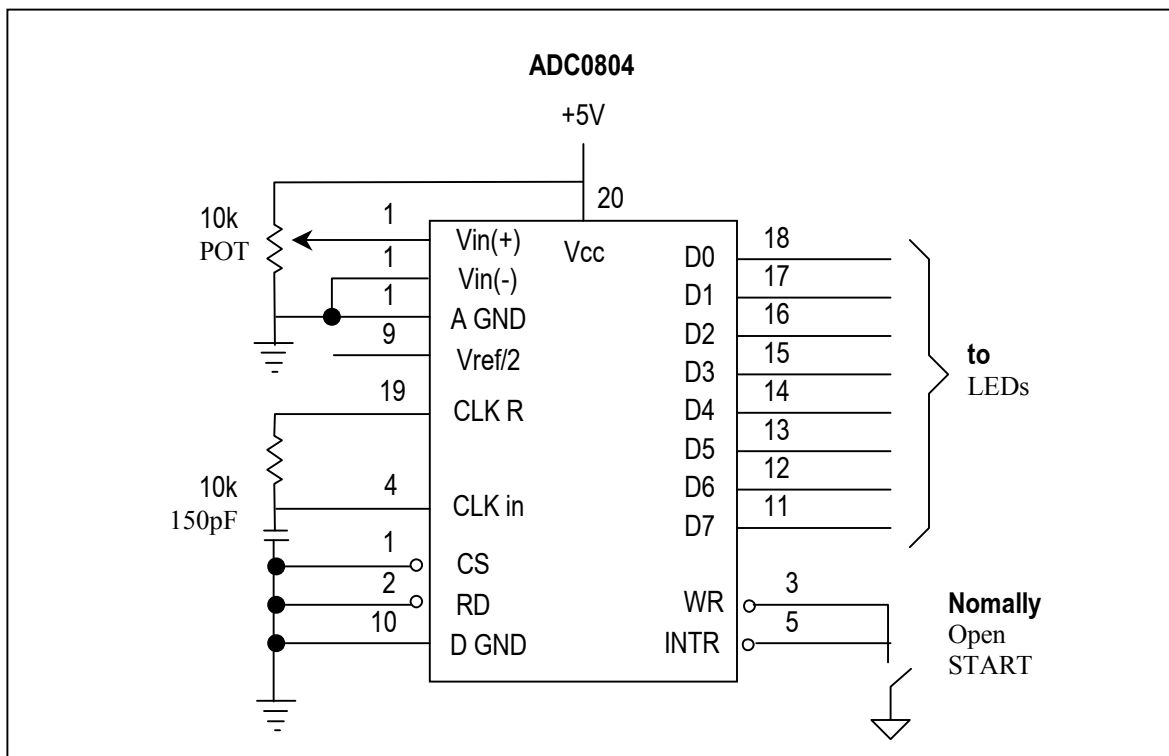
Chip ADC 804 là bộ chuyển đổi tương tự số trong họ các loại ADC 800 từ hãng National Semiconductor. Nó cũng được nhiều hãng khác sản xuất, nó làm việc với +5V và có độ phân giải là 8 bit. Ngoài độ phân giải thì thời gian chuyển đổi cũng là một yếu tố quan trọng khác khi đánh giá một bộ ADC. Thời gian chuyển đổi được định nghĩa như là thời gian mà bộ ADC cần để chuyển một đầu vào tương tự thành một số nhị phân. Trong ADC 804 thời gian chuyển đổi thay đổi phụ thuộc vào tần số đồng hồ được cấp tới chân CLK và CLK IN nhưng không thể nhanh hơn 110 $\mu$ s. Các chân của ADC 804 được mô tả như sau:

1. Chân  $\overline{CS}$  - chọn chip: Là một đầu vào tích cực mức thấp được sử dụng để kích hoạt chip ADC 804. Để truy cập ADC 804 thì chân này phải ở mức thấp.
2. Chân  $\overline{RD}$  (đọc): Đây là một tín hiệu đầu vào được tích cực mức thấp. Các bộ ADC chuyển đổi đầu vào tương tự thành số nhị phân tương đương với nó và giữ nó trong một thanh ghi trong.  $\overline{RD}$  được sử dụng để nhận dữ liệu được chuyển đổi ở đầu ra của ADC 804. Khi  $\overline{CS} = 0$  nếu một xung cao - xuống - thấp được áp đến chân  $\overline{RD}$  thì đầu ra số 8 bit được hiển diện ở các chân dữ liệu D0 - D7. Chân  $\overline{RD}$  cũng được coi như cho phép đầu ra.
3. Chân ghi  $\overline{WR}$  (thực ra tên chính xác là “Bắt đầu chuyển đổi”). Đây là chân đầu vào tích cực mức thấp được dùng để báo cho ADC 804 bắt đầu quá trình chuyển đổi. Nếu  $\overline{CS} = 0$  khi  $\overline{WR}$  tạo ra xung cao - xuống - thấp thì bộ ADC 804 bắt đầu chuyển đổi giá trị đầu vào tương tự  $V_{in}$  về số nhị phân 8 bit. Lượng thời gian cần thiết để chuyển đổi thay đổi phụ thuộc vào tần số đưa đến chân CLK IN và CLK R. Khi việc chuyển đổi dữ liệu được hoàn tất thì chân INTR được ép xuống thấp bởi ADC 804.
4. Chân CLK IN và CLK R.

Chân CLK IN là một chân đầu vào được nối tới một nguồn đồng hồ ngoài khi đồng hồ ngoài được sử dụng để tạo ra thời gian. Tuy nhiên 804 cũng có một máy tạo xung đồng hồ. Để sử dụng máy tạo xung đồng hồ trong (cũng còn được gọi là máy tạo đồng hồ riêng) của 804 thì các chân CLK IN và CLK R được nối tới một tụ điện và một điện trở như chỉ ra trên hình 12.5. Trong trường hợp này tần số đồng hồ được xác định bằng biểu thức:

$$f = \frac{1}{1,1RC}$$

Giá trị tiêu biểu của các đại lượng trên là  $R = 10k\Omega$  và  $C = 150pF$  và tần số nhận được là  $f = 606kHz$  và thời gian chuyển đổi sẽ mất là 110 $\mu$ s.



**Hình 12.5:** Kiểm tra ADC 804 ở chế độ chạy tự do.

5. Chân ngắt  $\overline{\text{INTR}}$  (ngắt hay gọi chính xác hơn là “kết thúc chuyển đổi”).

Đây là chân đầu ra tích cực mức thấp. Bình thường nó ở trạng thái cao và khi việc chuyển đổi hoàn tất thì nó xuống thấp để báo cho CPU biết là dữ liệu được chuyển đổi sẵn sàng để lấy đi. Sau khi  $\overline{\text{INTR}}$  xuống thấp, ta đặt  $\text{CS} = 0$  và gửi một xung cao 0 xuống - thấp tới chân  $\overline{\text{RD}}$  lấy dữ liệu ra của 804.

6. Chân  $V_{\text{in}}(+)$  và  $V_{\text{in}}(-)$ .

Đây là các đầu vào tương tự vì sai mà  $V_{\text{in}} = V_{\text{in}}(+)-V_{\text{in}}(-)$ . Thông thường  $V_{\text{in}}(-)$  được nối xuống đất và  $V_{\text{in}}(+)$  được dùng như đầu vào tương tự được chuyển đổi về dạng số.

7. Chân  $V_{\text{CC}}$ .

Đây là chân nguồn nuôi +5v, nó cũng được dùng như điện áp tham chiếu khi đầu vào  $V_{\text{ref}/2}$  (chân 9) để hở.

8. Chân  $V_{\text{ref}/2}$ .

Chân 9 là một điện áp đầu vào được dùng cho điện áp tham chiếu. Nếu chân này hở (không được nối) thì điện áp đầu vào tương tự cho ADC 804 nằm trong dải 0 đến +5v (giống như chân  $V_{\text{CC}}$ ). Tuy nhiên, có nhiều ứng dụng mà đầu vào tương tự áp đến  $V_{\text{in}}$  cần phải khác ngoài dải 0 đến 5v. Chân  $V_{\text{ref}/2}$  được dùng để thực thi các điện áp đầu vào khác ngoài dải 0 - 5v. Ví dụ, nếu dải đầu vào tương tự cần phải là 0 đến 4v thì  $V_{\text{ref}/2}$  được nối với +2v.

Bảng 12.5 biểu diễn dải điện áp  $V_{\text{in}}$  đối với các đầu vào  $V_{\text{ref}/2}$  khác nhau.

**Bảng 12.5:** Điện áp  $V_{\text{ref}/2}$  liên hệ với dải  $V_{\text{in}}$ .

$V_{ref}/2(V)$	$V_{in}(V)$	Step Size (mV)
Hở *	0 đến 5	$5/256 = 19.53$
2.0	0 đến 4	$4/255 = 15.62$
1.5	0 đến 3	$3/256 = 11.71$
1.28	0 đến 2.56	$2.56/256 = 10$
1.0	0 đến 2	$2/256 = 7.81$
0.5	0 đến 1	$1/256 = 3.90$

Ghi chú: -  $V_{CC} = 5V$

- \* Khi  $V_{ref}/2$  hở thì đo được ở đó khoảng 2,5V

- Kích thước bước (độ phân dải) là sự thay đổi nhỏ nhất mà ADC có thể phân biệt được.

#### 9. Các chân dữ liệu D0 - D7.

Các chân dữ liệu D0 - D7 (D7 là bit cao nhất MSB và D0 là bit thấp nhất LSB) là các chân đầu ra dữ liệu số. Đây là những chân được đệm ba trạng thái và dữ liệu được chuyển đổi chỉ được truy cập khi chân  $\overline{CS} = 0$  và chân  $\overline{RD}$  bị đưa xuống thấp. Để tính điện áp đầu ra ta có thể sử dụng công thức sau:

$$D_{out} = \frac{V_{in}}{\text{kích thước bước}}$$

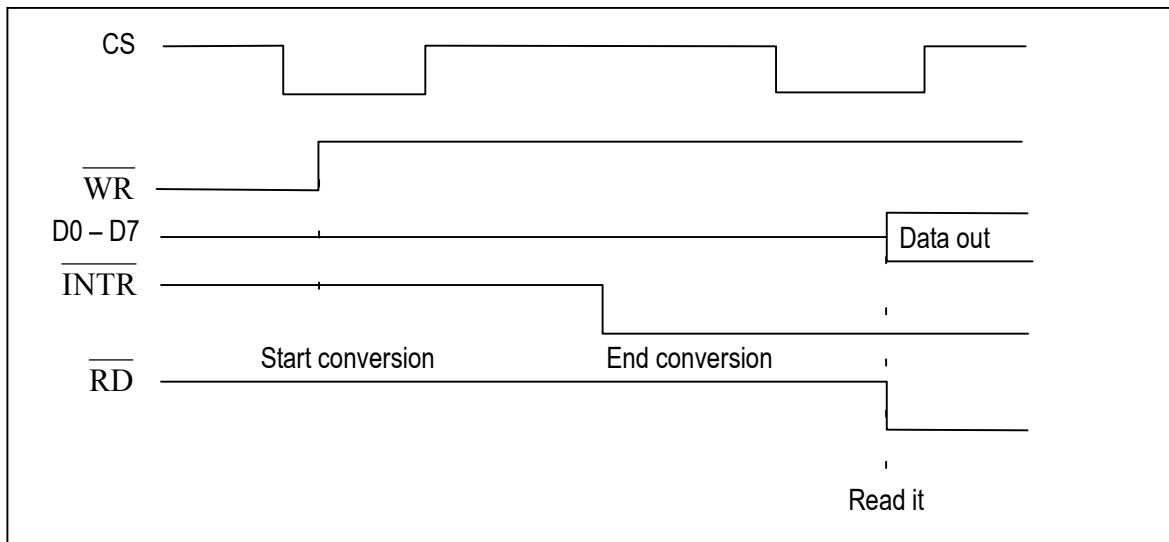
Với  $D_{out}$  là đầu ra dữ liệu số (dạng thập phân).  $V_{in}$  là điện áp đầu vào tương tự và độ phân dải là sự thay đổi nhỏ nhất được tính như là  $(2 \times V_{ref}/2)$  chia cho 256 đối với ADC 8 bit.

#### 10. Chân đất tương tự và chân đất số.

Đây là những chân đầu vào cấp đất chung cho cả tín hiệu số và tương tự. Đất tương tự được nối tới đất của chân  $V_{in}$  tương tự, còn đất số được nối tới đất của chân  $V_{CC}$ . Lý do mà ta phải có hai đất là để cách ly tín hiệu tương tự  $V_{in}$  từ các điện áp ký sinh tạo ra việc chuyển mạch số được chính xác. Trong phần trình bày của chúng ta thì các chân này được nối chung với một đất. Tuy nhiên, trong thực tế thu đo dữ liệu các chân đất này được nối tách biệt.

Từ những điều trên ta kết luận rằng các bước cần phải thực hiện khi chuyển đổi dữ liệu bởi ADC 804 là:

- Bật  $\overline{CS} = 0$  và gửi một xung thấp lên cao tới chân  $\overline{WR}$  để bắt đầu chuyển đổi.
- Duy trì hiển thị chân  $\overline{INTR}$ . Nếu  $\overline{INTR}$  xuống thấp thì việc chuyển đổi được hoàn tất và ta có thể sang bước kế tiếp. Nếu  $\overline{INTR}$  cao tiếp tục thăm dò cho đến khi nó xuống thấp.
- Sau khi chân  $\overline{INTR}$  xuống thấp, ta bật  $\overline{CS} = 0$  và gửi một xung cao - xuống - thấp đến chân  $\overline{RD}$  để lấy dữ liệu ra khỏi chip ADC 804. Phân chia thời gian cho quá trình này được trình bày trên hình 12.6.

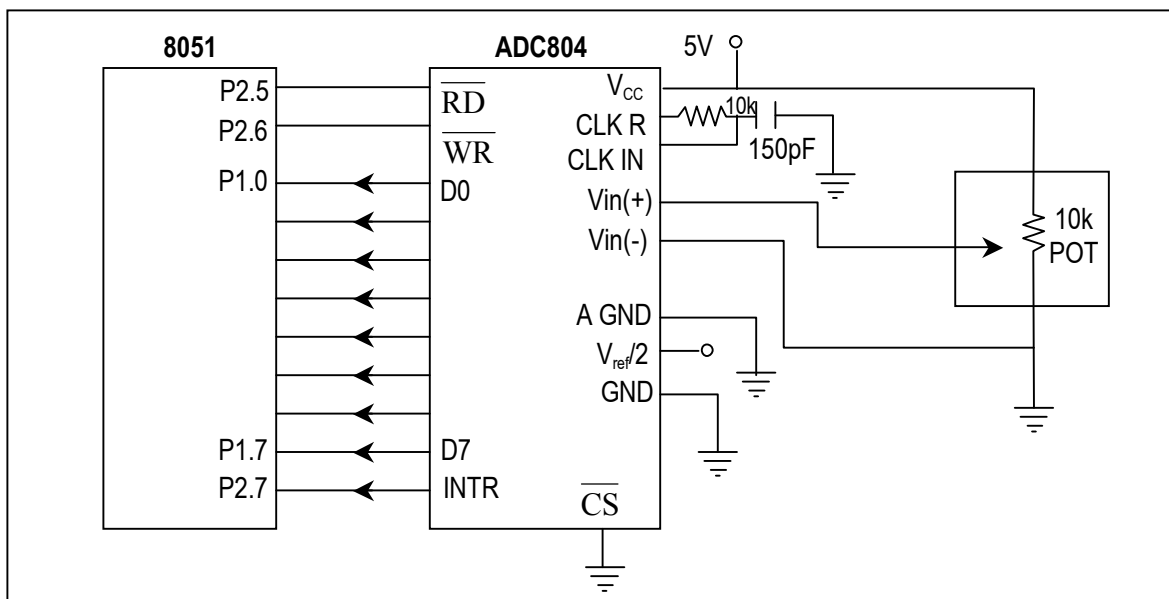


**Hình 12.6:** Phân chia thời gian đọc và ghi của ADC 804.

### 12.2.3 Kiểm tra ADC 804.

Chúng ta có thể kiểm tra ADC 804 bằng cách sử dụng sơ đồ mạch trên hình 12.7. thiết lập này được gọi là chế độ kiểm tra chạy tự do và được nhà sản xuất khuyến cáo nên sử dụng. Hình 12.5 trình bày một biến trở được dùng để cấp một điện áp tương tự từ 0 đến 5V tới chân đầu vào.

$V_{in}(+)$  của ADC 804 các đầu ra nhị phân được hiển thị trên các đèn LED của bảng huấn luyện số. Cần phải lưu ý rằng trong chế độ kiểm tra chạy tự do thì đầu vào CS được nối tới đất và đầu vào WR được nối tới đầu ra INTR. Tuy nhiên, theo tài liệu của hãng National Semiconductor “nút WR và INTR phải được tạm thời đưa xuống thấp kể sau chu trình cấp nguồn để bảo đảm hoạt động”.



**Hình 12.7:** Nối ghép ADC 804 với nguồn đồng hồ riêng.

Hãy thử nối ghép ADC 804 với 8051 theo sơ đồ 12.7. Viết một chương trình để hiển thị chân INTR và lấy đầu vào tương tự vào thanh ghi A. Sau đó gọi một chương trình chuyển đổi mã Hex ra ASCII và một chương trình hiển thị dữ liệu. Thực hiện điều này liên tục.

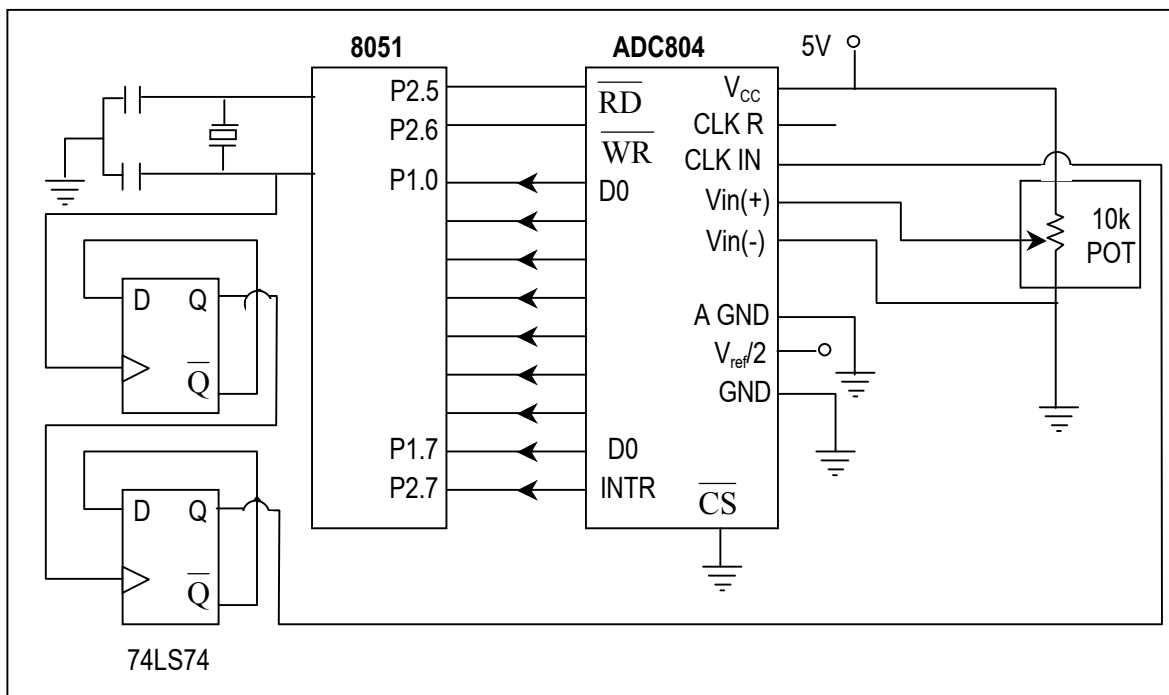
**Lời giải:**

```

; Đặt P2.6 = WR (bắt đầu chuyển đổi cần 1 xung thấp lên cao)
; Đặt chân P2.7 = 0 khi kết thúc chuyển đổi
; Đặt P2.5 = RD (xung cao - xuống - thấp sẽ đọc dữ liệu từ ADC)
; P1.0 – P1.7 của ADC 804

MOV     P1, # 0FFH           ; Chọn P1 là cổng đầu vào
BACK:   CLR     P2.6          ; Đặt WR = 0
        SETB    P2.6          ; Đặt WR = 1 để bắt đầu chuyển đổi
HERE:   JB      P2.7, HERE    ; Chờ cho P2.7 to để kết thúc chuyển đổi
        CLR     P2.5          ; Kết thúc chuyển đổi, cho phép đọc RD
        MOV     A, P1         ; Đọc dữ liệu vào thanh ghi A
        ACALL   CONVERSION    ; Chuyển đổi số Hex ra mã ASCII
        ACALL   DATA-DISPLAY ; Hiển thị dữ liệu
        SETB    P2.5          ; Đặt RD = 1 để cho lần đọc sau.
        SJMP    BACK

```



**Hình 12.8:** Nối ghép ADC 804 với đồng hồ từ XTAL2 của 8051.

Trên hình 12.8 ta có thể thấy rằng tín hiệu đồng hồ đi vào ADC 804 là từ tần số thạch anh của 8051. Vì tần số này quá cao nên ta sử dụng hai mạch lật Rlip - Flop kiểu D (74LS74) để chia tần số này cho 4. Một mạch lật chia tần số cho 2 nếu ta nối đầu  $\bar{Q}$  tới đầu vào D. Đối với tần số cao hơn thì ta cần sử dụng nhiều mạch Flip - Flop hơn.

#### 12.2.4 Phối ghép với một cảm biến nhiệt của 8051.

Các bộ biến đổi (Transducer) chuyển đổi các đại lượng vật lý ví dụ như nhiệt độ, cường độ ánh sáng, lưu tốc và tốc độ thành các tín hiệu điện phụ thuộc vào bộ biến đổi mà đầu ra có thể là tín hiệu dạng điện áp, dòng, trở kháng hay dung kháng. Ví dụ, nhiệt độ được biến đổi thành về các tín hiệu điện sử dụng một bộ biến đổi gọi là Rhermistor (bộ cảm biến nhiệt), một bộ cảm biến nhiệt đáp ứng sự thay đổi nhiệt độ bằng cách thay đổi trở kháng nhưng đáp ứng của nó không tuyến tính (xem bảng 12.6).

**Bảng 12.6:** Trở kháng của bộ cảm biến nhiệt theo nhiệt độ.

Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Trở kháng của cảm biến ( $\text{k}\Omega$ )
0	29.490
25	10.000
50	3.893
75	1.700
100	0.817

**Bảng 12.7:** Hướng dẫn chọn loại các cảm biến họ LM34.

Mã ký hiệu	Dải nhiệt độ	Độ chính xác	Đầu ra
LM34A	-55 F to + 300 C	+ 2.0 F	10mV/F
LM34	-55 F to + 300 C	+ 3.0 F	10mV/F
LM34CA	-40 F to + 230 C	+ 2.0 F	10mV/F
LM34C	-40 F to + 230 C	+ 3.0 F	10mV/F
LM34D	-32 F to + 212 C	+ 4.0 F	10mV/F

**Bảng 12.8:** Hướng dẫn chọn loại các cảm biến nhiệt họ LM35.

Mã sản phẩm	Dải nhiệt độ	Độ chính xác	Đầu ra
LM35A	-55 C to + 150 C	+ 1.0 C	10 mV/F
LM35	-55 C to + 150 C	+ 1.5 C	10 mV/F
LM35CA	-40 C to + 110 C	+ 1.0 C	10 mV/F
LM35C	-40 C to + 110 C	+ 1.5 C	10 mV/F
LM35D	0 C to + 100 C	+ 2.0 C	10 mV/F

Tính chất gắn liền với việc viết phần mềm cho các thiết bị phi tuyến như vậy đã đưa nhiều nhà sản xuất tung ra thị trường các loại bộ cảm biến nhiệt tuyến tính. Các bộ cảm biến nhiệt đơn giản và được sử dụng rộng rãi bao gồm các loại họ LM34 và LM35 của hãng National Semiconductor Corp.

#### 12.2.5 Các bộ cảm biến nhiệt họ LM34 và LM35.

Loại các bộ cảm biến LM34 là các bộ cảm biến nhiệt mạch tích hợp chính xác cao mà điện áp đầu ra của nó tỷ lệ tuyến tính với nhiệt độ Fahrenheit (xem hình 12.7). loại LM34 không yêu cầu cân chỉnh bên ngoài vì vốn nó đã được cân chỉnh rồi. Nó đưa ra điện áp 10mV cho sự thay đổi nhiệt độ  $1^{\circ}\text{F}$ . bảng 12.7 hướng dẫn ta chọn các cảm biến loại LM34.

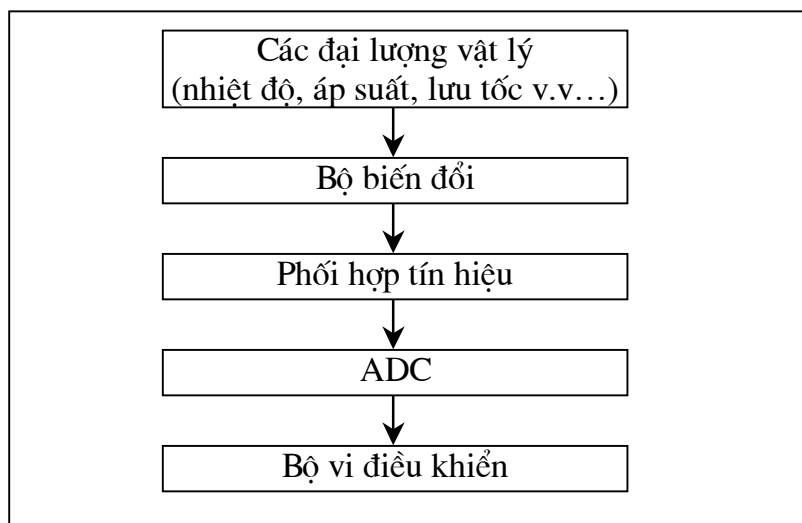
Loạt các bộ cảm biến LM35 cũng là các bộ cảm biến nhiệt mạch tích hợp chính xác cao mà điện áp đầu ra của nó tỷ lệ tuyến tính với nhiệt độ theo thang độ Celsius. Chúng cũng không yêu cầu cân chỉnh ngoài vì vốn chúng đã được cân chỉnh. Chúng đưa ra điện áp 10mV cho mỗi sự thay đổi 1°C. Bảng 12.8 hướng dẫn ta chọn các cảm biến họ LM35.

#### 12.2.6 Phối hợp tín hiệu và phối ghép LM35 với 8051.

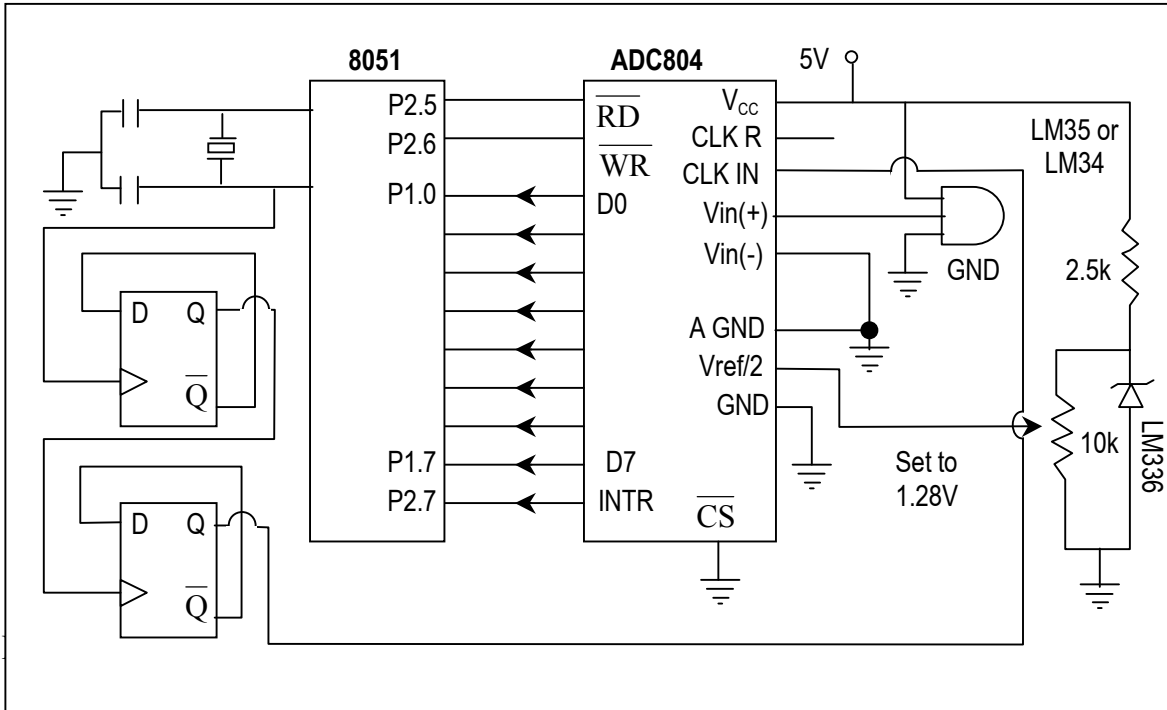
Phối hợp tín hiệu là một thuật ngữ được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực thu đo dữ liệu. Hầu hết các bộ biến đổi đều đưa ra các tín hiệu điện dạng điện áp, dòng điện, dung kháng hoặc trở kháng. Tuy nhiên, chúng ta cần chuyển đổi các tín hiệu này về điện áp nhằm gửi đầu vào đến bộ chuyển đổi ADC. Sự chuyển đổi (biến đổi) này được gọi chung là phối hợp tín hiệu. Phối hợp tín hiệu có thể là việc chuyển đổi dòng điện thành điện áp hoặc sự khuếch đại tín hiệu. Ví dụ, bộ cảm biến nhiệt thay đổi trở kháng với nhiệt độ. Sự thay đổi trở kháng phải được chuyển thành điện áp để có thể được sử dụng cho các ADC. Xét trường hợp nối một LM35 tới một ADC 804 vì ADC 804 có độ phân dải 8 bit với tối đa 256 bước ( $2^8$ ) và LM35 (hoặc ML34) tạo điện áp 10mV cho mỗi sự thay đổi nhiệt độ 1°C nên ta có thể tạo điều kiện  $V_{in}$  của ADC 804 tạo ra một  $V_{out} = 2560\text{mV}$  (2,56V) cho đầu ra đầu thang đo. do vậy, nhằm tạo ra  $V_{out}$  đầy thang 2,56V cho ADC 804 ta cần đặt điện áp  $V_{ref}/2 = 1,28\text{V}$ . Điều này làm cho  $V_{out}$  của ADC 804 đáp ứng trực tiếp với nhiệt độ được hiển thị trên LM35 (xem bảng 12.9). Các giá trị của  $V_{ref}/2$  được cho ở bảng 12.5.

**Bảng 12.9:** Nhiệt độ.

Nhiệt độ (°C)	$V_{in}$ (mV)	$V_{out}$ (D7 – D0)
0	0	0000 0000
1	10	0000 0001
2	20	0000 0010
3	30	0000 0011
10	100	0000 1010
30	300	0001 1110



**Hình 12.9:** Thu đo các đại lượng vật lý.

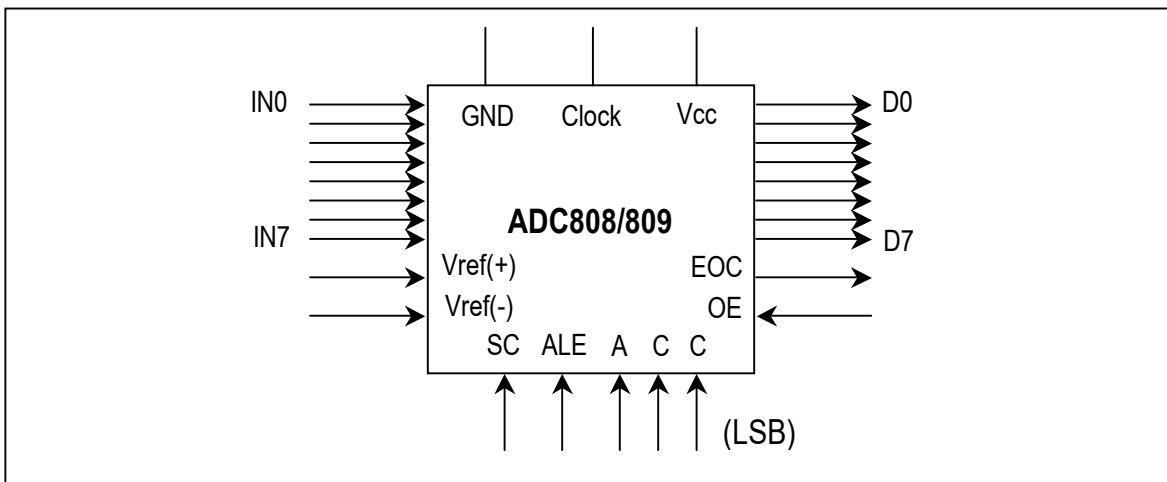


**Hình 12.10:** Nối ghép 8051 với DAC 804 và cảm biến nhiệt độ.

Hình 12.10 biểu diễn nối ghép của bộ cảm biến nhiệt độ ADC 804. Lưu ý rằng ta sử dụng điốt zener LM336 - 2.5 để cố định điện áp qua biến trở 10kΩ tại 2,5V. Việc sử dụng LM336 - 2.5 có thể vượt qua được mọi dao động lên xuống của nguồn nuôi.

### 12.2.7 Chíp ADC 808/809 với 8 kênh tương tự.

Một chip hữu ích khác của National Semiconductor là ADC 808/809 (xem hình 12.11). Trong khi ADC 804 chỉ có một đầu vào tương tự thì chip này có 8 kênh đầu vào. Như vậy nó cho phép ta hiển thị lên 8 bộ biến đổi khác nhau chỉ qua một chip duy nhất. Lưu ý rằng, ADC 808/809 có đầu ra dữ liệu 8 bit như ADC 804. 8 kênh đầu vào tương tự được dồn kênh và được chọn theo bảng 12.10 sử dụng ba chân địa chỉ A, B và C.





**Hình 12.11:** Bộ biến đổi ADC 808/809.

**Bảng 12.10:** Chọn kênh tương tự của ADC 808.

Chọn kênh tương tự	C	B	A
IN0	0	0	0
IN1	0	0	1
IN2	0	1	0
IN3	0	1	1
IN4	1	0	0
IN5	1	0	1
IN6	1	1	0
IN7	1	1	1

Trong ADC 808/809 thì  $V_{\text{ref}}(+)$  và  $V_{\text{ref}}(-)$  thiết lập điện áp tham chiếu. Nếu  $V_{\text{ref}}(-) = \text{Gnd}$  và  $V_{\text{ref}}(+) = 5\text{V}$  thì độ phân dải là  $5\text{V}/256 = 19,53\text{mV}$ . Do vậy, để có độ phân dải  $10\text{mV}$  ta cần đặt  $V_{\text{ref}}(+) = 2,56\text{V}$  và  $V_{\text{ref}}(-) = \text{Gnd}$ . Từ hình 12.11 ta thấy có chân ALE. Ta sử dụng các địa chỉ A, B và C để chọn kênh đầu vào IN0 – IN7 và kích hoạt chân ALE để chốt địa chỉ. Chân SetComplete để bắt đầu chuyển đổi (Start Conversion). Chân EOC được dùng để kết thúc chuyển đổi (End - Of - Conversion) và chân OE là cho phép đọc đầu ra (Out put Enable).

#### 12.2.7 Các bước lập trình cho ADC 808/809.

Các bước chuyển dữ liệu từ đầu vào của ADC 808/809 vào bộ vi điều khiển như sau:

1. Chọn một kênh tương tự bằng cách tạo địa chỉ A, B và C theo bảng 12.10.
2. Kích hoạt chân ALE (cho phép chốt địa chỉ Address Latch Enable). Nó cần xung thấp lên cao để chốt địa chỉ.
3. Kích hoạt chân SC bằng xung cao xuống thấp để bắt đầu chuyển đổi.
4. Hiển thị OEC để báo kết thúc chuyển đổi. Đầu ra cao - xuống - thấp báo rằng dữ liệu đã được chuyển đổi và cần phải được lấy đi.
5. Kích hoạt OE cho phép đọc dữ liệu ra của ADC. Một xung cao xuống thấp tới chân OE sẽ đem dữ liệu số ra khỏi chip ADC.

Lưu ý rằng trong ADC 808/809 không có đồng hồ riêng và do vậy phải cấp xung đồng bộ ngoài đến chân CLK. Mặc dù tốc độ chuyển đổi phụ thuộc vào tần số đồng hồ được nối đến CLK nhưng nó không nhanh hơn  $100\text{ms}$ .