

BÀI 7. BIẾN ĐỔI TƯƠNG TỰ - SỐ (ADC)

Mục tiêu của bài học:

- (1) Trình bày được một số khái niệm, đặc điểm và hoạt động của ADC;
- (2) Trình bày được đặc điểm, hoạt động và tính chọn giá trị cho các thành ghi của bộ ADC trên PIC18F4520;
- (3) Thiết lập và điều khiển chuyển đổi tương tự - số sử dụng thư viện ADC.h;
- (4) Lập trình ứng dụng chuyển đổi tương tự - số và hiển thị kết quả trên led đơn; Lập trình đo điện áp và điều khiển thiết bị.

7.1. Giới thiệu bộ chuyển đổi tương tự - số (ADC)

- Bộ chuyển đổi tương tự sang số – ADC (Analog to Digital Converter), lấy mức điện thế vào tương tự, sau một khoảng thời gian sẽ sinh ra mã đầu ra dạng số.
- Đầu vào tương tự: V_A
- Lệnh START: Ra lệnh bắt đầu biến đổi
- ECO: Tín hiệu báo chuyển đổi xong
- $V_A > V_{AX}$: dừng chuyển đổi
- Xung Clock: xung nhịp chuyển đổi ADC
- **Độ phân giải:** được biểu thị bằng số bit của tín hiệu số đầu ra. Số lượng bit càng nhiều sai số lượng tử càng nhỏ, độ chính xác càng cao. Thông thường số bit đầu ra là 4, 8, 16, 32 bit ...
- **Điện áp tham chiếu:** Là giá trị điện áp sử dụng để so sánh với tín hiệu đầu vào, bao gồm điện áp tham chiếu trên(+) V_{REF+} ; và điện áp thấp chiếu dưới(-) V_{REF-} .
- **Tốc độ chuyển đổi:** Tốc độ chuyển đổi được xác định bởi số lần hoàn thành chuyển đổi A/D trên 1 giây.
- **Công thức chuyển đổi tương tự - số**

$$V_A = \frac{D_{out} * (V_{ref+} - V_{ref-})}{2^n - 1} + V_{ref-}$$

V_A Điện áp vào tương tự

D_{out} Đầu ra số (10 bit)

V_{ref+} Điện áp thấp chiếu trên (+)

V_{ref-} Điện áp tham chiếu dưới (-)

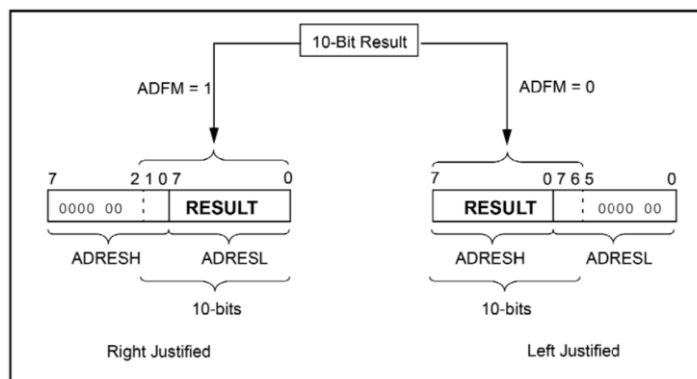
7.2. Bộ ADC trên vi điều khiển PIC18F4520

- Giới thiệu:

- Một bộ biến đổi ADC 10 bit;
 - 13 kênh đầu vào AN0-AN12, chuyển kênh bằng phần mềm;
 - Điện áp tham chiếu có thể lựa chọn từ nguồn cấp (VSS, VDD) hoặc bên ngoài (AN2, AN3) bằng phần mềm;
 - Nguồn xung được lấy từ F_{osc} .
- Lựa chọn hệ số chia tần cho ADC

Nguồn xung clock A/D (T_{AD})		Tần số xung tối đa của thiết bị
Hoạt động	ADCS2:ADCS0	PIC18F2X20/4X20
$2 T_{osc}$	000	2.86 MHz
$4 T_{osc}$	100	5.71 MHz
$8 T_{osc}$	001	11.43 MHz
$16 T_{osc}$	101	22.86 MHz
$32 T_{osc}$	010	40.0 MHz
$64 T_{osc}$	110	40.0 MHz
RC	x11	1.00 MHz

- Lựa chọn cách ghi giá trị số trên thanh ghi



+ Ghi dồn bên phải: 10 bit ADC lưu vào D9 đến D0 của 2 thanh ghi chứa

+ Ghi dồn bên trái: 10 bit ADC lưu vào D15 đến D6 của 2 thanh ghi chứa

7.3 Lựa chọn giá trị cho ADCON1

- Thanh ghi điều khiển A/D 1: ADCON1

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-q(1)	R/W-q(1)	R/W-q(1)
—	—	VCFG1	VCFG0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7				bit 0			

Ghi chú:

R = Cho phép đọc W = Cho phép ghi U = Không sử dụng, đọc bằng '0'
 -n = Reset - POR '1' = Được thiết lập '0' = Được xóa x = Reset không xác định

Bit 7-6 **Không được định nghĩa:** Đọc sẽ được "0"

Bit 5 **VCFG1:** Bit cấu hình điện áp tham chiếu mức cao (V_{REF+})

1 = V_{REF+} (AN2)

0 = V_{SS}

Bit 4 **VCFG0:** Bit cấu hình điện áp tham chiếu mức thấp (V_{REF-})

1 = V_{REF+} (AN3)

0 = V_{DD}

Bit 3-0 **PCFG<3:0>:** Bit cấu hình cổng vào/ra, các bit này được sử dụng để lựa chọn các chân từ AN0 đến AN12 là đầu vào/ra số (D) và đầu vào tương tự (A).

PCFG3: PCFG0	AN12	AN11	AN10	AN9	AN8	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0010	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0011	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0100	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0101	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0110	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0111	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
1000	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A
1001	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A
1010	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A
1011	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A
1100	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A
1101	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A
1110	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A
1111	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

A = đầu vào tương tự

D = vào/ra số

Ví dụ: Thiết lập giá trị của thanh ghi ADCON1 để AN3 là đầu vào tương tự?

Để lựa chọn cho AN3 là đầu vào tương tự thì PCFG3:PCFG0 có thể thiết lập các giá trị từ 0000 đến 1011. Nếu cần sử dụng AN4 đến AN12 là đầu vào/ra số thì thiết lập giá trị cho PCFG3:PCFG0 là **1011**.

Vì vậy: **ADCON1** = 0b00001011; hay **portconfig** = 11.

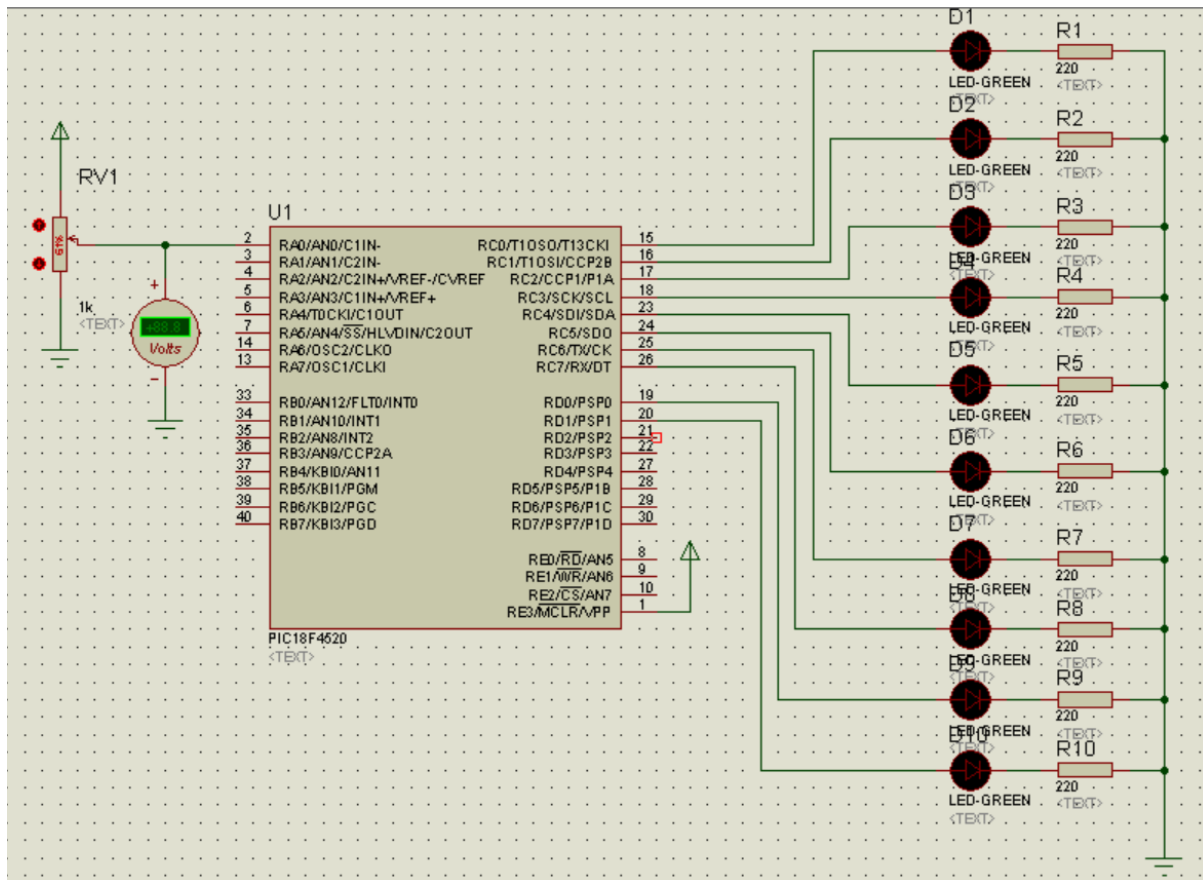
PCFG3: PCFG0	AN12	AN11	AN10	AN9	AN8	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0010	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0011	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0100	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0101	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0110	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0111	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
1000	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A
1001	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A
1010	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A
1011	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A
1100	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A
1101	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A
1110	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A
1111	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

A = đầu vào tương tự

D = vào/ra số

7.4. Ví dụ áp dụng

- Mạch điện



- Yêu cầu:

Cho sơ đồ mạch điện mô phỏng như hình bên. Lập trình chuyển đổi tín hiệu tương tự từ AN0 sang số. Tám bit trọng số thấp D7-D0 của giá trị số được gán trên PORTC; 2 bit trọng số cao D9, D8 được gán trên D1, D0 của PORTD, $F_{osc}=8\text{MHz}$.

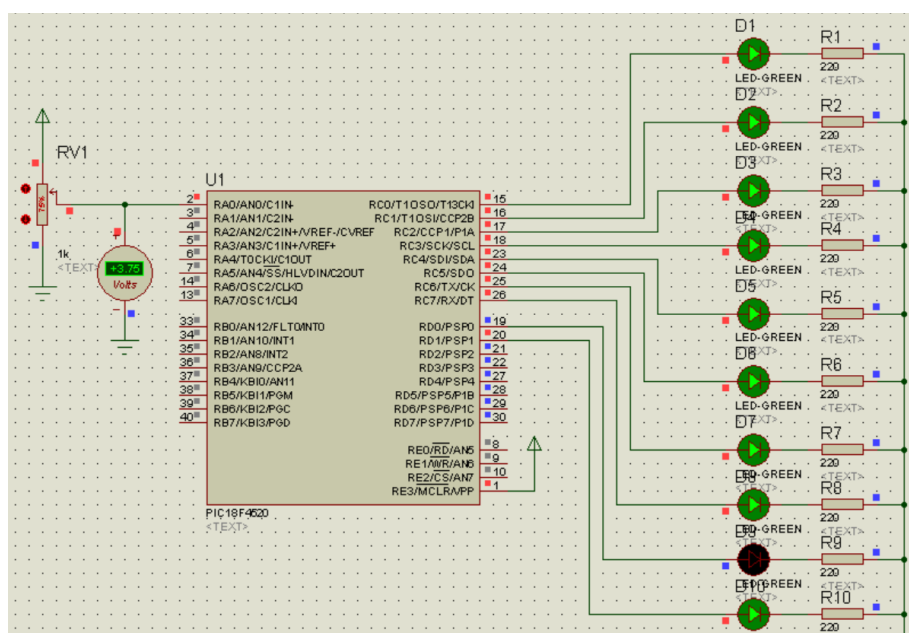
- Chương trình điều khiển

```

1 // B1 . Viet khung CT vi dieu khien PIC
2 #include<p18f4520.h>
3 #include<delays.h>
4 #include<adc.h>
5
6 #pragma config OSC = HS
7 #pragma config LVP = OFF
8 #pragma config MCLRE = ON
9 #pragma config WDT = OFF
10 // chuong trinh con
11 int adc;
12 void main (void)
13 {
14 // Buoc 1. Khoi tao vao/ra: TRISx, ADCON1
15 TRISA=0xff;
16 TRISB=0x00;
17 TRISD=0x00;
18 ADCON1=0x0e; // AN0 - tuong tu
19
20 // Buoc 2. Cau hinh ADC: OpenADC()
21 OpenADC( ADC_FOSC_8&ADC_RIGHT_JUST&ADC_0_TAD,
22          ADC_CH0&ADC_INT_OFF&ADC_VREFPLUS_VDD&ADC_VREFMINUS_VSS ,14);
23 while(1)
24 {
25 // Buoc 3. Doc ADC, hien thi
26 ConvertADC(); // ra lenh bien doi
27 while(BusyADC()); // cho bien doi xong
28 adc=ReadADC(); // doc ADC
29 PORTB=adc; // hien thi 8 bit thap
30 PORTD=adc>>8; // hie thi 8 bit cao
31 }

```

- Kết quả mô phỏng



$$D_{out} = 0b1011111111 = 767 (D)$$

$$V_{\text{ref}+} = 5\text{V}; V_{\text{ref}-} = 0\text{V}$$

$$\text{Nên : } V_A = (767 * 5)/1023 = \mathbf{3.74877} \text{ (V)},$$

Nhận xét: Điện áp đo được bằng vi điều khiển đúng với điện áp đo trên đồng hồ là 3.5V.