# Mục tiêu:

* Hiểu và sử dụng được ADC của AVR
* Hiểu cách sử dụng ADC để đo đạc

# Tham khảo:

* Tài liệu hướng dẫn thí nghiệm, chương 11
* AN2538-ADC-of-megaAVR-in-SingleEnded-Mode-00002538A.pdf
* AVR120: Characterization and Calibration of the ADC on an AVR

# Bài 1: Đo tín hiệu single end

1. Kết nối hai tín hiệu ADC\_VR1 và ADC\_VR2 từ header J86 vào hai ngõ vào ADC0 và ADC1. Kết nối UART0 với khối RS232 và kết nối cáp USB-Serial vào máy tính. Kết nối ADC\_VR1 và ADC\_VR2 vào các test point trên header J56. Lưu ý không cắm nhầm vào các pin header GND. Viết chương trình thực hiện các việc sau:
2. Chọn điện áp VREF là điện áp nội VCCA . Khởi động UART với cấu hình tự chọn. (Lưu ý cấu hình phần mềm Hercules trên máy tính tương tự). Click chuột phải vào màn hình Hercules để chọn HEX Enable
3. Viết chương trình thực hiện lấy mẫu tín hiệu đưa vào ADC0 và gửi lên máy tính sử dụng UART0 với khung truyền như sau sau mỗi 1s. Thời gian 1s tạo ra bằng hàm delay hoặc timer.

0x55 ADCH ADCL 0xFF

1. Thay đổi điện áp đưa vào ADC0, đo bằng VOM và so sánh với kết quả lấy mẫu ADC, điền vào bảng trong báo cáo
2. Kết nối LCD vào 1 port của AVR, bổ sung vào chương trình đã viết chức năng tính toán điện áp đưa vào và hiển thị lên LCD.
3. Thay đổi điện áp tham chiếu là điện áp 2.56V bên trong. Lặp lại các bước c, d, e, giả định điện áp tham chiếu chính xác là 2.56V.
4. Đo điện áp trên chân VREF (header J57), sử dụng VOM.

# Bài 2: đo offset error và gain error

1. Tính toán các sai số offset error và gain error của ADC.
2. Viết lại chương trình với yêu cầu như ở câu e bài 1 với ADC đã được tính toán hiệu chỉnh. Vref = VCCA, gửi lên máy tính các giá trị ADC đã hiệu chỉnh, và xuất ra LCD giá trị điện áp đo được

* (Đọc kỹ tài liệu: AVR120: Characterization and Calibration of the ADC on an AVR)

# Bài 3: Đo adc ở chế độ vi sai

1. Chỉnh kênh VR1 ở mức điện áp 2.5V, đưa vào ADC0.
2. Viết chương trình khởi động ADC ở chế độ vi sai với 2 kênh ngõ vào là ADC0 và ADC1, độ lợi khuếch đại là 10, điện áp tham chiếu 2.56V. Khởi động ADC ở chế độ FreeRunning.
3. Viết chương trình hiển thị giá trị điện áp VR1 lên LCD, đồng thời gửi kết quả đo ADC lên máy tính như ở bài 1 sau mỗi 1 s như ở bài 1.

# Bài 4: Đo offset error và gain error ở mode visai

1. Kết nối cả ADC1 và ADC0 vào điện áp ADC\_VR1. Chỉnh điện áp này về 1V. Ghi nhận giá trị ADC đo được. Đây chính là Offset error.
2. Từ giá trị offset error, tính ra gain error từ Bảng 4.
3. Viết lại chương trình ở câu c bài 3, với giá trị ADC được hiệu chỉnh

# Bài 5: Đo nhiệt độ sử dụng mcp9701

1. Kết nối cảm biến vào header J73.
2. Kết nối tín hiệu điện áp V\_TEMP trên header J18 tới ADC0
3. Viết chương trình đo giá trị điện áp V\_TEMP với các tham số hiệu chỉnh như ở bài 1, tính ra giá trị nhiệt độ và hiển thị lên LCD.

Nhóm L09

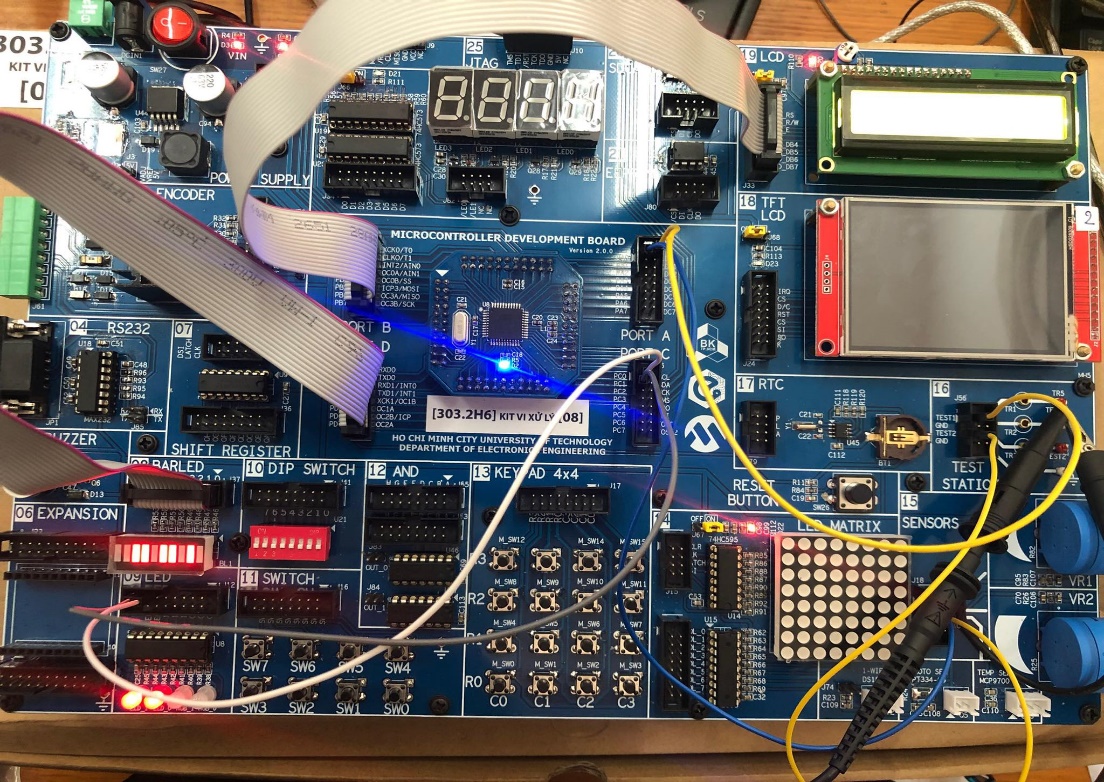
Tổ 3

Trịnh Quang Huy 2110211

Nguyễn Ngọc Khanh 2111474

Trương Quốc Khánh 2111501

# Bài 1



1. Trả lời các câu hỏi
2. Ở chế độ Single Conversion, làm thế nào bắt đầu một chu kỳ lấy mẫu và kiểm tra xem bao giờ nó thực hiện xong?

Ở chế độ Single Conversion:

+ Để bắt đầu một chu kì lấy mẫu ta set bit ADEN (bit 7 của thanh ghi ADCSRA) để cho phép ADC làm việc, set bit ADSC (bit 6 của thanh ghi ADCSRA) để bắt đầu chu kỳ lấy mẫu (bắt đầu chuyển đổi).

+ Để kiểm tra xem bao giờ chu kỳ lấy mẫu được thực thi xong, ta xét cờ ADIF (bit 4 của thanh ghi ADCSRA), với ADIF = 1 báo đã thực thi xong

1. Lựa chọn kênh ADC như thế nào?

Lựa chọn kênh ADC bằng cách set 5 bit MUX4:0 (bit 4:0) của thanh ghi ADMUX,

1. Atmega324 có kênh đo nhiệt độ bên trong chip hay không?

Không có kênh cố định nào dung để chuyển đổi ADC Vout. Kênh đọc điện áp Vout được đưa ra từ cảm biến nhiệt độ ta có thể dùng một trong các kênh ADC từ kênh ADC7 đến ADC0 làm ngõ vào chuyển đổi ADC.

1. Với VREF=VCCA, công thức tính ra điện áp ngõ vào từ ADC là gì?

Với VREF = VCCA, ta có:

VIN = 

1. Với VREF=2.56V, công thức tính ra điện áp ngõ vào từ ADC là gì?

Với VREF = 2.56V, ta có:

VIN = 

1. Mã nguồn chương trình với chú thích
2. Tính toán và xuất giá trị Vin ra LCD, đồng thời gửi ADCL và ADCH lên Hercules dưới dạng mã Hex:

|  |
| --- |
| ; do tin hieu single end  ; ket noi hai tin hieu ADC\_VR1 va ADC\_VR2 tu header J86 vao hai ngo vao ADC0 (PA0) va ADC1 (PA1)  ; ket noi UART0 voi khoi RS232 va ket noi cap USB - Serial vao may tinh  ; ket noi ADC\_VR1 va ADC\_VR2 vao cac test point  ; viet chuong trinh thuc hien cac yeu cau sau:  ; chon dien ap Vref la dien ap noi Vcca. khoi dong UART voi cau hinh tu chon  ; UART o day co baud rate 9600, 1 stop bit, no parity, no handshake  ; chon HEX Enable tren Hercules  ; viet chuong trinh thuc hien lay mau tin hieu dua vao ADC0 va gui len may tinh su dung UART0 voi khung truyen nhu sau sau moi 1s  ; thoi gian delay 1s tao boi ham delay hoac timer  ; o day su dung interrupts timer 1 mode CTC kenh A  ; 0X55 ADCH ADCL 0XFF  ; thay doi dien ap dua vao ADC0, do bang VOM va so sanh voi ket qua lay mau ADC, dien vao bang bao cao  ; ket noi LCD vao 1 port cua AVR, bo sung vao chuong trinh da viet chuc nang tinh toan dien ap dua vao va hien thi len LCD  ; thay doi dien ap tham chieu la dien ap 2.56V ben trong, lap lai cac yeu cau tren  ; do dien ap tren chan Vref (header J57), su dung VOM  ; PORTB KET NOI VOI LCD  ; RS = PB0, RW = PB1, EN = PB2, PB4:7 = D4:7  ; Vin = (ADC x Vref)/1024  ; 10 x Vin = (ADC x 50)/1024  ; voi Vref = 5V = Vcca  ; nhan Vin cho 10 de giu lai 1 so thap phan sau dau phay  ; PD0 (RXD0) va PD1 (RXD1) ket noi voi RS232  .DEF FLAG = R23  .DEF COUNT = R22  .DEF VIN\_LOW = R20  .DEF VIN\_HIGH = R21  .DEF DATA\_TRANS = R19  .EQU DATA = 0X200 ; LUU DATA VUA NHAN DUOC VAO FLASH DE TRUY XUAT RA LCD  .EQU LCD = PORTB  .EQU LCD\_DR = DDRB  .EQU RS = 0  .EQU RW = 1  .EQU E = 2  .ORG 0  RJMP START  .ORG 0X1A  RJMP COMPARE\_MATCH ; SO SANH KENH 1A  .ORG 0X40 ; THOAT KHOI VUNG INTERRUPTS  START:  LDI R16, HIGH(RAMEND)  OUT SPH, R16  LDI R16, LOW(RAMEND) ; DUA STACK LEN VUNG DIA CHI CAO  OUT SPL, R16  SEI ; CHO PHEP NGAT TOAN CUC  LDI R16, (1 << OCIE1A) ; CHO PHEP NGAT KHI TIMER1 TRAN  STS TIMSK1, R16    ; SETTING\_USART:  ; SETTING\_LCD:  LDI R16, 0XFF  OUT LCD\_DR, R16 ; PORTB LA PORT XUAT  LDI R16, 0X00  OUT LCD, R16 ; GIA TRI BAN DAU PORTB = 0  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; CTC DELAY 128US X R16 = 32MS  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; CTC DELAY 128US X R16 = 32MS  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 1  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 42  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 5.376MS  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 2  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 2  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 256US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 3  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 2  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 256US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X20 ; MA LENH 20  RCALL OUT\_LCD4  LDI R18, 0X28 ; FUNCTION SET 2 DONG FONT 5X8 MODE 4 BIT  LDI R19, 0X01 ; CLEAR DISPLAY  LDI R20, 0X0C ; DISPLAY ON, CON TRO OFF  LDI R21, 0X06 ; ENTRY MODE SET DICH PHAI CON TRO, DDRAM TANG 1 DIA CHI  RCALL INIT\_LCD4 ; CTC KHOI DONG LCD 4 BIT  RCALL USART\_INIT ; KHOI DONG USART  MAIN:  ; SETTING\_ADC:  LDI R16, 0B01000000 ; VREF LA AVCC, NGO VAO ADC0, HIEU CHINH PHAI, 11000000 NEU LA 2.56V  STS ADMUX, R16  LDI R16, 0B11000110 ; CHO PHEP ADC, BAT DAU CHUYEN DOI, Fckadc = 125K Hz  STS ADCSRA, R16  WAIT:  LDS R18, ADCSRA ; DOC CO ADIF  SBRS R18, ADIF ; NEU CO ADIF = 1 BAO CHUYEN DOI XONG, BO QUA LENH TIEP THEO  RJMP WAIT  STS ADCSRA, R18 ; XOA CO ADIF  LDS VIN\_LOW, ADCL ; DOC ADCL TRUOC, LUU VAO R20  LDS VIN\_HIGH, ADCH ; DOC ADCH SAU, LUU VAO R21  USART:  LDI R16, 0XFF  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0XFF TRUOC  MOV DATA\_TRANS, VIN\_LOW ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCL  MOV DATA\_TRANS, VIN\_HIGH ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCH  LDI R16, 0X55  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0X55  VIN:  RCALL MUL50 ; NHAN 50  RCALL DIV1024 ; CHIA 1024  CPI VIN\_LOW, 10 ; SO SANH VIN VOI 10  BREQ EQUAL ; NHAY DEN EQUAL NEU VIN\_LOW = 10  BRCS NO ; NHAY DEN NO NEU VIN\_LOW LON HON 10  ; NEU VIN NHO HON 10, XUAT VIN DUOI DANG 0.X VOI X LA GIA TRI THAP PHAN CUA VIN\_LOW  ; NEU VIN LON HON 10, XUAT VIN DUOI DANG X.Y VOI X LA THUONG SO VA Y LA DU SO CUA PHEP CHIA 10  YES:  LDI R16, 1  ORI R16, 0X30 ; CHUYEN R16 SANG MA ASCII  LDI ZH, HIGH(DATA) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA)  ST Z, R16  LDI R16, '.'  LDI ZH, HIGH(DATA + 1) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA + 1)  ST Z, R16  LDI ZH, HIGH(DATA + 2) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA + 2)  ORI VIN\_LOW, 0X30 ; CHUYEN VIN\_LOW SANG MA ASCII  ST Z, VIN\_LOW ; LUU GIA TRI VIN\_LOW VAO DATA  RJMP XUAT\_LCD  NO:  RCALL DIV10  LDI ZH, HIGH(DATA) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA)  ORI R23, 0X30 ; CHUYEN R23 SANG MA ASCII  ST Z, R23 ; LUU GIA TRI R23 LA THUONG SO VAO DATA  LDI R16, '.'  LDI ZH, HIGH(DATA + 1) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA + 1)  ST Z, R16  LDI ZH, HIGH(DATA + 2) ; Z TRO DIA CHI DATA + 1 DE LUU DU SO  LDI ZL, LOW(DATA + 2)  ORI VIN\_LOW, 0X30 ; CHUYEN VIN\_LOW SANG MA ASCII  ST Z, VIN\_LOW  RJMP XUAT\_LCD  EQUAL:  LDI R16, 1  ORI R16, 0X30 ; CHUYEN R16 SANG MA ASCII  LDI ZH, HIGH(DATA) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA)  ST Z, R16  LDI R16, '.'  LDI ZH, HIGH(DATA + 1) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA + 1)  ST Z, R16  LDI R16, 0  ORI R16, 0X30 ; CHUYEN R16 SANG MA ASCII  LDI ZH, HIGH(DATA + 2) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA + 2)  ST Z, R16  RJMP XUAT\_LCD  XUAT\_LCD:  LDI COUNT, 3 ; DEM SO KI TU DA XUAT RA LCD  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 128US  CBI PORTB, RS ; GHI LENH  LDI R17, 0X01 ; XOA MAN HINH  RCALL OUT\_LCD  LDI R16, 20  RCALL DELAY\_128US ; DELAY SAU LENH CLEAR DISPLAY  CBI PORTB, RS  LDI R17, 0X80 ; CON TRO BAT DAU O DONG 1 VI TRI DAU TIEN  RCALL CURS\_POS ; XUAT LENH RA LCD CHI VI TRI CON TRO  LDI ZH, HIGH(DATA) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA)  LINE:  LD R17, Z+  SBI LCD, RS  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  RCALL OUT\_LCD  DEC COUNT  BRNE LINE  RCALL DELAY\_1S  RJMP MAIN    ;---------------------------------------------------------------------  ; INIT LCD4 KHOI DONG LCD GHI 4 BYTE MA LENH THEO GIAO TIEP 4 BIT  ; FUNCTION SET R18 = 0X28 2 DONG FONT 5X8 GIAO TIEP 4 BIT  ; CLEAR DISPLAY R19 = 0X01 XOA MAN HINH  ; DISPLAY ON/OFF CONTROL R20 = 0X0C MAN HINH ON, CON TRO OFF  ; ENTRY MODE SET R21 = 0X06 DICH PHAI CON TRO , DC DDRAM TANG LEN 1 DVI  INIT\_LCD4:  CBI LCD, RS ; GHI LENH  MOV R17, R18 ; FUNCTION SET  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  MOV R17, R19 ; CLEAR DISPLAY  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  LDI R16, 20  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 2.56 MS  MOV R17, R20 ; DISPLAY ON/OFF CONTROL  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  MOV R17, R21 ; ENTRY MODE SET  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  RET  ;--------------------------------------------------------  ; OUT LCD4 GHI MA LENH/ DATA RA LCD  ; INPUT R17 CHUA MA LENH/ DATA 4 BIT CAO  OUT\_LCD4:  OUT LCD, R17  SBI LCD, E  CBI LCD, E  RET  ;------------------------------------------------------------  ; OUT\_LCD GHI 1 BYTE MA LENH/DATA RA LCD  ; CHIA LAM 2 LAN GHI 4 BIT  ; INPUT R17 CHUA MA LENH/DATA  ; RS = 0/1 LENH/DATA  ; RW = 0 GHI  ; SU DUNG OUT\_LCD4  OUT\_LCD:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  IN R16, LCD ; DOC PORT LCD  ANDI R16, (1<<RS) ; LOC BIT RS  PUSH R16 ; LUU TRU R16  PUSH R17 ; LUU TRU R17  ANDI R17, 0XF0 ; LAY 4 BIT CAO  OR R17, R16 ; GHEP BIT RS  RCALL OUT\_LCD4 ; GHI RA LCD  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  POP R17  POP R16  SWAP R17 ; SWAP 2 NIBBLE  ANDI R17, 0XF0 ; LAY 4 BIT THAP CHUYEN THANH CAO  OR R17, R16 ; GHEP BIT RS  RCALL OUT\_LCD4 ; GHI RA LCD  RET    ;--------------------------------------------------------------  USART\_INIT:  LDI R16, (1<<TXEN0); CHO PHEP BO PHAT  STS UCSR0B, R16  LDI R16, (1<<UCSZ01)|(1<<UCSZ00) ; 8 BIT DATA/KHONG KT CHAN LE/1 STOP BIT  STS UCSR0C, R16  LDI R16, 0  STS UBRR0H, R16  LDI R16, 51 ; BAUD RATE = 9600 UNG VOI FOSC = 8MHZ  STS UBRR0L, R16    RET  ;------------------------------------------------------------------  USART\_TRANS:  LDS R17, UCSR0A  SBRS R17, UDRE0 ; KIEM TRA UDR0 CO TRONG KHONG (UDRE0 = 1?)  RJMP USART\_TRANS  STS UDR0, DATA\_TRANS ; KHI UDR0 TRONG THI CHEP DU LIEU TU DATA\_TRANS CHUA THANH GHI CAN XUAT VAO UDR0  RET  ;-------------------------------------------------------------  ; MUL50 NHAN SO NHI PHAN 16 BIT (ADC) CHO 8 BIT (50), KET QUA 16 BIT  ; INPUT: VIN\_HIGH:VIN\_LOW SO BI NHAN 16 BIT, 50 LA SO NHAN 8 BIT  ; OUTPUT: VIN\_LOW:HIGH  MUL50:  LDI R16, 50 ; SO NHAN = 50  MUL VIN\_LOW, R16 ; NHAN BYTE THAP SO BI NHAN VOI SO NHAN  MOVW R2, R0 ; CHUYEN TICH BYTE THAP (1) VAO R3:R2  MUL VIN\_HIGH, R16 ; NHAN BYTE CAO SO BI NHAN VOI SO NHAN CHO TICH BYTE CAO (2)  ADD R3, R0 ; CONG BYTE THAP TICH (2) VOI BYTE CAO TICH (1)  MOV VIN\_LOW, R2 ; CHUYEN KET QUA NHAN BYTE THAP VAO VIN\_LOW  MOV VIN\_HIGH, R3 ; CHUYEN KET QUA NHAN BYTE CAO VAO VIN\_HIGH  RET  ;-------------------------------------------------------------  ; DIV1024 CHIA SO NHI PHAN 16BIT VIN CHO 1024 BANG CACH DICH TRAI BYTE 10 LAN  ; INPUT: VIN\_HIGH, VIN\_LOW  ; OUTPUT: VIN\_HIGH, VIN\_LOW  ; R22 = COUNT  DIV1024:  LDI COUNT, 10 ; SO DEM = 10  AGAIN:  LSR VIN\_HIGH  ROR VIN\_LOW ; CHIA 2 KET QUA  DEC COUNT  BRNE AGAIN  RET  ;--------------------------------------------------------------  ; DIV10 CHIA VIN CHO 10 DE LAY SO NGUYEN VA LAY PHAN THAP PHAN SAU DAU PHAY DIA DIEN AP NGO VAO  ; VIN\_LOW CHUA DU SO  ; R23 CHUA THUONG SO  DIV10: CLR R23 ; R23 CHUA THUONG SO  GT\_DV: SUBI VIN\_LOW, 10  BRCS LT\_DV ; C = 1 KHONG CHIA DUOC  INC R23  RJMP GT\_DV  LT\_DV:  LDI R16, 10  ADD VIN\_LOW, R16 ; LAY LAI DU SO  RET  ;--------------------------------------------------------------  DELAY\_1S:  LDI R18, 31 ; NAP SO LAN LOOP CHO R18  LP1:  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 0.032s x 31 = 0.992s  DEC R18  BRNE LP1  LDI R16, 63  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 8.064ms  ;--------------------------------------------------------------  ; DELAY\_128US TAO DELAY BANG INTERRUPTS TIMER 1 CTC KENH A  ; TIMER 1 8MHZ CHIA 1024, MOI XUNG CHUA TRONG R16 LA 128US  ; DELAY 128US X R16  DELAY\_128US:  STS OCR1AL, R16 ; OCR1AL CHUA HET R16 NEN KHONG CAN XET DEN OCR1AH  LDI R16, 0X00  STS TCCR1A, R16 ; TIMER 1  LDI R16, 0X0D  STS TCCR1B, R16 ; MODE CTC CHIA 1024 START  SET\_FLAG:  CPI FLAG, 1  BRNE SET\_FLAG ; KIEM TRA DA TRAN (DA DELAY DU THOI GIAN) HAY CHUA?  CLR FLAG  RET  ;------------------------------------------------------------------------------  ; CURS\_POS DAT CON TRO TAI DIA CHI CO TRONG R17  CURS\_POS:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  CBI LCD, RS ; GHI LENH  RCALL OUT\_LCD  RET  ;----------------------------------------------------------  ; COMPARE\_MATCH CAM NGAT TOAN CUC CHO DEN KHI CO LENH DELAY TIEP THEO, DUNG TIMER 1  COMPARE\_MATCH:  LDI FLAG, 1  LDI R16, 0X00  STS TCCR1B, R16 ; DUNG TIMER 1  RETI |

1. Xuất giá trị ADC ra BARLED (ADCL) và 2 LED đơn (ADCH), đồng thời gửi ADCL và ADCH lên Hercules dưới dạng mã Hex:

|  |
| --- |
| ; do tin hieu single end  ; ket noi hai tin hieu ADC\_VR1 va ADC\_VR2 tu header J86 vao hai ngo vao ADC0 (PA0) va ADC1 (PA1)  ; ket noi UART0 voi khoi RS232 va ket noi cap USB - Serial vao may tinh  ; ket noi ADC\_VR1 va ADC\_VR2 vao cac test point  ; viet chuong trinh thuc hien cac yeu cau sau:  ; chon dien ap Vref la dien ap noi Vcca. khoi dong UART voi cau hinh tu chon  ; UART o day co baud rate 9600, 1 stop bit, no parity, no handshake  ; chon HEX Enable tren Hercules  ; viet chuong trinh thuc hien lay mau tin hieu dua vao ADC0 va gui len may tinh su dung UART0 voi khung truyen nhu sau sau moi 1s  ; thoi gian delay 1s tao boi ham delay hoac timer  ; o day su dung interrupts timer 1 mode CTC kenh A  ; 0X55 ADCH ADCL 0XFF  ; thay doi dien ap dua vao ADC0, do bang VOM va so sanh voi ket qua lay mau ADC, dien vao bang bao cao  ; ket noi LCD vao 1 port cua AVR, bo sung vao chuong trinh da viet chuc nang tinh toan dien ap dua vao va hien thi len LCD  ; PD0 (RXD0) VA PD1 (RXD1) KET NOI VOI RS232  ; PC0:1 NOI VAO 2 LED DON DE HIEN THI GIA TRI ADCH  ; PORTB KET NOI VOI BARLED DE HIEN THI GIA TRI ADCL  ; RS = PB0, RW = PB1, EN = PB2, PB4:7 = D4:7  .DEF FLAG = R23  .DEF COUNT = R22  .DEF ADC\_LOW = R20  .DEF ADC\_HIGH = R21  .DEF DATA\_TRANS = R19  .ORG 0  RJMP START  .ORG 0X1A  RJMP COMPARE\_MATCH ; SO SANH KENH 1A  .ORG 0X40 ; THOAT KHOI VUNG INTERRUPTS  START:  LDI R16, HIGH(RAMEND)  OUT SPH, R16  LDI R16, LOW(RAMEND) ; DUA STACK LEN VUNG DIA CHI CAO  OUT SPL, R16  SEI ; CHO PHEP NGAT TOAN CUC  LDI R16, (1 << OCIE1A) ; CHO PHEP NGAT KHI TIMER1 TRAN  STS TIMSK1, R16    LDI R16, 0XFF  OUT DDRB, R16 ; PORTB LA PORT XUAT RA BARLED  LDI R16, 0X03  OUT DDRC, R16 ; PORTC LA PORT XUAT RA 2 LED DON  RCALL USART\_INIT ; KHOI DONG USART  MAIN:  ; SETTING\_ADC:  LDI R16, 0B01000000 ; VREF LA AVCC, NGO VAO ADC0, HIEU CHINH PHAI  STS ADMUX, R16  LDI R16, 0B11000110 ; CHO PHEP ADC, BAT DAU CHUYEN DOI, Fckadc = 125K Hz  STS ADCSRA, R16  WAIT:  LDS R18, ADCSRA ; DOC CO ADIF  SBRS R18, ADIF ; NEU CO ADIF = 1 BAO CHUYEN DOI XONG, BO QUA LENH TIEP THEO  RJMP WAIT  STS ADCSRA, R18 ; XOA CO ADIF  LDS ADC\_LOW, ADCL ; DOC ADCL TRUOC, LUU VAO R20  LDS ADC\_HIGH, ADCH ; DOC ADCH SAU, LUU VAO R21    OUT PORTB, ADC\_LOW ; XUAT GIA TRI ADCL RA BARLED  OUT PORTC, ADC\_HIGH ; XUAT GIA TRI ADCH RA BARLED  USART:  LDI R16, 0XFF  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0XFF TRUOC  MOV DATA\_TRANS, ADC\_LOW ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCL  MOV DATA\_TRANS, ADC\_HIGH ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCH  LDI R16, 0X55  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0X55    RCALL DELAY\_1S  RJMP MAIN    ;--------------------------------------------------------------  USART\_INIT:  LDI R16, (1<<TXEN0); CHO PHEP BO PHAT  STS UCSR0B, R16  LDI R16, (1<<UCSZ01)|(1<<UCSZ00) ; 8 BIT DATA/KHONG KT CHAN LE/1 STOP BIT  STS UCSR0C, R16  LDI R16, 0  STS UBRR0H, R16  LDI R16, 51 ; BAUD RATE = 9600 UNG VOI FOSC = 8MHZ  STS UBRR0L, R16    RET  ;------------------------------------------------------------------  USART\_TRANS:  LDS R17, UCSR0A  SBRS R17, UDRE0 ; KIEM TRA UDR0 CO TRONG KHONG (UDRE0 = 1?)  RJMP USART\_TRANS  STS UDR0, DATA\_TRANS ; KHI UDR0 TRONG THI CHEP DU LIEU TU DATA\_TRANS CHUA THANH GHI CAN XUAT VAO UDR0  RET  ;--------------------------------------------------------------  DELAY\_1S:  LDI R18, 31 ; NAP SO LAN LOOP CHO R18  LP1:  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 0.032s x 31 = 0.992s  DEC R18  BRNE LP1  LDI R16, 63  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 8.064ms  ;--------------------------------------------------------------  ; DELAY\_128US TAO DELAY BANG INTERRUPTS TIMER 1 CTC KENH A  ; TIMER 1 8MHZ CHIA 1024, MOI XUNG CHUA TRONG R16 LA 128US  ; DELAY 128US X R16  DELAY\_128US:  STS OCR1AL, R16 ; OCR1AL CHUA HET R16 NEN KHONG CAN XET DEN OCR1AH  LDI R16, 0X00  STS TCCR1A, R16 ; TIMER 1  LDI R16, 0X0D  STS TCCR1B, R16 ; MODE CTC CHIA 1024 START  SET\_FLAG:  CPI FLAG, 1  BRNE SET\_FLAG ; KIEM TRA DA TRAN (DA DELAY DU THOI GIAN) HAY CHUA?  CLR FLAG  RET  ;----------------------------------------------------------  ; COMPARE\_MATCH CAM NGAT TOAN CUC CHO DEN KHI CO LENH DELAY TIEP THEO, DUNG TIMER 1  COMPARE\_MATCH:  LDI FLAG, 1  LDI R16, 0X00  STS TCCR1B, R16 ; DUNG TIMER 1  RETI |

# Bài 2

Trả lời các câu hỏi

* 1. Đối với ADC có những loại sai số nào?

Đối với ADC, có 6 loại sai số tiêu biểu:

+ Sai số lệch 0 (offset error)

+ Sai số lượng tử (quantization error)

+ Sai số độ lợi (gain error)

+ Sai số phi tuyến nguyên (integral nonlinearity error)

+ Sai số phi tuyến vi sai (differential nonlinearity error)

+ Sai số tuyệt đối (absolute error)

* 1. Offset error là gì?

Offset error là độ lệch 0 ngõ ra khi ngõ vào Vin = 0.

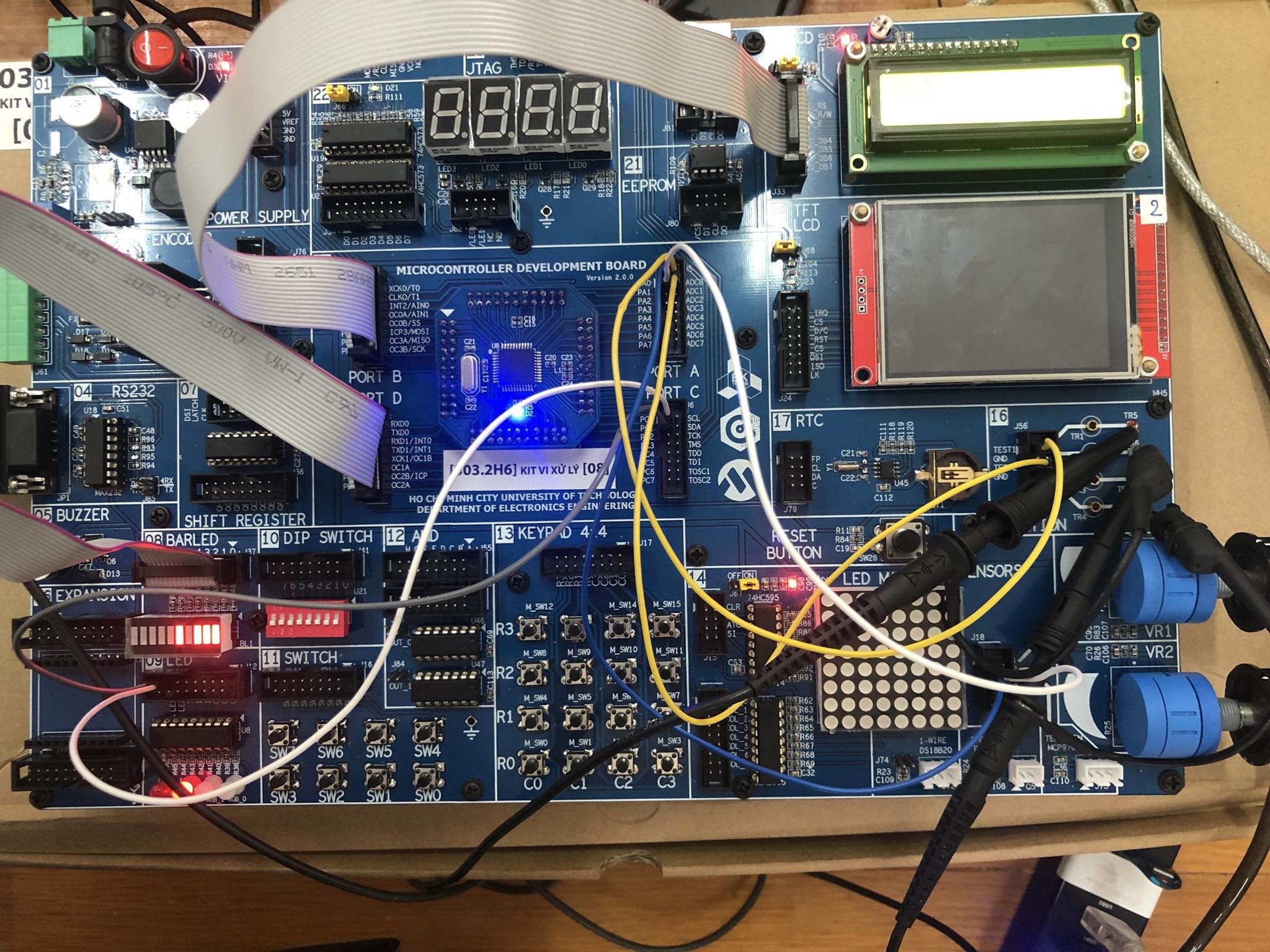
* 1. Gain error là gì?

Gain error là độ lệch của giá trị chuyển đổi cuối cùng so với lý tưởng.

* 1. Đơn vị tính của offset error và gain error là gì?

Đơn vị tính của offset error và gain error là LSB.

# Bài 3



1. Trả lời các câu hỏi
   1. Với ADC ở chế độ vi sai, các điện áp ngõ vào dao động trong tầm nào?

Với ADC ở chế độ vi sai, độ chênh lệch giữa 2 điện áp ngõ vào dao động từ (-VREF/Gain) đến (VREF/Gain).

* 1. Khi chọn cặp tín hiệu ADC0, ADC1 với độ lợi là 10, VREF=2.56V, VADC0 = 2.5V thì ta có thể đo ADC1 trong tầm đo nào?

Ta có thể đo ADC1 trong tầm đo [(-VREF/Gain) + VADC0] đến [(VREF/Gain) + VADC0], trong trường hợp này là từ 2.244V đến 2.756V

1. Mã nguồn và chú thích
2. Xuất giá trị của điện áp VR1 đưa vào ADC0 ra LCD, đồng thời gửi ADCL và ADCH lên Hercules dưới dạng mã Hex:

|  |
| --- |
| ; do ADC o che do vi sai  ; ket noi UART0 voi khoi RS232 va ket noi cap USB - Serial vao may tinh  ; chinh VR1 o muc dien ap 2.5V, dua vao ADC0  ; viet chuong trinh thuc hien cac yeu cau sau:  ; khoi dong ADC o che do vi sai voi 2 kenh ngo vao la ADC0 va ADC1  ; do loi khuech dai la 10, dien ap tham chieu Vref = 2.56V  ; khoi dong ADC o che do free running  ; hien thi dien ap VR1 len LCD  ; UART o day co baud rate 9600, 1 stop bit, no parity, no handshake  ; chon HEX Enable tren Hercules  ; viet chuong trinh thuc hien lay mau tin hieu dua vao ADC0 va gui len may tinh su dung UART0 voi khung truyen nhu sau sau moi 1s  ; thoi gian delay 1s tao boi ham delay hoac timer  ; o day su dung interrupts timer 1 mode CTC kenh A  ; PD0 (RXD0) va PD1 (RXD1) ket noi voi RS232  ; PORTB KET NOI VOI LCD  ; RS = PB0, RW = PB1, EN = PB2, PB4:7 = D4:7    .DEF FLAG = R23  .DEF COUNT = R22  .DEF ADC\_LOW = R20  .DEF ADC\_HIGH = R21  .DEF DATA\_TRANS = R19  .EQU LCD = PORTB  .EQU LCD\_DR = DDRB  .EQU RS = 0  .EQU RW = 1  .EQU E = 2  .ORG 0  RJMP START  .ORG 0X1A  RJMP COMPARE\_MATCH ; SO SANH KENH 1A  .ORG 0X40 ; THOAT KHOI VUNG INTERRUPTS  START:  LDI R16, HIGH(RAMEND)  OUT SPH, R16  LDI R16, LOW(RAMEND) ; DUA STACK LEN VUNG DIA CHI CAO  OUT SPL, R16  SEI ; CHO PHEP NGAT TOAN CUC  LDI R16, (1 << OCIE1A) ; CHO PHEP NGAT KHI TIMER1 TRAN  STS TIMSK1, R16  ; SETTING\_LCD:  LDI R16, 0XFF  OUT LCD\_DR, R16 ; PORTB LA PORT XUAT  LDI R16, 0X00  OUT LCD, R16 ; GIA TRI BAN DAU PORTB = 0  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; CTC DELAY 128US X R16 = 32MS  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; CTC DELAY 128US X R16 = 32MS  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 1  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 42  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 5.376MS  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 2  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 2  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 256US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 3  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 2  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 256US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X20 ; MA LENH 20  RCALL OUT\_LCD4  LDI R18, 0X28 ; FUNCTION SET 2 DONG FONT 5X8 MODE 4 BIT  LDI R19, 0X01 ; CLEAR DISPLAY  LDI R20, 0X0C ; DISPLAY ON, CON TRO OFF  LDI R21, 0X06 ; ENTRY MODE SET DICH PHAI CON TRO, DDRAM TANG 1 DIA CHI  RCALL INIT\_LCD4 ; CTC KHOI DONG LCD 4 BIT  ; SETTING\_USART:  RCALL USART\_INIT ; KHOI DONG USART  MAIN:  ; SETTING\_ADC:  LDI R16, 0B11001001 ; VREF LA 2.56V, MODE VI SAI, NGO VAO ADC0 (-), ADC1 (+), HIEU CHINH PHAI, DO LOI GAIN = 10  STS ADMUX, R16  WAIT:  LDI R16, 0B11100110 ; CHO PHEP ADC, BAT DAU CHUYEN DOI, Fckadc = 125K Hz, MODE FREE RUN  STS ADCSRA, R16  LDS R18, ADCSRA ; DOC CO ADIF  SBRS R18, ADIF ; NEU CO ADIF = 1 BAO CHUYEN DOI XONG, BO QUA LENH TIEP THEO  RJMP WAIT  STS ADCSRA, R18 ; XOA CO ADIF  LDS ADC\_LOW, ADCL ; DOC ADCL TRUOC, LUU VAO R20  LDS ADC\_HIGH, ADCH ; DOC ADCH SAU, LUU VAO R21  LDI R16, 0B01100110 ; CAM ADC DE ON DINH CHO LAN CHUYEN DOI TIEP THEO  STS ADCSRA, R16  USART:  LDI R16, 0XFF  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0XFF TRUOC  MOV DATA\_TRANS, ADC\_LOW ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCL  MOV DATA\_TRANS, ADC\_HIGH ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCH  LDI R16, 0X55  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0X55  VR1:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 128US  CBI LCD, RS ; GHI LENH  LDI R17, 0X01 ; XOA MAN HINH  RCALL OUT\_LCD  LDI R16, 20  RCALL DELAY\_128US ; DELAY SAU LENH CLEAR DISPLAY  CBI LCD, RS  LDI R17, 0X80 ; CON TRO BAT DAU O HANG 1 VI TRI SO 4  RCALL OUT\_LCD  LDI ZH,HIGH(DATA << 1) ; Z TRO DAU BANG TRA KI TU  LDI ZL,LOW(DATA << 1)  LINE1:  LPM R17, Z+ ; LAY MA ASCII KY TU TU FLASH ROM  CPI R17, 0X0D ; KIEM TRA CO PHAI KY TU XUONG DONG HAY KHONG  BREQ DOWN ; NEU LA KI TU XUONG DONG, NHAY TOI DOWN  LDI R16, 1 ; DELAY 128US  RCALL DELAY\_128US  SBI LCD, RS ; RS = 1 GHI DATA HIEN THI RA LCD  RCALL OUT\_LCD ; GHI MA ASCII RA LCD  RJMP LINE1  DOWN:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 128US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0XC4 ; CON TRO BAT DAU O DONG 2 VI TRI SO 5  RCALL OUT\_LCD  LINE2:  LPM R17, Z+  CPI R17, 0X00 ; KIEM TRA CO PHAI KI TU KET THUC HAY KHONG  BREQ STOP  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  SBI LCD, RS  RCALL OUT\_LCD  RJMP LINE2  STOP:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US ; DELAY SAU LENH GHI LCD  RCALL DELAY\_1S ; DELAY 1S CHO LAN CHUYEN DOI ADC TIEP THEO  RJMP WAIT ; TRO LAI DOC TIEP ADC    ;---------------------------------------------------------------------  ; INIT LCD4 KHOI DONG LCD GHI 4 BYTE MA LENH THEO GIAO TIEP 4 BIT  ; FUNCTION SET R18 = 0X28 2 DONG FONT 5X8 GIAO TIEP 4 BIT  ; CLEAR DISPLAY R19 = 0X01 XOA MAN HINH  ; DISPLAY ON/OFF CONTROL R20 = 0X0C MAN HINH ON, CON TRO OFF  ; ENTRY MODE SET R21 = 0X06 DICH PHAI CON TRO , DC DDRAM TANG LEN 1 DVI  INIT\_LCD4:  CBI LCD, RS ; GHI LENH  MOV R17, R18 ; FUNCTION SET  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  MOV R17, R19 ; CLEAR DISPLAY  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  LDI R16, 20  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 2.56 MS  MOV R17, R20 ; DISPLAY ON/OFF CONTROL  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  MOV R17, R21 ; ENTRY MODE SET  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  RET  ;--------------------------------------------------------  ; OUT LCD4 GHI MA LENH/ DATA RA LCD  ; INPUT R17 CHUA MA LENH/ DATA 4 BIT CAO  OUT\_LCD4:  OUT LCD, R17  SBI LCD, E  CBI LCD, E  RET  ;------------------------------------------------------------  ; OUT\_LCD GHI 1 BYTE MA LENH/DATA RA LCD  ; CHIA LAM 2 LAN GHI 4 BIT  ; INPUT R17 CHUA MA LENH/DATA  ; RS = 0/1 LENH/DATA  ; RW = 0 GHI  ; SU DUNG OUT\_LCD4  OUT\_LCD:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  IN R16, LCD ; DOC PORT LCD  ANDI R16, (1<<RS) ; LOC BIT RS  PUSH R16 ; LUU TRU R16  PUSH R17 ; LUU TRU R17  ANDI R17, 0XF0 ; LAY 4 BIT CAO  OR R17, R16 ; GHEP BIT RS  RCALL OUT\_LCD4 ; GHI RA LCD  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  POP R17  POP R16  SWAP R17 ; SWAP 2 NIBBLE  ANDI R17, 0XF0 ; LAY 4 BIT THAP CHUYEN THANH CAO  OR R17, R16 ; GHEP BIT RS  RCALL OUT\_LCD4 ; GHI RA LCD  RET    ;--------------------------------------------------------------  USART\_INIT:  LDI R16, (1<<TXEN0); CHO PHEP BO PHAT  STS UCSR0B, R16  LDI R16, (1<<UCSZ01)|(1<<UCSZ00) ; 8 BIT DATA/KHONG KT CHAN LE/1 STOP BIT  STS UCSR0C, R16  LDI R16, 0  STS UBRR0H, R16  LDI R16, 51 ; BAUD RATE = 9600 UNG VOI FOSC = 8MHZ  STS UBRR0L, R16    RET  ;------------------------------------------------------------------  USART\_TRANS:  LDS R17, UCSR0A  SBRS R17, UDRE0 ; KIEM TRA UDR0 CO TRONG KHONG (UDRE0 = 1?)  RJMP USART\_TRANS  STS UDR0, DATA\_TRANS ; KHI UDR0 TRONG THI CHEP DU LIEU TU DATA\_TRANS CHUA THANH GHI CAN XUAT VAO UDR0  RET  ;--------------------------------------------------------------  DELAY\_1S:  LDI R18, 31 ; NAP SO LAN LOOP CHO R18  LP1:  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 0.032s x 31 = 0.992s  DEC R18  BRNE LP1  LDI R16, 63  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 8.064ms  ;--------------------------------------------------------------  ; DELAY\_128US TAO DELAY BANG INTERRUPTS TIMER 1 CTC KENH A  ; TIMER 1 8MHZ CHIA 1024, MOI XUNG CHUA TRONG R16 LA 128US  ; DELAY 128US X R16  DELAY\_128US:  STS OCR1AL, R16 ; OCR1AL CHUA HET R16 NEN KHONG CAN XET DEN OCR1AH  LDI R16, 0X00  STS TCCR1A, R16 ; TIMER 1  LDI R16, 0X0D  STS TCCR1B, R16 ; MODE CTC CHIA 1024 START  FLAG\_SET:  CPI FLAG, 1  BRNE FLAG\_SET ; DOI DELAY XONG, NGAT HOAN THANH  CLR FLAG  RET  ;------------------------------------------------------------------------------  ; CURS\_POS DAT CON TRO TAI DIA CHI CO TRONG R17  CURS\_POS:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  CBI LCD, RS ; GHI LENH  RCALL OUT\_LCD  RET  ;----------------------------------------------------------  ; COMPARE\_MATCH CAM NGAT TOAN CUC CHO DEN KHI CO LENH DELAY TIEP THEO, DUNG TIMER 1  COMPARE\_MATCH:  LDI FLAG, 1  LDI R16, 0X00  STS TCCR1B, R16 ; DUNG TIMER 1  RETI  ;------------------------------------------------------------  DATA: .DB "DIEN AP VR1 LA",0X0D,"2.5V",0X00 |

1. Xuất giá trị ADC ra BARLED (ADCL) và 2 LED đơn (ADCH), đồng thời gửi ADCL và ADCH lên Hercules dưới dạng mã Hex:

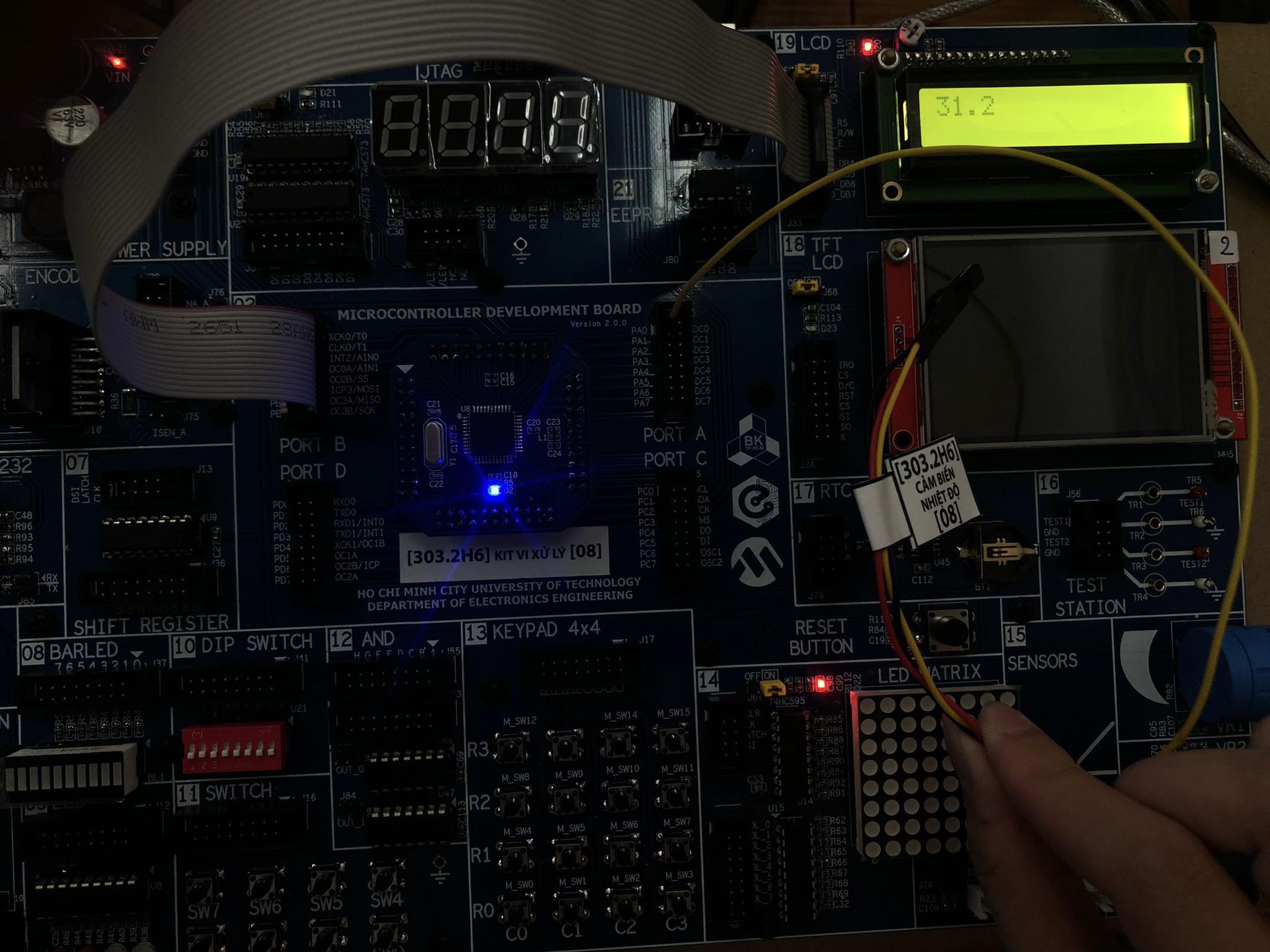
|  |
| --- |
| ; do ADC o che do vi sai  ; ket noi UART0 voi khoi RS232 va ket noi cap USB - Serial vao may tinh  ; chinh VR1 o muc dien ap 2.5V, dua vao ADC0  ; viet chuong trinh thuc hien cac yeu cau sau:  ; khoi dong ADC o che do vi sai voi 2 kenh ngo vao la ADC0 va ADC1  ; do loi khuech dai la 10, dien ap tham chieu Vref = 2.56V  ; khoi dong ADC o che do free running  ; hien thi dien ap VR1 len LCD  ; UART o day co baud rate 9600, 1 stop bit, no parity, no handshake  ; chon HEX Enable tren Hercules  ; viet chuong trinh thuc hien lay mau tin hieu dua vao ADC0 va gui len may tinh su dung UART0 voi khung truyen nhu sau sau moi 1s  ; thoi gian delay 1s tao boi ham delay hoac timer  ; o day su dung interrupts timer 1 mode CTC kenh A  ; PORTB KET NOI VOI BARLED DE XUAT RA GIA TRI CUA ADCL  ; PC0:1 KET NOI VOI 2 LED DON DE XUAT RA GIA TRI CUA ADCH  ; RS = PB0, RW = PB1, EN = PB2, PB4:7 = D4:7    .DEF FLAG = R23  .DEF COUNT = R22  .DEF ADC\_LOW = R20  .DEF ADC\_HIGH = R21  .DEF DATA\_TRANS = R19  .ORG 0  RJMP START  .ORG 0X1A  RJMP COMPARE\_MATCH ; SO SANH KENH 1A  .ORG 0X40 ; THOAT KHOI VUNG INTERRUPTS  START:  LDI R16, HIGH(RAMEND)  OUT SPH, R16  LDI R16, LOW(RAMEND) ; DUA STACK LEN VUNG DIA CHI CAO  OUT SPL, R16  SEI ; CHO PHEP NGAT TOAN CUC  LDI R16, (1 << OCIE1A) ; CHO PHEP NGAT KHI TIMER1 TRAN  STS TIMSK1, R16  LDI R16, 0XFF  OUT DDRB, R16 ; PORTB LA PORT XUAT RA BARLED GIA TRI ADCL  LDI R16, 0X03  OUT DDRC, R16 ; PORTC LA PORT XUAT RA 2 LED DON GIA TRI ADCH  ; SETTING\_USART:  RCALL USART\_INIT ; KHOI DONG USART  MAIN:  ; SETTING\_ADC:  LDI R16, 0B11001001 ; VREF LA 2.56V, MODE VI SAI, NGO VAO ADC0 (-), ADC1 (+), HIEU CHINH PHAI, DO LOI GAIN = 10  STS ADMUX, R16  WAIT:  LDI R16, 0B11100110 ; CHO PHEP ADC, BAT DAU CHUYEN DOI, Fckadc = 125K Hz, MODE FREE RUN  STS ADCSRA, R16  LDS R18, ADCSRA ; DOC CO ADIF  SBRS R18, ADIF ; NEU CO ADIF = 1 BAO CHUYEN DOI XONG, BO QUA LENH TIEP THEO  RJMP WAIT  STS ADCSRA, R18 ; XOA CO ADIF  LDS ADC\_LOW, ADCL ; DOC ADCL TRUOC, LUU VAO R20  LDS ADC\_HIGH, ADCH ; DOC ADCH SAU, LUU VAO R21  OUT PORTB, ADC\_LOW  OUT PORTC, ADC\_HIGH  LDI R16, 0B01100110 ; CAM ADC DE ON DINH CHO LAN CHUYEN DOI TIEP THEO  STS ADCSRA, R16  USART:  LDI R16, 0XFF  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0XFF TRUOC  MOV DATA\_TRANS, ADC\_LOW ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCL  MOV DATA\_TRANS, ADC\_HIGH ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN ADCH  LDI R16, 0X55  MOV DATA\_TRANS, R16 ; TRONG KHUNG TRUYEN 0X55 ADCH ADCL 0XFF  RCALL USART\_TRANS ; TRUYEN 0X55  RCALL DELAY\_1S ; DELAY 1S CHO LAN CHUYEN DOI ADC TIEP THEO  RJMP WAIT ; TRO LAI DOC TIEP ADC      ;--------------------------------------------------------------  USART\_INIT:  LDI R16, (1<<TXEN0); CHO PHEP BO PHAT  STS UCSR0B, R16  LDI R16, (1<<UCSZ01)|(1<<UCSZ00) ; 8 BIT DATA/KHONG KT CHAN LE/1 STOP BIT  STS UCSR0C, R16  LDI R16, 0  STS UBRR0H, R16  LDI R16, 51 ; BAUD RATE = 9600 UNG VOI FOSC = 8MHZ  STS UBRR0L, R16    RET  ;------------------------------------------------------------------  USART\_TRANS:  LDS R17, UCSR0A  SBRS R17, UDRE0 ; KIEM TRA UDR0 CO TRONG KHONG (UDRE0 = 1?)  RJMP USART\_TRANS  STS UDR0, DATA\_TRANS ; KHI UDR0 TRONG THI CHEP DU LIEU TU DATA\_TRANS CHUA THANH GHI CAN XUAT VAO UDR0  RET  ;--------------------------------------------------------------  DELAY\_1S:  LDI R18, 31 ; NAP SO LAN LOOP CHO R18  LP1:  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 0.032s x 31 = 0.992s  DEC R18  BRNE LP1  LDI R16, 63  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 8.064ms  ;--------------------------------------------------------------  ; DELAY\_128US TAO DELAY BANG INTERRUPTS TIMER 1 CTC KENH A  ; TIMER 1 8MHZ CHIA 1024, MOI XUNG CHUA TRONG R16 LA 128US  ; DELAY 128US X R16  DELAY\_128US:  STS OCR1AL, R16 ; OCR1AL CHUA HET R16 NEN KHONG CAN XET DEN OCR1AH  LDI R16, 0X00  STS TCCR1A, R16 ; TIMER 1  LDI R16, 0X0D  STS TCCR1B, R16 ; MODE CTC CHIA 1024 START  FLAG\_SET:  CPI FLAG, 1  BRNE FLAG\_SET ; DOI DELAY XONG, NGAT HOAN THANH  CLR FLAG  RET  ;----------------------------------------------------------  ; COMPARE\_MATCH CAM NGAT TOAN CUC CHO DEN KHI CO LENH DELAY TIEP THEO, DUNG TIMER 1  COMPARE\_MATCH:  LDI FLAG, 1  LDI R16, 0X00  STS TCCR1B, R16 ; DUNG TIMER 1  RETI |

# Bài 4

1. Với chế độ vi sai, đo offset error như thế nào?

Theo lý thuyết, khi hai tín hiệu vi sai bằng nhau thì ADC = 0. Ta tiến hành vặn 2 kênh biến trở điều khiển điện áp của 2 ngõ vào vi sai sao cho điện áp bằng nhau. Ta đọc giá trị ADC hiện trên BARLED, giá trị hiển thị đó là offset error.

# Bài 5



1. Trả lời các câu hỏi
2. Theo datasheet, hệ số nhiệt của cảm biến MCP9701 là bao nhiêu?

Theo datasheet, hệ số nhiệt của cảm biến MCP9701 là 19.53 mV

1. Nếu dùng Vref = VCCA thì tầm đo của mạch là bao nhiêu? Độ phân giải của mạch đo là bao nhiêu độ C?

Ta có Vout = Tc x Ta + V0c, với Vout = 

Nếu dùng VREF = VCCA thì tầm đo của mạch là -20,48 độ C đến 235,29 độ C

Độ phân giải của mạch đo, ta gọi là X, được tính theo công thức như sau:



Bằng cách thay VREF = VCCA, ta thu được X = 0,25 độ C

1. Nếu dùng Vref = 2.56V thì tầm đo của mạch là bao nhiêu? Độ phân giải của mạch đo là bao nhiêu độ C?

Ta có Vout = Tc x Ta + V0c, với Vout = 

Nếu dùng VREF = 2,56V thì tầm đo của mạch là -20,48 độ C đến 110,471 độ C

Độ phân giải của mạch đo, ta gọi là X, được tính theo công thức như sau:



Bằng cách thay VREF = 2,56V, ta thu được X = 0,128 độ C

1. Nếu ta sử dụng ADC ở chế độ vi sai, đưa điện áp 400 + 19.53\*20 (mV) vào ADC0, đưa ngõ ra của MCP9751 vào ADC1, cấu hình độ lợi là 10, VREF=2.56V thì tầm đo và độ phân giải của mạch đo là bao nhiêu?

Điện áp tại ADC0 = 790,6 mV

Ta có thể đo điện áp tại ADC1 trong tầm đo [(-VREF/Gain) + VADC0] đến [(VREF/Gain) + VADC0], trong trường hợp này là từ 0.5346V đến 1.0466V

Độ phân giải của mạch đo = 

1. Mã nguồn chương trình với chú thích

|  |
| --- |
| ; do nhiet do su dung MCP9701  ; ket noi cam bien vao header J73  ; ket noi tin hieu dien ap V\_TEMP tren header J18 toi ADC0  ; viet chuong trinh do gia tri dien ap V\_TEMP  ; tinh ra gia tri nhiet do va hien thi len LCD  ; Vout = Tc x Ta + V0c  ; Ta la nhiet do moi truong  ; Tc la he so nhiet = 19.53 mV  ; V0c la dien ap tai 0 do C = 400 mV  ; Ta = (ADC/4) - 20.5  ; Ta x 10 = [(ADC x 10)/4] - 205  ; PORTB KET NOI VOI LCD  ; RS = PB0, RW = PB1, EN = PB2, PB4:7 = D4:7  .DEF FLAG = R23  .DEF COUNT = R22  .DEF ADC\_LOW = R24  .DEF ADC\_HIGH = R25  .EQU DATA = 0X200 ; LUU DATA VUA NHAN DUOC VAO FLASH DE TRUY XUAT RA LCD  .EQU LCD = PORTB  .EQU LCD\_DR = DDRB  .EQU RS = 0  .EQU RW = 1  .EQU E = 2  .ORG 0  RJMP START  .ORG 0X1A  RJMP COMPARE\_MATCH ; SO SANH KENH 1A  .ORG 0X40 ; THOAT KHOI VUNG INTERRUPTS  START:  LDI R16, HIGH(RAMEND)  OUT SPH, R16  LDI R16, LOW(RAMEND) ; DUA STACK LEN VUNG DIA CHI CAO  OUT SPL, R16  SEI ; CHO PHEP NGAT TOAN CUC  LDI R16, (1 << OCIE1A) ; CHO PHEP NGAT KHI TIMER1 TRAN  STS TIMSK1, R16  ; SETTING\_LCD:  LDI R16, 0XFF  OUT LCD\_DR, R16 ; PORTB LA PORT XUAT  LDI R16, 0X00  OUT LCD, R16 ; GIA TRI BAN DAU PORTB = 0  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; CTC DELAY 128US X R16 = 32MS  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; CTC DELAY 128US X R16 = 32MS  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 1  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 42  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 5.376MS  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 2  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 2  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 256US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X30 ; MA LENH 30 LAN 3  RCALL OUT\_LCD4  LDI R16, 2  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 256US  CBI LCD, RS ; RS = 0 GHI LENH  LDI R17, 0X20 ; MA LENH 20  RCALL OUT\_LCD4  LDI R18, 0X28 ; FUNCTION SET 2 DONG FONT 5X8 MODE 4 BIT  LDI R19, 0X01 ; CLEAR DISPLAY  LDI R20, 0X0C ; DISPLAY ON, CON TRO OFF  LDI R21, 0X06 ; ENTRY MODE SET DICH PHAI CON TRO, DDRAM TANG 1 DIA CHI  RCALL INIT\_LCD4 ; CTC KHOI DONG LCD 4 BIT  MAIN:  ; SETTING\_ADC:  LDI R16, 0B01000000 ; VREF LA AVCC= 5V , NGO VAO ADC0, HIEU CHINH PHAI, 11000000 NEU LA 2.56V  STS ADMUX, R16  LDI R16, 0B11000110 ; CHO PHEP ADC, BAT DAU CHUYEN DOI, Fckadc = 125K Hz  STS ADCSRA, R16  WAIT:  LDS R18, ADCSRA ; DOC CO ADIF  SBRS R18, ADIF ; NEU CO ADIF = 1 BAO CHUYEN DOI XONG, BO QUA LENH TIEP THEO  RJMP WAIT  STS ADCSRA, R18 ; XOA CO ADIF  LDS ADC\_LOW, ADCL ; DOC ADCL TRUOC, LUU VAO R20  LDS ADC\_HIGH, ADCH ; DOC ADCH SAU, LUU VAO R21  TINH\_Ta:  RCALL MUL10 ; NHAN ADC CHO 10  RCALL DIV4 ; CHIA 4  LDI R16, 205  SUB ADC\_LOW, R16 ; TRU [(ADC x 10)/4] VOI 205  LDI R16, 0  SBC ADC\_HIGH, R16 ; TRU ADC\_HIGH VOI CARRY NEU CO    ; GIA SU Ta > 10 do C (tuc la Ta x 10 > 100)  ; CHIA LAN 1 LAY SO THAP PHAN SAU DAU PHAY CUA Ta  RCALL DIV16\_8  ORI R16, 0X30 ; CHUYEN R16 SANG MA ASCII  LDI ZH, HIGH(DATA + 3) ; Z TRO DIA CHI DATA + 3 CHUA 1 SO THAP PHAN SAU DAU PHAY  LDI ZL, LOW(DATA + 3)  ST Z, R16  LDI R18, '.'  LDI ZH, HIGH(DATA + 2) ; Z TRO DIA CHI DATA + 2 CHUA DAU CHAM  LDI ZL, LOW(DATA + 2)  ST Z, R18  ; CHIA LAN 2 LAY HANG DON VI VA HANG CHUC CUA Ta  RCALL DIV16\_8  ORI R16, 0X30  LDI ZH, HIGH(DATA + 1) ; Z TRO DIA CHI DATA + 1 CHUA HANG DON VI  LDI ZL, LOW(DATA + 1)  ST Z, R16    ORI R24, 0X30  LDI ZH, HIGH(DATA) ; Z TRO DIA CHI DATA CHUA HANG CHUC  LDI ZL, LOW(DATA)  ST Z, R24  XUAT\_LCD:  LDI COUNT, 4 ; DEM SO KI TU DA XUAT RA LCD  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 128US  CBI LCD, RS ; GHI LENH  LDI R17, 0X01 ; XOA MAN HINH  RCALL OUT\_LCD  LDI R16, 20  RCALL DELAY\_128US ; DELAY SAU LENH CLEAR DISPLAY  CBI LCD, RS  LDI R17, 0X80 ; CON TRO BAT DAU O DONG 1 VI TRI DAU TIEN  RCALL CURS\_POS ; XUAT LENH RA LCD CHI VI TRI CON TRO  LDI ZH, HIGH(DATA) ; Z TRO DIA CHI DATA  LDI ZL, LOW(DATA)  LINE:  LD R17, Z+  SBI LCD, RS  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  RCALL OUT\_LCD  DEC COUNT  BRNE LINE    RCALL DELAY\_1S  RCALL DELAY\_1S  RJMP MAIN    ;---------------------------------------------------------------------  ; INIT LCD4 KHOI DONG LCD GHI 4 BYTE MA LENH THEO GIAO TIEP 4 BIT  ; FUNCTION SET R18 = 0X28 2 DONG FONT 5X8 GIAO TIEP 4 BIT  ; CLEAR DISPLAY R19 = 0X01 XOA MAN HINH  ; DISPLAY ON/OFF CONTROL R20 = 0X0C MAN HINH ON, CON TRO OFF  ; ENTRY MODE SET R21 = 0X06 DICH PHAI CON TRO , DC DDRAM TANG LEN 1 DVI  INIT\_LCD4:  CBI LCD, RS ; GHI LENH  MOV R17, R18 ; FUNCTION SET  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  MOV R17, R19 ; CLEAR DISPLAY  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  LDI R16, 20  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 2.56 MS  MOV R17, R20 ; DISPLAY ON/OFF CONTROL  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  MOV R17, R21 ; ENTRY MODE SET  RCALL OUT\_LCD ; GHI RA LCD  RET  ;--------------------------------------------------------  ; OUT LCD4 GHI MA LENH/ DATA RA LCD  ; INPUT R17 CHUA MA LENH/ DATA 4 BIT CAO  OUT\_LCD4:  OUT LCD, R17  SBI LCD, E  CBI LCD, E  RET  ;------------------------------------------------------------  ; OUT\_LCD GHI 1 BYTE MA LENH/DATA RA LCD  ; CHIA LAM 2 LAN GHI 4 BIT  ; INPUT R17 CHUA MA LENH/DATA  ; RS = 0/1 LENH/DATA  ; RW = 0 GHI  ; SU DUNG OUT\_LCD4  OUT\_LCD:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  IN R16, LCD ; DOC PORT LCD  ANDI R16, (1<<RS) ; LOC BIT RS  PUSH R16 ; LUU TRU R16  PUSH R17 ; LUU TRU R17  ANDI R17, 0XF0 ; LAY 4 BIT CAO  OR R17, R16 ; GHEP BIT RS  RCALL OUT\_LCD4 ; GHI RA LCD  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  POP R17  POP R16  SWAP R17 ; SWAP 2 NIBBLE  ANDI R17, 0XF0 ; LAY 4 BIT THAP CHUYEN THANH CAO  OR R17, R16 ; GHEP BIT RS  RCALL OUT\_LCD4 ; GHI RA LCD  RET    ;-------------------------------------------------------------  ; MUL10 NHAN SO NHI PHAN 16 BIT (ADC) CHO 8 BIT (10), KET QUA 16 BIT  ; INPUT: ADC\_HIGH:LOW SO BI NHAN 16 BIT, 10 LA SO NHAN 8 BIT  ; NHAN 10 DE BAO TOAN 1 CHU SO LE SAU DAU CHAM  ; OUTPUT: ADC\_HIGH:LOW  MUL10:  LDI R16, 10  MUL ADC\_LOW, R16 ; NHAN BYTE THAP SO BI NHAN VOI SO NHAN  MOVW R2, R0 ; CHUYEN TICH BYTE THAP (1) VAO R3:R2  MUL ADC\_HIGH, R16 ; NHAN BYTE CAO SO BI NHAN VOI SO NHAN CHO TICH BYTE CAO (2)  ADD R3, R0 ; CONG BYTE THAP TICH (2) VOI BYTE CAO TICH (1)  MOV ADC\_LOW, R2 ; CHUYEN KET QUA NHAN BYTE THAP VAO ADC\_LOW  MOV ADC\_HIGH, R3 ; CHUYEN KET QUA NHAN BYTE CAO VAO ADC\_HIGH  RET  ;-------------------------------------------------------------  ; DIV4 CHIA SO NHI PHAN 16BIT VIN CHO 4 BANG CACH DICH TRAI BYTE 2 LAN  ; INPUT: ADC\_HIGH:LOW  ; OUTPUT: ADC\_HIGH:LOW  ; R22 = COUNT  DIV4:  LDI COUNT, 2 ; SO DEM = 2  AGAIN:  LSR ADC\_HIGH  ROR ADC\_LOW ; CHIA 2 KET QUA  DEC COUNT  BRNE AGAIN  RET  ;--------------------------------------------------------------  ; DIV16\_8 CHIA 2 SO NHI PHAN 16 BIT CHO 8 BIT  ; INPUT R25:R24 LA ADC\_HIGH:LOW LA SO BI CHIA, SO CHIA = 10  ; OUTPUT R14 = THUONG SO, R16 LA DU SO  ; SD R28:R29 DE CAT THUONG SO TAM  DIV16\_8:  CLR R28  CLR R29  GT\_DV:  SBIW R24, 10  BRCS LT\_DV ; C = 1 KHONG CHIA DUOC  ADIW R28, 1  RJMP GT\_DV  LT\_DV:  ADIW R24, 10 ; LAY LAI DU SO  MOV R16, R24 ; R16 = DU SO  MOVW R24, R28 ; R24 = THUONG SO  RET  ;--------------------------------------------------------------  ; DELAY\_128US TAO DELAY BANG INTERRUPTS TIMER 1 CTC KENH A  ; TIMER 1 8MHZ CHIA 1024, MOI XUNG CHUA TRONG R16 LA 128US  ; DELAY 128US X R16  DELAY\_128US:  STS OCR1AL, R16 ; OCR1AL CHUA HET R16 NEN KHONG CAN XET DEN OCR1AH  LDI R16, 0X00  STS TCCR1A, R16 ; TIMER 1  LDI R16, 0X0D  STS TCCR1B, R16 ; MODE CTC CHIA 1024 START  SET\_FLAG:  CPI FLAG, 1  BRNE SET\_FLAG ; KIEM TRA DA TRAN (DA DELAY DU THOI GIAN) HAY CHUA?  CLR FLAG  RET  ;------------------------------------------------------------------------------  ; CURS\_POS DAT CON TRO TAI DIA CHI CO TRONG R17  CURS\_POS:  LDI R16, 1  RCALL DELAY\_128US  CBI LCD, RS ; GHI LENH  RCALL OUT\_LCD  RET  ;----------------------------------------------------------  ; COMPARE\_MATCH CAM NGAT TOAN CUC CHO DEN KHI CO LENH DELAY TIEP THEO, DUNG TIMER 1  COMPARE\_MATCH:  LDI FLAG, 1  LDI R16, 0X00  STS TCCR1B, R16 ; DUNG TIMER 1  RETI  ;--------------------------------------------------------------  DELAY\_1S:  LDI R18, 31 ; NAP SO LAN LOOP CHO R18  LP1:  LDI R16, 250  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 0.032s x 31 = 0.992s  DEC R18  BRNE LP1  LDI R16, 63  RCALL DELAY\_128US ; DELAY 8.064ms |