

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong lĩnh vực kỹ thuật hiện đại ngày nay, việc chế tạo ra các bộ đo nhiệt độ có độ chính xác nhiệt độ cao, ổn định, kích thước nhỏ gọn cho các thiết bị giám sát, điều khiển là hết sức cần thiết. Chính vì thế, chúng em đã lựa chọn đề tài: **“MẠCH ĐO NHIỆT ĐỘ SỬ DỤNG CẢM BIẾN PT100 VÀ VĐK 8051”**.

Đồ án gồm có 4 chương:

- CHƯƠNG 1: CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO NHIỆT ĐỘ
- CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN PT100, 8051, ADC, RS232
- CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐO
- CHƯƠNG 4: LẬP TRÌNH VĐK VÀ PHẦN MỀM
- CHƯƠNG 5: MẠCH IN VÀ MẠCH THỰC TẾ

Trong quá trình thực hiện đồ án I, chúng em đã được củng cố và tiếp thu các kiến thức mới về các cảm biến đo nhiệt độ trong công nghiệp. Hơn thế nữa chúng em đã học tập và rèn luyện phương pháp làm việc, nghiên cứu một cách chủ động hơn, linh hoạt hơn, và đặc biệt là phương pháp làm việc theo nhóm.

## LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian làm đồ án, chúng em đã nhận được nhiều sự giúp đỡ, đóng góp ý kiến và chỉ bảo nhiệt tình của PGS.TS Nguyễn Thị Lan Hương - giảng viên Bộ môn Kỹ Thuật đo và Tin học công nghiệp. Chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến cô, người đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo chúng em trong suốt quá trình làm đồ án I.

## *Mục lục*

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO NHIỆT ĐỘ	4
1.1 Cảm biến nhiệt kế nhiệt điện trở	4
1.1.1 Nhiệt điện trở kim loại (RTD)	4
1.1.2 Nhiệt điện trở bán dẫn	7
1.2 Cặp nhiệt ngẫu	9
1.3 Hỏa quang kế	12
1.3.1 Hỏa quang kế bức xạ	13
1.3.2 Quang học hồng ngoại IR	14
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN PT100, 8051, ADC, RS232	16
2.1 Tổng quan về pt100	16
2.1.1 Khái quát về pt100	16
2.1.2 Cấu tạo của Pt100	16
2.1.3 Nguyên lý hoạt động của Pt100	16
2.1.4 Đặc điểm của Pt100	17
2.2 Giới thiệu VDK AT89S52	18
2.2.1 Cấu tạo MCS-51	18
2.2.2 Cấu trúc VDK 8051, chức năng từng chân	19
2.2.3 Tổ chức bộ nhớ	22
2.3 Tổng quan về ADC 0804	24
2.4 Module USB to COM	25
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐO	26
3.1 Sơ đồ khối	26
3.2 Tính toán và thiết kế	26
3.2.1 Mạch đo cảm biến và khuếch đại	26

3.2.2 Khối chuyển đổi tương tự - số	30
3.2.3 Khối hiển thị LCD	31
3.2.4 Khối vi điều khiển.	31
3.2.6 Khối tạo nguồn nuôi 5v.	33
3.3 Mô phỏng trên proteus.	33
<b>CHƯƠNG 4: LẬP TRÌNH VĐK VÀ PHẦN MỀM</b>	<b>36</b>
4.1 Lưu đồ lập trình 8051	36
4.1.1 Lưu đồ chung	36
4.1.2 Chi tiết từng module( Thư viện)	37
4.2 Phần mềm kết nối với máy tính	38
<b>CHƯƠNG 5: MẠCH IN VÀ MẠCH THỰC TẾ</b>	<b>40</b>
5.1 Mạch in	40
5.2 Mạch thực tế	42
5.3 Kết quả thực nghiệm	43
<b>KẾT LUẬN</b>	<b>44</b>
<b>PHỤ LỤC 1: DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ BẢNG</b>	<b>45</b>
<b>PHỤ LỤC 2: TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>47</b>

# CHƯƠNG 1: CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO NHIỆT ĐỘ

## 1.1 Cảm biến nhiệt kế nhiệt điện trở

Nhiệt điện trở là sự thay đổi theo sự thay đổi nhiệt độ của nó:  $R_T = f(t^0)$ , do  $R_T$  có thể suy ra nhiệt độ.

Cảm biến nhiệt điện trở có 2 loại chính là:

- Nhiệt điện trở kim loại
- Nhiệt điện trở bán dẫn

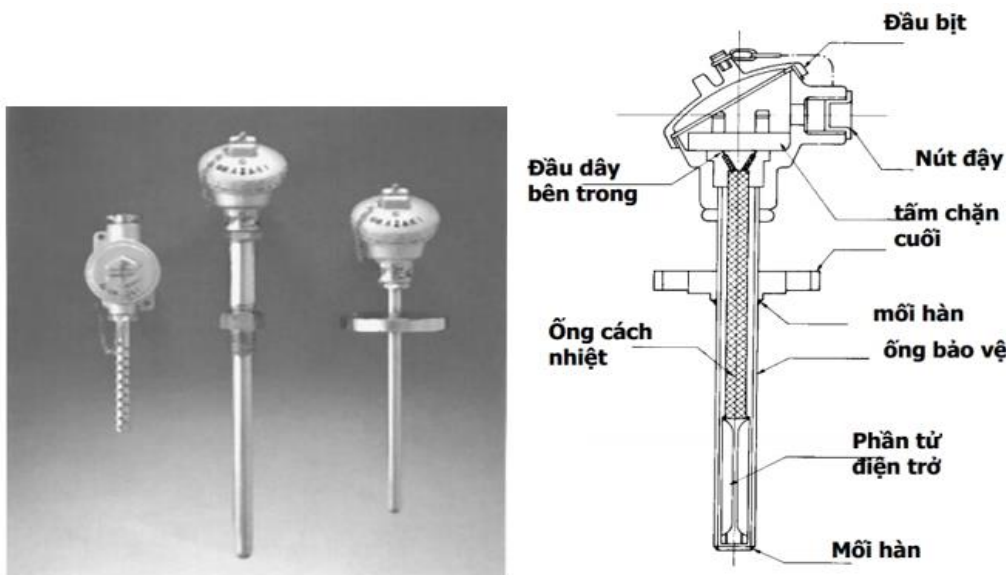
### 1.1.1 Nhiệt điện trở kim loại (RTD)

Nhiệt điện trở kim loại có đặc điểm là quan hệ giữa điện trở của nó và nhiệt độ hầu như tuyến tính, tính lặp lại của quan hệ ấy rất cao nên thiết bị đơn giản.

Nhiệt điện trở kim loại được chia ra làm nhiệt điện trở kim loại quý và kim loại không quý.

#### 1. Cấu tạo

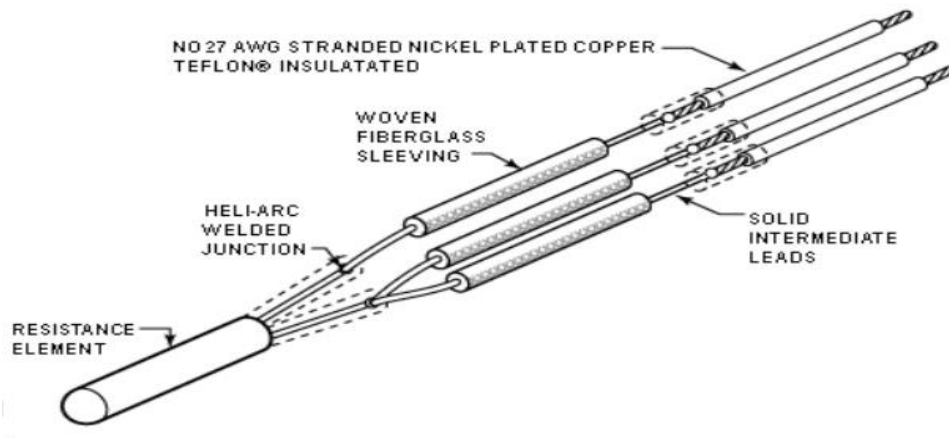
Nhiệt điện trở kim loại hay còn được gọi là nhiệt kế điện trở thường được chế tạo thành những can nhiệt có hình dáng bề ngoài như hình vẽ:



Hình 1.1 Cấu tạo bên trong RTD

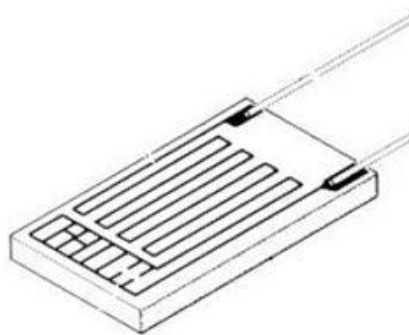
Đây là loại thiết kế đơn giản nhất. Sợi dây cảm biến được quấn xung quanh 1 cái lõi hoặc trục. Lõi có thể là tròn hoặc phẳng, nhưng quan trọng là phải cách điện được. Người

ta cách điện bằng cách đặt lõi và dây quấn trong 1 cái ống bằng sứ hoặc một ống thép không gỉ. Dây cảm biến được nối ra ngoài bằng những sợi dây lớn hơn. Khi làm việc trong các nhà máy, lò đốt, ..., (nơi có nhiệt độ môi trường xung quanh tương đối cao) các dây dẫn từ những đầu đo của can nhiệt này lại phải có độ dài lớn dẫn đến tồn tại điện trở trên dây dẫn và giá trị này không ổn định và gây nên sai số lớn cho phép đo. Để bù sai số nhiệt độ các nhà sản xuất sẽ tạo ra những loại RTD 3 đầu đo hay 4 đầu đo như dưới đây.



Hình 1.2 RTD 3 đầu đo

Ngoài loại RTD dây nối trên, RTD còn một loại gọi là RTD loại bề mặt hay màng mỏng (Thin Film Element). Người ta phủ 1 lớp bạch kim mỏng (dày khoảng 10-7 mm đến 10-6 mm) lên 1 cái đế bằng sứ. Ưu điểm của loại này là giá thành thấp và khối lượng tác dụng nhiệt thấp, làm cho chúng đáp ứng nhanh và dễ dàng đặt vào các vỏ nhỏ. Nhưng nó không làm việc ổn định như loại Wire wound.



Hình 1.3 RTD bề mặt

#### b. Đặc điểm

Giá trị điện trở  $R_t$  theo nhiệt độ  $t$  của RTD được thể hiện theo biểu thức sau:

$$R_T = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3)$$

- $R_0$ : điện trở tại  $0^\circ\text{C}$  (273 K).
- $\alpha, \beta, \gamma$ : hệ số nhiệt độ tương ứng bậc 1, 2, 3.
- $t$ : nhiệt độ tương quan với  $0^\circ\text{C}$ .

Thông số	Platin	Đồng	Niken
Nhiệt độ nóng chảy $T_f$ ( $^\circ\text{C}$ )	1769	1083	1453
Nhiệt dung riêng (J/(kg.K))	135	400	450
Độ nhạy $\alpha$ ( $10^{-3}/\text{K}$ )	3,93	4,3	6,8
Điện trở suất ( $10^{-8}\Omega\text{m}$ )	10,6	1,72	10

*Bảng 1.1 Số liệu về vật liệu thông dụng sản xuất RTD*

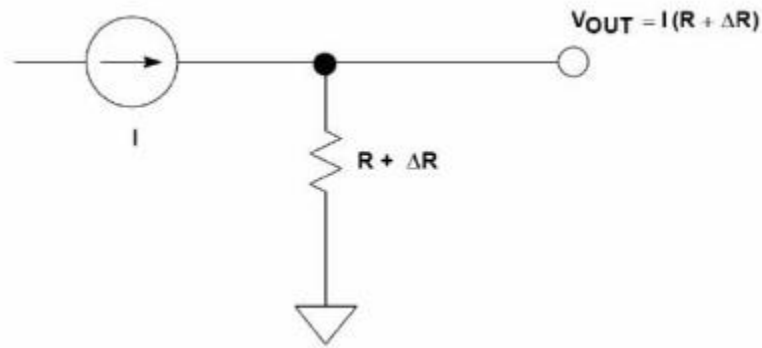
Cũng thông qua bảng số liệu ta thấy:

- RTD Pt có nhiệt độ nóng chảy cao nhất tiếp theo là Ni và cuối cùng là Đồng, lại 60ng Pt có tính trơ về mặt hóa học và có tính ổn định cấu trúc tinh thể do đó RTD có thể sử dụng trong các môi trường khắc nghiệt có nhiệt độ cao hơn so với RTD Ni hay Đồng.
- Pt có nhiệt dung riêng thấp nhất trong 3 kim loại nên độ nhạy hay hệ số nhiệt điện trở thấp hơn, bởi vậy tốc độ đáp ứng của RTD Pt sẽ chậm hơn Đồng và Ni.
- Pt có hệ số nhiệt điện trở thấp hơn Cu và Ni nên độ tuyến tính giữa nhiệt độ và điện trở của Pt là thấp nhất.

Ngoài những đặc tính kỹ thuật này phải kể đến vấn đề về kinh tế, phương pháp chế tạo để so sánh RTD của các kim loại này như: RTD sản xuất 60ng Pt có giá trị đắt hơn (vì là kim loại quý) so với RTD Ni hay Cu, RTD sản xuất bằng Cu, Ni dễ chế tạo hơn, ... Tuy vậy ta nên dựa vào yêu cầu kỹ thuật hay hiệu quả sử dụng để chọn RTD phù hợp nhất.

### *c. Mạch đo*

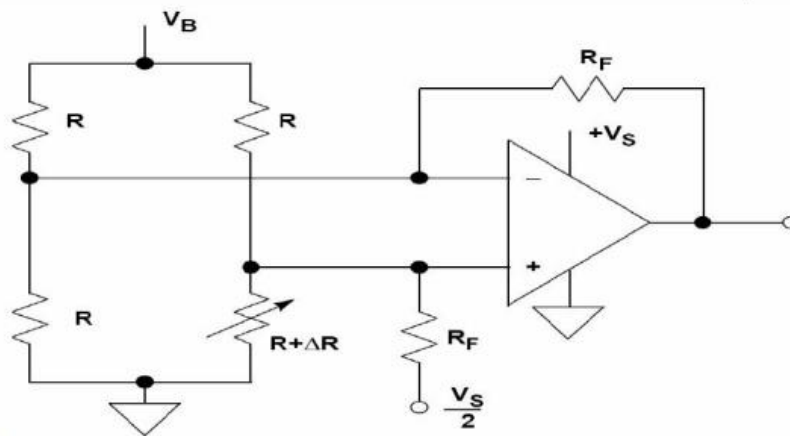
- Mạch đo sử dụng nguồn dòng



Hình 1.4 Mạch đo sử dụng nguồn dòng

RTD được mắc nối tiếp với một nguồn dòng chuẩn,  $V_{out} = I.R = I.(R+\Delta R)$  cũng tuyến tính với nhiệt độ đo được. Từ tín hiệu điện áp thu được ta có thể đưa ra các bộ chuyển đổi để hiển thị giá trị nhiệt độ đo được.

- Mạch đo có dạng mạch cầu.



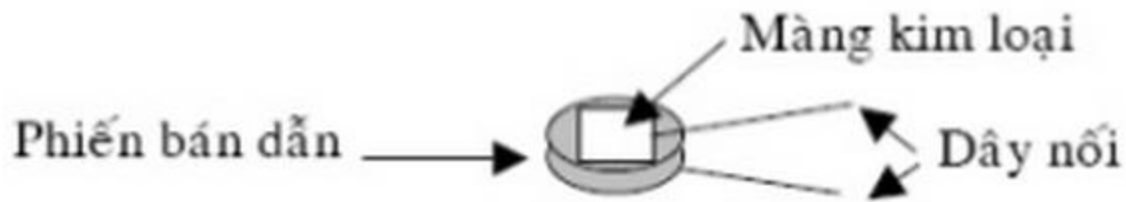
Hình 1.5 Mạch đo có dạng mạch cầu

RTD được mắc vào một mạch cầu như hình vẽ trên. Khi ở  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta R = 0$  mạch cầu cân bằng.

### 1.1.2 Nhiệt điện trở bán dẫn

#### a. Cấu tạo

Nhiệt điện trở bán dẫn được làm từ hỗn hợp oxit kim loại: mangan, cô-ban,...



Hình 1.6 Cấu tạo nhiệt điện trở bán dẫn

*b. Đặc điểm*

Nhiệt điện trở bán dẫn được chế tạo như những linh kiện điện tử, vì vậy giá trị của nó ở tại một nhiệt độ xác định không chính xác.

Quan hệ giữa điện trở và nhiệt độ không tuyến tính và không đồng đều giữa các nhiệt điện trở với nhau.

Quan hệ giữa điện trở và nhiệt độ

$$R = R_0 \cdot e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

- $R_0$ : điện trở tại nhiệt độ chuẩn  $T_0$  (Kelvin).
- $R$ : điện trở tại nhiệt độ đo  $T$  (K).
- $\beta$ : hằng số thực nghiệm phụ thuộc vào vật liệu chế tạo cảm biến có giá trị trong khoảng 3000-4400K.

Hệ số nhiệt độ:

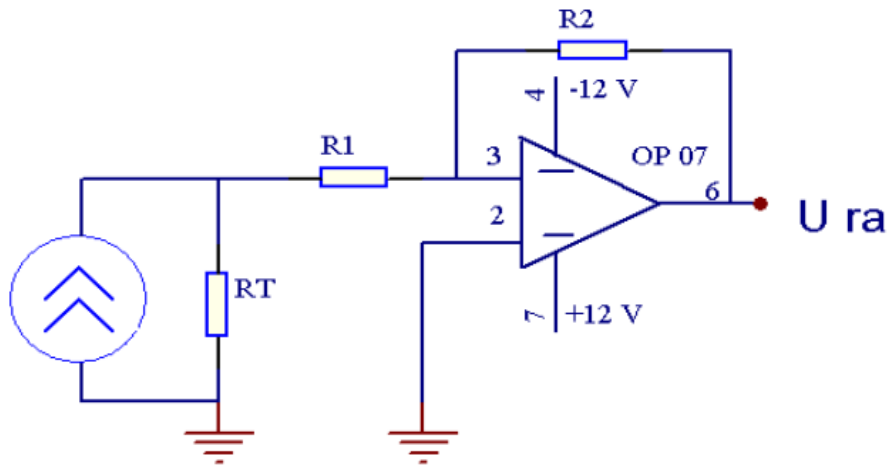
$$\alpha = \frac{dR/dT}{R} = \frac{\beta}{T^2}$$

Giả thiết nếu  $\beta=4000K$ ,  $T=298K$ ,  $\alpha=-0.045 K^{-1}$

Hệ số nhiệt độ nhiệt điện trở bán dẫn có giá trị âm, có độ lớn gấp 6 đến 10 lần nhiệt điện trở kim loại vì thế được song trong các mạch khống chế nhiệt độ, hoặc đo nhiệt độ trong phạm vi nhỏ.

*c. Mạch đo*





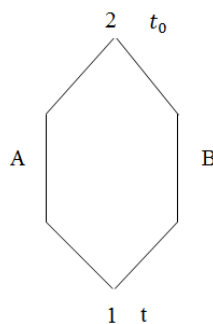
Hình 1.7 Mạch đo với nhiệt điện trở bán dẫn

$$U_R = U_{Rt} \frac{R_2}{R_1} = I.R_t \frac{R_2}{R_1}$$

## 1.2 Cặp nhiệt ngẫu

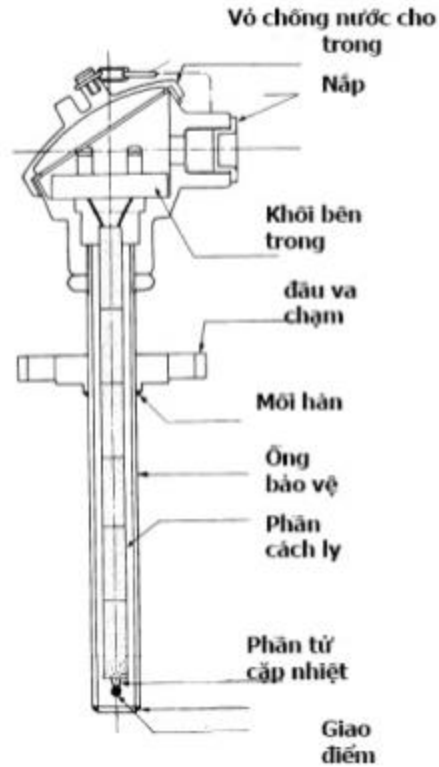
a. Cấu tạo:

Cặp nhiệt điện có cấu tạo gồm hai dây kim loại khác nhau được nối với nhau bởi hai mối hàn có dạng như hình vẽ:



Hình 1.8 Cấu tạo đơn giản cặp nhiệt điện

Cũng như RTD, cảm biến nhiệt loại cặp nhiệt ngẫu được sử dụng nhiều trong công nghiệp dưới dạng can nhiệt.



Hình 1.9 Cấu tạo cặp nhiệt ngẫu

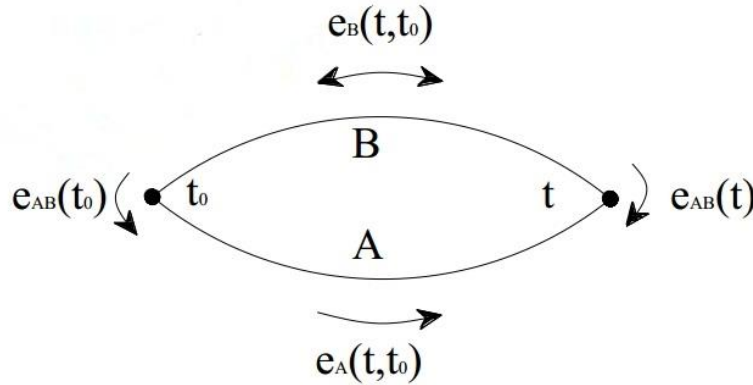
*b. Nguyên lí làm việc*

Cặp nhiệt điện là cảm biến đo nhiệt độ, chuyển tín hiệu nhiệt độ sang tín hiệu điện áp dựa trên hiện tượng nhiệt điện. Hiện tượng này như sau: Nếu lấy hai dây dẫn có bản chất kim loại khác nhau nối chặt lại với nhau ở hai đầu rồi đốt nóng một đầu thì trong vòng dây sẽ xuất hiện dòng điện. Dòng điện này được gọi là dòng điện nhiệt. sự xuất hiện dòng nhiệt điện này có thể giải thích bằng hiện tượng khuếch tán điện tử tự do. Ở đây tồn tại hai hiện tượng: hiện tượng khuếch tán điện tử tự do giữa hai dây dẫn tại điểm tiếp xúc và hiện tượng khuếch tán điện tử trong mỗi dây dẫn khi có sự chênh lệch nhiệt độ ở hai đầu dây.

Khi hai dây dẫn khác nhau được gắn tiếp xúc với nhau, thì do hai dây có số lượng điện tử tự do khác nhau nên tại điểm tiếp xúc sẽ có sự khuếch tán điện tử tự do. Dây nào có điện tử tự do nhiều hơn thì số lượng tử tự do của nó khuếch tán sang dây kia sẽ nhiều hơn sự khuếch tán ngược lại, vì vậy bản 10ong nó sẽ thiếu điện tử tự do và mang điện tích dương. Phía bên dây còn lại sẽ thừa điện tử tự do nên mang điện tích âm. Như vậy tại điểm tiếp xúc sẽ xuất hiện sức điện động mà điện trường của nó chống lại sự khuếch tán điện tử từ dây có số lượng điện tử tự do nhiều hơn sang dây có ít hơn. Giá trị sức điện động tiếp xúc phụ thuộc vào bản chất của hai dây dẫn và nhiệt độ của điểm tiếp xúc. Nhiệt độ càng

tăng thì hoạt tính của các điện tử càng tăng, khả năng khuếch tán tăng lên, giá trị sức điện động tăng lên.

Nếu đốt nóng một đầu của dây dẫn thì hoạt tính của điện tử tự do ở đầu đốt nóng sẽ tăng lên vì vậy có dòng điện khuếch tán từ đầu nóng đến đầu lạnh làm cho đầu nóng thiếu điện tử tự do nên mang điện tích dương còn đầu lạnh thừa điện tử tự do nên mang điện tích âm. Giữa hai đầu của dây dẫn sẽ xuất hiện một sức điện động.



Hình 1.10 Mô tả sự hình thành sức điện động trong vòng dây a-b

Hình trên mô tả sự hình thành sức điện động trong vòng dây a-b với điều kiện số lượng điện tử tự do của dây a ( $n_a$ ) lớn hơn số lượng điện tử tự do của dây b ( $n_b$ ), đồng thời nhiệt độ của một đầu tiếp xúc là  $t$  và đầu kia là  $t_0$  và  $t > t_0$ . Theo định luật 11ong11hoff, sức điện động trong vòng dây được xác định là:

$$e = e_{AB}(t) - e_A(t, t_0) - e_{AB}(t_0) + e_B(t, t_0)$$

Sức điện động này đã sinh ra dòng điện chạy trong vòng dây. Trong thực tế giá trị  $e_A(t, t_0)$  và  $e_B(t, t_0)$  rất nhỏ so với  $e_{AB}(t)$  và  $e_{AB}(t_0)$  vì vậy công thức trên có thể chuyển sang dạng:

$$e = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0)$$

Thông qua cơ sở thực nghiệm:

$$E_T = K_T(t_1 - t_0)$$

- $K_T$ : hệ số hiệu ứng nhiệt điện.
- $t_1$ : nhiệt độ đầu nóng.
- $t_0$ : nhiệt độ đầu tự do.

Nếu giữ  $t_0$  không thay đổi và  $t_1$  phụ thuộc vào môi trường, thì ta có

$$E_T = K_T(t_1) - C$$

➤ C: hằng số

$E_T$ : phụ thuộc vào  $t_1$ ,  $t_0$  và cả vật liệu chế tạo nên các thanh kim loại.

Một số loại cặp nhiệt ngẫu thường 12ong:

Ký hiệu	Ký hiệu hình thức Dải đo và điện áp tương ứng	Vật liệu cấu thành	Đặc điểm cần lưu tâm
B	0-1700°C	PtRh 30 - PtRh 6	Dây dương là hợp kim 70%Pt, 30%Rh, dây âm là hợp kim 94%Pt, 6%Rh. Loại B bền hơn loại R, dải đo nhiệt độ đến 1800°C, còn các đặc tính khác giống như loại R.
R	0-538 °C 538-1500 °C	PtRh 13 – Pt +/-1,4% +/-0,25%	Dây dương là hợp kim 87% Pt, 13% Rh. Dây âm là Pt nguyên chất. Cặp này rất chính xác, bền với nhiệt và ổn định. Không nên dùng ở những môi trường có hơi kim loại.
S	0-600 °C 600-1600 °C	PtRh 10 – Pt +/-2,5% +/-0,4%	Dây dương là hợp kim 90%Pt, 10%Rh, dây âm là Pt nguyên chất. Các đặc tính khác tương tự loại R.
K	CA -270 - 1250 °C -5,35 – 50 mV	Cromel-Alumel 0-400 °C là +/-3% 400-1250 °C là +/- 0,75%	Dây dương là hợp kim chủ yếu của Ni và Cr. Dây âm là hợp kim chủ yếu Ni. Loại K này được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp, bền với môi trường oxy hóa. Không được sử dụng trong môi trường có CO, SO <sub>2</sub> hay H <sub>2</sub> S.
E	CRC -270 – 870 °C -9,8 – 66 mV	Cromel-Constantan 0-400 °C là +/-3% 400-870 °C là +/- 0,75%	Dây dương như loại K. Dây âm như loại J. Có sức điện động nhiệt cao và thường dùng trong môi trường acid.

*Bảng 1.2 Bảng một số cặp nhiệt điện thông dụng.*

### c. Mạch đo

Do sức điện động cảm biến nhỏ lại có đầu tự do chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ nên cần có mạch bù nhiệt độ đầu tự do.

## 1.3 Hỏa quang kế

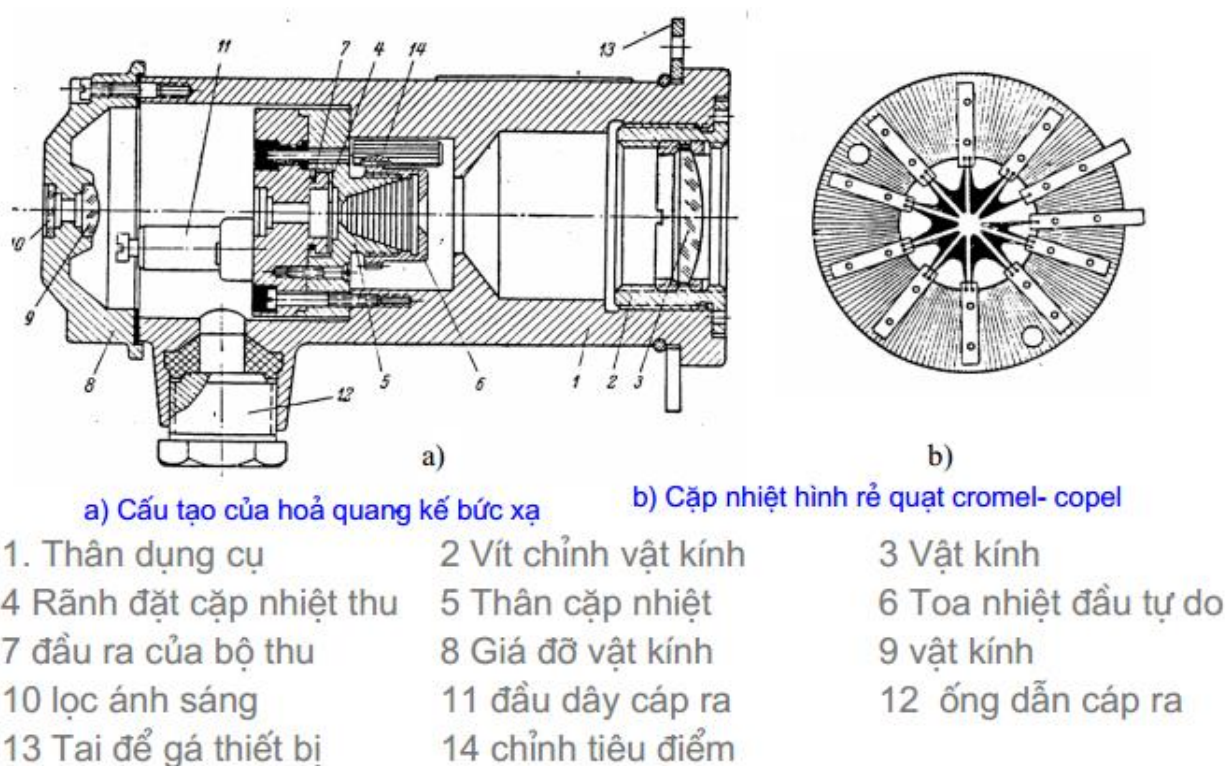
Đo nhiệt độ không tiếp xúc dải nhiệt độ cao, từ 1600 °C.

Mật độ phổ năng lượng phát xạ theo bước sóng của vật đen lý tưởng khi bị đốt nóng.

$$E_{\lambda} = C_1 \lambda^{-5} \frac{1}{e^{C_2/\lambda T} - 1}$$

- $\lambda$ : bước sóng
- $T$ : nhiệt độ tuyệt đối
- $C_1 = 37,03 \cdot 10^{-17} \text{ Jm}^2/\text{sc}$
- $C_2 = 1,432 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{\circ}\text{C}$

### 1.3.1 Hỏa quang kế bức xạ



Hình 1.11 Cấu tạo hỏa quang kế

Cấu tạo hỏa quang kế có một ống ngắm gồm vật kính 3 để tập trung ánh sáng vào một bộ thu bằng pin nhiệt điện bố trí hình rẽ quạt. Bộ pin này được bố trí ở tiêu cự của vật kính. Thị kính 9 dùng để ngắm và điều chỉnh cho tiêu cự vật kính ở ngay tâm của bộ pin. Đầu mối hàn nóng được đặt ở tâm bộ pin, đầu lạnh nối với đĩa tỏa nhiệt. Tùy theo năng

lượng bức xạ  $E_T$  mà năng lượng tập trung ở tiêu cự cao hay thấp sinh ra sức điện động  $e_T$  của cặp nhiệt điện.

$$E_{\lambda} = C_1 \lambda^{-5} \frac{1}{e^{C_2/\lambda T} - 1}$$

Lấy tích phân theo  $\lambda$  có năng lượng toàn phần của vật đen đốt nóng trong đơn vị thời gian:

$$E_T = K_T \sigma T^4$$

➤  $\sigma = 4,96.10^{-2} J/m^2 C^4$

Năng lượng này được tỏa ra thành sóng điện từ. Sóng điện từ này được tập trung vào những cảm biến thu năng lượng kiểu nhiệt ngẫu hay nhiệt điện trở.

### 1.3.2 Quang học hồng ngoại IR



Hình 1.12 Thiết bị đo nhiệt độ bằng hồng ngoại

Năng lượng bức xạ:

$$E_T = K_T \cdot E_{bx} = K_T \sigma T^4$$

## 1.4 Phân tích bài toán và lựa chọn thiết bị

Với yêu cầu bài toán là đo nhiệt độ và từ các phân tích của các phương pháp nêu trên, chúng em đi đến lựa chọn giải pháp đo nhiệt độ sử dụng cảm biến PT100. Đây là cảm biến nhiệt độ rất phổ biến, dễ mua, giá thành hợp lý, độ chính xác cao. Để có thể tính toán giá trị đo từ PT100, chúng em sẽ lựa chọn một bộ vi xử lý đáp ứng được các yêu cầu đặt ra như dễ tìm kiếm, dễ sử dụng, giá thành hợp lý, độ tin cậy ở mức chấp nhận được, quen thuộc với sinh viên có thể kể đến là PIC, 8051, AVR. Tuy nhiên với bài toán này, chúng em sẽ lựa chọn vi điều khiển at89s52 của dòng VDK 8051 do nó đáp ứng được đủ các yêu cầu đã đề ra của nhóm. Vì sử dụng vi điều khiển 8051 nên chúng em sẽ lựa chọn thêm một bộ ADC và tính toán sử dụng thêm khuếch đại thuật toán để kết hợp với PT100 giúp cho việc đọc tín hiệu từ cảm biến tốt hơn.

Qua thống nhất chúng em đã quyết định lựa chọn:

- Cảm biến RTD PT100
- Vi điều khiển AT89S52
- ADC 0804 8 bit
- Khuếch đại LM324
- Hiển thị LCD
- Ngoài ra còn sử dụng thêm module UART để hỗ trợ truyền thông nối tiếp với máy tính.
- Ngôn ngữ lập trình C.
- Chương trình mô phỏng Proteus
- Vẽ mạch in bằng ARES.

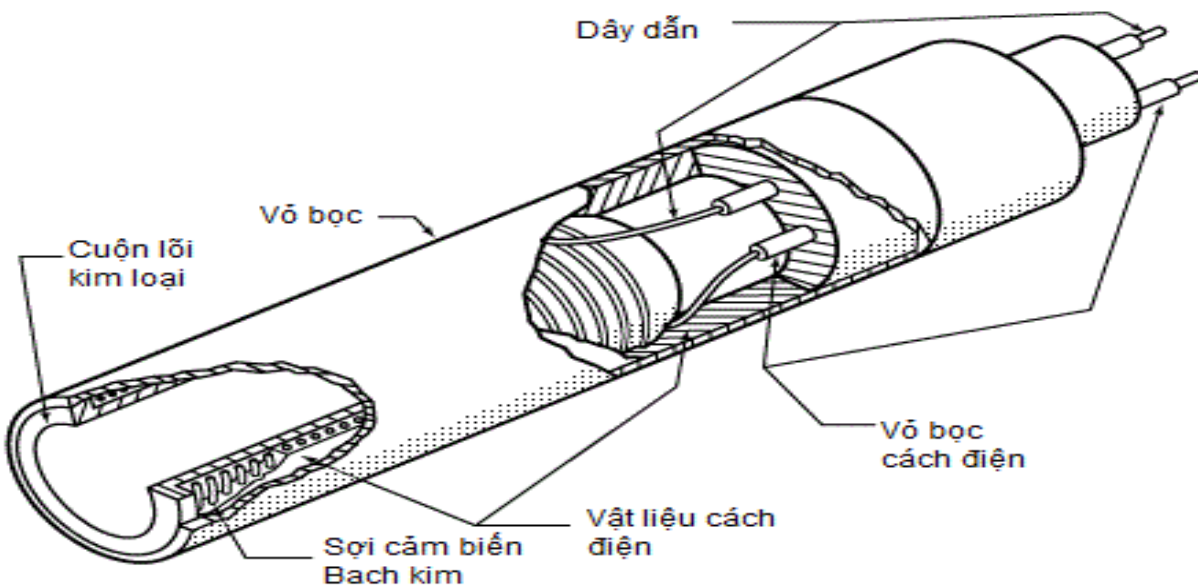
## CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN PT100, 8051, ADC, RS232

### 2.1 Tổng quan về pt100

#### 2.1.1 Khái quát về pt100

Pt (Platinum resistance thermometers) có nghĩa là nhiệt điện trở bạch kim. Vì Bạch kim có tính chất thay đổi điện trở theo nhiệt độ tốt hơn các loại kim loại khác nên chúng được sử dụng rộng rãi trong các nhiệt điện trở. Pt100 là một đầu dò cảm biến nhiệt bên trong có các lõi được làm bằng Bạch kim. Bên ngoài có bọc một số lớp bảo vệ cho phần lõi bên trong nhưng vẫn truyền nhiệt tốt cho phần lõi.

#### 2.1.2 Cấu tạo của Pt100



Hình 2.1 Cấu tạo của đầu cảm biến nhiệt độ PT100

Cấu tạo của PT100 không phải hoàn toàn bằng Bạch kim. Việc chế tạo bằng Bạch kim là khá tốn kém cho một thiết bị đo thông dụng. Vì thế chỉ có thành phần cảm biến nhiệt mới thật sự là Bạch kim. Nhằm giảm thiểu chi phí sản xuất các thành phần khác của Pt-100 có thể được làm bằng thép không gỉ, đồng, chất bán dẫn, tấm thủy tinh siêu mỏng...

#### 2.1.3 Nguyên lý hoạt động của Pt100

Nguyên lý hoạt động của PT100 đơn giản dựa trên mối quan hệ mật thiết giữa kim loại và nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng, điện trở của kim loại cũng tăng. Bạch kim cũng tương tự như vậy. Theo tiêu chuẩn thì khi nhiệt độ là  $0^{\circ}\text{C}$  điện trở của PT100 sẽ là  $100\Omega$ .



### 2.1.4 Đặc điểm của Pt100

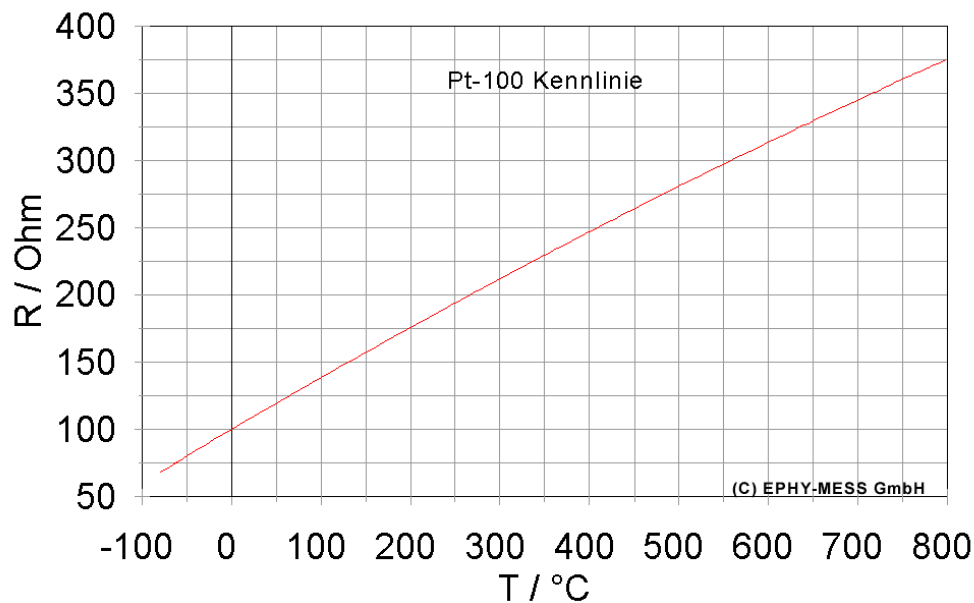
Giá trị điện trở của PT100 được tính theo công thức:

$$R_T = R_0 \cdot (1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma(t-100)t^3)$$

- $\alpha = 3,9083 \cdot 10^{-3}$
- $\beta = -5,775 \cdot 10^{-7}$
- $\gamma = -4,183 \cdot 10^{-12}$

PT100 được sử dụng rộng rãi trong thực tế bởi các lí do sau:

- Có thể chế tạo với độ tinh khiết rất cao (99,99%) do đó tăng độ chính xác của các tính chất điện.
- Có tính trơ về mặt hoá học và tính ổn định cấu trúc tinh thể cao do đó đảm bảo tính ổn định cao về các đặc tính dẫn điện trong quá trình sử dụng.
- Hệ số nhiệt điện trở ở 0°C bằng  $3,9 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ .
- Điện trở ở 100°C lớn gấp 1,385 lần so với ở 0°C.
- Dải nhiệt độ làm việc khá rộng từ  $-200^\circ\text{C} \div 1000^\circ\text{C}$ .
- Có quan hệ điện trở và nhiệt độ gần như tuyến tính và hệ số tăng nhiệt độ của điện trở đủ lớn để cho việc lấy kết quả đo dễ dàng.



Hình 2.2 Độ tuyến tính của điện trở Bạch kim theo nhiệt độ

Std. °C	Pt100	JPt100	Std. °C	Pt100	JPt100	Std. °C	Pt100	JPt100	Std. °C	Pt100	JPt100	Std. °C	Pt100
-200	18.52	17.14	0	100	100	200	175.86	177.13	400	247.09	249.56	600	313.71
-190	22.83	21.46	10	103.9	103.97	210	179.53	180.86	410	250.53	253.06	610	316.92
-180	27.1	25.8	20	107.79	107.93	220	183.19	184.58	420	253.96	256.55	620	320.12
-170	31.34	30.12	30	111.67	111.88	230	186.84	188.29	430	257.38	260.02	630	323.3
-160	35.54	34.42	40	115.54	115.81	240	190.47	191.99	440	260.78	263.49	640	326.48
-150	39.72	38.68	50	119.4	119.73	250	194.1	195.67	450	264.18	266.94	650	329.64
-140	43.88	42.91	60	123.24	123.64	260	197.71	199.35	460	267.56	270.38	660	332.79
-130	48	47.11	70	127.08	127.54	270	201.31	203.01	470	270.93	273.8		
-120	52.11	51.29	80	130.9	131.42	280	204.9	206.66	480	274.29	277.22		
-110	56.19	55.44	90	134.71	135.3	290	208.48	210.3	490	277.64	280.63		
-100	60.26	59.57	100	138.51	139.16	300	212.05	213.93	500	280.98	284.02		
-90	64.3	63.68	110	142.29	143.01	310	215.61	217.54	510	284.3	287.4		
-80	68.33	67.77	120	146.07	146.85	320	219.15	221.15	520	287.62			
-70	72.33	71.85	130	149.83	150.67	330	222.68	224.74	530	290.92			
-60	76.33	75.91	140	153.58	154.49	340	226.21	228.32	540	294.21			
-50	80.31	79.96	150	157.33	158.29	350	229.72	231.89	550	297.49			
-40	84.27	83.99	160	161.05	162.08	360	233.21	235.45	560	300.75			
-30	88.22	88.01	170	164.77	165.86	370	236.7	238.99	570	304.01			
-20	92.16	92.02	180	168.48	169.63	380	240.18	242.53	580	307.25			
-10	96.09	96.02	190	172.17	173.38	390	243.64	246.05	590	310.49			

*Bảng 2.1 Bảng thông số Điện trở PT100 theo nhiệt độ*

Ta có thể thấy điện trở pt100 thay đổi khoảng 4 ohm khi nhiệt độ thay đổi 10 độ. Ta có thể xấp xỉ điện trở tuyến tính theo nhiệt độ trên từng khoảng để đo chính xác được nhiệt độ.

Cảm biến nhiệt độ PT100 được sử dụng trong bài là cảm biến PT100 loại 3 dây. Sai số +/- 1 độ C. Với dải đo từ -50 -> 450 độ C (theo datasheet của nhà sx).

## 2.2 Giới thiệu VĐK AT89S52

### 2.2.1 Cấu tạo MCS-51

MCS-51 là họ IC vi điều khiển do hãng Intel sản xuất. Các IC tiêu biểu cho họ là 8031, 8051, 8951... Những đặc điểm chính và nguyên tắt hoạt động của các bộ vi điều khiển này khác nhau không nhiều. Khi đã sử dụng thành thạo một loại vi điều khiển thì ta có thể nhanh chóng vận dụng kinh nghiệm để làm quen và làm chủ các ứng dụng của một bộ vi điều khiển khác. Vì vậy để có những hiểu biết cụ thể về các bộ vi điều khiển cũng như để phục vụ cho đề tài này ta bắt đầu tìm hiểu một bộ vi điều khiển thông dụng nhất, đó là họ MCS-51 và nếu như họ MCS-51 là họ điển hình thì AT89S52 lại chính là đại diện tiêu biểu.

AT89S52 là dòng VĐK phổ biến do hãng Atmel chế tạo. Đây là bản nâng cấp của AT89C52 với nhiều cải tiến mới. Trong đó tiêu biểu là chế độ nạp nối tiếp rất dễ dàng.

AT89S52 là VĐK dựa trên họ VĐK MCS-51 của Intel sản xuất, Song có nhiều cải tiến đáng kể. Cụ thể các đặc điểm của AT89S52 được tóm tắt như sau :

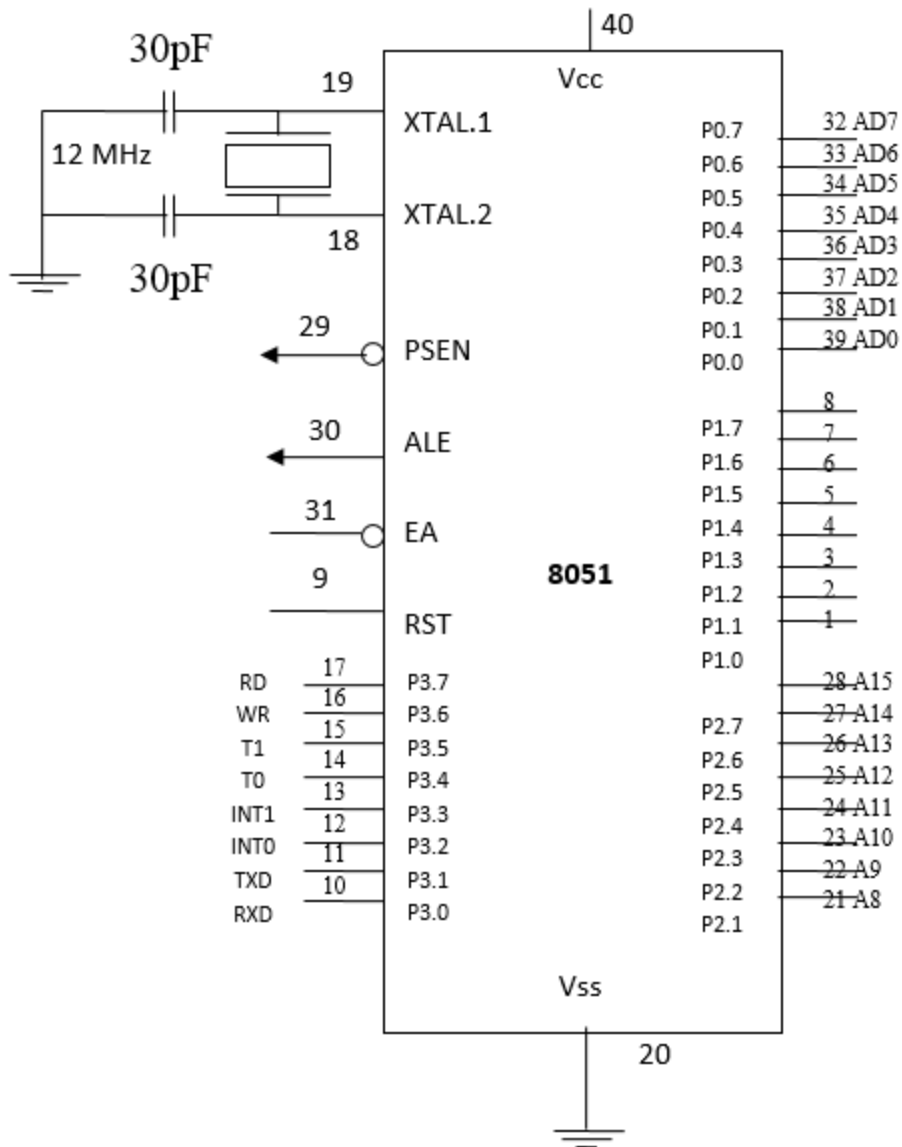
- 8 KB ROM bên trong.(4K với 8051)
- 256 Byte RAM nội.(128 với 8051)
- 4 Port xuất /nhập I/O 8 bit.
- Giao tiếp nối tiếp.
- 64 KB vùng nhớ mã ngoài (External ROM)
- 64 KB vùng nhớ dữ liệu ngoài. (External RAM)
- Xử lý Boolean (hoạt động trên bit đơn).
- 3 Bộ định thời Timer/Couter (2 đối với 8051)
- 2 Bộ ngắt ngoài
- Tần số hoạt động 0-24mhz

	8051	8052	80C320	E5
Clocks per instruction cycle (fewer is better)	12	12	4	4
Timers	2	3	3	3 plus using CSL
Watchdog Timer	No	No	Yes	Yes
UARTs/serial ports	1	1	2	1 plus using CSL
Internal DATA RAM bytes	128	256	256	256
Internal XDATA RAM bytes	0	0	0	8K to 40K, depending on device
Maximum program size without external logic	64K	64K	64K	2M 16M with effort
Wait-state support	No	No	Some capability with variable-speed MOVX instruction	Yes
DMA channels	0	0	0	2
Maximum PIO port pins	32	32	16	Up to 150, depending on package
Debug without emulator	No	No	No	Yes, uses embedded JTAG port
Number of interrupts	Fixed	Fixed	Fixed	Expandable via CSL

*Bảng 2.2 Sự khác nhau của các IC trong họ MCS-51*

### 2.2.2 Cấu trúc VĐK 8051, chức năng từng chân

Cấu trúc từng chân của VĐK 8051(AT89S52 hoàn toàn tương tự)



*Hình 2.3 Cấu trúc từng chân VDK 8051*

Gồm 40 chân. Chức năng hoạt động của từng chân (pin) được tóm tắt như sau:

- Từ chân 1÷ 8 Port 1 (P1.0, . . . , P1.7) dùng làm Port xuất nhập I/O để giao tiếp bên ngoài.
- Chân 9 (RST) là chân để RESET cho 8051. Bình thường các chân này ở mức thấp. Khi ta đưa tín hiệu này lên cao (tối thiểu 2 chu kỳ máy). Thì những thanh ghi nội của 8051 được LOAD những giá trị thích hợp để khởi động lại hệ thống.
- Từ chân 10÷17 là Port3 (P3.0, P3.1, . . . , P3.7) dùng vào hai mục đích : dùng là Port xuất / nhập I/O hoặc mỗi chân giữ một chức năng cá biệt được tóm tắt sơ bộ như sau:

P3.0 (RXD) : Nhận dữ liệu từ Port nối tiếp.

P3.1 (TXD) : Phát dữ liệu từ Port nối tiếp.

P3.2 (INT0) : Ngắt 0 bên ngoài.

P3.3 (INT1) : Ngắt 1 từ bên ngoài.

P3.4 (T0) : Timer/Counter 0 nhập từ bên ngoài.

P3.5 (T1) : Timer/Counter 1 nhập từ bên ngoài.

P3.6 (WR) : Tín hiệu Strobe ghi dữ liệu lên bộ nhớ bên ngoài.

P3.7 (RD) : Tín hiệu Strobe đọc dữ liệu lên bộ nhớ bên ngoài.

- Các chân 18,19 (XTAL2 và XTAL1) được nối với bộ dao động thạch anh 12 MHz để tạo dao động trên CHIP. Hai tụ 30 pF được thêm vào để ổn định dao động.
- Chân 20 (Vss) nối đất ( $V_{ss} = 0$ ).
- Từ chân 21÷28 là Port 2 (P2.0, P2.1, . . . , P2.7) dùng vào hai mục đích: làm Port xuất/nhập I/O hoặc dùng làm byte cao của bus địa chỉ thì nó không còn tác dụng I/O nữa. Bởi vì ta muốn dùng EPROM và RAM ngoài nên phải sử dụng Port 2 làm byte cao bus địa chỉ.
- Chân 29 (PSEN) là tín hiệu điều khiển xuất ra của 8051, nó cho phép chọn bộ nhớ ngoài và được nối chung với chân của OE (Output Enable) của EPROM ngoài để cho phép đọc các byte của chương trình. Các xung tín hiệu PSEN hạ thấp trong suốt thời gian thi hành lệnh. Những mã nhị phân của chương trình được đọc từ EPROM đi qua bus dữ liệu và được chốt vào thanh ghi lệnh của 8051 bởi mã lệnh.
- Chân 30 (ALE : Address Latch Enable) là tín hiệu điều khiển xuất ra của 8051, nó cho phép phân kênh bus địa chỉ và bus dữ liệu của Port 0.
- Chân 31 (EA : External Access) được đưa xuống thấp cho phép chọn bộ nhớ mã ngoài đối với 8031.

Đối với 8051 thì :

EA = 5V : Chọn ROM nội.

EA = 0V : Chọn ROM ngoài.

EA = 21V : Lập trình EPROM nội.

- Các chân từ 32 đến 39 là Port 0 (P0.0, P0.1, . . . , P0.7) dùng cả hai mục đích: Vừa làm byte thấp cho bus địa chỉ, vừa làm bus dữ liệu, nếu vậy Port 0 không còn chức năng xuất nhập I/O nữa.
- Chân 40 (Vcc) được nối lên nguồn 5V.

### 2.2.3 Tổ chức bộ nhớ

Địa chỉ byte	Địa chỉ bit							
7F	RAM đa dụng							
30								
2F								
2E								
2D								
2C								
2B								
2A								
29								
28								
27								
26								
25								
24								
23								
22								
21								
20								
1F	Bank 3							
18								
17	Bank 2							
10								
0F	Bank 1							
08								
07	Bank thanh ghi 0							
00	(mặc định cho R0 -R7)							
RAM								

Địa chỉ byte	Địa chỉ bit								
FF									
F0	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
E0	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	PSW
B8	-	-	-	BC	BB	BA	B9	B8	IP
B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P.3
A8	AF			AC	AB	AA	A9	A8	IE
A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	P2
99	không được địa chỉ hoá bit								SBUF
98	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	SCON
90	97	96	95	94	93	92	91	90	P1
8D	không được địa chỉ hoá bit								TH1
8C	không được địa chỉ hoá bit								TH0
8B	không được địa chỉ hoá bit								TL1
8A	không được địa chỉ hoá bit								TL0
89	không được địa chỉ hoá bit								TMOD
88	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	TCON
87	không được địa chỉ hoá bit								PCON
83	không được địa chỉ hoá bit								DPH
82	không được địa chỉ hoá bit								DPL
81	không được địa chỉ hoá bit								SP
88	87	86	85	84	83	82	81	80	P0
CÁC THANH GHI CHỨC NĂNG ĐẶC BIỆT									

Hình 2.4 Tóm tắt bộ nhớ dữ liệu trên chip

- RAM mục đích chung

Trong bản đồ bộ nhớ trên, 80 byte từ địa chỉ 30H÷7FH là RAM mục đích chung. Kể cả 32byte phần dưới từ 00H÷2FH cũng có thể sử dụng giống như 80 byte ở trên, tuy nhiên 32 byte còn có mục đích khác sẽ đề cập sau.

Bất kỳ vị trí nào trong RAM mục đích chung cũng có thể được truy xuất tùy ý giống như việc sử dụng các mode để định địa chỉ trực tiếp hay gián tiếp. Ví dụ để đọc nội dung của RAM nội có địa chỉ 5FH vào thanh ghi tích lũy thì ta dùng lệnh : MOV A, 5FH.

RAM nội cũng được truy xuất bởi việc dùng địa chỉ gián tiếp qua R0 và R1. Hai lệnh sau đây sẽ tương đương lệnh trên :

```
MOV R0, #5FH
```

```
MOV A, @R0
```

Lệnh thứ nhất dùng sự định vị tức thời để đưa giá trị 5FH vào thanh ghi R0, lệnh thứ hai dùng sự định vị gián tiếp để đưa dữ liệu “đã được trỏ đến bởi R0” vào thanh ghi tích lũy A.

- RAM định vị

8051 chứa 210 vị trí có thể định vị bit, trong đó có 128 bit nằm ở các địa chỉ từ 20H÷2FH và phần còn lại là các thanh ghi chức năng đặc biệt.

- Các băng thanh ghi (Register Banks)

32 vị trí nhớ cuối cùng của bộ nhớ từ địa chỉ byte 00H÷1FH chứa các dãy thanh ghi. Tập hợp các lệnh của 8051 cung cấp 8 thanh ghi từ R0÷R7 ở địa chỉ 00H÷07H nếu máy tính mặc nhiên chọn để thực thi. Những lệnh tương đương dùng sự định vị trực tiếp. Những giá trị dữ liệu được dùng thường xuyên chắc chắn sẽ sử dụng một trong các thanh ghi này.

- Các thanh ghi chức năng đặc biệt (Special Function Register)

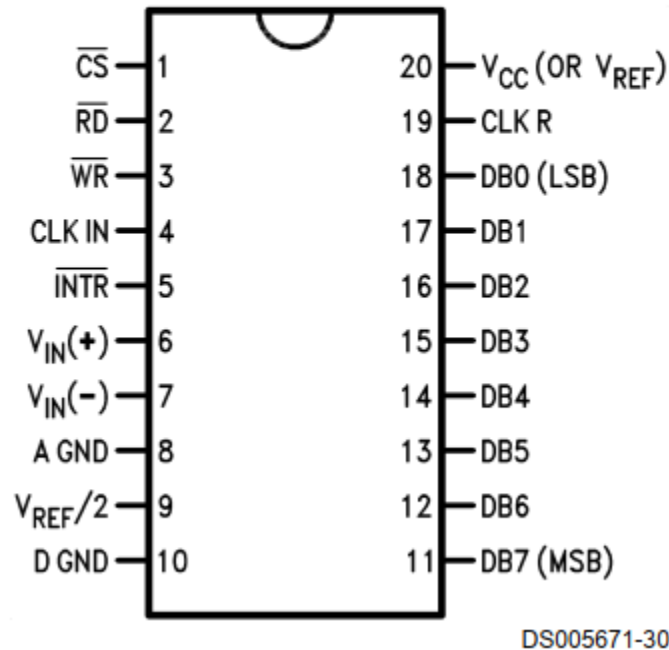
Có 21 thanh ghi chức năng đặc biệt SFR ở đỉnh của RAM nội từ địa chỉ các thanh ghi chức năng đặc biệt được định rõ, còn phần còn lại không định rõ.

Mặc dù thanh ghi A có thể truy xuất trực tiếp, nhưng hầu hết các thanh ghi chức năng đặc biệt được truy xuất bằng cách sử dụng sự định vị địa chỉ trực tiếp. Chú ý rằng vài thanh ghi SFR có cả bit định vị và byte định vị. Người thiết kế sẽ cẩn thận khi truy xuất bit mà không truy xuất byte.

## 2.3 Tổng quan về ADC 0804

ADC0804 là bộ chuyển đổi tương tự - số 8 Bit.

### ADC080X Dual-In-Line and Small Outline (SO) Packages



Hình 2.5 Sơ đồ chân ADC 0804

ADC chúng em sử dụng trong bài do hãng National Semiconductor sản xuất. Với thông số như sau.

- Chip cắm, 20 chân (DIP-20)
- Độ phân giải 8 bit
- Thời gian chuyển đổi 100  $\mu$ s
- Nguồn cung cấp: +5V, dòng tiêu thụ không quá 2.5mA
- Điện áp ngõ vào: 0-5V
- Khi muốn thay đổi điện áp tham chiếu, ta cấp điện áp tương ứng vào chân Vref/2
- Các chân khác của ADC0804 có chức năng như sau:
  - CS: Chân số 1, là chân chọn chip, đầu vào tích cực mức thấp được sử dụng để kích hoạt Chip ADC0804.
  - RD: Chân số 2, là chân nhận tín hiệu vào tích cực ở mức thấp. Khi



vi điều khiển muốn đọc dữ liệu từ ADC thì cấp xung vào chân này.

WR: Chân số 3, đây là chân vào tích cực mức thấp được dùng báo cho ADC biết để bắt đầu quá trình chuyển đổi. .

Ngắt INTR : Chân số 5, là chân ra tích cực mức thấp. Khi ADC chuyển đổi xong thì chân này xuống mức thấp. Kiểm tra chân này khi muốn đọc giá trị từ ADC

Vin (+) và Vin (-) : Chân số 6 và chân số 7, đây là 2 đầu vào tương tự vi sai. Khi dải điện áp vào từ 0v thì cấp chân số 7 xuống GND. Nếu dải điện áp lệch với 0v thì ta cấp điện áp tương ứng vào chân số 7

Vcc : Chân số 20, là chân nguồn nuôi +5V.

Vref/2 : Chân số 9, là chân điện áp đầu vào được dùng làm điện áp tham chiếu. nếu sử dụng Điện áp tham chiếu 5v thì ta bỏ k nối chân này

CLK IN và CLK R: CLK IN (chân số 4), là chân vào nối tới đồng hồ ngoài được sử dụng để tạo thời gian. Tuy nhiên ADC0804 cũng có một bộ tạo xung đồng hồ riêng. Để dùng đồng hồ riêng thì các chân CLK IN và CLK R (chân số 19) được nối với một tụ điện và một điện trở giá trị như sau: trở 10k. tụ 150pF

## 2.4 Module USB to COM

Đây là module cho phép vi điều khiển gửi tín hiệu từ cổng nối tiếp UART lên máy tính. Sử dụng chip PL2303HX chuyển đổi USB - UART dễ dàng kết nối với máy tính.



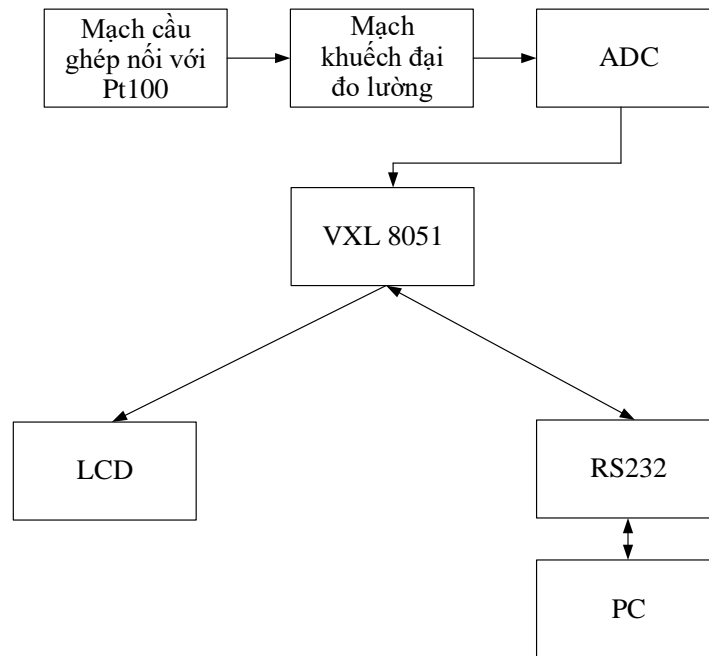
*Hình 2.6 Module USB to COM sử dụng chip PL2303HX*

Thông số kỹ thuật.

- Điện áp 5V cấp trực tiếp từ cổng USB.
- Ngõ ra dạng UART gồm 2 chân TX, RX.
- Với 3 led trên board: led báo nguồn, led RX, led TX.
- Tương thích tốt với win 7/8/10

## CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐO

### 3.1 Sơ đồ khối



Hình 3.1 Sơ đồ khối mạch đo nhiệt độ

Tín hiệu tương tự từ mạch khuếch đại đo lường sẽ được đưa vào ADC. Tại đây, ADC sẽ thực hiện việc chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số để đưa vào VXL. VXL có nhiệm vụ tính toán theo chương trình đã được định sẵn trước đó. Khi đã tính toán ra giá trị nhiệt độ, VXL đưa kết quả ra hiển thị trên hệ thống LCD. Để kết nối VXL với PC ta dùng truyền thông RS232.

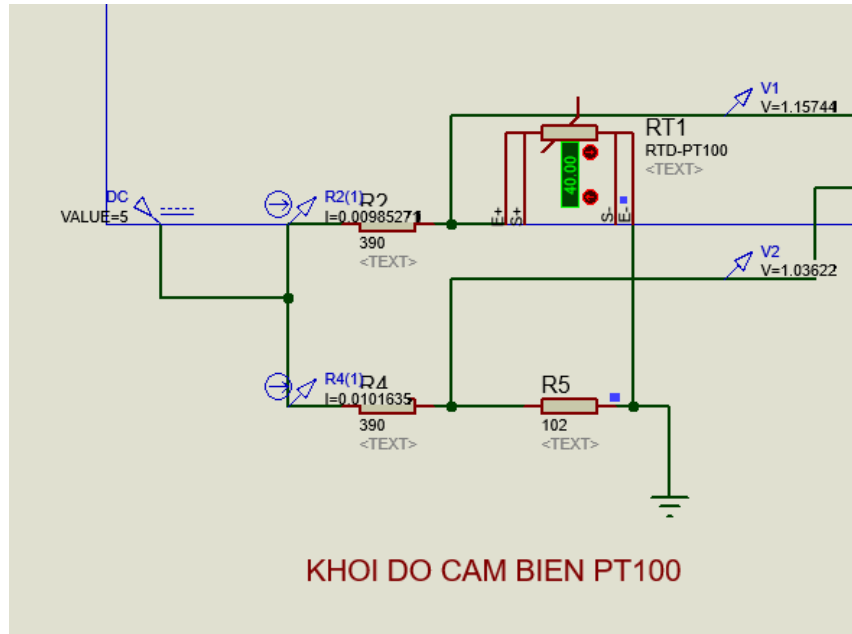
### 3.2 Tính toán và thiết kế

#### 3.2.1 Mạch đo cảm biến và khuếch đại

Khảo sát nhiệt độ cần đo thuộc dải từ 0 đến 100°C.

*a. Mạch đo*

Mạch cầu

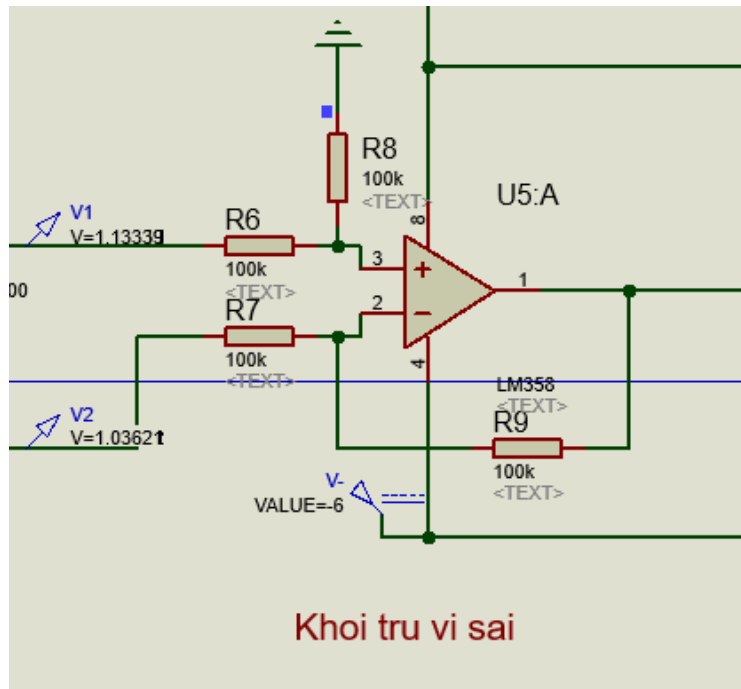


Hình 3.2 Mạch cầu Wheastone cho Pt100

Khi nhiệt độ  $t$  thay đổi,  $R_t$  cũng thay đổi từ mạch cầu ta sẽ tìm được:

- Độ lệch áp là 1 hàm theo độ thay đổi nhiệt độ (do so với  $0^\circ\text{C}$  nên chính là nhiệt độ cần đo). $\alpha$
- Sử dụng Pt100 loại 3 dây bù nhiệt độ, tại  $t = 0^\circ\text{C}$  thì Pt100 có  $R_0 = 100 \, \Omega$ . tại  $t = 100^\circ\text{C}$  thì Pt100 có  $R_{100} = 139.083 \, \Omega$
- Mạch cầu có các giá trị  $R_2 = R_4 = 390 \, \Omega$ ,  $R_5 = 102 \, \Omega$ , điện áp cấp 5V
- Dòng qua Pt100 ở  $0^\circ\text{C}$  là  $I_{Tmin} = \frac{5}{390+100} * 10^3 = 10.2(mA)$  và dòng qua PT100 ở  $100^\circ\text{C}$  là  $I_{Tmax} = \frac{5}{390+139.083} * 10^3 = 9.45(mA)$  . Dòng điện này đủ nhỏ để PT100 hoạt động ổn định và không chịu ảnh hưởng của việc tăng nhiệt độ do dòng chảy qua lớn.

Mạch khuếch đại vi sai (mạch trừ)



Hình 3.3 Khối khuếch đại vi sai

Mạch trừ giúp ta đặt được ngưỡng điện áp ra  $V_3$  trong khoảng từ  $0-V_{3_{max}}$

Các điện áp  $V_1$ ,  $V_2$  lần lượt qua khối khuếch đại vi sai như mạch đo.

Chọn:

$$R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = 100 \text{ k } \Omega$$

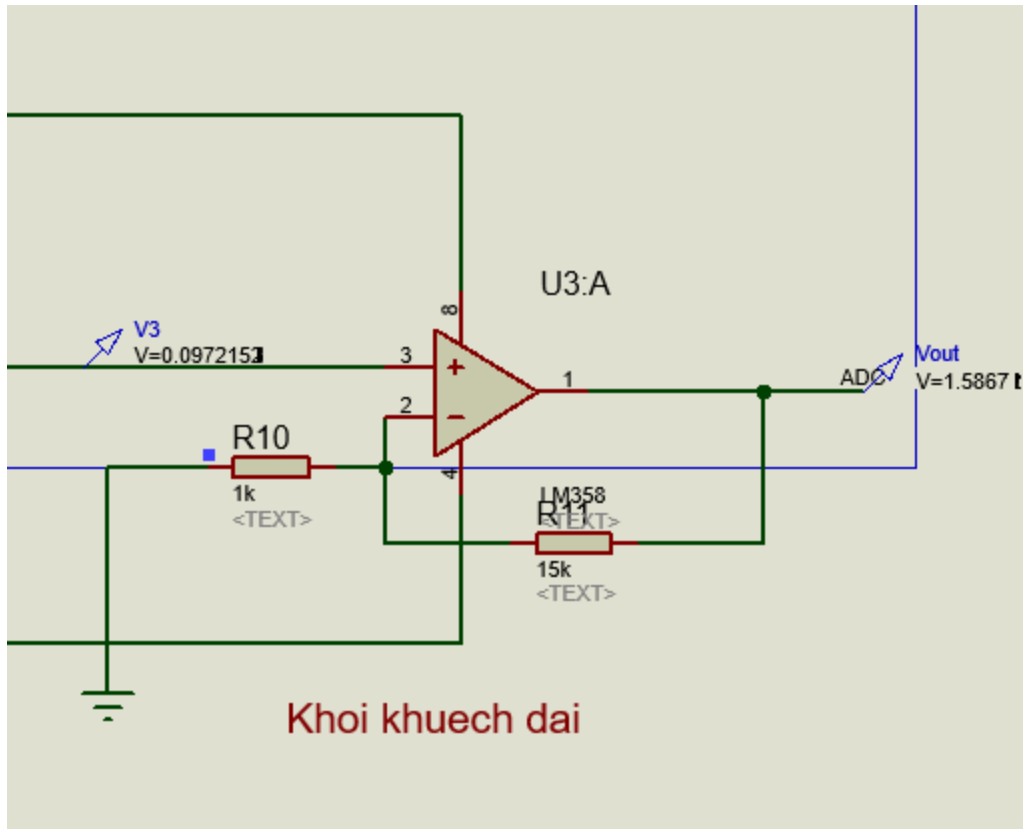
$$\text{Suy ra: } V_3 = V_1 - V_2$$

$$\text{Tại: } t = 0^\circ\text{C}, \quad V_3 = 0\text{V}$$

$$t = 100^\circ\text{C}, \quad V_3 = 0.293 \text{ V}$$

*b. Khối khuếch đại.*

Do điện áp qua khối trừ vi sai khá nhỏ ( $\sim 300 \text{ mV}$ ) do đó cần qua một tầng khuếch đại điện áp trước khi đưa vào ADC.



Hình 3.4 Khối khuếch đại

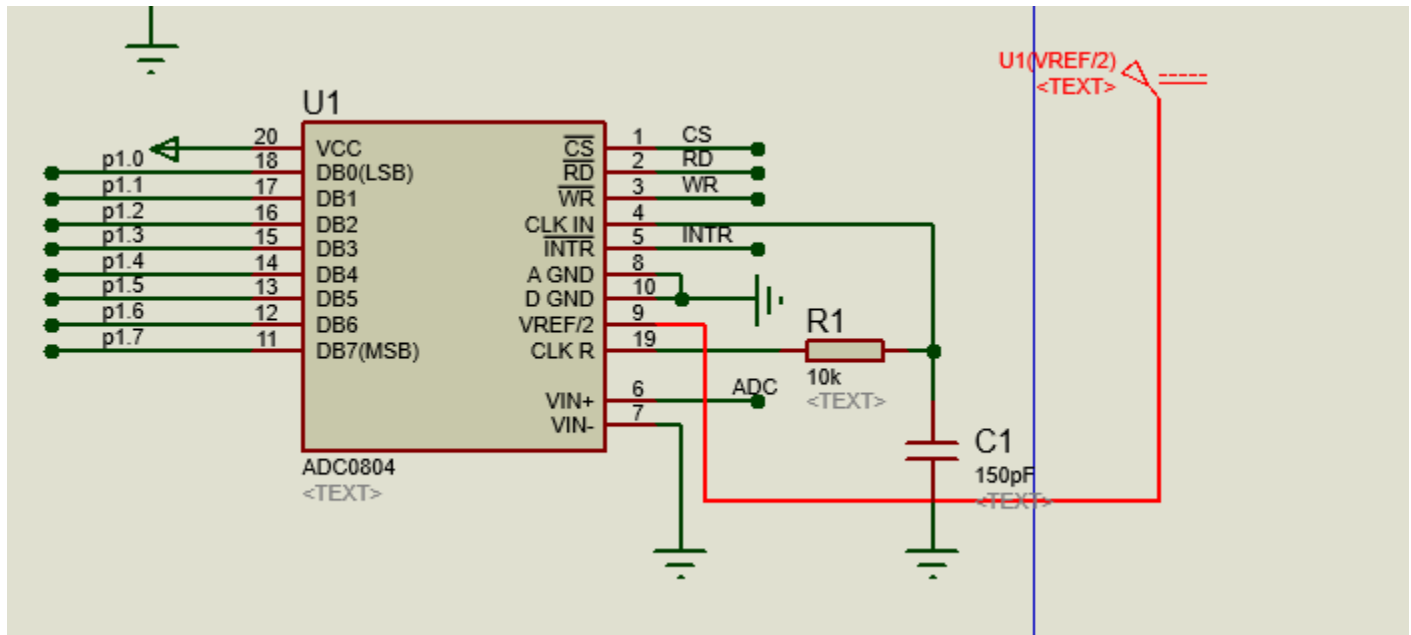
Sử dụng Op-Amp LM358 khi chạy mô phỏng. Thực tế để mạch đơn giản chúng em lựa chọn Opamp Lm324 do được tích hợp 4 bộ khuếch đại thuật toán trong 1 IC.

$$V_{out} = V_3 * \left( \frac{R_{11}}{R_{10}} + 1 \right) = 16 * V_3$$

$$\text{Tại } V_3 = 0.293V \Rightarrow V_{out} = 4.71V < 5V$$

Vậy ta chọn  $R_{11} = 15k$  và  $R_{10} = 1k$  là hợp lí.

### 3.2.2 Khối chuyển đổi tương tự - số



Hình 3.5 Khối chuyển đổi tương tự - số

ADC sử dụng là adc 8 bit 0804. Được cấp nguồn 5v cho phép chuyển đổi tín hiệu điện áp từ 0-4.71v tương ứng với giá trị đầu ra từ 0-255. Sử dụng điện trở  $R_1 = 10k$  và tụ gốm  $C_1 = 150pF$  để tạo xung clock cho ADC hoạt động. Các chân điều khiển CS, RD, WR, và INTR được nối lần lượt vào 4 chân vđk để điều khiển ADC hoạt động. Chân tín hiệu điện áp được cấp vào chân VIN+ như hình.

- Chân Vref/2 để tạo điện áp tham chiếu. trong bài toán này  $V_{ref} = 4.71 V \Rightarrow$  cấp vào chân Vref/2 điện áp 2.36V. Trong mạch thực tế chúng ta tạo ra điện áp tham chiếu này bằng cầu phân áp sử dụng biến trở tinh chỉnh.

- Dải đo ADC từ 0-4.71 V tương ứng với giá trị ADC đầu ra là 0-255  $\Rightarrow$  1 bậc ADC ứng với

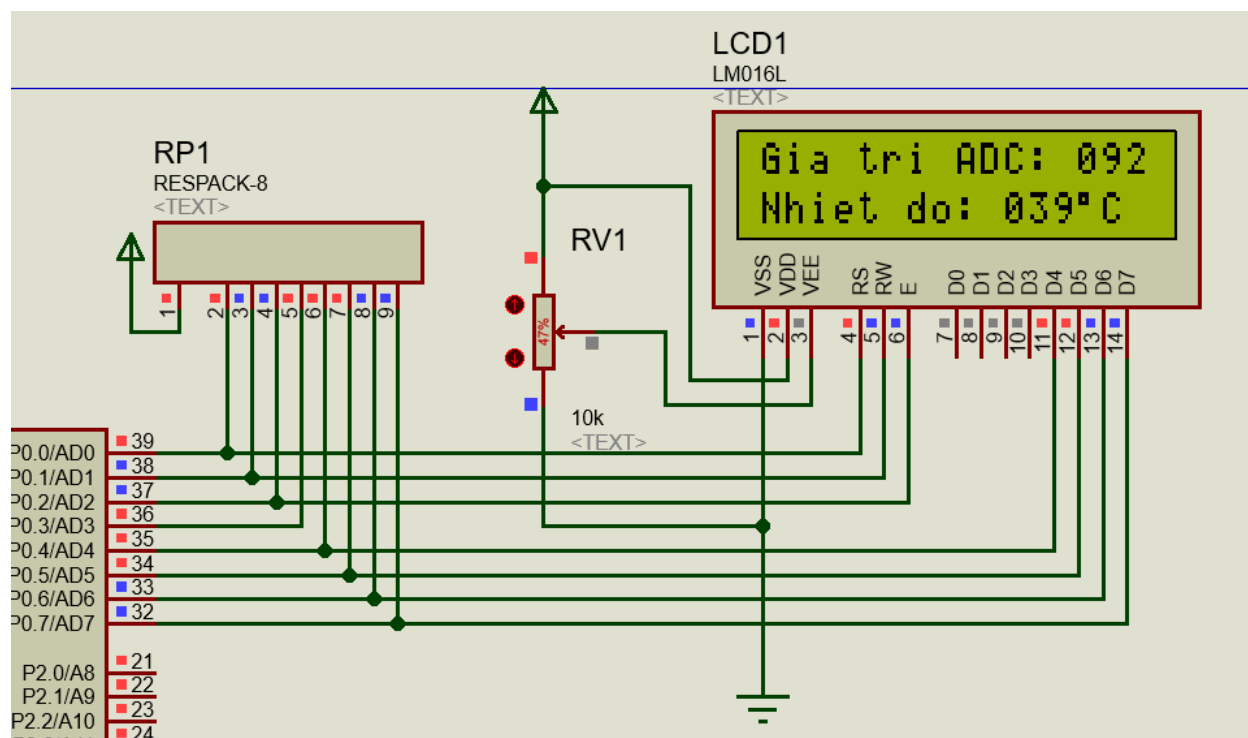
$$\frac{4.71}{255} = 18.5mV$$

- Dải đo từ 0-100 độ C. để giảm sai số chúng ta chia dải đo 0-100 thành 200 khoảng tương ứng với 0.5 độ C 1 khoảng, khi đó điện áp tương ứng cần để thay đổi 0.5 độ C là

$$\frac{4.71}{200} = 23.5mV < 18.5 \Rightarrow \text{tức là khi ADC nhảy 1 bậc nhiệt độ thay đổi 0.5 độ C.}$$

Do ADC sử dụng là 8 bit. Nên độ phân giải lớn, do đó sai số ở mức  $\pm 0.5$  độ C là chấp nhận được.

### 3.2.3 Khởi hiển thị LCD



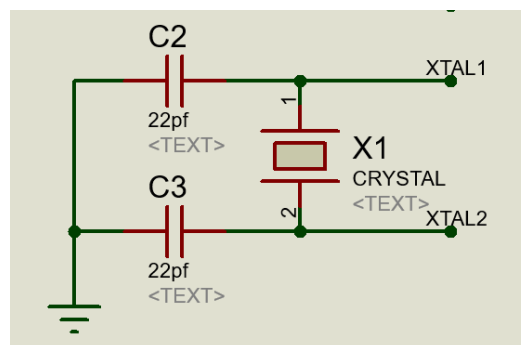
Hình 3.6 Khởi hiển thị LCD

Sử dụng LCD 16x2 (HD44780 controller) chế độ 4bit được mắc như hình. Trong đó chân VDD cấp nguồn 5v, chân VSS nối xuống GND. Chân VEE điều chỉnh độ tương phản phải được nối vào phân áp do 1 biến trở 10k đảm nhận. Các chân điều khiển RS, RW, E và chân dữ liệu D4 D5 D6 D7 được nối vào port 0. Sử dụng thêm điện trở kéo 10k để kéo lên nguồn xác định mức logic của port 0 ( thực tế cần có để LCD có thể hoạt động đúng).

### 3.2.4 Khởi vi điều khiển.

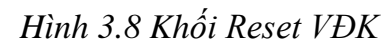
#### a. Khởi tạo dao động

Sử dụng thạch anh 11.0592Mhz tạo xung clock cho vđk. Sử dụng 2 tụ gốm 22pf hoặc 33pf để chống sốc và tăng độ chính xác khi hoạt động của thạch anh



Hình 3.7 Khởi tạo dao động

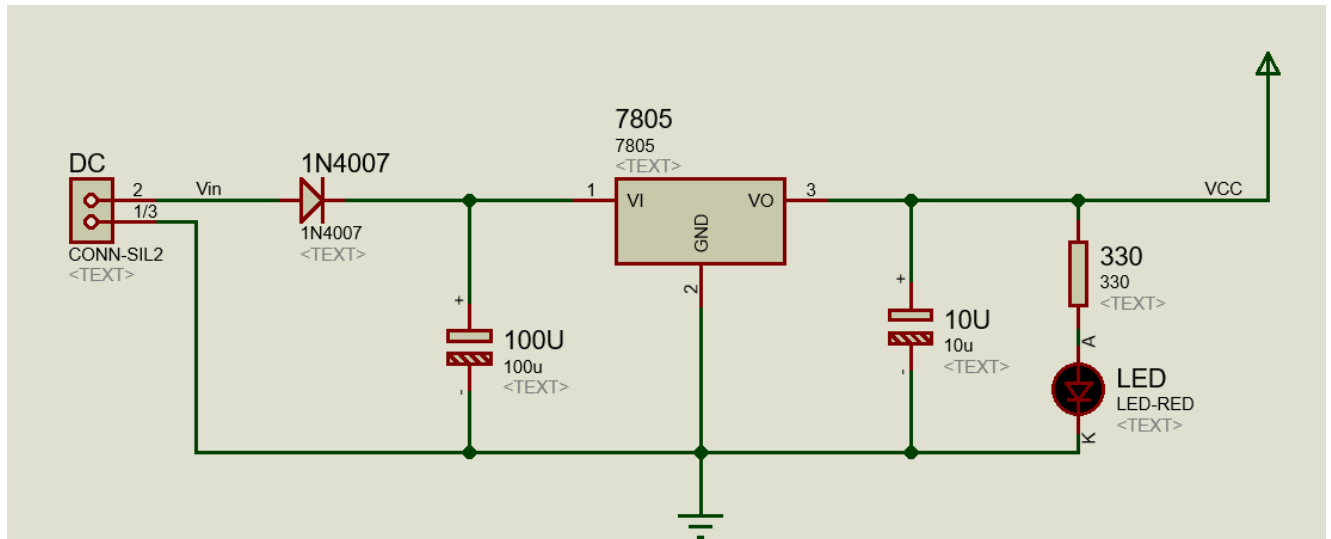
Sử dụng tụ hóa 10uf và điện trở 10k mắc như hình vẽ. Nút nhấn BTN có tác dụng reset mạch khi gặp lỗi. Tín hiệu RST được nối vào chân số 9 của vđk.



32



### 3.2.6 Khối tạo nguồn nuôi 5v.

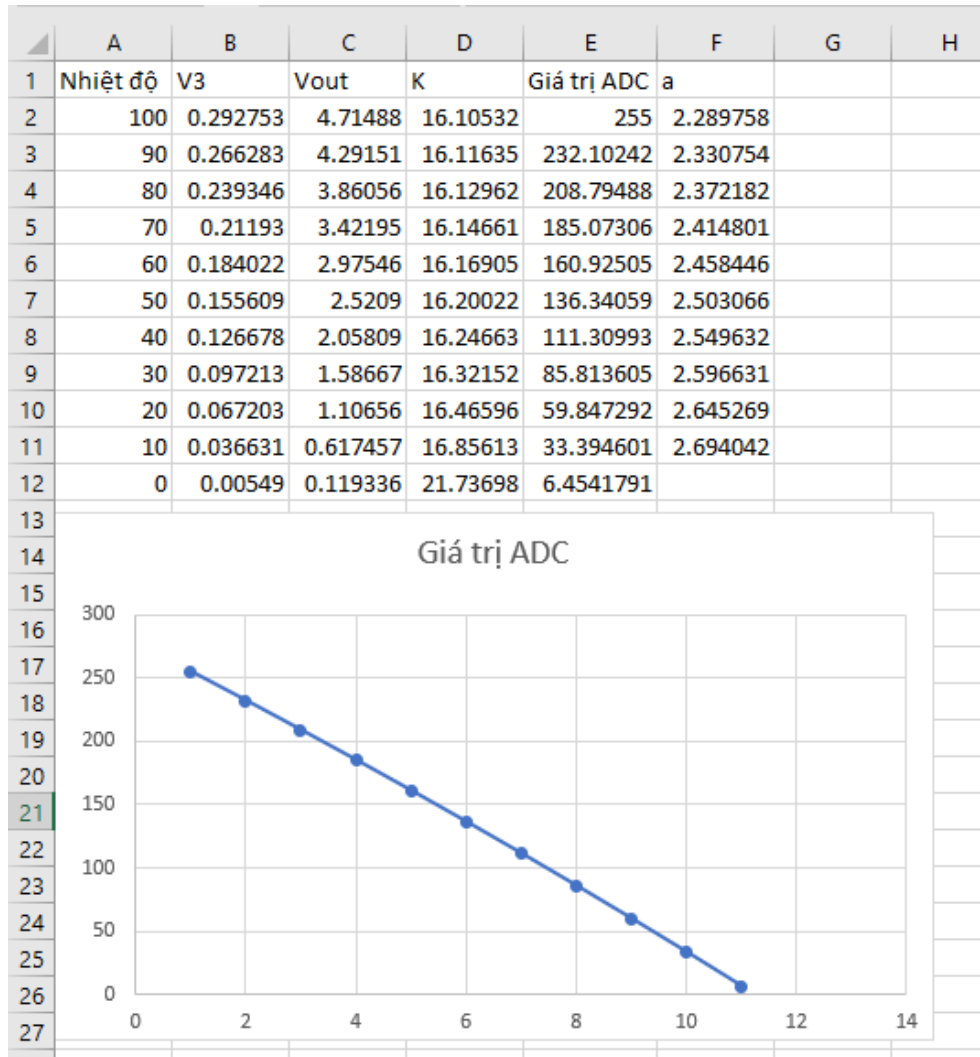


Hình 3.10 Sơ đồ khối cấp nguồn 5v

Vì tất cả các linh kiện đều hoạt động ở mức điện áp 5v nên em sẽ sử dụng IC ổn áp LM7805 để ổn định mức điện áp ra ở 5v. Sơ đồ nguyên lý được nối như hình trên trong đó điện áp vào Vin một chiều (9-12v) được đưa vào ic 7805 qua diod để bảo vệ khi chúng ta cấp ngược dòng điện và mạch vẫn an toàn. Led báo hiệu màu đỏ báo hiệu mạch đã được cấp nguồn. 2 tụ hóa ở đầu vào và ra giúp ổn định dòng điện và tăng chất lượng dòng ra.

### 3.3 Mô phỏng trên proteus.

Dựa vào mô phỏng và tính toán trên lý thuyết chúng em lập trình chương trình tính toán cho vi điều khiển. Từ đó lựa chọn linh kiện mạch thực tế, từ đó sẽ căn chỉnh các giá trị thực tế cho phù hợp.



*Bảng 3.1 Bảng giá trị điện áp ra và hệ số khuếch đại Opamp khi mô phỏng*

Ta thấy khi nhiệt độ càng nhỏ tương ứng với mức điện áp càng bé thì độ khuếch đại của Opamp càng lớn và càng xa với giá trị tính toán.

Trong khoảng từ 30-100 độ C, Opamp làm việc với độ khuếch đại ổn định sát với giá trị tính toán là 16. Do đó điện áp khi quy đổi từ giá trị ADC cx sai lệch ít hơn so với khi chúng ta tính toán trên lý thuyết.

Từ giá trị điện áp chúng em tính toán ra giá trị ADC. Trên thực tế giá trị ADC được làm tròn đến số nguyên lớn hơn gần nhất. Từ biểu đồ giá trị ADC ta thấy điện áp ra xấp xỉ tuyến tính với nhiệt độ. Khi nhiệt độ càng giảm thấp thì độ tuyến tính càng thấp. Đó là do điện áp thấp nên opamp khuếch đại không như chúng ta kì vọng. Do đó để tăng độ chính xác, chúng em sẽ chia dải nhiệt thành các khoảng nhỏ, trên các khoảng đó sử dụng xấp xỉ tuyến tính bằng phương pháp nội suy để tính được nhiệt độ một cách gần đúng nhất, hạn chế thấp nhất sai số của phép đo.

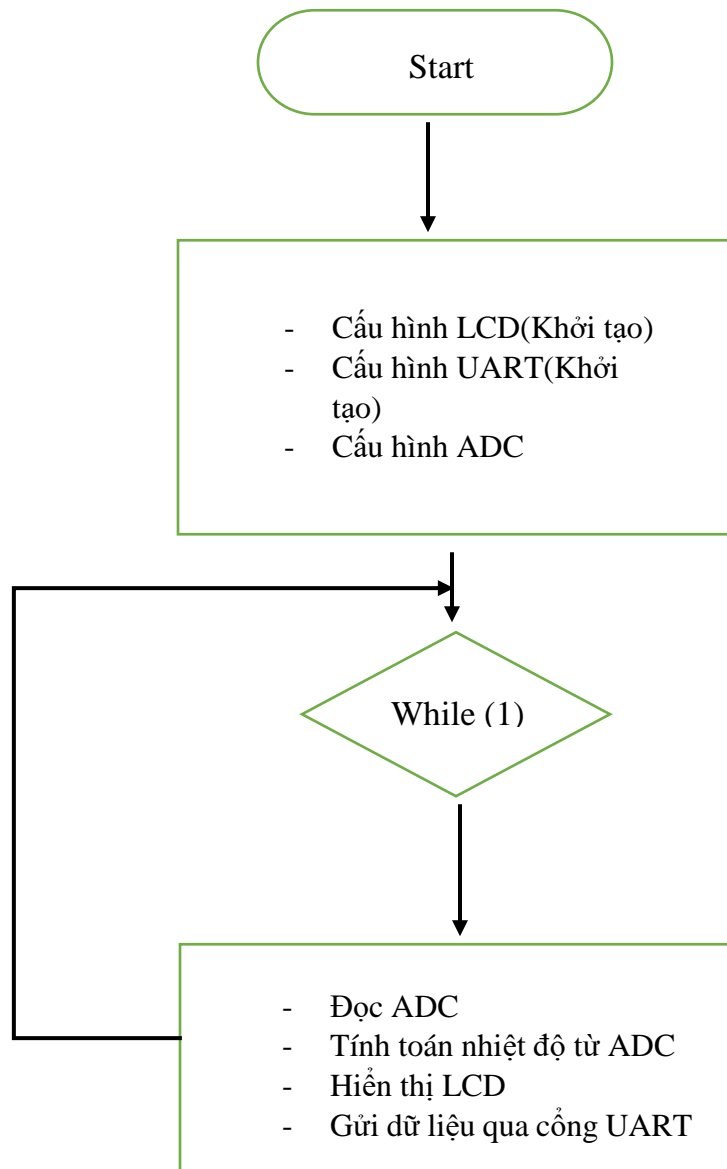
Do giá trị đọc được từ ADC là xấp xỉ tuyến tính theo nhiệt độ. Nên ta chia nhỏ khoảng nhiệt độ để từ giá trị ADC ta có thể xấp xỉ tuyến tính để tính được nhiệt độ bằng nội suy tuyến tính.

Ta có  $D \approx \frac{D(t_2)-D(t_1)}{t_2-t_1} \cdot (t - t_1) + D(t_1)$  là hàm tuyến tính của nhiệt độ  $t$  trên khoảng  $(t_1, t_2)$ . Đặt  $\frac{D(t_2)-D(t_1)}{t_2-t_1} = a$ . ta tính toán đc hệ số  $a$  như bảng. Viết chương trình dựa theo các khoảng giá trị đọc từ ADC ta thu được giá trị điện áp với sai số rất thấp

## CHƯƠNG 4: LẬP TRÌNH VĐK VÀ PHẦN MỀM

### 4.1 Lưu đồ lập trình 8051

#### 4.1.1 Lưu đồ chung



*Hình 4.1 Lưu đồ chung*

Chương trình được viết và biên dịch bằng KeilC V4. Được trình bày thành các module ghép với nhau. Các module nhỏ được viết thành thư viện và được include vào chương trình chính. Cụ thể các module sẽ được trình bày ở phần dưới

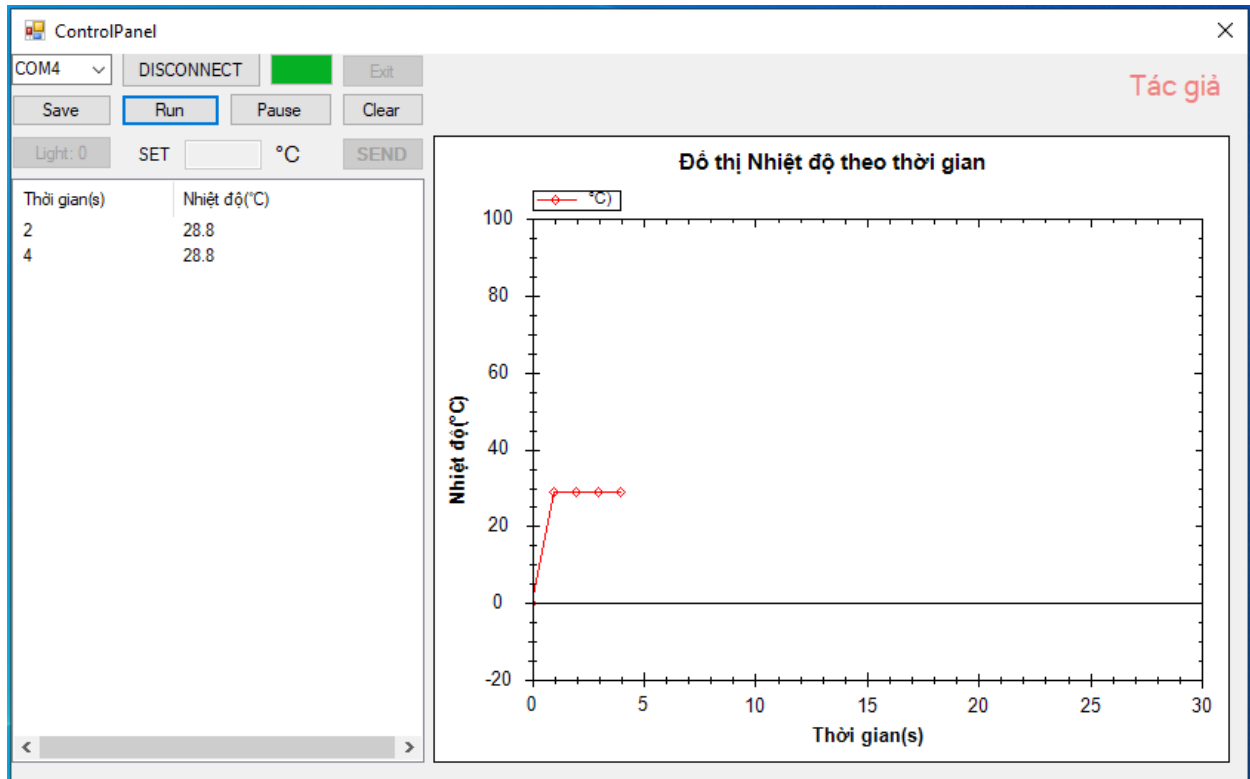
#### 4.1.2 Chi tiết từng module( Thư viện)

- Thư viện Delay.c: Bao gồm hàm tạo trễ Delay\_ms(int t). Được include vào chương trình qua header Delay.h. Hàm Delay\_ms(t) với tham số truyền vào là thời gian trễ t (millisecond)
- Thư viện ADC0804.c: Được include vào chương trình chính qua header ADC0804.h. Thư viện gồm hàm ADC0804\_Read(). Hàm này trả về giá trị đọc được của ADC. Để đọc giá trị ADC. Ta làm như sau:
  - Đặt chân CS xuống mức 0
  - Tạo xung WR cho phép bắt đầu chuyển đổi ( Từ 0 ->1)
  - Đặt chân INTR xuống mức 0
  - Đặt chân RD xuống mức 0
  - Đọc giá trị từ Port2 của VDK
  - Đặt chân RD lên lại mức 1 sẵn sàng cho lần đọc tiếp theo.
- Thư viện LCD4.c : Được include vào chương trình chính qua header LCD4.h. Đây là thư viện cho phép VDK giao tiếp được với LCD 16x2. Thư viện gồm các hàm sau đây:
  - Hàm Lcd\_Init(void): khởi tạo LCD
  - Hàm Lcd\_Cmd(unsigned char cmd): Gửi lệnh cho LCD
  - Hàm Lcd\_Chr\_Cp(unsigned char achar); Gửi 1 ký tự kiểu char tại vị trí con trỏ trên LCD
  - Hàm Lcd\_Chr(unsigned char row, unsigned char column, unsigned char achar): Hàm này gửi 1 ký tự ra LCD tại hàng row và cột column
  - Hàm Lcd\_Out\_Cp(unsigned char \* str): gửi 1 chuỗi ký tự ( hoặc con trỏ) ra LCD tại vị trí con trỏ trên màn hình.
  - Hàm Lcd\_Out(unsigned char row, unsigned char column, unsigned char \* str): Hàm này gửi 1 chuỗi ký tự ra LCD tại hàng row, cột column.Chi tiết các hàm đã được trình bày rất kỹ trong datasheet của LCD nên chúng em sẽ không đề cập ở đây.
- Thư viện uartmodel.c : Được include vào chương trình chính qua header uartmodel.h: đây là thư viện cho phép gửi dữ liệu qua cổng nối tiếp của 8051. Thư viện gồm các hàm sau đây
  - Hàm Uart\_Init(): Khởi tạo Uart Mode 1
  - Hàm Uart\_Write(char c): Gửi một ký tự ra cổng UART
  - Hàm Uart\_Write\_Text(char \*str): Gửi một chuỗi ký tự ra cổng UART
  - Hàm Uart\_Data\_Ready(): Kiểm tra đã nhận được 1byte dữ liệu chưa
  - Hàm Uart\_Read(): Đọc Byte dữ liệu từ cổng UART.

- Chương trình chính main.c: include các thư viện cần dung, đọc và xử lý giá trị để tính toán được nhiệt độ hiển thị ra LCD.

## 4.2 Phần mềm kết nối với máy tính

Giao diện điều khiển máy tính kết nối với mạch được chúng em viết trên C# sử dụng visual studio 2017. Có đóng gói cài đặt để có thể cài đặt trên máy tính khác một cách dễ dàng. Giao diện điều khiển như sau:.



Hình 4.2 Giao diện điều khiển

Các chức năng chính:

- Kết nối máy tính với board mạch
- Nhận dữ liệu từ board mạch gửi lên máy tính rồi hiển thị trên textbox. Đồng thời hiển thị luôn ở đồ thị. Giúp con người dễ dàng giám sát được nhiệt độ.
- Đặt mức ngưỡng nhiệt độ Set Point để khi nhiệt độ vượt quá SP sẽ đưa ra cảnh báo ( Qua Loa thông báo và hiển thị trên màn hình LCD).
- Bật tắt đèn nền LCD
- Lưu dữ liệu nhiệt độ thành 1 file excel để xử lý sau này.

Phần mềm đã có thể thực hiện được các chức năng cơ bản mà bài toán yêu cầu. Chúng em sẽ dự định phát triển thêm các tính năng như thống kê nhiệt độ sử dụng cơ sở dữ liệu,

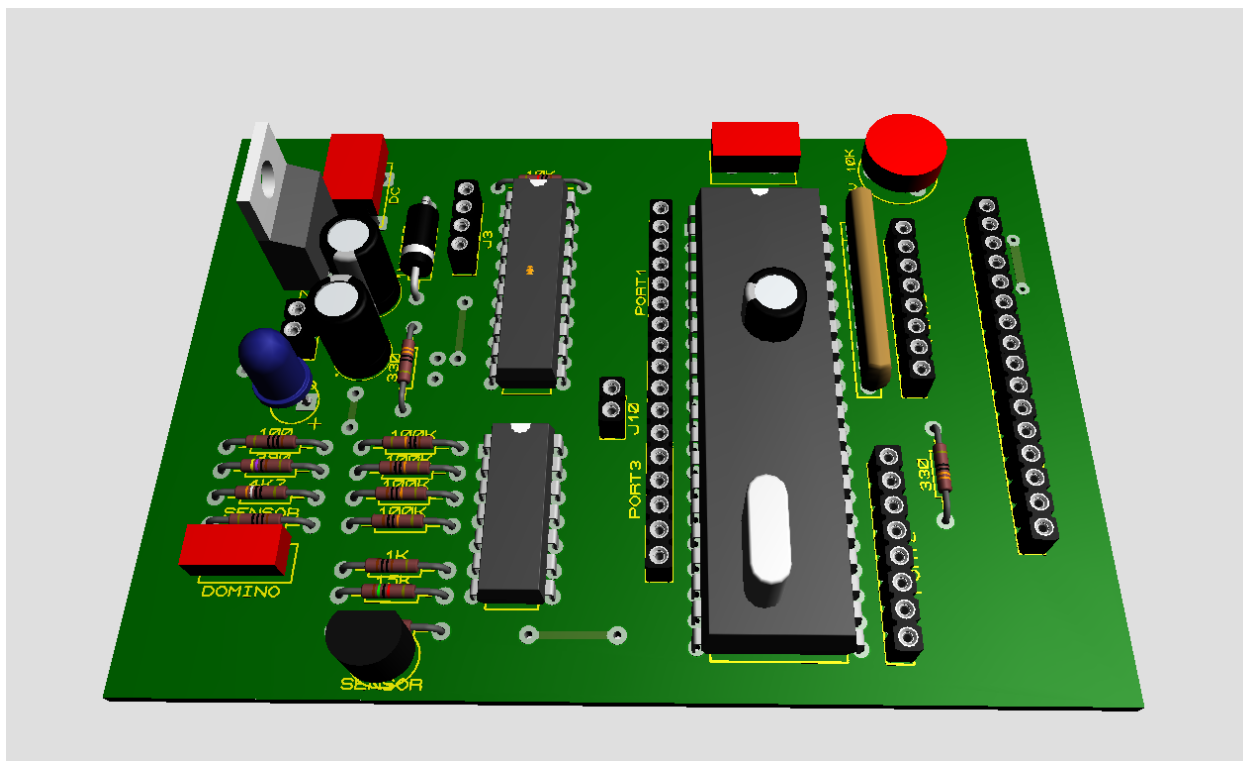
hay gửi dữ liệu lên trên Cloud để cho phép giám sát nhiệt độ thông qua điện thoại di động. Các dự định này sẽ được tiếp tục nghiên cứu sâu hơn sau khi chúng em hoàn thiện đồ án và có sự giúp đỡ của các thầy cô giáo hướng dẫn.

Hướng dẫn sử dụng phần mềm:

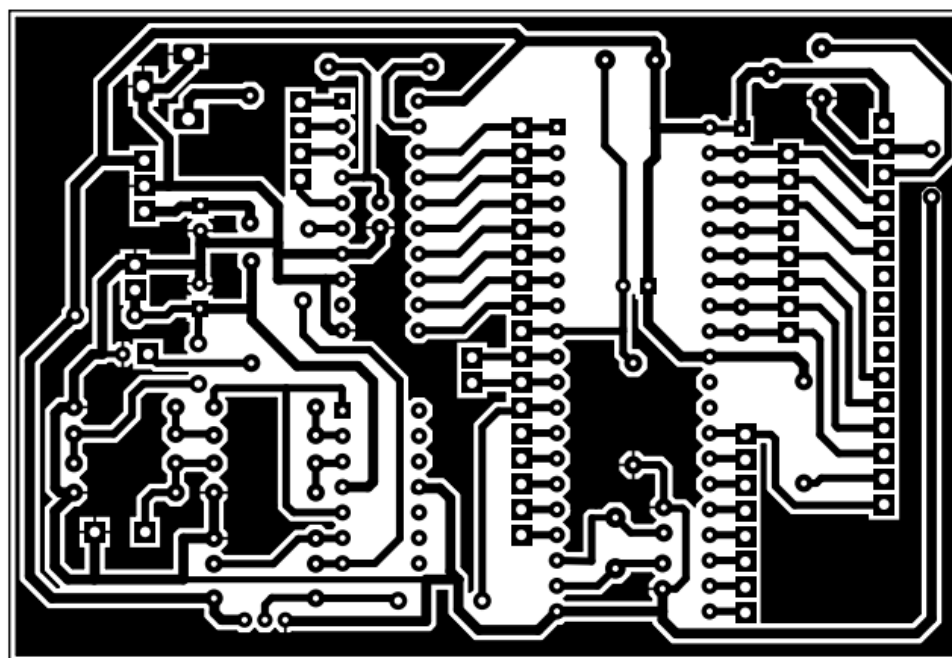
- Đầu tiên lựa chọn cổng COM tương ứng với cổng COM của module PL2303 đang kết nối với máy tính. Sau đó nhấn CONNECT. Nếu kết nối thành công, ô vuông bên cạnh ô CONNECT sẽ hiện màu xanh lá cây đồng thời ô CONNECT sẽ chuyển thành DISCONNECT. Ô chọn cổng COM sẽ mờ đi, LCD trên board mạch sẽ thông báo CONNECTED. PRESSRUN
- Sau khi kết nối thành công, nhấn RUN, phần mềm sẽ nhận dữ liệu từ board gửi về bao gồm nhiệt độ bên Textbox bên trái và đồ thị tương ứng ở bên phải. LCD sẽ thông báo RUNNING đồng thời hiện nhiệt độ.
- Khi muốn xóa dữ liệu hiển thị, ta chọn PAUSE, sau đó chọn CLEAR. Dữ liệu trong textbox và đồ thị sẽ được xóa đồng thời LCD hiện các thông báo tương ứng.
- Khi muốn đặt SP. Ta nhấn PAUSE, nhập giá trị SP tương ứng rồi nhấn SEND, LCD hiện thông báo SP.
- Khi muốn bật tắt đèn nền LCD, nhấn PAUSE, rồi nhấn Light.
- Khi muốn lưu giá trị , ấn Save, giá trị được lưu vào 1 file excel
- Khi muốn ngắt kết nối, ta PAUSE rồi CLEAR. Sau đó nhấn DISCONNECT. LCD hiện thông báo DISCONNECTED rồi hiện nhiệt độ như bình thường.
- Muốn xem thông tin về phần mềm, nhấn Tác giả





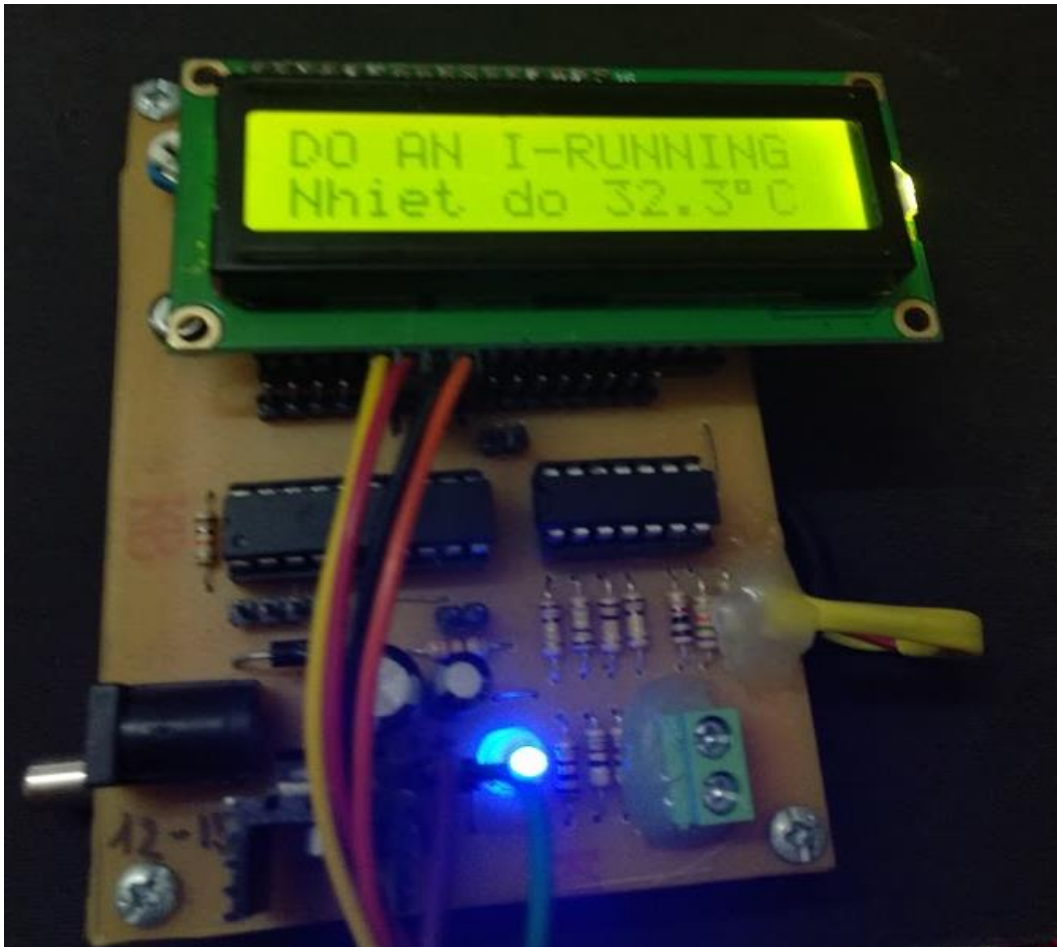


Hình 5.2 Preview 3D( Do trong proteus thiếu đi 3D mode của biến trở, công tắc, jack DC,... nên em chỉ vẽ lại footprint của linh kiện đó để khi hàn mạch được chuẩn xác.)



Hình 5.6 Mạch in thực tế

## 5.2 Mạch thực tế



*Hình 5.7 Sản phẩm sau khi đã hoàn thiện*

Mạch thực tế được thực hiện bằng phương pháp làm mạch thủ công bằng cách in mạch lên phíp đồng rồi ăn mòn trong dung dịch bột sắt hoặc muối ăn mòn. Mạch thu được tuy không đẹp như mạch làm bằng phương pháp khắc CNC tuy nhiên chất lượng rất là tốt và hợp với sinh viên chúng em

### 5.3 Kết quả thực nghiệm

Kết quả đo sai số chênh lệch so với thực tế không nhiều. Chúng em đã sử dụng nhiệt kế thủy ngân để đo nhiệt độ cốc nước ở các giá trị khác nhau, kết quả đo của nhiệt kế và của thủy ngân được cho trong bảng sau:

Mạch đo PT100	Nhiệt kế thủy ngân
0.5 °C	0°C (bình nước đá đang tan)
18 °C	16 °C
23.5 °C	22 °C
39.5 °C	40.5 °C
70.5 °C	70 °C
80.5 °C	80 °C
100 °C	100 °C (Nồi nước đang sôi)

*Bảng 5.1 Bảng giá trị đo thực tế của mạch*

Sai số so với thực tế khá bé  $< 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sai số này ở mức chấp nhận được do chất lượng linh kiện không được tốt. Sai số giá trị điện trở, khả năng khuếch đại của opamp so với tính toán là có. Hơn nữa ADC sử dụng là loại 8 bit, do đó độ chia nhỏ nhất khi đo được chỉ là  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , để kết quả càng chính xác hơn thì cần 1 loại ADC với độ phân giải cao hơn. Tuy nhiên khi nhiệt độ càng cao thì sai số càng nhỏ đi. Điều này cũng hoàn toàn dễ hiểu do khi tăng nhiệt độ, điện áp khuếch đại lớn, do đó opamp đảm bảo được hệ số khuếch đại như mong muốn.

Để điều chỉnh sai số đến mức tối đa, có thể điều chỉnh biến trở để giá trị  $V_{ref}$  của ADC gần với giá trị đã tính toán nhất. Tuy nhiên khi thực hiện mạch chúng em đã lựa chọn hần giá trị điện trở cần thiết thay cho biến trở để tạo ra được điện áp  $V_{ref}$  cần thiết.

## KẾT LUẬN

Sản phẩm của chúng em làm ra đã đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra của bài toán, giải quyết được những vấn đề đã được trình bày ở các phần trên.

Trên cơ sở những gì đã làm được ở Đồ án I, chúng em sẽ tiếp tục nghiên cứu phát triển thêm các tính năng mới đã được trình bày ở chương 4, đồng thời cải tiến phương án đo để đạt được kết quả chính xác hơn.

## **PHỤ LỤC 1: DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ BẢNG**

*Hình 1.1 Cấu tạo bên trong RTD*

*Hình 1.2 RTD 3 đầu đo*

*Hình 1.3 RTD bề mặt*

*Hình 1.4 Mạch đo sử dụng nguồn dòng*

*Hình 1.5 Mạch đo có dạng mạch cầu*

*Hình 1.6 Cấu tạo nhiệt điện trở bán dẫn*

*Hình 1.7 Mạch đo với nhiệt điện trở bán dẫn*

*Hình 1.8 Cấu tạo đơn giản cặp nhiệt điện*

*Hình 1.9 Cấu tạo cặp nhiệt ngẫu*

*Hình 1.10 Mô tả sự hình thành sức điện động trong vòng dây a-b*

*Hình 1.11 Cấu tạo hỏa quang kế*

*Hình 1.12 Thiết bị đo nhiệt độ bằng hồng ngoại*

*Hình 2.1 Cấu tạo của đầu cảm biến nhiệt độ PT100*

*Hình 2.2 Độ tuyến tính của điện trở Bạch kim theo nhiệt độ*

*Hình 2.3 Cấu trúc từng chân VĐK 8051*

*Hình 2.4 Tóm tắt bộ nhớ dữ liệu trên chip*

*Hình 2.5 Sơ đồ chân ADC 0804*

*Hình 2.6 Module USB to COM sử dụng chip PL2303HX*

*Hình 3.1 Sơ đồ khối mạch đo nhiệt độ*

*Hình 3.2 Mạch cầu Wheastone cho Pt100*

*Hình 3.3 Khối khuếch đại vi sai*

*Hình 3.4 Khối khuếch đại*

*Hình 3.5 Khối chuyển đổi tương tự - số*

*Hình 3.6 Khối hiển thị LCD*

*Hình 3.7 Khối tạo dao động*

*Hình 3.8 Khối Reset VĐK*

*Hình 3.9 Sơ đồ ghép nối vi điều khiển + LCD + ADC*

*Hình 3.10 Sơ đồ khối cấp nguồn 5v*

*Hình 4.1 Lưu đồ chung*

*Hình 4.2 Giao diện điều khiển*

*Hình 5.1 Mạch in*

*Hình 5.2 Preview 3D*

*Hình 5.6 Mạch in thực tế*

*Hình 5.7 Sản phẩm sau khi đã hoàn thiện*

*Bảng 1.1 Số liệu về vật liệu thông dụng sản xuất RTD*

*Bảng 1.2 Bảng một số cặp nhiệt điện thông dụng.*

*Bảng 2.1 Bảng thông số Điện trở PT100 theo nhiệt độ*

*Bảng 2.2 Sự khác nhau của các IC trong họ MCS-51*

*Bảng 3.1 Bảng giá trị điện áp ra và hệ số khuếch đại Opamp khi mô phỏng*

*Bảng 5.1 Bảng giá trị đo thực tế của mạch*

## PHỤ LỤC 2: TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS. Nguyễn Hoàng Nam, *Bài giảng Kỹ thuật đo lường*.
- [2] Hoàng Minh Sơn, *Mạng truyền thông công nghiệp*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2006
- [3] Tống Văn On, Hoàng Đức Hải, *Họ Vi điều khiển 8051*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2002
- [4] <http://webdien.com/d/index.php>
- [5] <http://tailieu.vn>