

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. VẤN ĐỀ ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT Lò NHIỆT.....	2
1.1. TỔNG QUAN VỀ Lò NHIỆT ĐIỆN TRỞ.....	2
1.1.1. Giới thiệu chung về lò điện trở	2
1.1.2. Cấu tạo của lò điện trở	2
1.1.3. Ưu nhược điểm của lò điện so với các lò sử dụng nhiên liệu.....	3
1.1.5. Hệ thống điều khiển lò nhiệt	5
1.2.CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO NHIỆT ĐỘ.....	6
1.2.1. Đo nhiệt độ bằng phương pháp tiếp xúc	6
1.2.2. Đo nhiệt độ cao bằng phương pháp tiếp xúc.....	7
1.2.3. Đo nhiệt độ bằng phương pháp không tiếp xúc	8
1.3. CÁC LOẠI CẢM BIẾN ĐO NHIỆT ĐỘ.....	8
1.3.1. Nhiệt điện trở	8
1.3.2. Cảm biến cặp nhiệt ngẫu	14
1.3.3. Cảm biến quang đo nhiệt độ	16
1.4. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN Lò NHIỆT	20
1.4.1. Mô tả toán học của lò nhiệt trong phòng thí nghiệm.....	20
1.4.2. Phương pháp điều khiển on – off.....	21
1.4.3. Phương pháp điều khiển PID	23
1.5. GIỚI THIỆU MỘT SỐ LOẠI CẢM BIẾN THƯỜNG DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP ĐỂ ĐO NHIỆT ĐỘ.....	27
1.5.1. Máy đo nhiệt độ siêu nhỏ	27
1.5.2. Thiết bị đo nhiệt độ lò	27
1.5.3. Thiết bị đo nhiệt độ chuyên nghiệp P400/P410.....	28
1.5.4. Đồng hồ đo nhiệt độ.....	28
CHƯƠNG 2. GIỚI THIỆU CARD PCI 1710	29

2.1. CARD PCI-1710 VÀ CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT	29
2.1.1. Khái quát chung về card PCI - 1710	29
2.1.2. Bus PCI Plug and Play	29
2.1.3. Những kiểu đầu vào và việc thiết lập những phạm vi linh hoạt	29
2.1.4. Vùng nhớ FIFO trên bảng mạch (First In First Out)	29
2.1.5. Bộ đếm lập trình được trên bảng mạch.....	30
2.1.6. Các thông số kỹ thuật.....	31
CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT NHIỆT ĐỘ LÒ	
NHIỆT SỬ DỤNG CARD PCI 1710	33
3.1. SƠ ĐỒ KHỐI CỦA MẠCH ĐO NHIỆT ĐỘ.....	34
3.1.1. Khối nguồn cấp	34
3.1.2. Khối nguồn dòng.....	34
3.1.3. Khối khuếch đại	36
3.1.4. Khối PCI-1710	36
3.2. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ.....	36
3.2.1. Mạch nguồn dòng.....	36
3.2.2. Mạch khuếch đại	37
3.2.3. Mạch điều khiển	38
3.2.4. Mạch động lực.....	41
3.2. GIAO TIẾP PHẦN MỀM MATLAB VỚI CARD PCI-1710.....	43
3.3. THUẬT TOÁN	51
3.4. GIAO DIỆN CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT	52
3.4.1. Mô hình lò nhiệt trên simulink.....	52
3.4.2. Giao diện chương trình	58
KẾT LUẬN	60
TÀI KIỆU THAM KHẢO	61

LỜI NÓI ĐẦU

Trong nhiều lĩnh vực sản xuất công nghiệp hiện nay, nhất là ngành công nghiệp luyện kim, chế biến thực phẩm... Vấn đề đo và khống chế nhiệt độ đặc biệt được chú trọng đến vì nó là một yếu tố quyết định đến chất lượng của sản phẩm. Nắm được tầm quan trọng của vấn đề trên em đã chọn đề tài tốt nghiệp:

“ Nghiên cứu vấn đề điều khiển lò nhiệt. Đi sâu xây dựng chương trình giám sát nhiệt độ lò nhiệt trong phòng thí nghiệm sử dụng card PCI 1710. ”

Đề án của em được trình bày trong 3 chương:

Chương 1. Vấn đề điều khiển và giám sát lò nhiệt

Chương 2. Giới thiệu về card PCI 1710

Chương 3. Xây dựng chương trình giám sát nhiệt độ lò nhiệt sử dụng card PCI 1710

Mặc dù em đã rất cố gắng để hoàn thành đề án của mình nhưng không thể tránh khỏi những thiếu sót em mong thầy cô cùng các bạn đóng góp ý kiến để em có thể hoàn thiện đề tài của mình hơn.

Sinh viên thực hiện

Bùi Vũ Cường

CHƯƠNG 1. VẤN ĐỀ ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT Lò NHIỆT

1.1. TỔNG QUAN VỀ Lò NHIỆT ĐIỆN TRỞ

1.1.1. Giới thiệu chung về lò điện trở

Lò điện là một thiết bị điện biến điện năng thành nhiệt năng dùng trong các quá trình công nghệ khác nhau như nung hoặc nấu luyện các vật liệu, các kim loại và các hợp kim khác nhau v.v...

Lò điện được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực kỹ thuật :

- + Sản xuất thép chất lượng cao
- + Sản xuất các hợp kim phe-rô
- + Nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện
- + Nung các vật phẩm trước khi cán, rèn dập, kéo sợi
- + Sản xuất đúc và kim loại bột

Trong các lĩnh vực công nghiệp khác :

- + Trong công nghiệp nhẹ và thực phẩm, lò điện được dùng để sấy, mạ vật phẩm và chuẩn bị thực phẩm
- + Trong các lĩnh vực khác, lò điện được dùng để sản xuất các vật phẩm thuỷ tinh, gốm sứ, các loại vật liệu chịu lửa v.v...

Lò điện không những có mặt trong các ngành công nghiệp mà ngày càng được dùng phổ biến trong đời sống sinh hoạt hàng ngày của con người một cách phong phú và đa dạng: Bếp điện, nồi nấu cơm điện, bình đun nước điện, thiết bị nung rắn, sấy điện v.v...

1.1.2. Cấu tạo của lò điện trở

Lò điện trở thường gồm 3 phần chính là: vỏ lò, lớp lót và dây nung.

a. Vỏ lò

Vỏ lò điện trở là một khung cứng vững, chủ yếu chịu trọng tải trong quá trình làm việc của lò. Mặt khác vỏ lò cũng dùng để giữ lớp cách nhiệt và đảm bảo sự kín của lò.

Đối với các lò làm việc với khí bảo vệ cần thiết vỏ lò phải hoàn toàn kín, còn đối với các lò điện trở bình thường, sự kín của vỏ lò chỉ cần giảm tổn thất nhiệt và tránh sự lùa của không khí lạnh vào lò.

Khung vỏ lò cần làm cứng vững đủ để chịu trọng tải của lớp lót, phụ tải lò và các cơ cấu cơ khí gắn trên vỏ lò.

b. Lớp lót

Lớp lót lò điện trở thường gồm 2 phần vật liệu chịu lửa và cách nhiệt.

Phần vật liệu chịu lửa có thể xây bằng gạch tiêu chuẩn, gạch hình hoặc gạch hình đặc biệt tùy theo hình dáng kích thước của buồng lò. Cũng có khi người ta đầm bằng các loại bột chịu lửa và các chất kết dính gọi là các khối đầm. Khối đầm có thể tiến hành ngay trong lò và cũng có thể tiến hành ngoài nhờ các khuôn.

Phần cách nhiệt thường nằm giữa vỏ lò và phần chịu lửa. Mục đích chủ yếu của phần này là để giảm tổn thất nhiệt. Riêng đối với đáy phần cách nhiệt đòi hỏi phải có độ bền cơ học nhất định. Phần cách nhiệt có thể xây bằng gạch cách nhiệt hoặc các lớp cách nhiệt.

c. Dây nung

Dây nung là bộ phận phát nhiệt của lò, làm việc trong những điều kiện khắc nghiệt do đó phải đảm bảo được các yêu cầu cần thiết. Theo đặc tính của vật liệu dùng làm dây nung người ta chia dây nung làm 2 loại: dây nung kim loại và dây nung phi kim loại. Để đảm bảo yêu cầu của dây nung trong hầu hết các lò điện trở công nghiệp, dây nung kim loại được chế tạo bằng hợp kim Crôm – Nhôm và Crôm – Niken là hợp kim có điện trở suất lớn.

1.1.3. Ưu nhược điểm của lò điện so với các lò sử dụng nhiên liệu

a. Ưu điểm

- + Có khả năng tạo được nhiệt độ cao
- + Đảm bảo tốc độ nung lớn và năng suất cao
- + Đảm bảo nung đều và chính xác do dễ điều chỉnh chế độ điện và nhiệt độ
- + Kín
- + Có khả năng cơ khí hoá và tự động hoá quá trình chất dỡ nguyên liệu và vận chuyển vật phẩm.

b. Nhược điểm

- + Năng lượng điện đắt
- + Yêu cầu có trình độ cao khi sử dụng.

1.1.4. Nguyên lý làm việc của lò điện trở

Lò điện trở làm việc dựa trên cơ sở khi có một dòng điện chạy qua một dây dẫn hoặc vật dẫn thì ở đó sẽ toả ra một lượng nhiệt theo định luật Jun-Lenxơ[8]:

$$Q = I^2 . R . t \quad (1.1)$$

Q - Lượng nhiệt tính bằng Jun (J)

I - Dòng điện tính bằng Ampe (A)

R - Điện trở tính bằng (Ω)

t - Thời gian tính bằng giây (s)

Từ công thức trên ta thấy điện trở R có thể đóng vai trò :

- + Vật nung: Trường hợp này gọi là nung trực tiếp
- + Dây nung: Khi dây nung được nung nóng nó sẽ truyền nhiệt cho vật nung bằng bức xạ, đối lưu, dẫn nhiệt hoặc phức hợp. Trường hợp này gọi là nung gián tiếp. Trường hợp thứ nhất ít gặp vì nó chỉ dùng để nung những vật có hình dạng đơn giản (tiết diện chữ nhật, vuông và tròn).

Trường hợp thứ hai thường gặp nhiều trong thực tế công nghiệp. Cho nên nói đến lò điện trở không thể không đề cập đến vật liệu để làm dây nung, bộ phận phát nhiệt của lò.

1.1.5. Hệ thống điều khiển lò nhiệt

Nhiệt độ là một đại lượng vật lý, nó hiện diện khắp nơi cả trong sản xuất lẫn sinh hoạt hàng ngày. Quá trình đo và kiểm soát nhiệt độ trong sản xuất công nghiệp đóng vai trò to lớn trong hệ thống điều khiển tự động, góp phần quyết định chất lượng sản phẩm. Khi thu thập dữ liệu cho quá trình điều khiển và giám sát trong nhà máy thì nhiệt độ là một thông số không thể bỏ qua.

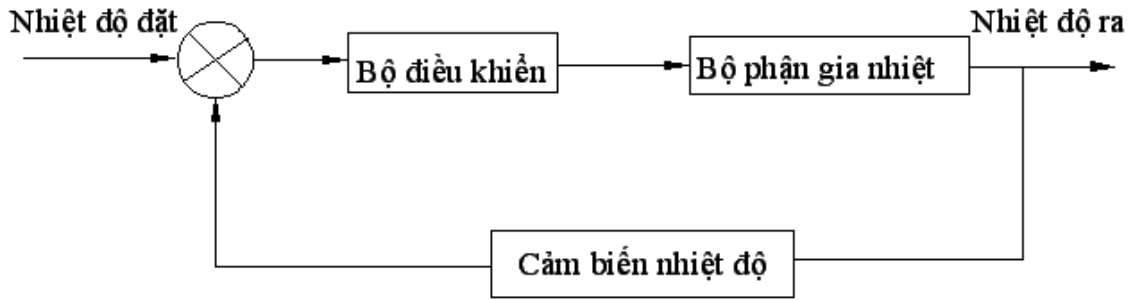
Tùy theo yêu cầu và tính chất của quá trình điều khiển mà ta sử dụng phương pháp điều khiển thích hợp. Tính chính xác và ổn định nhiệt độ cũng đặt ra vấn đề cần giải quyết.

Hệ thống điều khiển nhiệt độ thường được chia làm hai loại:

+ Hệ thống điều khiển hồi tiếp (feedback control system): thường xác định và giám sát kết quả điều khiển, so sánh với tín hiệu đặt và tự động điều chỉnh lại cho đúng.

+ Hệ thống điều khiển tuần tự (sequence control system): thực hiện từng bước điều khiển tùy theo hoạt động điều khiển trước khi xác định tuần tự.

Một hệ thống muốn đạt được độ chính xác cần thiết cần thiết phải thực hiện hồi tiếp, tín hiệu phản hồi về so sánh với tín hiệu vào và sai lệch sẽ được đưa tới bộ điều chỉnh đầu ra. Hệ thống điều khiển này có nhiều ưu điểm được sử dụng nhiều trên thực tế trong các hệ thống điều khiển tự động. Dạng tổng quát của hệ thống điều khiển được mô tả trên nguyên tắc như hình sau[4]:



Hình 1.1. Nguyên tắc điều khiển hồi tiếp

1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO NHIỆT ĐỘ

Nhiệt độ là một trong những thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến đặc tính của vật chất nên trong các quá trình kỹ thuật cũng như trong đời sống hằng ngày rất hay gặp yêu cầu đo nhiệt độ. Ngày nay hầu hết các quá trình sản xuất công nghiệp, các nhà máy đều có yêu cầu đo nhiệt độ.

Tùy theo nhiệt độ đo có thể dùng các phương pháp khác nhau, thường phân loại các phương pháp dựa vào dải nhiệt độ cần đo. Thông thường nhiệt độ đo được chia thành ba dải: nhiệt độ thấp, nhiệt độ trung bình và cao.

Ở nhiệt độ trung bình và thấp: phương pháp thường đo là phương pháp tiếp xúc nghĩa là các chuyển đổi được đặt trực tiếp ở ngay môi trường cần đo.

Đối với nhiệt độ cao: đo bằng phương pháp không tiếp xúc, dụng cụ đặt ở ngoài môi trường đo.

1.2.1. Đo nhiệt độ bằng phương pháp tiếp xúc

Phương pháp đo nhiệt độ trong công nghiệp thường được sử dụng là các nhiệt kế tiếp xúc. Có hai loại nhiệt kế tiếp xúc, gồm: nhiệt kế nhiệt điện trở và nhiệt kế nhiệt ngẫu .

Ngoài ra đối với các ứng dụng đơn giản, dải nhiệt độ cỡ $-550^0\text{ C} \div 2000^0\text{ C}$ hiện nay người ta thường ứng dụng các IC bán dẫn ứng dụng tính chất nhạy nhiệt của các điốt, tranzito để đo nhiệt độ.

Cấu tạo của nhiệt kế nhiệt điện trở và cặp nhiệt ngẫu cũng như cách lắp ghép chúng phải đảm bảo tính chất trao đổi nhiệt tốt giữa chuyển đổi với môi trường đo:

+ Đối với môi trường khí và nước: chuyển đổi được đặt theo hướng ngược lại với dòng chảy.

+ Với vật rắn khí: đặt nhiệt kế sát vào vật, nhiệt lượng sẽ truyền từ vật sang chuyển đổi và dễ gây tổn hao vật, nhất là với vật dẫn nhiệt kém. Do vậy điện tiếp xúc giữa vật đo và nhiệt kế càng lớn càng tốt.

+ Khi đo nhiệt độ của các chất ở dạng hạt (cát, đất...): cần phải cắm sâu nhiệt kế vào môi trường cần đo và thường dùng nhiệt điện trở có cặp nối ra ngoài.

1.2.2. Đo nhiệt độ cao bằng phương pháp tiếp xúc

Ở môi trường nhiệt độ cao từ 1600 °C trở lên, các cặp nhiệt ngẫu không chịu được lâu dài, vì vậy để đo nhiệt độ ở các môi trường đó người ta dựa trên hiện tượng quá trình quá độ đốt nóng của cặp nhiệt. Quá trình quá độ khi đốt nóng cặp nhiệt có phương trình[8]:

$$\theta = f(t) = \Delta T \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (1.2)$$

Trong đó: θ : Lượng tăng nhiệt độ của đầu nóng trong thời gian t .

ΔT : Hiệu nhiệt độ của môi trường đo và cặp nhiệt.

τ : Hằng số thời gian của cặp nhiệt ngẫu.

Dựa trên quan hệ này có thể xác định được nhiệt độ của đối tượng đo mà không cần nhiệt độ đầu công tác của cặp nhiệt ngẫu phải đạt đến nhiệt độ ấy. Bằng cách nhúng nhiệt ngẫu vào môi trường cần đo trong khoảng 0,4 ÷ 0,6 s ta sẽ được phần đầu của đặc tính quá trình quá độ của nhiệt ngẫu và theo đó tính được nhiệt độ của môi trường.

Nếu nhiệt độ đầu công tác của cặp nhiệt ngẫu trong thời gian nhúng vào môi trường cần đo đạt nhiệt độ vào khoảng một nửa nhiệt độ môi trường thì nhiệt độ tính được có sai số không quá hai lần sai số của nhiệt kế nhiệt ngẫu đo trực tiếp. Phương pháp này thường dùng để đo nhiệt độ của thép nấu chảy.

1.2.3. Đo nhiệt độ bằng phương pháp không tiếp xúc

Đây là phương pháp dựa trên định luật bức xạ của vật đen tuyệt đối, tức là vật hấp thụ năng lượng theo mọi hướng với khả năng lớn nhất. Bức xạ nhiệt của mọi vật thể đặc trưng bằng mật độ phổ E_λ nghĩa là số năng lượng bức xạ trong một đơn vị thời gian với một đơn vị diện tích của vật xảy ra trên một đơn vị của độ dài sóng. Quan hệ giữa mật độ phổ bức xạ của vật đen tuyệt đối với nhiệt độ và độ dài sóng được biểu diễn bằng công thức [8]:

$$E_\lambda^0 = C_1 \lambda^{-5} (e^{C_2/(\lambda T)} - 1)^{-1} \quad (1.3)$$

Trong đó : C_1, C_2 – hằng số, λ - độ dài sóng, T – nhiệt độ tuyệt đối.
 $C_1=37,03.10^{-17} \text{ Jm}^2/\text{s}$; $C_2=1,432.10^{-2} \text{ m.độ}$.

1.3. CÁC LOẠI CẢM BIẾN ĐO NHIỆT ĐỘ

1.3.1. Nhiệt điện trở

Nguyên lý hoạt động của các loại nhiệt điện trở chủ yếu là dựa trên sự thay đổi giá trị điện trở của các loại vật liệu dẫn điện và bán dẫn khi có sự thay đổi nhiệt độ của chúng. Chính vì vậy mà người ta sử dụng nhiệt điện trở làm phần tử cảm biến nhiệt độ; tuy nhiên tùy theo yêu cầu sử dụng mà người ta có thể dùng nhiệt điện trở kim loại hoặc nhiệt điện trở bán dẫn[8].

a. Nhiệt điện trở kim loại

Đối với nhiệt điện trở kim loại thì việc chế tạo nó thích hợp hơn cả là sử dụng các kim loại nguyên chất như: platin, đồng, niken. Để tăng độ nhạy cảm nên sử dụng các kim loại có hệ số nhiệt điện trở càng lớn càng tốt. Tuy nhiên

tùy thuộc vào khoảng nhiệt độ cần kiểm tra mà ta có thể sử dụng nhiệt điện trở loại này hay khác. Cụ thể: nhiệt điện trở chế tạo từ dây dẫn bằng đồng thường làm việc trong khoảng nhiệt độ từ $-50^{\circ} \div +150^{\circ}\text{C}$ với hệ số nhiệt điện trở $\alpha=4,27 \cdot 10^{-3}$; Nhiệt điện trở từ dây dẫn platin mảnh làm việc trong khoảng nhiệt độ $-190^{\circ} \div +650^{\circ}\text{C}$ với $\alpha=3,968 \cdot 10^{-3} \left[\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right]$; Nhưng khi làm việc ngắn hạn, cũng như khi đặt điện trở nhiệt trong chân không hoặc khí trung tính thì nhiệt độ làm việc lớn nhất của nó có thể còn cao hơn.

Cấu trúc của nhiệt điện trở kim loại bao gồm: dây dẫn mảnh kép đôi quấn trên khung cách điện tạo thành phần tử nhạy cảm, nó được đặt trong chiếc vỏ đặc biệt có các cực đưa ra. Giá trị điện trở nhiệt được chế tạo từ $10 \div 100\Omega$.

Đối với nhiệt điện trở kim loại thì quan hệ giữa điện trở với nhiệt độ có dạng sau[8]:

$$R(\theta) = R_0(1 + \alpha \cdot \theta + \beta \cdot \theta^2 + \gamma \cdot \theta^3 + \dots) \quad (1.4)$$

Trong đó : R_0 -điện trở dây dẫn ứng với nhiệt độ ban đầu 0°C .

R_0 -điện trở dây dẫn ứng với nhiệt độ θ .

θ -nhiệt độ [$^{\circ}\text{C}$]

α, β, γ -các hệ số nhiệt điện trở = const. $\left[\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right]$

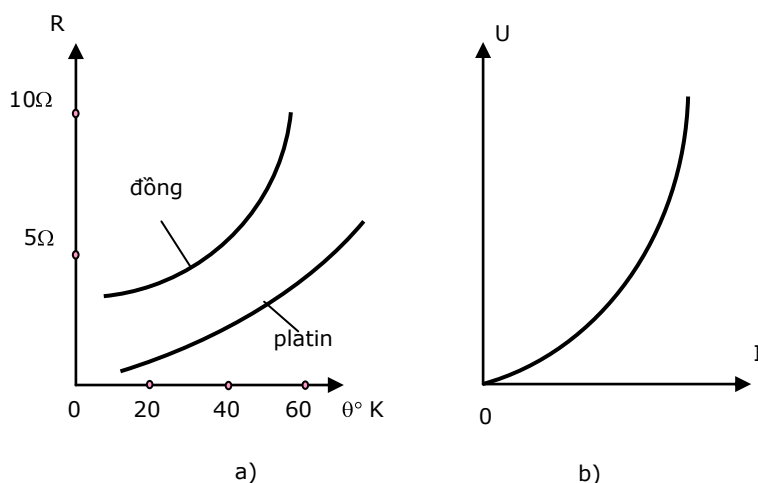
Để thấy rõ hơn nữa về bản chất của nhiệt điện trở kim loại, chúng ta có thể xem qua điện trở suất của nó được tính theo công thức[8] :

$$\rho = \frac{l}{n \cdot e \cdot \mu} \quad (1.5)$$

Trong đó: n - số điện tử tự do trong một đơn vị thể tích.

e - điện tích của điện tử tự do.

μ - tính linh hoạt của điện tử, được đặc trưng bởi tốc độ của



Hình 1.2. Đặc tính nhiệt (a) và đặc tính vôn_ampe

của nhiệt điện trở kim loại (b).

trong trường có cường độ 1 vôn/cm.

Các kim loại dùng làm điện trở nhiệt thường có điện trở suất nhỏ $\rho \approx 10^{-5} \div 10^{-6} \Omega/\text{cm}$, và có mật độ điện tử lớn (không phụ thuộc vào nhiệt độ). Khi nhiệt độ tăng ρ phụ thuộc vào sự dao động của mạng tinh thể kim loại, tức là nó được xác định bởi tính linh hoạt của các điện tử. Như vậy khi có sự thay đổi nhiệt độ thì cũng làm cho tính linh hoạt của các điện tử thay đổi theo. Tuy nhiên tính linh hoạt của các điện tử còn phụ thuộc vào mật độ tạp chất trong kim loại. Cụ thể điện trở suất của kim loại nguyên chất có thể xác định theo dạng: $\rho = \rho_0 + \rho(\theta)$, trong đó ρ_0 không phụ thuộc vào nhiệt độ; còn $\rho(\theta)$ là một hàm phụ thuộc không cố định: ứng với nhiệt độ trong khoảng nào đó thì nó là tuyến tính $\rho(\theta) = K.\theta$, nhưng ứng với nhiệt độ rất thấp ($\approx 0^\circ\text{C}$) thì quan hệ đó là hàm bậc năm của nhiệt độ. Trên hình 1.2.a biểu diễn mối quan

hệ giữa điện trở và nhiệt độ, hình 1.2.b là dạng đặc tính vôn-ampe của nhiệt điện trở kim loại.

Độ nhạy cảm của nhiệt điện trở được xác định theo biểu thức[8]:

$$S = \frac{dR}{d\theta} \approx \frac{\Delta R}{\Delta \theta} \quad (1.6)$$

Trong đó: ΔR -sự thay đổi điện trở khi có sự thay đổi nhiệt độ $\Delta\theta$. Việc sử dụng nhiệt điện trở kim loại để đo nhiệt độ cao rất tin cậy, đảm bảo độ chính xác cao đến $0,001^{\circ}\text{C}$ và sai số đo không quá 0,5 đến 1%; Tuy nhiên khi đó dòng tải qua nó có giá trị không lớn lắm. Nếu như có dòng điện lớn luôn chạy qua nhiệt điện trở, thì sự quá nhiệt của nó sẽ lớn hơn rất nhiều so với môi trường xung quanh. Khi đó độ quá nhiệt xác lập sẽ được xác định bởi điều kiện truyền nhiệt trên bề mặt của nhiệt điện trở (tốc độ chuyển động của môi trường cần kiểm tra so với nhiệt điện trở, và tỷ trọng của môi trường đó). Hiện tượng này được sử dụng để đo tốc độ thông lượng (dòng chảy) của chất lỏng và khí, cũng như để đo tỷ trọng của khí.... Bên cạnh ưu điểm trên thì bản thân nhiệt điện trở kim loại có những nhược điểm sau:

Thứ nhất nó là khâu phi chu kỳ được mô tả bằng phương trình vi phân bậc nhất đơn giản:

$$(TP+1)R(t) = K\theta(t) \quad (1.7)$$

Trong đó hằng số thời gian T của nó có giá trị từ vài giây đến vài trăm giây. K chính là độ nhạy S.

Thứ hai rất cơ bản đó là kích thước của nhiệt điện trở kim loại lớn nên hạn chế việc sử dụng nó để đo nhiệt độ ở nơi hẹp.

b. Nhiệt điện trở bán dẫn

Nhiệt điện trở được chế tạo từ vật liệu bán dẫn được gọi là termistor; Chúng được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống tự động kiểm tra và điều khiển. Termistor được chế tạo từ hợp kim của đồng - mangan hoặc coban - mangan dưới dạng thỏi, đĩa tròn hoặc hình cầu. Loại này hoàn toàn trái ngược với nhiệt điện trở kim loại: khi nhiệt độ tăng thì điện trở của nó lại giảm theo quy luật[8]:

$$R(\theta) = R_0 \cdot e^{-\alpha\theta} = R_0 \left(1 - \alpha\theta + \frac{\alpha^2\theta^2}{2} - \dots \right) \quad (1.8)$$

Trong đó hệ số nhiệt điện trở của termistor thường có giá trị

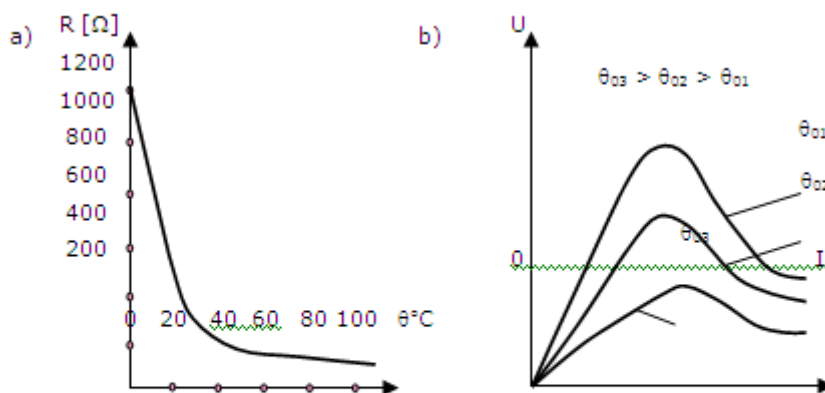
$$\alpha = (0,03 \div 0,06) \cdot \left[\frac{1}{\theta_c} \right]$$

Điện trở suất của termistor được tính theo công thức[8]:

$$\rho = A \cdot e^{B/\theta} \quad (1.9)$$

Trong đó: A -hằng số phụ thuộc kích thước của termistor

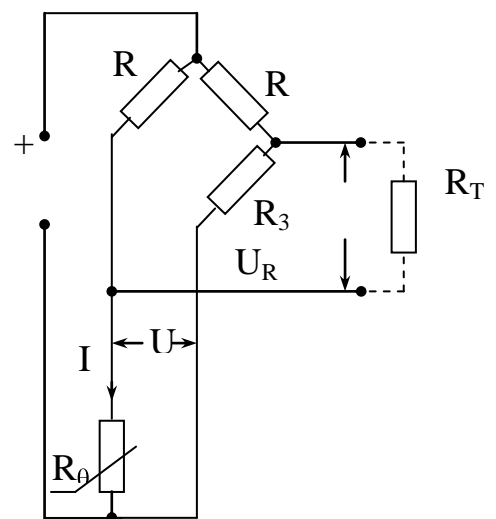
B -hằng số phụ thuộc tạp chất trong chất bán dẫn



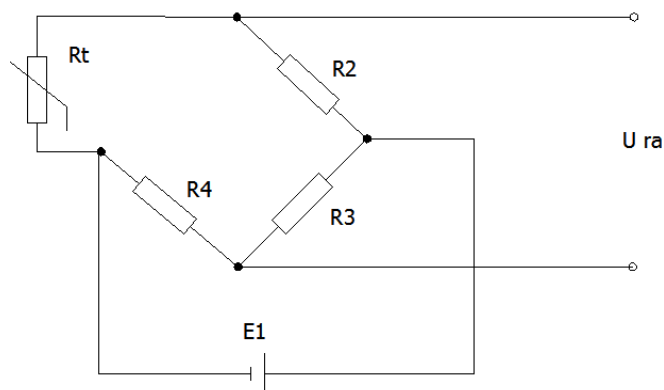
Hình 1.3. Đặc tính nhiệt (a) và đặc tính vôn - ampe(b)

Cũng như điện trở nhiệt kim loại, termistor cũng có hai đặc tính: Đặc tính nhiệt là quan hệ giữa điện trở của termistor với nhiệt độ (hình 1.3.a) và đặc tính vôn - ampe là quan hệ giữa điện áp đặt trên termistor với dòng điện chạy qua nó ứng với nhiệt độ nào đó θ_0 (hình 1.3.b). Chúng ta thấy rằng đặc tính vôn - ampe của termistor có giá trị cực đại của U ứng với I_1 nào đó, là do khi tăng dòng lớn hơn I_1 thì nó sẽ nung nóng termistor và làm cho giá trị điện trở của nó giảm xuống.

Các loại termistor thường được chế tạo từ vài chục Ω đến vài chục $K\Omega$. Termistor có điện trở lớn cho phép đặt nó ở vị trí cần kiểm tra khá xa so với nơi bố trí hệ thống đo lường. Chúng có thể làm việc trong khoảng nhiệt độ từ $-60^{\circ}C$ đến $+180^{\circ}C$, và cho phép đo nhiệt độ với độ chính xác $0,0005^{\circ}C$. Để sử dụng termistor ở nhiệt độ lớn hơn, hoặc nhỏ hơn khoảng nhiệt độ làm việc bình thường thì người ta phải sử dụng đến các tổ hợp chất bán dẫn khác. So với điện trở nhiệt kim loại thì termistor có kích thước và trọng lượng nhỏ hơn, do đó cho phép chúng ta đặt nó ở những nơi chật hẹp để kiểm tra nhiệt độ của đối tượng nào đó[8].

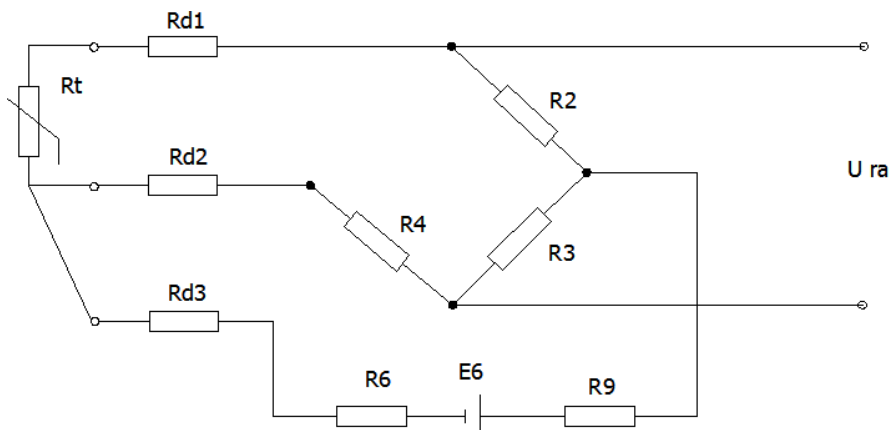


Hình 1.4. Sơ đồ cầu điện trở



Hình 1.5. Sơ đồ mạch cầu hai dây nhiệt kế nhiệt điện trở

Để giảm sai số do nhiệt độ môi trường thay đổi người ta sử dụng cầu ba dây như hình sau[8]:



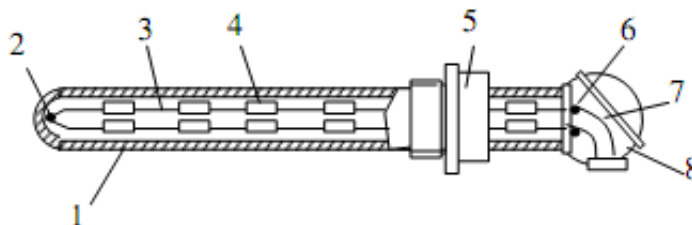
Hình 1.6. Sơ đồ mạch cầu ba dây nhiệt kế nhiệt điện trở

Trong sơ đồ này hai dây mắc vào các nhánh kề của mạch cầu, dây thứ 3 mắc vào nguồn cung cấp. Khi cầu làm việc ở chế độ cân bằng và nếu $R_2=R_4$; $R_{d1}=R_{d2}$ sai số do sự thay đổi điện trở của đường dây sẽ được loại trừ. Khi cầu làm việc ở chế độ không cân bằng sai số giảm đáng kể so với cầu hai dây. Thực chất khi cầu làm việc ở chế độ không cân bằng sai số chủ yếu do sự thay đổi điện áp của nguồn cung cấp gây nên.

1.3.2. Cảm biến cặp nhiệt ngẫu

Phương pháp đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt ngẫu là một trong những phương pháp phổ biến và thuận lợi nhất.

Cấu tạo của nhiệt kế cặp nhiệt ngẫu như hình 1.4[8]:

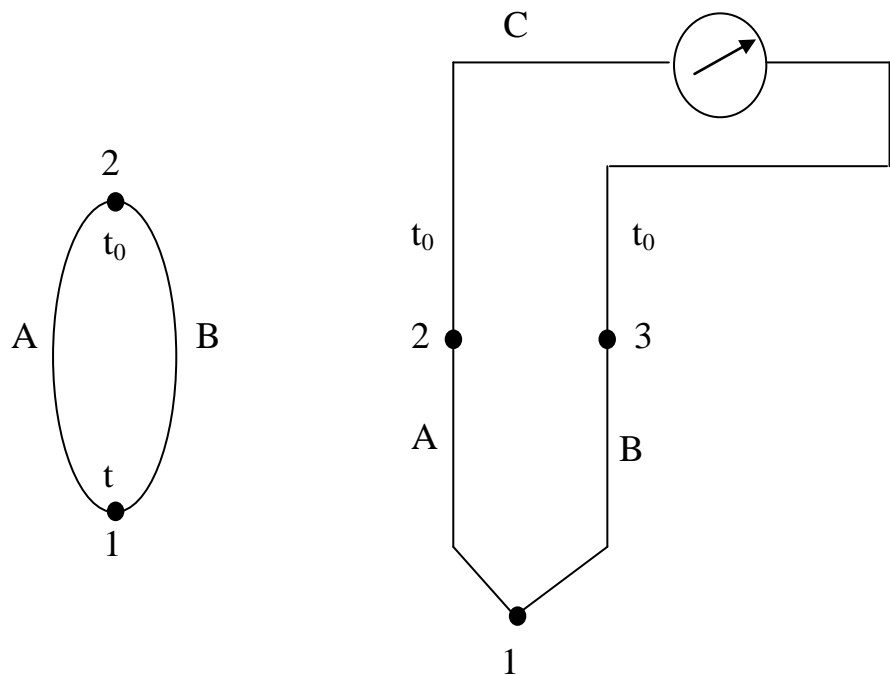


Hình 1.7. Cấu tạo của nhiệt kế cặp nhiệt ngẫu

1: vỏ bảo vệ; 2: mối hàn; 3: dây điện cực; 4: sứ cách điện;

5: bộ phận lắp đặt; 6: vít nối dây; 7: dây nối; 8: đầu nối dây;

Đầu làm việc của các điện cực (3) được hàn với nhau bằng hàn khí hoặc bằng tia điện từ. Đầu tự do nối với dây (7) tới dụng cụ đo nhờ các vít (6) đặt trong đầu nối dây (8). Để cách ly các điện cực người ta sử dụng ống sứ cách điện (4), sứ cách điện phải trở về mặt hóa học và đủ độ bền cơ và nhiệt khi làm việc ở nhiệt độ làm việc. Để đảm bảo cho các điện cực ta dùng vỏ bảo vệ (1) làm bằng sứ chịu nhiệt hoặc bằng thép chịu nhiệt.



Hình 1.8. a) Sơ đồ cặp nhiệt ngẫu, b) Sơ đồ nối cặp nhiệt ngẫu

Bộ cảm biến cặp nhiệt ngẫu là một mạch có từ hai hay nhiều thanh dẫn điện gồm hai dây dẫn A và B. Chỗ nối giữa hai thanh kim loại này được hàn với nhau. Nếu nhiệt độ các mối hàn t và t_0 khác nhau thì trong mạch khép kín có một dòng điện chạy qua. Chiều của dòng nhiệt điện này phụ thuộc vào nhiệt độ tương ứng của mối hàn, nghĩa là $t > t_0$ thì dòng điện chạy theo hướng

ngược lại. Nếu để hở một đầu thì giữa hai cực xuất hiện một sức điện động (sđđ) nhiệt. Như vậy bằng cách đo sức điện động ta có thể tìm được nhiệt độ t của đối tượng đo với $t_0 = \text{const}$.

Cách đấu dụng cụ đo vào mạch bộ biến đổi nhiệt điện trên hình 1.8b.

1.3.3. Cảm biến quang đo nhiệt độ

Tất cả các vật thể có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ tuyệt đối đều phát ra các bức xạ nhiệt. Dụng cụ đo nhiệt độ vật thể bằng bức xạ nhiệt được gọi là hoả kế bức xạ hay một cách đơn giản là hoả kế.

Bức xạ nhiệt là các bức xạ điện từ tạo ra các chất do nội năng của chúng (với bức xạ huỳnh quang do kích thích của nguồn ngoài). Ta nhận thấy rằng cường độ bức xạ nhiệt giảm mạnh khi nhiệt độ của vật giảm.

Hoả kế được dùng chủ yếu để đo nhiệt độ từ $300 - 6000^{\circ}\text{C}$ và cao hơn. Để đo nhiệt độ đến 3000°C phương pháp duy nhất là dùng hoả kế vì nó không phải tiếp xúc với môi trường đo. Ta nhận thấy với phương pháp đo không tiếp xúc có tính ưu việt là không làm sai lệch nhiệt của đối tượng đo.

a. Hoả quang kế phát xạ

Nguyên lý hoạt động: đối với vật đen tuyệt đối, năng lượng bức xạ toàn phần

trên một đơn vị bề mặt được tính[8]:

$$E_T^0 = \sigma \cdot T_p^4 \quad (1.10)$$

Với: $\sigma = 4,96 \cdot 10^{-2} \text{ J/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grad}^4$

T_p : Nhiệt độ của vật theo lý thuyết.

Đối với vật thực thì năng lượng bức xạ toàn phần trên một đơn vị bề mặt được

tính:

$$E_T = \varepsilon_T \cdot \sigma \cdot T_t^4 \quad (1.11)$$

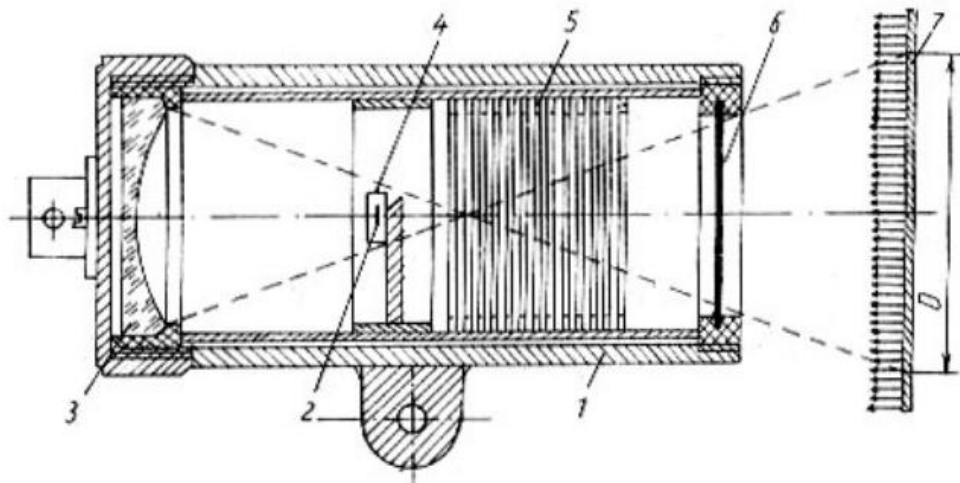
Với: ε_T : Hệ số bức xạ tổng hợp, xác định tính chất của vật và nhiệt độ của nó ($\varepsilon_T < 1$)

T_t : Nhiệt độ thực của vật.

Hoả quang kế phát xạ được khắc độ theo độ bức xạ của vật đen tuyệt đối nhưng khi đo ở đối tượng thực, T_P được tính theo công thức:

$$\sigma \cdot T_p^4 = \varepsilon_T \cdot \sigma \cdot T_t^4 \quad (1.12)$$

$$\Rightarrow T_t = T_p \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon_T}} \quad (1.13)$$



Hình 1.9. Cấu tạo của hỏa quang kế phát xạ

Cấu tạo: Bao gồm ống kim loại mỏng (1), nhiệt điện trở (2) đặt trong hộp chắn (4), gương lõm (3), các đường rãnh (5), tấm thủy tinh hữu cơ (6).

Chùm tia phát xạ được gương lõm phản xạ hội tụ trên nhiệt điện trở (2) và đốt nóng nó. Để tránh các tia phản xạ từ thành ống bên trong và nhiệt điện trở người

ta gia công thêm những đường rãnh (5). Nhiệt điện trở được đặt trong hộp chắn (4). Để bảo vệ mặt trong của hỏa quang kế phải sạch, phía đầu ống được gắn tấm kính thủy tinh hữu cơ trong suốt (6).

Nhiệt điện trở được mắc vào một nhánh cầu tự cân bằng cung cấp từ nguồn điện xoay chiều tần số 50Hz.

Đặc điểm: Hoả quang kế dùng để đo nhiệt độ từ (20 ÷ 1000C). Khi cần đo nhiệt độ cao hơn (100 ÷ 25000C) mà tần số bước sóng đủ lớn người ta dùng một thấu kính bằng thạch anh hay thủy tinh đặc biệt để tập trung các tia phát xạ và phần tử nhạy cảm với nhiệt độ được thay bằng cặp nhiệt ngẫu (ví dụ crômel - copel).

Nhược điểm của tất cả các loại hoả quang kế phát xạ là đối tượng đo không phải là vật đen tuyệt đối do đó trong vật nóng có sự phát xạ nội tại và dòng phát xạ nhiệt đi qua bề mặt. Nhiệt độ của đối tượng đo khi dùng hoả quang kế phát xạ T_t bao giờ cũng nhỏ hơn nhiệt độ lý thuyết tính toán T_p , ví dụ đối với thép sự khác nhau giữa T_p và T_t đạt đến 1,7 độ C.

b. Hoả quang kế màu sắc

Nguyên lý hoạt động: hoả quang kế màu sắc là dụng cụ đo nhiệt độ dựa trên phương pháp đo tỉ số cường độ bức xạ của hai ánh sáng có bước sóng khác nhau λ_1 và λ_2 .

Năng lượng thu được[8]:

$$E_1 = \varepsilon_1 C_1 \lambda_1^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda_1 T}} ; E_2 = \varepsilon_2 C_1 \lambda_2^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda_2 T}} \quad (1.14)$$

Ta rút ra được:

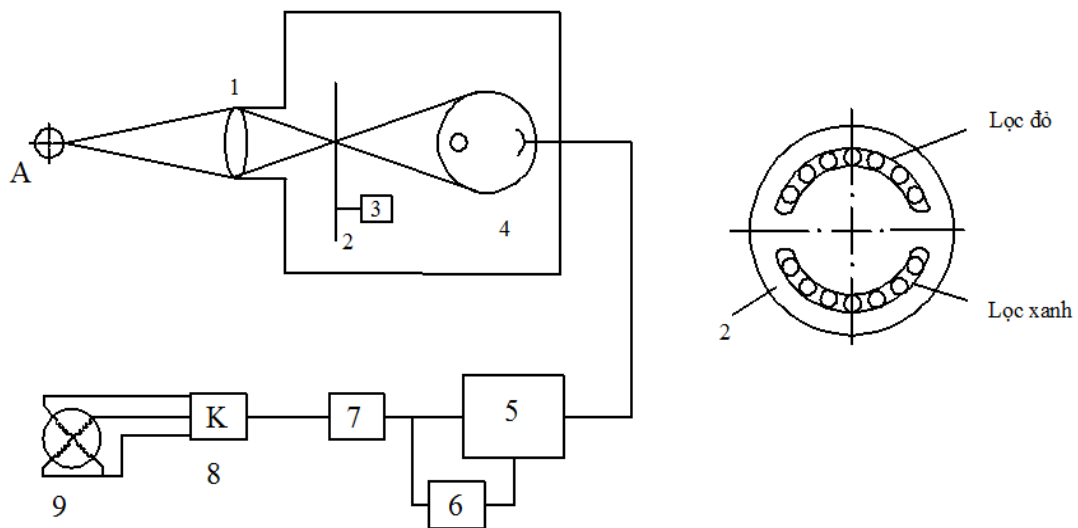
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\varepsilon_1 \lambda_1^{-5} \cdot e^{-\frac{c_2}{\lambda_1 T}}}{\varepsilon_2 \lambda_2^{-5} \cdot e^{-\frac{c_2}{\lambda_2 T}}} \quad (1.15)$$

Suy ra:

$$T = C_2 \cdot \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \cdot \ln \left[\frac{E_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \lambda_2^5}{E_2 \cdot \varepsilon_1 \cdot \lambda_1^5} \right] \quad (1.16)$$

Vì vậy trong dụng cụ hoả quang kế màu sắc có thiết bị tự tính, tự động giải phương trình trên, trong đó các giá trị E_1 , E_2 , ε_1 , ε_2 được đưa vào trước, nếu các thông số trên đưa vào sau sẽ gây nên sai số. Khi đo nhiệt độ đến (2000 ÷ 25000C) giá trị ε_1 , ε_2 có thể xác định bằng thực nghiệm.

Cấu tạo: sơ đồ nguyên lý của hoả quang kế màu sắc dùng tế bào quang điện:



Hình 1.10. Sơ đồ nguyên lý hoả quang kế màu sắc dùng tế bào quang điện

Cường độ bức xạ từ đối tượng đo A qua hệ thấu kính (1) tập trung ánh sáng trên đĩa 2. Đĩa này quay quanh trục nhờ động cơ (3). Sau khi ánh sáng qua đĩa (2) đi vào tế bào quang điện (4), trên đĩa khoan một số lỗ, trong đó một nửa đặt bộ lọc ánh sáng đỏ (LD) còn nửa kia đặt bộ lọc ánh sáng xanh (LX). Khi đĩa quay tế bào quang điện lần lượt nhận được ánh sáng đỏ và xanh với tần số nhất định tùy theo tốc độ quay của động cơ. Dòng quang

điện được khuếch đại nhờ bộ khuếch đại (5) sau đó đưa vào bộ chỉnh lưu pha (7).

Nhờ bộ chuyển mạch (8) tín hiệu được chia thành hai thành phần tùy theo ánh sáng vào tế bào quang điện là xanh hay đỏ. Hai tín hiệu này được đo bằng bộ chia (9).

Tùy theo cường độ bức xạ của đối tượng đo, độ nhạy của khuếch đại được điều chỉnh tự động nhờ thiết bị (6).

Bộ chia thường là lôgômét từ điện, góc quay của nó tỉ lệ với nhiệt độ đo và bộ chuyển mạch là các role phân cực, làm việc đồng bộ với đĩa quay, nghĩa là sự chuyển mạch của khung lôgômét xảy ra đồng thời với sự thay đổi bộ lọc ánh sáng mà dòng bức xạ đặt lên tế bào quang điện.

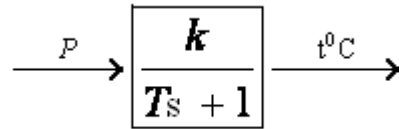
Đặc điểm: phương pháp đo nhiệt độ bằng hồng ngoại kế màu sắc có ưu điểm là trong quá trình đo không phụ thuộc vào khoảng cách từ vị trí đo đến đối tượng đo và không phụ thuộc vào sự bức xạ của môi trường. Nhược điểm của hồng ngoại kế màu sắc là chúng tương đối phức tạp.

Ngoài ra để đo nhiệt độ người ta còn dùng: Nhiệt kế áp suất, nhiệt kế áp suất khí, nhiệt kế áp suất chất lỏng....

1.4. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN Lò NHIỆT

1.4.1. Mô tả toán học của lò nhiệt trong phòng thí nghiệm

Lò nhiệt có đầu vào là điện áp cung cấp cho dây đốt (hay công suất cung cấp) và ngõ ra là nhiệt độ của sản phẩm cần nung hay nhiệt độ vùng sử dụng. Thực tế lượng nhiệt này ngoài việc đốt nóng để tăng nhiệt độ bên trong mà còn cung cấp nhiệt lượng ra bên ngoài nên thực tế phương trình cân bằng năng lượng này rất khó thiết lập. Một cách gần đúng, ta có thể xem môi trường nung là đồng chất, đẳng nhiệt ta có hàm truyền của lò là[7]:



Trong đó: P: Công suất cung cấp dưới dạng điện năng.

K: Hệ số tỷ lệ cho biết quan hệ giữa ngõ vào và ngõ ra ở trạng thái xác lập.

T: Hằng số thời gian thể hiện quán tính của hệ thống.

Theo thực nghiệm Ziegler-Nichols đề xuất ra hệ thống là khâu biểu diễn ở bậc cao do tính chất có trễ của lò nhiệt, xấp xỉ về khâu quán tính bậc nhất có trễ ta được:

$$H(s) = \frac{k.e^{-Ls}}{Ts + 1} \quad (1.17)$$

Trong đó: L: Thời gian trễ của lò nhiệt.

Khai triển Taylor gần đúng e^{-Ls} ta được hàm truyền sẽ là hệ thống tuyến tính bậc 2:

$$H(s) = \frac{k}{(Ts + 1)(Ls + 1)} \quad (1.18)$$

1.4.2. Phương pháp điều khiển on – off

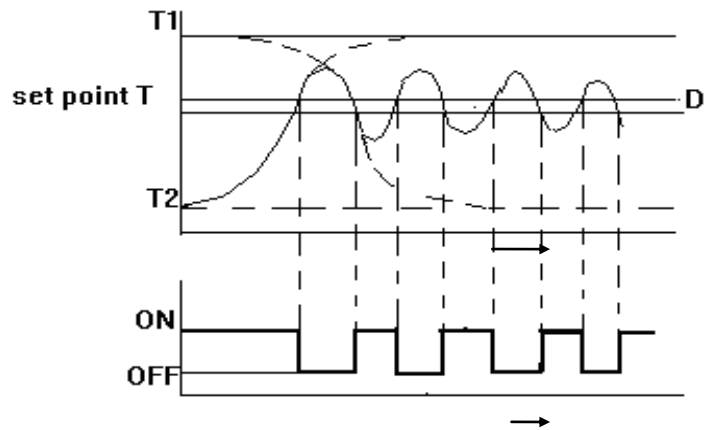
Điều khiển on- off là lặp lại trạng thái on- off của hệ thống điều khiển theo điểm đặt. Ví dụ trong hình, relay ngõ ra là on khi nhiệt độ trong lò dưới điểm

đặt, và off khi nhiệt độ đến điểm đặt.

a) Mô tả hoạt động on-off

Với cấu hình của hệ thống điều khiển được trình bày như ở trên, relay ngõ ra on, cấp điện tới sợi nung khi giá trị nhiệt độ hiện tại trong lò dưới điểm đặt. Relay ngõ ra off khi nhiệt độ lên cao hơn điểm đặt. Nhờ phương pháp

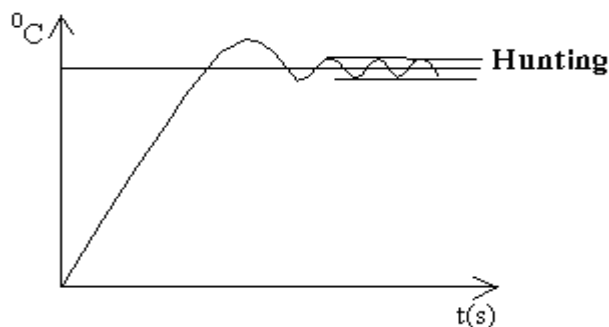
điều khiển nhiệt độ mà nhiệt độ được đặt ở giá trị nào đó bằng cách bật on và off nguồn cho sợi nung được gọi là điều khiển on-off. Hoạt động này cũng được gọi là điều khiển hai vị trí vì hai biên đặt cũng liên quan tới điểm đặt[5].



Hình 1.11. Đặc điểm của hoạt động on – off

b) Điều chỉnh độ nhạy

Nếu relay ngõ ra được bật on hoặc off ở một điểm đặt chattering của ngõ ra có thể xảy ra làm hệ thống điều khiển có thể bị ảnh hưởng nhiều. Vì lý do này mà từ trễ giữa on và off thường xảy ra ở ngõ ra như hình 1.11. Từ trễ này được gọi là hiệu chỉnh độ nhạy. Điều chỉnh độ nhạy cao đòi hỏi cần phải tránh tần số hoạt động on-off .



Hình 1.12. Đặc điểm của Hunting

c) Hunting

Khi điểm đặt được điều khiển bằng hoạt động on-off, biến đặt thay đổi tuần hoàn như trong hình 1.12. Sự thay đổi tuần hoàn này được gọi là hunting. Kết quả tốt nhất của hoạt động on-off đạt được nếu như biên độ hunting là nhỏ nhất[5].

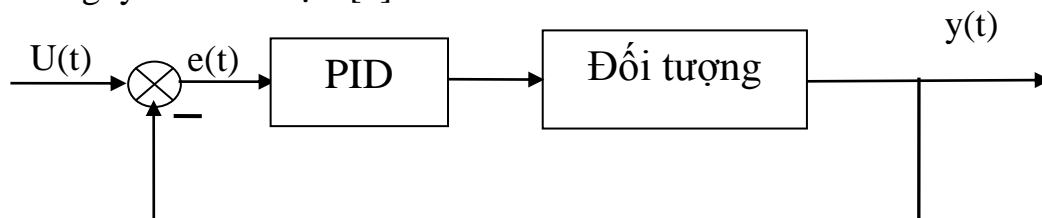
d) Hệ thống thích hợp cho điều khiển on-off

Điều khiển on-off tốt nhất cho hệ thống điều khiển khi nhiệt độ tăng lên chậm và sai phân G giữa cân bằng nhiệt khi ngõ ra là on và khi ngõ ra là off nhỏ. Ví dụ, G nhỏ duy trì đáp ứng nhiệt nhanh và hunting được tắt bằng hình thức on-off được trình bày như trong hình. Trong hình này dùng đèn ở ngõ ra. Nhiệt độ trên tới giá trị tới hạn thấp của ngõ ra đèn được điều khiển bằng hai sợi nung với tổng công suất là 600W. Trong lân cận điểm đặt, nhiệt độ điều khiển mỗi sợi nung là 300W.

1.4.3. Phương pháp điều khiển PID

PID là bộ điều khiển tỷ lệ - tích phân - vi phân (Proportional – Integral – Derivative) .

Bộ điều khiển PID được sử dụng rộng rãi để điều khiển đối tượng SISO theo nguyên tắc sai lệch[7]:



Hình 1.13. Hệ thống điều khiển vòng kín với bộ điều khiển PID

Nếu $e(t)$ càng lớn thì thông qua thành phần tỷ lệ làm cho $x(t)$ càng lớn (vai trò của khâu P).

Nếu $e(t)$ chưa bằng 0 thì thông qua thành phần tích phân, PID vẫn tạo tín hiệu điều chỉnh (vai trò của khâu I).

Nếu $e(t)$ thay đổi lớn thì thông qua thành phần vi phân, phản ứng tích hợp $x(t)$ càng nhanh (vai trò của khâu D).

a) Khâu tỷ lệ D

Khâu P tạo ra tín hiệu điều khiển tỉ lệ với giá trị của sai lệch. Việc này được thực hiện bằng cách nhân sai lệch e với hằng số K_p gọi là hằng số tỉ lệ.

Khâu P được tính dựa trên công thức:

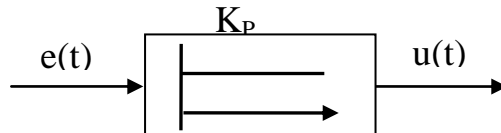
$$P_{out} = K_p \cdot e(t) \quad (1.19)$$

Trong đó: P_{out} : Giá trị ngõ ra

K_p : Hằng số tỷ lệ

e: sai lệch

Sơ đồ khối của khâu P:



b) Khâu tích phân I

Khâu I cộng thêm tổng các sai số trước đó vào giá trị điều khiển. Việc tính tổng các sai số được thực hiện liên tục cho đến khi giá trị đạt được bằng với giá trị đặt, và kết quả là khi hệ cân bằng thì sai số bằng 0.

Khâu I được tính theo công thức[7]:

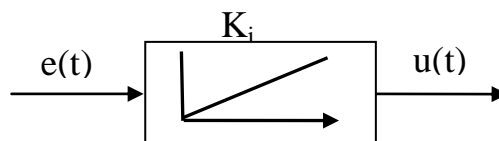
$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (1.20)$$

Trong đó: I_{out} : giá trị ngõ ra khâu I

K_i : hệ số tích phân

e: sai số

Sơ đồ khối khâu I:



Khâu I thường đi kèm với khâu P, hợp thành bộ điều khiển PI. Nếu chỉ sử dụng khâu I thì đáp ứng của hệ thống sẽ chậm và thường bị dao động.

c) Khâu vi phân D

Khâu D cộng thêm tốc độ thay đổi sai số vào giá trị điều khiển ở ngõ ra. Nếu sai số thay đổi nhanh thì sẽ tạo ra thành phần cộng thêm vào giá trị điều khiển. Điều này cải thiện đáp ứng của hệ thống, giúp trạng thái của hệ thống thay đổi nhanh chóng và đạt được giá trị mong muốn.

Khâu D được tính theo công thức[7]:

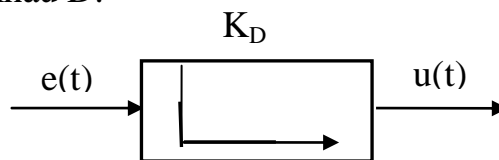
$$D_{out} = K_D \frac{d}{dt} e(t) \tag{1.21}$$

Trong đó: D_{out} : ngõ ra khâu D

K_D : hệ số vi phân

e: sai số

Sơ đồ khối khâu D:



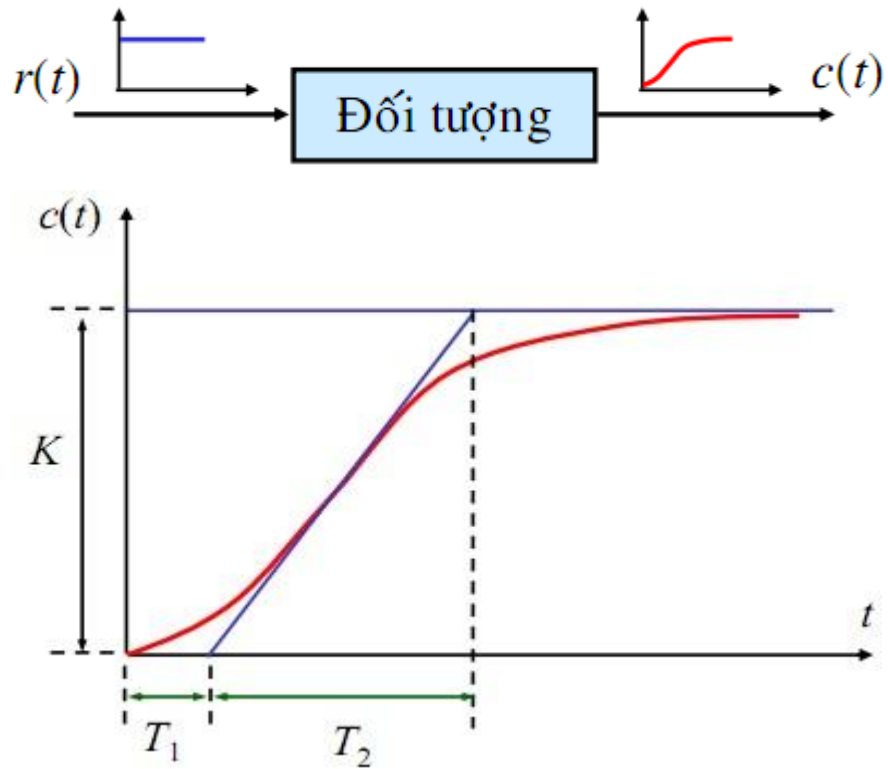
d) Bộ điều khiển PID cho lò nhiệt

Tổng hợp ba khâu P, I, D ta được bộ điều khiển PID. Bộ điều khiển PID được mô tả bằng hàm truyền đạt sau:

$$G(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \tag{1.22}$$

Ta có lò nhiệt có hàm truyền đạt:

$$H(s) = \frac{k}{(Ts + 1)(Ls + 1)} \tag{1.23}$$



Hình 1.14. Đặc tính của lò nhiệt

Theo Nichols – Ziegler các hằng số K_p , thời hằng tích phân T_i , hằng số vi phân T_d của hàm hiệu chỉnh thích hợp ứng với hàm truyền các thông số K , T_1 , T_2 được xác định qua bảng sau:

Bảng 1.1. Hiệu chỉnh tham số PID theo phương pháp Nichols – Ziegler

Bộ điều khiển	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T_2}{T_1 \cdot K}$	∞	0
PI	$0.9 \frac{T_2}{T_1 \cdot K}$	$\frac{T_1}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T_2}{T_1 \cdot K}$	$2T_1$	$0.5T_1$

1.5. GIỚI THIỆU MỘT SỐ LOẠI CẢM BIẾN THƯỜNG DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP ĐỂ ĐO NHIỆT ĐỘ

Hiện nay trên thị trường có rất nhiều cảm biến nhiệt cũng như dụng cụ đo nhiệt độ nói chung và đo nhiệt độ lò nói riêng. Dưới đây chỉ là một số cảm biến và dụng cụ đo thường dùng để đo nhiệt độ lò.

1.4.1. Máy đo nhiệt độ siêu nhỏ



Hình 1.15. Máy đo nhiệt độ siêu nhỏ[12]

Thông số:

Khoảng đo: Độ C: $-40^{\circ}\text{C} \sim +200^{\circ}\text{C}$.

Độ F: $-40^{\circ}\text{F} \sim +392^{\circ}\text{F}$.

Độ chính xác: - $\pm 1^{\circ}\text{C}$ trong khoảng đo từ $-20^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$ ($-4^{\circ}\text{F} \sim +212^{\circ}\text{F}$); - $\pm 2^{\circ}\text{C}$ trong khoảng đo còn lại. Độ chia: 0.1°C (0.1°F). Pin: 1.5V

1.4.2. Thiết bị đo nhiệt độ lò (Model MP 200)



Dải đo: $-200 \div 1200^{\circ}\text{C}$

Đầu đo: Cáp dài 1800mm, đầu cảm biến bằng thép không gỉ dài 500mm, thích hợp đo nhiệt độ trong lò đốt, nồi nấu kim loại, công nghệ tráng nhôm...

Nước sản xuất: Đức

Hình 1.16. Thiết bị đo nhiệt độ lò Model MP 200[12]

1.4.3. Thiết bị đo nhiệt độ chuyên nghiệp P400/P410



Hình 1.17. Thiết bị đo nhiệt độ chuyên nghiệp P400/P410[12]

Đầu đo: PT100 kiểu 4 dây

Dải đo: $-99,9^{\circ}\text{C} \div 850^{\circ}\text{C}$

Độ chính xác: $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$

Độ phân giải: 0.1°C trong khoảng $-99.9^{\circ}\text{C} \dots +399.9^{\circ}\text{C}$,

1°C cho khoảng còn lại

Bộ nhớ: Lưu trữ 19 kết quả đo

Đầu nối: DIN 45326 8-pole

Nhiệt độ làm việc: $0^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$

Màn hiển thị: LCD

Vỏ: Nhựa ABS

Kích thước: 130 x 65 x 25 mm (L x W x H)

Trọng lượng :240g

Nguồn cấp: 2 pin 1.5 Volt AA

Tuổi thọ pin: Xấp xỉ 160 giờ

1.4.4. Đồng hồ đo nhiệt độ



	Khoảng đo	Độ chia	Độ chính xác
°C	-50°C ~ 1300°C	0.1°C	-50°C ~ 0°C: $\pm(0.5\% + 1^{\circ}\text{C})$ 0°C ~ 199.9°C: $\pm(0.3\% + 1^{\circ}\text{C})$
		1°C	-50°C ~ 300°C: $\pm(0.5\% + 1^{\circ}\text{C})$ 301°C ~ 1000°C: $\pm(0.3\% + 1^{\circ}\text{C})$ 1001°C ~ 1300°C: $\pm(0.5\% + 1^{\circ}\text{C})$
°F	-58°F ~ 1999°F	0.1°F	-58°F ~ 199.9°F: $\pm(0.3\% + 2^{\circ}\text{F})$
		1°F	-58°F ~ 1999°F: $\pm(0.3\% + 2^{\circ}\text{F})$

Pin: 9V ; Kích thước : 143 x 74 x 34mm.

Trọng lượng : 226g ; Xuất Sứ : Đài Loan.

Hình 1.18. Đồng hồ đo nhiệt độ[12]

CHƯƠNG 2. GIỚI THIỆU VỀ CARD PCI 1710

2.1. GIỚI THIỆU CHUNG CARD PCI-1710 VÀ CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT

2.1.1. Khái quát chung về card PCI - 1710

PCI 1710 là một card DAS đa chức năng cho bus PCI. Thiết kế mạch tiên tiến mang lại cho bạn nhiều chức năng và chất lượng cao hơn, bao gồm 5 chức năng điều khiển và đo lường mong muốn: bộ chuyển đổi A/D 12 bit, bộ chuyển đổi D/A, đầu vào số, đầu ra số và bộ đếm/bộ thời gian.

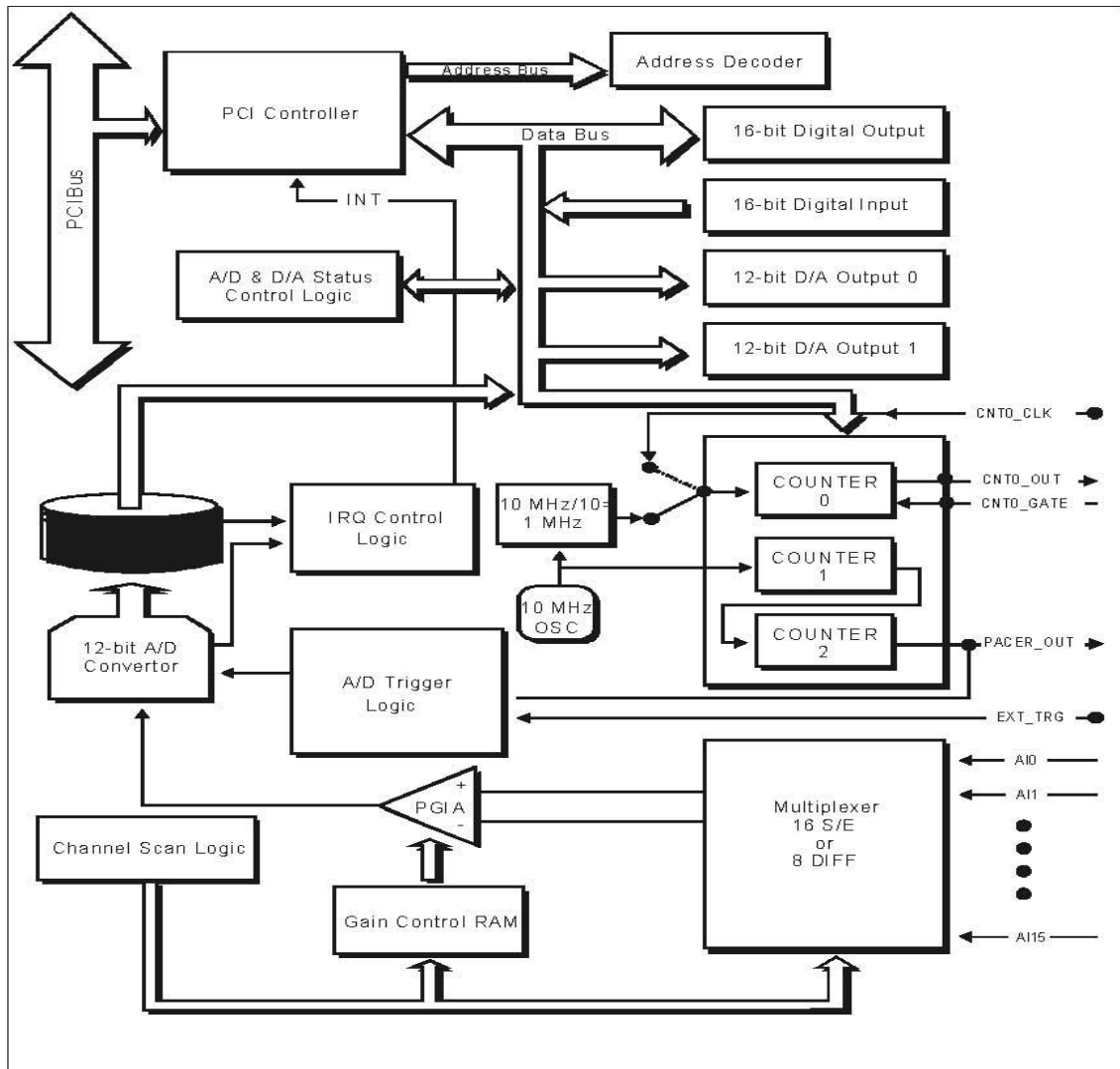
2.1.2. Bus PCI Plug and Play

PCI 1710 sử dụng một PCI điều khiển tới giao diện card bằng bus PCI. Bộ điều khiển thực thi đầy đủ đặc tính kỹ thuật Rev 2.1 bus PCI. Tất cả những sự định dạng địa chỉ mạng tương đối, chẳng hạn như: địa chỉ cơ sở và thiết lập ngắt, được điều khiển tự động bởi phần mềm. Không dây nối hoặc sự thiết lập chuyển đổi DIP là yêu cầu cho việc định dạng của người sử dụng.

2.1.3. Những kiểu đầu vào và việc thiết lập những phạm vi linh hoạt

PCI 1710 đặc trưng một kênh tự động mạch quét linh hoạt. Mạch điện, tốt hơn phần mềm của bạn, điều khiển thời gian chuyển mạch bộ dồn kênh. Trên bảng mạch SRAM lưu trữ các giá trị khuếch đại khác nhau và sự định dạng cho mỗi kênh. Thiết kế này cho phép bạn thực hiện lấy mẫu tốc độ cao nhiều kênh (lên tới 100 kHz) với những lợi ích khác nhau cho mỗi kênh với sự kết hợp tự do của một đầu ra và các đầu vào khác nhau.

Sơ đồ khối như sau[3]:



Hình 2.1. Sơ đồ khối của Card PCI-1710

2.1.4. Vùng nhớ FIFO trên bảng mạch (First In First Out)

PCI 1710 có một bộ đệm FIFO trên bo mạch nó có thể lưu trữ tới 4K mẫu A/D. PCI 1710 phát sinh một ngắt khi FIFO đầy nửa. Đặc tính này cung cấp liên tục sự di chuyển dữ liệu tốc độ cao và nhiều sự thực hiện có thể đoán trước trên hệ thống Windows.

2.1.5. Bộ đếm lập trình được trên bảng mạch

PCI 1710 cung cấp một bộ đếm lập trình được để sinh ra một trigơ tốc độ cho bộ chuyển đổi A/D. Chip bộ đếm là một IC 82C54 hoặc tương đương, Nó

bao gồm 3 bộ đếm 16 bit trên 1 xung nhịp 10 MHz. Một bộ đếm được sử dụng như một máy đếm sự kiện cho việc đếm các sự kiện đang đến từ các kênh đầu vào. Hai cái khác được nối với nhau để tạo ra một bộ thời gian 32 bit cho một trigơ tốc độ cao[3].

Các đặc tính sau:

- 16 đầu ra đơn hoặc 8 đầu vào tương tự vi phân, hoặc một sự kết hợp
- Bộ chuyển đổi A/D 12 bit, với nhịp độ lấy mẫu lên tới 100 kHz
- Chương trình khuếch đại cho mỗi kênh đầu vào
- Kênh tự động/ quét linh hoạt
- Bộ đệm FIFO lấy mẫu 4K trên bảng mạch
- Hai kênh đầu ra tương tự 12 bit
- 16 đầu vào số và 16 đầu ra số
- Lập trình từng bước/ bộ đếm

2.1.6. Các thông số kỹ thuật

a) Đầu vào tương tự

- Số kênh : 16 đầu ra đơn hay 8 đầu vào vi phân
- Độ phân giải: 12 bit
- Bộ mạch đệm FIFO: 4K lấy mẫu
- Thời gian biến đổi: $8\mu\text{s}$
- Dải đầu vào: V, phần mềm lập trình
- Bipolar – lưỡng cực: $\pm 10, \pm 5, \pm 2.5, \pm 1.25, \pm 0.625$
- Unipolar - đơn cực: $0 \sim 10, 0 \sim 5, 0 \sim 2.5, 0 \sim 1.25$
- Đầu vào quá áp lớn nhất: $\pm 30\text{ V}$
- Tỷ số loại bỏ kiểu chung (CMRR)
- Hệ số khuếch đại: (0,5; 1); 2; 4; 8
- CMRR: 75dB; 80dB; 84dB; 84dB
- Dữ liệu thông qua lớn nhất: 100 kHz

- Độ chính xác: 0.01% của FSR ± 1 LSB; 0.02% của FSR ± 1 LSB; 0.02% của FSR ± 1 LSB; 0.04% của FSR ± 1 LSB
- Sai số tuyến tính: ± 1 LSB
- Tổng trở vào: 1 G Ω
- Biểu mẫu khởi động: Phần mềm, lập trình bên trong bo mạch hoặc bên ngoài

b) Đầu ra tương tự

- Số kênh: 2
- Độ phân giải: 12 bit
- Độ chính xác tương đối: $\pm 1/2$ LSB
- Sai số lan truyền: ± 1 LSB
- Nhịp độ cập nhật lớn nhất: 100 K samples/s
- Tốc độ quét: 10V/ms
- Dải đầu ra: (phần mềm lập trình)
- Mốc đầu vào: 0 ~ +5 V, 0 ~ +10 V
- Mốc đầu ra: 0 ~ +x V đến -x V (-10 #x # 10)

c) Đầu vào số

- Số kênh: 16
- Điện áp vào:
- Mức thấp: 0.4 max
- Mức cao: 2.4 min
- Tải đầu vào:
- Mức thấp: -0.2mA và 0.4 V
- Mức cao: 20 μ A và 2.7 V

d) Đầu ra số

- Số kênh: 16
- Điện áp đầu ra:

- Mức thấp: 0.4 V max và 8 mA (nhận)
- Mức cao: 20 μ V và -0.4mA (nguồn)

e) Lập trình bộ thời gian/ bộ đếm

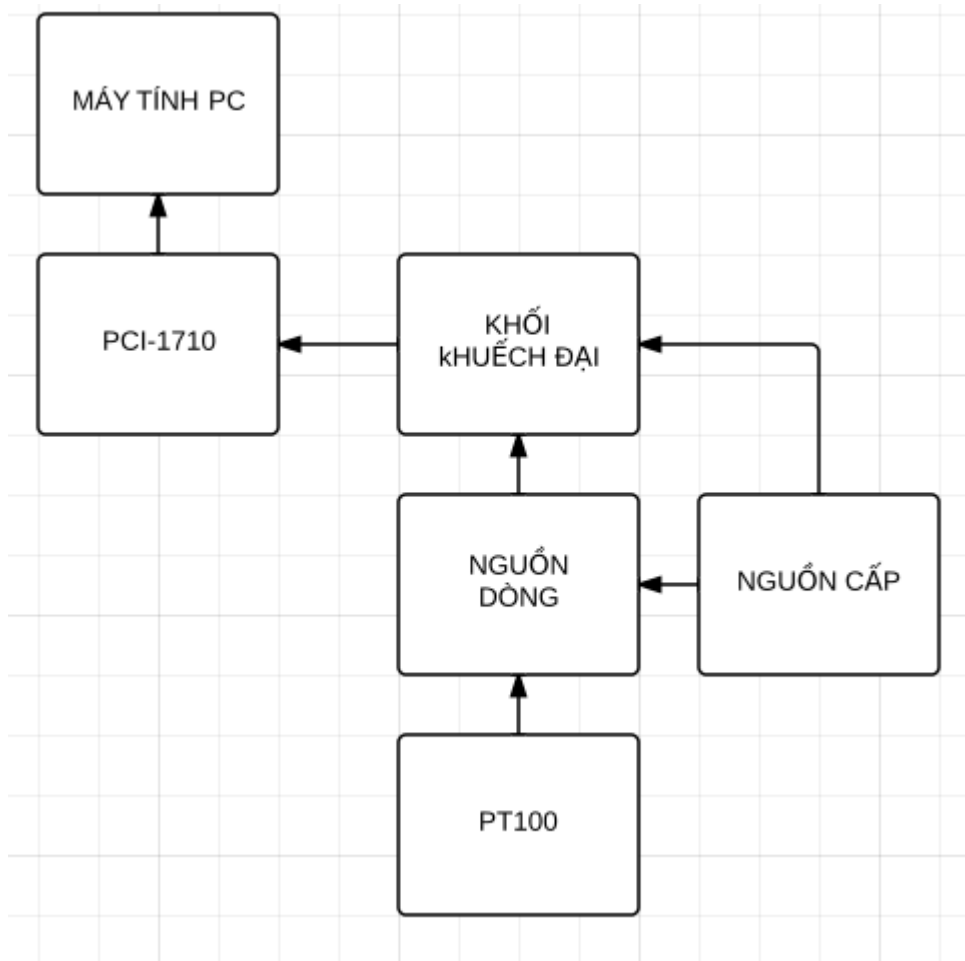
- Chip đếm: 82C54 hoặc tương đương
- Bộ đếm: 3 kênh, 16 bit, trong đó có 2 kênh là định hình thường xuyên như các bước lập trình; 1 kênh là tự do cho ứng dụng của người dùng
- Đầu vào, cực: TTL/CMOS phù hợp
- Cơ sở thời gian:
- Kênh 1: 10MHz
- Kênh 2: đầu vào lấy từ đầu ra của kênh 1
- Kênh 0: Xung nhịp bên trong 1MHz hoặc bên ngoài max 10MHz được lựa chọn bởi phần mềm.

f) Tổng thể

- Đầu nối I/O: 68 chân SCSI-II đầu nối cái.
- Công suất tiêu thụ: 5V và 850 mA (điển hình) ; 5V và 1A (lớn nhất)
- Kích thước: 175 mm x 107 mm (6.9" x 4.2")
- Nhiệt độ làm việc: 0 ~ +60 °C (32 ~ 140 °F) tới IEC 68-2-1,2
- Nhiệt độ lưu giữ: -20 ~ +70 °C (-4 ~ 158 °F)
- Độ ẩm làm việc: 5 ~ 95%RH không ngưng tụ (tới IEC 68-2-3)
- MTBF: quá 64,770 hrs và 25 °C được nối đất, môi trường hỗn hợp

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT NHIỆT ĐỘ Lò NHIỆT SỬ DỤNG CARD PCI 1710

3.1. SƠ ĐỒ KHỐI CỦA MẠCH ĐO NHIỆT ĐỘ



Hình 3.1. Sơ đồ khối cấu trúc mạch đo nhiệt độ

3.1.1. Khối nguồn cấp

Sử dụng nguồn ngoài sẵn có các dải điện áp $-12V$; $-5V$; $+5V$; $+12V$ cung cấp cho các phần tử có trong mạch.

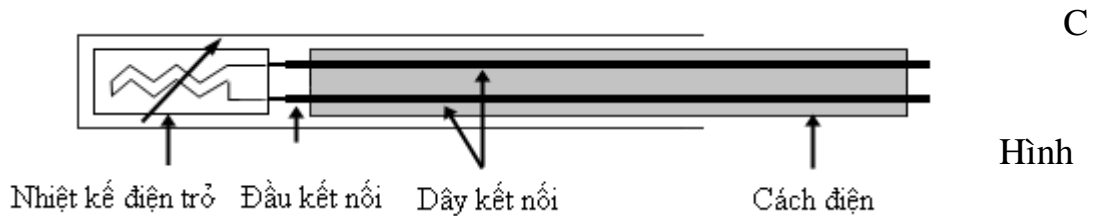
3.1.2. Khối nguồn dòng

Cảm biến nhiệt độ PT100 là cảm biến nhiệt độ dạng điện trở (RTD). Khi nhiệt độ thay đổi, giá trị điện trở của cảm biến sẽ thay đổi theo.

Điện trở này là một dây kim loại có bọc các đoạn sứ bao quanh toàn bộ dây kim loại. Phần bao bọc này lại được đặt trong một ống bảo vệ (thermowell) thường có dạng hình tròn, chỉ đưa 2 đầu dây kim loại ra để kết

nối với thiết bị chuyên đổi. Phần ống bảo vệ sẽ được đặt ở nơi cần đo nhiệt độ, thông thường cảm nhiệt Pt100 chỉ đo được nhiệt độ tối đa là 600 °C.

Cấu tạo như hình sau:



3.2. Cấu tạo PT100

Như vậy nếu cấp cho PT100 một giá trị dòng điện không đổi thì giá trị điện áp trên cảm biến sẽ được tính theo định luật Ohm:

$$U_T = R_T \cdot I_c \quad (3.1)$$

U_T : Là giá trị điện áp trên hai đầu cảm biến

R_T : Điện trở của cảm biến tại $T^{\circ}\text{C}$.

Mặt khác dựa vào nguyên lý của sự thay đổi điện trở, người ta chứng minh được rằng điện trở RTD thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ theo phương trình sau[8]:

$$R_T = R_0(1 + \alpha T + \beta T^2) \quad (3.2)$$

Trong đó:

R_T : Là điện trở của RTD ở nhiệt độ T (Ω).

R_0 : Là điện trở của của RTD tại 0°C (Ω).

α, β : Là các hằng số xác định bằng thực nghiệm.

Nếu nhiệt độ trong khoảng gần nhất định, công thức trên có thể được đơn giản thành:

$$R_T = R_0(1 + \alpha T) \quad (3.3)$$

Đối với PT 100 ta có $R_0 = 100(\Omega)$.

$$R_T = 100(1 + \alpha T) \quad (3.4)$$

Giá trị hằng số α thường lấy bằng $0.00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ và được coi là không đổi trong thang nhiệt độ 0-100 độ. Thay α vào (3.4) ta có:

$$R_T = 100(1 + 0,00385T).$$

Thay R_T vào (3.1) :

$$U_T = 100I_c(1 + 0,00385T)$$

Từ đó tính được

$$T = \frac{U_T}{0,385I_c} - 260 \quad (3.5)$$

Nếu giữ cho $I_c = \text{const}$, thì $U_{\text{pt100}} \sim R_{\text{pt100}}$.

3.1.3. Khối khuếch đại

Vì tín hiệu điện áp ra có biên độ nhỏ, do vậy ta cần có bộ khuếch đại điện áp, bộ khuếch đại được sử dụng là bộ khuếch đại thuật toán (OA).

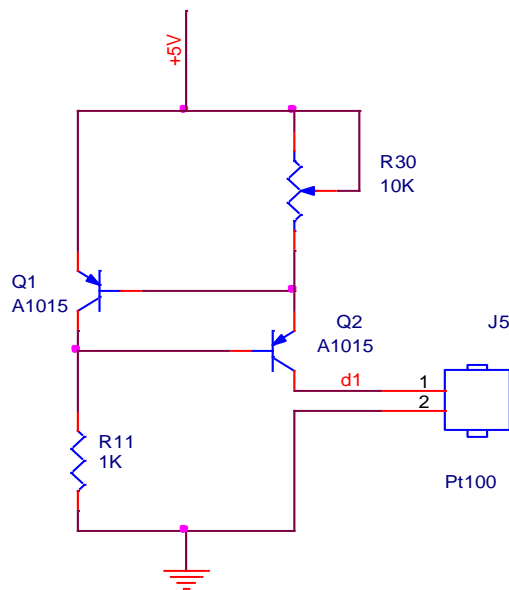
3.1.4. Khối PCI-1710

Thu thập dữ liệu thu được truyền lên máy tính thông qua các đầu vào, đầu ra tích hợp sẵn.

3.2. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ

3.2.1. Mạch nguồn dòng

Dòng điện cấp cho PT100 chọn bằng 1mA đảm bảo cho PT100 không bị nóng lên khi được cấp nguồn.



Hình 3.3. Mạch tạo nguồn dòng

Dòng cung cấp cho PT100 sẽ được tính theo công thức sau:

$$I_0 = \frac{U_{BE}}{R}$$

Với: U_{BE} điện áp giữa cực B,E của Transistor.

Hai transistor chọn loại A1015 có $I_c=100\text{mA}$, $U_{BE}=0,8\text{V}$

Giá trị điện trở R_{12} được tính theo công thức:

$$R_{12} = \frac{0,8}{0,001} = 800\Omega$$

Ta chọn R_{12} là biến trở $10\text{k}\Omega$ để điều chỉnh. R_{11} chọn bằng $1\text{k}\Omega$

3.2.2. Mạch khuếch đại

PT100 ở $^{\circ}\text{C}$ có $R_T = 100\Omega$. Do đó $U_{ra}^{\circ}\text{C}$ là $0,1\text{V}$.

PT100 ở 200°C có $R_T = 175,84\Omega$ (tra bảng đặc tính R_T).

Điện áp rơi trên PT100 ứng với thang dải đo cực đại 200°C :

$$U_{ra} = 200.0,001 = 0,2V$$

Điện này cần qua bộ khuếch đại không đảo để đưa vào Card PCI-1710.

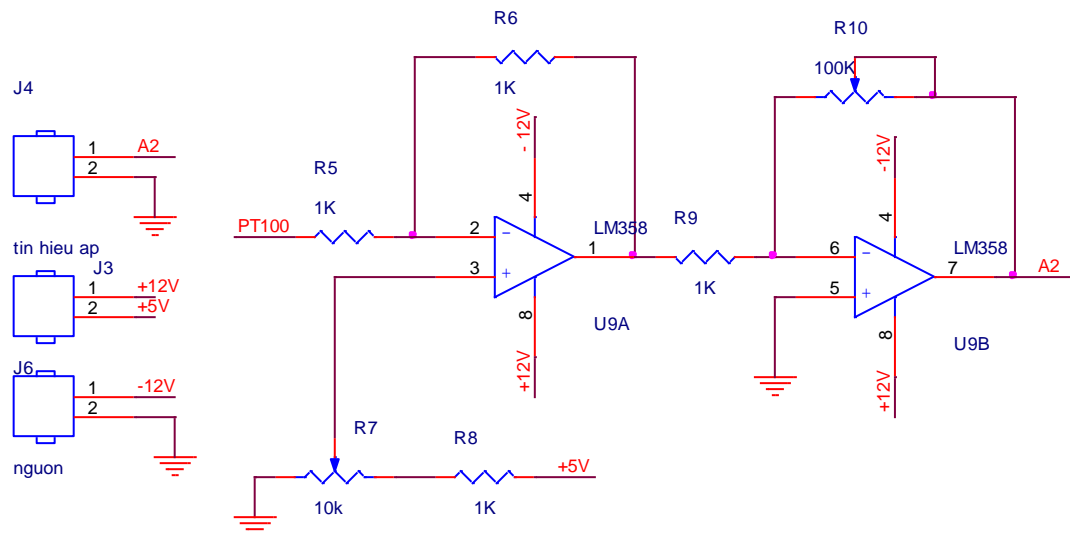
Vì vậy ta cần qua một mạch trừ để ở 0 °C điện áp ra là 0V và sau đó qua một mạch khuếch đại để chuẩn hóa về dải điện áp từ (0-5V) trước khi đưa vào card.

Với hệ số khuếch đại:

$$K = \frac{5}{0,2} = 25$$

Chọn $R_9 = 1K\Omega$, R_{10} biến trở 100K Ω

Ta có sơ đồ như sau:



Hình 3.4. Sơ đồ mạch gia công tín hiệu đo

Trong đó: Ta chọn $R_5=R_6=R_8= 1K\Omega$

R_7 biến trở 10K Ω

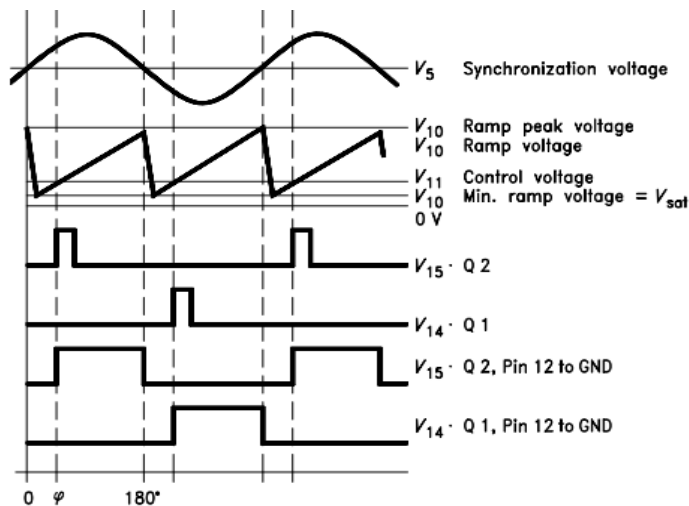
3.2.3. Mạch điều khiển

Điều khiển nhiệt chính là điều khiển điện áp xoay chiều đặt trên tải .Có nhiều phương pháp để điều áp có thể điều khiển theo tuyến tính (góc mở), điều khiển theo xung (đóng ngắt) để đạt được nhiệt độ yêu cầu. Có thể dùng 2 IC Thyristor đấu ngược hoặc TRIAC để làm van đóng mở.

Với yêu cầu của đề tài ở đây dùng 1 IC TRIAC để làm van động lực, còn việc điều khiển việc mở van sử dụng optotriac MOC3020 và TCA785. Phương pháp điều khiển tuyến tính (góc mở).

TCA785 là một IC chuyên dụng để điều khiển thyristor, triac, transistor... Các xung điều khiển có thể điều chỉnh trong khoảng rộng từ 0-180 độ. Vi mạch TCA 785 là vi mạch phức hợp thực hiện được 4 chức năng của một mạch điều khiển: điện áp đồng bộ, tạo điện áp răng cưa đồng bộ, so sánh và tạo xung ra.

Nguyên lý hoạt động: Tín hiệu đồng bộ được đưa vào chân 5. Tại đây bộ phận nhận biết điểm không sẽ phát tín hiệu điểm không về khối thanh ghi đồng bộ. Khối thanh ghi đồng bộ điều khiển phát tín hiệu xung răng cưa đồng bộ với tín hiệu nguồn xoay chiều. Điện áp xung răng cưa được so sánh điện áp điều khiển đặt vào chân 11. Khi điện áp xung răng cưa lớn hơn điện áp điều khiển khối so sánh phát ra tín hiệu điều khiển về khối logic. Tại đây đầu ra tương ứng Q₁, Q₂ sẽ phát xung điều khiển các van công suất.



Hình 3.5. Biểu đồ xung

Thông số chủ yếu của TCA 785:

Điện áp nuôi: $U_{s \max} = 18V$.

Dòng điện tiêu thụ: $I_{s \max} = 10 \text{ mA}$.

Dòng điện ra: $I = 400 \text{ mA}$.

Điện áp răng cưa: $U_{r \max} = (U_s - 2) \text{ V}$.

Điện trở trong mạch tạo điện áp răng cưa:

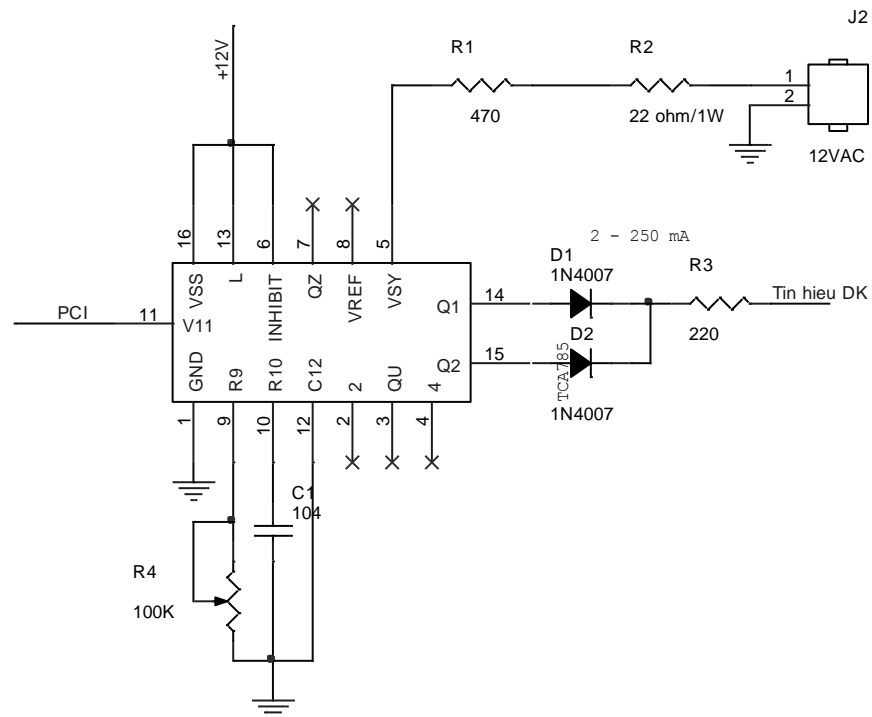
$$R_9 = 20 \text{ k}\Omega \div 500 \text{ k}\Omega.$$

Điện áp điều khiển : $U_{11} = -0,5 \div (U_s - 2) \text{ V}$.

Dòng điện đồng bộ: $I_s = 200 \mu\text{A}$

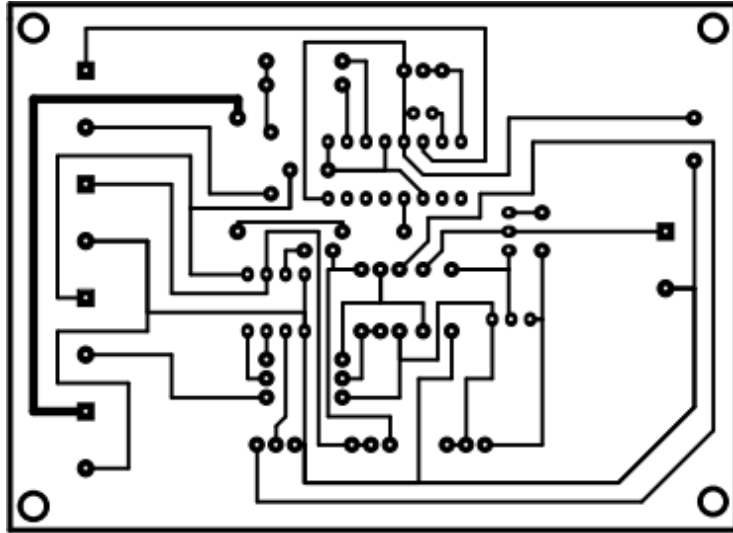
Tần số xung ra: $f = 10 \div 500 \text{ Hz}$.

Sơ đồ mạch như sau:

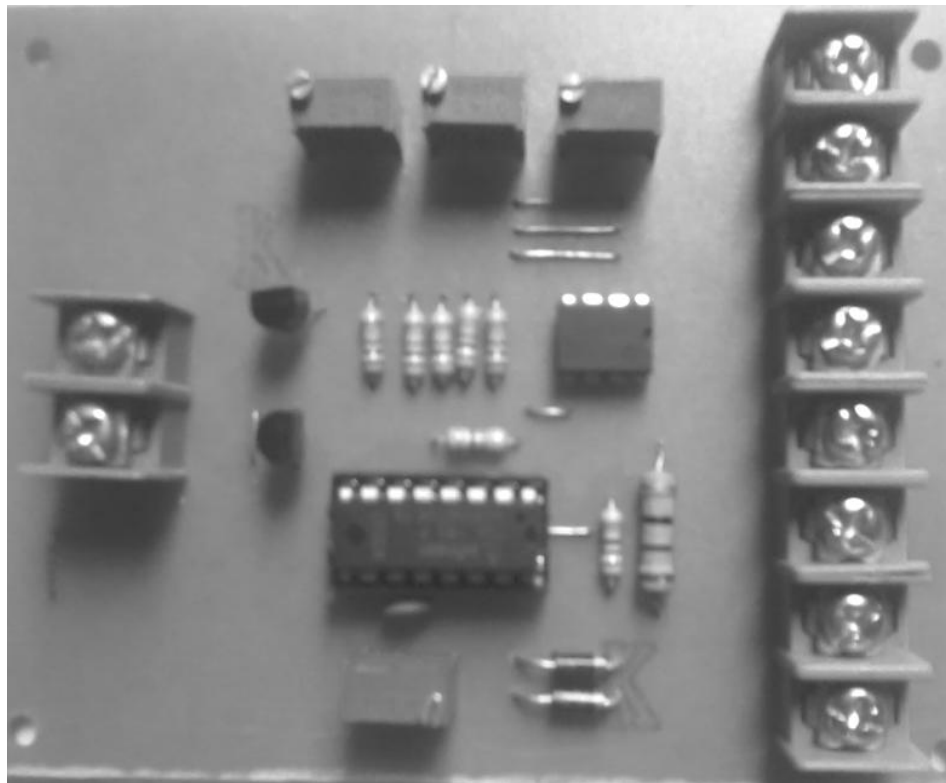


Hình 3.6. Sơ đồ mạch điều khiển

Bằng cách điều khiển giá trị điện áp từ chân tương tự của card PCI 1710 từ 0V đến 10V nối với chân số 11 của TCA ta có thể điều chỉnh góc mở α từ 0° tới 180° điện. Cực G của triac nhận từ chân 15 một xung dương trong nửa chu kỳ dương của điện áp nguồn nuôi và nhận một xung dương từ chân 14 trong nửa chu kỳ âm.



Hình 3.7. Mạch in

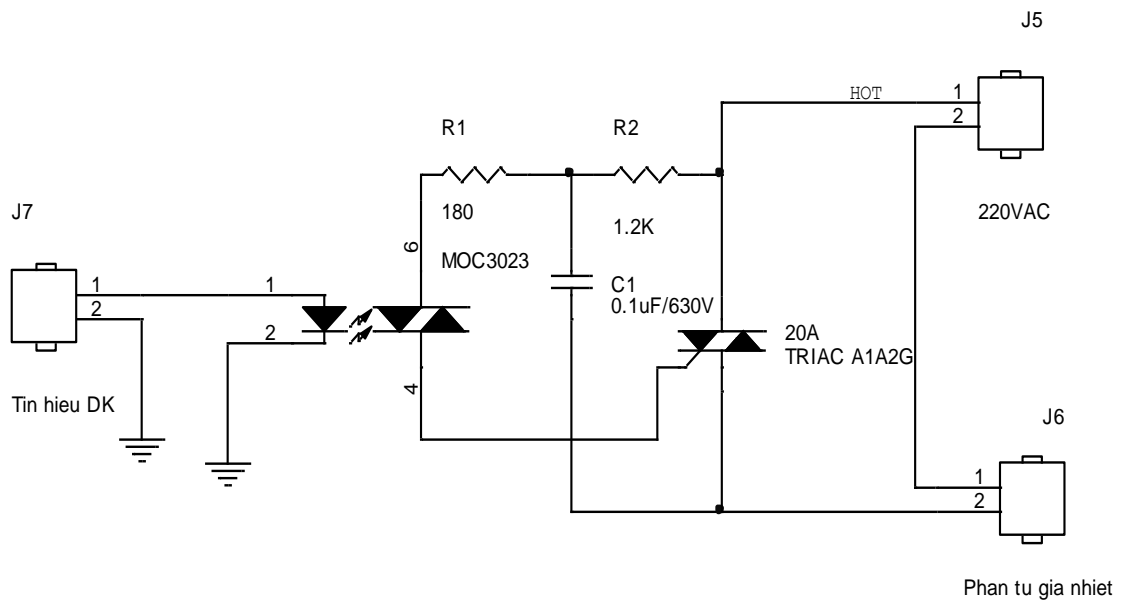


Hình 3.8. Mạch thi công

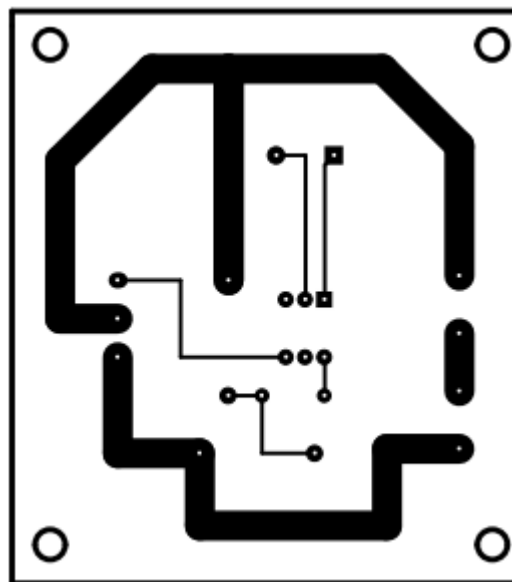
3.2.4. Mạch động lực

Điện áp điều khiển được đưa vào chân 11 so sánh với điện áp răng cưa. Khi điện áp răng cưa lớn hơn điện áp điều khiển thì sẽ phát ra xung điều

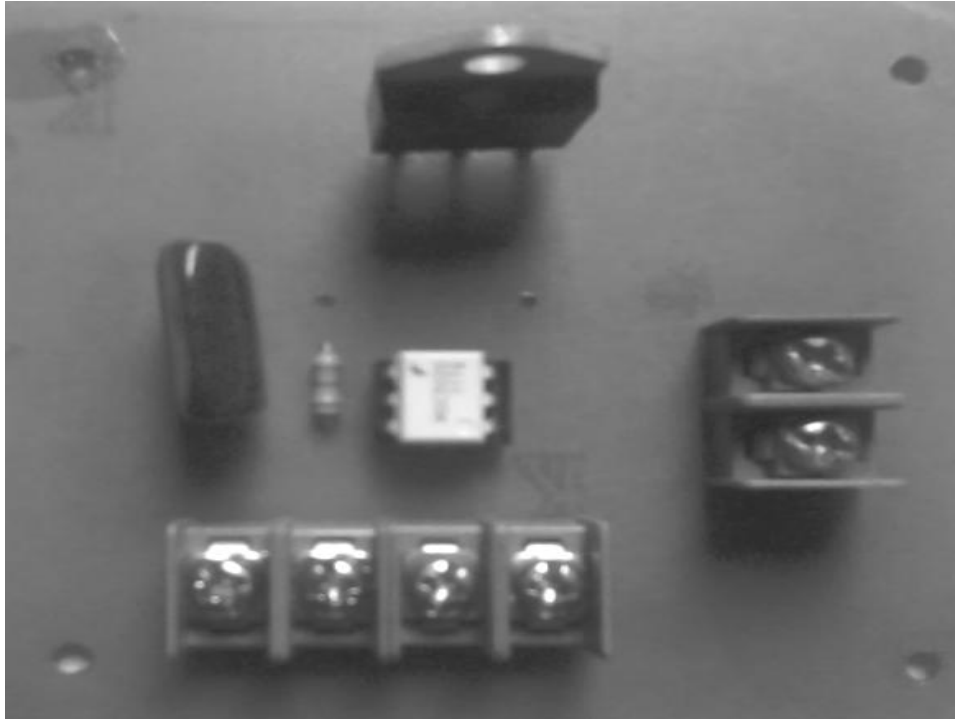
Khiến ra chân 14, 15 kích mở cho MOC3020. MOC3020 mở cũng chính là lúc Triac thông, thời điểm kích mở quyết định điện áp ra tải.



Hình 3.9. Sơ đồ mạch mở Triac



Hình 3.10. Mạch in



Hình 3.11. Mạch thí công

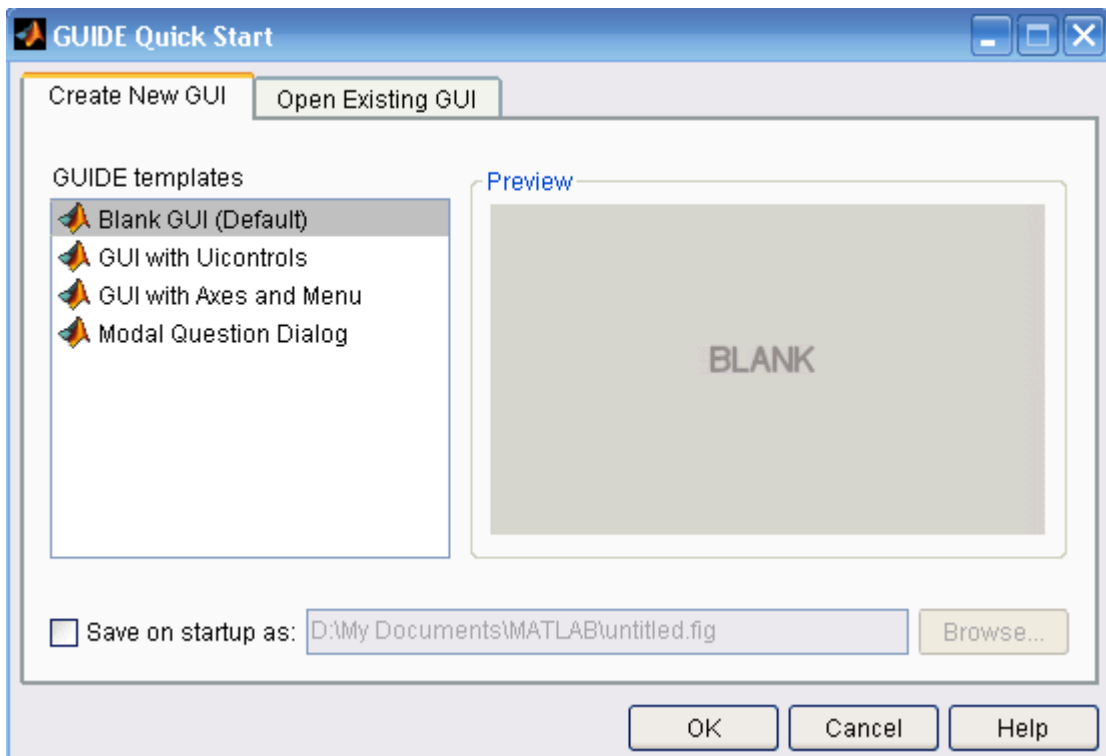
3.2. GIAO TIẾP PHẦN MỀM MATLAB VỚI CARD PCI-1710

Matlab là một phần mềm rất mạnh, hỗ trợ việc các phép tính, tính toán ma trận và mô phỏng các đối tượng vật lý. Matlab được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, bao gồm xử lý tín hiệu và ảnh, truyền thông, thiết kế điều khiển tự động, đo lường kiểm tra, phân tích mô hình tài chính, hay tính toán sinh học..v.v..

Để có thể thiết kế giao diện đồ họa giữ người dùng và Matlab ta sử dụng công cụ **Guide** trong matlab. Thiết kế một giao diện GUI ta làm qua các bước sau:

+ **Bước 1:** Mở phần mềm Matlab, gõ lệnh sau vào cửa sổ Command:

```
>>guide
```



Hình 3.12. Cửa sổ GUIDE Quick Start

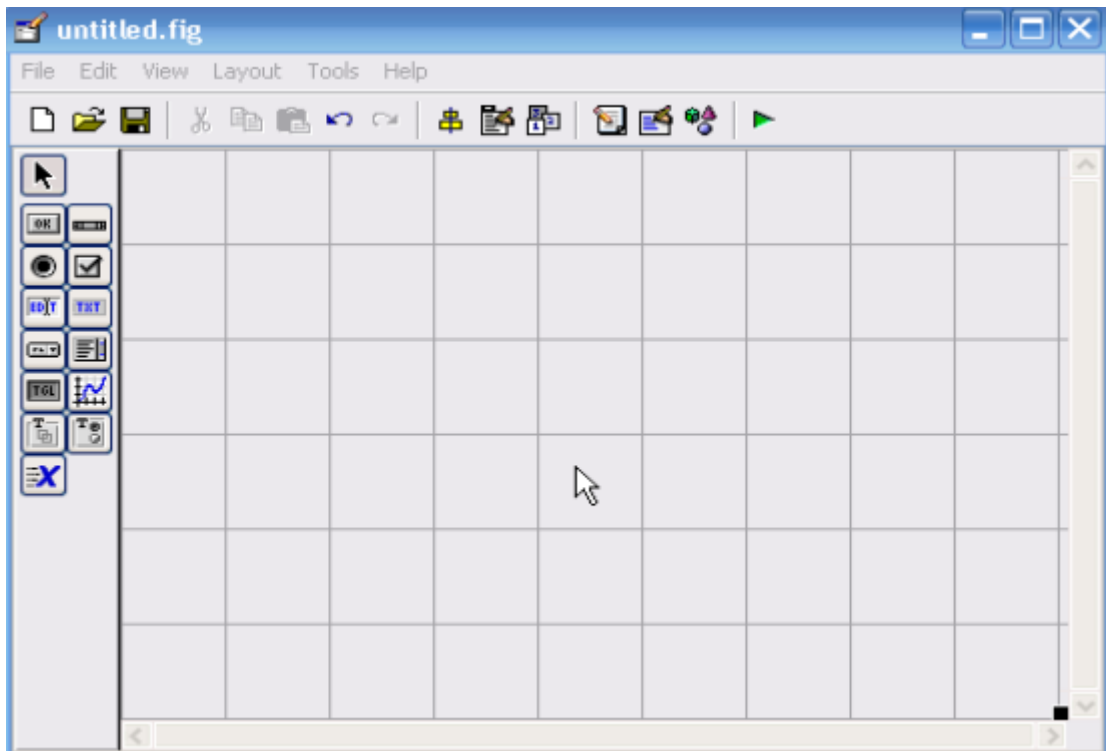
Trong cửa sổ GUIDE Quick Start có nhiều lựa chọn theo một trong các khuôn mẫu sau:

Create New GUI: Tạo một hộp thoại GUI mới theo một trong các loại sau:

- *Blank GUI (Default)*: Hộp thoại GUI trông không có một điều khiển uicontrol nào cả.
- *GUI with Uicontrols*: Hộp thoại GUI với một vài uicontrol như button, ... Chương trình có thể chạy ngay.
- *GUI with Axes and Menu*: Hộp thoại GUI với một uicontrol axes và button, các menu để hiển thị đồ thị.
- *Modal Question Dialog*: Hộp thoại đặt câu hỏi Yes, No.

Open Existing GUI: mở một project có sẵn.

+ **Bước 2**: Cửa sổ GUI hiện ra



Hình 3.13. Cửa sổ giao diện GUI

Giao diện rất giống với các chương trình lập trình giao diện như Visual Basic, Visual C++, ... Các bạn di chuột qua các biểu tượng ở bên trái sẽ thấy tên của các điều khiển. Xin nói qua một vài điều khiển hay dùng:

- *Push Button*: Nút ấn, kích hoạt một hành động.
- *Slider* : Thanh trượt có một con trượt chạy trên đó.
- *Radio Button* : Nút nhỏ hình tròn để chọn lựa .
- *Check Box*: Hộp kiểm tra, đưa vào các chọn lựa bằng chuột.
- *Edit Text* : Hộp đưa vào văn bản.
- *Static Text* : Dòng văn bản để đặt tiêu đề nhãn.
- *Pop-up Menu* : Menu cửa sổ xuống, lựa chọn bằng chuột.
- *List Box* : Bảng các mục để lựa chọn.
- *Axes* : Vẽ hệ trục.
- *Panel* : Khung bao của một vùng cửa sổ.

- *Button Group*: Khung bao của một nhóm nút.
- *ActiveX Control*
- *Toggle Button* : như Push button nhưng hiển thị trạng thái khác nhau mỗi khi ấn.

Còn menu thì quan trọng nhất là menu Tools có:

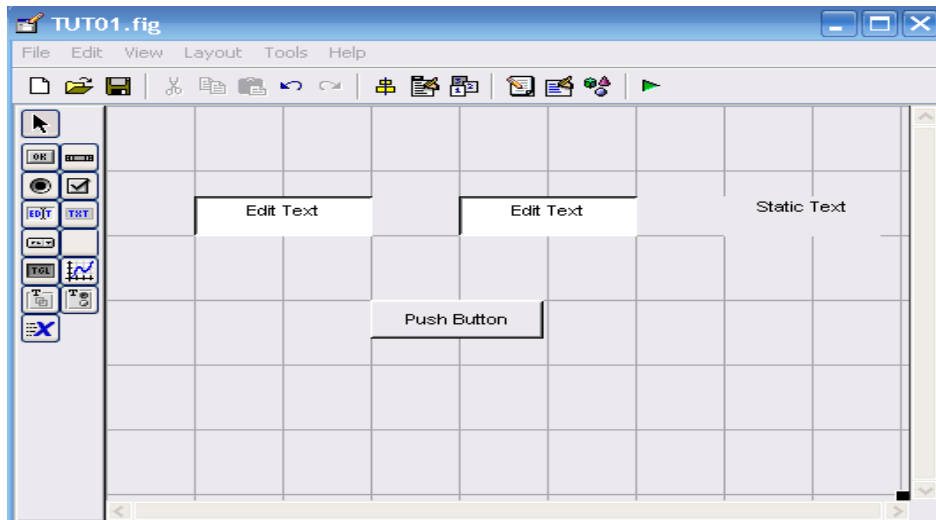
- *Run (Ctrl + T)* : nhấn vào để chạy chương trình mà ta đã viết. Có lỗi là hiện ra ngay
- *Align Object*: dùng để làm cho các điều khiển sắp xếp gọn đẹp theo ý mình như cùng căn lề bên trái, ...
- *Grid and Rulers* : dùng để cấu hình về lưới trong giao diện vì nó sẽ coi giao diện như một ma trận các ô vuông nhỏ, ta sẽ thay đổi giá trị này để cho các điều khiển có thể thả ở đâu tùy ý cho đẹp.
- *Menu Editor* : trình này để tạo menu cho điều khiển
- *Tab Order Editor* : sắp xếp Tab order là thứ tự khi ta nhấn phím Tab
- *Gui Options* : lựa chọn cho giao diện GUI.

Sau khi Save thì trong thư mục chứa xuất hiện 2 file:

- File.fig : file này chứa giao diện của chương trình
- File.m : file chứa các mã thực thi cho chương trình như các hàm khởi tạo, các hàm callback,...

+ **Bước 3**: Kéo thả các điều khiển

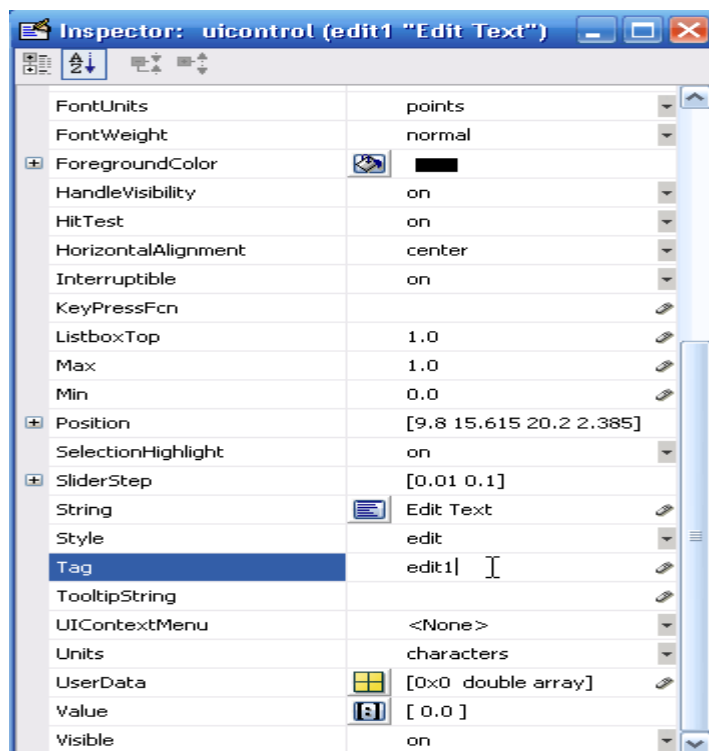
Ta chỉ việc bấm chuột trái vào các điều khiển cần lấy, kéo chuột ra vùng giao diện.



Hình 3.14. Giao diện thiết kế

+ **Bước 4:** Thiết lập các thuộc tính điều khiển

Kích đúp vào các điều khiển đã chọn để xuất hiện cửa sổ các thuộc tính của điều khiển. Có thể sắp xếp theo chức năng hoặc theo thứ tự A-Z của tên thuộc tính bằng nút hiện ở góc bên trái.



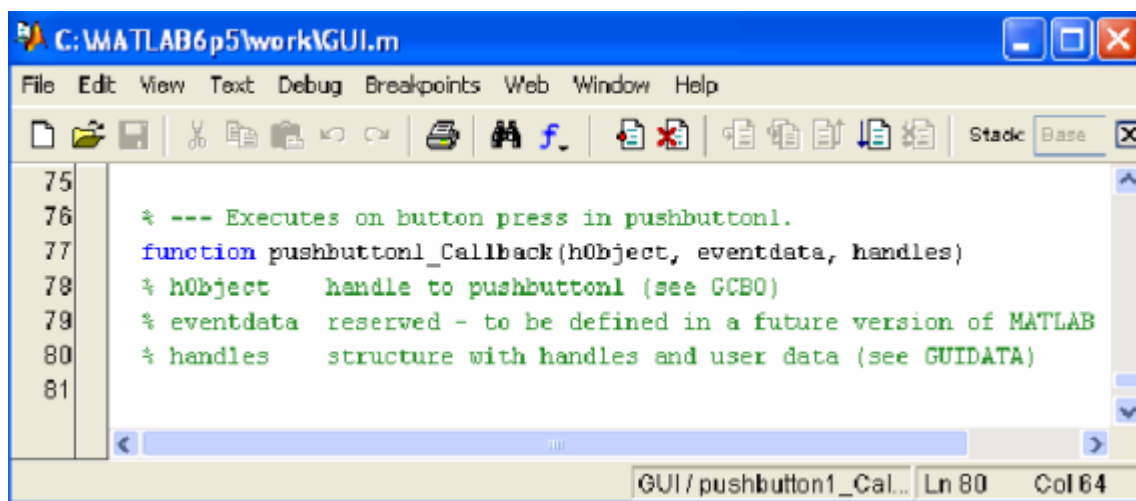
Hình 3.15. Cửa sổ thuộc tính

Một số thuộc tính quan trọng:

- *Tag*: để đặt tên điều khiển
- *String*: Soạn thảo văn bản hiển thị

+ **Bước 5**: Soạn thảo chương trình

Quan trọng nhất đối với các điều khiển là sự kiện xảy ra khi ta tác động vào nó. Đó chính là hàm **callback**. Hàm này sẽ gọi các sự kiện soạn thảo bằng m-file khi ta tác động vào các điều khiển.



Hình 3.16. Cửa sổ viết chương trình

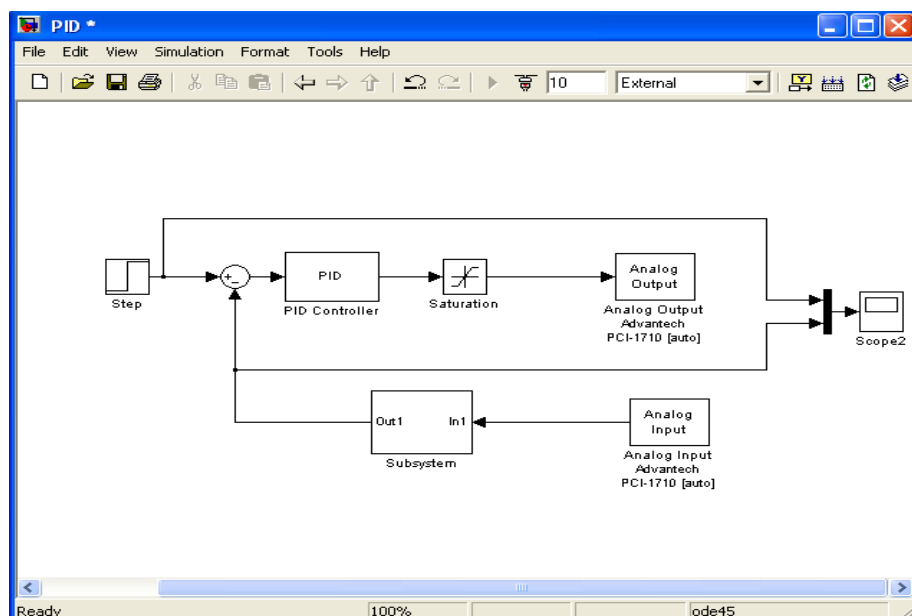
Hàm có một số tham số:

- *Pushbutton1_callback* : Hàm được gọi khi nhấn vào pushbutton
- *hObject*: Handle riêng của nút nhấn
- *eventdata*: Tham số gọi hàm
- *Handles*: Chứa tất cả các handle có trong file.m

Qua thuộc tính tag của các điều khiển ta có thể truy suất các thuộc tính có trong điều khiển đó bằng lệnh *get* và *set*:

- `get(handles.tag_dieu_khien, 'ten_thuoc_tinh');`
- `set(handles.tag_dieu_khien, 'ten_thuoc_tinh', gia_tri);`

Để thiết lập giao tiếp giữa phần mềm Matlab và card PCI 1710 ta sử dụng công cụ trong Simulink của Matlab trong thư viện **Real-Time Windows Target**. Trong mục này chứa các khối đầu vào ,ra tương tự ,số...Ta xét ví dụ như hình sau:

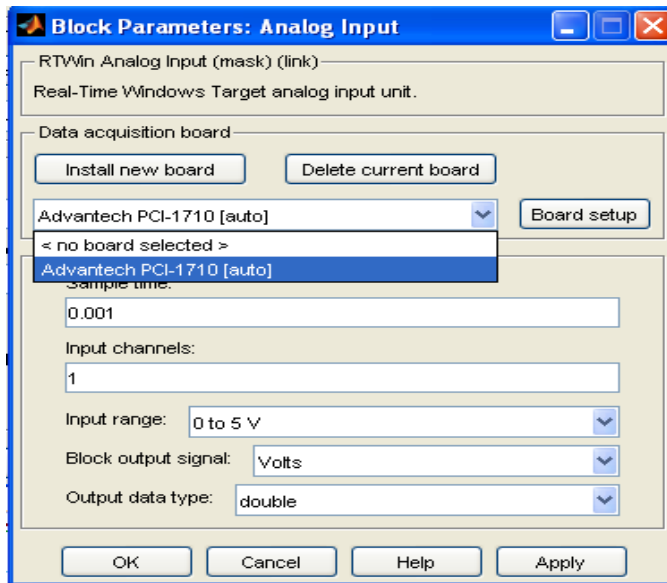


Hình 3.17. Sơ đồ ghép nối trên simulink

Khối Analog Input, Analog Output được cài đặt như hình dưới đây:

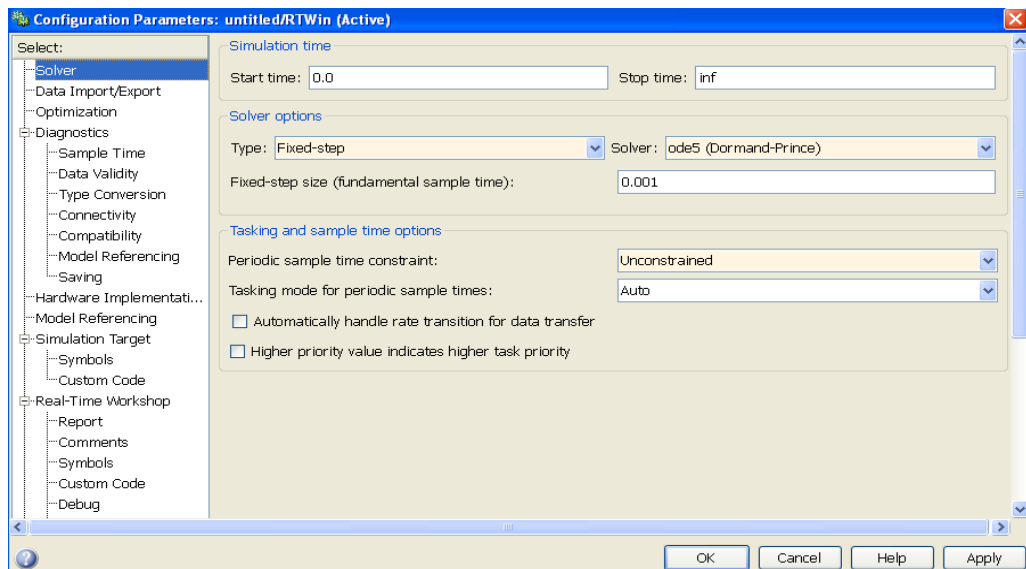
Đầu tiên ta kích vào mục **install new board** để cài đặt thiết bị. Sau đó chọn thiết bị cần kết nối và thiết lập các thông số cần thiết.

Tiếp theo ta thiết lập một số thông số trước khi chạy chương trình trên thời gian thực kết nối thiết bị ngoại vi.



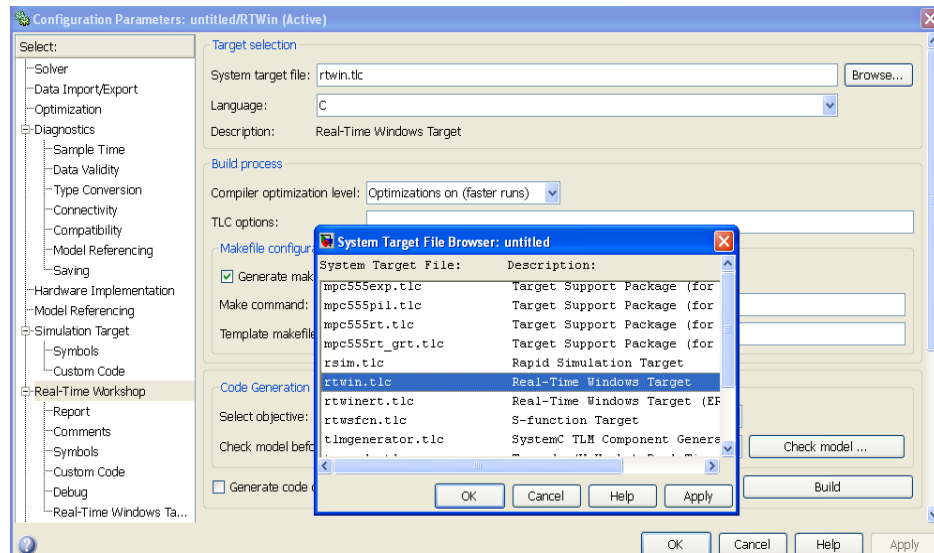
Hình 3.18. Thiết lập đầu vào tương tự

+ Từ thanh công cụ **Simulation** trên cửa sổ chương trình ta chọn **Configuration Parameters**. Trong cửa sổ ta chọn phần **Solver** và thay đổi như hình vẽ dưới đây:



Hình 3.19. Cài đặt phần Solver

+ Sau đó chọn phần **Real – Time Workshop**, trong phần **System target file** chọn **Browse** và chọn **Real – Time Windows Target** sau đó ấn **apply**.



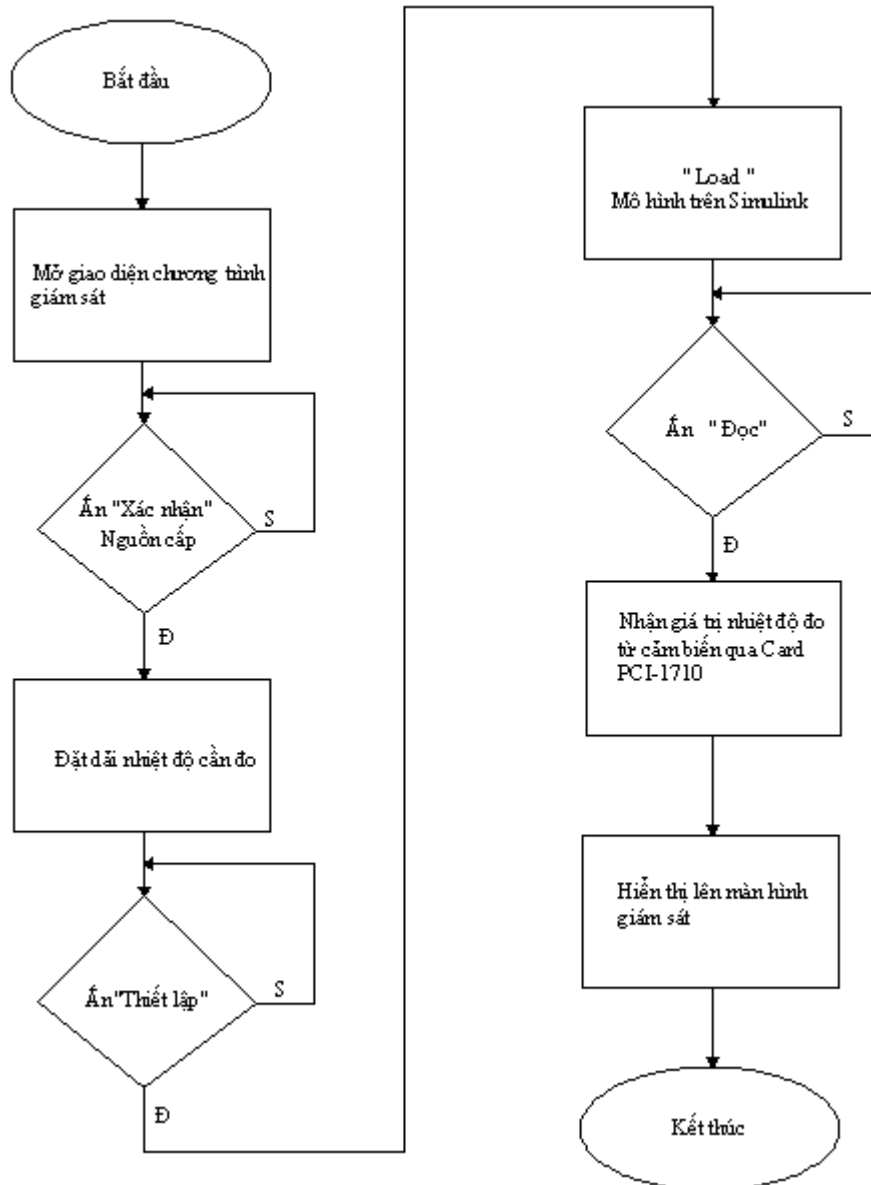
Hình 3.20. Cài đặt Phần Real – Time Workshop

+ Trên thanh công cụ **Simulation** chọn **External**.

+ Trên thanh công cụ **Tools** chọn **Real – Time Wordshop** và chọn **Build Model**.

Để chạy chương trình và kết nối với thiết bị ngoại vi ta chọn **Connect to Target**

3.3. THUẬT TOÁN



Hình 3.21. Thuật toán chương trình

3.4. GIAO DIỆN CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT

3.4.1. Mô hình lò nhiệt trên simulink

Lò nhiệt trong phòng thí nghiệm có các thông số cơ bản sau [11]:

Hãng sản xuất: Nabertherm - Đức

- Nhiệt độ tối đa: 1000⁰C

- Nguồn điện: 230 V/50Hz, 1 Phase.
- Công suất: 1,2 KW
- Kích thước ngoài: 335x400x410mm(WxDxH).



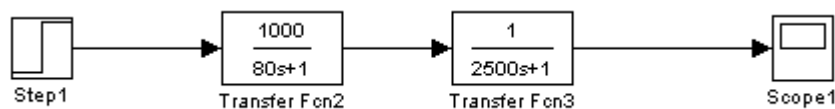
Hình 3.22. Lò nhiệt trong phòng thí nghiệm

Qua các thông số của lò và việc khảo sát thực tế lò nhiệt trong phòng thí nghiệm ta lấy các hệ số như sau:

$K = 1000$, $L = 80$, $T = 2500$ ta có hàm truyền đạt của đối tượng:

$$H(s) = \frac{1000}{(80s + 1)(2500s + 1)}$$

Sử dụng phương pháp Ziegler-Nichols hiệu chỉnh PID cho hệ thống điều khiển nhiệt độ lò nhiệt. Mô hình hệ thống lò nhiệt vòng hở được xây dựng như sau:

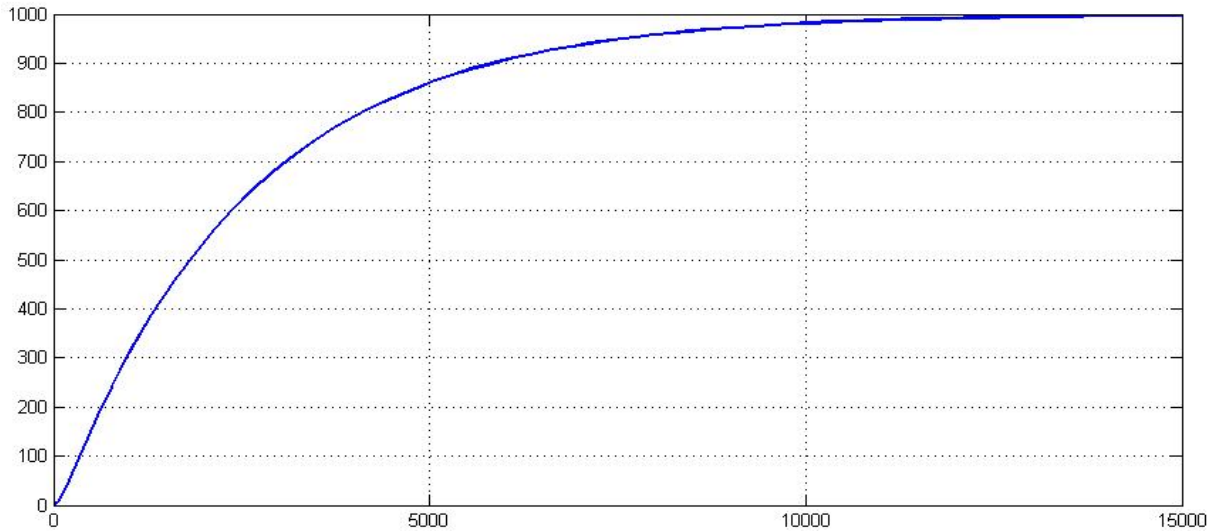


Hình 3.23. Mô hình hệ thống lò nhiệt vòng hở

Step: là tín hiệu hàm nấc thể hiện phần trăm công suất cung cấp cho lò nhiệt.

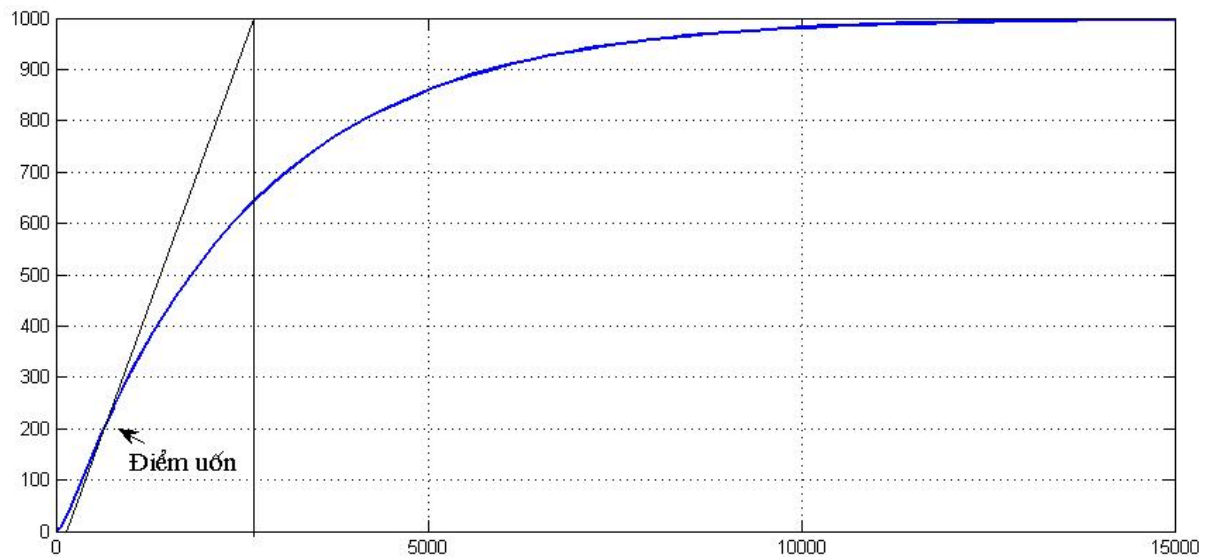
Giá trị của hàm nấc từ $0 \rightarrow 1$ tương ứng công suất cung cấp $0\% \rightarrow 100\%$.

Ta có kết quả mô phỏng như sau:



Hình 3.24. Đáp ứng của hệ thống lò nhiệt vòng hở

Trên hình ta vẽ tiếp tuyến tại điểm uốn để tìm ra tham số T_1 , T_2 từ đó tìm ra thông số của bộ điều khiển PID theo phương pháp Ziegler-Nichols.



Hình 3.25. Xác định tham số T_1 , T_2 từ đáp ứng của hệ thống lò nhiệt vòng hở
 Từ hình vẽ ta xác định được $T_1 = 100$ s, $T_2 = 2400$ s.

Ta có các thông số của bộ điều khiển PID được xác định:

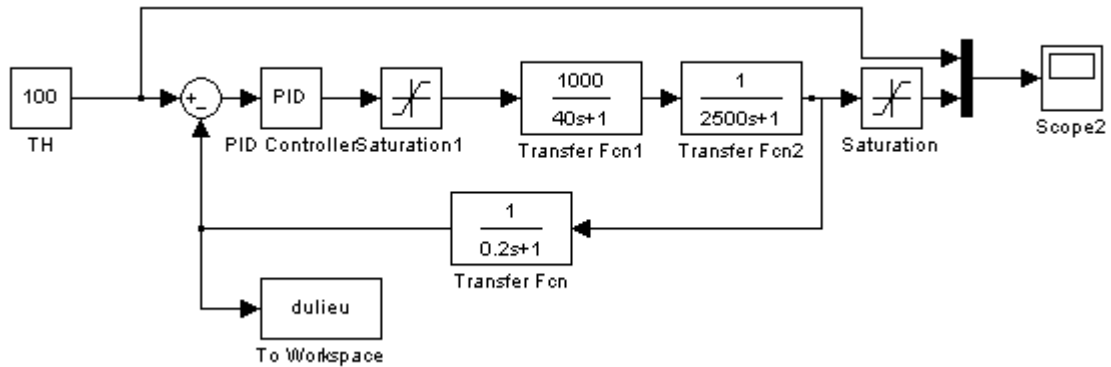
$$K_p = 1,2 \frac{T_2}{T_1 K} = 1,2 \cdot \frac{2400}{100 \cdot 1000} = 0,0288$$

$$T_I = 2 \cdot T_1 = 200$$

$$T_D = 0,5 \cdot T_1 = 50$$

$$G_{PID}(s) = 0,0288\left(1 + \frac{1}{200s} + 50s\right) = 0,0288 + 0,000144s + 1,44s$$

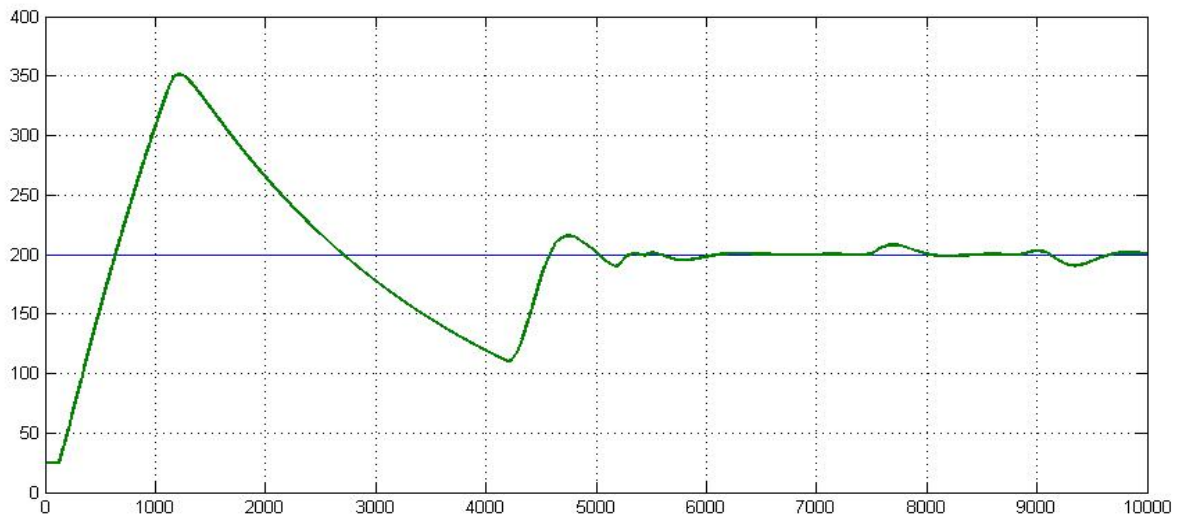
Ta xây dựng được bộ điều khiển PID trên Simulink như sau:



Hình 3.26. Mô phỏng trên matlab thực hiện bằng bộ điều khiển PID

Trong đó khối Saturation1 là một khâu bão hòa. Có giới hạn trên được đặt bằng 1 ứng với 100% công suất, giới hạn dưới là 0 ứng với 0% công suất lò.

Ta có kết quả mô phỏng:



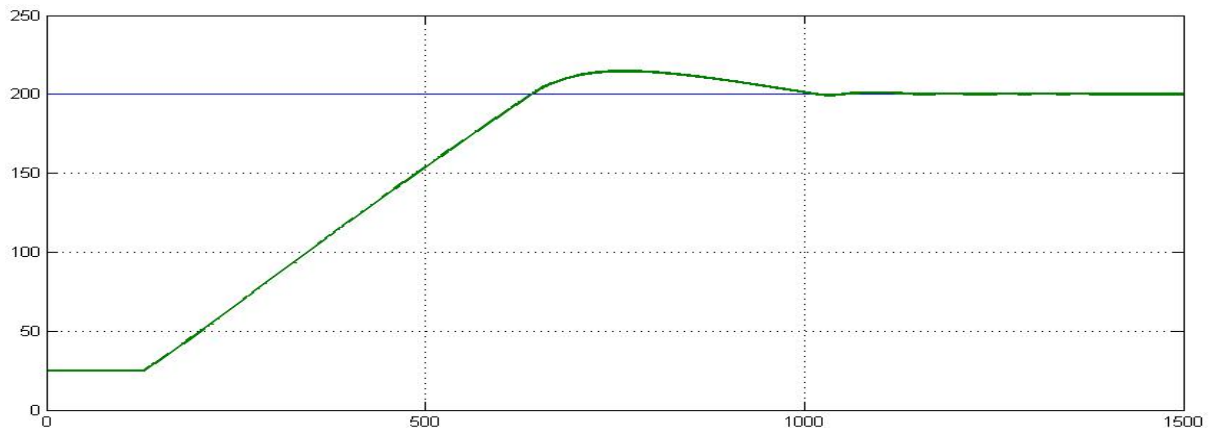
Hình 3.27. Đáp ứng của đối tượng với bộ điều khiển PID

Từ kết quả mô phỏng ta thấy bộ điều khiển chưa đáp ứng được yêu cầu độ quá điều chỉnh còn lớn, thời gian xác lập lớn ta cần điều chỉnh lại các thông số của bộ điều khiển cho phù hợp hơn.

Qua các bảng khảo sát ảnh hưởng của các thông số K_P , K_I , K_D của bộ điều khiển PID ta tìm được hàm truyền của bộ điều khiển cho đáp ứng của đối tượng tốt nhất:

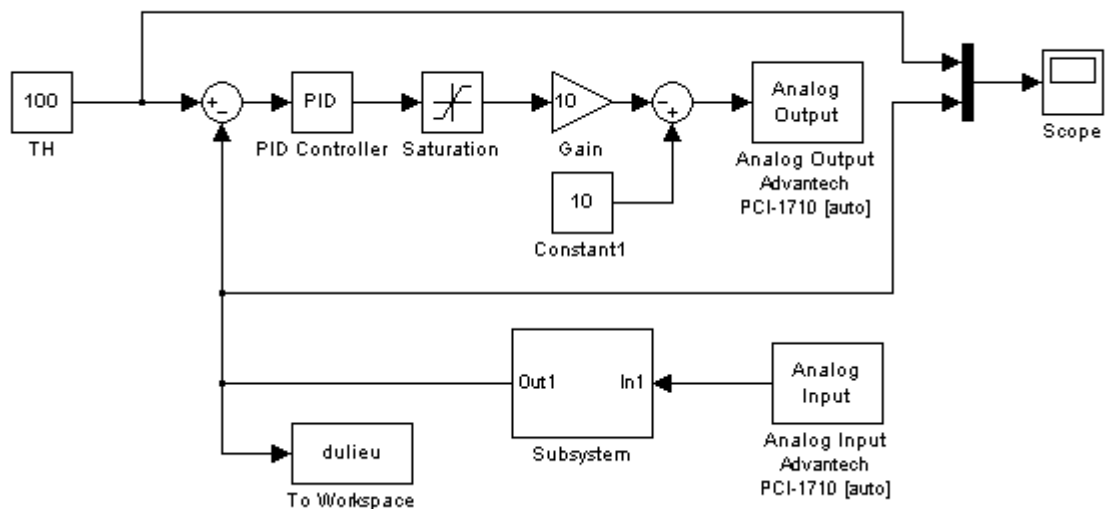
$$G_{PID}(s) = 8 + \frac{0,00001}{s} + 8s$$

Sau khi ta tìm được bộ điều khiển phù hợp ta có đáp ứng của đối tượng:



Hình 3.28. Đáp ứng của đối tượng với bộ điều khiển PID

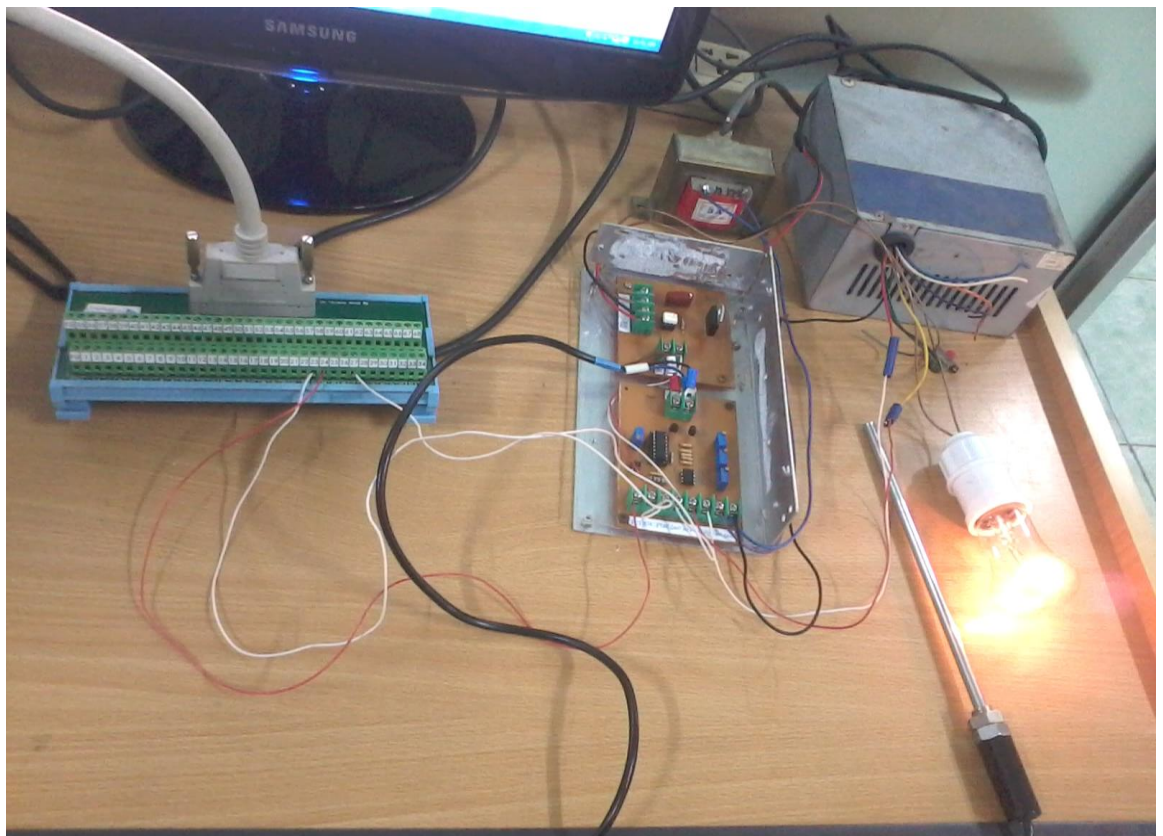
Chương trình trên Matlab giao tiếp với card PCI 1710 điều khiển lò nhiệt theo phương pháp PID chạy trên thời gian thực như mô hình sau:



Hình 3.29. Mô hình điều khiển lò nhiệt trên matlab giao tiếp với card PCI 1710

Trong đó tín hiệu điều khiển được đưa qua đầu ra tương tự của card PCI với mức điện áp ra từ 0V đến 10V kết nối với TCA 785 điều chỉnh góc mở cho triac. Tín hiệu đo nhiệt độ lò nhiệt được đưa về đầu vào tương tự của card PCI và qua khối Subsystem tính toán về giá trị nhiệt độ.

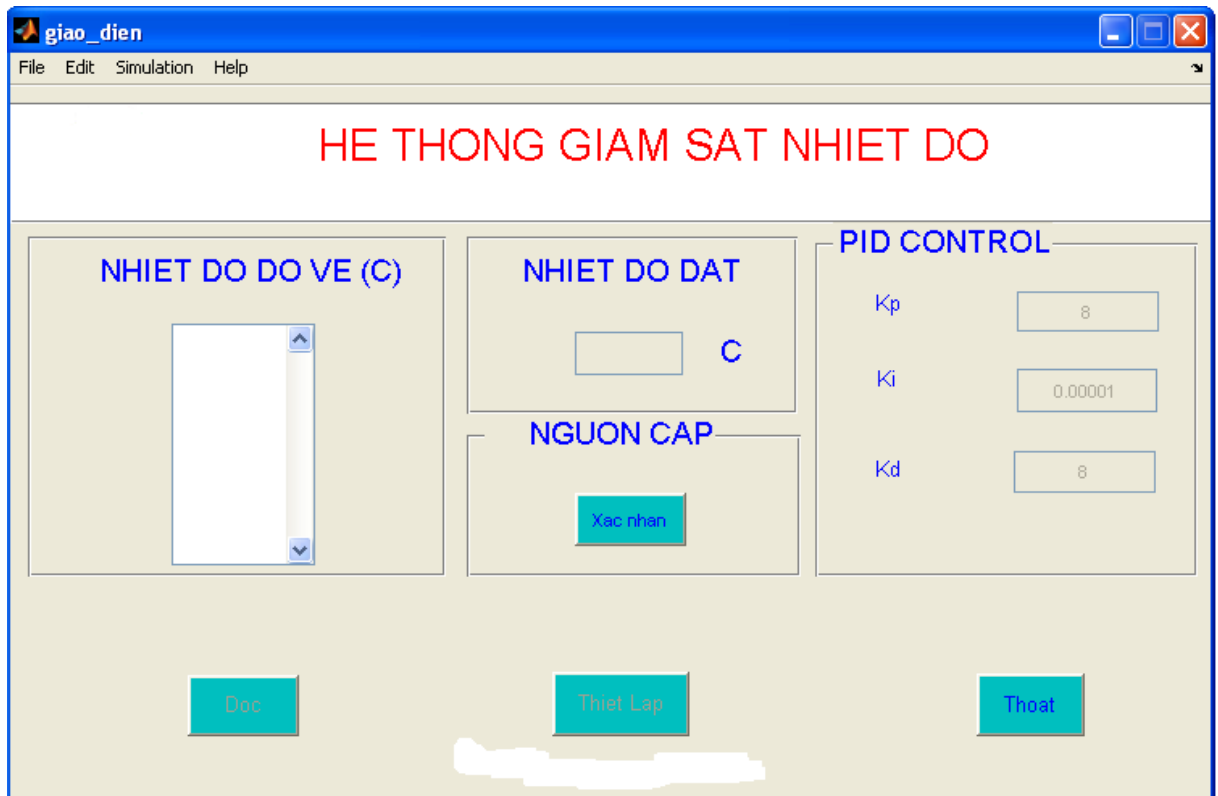
Để chương trình chạy tốt cần chú ý điều chỉnh giá trị Sample time của các đối tượng bằng nhau. Kết nối mô hình thật như hình sau:



Hình 3.30. Mạch kết nối điều khiển bóng điện

Khi kết nối đối tượng thật em mới chỉ điều khiển góc mở của triac thông qua card PCI 1710 với chương trình chạy trên Matlab. Còn vấn đề phản hồi tín hiệu nhiệt độ về thì nguồn dòng vẫn chưa được ổn định và khi kết nối với card PCI 1710 đọc giá trị về thì vẫn còn nhiều nhiễu tác động dẫn đến sai số.

3.4.2. Giao diện chương trình



Hình 3.30. Giao diện chương trình



Hình 3.31. Kết quả giá trị nhiệt độ đo về khi mô phỏng

KẾT LUẬN

Sau một thời gian là ba tháng tìm hiểu về vấn đề điều khiển và giám sát nhiệt độ, tuy vấn đề này là mới mẻ với bản thân em nhưng em đã cố gắng tìm hiểu nhiều vấn đề liên quan đến việc điều khiển và giám sát nhiệt độ. Tuy đã rất cố gắng hoàn thành đồ án nhưng em không thể tránh được một số thiếu sót, em mong các thầy cô cùng các bạn đóng góp và đưa ra một số ý kiến để cho đồ án của em thực hiện tốt hơn.

Dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy **GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn** cùng sự giúp đỡ của nhiều quý thầy cô trong khoa em đã hoàn thành luận văn theo đúng yêu cầu và thời gian quy định. Trong luận văn em đã thực hiện được vấn đề sau:

- Nghiên cứu vấn đề điều khiển và giám sát nhiệt độ.
- Tìm hiểu về card PCI 1710.
- Xây dựng chương trình giám sát nhiệt độ sử dụng Matlab giao tiếp với card PCI 1710.

Tuy vậy vẫn còn một số hạn chế như:

- Độ chính xác chưa cao, do chất lượng linh kiện.
- Dải đo hẹp từ 0 – 200⁰C.

Em xin chân thành cảm ơn thầy **GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn** cùng toàn thể các thầy cô trong khoa **Điện** trường **Đại học Dân Lập Hải Phòng** đã tận tình giúp đỡ em hoàn thành đồ án này.

Hải Phòng, ngày...tháng...năm 2013

Sinh viên thực hiện:

Bùi Vũ Cường

TÀI KIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Bính: *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [2] Nguyễn Phùng Quang: *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [3] Lê Văn Doanh - Phạm Thượng Hàn - Nguyễn Văn Hòa - Võ Thạch Sơn - Đoàn Văn Tân.
- “*Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển*”. NXB KHKT - 2007.
- [4] Huỳnh Thái Hoàng: *Lý thuyết điều khiển tự động*, Đại học Bách Khoa TP.HCM.
- [5] Lê Quốc Huy: *Kỹ thuật đo lường*, Đại học Bách Khoa Đà Nẵng
- [6] <http://www.advantech.com/default.aspx>
- [7] <http://www.dientuvietnam.net>
- [8] <http://www.google.com>.