

UBND TỈNH BÀ RỊA – VŨNG TÀU
TRƯỜNG CAO ĐẲNG KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ



GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: KỸ THUẬT CẢM BIẾN

NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 297/QĐ-CDKTCN ngày 24 tháng 08 năm 2020
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ BR – VT)*

BÀ RỊA – VŨNG TÀU, NĂM 2020

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Nhằm đáp ứng nhu cầu học tập và nghiên cứu cho giảng viên và sinh viên nghề Điện công nghiệp trong trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Bà Rịa – Vũng Tàu. Chúng tôi đã thực hiện biên soạn tài liệu Kỹ thuật cảm biến này.

Tài liệu được biên soạn thuộc loại giáo trình phục vụ giảng dạy và học tập, lưu hành nội bộ trong nhà trường nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển không ngừng của lĩnh vực tự động hóa, ngày nay các bộ cảm biến được ứng dụng rất nhiều trong lĩnh vực sản xuất công nghiệp và trong đời sống.

Các bộ cảm biến ngày càng được hoàn thiện với các nguyên lý mới, các vật liệu mới cũng như kỹ thuật chế tạo gọn, nhỏ, mỏng. Vì vậy, tìm hiểu về cảm biến là môn học bắt buộc trong nhiều trường đào tạo khối kỹ thuật, đặc biệt là đào tạo các ngành thuộc ngành điện như: Điện công nghiệp, điện tử và nhất là tự động hóa.

Cuốn giáo trình “Kỹ thuật cảm biến” được biên soạn cho sinh viên trình độ cao đẳng nghề. Nên chúng tôi đưa ra những loại cảm biến thông dụng nhất. Mỗi cảm biến đều được đề cập đến các nét khái quát chung, nguyên lý cấu tạo, nguyên lý làm việc và đặt trung của nó.

Mặc dù có nhiều cố gắng trong biên soạn, nhưng giáo trình chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Rất mong muốn độc giả góp ý trao đổi, để bổ sung cho giáo trình sau này được hoàn thiện hơn.

Bà Rịa – Vũng Tàu, ngày tháng năm 2020

Tham gia biên soạn

Chủ biên - Đoàn Trung Tăng

MỤC LỤC

	Trang
LỜI GIỚI THIỆU	1
BÀI 1: ĐẠI CƯƠNG BỘ CẢM BIẾN.....	6
1. Khái niệm cảm biến.....	6
2. Phạm vi ứng dụng.....	7
3. Phân loại cảm biến.....	7
BÀI 2: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ	8
1. Đại cương	8
1.1 Thang đo nhiệt độ	8
1.2 Nhiệt độ cần đo và nhiệt độ được đo.....	8
2. Cảm biến nhiệt độ nhiệt điện trở	9
2.1. Nhiệt điện trở kim loại (PTR và NTR).....	9
2.2 Nhiệt điện trở với Platin và Nickel.....	10
2.3 Nhiệt điện trở Oxit kim loại (NTC, PTC)	13
3. Cảm biến nhiệt độ bán dẫn LM34/LM35	13
3.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc	13
3.2 Sơ đồ kết nối.....	14
3.3 Đặc điểm.....	16
4. Cảm biến nhiệt kế bức xạ	16
5. Ứng dụng của cảm biến nhiệt độ	17
BÀI 3: CẢM BIẾN TIỆM CẬN	19
1. Khái niệm chung.....	19
1.1 Đặc điểm.....	19
1.2 Các thuật ngữ thường dùng	19
2. Cảm biến tiệm cận điện cảm	21
2.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động.....	21
2.2 Đặc tính kỹ thuật	21
2.3 Sơ đồ kết nối cảm biến	22
2.4 Ứng dụng.....	23
2.5 Lắp mạch điện sử dụng cảm biến điện cảm	24
3. Cảm biến tiệm cận điện dung.....	26
3.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động.....	26
3.2 Đặc tính kỹ thuật	26
3.3 Sơ đồ kết nối cảm biến	27
3.4 Ứng dụng của cảm biến điện dung.....	29
3.5 Lắp mạch điện sử dụng cảm biến điện cảm	29
BÀI 4: KHÁI QUÁT VỀ CẢM BIẾN QUANG ĐIỆN	32
1. Đại cương	32
1.1 Cấu trúc chung.....	32
1.2 Nguyên tắc hoạt động.....	33
1.3 Phân loại cảm biến quang điện.....	34
1.4 Các chế độ hoạt động của cảm biến quang điện.....	35
1.5 Yêu cầu khi lắp đặt cảm biến	36
2. Cảm biến quang thu phát độc lập	37
2.1 Cấu trúc và nguyên tắc hoạt động	37
2.2 Đặc tính kỹ thuật	38
2.3 Sơ đồ kết nối.....	38

2.4 Ứng dụng	39
2.5 Lắp mạch điện	40
3. Cảm biến quang phản xạ gương	41
3.1 Cấu trúc và nguyên tắc hoạt động	41
3.2 Đặc tính kỹ thuật	42
3.3 Sơ đồ kết nối	42
3.4 Ứng dụng của cảm biến quang loại phản xạ gương	43
3.5 Lắp đặt mạch điện	47
4. Cảm biến quang phản xạ khuếch tán	47
4.1 Cấu trúc và nguyên tắc hoạt động	47
4.2 Đặc tính kỹ thuật	48
4.3 Sơ đồ kết nối	48
4.4 Ứng dụng	49
4.5 Lắp mạch điện	50
BÀI 5: CẢM BIẾN ĐO VẬN TỐC VÀ GÓC QUAY	52
1. Các phương pháp đo vận tốc vòng quay	52
1.1 Sử dụng tốc độ kế vòng kiểu điện từ (analog)	52
1.2 Sử dụng tốc độ kế vòng loại xung (Digital)	52
2. Cảm biến đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp analog	52
2.1. Tốc độ kế một chiều (Máy phát tốc DC)	52
2.2. Tốc độ kế xoay chiều (Máy phát tốc AC)	53
3. Cảm biến đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp quang điện từ	54
3.1 Cảm biến đo vận tốc dùng đĩa mã hóa	54
3.2 Cảm biến đo vận tốc dùng đĩa mã hóa tương đối	55
3.3. Cảm biến đo vận tốc dùng đĩa mã hóa tuyệt đối	57
4. Đo vận tốc vòng quay với nguyên tắc điện trở từ	59
4.1 Các đại lượng liên quan	59
4.2 Cảm biến điện trở từ	60
5. Ứng dụng	62
6. Lắp mạch đo vận độ và góc quay dùng Encoder	64
6.1. Thiết bị	64
6.2 Trình tự thực hiện	78
BÀI 6: CÁC LOẠI CẢM BIẾN KHÁC	80
1. Cảm biến siêu âm	80
1.1 Cấu trúc	80
1.2 Nguyên lý hoạt động	80
1.3 Ưu, nhược điểm	81
1.4 Ứng dụng	81
2. Cảm biến màu sắc	82
2.1 Cấu trúc	82
2.2 Nguyên tắc hoạt động	82
2.3 Đặc điểm	82
2.4 Ứng dụng	82
3. Cảm biến trọng lượng Load cell	84
3.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động	84
3.2 Phân loại	85
3.3 Loadcells tương tự và Loadcells số	86
3.4 Ứng dụng	88

4. Cảm biến lưu lượng	88
4.1 Cảm biến lưu lượng dựa vào chênh lệch áp suất.....	89
4.2 Cảm biến lưu lượng điện từ	91
5. Cảm biến áp suất	92
5.1 Khái niệm	92
5.2 Nguyên lý đo áp suất	93
5.3 Ứng dụng	95
TÀI LIỆU THAM KHẢO	96

Tailieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên môn học/mô đun: Kỹ thuật cảm biến

Mã môn học/mô đun: MĐ19

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun

- Vị trí: Mô đun này phải được học sau các mô đun Mạch điện, Điện tử cơ bản, Đo lường điện, Trang bị điện và học trước mô đun PLC.

- Tính chất: Là môđun chuyên môn bắt buộc của nghề Điện công nghiệp hệ cao đẳng và trung cấp.

- Ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun: Mô đun trang bị cho học viên những kiến thức về nguyên lý, cấu tạo, các mạch ứng dụng trong thực tế của các loại cảm biến... với kiến thức này học viên có thể áp dụng trực tiếp vào lĩnh vực sản xuất cũng như đời sống. Ngoài ra các kiến thức này dùng làm phương tiện để học tiếp các môn học khác như PLC, Điều khiển điện – khí nén ...

Mục tiêu của môn học/mô đun:

- Về kiến thức:

+ Trình bày được cấu trúc, nguyên lý hoạt động, đặc tính kỹ thuật của các loại cảm biến.

+ Phân tích được nguyên lý hoạt động của mạch điện dùng cảm biến nhiệt, cảm biến tiệm cận, cảm biến quang.

+ Nhận biết được các lỗi do cảm biến trong mạch điện ứng dụng cảm biến nhiệt độ, cảm biến quang, cảm biến tiệm cận.

- Về kỹ năng:

+ Lựa chọn được cảm biến phù hợp cho các dây chuyền sản xuất tự động.

+ Vẽ sơ đồ mạch ứng dụng cảm biến nhiệt độ cảm biến quang, cảm biến tiệm cận

+ Lắp đặt, đấu nối được các loại cảm biến nhiệt độ, cảm biến tiệm cận, cảm biến quang, Encoder.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Người học có khả năng làm việc độc lập hoặc làm nhóm, có tinh thần hợp tác, giúp đỡ lẫn nhau trong học tập và rèn luyện, có ý thức tự giác, tính kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong công việc.

Nội dung của môn học/mô đun:

BÀI 1

ĐẠI CƯƠNG BỘ CẢM BIẾN

Giới thiệu

Các bộ cảm biến được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực kinh tế và kỹ thuật, các bộ cảm biến đặc biệt rất nhạy cảm được sử dụng trong các thí nghiệm, các lĩnh vực nghiên cứu khoa học. Trong lĩnh vực tự động hoá người ta sử dụng các sensor bình thường cũng như đặc biệt. Cảm biến có rất nhiều loại, rất đa dạng và phong phú, do nhiều hãng sản xuất, giúp con người nhận biết các quá trình làm việc tự động của máy móc hoặc trong tự động hoá công nghiệp.

Cảm biến làm nên một cuộc cách mạng cho sự thông minh của thiết bị máy móc.

Mục tiêu

- Trình bày được cấu tạo, đặc tính và ứng dụng của các loại cảm biến nhiệt độ.
- Vẽ được sơ đồ kết nối của cảm biến nhiệt độ nhiệt điện trở và bán dẫn.
- Lắp đặt được mạch đo nhiệt độ dùng cảm biến nhiệt điện trở và bán dẫn đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Rèn luyện tính cẩn thận, kỹ năng làm việc nhóm.

Nội dung

1. Khái niệm cảm biến

Cảm biến – sensor: xuất phát từ chữ “sense” nghĩa là giác quan – do đó nó như các giác quan trong cơ thể con người. Nhờ cảm biến mà mạch điện, hệ thống điện có thể thu nhận thông tin từ bên ngoài. Từ đó, hệ thống máy móc, điện tử tự động mới có thể tự động hiển thị thông tin về đại lượng đang cảm nhận hay điều khiển quá trình định trước có khả năng thay đổi một cách uyển chuyển theo môi trường hoạt động.

Để dễ hiểu có thể so sánh cảm nhận của cảm biến qua 5 giác quan của người như sau:

5 giác quan	Thay đổi môi trường	Thiết bị cảm biến
Thị giác	Ánh sáng, hình dạng, kích thước, vị trí xa gần, màu sắc.	Cảm biến thu hình, cảm biến quang.
Xúc giác	Áp suất, nhiệt độ, cơn đau, tiếp xúc, tiệm cận, ẩm, khô.	Nhiệt trở, cảm biến tiệm cận, cảm biến độ rung động.
Vị giác	Ngọt, mặn, chua cay, béo.	Đo lượng đường trong máu.
Thính giác	Âm rầm bồng, sóng âm, âm lượng.	Cảm biến sóng siêu âm, mi-cro.
Khứu giác	Mùi của các chất khí, chất lỏng.	Đo độ cồn, thiết bị cảm nhận khí ga.

Cảm biến là thiết bị dùng để cảm nhận biến đổi các đại lượng vật lý và các đại lượng không có tính chất điện cần đo thành các đại lượng điện có thể đo và xử lý được.

Các đại lượng cần đo (m) thường không có tính chất điện (như nhiệt độ, áp suất ...) tác động lên cảm biến cho ta một đặc trưng (s) mang tính chất điện (như điện tích, điện áp, dòng điện hoặc trở kháng) chứa đựng thông tin cho phép xác định giá trị của đại lượng đo. Đặc trưng (s) là hàm của đại lượng cần đo (m):

$$s = F(m)$$

2. Phạm vi ứng dụng

- Công nghiệp
- Nghiên cứu khoa học.
- Môi trường, khí tượng.
- Thông tin viễn thông.
- Nông nghiệp.
- Dân dụng
- Giao thông.
- Vũ trụ
- Quân sự

3. Phân loại cảm biến

Các bộ cảm biến được phân loại theo các đặc trưng cơ bản sau đây:

- Theo nguyên lý chuyển đổi giữa đáp ứng và kích thích:
 - + Hiện tượng vật lý: nhiệt điện, quang điện, điện từ, từ điện, nhiệt từ....
 - + Hoá học: biến đổi hóa học, biến đổi điện hóa, phân tích phổ, biến đổi sinh hóa
 - + Sinh học: Biến đổi vật lý, hiệu ứng trên cơ thể sống
- Phân loại theo dạng kích thích:
 - + Âm thanh: Biên pha, phân cực, phổ, tốc độ truyền sóng
 - + Điện: Điện tích, dòng điện, điện thế, điện áp, điện trường (biên, pha, phân cực, phổ), điện dẫn, hằng số điện môi...
 - + Từ: từ trường (biên, pha, phân cực, phổ), từ thông, cường độ từ trường, độ từ thẩm...
 - + Quang: Biên, pha, phân cực, phổ, tốc độ truyền, hệ số phát xạ, khúc xạ, hệ số hấp thụ, hệ số bức xạ...
 - + Cơ: Vị trí, lực, áp suất, gia tốc, vận tốc, ứng suất, độ cứng, mômen, khối lượng, tỷ trọng, độ nhớt, lưu lượng
 - + Nhiệt: Nhiệt độ, thông lượng, nhiệt dung, tỷ nhiệt
 - + Bức xạ: Kiểu, năng lượng, cường độ
- Theo tính năng của bộ cảm biến: Độ nhạy, độ chính xác, độ chọn lọc, độ phân giải, độ tuyến tính, công suất tiêu thụ, dải tần, độ trễ, khả năng quá tải, tốc độ đáp ứng, độ ổn định, tuổi thọ, điều kiện môi trường, kích thước, trọng lượng
- Phân loại theo phạm vi sử dụng: Công nghiệp, nông nghiệp, nghiên cứu khoa học, môi trường, khí tượng, thông tin, viễn thông, giao thông, dân dụng, vũ trụ, quân sự
- Phân loại theo thông số của mô hình mạch thay thế:
 - + Cảm biến tích cực có đầu ra là nguồn áp hoặc nguồn dòng.
 - + Cảm biến thụ động được đặc trưng bằng các thông số R, L, C, M.... tuyến tính hoặc phi tuyến.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm về các bộ cảm biến.
2. Trình bày các ứng dụng và phương pháp phân loại các bộ cảm biến.

BÀI 2

CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ

Giới thiệu

Cảm biến nhiệt độ được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực kinh tế và kỹ thuật, vì cảm biến nhiệt độ đóng vai trò quyết định đến tính chất của vật chất, nhiệt độ có thể làm ảnh hưởng đến các đại lượng chịu tác dụng của nó, ví dụ như áp suất, thể tích chất khí ...

Cảm biến nhiệt độ rất nhạy cảm được sử dụng trong các thí nghiệm, các lĩnh vực nghiên cứu khoa học. Trong lĩnh vực tự động hoá người ta sử dụng các sensor bình thường cũng như đặc biệt.

Mục tiêu

- Phân tích được các thang nhiệt độ và các phương pháp đo nhiệt thông thường.
- Phân tích được cấu tạo, đặc tính của các loại cảm biến nhiệt độ.
- Thực hiện được các mạch cảm biến đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Rèn luyện tính cẩn thận, kỹ năng làm việc nhóm.

Nội dung

1. Đại cương

1.1 Thang đo nhiệt độ

Thang Kelvin : (Thomson Kelvin – 1852) : Thang nhiệt độ động học tuyệt đối, đơn vị nhiệt độ là °K. Trong thang đo này, người ta gán cho nhiệt độ của điểm cân bằng ba trạng thái nước – nước đá – hơi một giá trị số bằng 273,15 °K.

Thang Celsius (Andreas Celsius 1742) : Thang nhiệt độ bách phân, đơn vị nhiệt độ là °C và một độ Celsius bằng 1 độ Kelvin

Nhiệt độ Celsius xác định qua nhiệt độ Kelvin theo biểu thức:

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(^{\circ}\text{K}) - 273,15$$

Thang Fahrenheit (Fahrenheit – 1706) : Đơn vị nhiệt độ là °F. Trong thang đo này, nhiệt độ của điểm nước đá tan là 32°F và điểm nước sôi là 212 °F.

Quan hệ giữa nhiệt độ Fahrenheit và nhiệt độ Celsius:

$$T(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9}(T(^{\circ}\text{F}) - 32)$$

$$T(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5}T(^{\circ}\text{C}) + 32$$

1.2 Nhiệt độ cần đo và nhiệt độ được đo

Giả sử môi trường đo có nhiệt độ thực bằng T_x , nhưng khi đo ta chỉ nhận được nhiệt độ T_c là nhiệt độ của phần tử cảm nhận của cảm biến. Nhiệt độ T_x gọi là nhiệt độ cần đo, nhiệt độ T_c gọi là nhiệt độ đo được. Điều kiện để đo đúng nhiệt độ là phải có sự cân bằng nhiệt giữa môi trường đo và cảm biến. Tuy nhiên, do nhiều nguyên nhân, nhiệt độ cảm biến không bao giờ đạt tới nhiệt độ môi trường T_x , do đó tồn tại một chênh lệch nhiệt độ $T_x - T_c$ nhất định. Độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào hiệu số $T_x - T_c$, hiệu số này càng bé, độ chính xác của phép đo càng cao. Muốn vậy khi đo cần phải:

- Tăng cường sự trao đổi nhiệt giữa bộ cảm biến và môi trường đo.

- Giảm sự trao đổi nhiệt giữa bộ cảm biến và môi trường bên ngoài.

Chúng ta hãy khảo sát trường hợp đo bằng cảm biến tiếp xúc. Lượng nhiệt truyền từ môi trường vào bộ cảm biến xác định theo công thức:

$$dQ = \alpha A(T_x - T_c) dt$$

Với: α - hệ số dẫn nhiệt.

A - diện tích bề mặt trao đổi nhiệt.

T - thời gian trao đổi nhiệt.

Lượng nhiệt cảm biến hấp thụ:

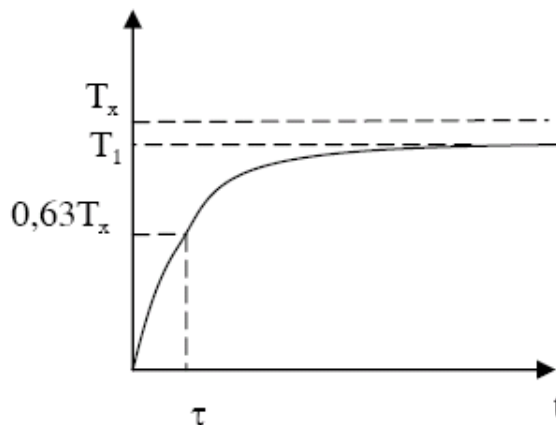
$$dQ = mCdT_c$$

Với: m - khối lượng cảm biến.

C - nhiệt dung của cảm biến.

Nếu bỏ qua tổn thất nhiệt của cảm biến ra môi trường ngoài và giả đỡ, ta có:

$$\alpha A T_x - T_c dt = mCdT_c$$



Hình 2.1: Trao đổi nhiệt của cảm biến.

Để tăng cường trao đổi nhiệt giữa môi trường có nhiệt độ cần đo và cảm biến ta phải dùng cảm biến có phần tử cảm nhận có tỉ nhiệt thấp, hệ số dẫn nhiệt cao, để hạn chế tổn thất nhiệt từ cảm biến ra ngoài thì các tiếp điểm dẫn từ phần tử cảm nhận ra mạch đo bên ngoài phải có hệ số dẫn nhiệt thấp.

2. Cảm biến nhiệt độ nhiệt điện trở

Ưu điểm cơ bản của nhiệt điện trở là đơn giản, độ nhạy cao, ổn định dài hạn. Các cảm biến nhiệt điện trở có thể dùng kim loại, oxyt kim loại hay bán dẫn.

2.1. Nhiệt điện trở kim loại (PTR và NTR)

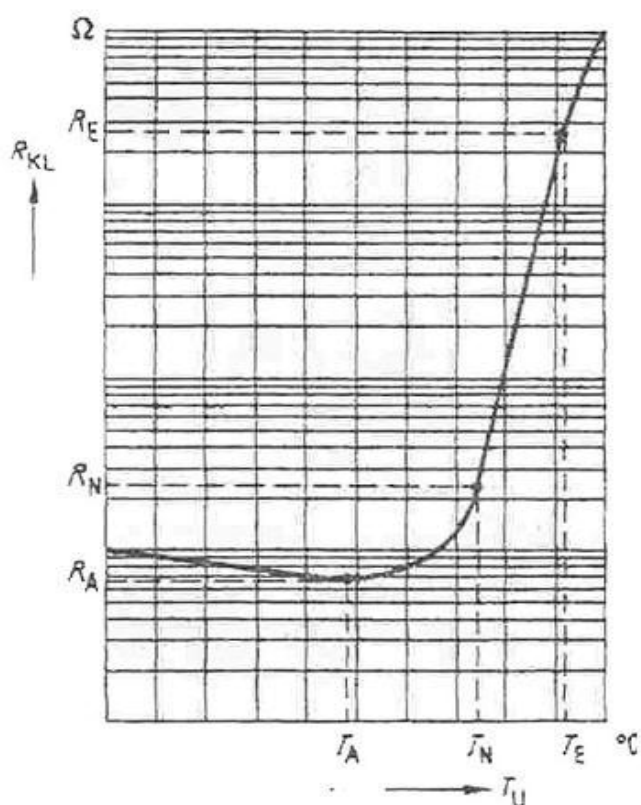
Dựa vào hệ số nhiệt điện trở, có thể phân điện trở nhiệt thành điện trở có hệ số nhiệt điện trở dương PTR (Positive Thermic Resistor) và điện trở có hệ số nhiệt điện trở âm (Negative Thermic Resistor).

- Nhiệt điện trở có hệ số nhiệt điện trở âm NTR. Giá trị điện trở giảm khi nhiệt độ tăng.
- Nhiệt điện trở có hệ số nhiệt điện trở dương PTR. Giá trị điện trở tăng khi nhiệt độ tăng.

Đường đặc tuyến của PTR chia làm 3 vùng:

- Vùng nhiệt độ thấp $< T_A$: giống NTC
- Vùng hệ số nhiệt tăng chậm (T_A, T_N)

- Vùng làm việc $>T_N$



Hình 2.2: Đường đặc tuyến làm việc của PTR

2.2 Nhiệt điện trở với Platin và Nickel

2.2.1 Cấu tạo

RTD được sản xuất từ các vật liệu có nhiệt điện trở dương, phổ biến nhất là đồng, nickel, hợp kim sắt-nickel, vonfram, bạch kim. Tuy nhiên, bạch kim được xem là chính xác nhất, ổn định nhất và có thể đo nhiệt độ lên đến 1200°F . Phạm vi nhiệt độ làm việc của nó cũng cao hơn Nickel, đồng, hợp kim sắt – nickel. Ngoài ra sự thay đổi trở kháng theo nhiệt độ của nó tuyến tính nhất.

Bảng 2.1: Vật liệu chế tạo RTD

Tên vật liệu	Phạm vi nhiệt độ làm việc
Bạch kim	-450°F đến 1200°F
Nickel	-150°F đến 600°F
Đồng	-100°F đến 300°F
Hợp kim sắt/nickel	32°F đến 400°F

Các vật liệu đồng, nickel, hợp kim sắt/nickel cũng được dùng để làm RTD, nhưng hầu hết chúng đều có giá thành thấp và được sử dụng trong các ứng dụng không đòi hỏi yêu cầu cao.

Đặt tính của platin và nickel:

- Platin:

+ Có thể chế tạo với độ tinh khiết rất cao (99,999%) 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 $3,9 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$.

+ Điện trở ở 100°C lớn gấp 1,385 lần so với ở 0°C .

+ Dải nhiệt độ làm việc khá rộng từ $-200^{\circ}\text{C} \div 1000^{\circ}\text{C}$.

- Nickel:

+ Có độ nhạy nhiệt cao bằng $4,7 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$.

+ Điện trở ở 100°C lớn gấp 1,617 lần so với ở 0°C .

+ Dễ bị oxy hoá khi ở nhiệt độ cao làm giảm tính ổn định.

+ Dải nhiệt độ làm việc thấp hơn 250°C .

2.2.2. Phân loại RTD

Có 2 loại cơ bản:

2.2.2.1. Loại dây nối (Wire wound Element):

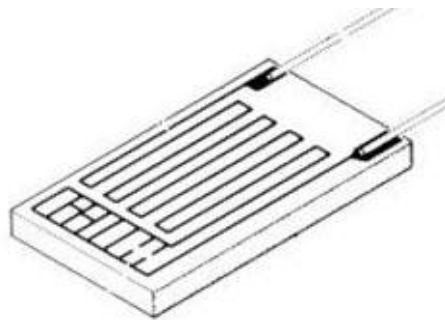
Đây là loại thiết kế đơn giản nhất. Sợi dây cảm biến (làm bằng bạch kim) được quấn xung quanh 1 cái lõi hoặc trục. Lõi có thể là tròn hoặc phẳng, nhưng quan trọng là phải cách điện được. Người ta cách điện bằng cách đặt lõi và dây quấn trong 1 cái ống bằng sứ hoặc kiếng. Dây cảm biến được nối ra ngoài bằng những sợi dây lớn hơn.



Hình 2.3: RTD loại dây nối

2.2.2.2. Loại 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.



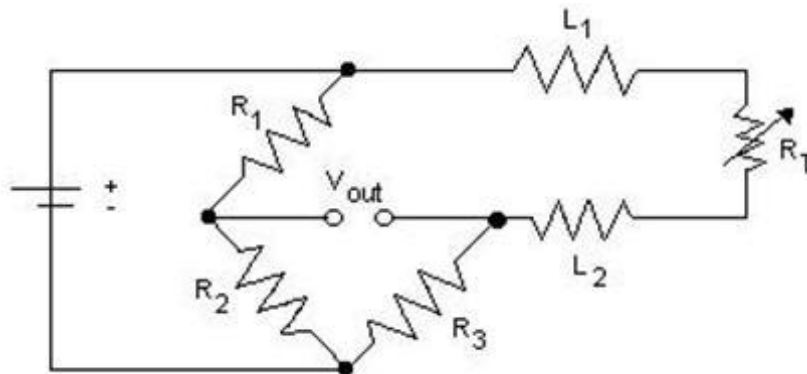
Hình 2.4: RTD loại màng mỏng

2.2.3 Cấu hình dây

Cấu hình dây có ba loại:

2.2.3.1 Loại 2 dây

Đây là loại cấu hình dây đơn giản nhất và độ chính xác cũng thấp nhất. Điện trở của dây mắc nối tiếp với phần tử cảm biến làm ảnh hưởng đến độ chính xác. Dây nối càng dài càng ảnh hưởng càng lớn. Sơ đồ mạch cầu 2 dây được minh họa trong sơ đồ sau:

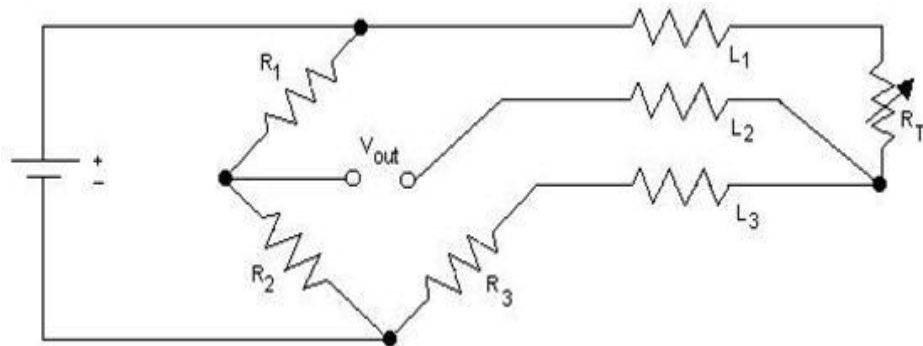


Hình 2.5: RTD cấu hình 2 dây

Trong sơ đồ mạch loại 2 dây, dòng điện đi qua phần tử cảm biến. Khi nhiệt độ của cảm biến tăng, điện trở sẽ gia tăng. Kết quả là điện áp tăng ($U=I.R$). Trở kháng thực làm cho điện áp tăng chính là tổng trở của phần tử cảm biến và trở kháng của dây nối. Vì vậy để sử dụng được loại này thì dây nối cần phải ngắn.

2.2.3.2 Loại 3 dây

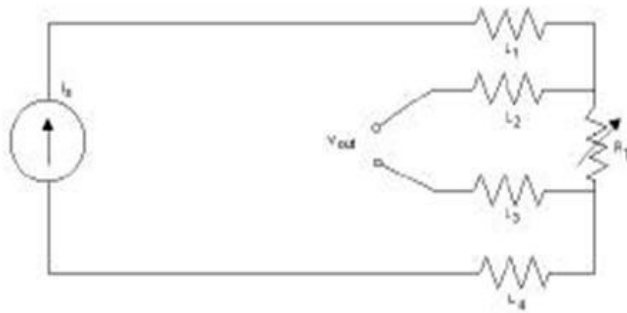
Có 3 sợi dây nối từ RTD thay vì 2 dây. L1 và L3 dẫn dòng, L2 có vai trò như dây chiết áp. Lý tưởng thì điện trở của dây L1 và L3 không có. Trở kháng của R3 thì bằng với trở kháng của phần tử cảm biến R_t .



Hình 2.6: RTD cấu hình 3 dây

2.2.3.3 Loại 4 dây

Loại này khắc phục được lỗi do trở kháng của điểm nối gây ra. Dòng điện đi từ nguồn dòng đến L1 rồi đến dây L4, dây L2 và L3 đo áp rơi trên RTD. Với nguồn dòng cố định thì phép đo chính xác hơn. Loại cấu hình này có giá thành cao hơn so với cấu hình 2 hay 3 dây, tuy nhiên nếu đòi hỏi chính xác cao thì nên lựa chọn loại cấu hình này (trong phòng thí nghiệm, ít dùng trong công nghiệp).



Hình 2.7: RTD Cấu hình 4 dây



Hình 2.8: Bộ điều khiển nhiệt độ (Controller) của Honeywell

2.3 Nhiệt điện trở Oxit kim loại (NTC, PTC)

Cảm biến nhiệt điện trở oxit kim loại có đặc điểm khác với nhiệt điện trở kim loại:

- Hệ số nhiệt điện trở âm.
- Độ nhạy lớn hơn khoảng 10 lần so với độ nhạy nhiệt điện trở kim loại.

Các oxit thường được sử dụng: MgO , Mn_2O_3 , Fe_3O_4 , NiO , Co_2O_3 ,

Cấu tạo: được ép từ các bột oxit dưới dạng hình đĩa, hình trụ hay hình xuyên, chúng có kích thước nhỏ và bọc một lớp vỏ bảo vệ.

Thường được sử dụng đo nhiệt độ vùng kích thước nhỏ nhờ kích thước cảm biến nhỏ cỡ 1mm phát hiện những biến thiên nhiệt độ rất nhỏ (tới phần nghìn độ) nhờ cảm biến có độ nhạy rất cao. Dải nhiệt độ rộng, song cần tránh các biến đổi nhiệt độ đột ngột vì có thể làm rạn nứt cảm biến.

3. Cảm biến nhiệt độ bán dẫn LM34/LM35

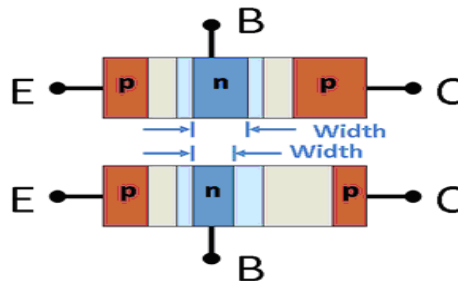
3.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

- Cấu tạo: Làm từ các loại chất bán dẫn thường là Silic tinh khiết hoặc đơn tinh.
- Nguyên lý: Sự phân cực của các chất bán dẫn bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ.

Silic tinh khiết hoặc đơn tinh thể silic có hệ số nhiệt điện trở âm. Sự thay đổi điện trở suất theo nhiệt độ của Si phụ thuộc vào nồng độ pha tạp (dẫn tới số điện tích tự do) và vào nhiệt độ. Do vậy, có thể phân ra 2 miền nhiệt độ. Dưới 120°C , hệ số nhiệt độ

của điện trở suất dương nghĩa là điện trở suất tăng theo nhiệt độ. Do độ tuyến tính hạn chế mà dải nhiệt độ ứng dụng của điện trở Si là: - 50 đến 120⁰ C. Trên khoảng 120⁰ C, hệ số nhiệt điện trở của Si là âm và độ tuyến tính kém hơn. Trong vùng nhiệt độ trên 120⁰C thì hệ số nhiệt điện trở không phụ thuộc vào mức độ pha tạp.

- Ưu điểm: Rẻ tiền, dễ chế tạo, độ nhạy cao, chống nhiễu tốt và mạch xử lý đơn giản.
- Khuyết điểm: Không chịu nhiệt độ cao, kém bền.



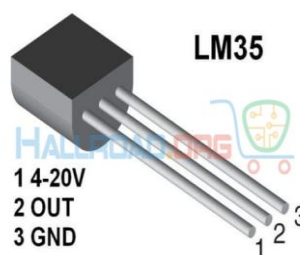
Hình 2.9: Cấu trúc cảm biến nhiệt bán dẫn Silic

- Cảm biến nhiệt bán dẫn là những loại cảm biến được chế tạo từ những chất bán dẫn. Có các loại như Diode, Transistor, IC. Nguyên lý của chúng là dựa trên mức độ phân cực của các lớp P-N tuyến tính với nhiệt độ môi trường. Ngày nay với sự phát triển của ngành công nghệ bán dẫn đã cho ra đời rất nhiều loại cảm biến nhiệt với sự tích hợp của nhiều ưu điểm: Độ chính xác cao, chống nhiễu tốt, hoạt động ổn định, mạch điện xử lý đơn giản, rẻ tiền ...

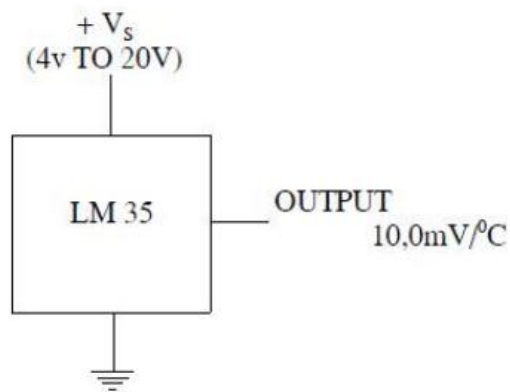
Ta dễ dàng bắt gặp các cảm biến loại này dưới dạng diode (hình dáng tương tự Pt100), các loại IC như: LM35, LM335, LM45. Nguyên lý của chúng là nhiệt độ thay đổi sẽ cho ra điện áp thay đổi. Điện áp này được phân áp từ một điện áp chuẩn có trong mạch.

3.2 Sơ đồ kết nối

Sơ đồ chân LM34 và LM35 giống nhau.

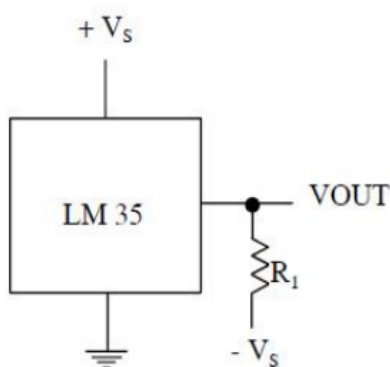


Hình 2.10: Sơ đồ chân LM35



Thang đo : $+2^{\circ}\text{C}$ đến 150°C
 $V_s = 4\text{Volt}$ tới 30Volt

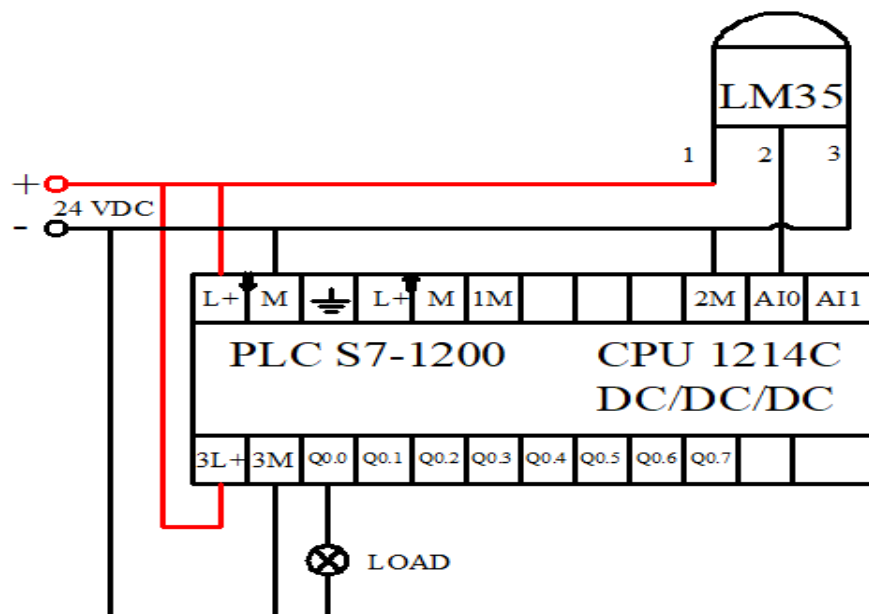
Hình 2.11: Sơ đồ kết nối LM35 đo nhiệt độ dương



Thang đo: -55°C đến 150°C
 $R_1 = V_s / 50 \mu\text{A}$
 $V_s = 4\text{Volt}$ tới 30Volt
 $V_{\text{OUT}} = 1500\text{mV}$ tại $+150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{mV}$ tại $+25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{mV}$ tại -55°C

Hình 2.12: Sơ đồ kết nối LM35 đo nhiệt độ âm và dương

Kết nối cảm biến nhiệt độ LM35 với PLC S7-1200



Hình 2.13: Sơ đồ kết nối LM35 với PLC S7-1200

3.3 Đặc điểm

Cảm biến nhiệt độ LM35 có điện áp Analog đầu ra tuyến tính theo nhiệt độ, thường được sử dụng để đo nhiệt độ của môi trường hoặc theo dõi nhiệt độ của thiết bị, ... LM35 có dải đo từ 0 °C đến 100 °C, là cảm biến tiêu hao điện năng thấp sử dụng điện áp 5V. Cảm biến gồm có 3 chân, 2 chân nguồn, 1 chân tín hiệu ra dạng Analog.

Chân dữ liệu của IC cảm biến LM35 là chân ngõ ra điện áp dạng tuyến tính. Chân số 2 cảm biến xuất ra cứ 1mV = 0.1°C (10mV = 1°C). Để lấy dữ liệu ở dạng °C chỉ cần lấy điện áp trên chân OUT đem chia cho 10.

Chân 1 cấp điện áp 5V, chân 3 cấp GND, chân 2 là chân OUTPUT dữ liệu dạng điện áp

Thông số IC cảm biến nhiệt độ LM35:

- Điện áp đầu vào từ 4V đến 30V
- Điện áp ra: -1V đến 6V
- Công suất tiêu thụ là 60uA
- Dải đo nhiệt độ : -55 đến 150°C
- Độ phân giải điện áp đầu ra là 10mV/oC
- Độ chính xác thực tế: 1/4°C ở nhiệt độ phòng và 3/4°C ngoài khoảng -55°C tới 150°C.

⚡ Lưu ý khi sử dụng

- Vì được chế tạo từ các thành phần bán dẫn nên cảm biến nhiệt bán dẫn kém bền, không chịu nhiệt độ cao. Nếu chúng ta sử dụng vượt ngưỡng bảo vệ có thể làm hỏng cảm biến.

- Cảm biến bán dẫn mỗi loại chỉ tuyến tính trong một giới hạn nào đó, ngoài dải này cảm biến sẽ mất tác dụng. Hết sức quan tâm đến tầm đo của loại cảm biến này để đạt được sự chính xác.

- Loại cảm biến này kém chịu đựng trong môi trường khắc nghiệt: Âm cao, hóa chất có tính ăn mòn, rung lắc va chạm mạnh.

4. Cảm biến nhiệt kế bức xạ

- Cấu tạo: Làm từ mạch điện tử, quang học.
- Nguyên lý: Đo tính chất bức xạ năng lượng của môi trường mang nhiệt.
- Ưu điểm: Dùng trong môi trường khắc nghiệt, không cần tiếp xúc với môi trường đo.
- Khuyết điểm: Độ chính xác không cao, đắt tiền.
- Ứng dụng: Làm các thiết bị đo cho lò nung.
- Tầm đo: khoảng -54 < 1000 °F.



Hình 2.14: Nhiệt kế bức xạ.

- Nhiệt kế bức xạ (hỏa kế) là loại thiết bị chuyên dụng dùng để đo nhiệt độ của những môi trường mà các cảm biến thông thường không thể tiếp xúc được (lò nung thép, hóa chất ăn mòn mạnh, khó đặt cảm biến).
- Gồm có các loại: Hỏa kế bức xạ, hỏa kế cường độ sáng, hỏa kế màu sắc. Chúng hoạt động dựa trên nguyên tắc các vật mang nhiệt sẽ có hiện tượng bức xạ năng lượng. Và năng lượng bức xạ sẽ có một bước sóng nhất định. Hỏa kế sẽ thu nhận bước sóng này và phân tích để cho ra nhiệt độ của vật cần đo.

Lưu ý khi sử dụng

Tùy theo thông số của nhà sản xuất mà hỏa kế có các tầm đo khác nhau, tuy nhiên đa số hỏa kế đo ở khoảng nhiệt độ cao. Và vì đặc điểm không tiếp xúc trực tiếp với vật cần đo nên mức độ chính xác của hỏa kế không cao, chịu nhiều ảnh hưởng của môi trường xung quanh (góc độ đo, rung tay, ánh sáng môi trường).

5. Ứng dụng của cảm biến nhiệt độ

- Được ứng dụng nhiều trong các ngành công nghiệp như xi măng, phân bón, lò nung, gạch...
- Đo nhiệt độ không khí, dùng trong các thiết bị đo, bảo vệ các mạch điện tử.
- RTD có nhiều ứng dụng: đo được nhiệt độ của chất lỏng, bề mặt vật, các dòng khí. RTD là loại thiết bị thụ động, khi sử dụng cần có nguồn cung cấp. Sử dụng phổ biến nhất là RTD cấu hình 3 dây.



Mã số : PR-10 của hãng Omega
Cấu hình 3 dây.
Loại Wire wound
Tầm hoạt động : -200 đến 600°C
Dùng để đo nhiệt độ chất lỏng



Mã số PRS của Omega
Cấu hình : loại 3 dây
Độ chính xác : loại B, tiêu chuẩn IEC 60751
Đo được nhiệt độ chất lỏng và không khí
Tay cầm bằng plastic



Mã số : PR-12 của hãng Omega
Cấu hình 3 dây
Loại Wire Wound



Mã số : RTD-805 của Omega
Cấu hình : 3 dây
Đo nhiệt độ dòng khí
Độ chính xác loại A
Loại thin film

Hình 2.15: Hình ảnh các RTD trong thực tế.