

**UBND HUYỆN CỬ CHI
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ CỬ CHI**

**GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC/MÔ ĐUN: LẮP ĐẶT HỆ THỐNG CẢM BIẾN
NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP NGHỀ**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 48/QĐ-TCNCC ngày 04 tháng 10 năm
2021 của Hiệu trưởng Trường Trung Cấp Nghề Cử Chi*

Tp. Hồ Chí Minh, năm 2021

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Kỹ thuật Cảm biến được biên soạn nhằm đáp ứng nhu cầu giảng dạy và học tập của học sinh trường Trường trung cấp nghề Củ Chi. Nội dung giáo trình được phát triển dựa trên chương trình đào tạo mô đun Kỹ thuật Cảm biến (MĐ28), nghề Điện tử công nghiệp do Tổng cục Dạy nghề ban hành. Nội dung giáo trình mang tính logic về kiến thức của toàn bộ chương trình đào tạo đồng thời hướng tới mục tiêu hình thành và phát triển năng lực thực hiện hoạt động nghề nghiệp cho người học. Dạy học tích hợp được lựa chọn trong giáo trình nhằm tạo ra các tình huống liên kết tri thức các môn học, đó là cơ hội phát triển các năng lực của học sinh. Khi xây dựng các tình huống vận dụng kiến thức người học sẽ phát huy được năng lực tự lực, phát triển tư duy sáng tạo (kiến thức, kỹ năng, và thái độ nghề nghiệp). Giáo trình được biên soạn gồm 5 bài:

Bài mở đầu: cảm biến và ứng dụng.

Bài 1: Cảm biến nhiệt độ.

Bài 2: Cảm biến tiệm cận và các loại cảm biến xác định vị trí, khoảng cách.

Bài 3: Cảm biến đo lưu lượng.

Bài 4: Cảm biến đo vận tốc vòng quay và góc quay.

Giáo trình được viết theo trình tự lý thuyết và các nội dung thực hành. Đây là những kiến thức, kỹ năng cơ bản nhất sinh viên cần được trang bị.

Mặc dù nhóm biên soạn đã cố gắng phát triển giáo trình sao cho phù hợp và hiệu quả nhất với học sinh, nhưng chắc chắn vẫn còn nhiều thiếu sót.

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình 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

Cuốn giáo trình này dùng cho học sinh hệ trung cấp và đã lưu hành nội bộ tại trường

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

MỤC LỤC

MỤC LỤC	4
TỪ VIẾT TẮT DÙNG TRONG GIÁO TRÌNH	6
BÀI MỞ ĐẦU: CẢM BIẾN VÀ ỨNG DỤNG.....	8
1. Khái niệm cơ bản về các bộ cảm biến	8
1.1 Định nghĩa.....	8
1.2 Phân loại các bộ cảm biến.....	9
1.3 Các đơn vị đo lường.....	12
2. Phạm vi ứng dụng	12
BÀI 1: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ	14
1. Đại cương.....	14
1.1. Thang đo nhiệt độ	14
1.2. Nhiệt độ được đo và nhiệt độ cần đo	15
1.3 Phân loại.....	16
2. Nhiệt điện trở với Platin và Nickel	17
2.1 Điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ.	17
2.2 Nhiệt điện trở Platin (Resistance Temperature Detector – RTD).....	18
3. Cảm biến nhiệt độ với vật liệu silic	27
3.1 Nguyên tắc	27
3.2 Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của dòng cảm biến KTY	30
3.3 Mạch điện tiêu biểu với KTY81 hoặc KTY82.B.....	30
4. IC cảm biến nhiệt độ.....	32
4.1 Cảm biến nhiệt LM 35/ 34 của National Semiconductor	32
4.2 Một số mạch ứng dụng	35
5. Nhiệt điện trở NTC	38
5.1 Cấu tạo	38
5.2 Đặc tính cảm biến nhiệt NTC	40
BÀI 2: CẢM BIẾN TIỆM CẬN VÀ CÁC LOẠI CẢM BIẾN XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ, KHOẢNG CÁCH	
1. Cảm biến tiệm cận (Proximity Sensor).....	46
1.1 Đại cương.....	46
1.2 Cảm biến tiệm cận điện cảm (Inductive Proximity Sensor).	47
1.3 Cảm biến tiệm cận điện dung (Capacitive Proximity Sensor).....	49
1.4 Cảm biến tiệm cận siêu âm (Ultrasonic proximity cảm biến).	50
1.5 Cấu hình tín hiệu ra tín hiệu t của cảm biến tiệm cận.....	54
1.6. Cách kết nối các cảm biến tiệm cận với thiết bị điều khiển	56
2. Một số loại cảm biến xác định vị trí, khoảng cách khác	66
2.1 Xác định vị trí và khoảng cách bằng biến trở.	67
2.1.1 Nguyên lý làm việc.....	67
2.1.2 Cấu tạo	68

2.2 Xác định vị trí và khoảng cách bằng tự cảm.....	71
2.2.1 Nguyên lý làm việc.....	71
2.2.2 Cấu tạo.....	74
2.2.3 Ứng dụng.....	75
2.3 Xác định vị trí và khoảng cách bằng cảm biến điện dung.....	76
2.3.1 Nguyên lý làm việc.....	76
2.3.3 Ứng dụng.....	78
BÀI 3: CẢM BIẾN ĐO LƯU LƯỢNG, TRỌNG LƯỢNG VÀ ÁP SUẤT	
1. Đại cương.....	82
1.1 Khái niệm chung về đo lưu lượng.....	82
1.2 Đặc trưng của lưu chất.....	82
1.3 Hiệu chuẩn khối lượng riêng.....	83
2. Phương pháp đo lưu lượng dựa trên nguyên tắc sự chênh lệch áp suất.....	84
2.1 Định nghĩa áp suất.....	84
2.1.1 Định nghĩa.....	84
2.1.2 Đơn vị.....	84
2.1.3 Phương pháp đo.....	84
2.2 Bộ phận tạo nên sự chênh lệch áp suất.....	85
2.3. Bộ phận đo sự chênh lệch áp suất.....	87
2.4 Mạch ứng dụng.....	87
3. Phương pháp đo lưu lượng bằng tần số dòng xoáy.....	92
3.1 Nguyên tắc hoạt động.....	92
3.2 Một số ứng dụng của cảm biến đo lưu lượng với nguyên tắc tần số dòng xoáy.....	94
4. Cảm biến đo trọng lượng (Load cell).....	94
4.1 Nguyên lý, cấu tạo và phân loại cảm biến đo trọng lượng.....	94
4.2. Mạch ứng dụng.....	98
BÀI 4: CẢM BIẾN ĐO VẬN TỐC VÒNG QUAY VÀ GÓC QUAY	
1. Một số phương pháp đo vận tốc vòng quay cơ bản.....	103
1.1 Đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp analog.....	103
1.2 Đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp quang điện từ.....	105
1.3 Đo vận tốc vòng quay với nguyên tắc điện trở từ.....	110
2. Cảm biến đo góc với tổ hợp có điện trở từ.....	115
2.1 Giới thiệu các loại cảm biến KM110BH/2.....	115
2.2 Cấu tạo.....	115
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	120

TỪ VIẾT TẮT DÙNG TRONG GIÁO TRÌNH

<i>Tên đầy đủ</i>	<i>Viết tắt</i>
Atomat	ATM
Dùng điện trở nhiệt bán dẫn thermistor	NTC
Điện trở nhiệt Nickel 100	Ni-100
Điện trở nhiệt platin 100	PT100
Điện áp xoay chiều	VAC
Hệ đo lường quốc tế	SI
Môđule	MĐ
Nhiệt điện trở Platin (Resistance Temperature Detector)	RTD
Quay cùng chiều kim đồng hồ	CW
Quay ngược chiều kim đồng hồ	CCW

MÔ ĐƠN: KỸ THUẬT CẢM BIẾN

Mã số mô đơn: MĐ 12

Mục tiêu của mô đơn:

+ Kiến thức:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các loại cảm biến;
- Phân tích được nguyên lý của mạch điện cảm biến, ứng dụng trong điều khiển máy công nghiệp.

+ Kỹ năng:

- Biết đầu nối các loại cảm biến trong mạch điện cụ thể;
- Hình thành tư duy khoa học phát triển năng lực làm việc theo nhóm.

+ Thái độ:

- Rèn luyện tính chính xác khoa học và tác phong công nghiệp.

Nội dung của mô đơn

Số TT	Tên các bài trong mô đơn	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra*
1	Bài mở đầu: Cảm biến và ứng dụng	2	2		
2	Bài 1: Cảm biến nhiệt độ.	16	14	2	
3	Bài 2: Cảm biến tiệm cận và các loại cảm biến xác định vị trí, khoảng cách.	10	7	2	1
4	Bài 3: Cảm biến đo lưu lượng.	14	10	3	1
5	Bài 4: Cảm biến đo vận tốc vòng quay và góc quay.	18	12	5	1
	Cộng:	60	45	12	3

* Ghi chú: Thời gian kiểm tra được tích hợp giữa lý thuyết với thực hành được tính vào giờ thực hành

Yêu cầu về đánh giá hoàn thành mô đơn:

Hình thức giảng dạy chính của môn học: Lý thuyết trên lớp kết hợp với thảo luận nhóm và thực hành.

Áp dụng hình thức kiểm tra tích hợp giữa lý thuyết với thực hành. Các nội dung trọng tâm cần kiểm tra là:

- Lý thuyết:

- + Cấu tạo, đặc tính kỹ thuật, phạm vi ứng dụng của các loại cảm biến.
- + Vẽ sơ đồ mạch, phân tích nguyên lý các mạch ứng dụng cảm biến nhiệt độ, cảm biến khoảng cách, cảm biến quang...
- + Tính toán các thông số cơ bản trong mạch.
- + Chọn loại cảm biến phù hợp yêu cầu cho trước.

- Thực hành:

- + Dùng các loại máy đo/thiết bị đo để phát hiện sai lỗi của cảm biến/mạch đo, hiệu chỉnh thông số thiết bị có tại xưởng.
- + Lắp ráp và cân chỉnh mạch ứng dụng (tổng hợp) các loại cảm biến.

BÀI MỞ ĐẦU: CẢM BIẾN VÀ ỨNG DỤNG

Mục tiêu

Kiến thức

- Trình bày được khái niệm, đặc điểm, phạm vi ứng dụng của các loại cảm biến.

Kỹ năng

- Nhận dạng được các loại cảm biến.

Thái độ

- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, lắng nghe, ghi chép đầy đủ logic khoa học.

LÝ THUYẾT

1. Khái niệm cơ bản về các bộ cảm biến

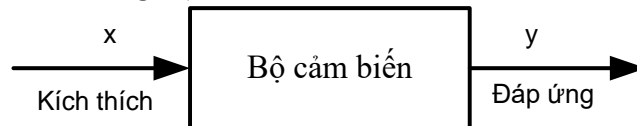
1.1 Định nghĩa

Trong các hệ thống đo lường – điều khiển, mọi quá trình đều được đặc trưng bởi các trạng thái: nhiệt độ, áp suất, tốc độ, mômen... các biến trạng thái này thường là các đại lượng không điện. Để điều chỉnh, điều khiển các quá trình cần thu thập các thông tin tín hiệu đầu vào, theo dõi trạng thái biến thiên của quá trình nhờ các cảm biến.

Ví dụ: Con người có đôi mắt chính là cơ quan cảm biến để nhận biết thế giới xung quanh.

Các bộ cảm biến thường được định nghĩa theo nghĩa rộng là các thiết bị cảm nhận và đáp ứng với các tín hiệu và kích thích.

Phần lớn các cảm biến làm việc theo nguyên lý biến đổi tham số vật lý nào đó (nhiệt độ, áp suất, lưu lượng...) thành tín hiệu điện.



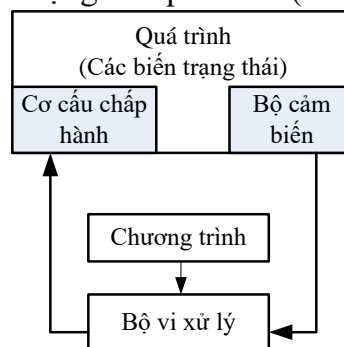
Hình 1: Mô hình mạch của cảm biến

Phương trình mô tả quan hệ giữa đáp ứng y và kích thích x của bộ cảm biến có dạng như sau:

$$y = f(x) \quad (1)$$

mối quan hệ của công thức (1) thường rất phức tạp vì có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến mối quan hệ đáp ứng – kích thích.

Ngày nay, quá trình điều khiển được đặc trưng bằng các biến trạng thái và được các bộ vi xử lý thu thập tín hiệu. Đầu ra của bộ cảm biến được đưa ghép nối với cơ cấu chấp hành nhằm tác động lên quá trình (đối tượng) điều khiển.



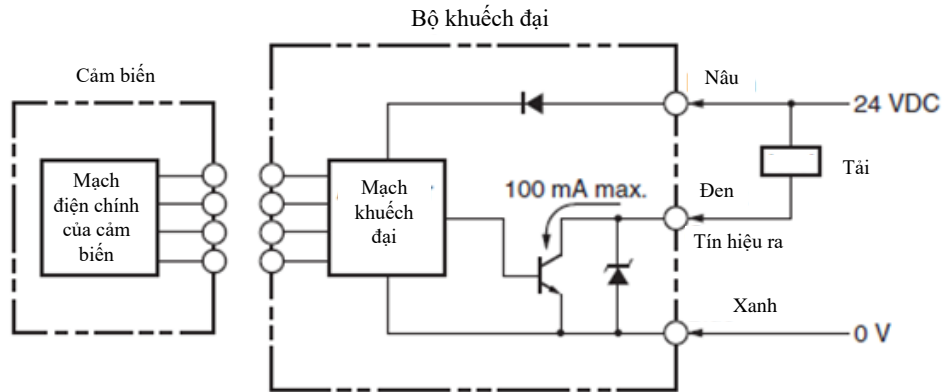
Hình 2: Hệ thống điều khiển tự động quá trình

Trên sơ đồ hình 2, bộ cảm biến đóng vai trò cảm nhận, đo đạc và đánh giá các thông số của hệ thống, bộ vi xử lý làm nhiệm vụ xử lý thông tin và đưa ra tín hiệu điều khiển quá trình.

Cấu trúc mạch điện của cảm biến bao gồm:

Mạch cảm biến: cảm nhận tín hiệu cảm biến và chuyển đổi thành tín hiệu điện.

Bộ khuếch đại thuật toán: là bộ khuếch đại một chiều có hệ số khuếch đại lớn và tổng trở vào rất nhỏ.

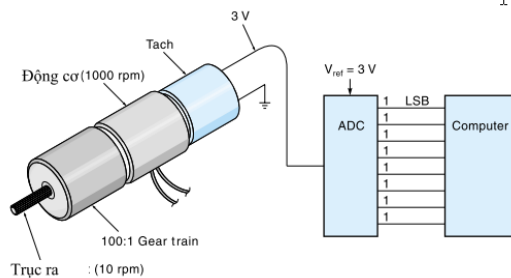


Hình 3: Sơ đồ mạch điện vào/ ra

1.2 Phân loại các bộ cảm biến

1.2.1 Phân loại theo đặc tính và nguyên lý làm việc

- Cảm biến vị trí bao gồm: chiết áp, encoder quay quang, biến áp vi sai biến đổi tuyến tính.

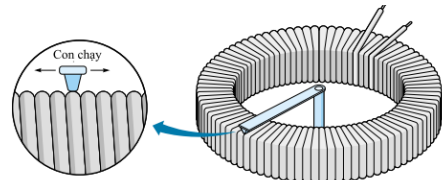


Cảm biến đo tốc độ

Cảm biến vị trí

Cảm biến tốc độ: tốc kế một chiều và tốc kế quang.

- Cảm biến lân cận: gồm các chuyển mạch giới hạn, các chuyển mạch lân cận quang và chuyển mạch tín hiệu Hall.



Chiết áp kiểu dây quấn



Cảm biến thu phát chung

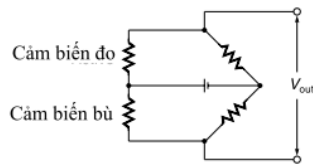
không cần gương phản xạ

Cảm biến tiệm cận điện cảm đo khoảng cách dài có điều chỉnh độ nhạy

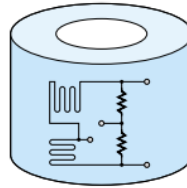


Cảm biến cấp quang

- Cảm biến trọng lượng: cảm biến dạng dây quấn, cảm biến biến dạng lực bán dẫn, cảm biến biến dạng lực nhỏ.



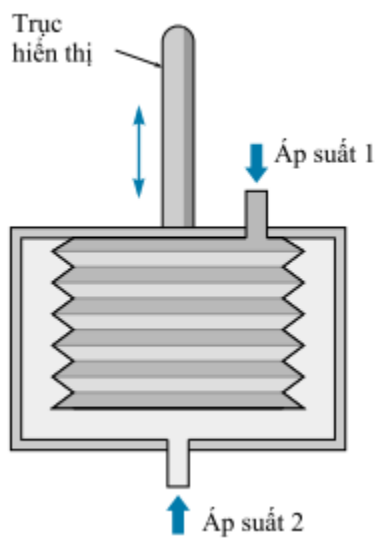
Cảm biến dạng dây dán



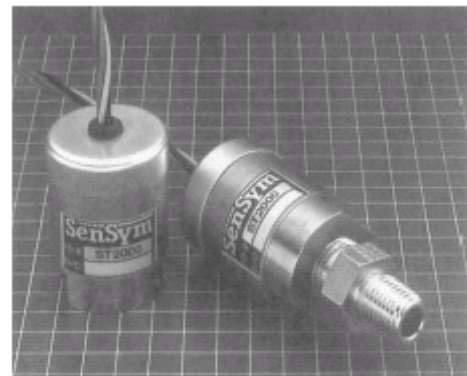
Cảm biến lực

Cảm biến trọng lượng

- Cảm biến áp suất bao gồm: các ống Buốc đông, ống xếp, cảm biến áp suất bán dẫn.



Cảm biến áp suất dạng ống xếp
Cảm biến áp suất

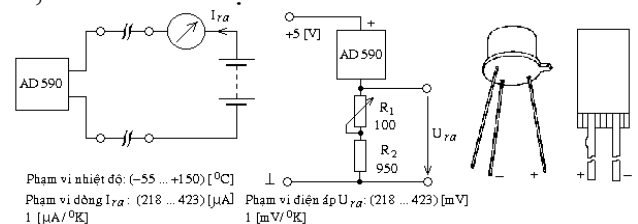


Cảm biến áp suất bán dẫn
ST2000 (Courtesy of SenSymb
Inc.)

- Cảm biến nhiệt độ bao gồm: cảm biến nhiệt độ lưỡng kim, cặp nhiệt, cảm biến nhiệt điện trở dây quấn, nhiệt điện trở, cảm biến nhiệt bán dẫn.



Cảm biến nhiệt độ RTD
Cảm biến nhiệt độ



IC cảm biến nhiệt độ

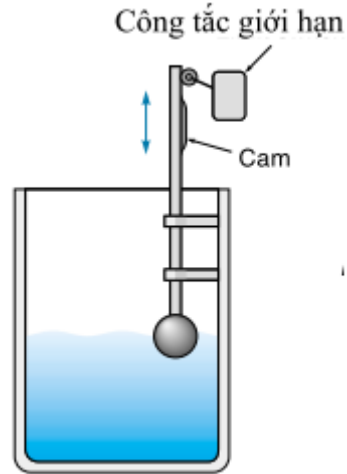
- Cảm biến lưu lượng bao gồm: cảm biến lưu lượng kiểu tấm đục lỗ, kiểu ống Pilot, kiểu ống Venturi, cảm biến lưu lượng kiểu tua bin và cảm biến lưu lượng kiểu từ.

- Cảm biến đo mức bao gồm: cảm biến tương tự và cảm biến rời rạc.

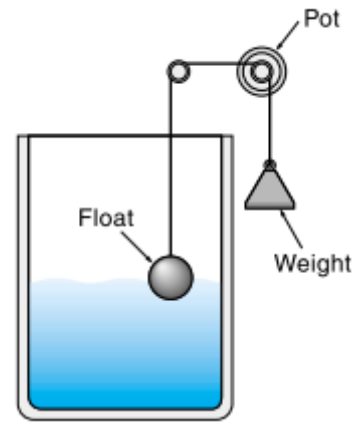
1.2.2 Phân loại theo thông số của bộ cảm biến

Cảm biến tích cực (có nguồn): đầu ra là nguồn áp hoặc nguồn dòng

Cảm biến thụ động (không nguồn) được đặc trưng bằng các thông số R, L, C, M... tuyến tính hoặc phi tuyến.



Cảm biến mức rời rạc
Cảm biến đo mức



Cảm biến mức liên tục

Ngoài ra, các bộ cảm biến có thể được phân loại theo các phương pháp sau:
- Phân loại theo nguyên lý chuyển đổi đáp ứng – Kích thích

Hiện tượng	Chuyển đổi đáp ứng và kích thích
Vật lý	Nhiệt điện Quang điện Quang từ Quang đàn hồi Từ điện Nhiệt từ Nhiệt quang
Hóa học	Biến đổi hóa học Biến đổi điện hóa Phân tích phổ
Sinh học	Biến đổi sinh hóa Biến đổi vật lý Phân tích phổ

- Phân loại theo dạng kích thích

Kích thích	Các đặc tính của kích thích
Âm thanh	Biên pha 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 Tốc độ truyền sóng 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 Momen Khối lượng, tỷ trọng Vận tốc, Chất lưu, độ nhớt
Nhiệt	Nhiệt độ Thông lượng Nhiệt dung tỷ lệ
Bức xạ	Kiểu Năng lượng Cường độ

1.3 Các đơn vị đo lường

Theo tiêu chuẩn quốc tế SI, đơn vị đo lường của cảm biến bao gồm:

Bảng 1: Đơn vị cơ bản hệ SI

Đại lượng	Tên gọi	Ký hiệu
Chiều dài	mét	m
Khối lượng	Kilôgam	kg
Thời gian	Giây	s
Dòng điện	Ampe	A
Nhiệt độ nhiệt động	Kelvin	K
Lượng vật chất	Mol	mol
Cường độ sáng	Candela	Cd

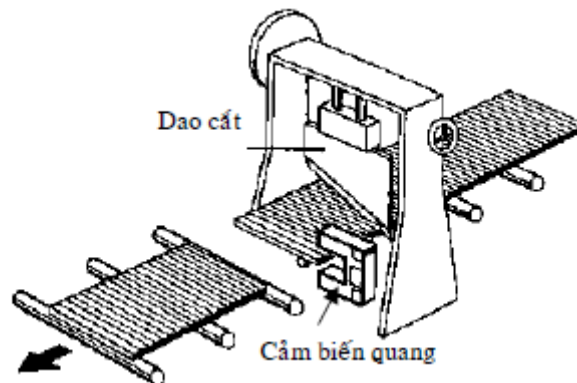
2. Phạm vi ứng dụng

Để tự động hóa các quá trình, cảm biến được sử dụng ngày càng nhiều và rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

- Trong công nghiệp: các cảm biến được sử dụng với chức năng đo để hiển thị các đại lượng vật lý và đo để điều khiển các quá trình sản xuất tự động. Ví dụ: cảm biến tốc độ được dùng trong điều khiển tự động ổn định tốc độ máy sản xuất, cảm biến nhiệt độ dùng trong quá trình tự động khống chế nhiệt độ lò... Ngoài ra, việc ứng dụng các cảm biến nhằm mục đích kiểm soát các thiết bị công nghiệp giảm được thời gian và tần suất hỏng hóc của các máy móc, bảo dưỡng và tăng độ tin cậy khi làm việc của máy.

- Trong nghiên cứu khoa học: các cảm biến được nghiên cứu ứng dụng trong khoa học y học, trong chuẩn đoán lâm sàng và nghiên cứu y tế (theo dõi tốc độ

dịch chuyển dòng máu, phát hiện ung thư...), sử dụng những nguồn năng lượng thân thiện với môi trường – chuyển đổi những nguồn năng lượng được gọi là thừa thải trong môi trường thành điện năng – vì thế có thể tiết kiệm được cả thời gian và tiền bạc trong việc thay thế, nạp điện và khởi động hệ thống pin nhằm tiết kiệm năng lượng.



Hình 4: Ứng dụng cảm biến quang trong máy cắt sản phẩm theo chiều dài

– Môi trường khí tượng: dùng để kiểm soát ô nhiễm môi trường, phân tích đất và không khí trong những môi trường xung quanh có thể gây độc hại...

– Thông tin viễn thông: ứng dụng trong công nghệ cảm biến không dây.

– Dân dụng: các bộ điều hoà nhiệt độ, các đồ gia dụng nhỏ, bếp lò, máy lạnh tủ lạnh, điều hoà không khí, các loại lò nướng, và máy đun nước nóng, máy giặt...

– Nông nghiệp: ứng dụng các thiết bị cầm tay để đo nhiệt độ môi trường, tình trạng sinh trưởng của vi khuẩn hoặc mạng cảm biến thông minh áp dụng trong trồng trọt để cung cấp các yếu tố cần thiết (tốc độ và hướng gió, nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm...) để giám sát cây trồng và giải quyết các tác nhân xấu (rệp, sâu bọ, côn trùng...gây chết cây).

– Giao thông: ứng dụng trong hệ thống giám sát kỹ thuật số đèn giao thông, khi tín hiệu điều khiển đèn giao thông báo dừng đang bật (đèn đỏ), một cảm biến sự kiện sẽ dò tìm và xác định các phương tiện nào vẫn cố tình vượt đèn đỏ và truyền tín hiệu về hệ thống điều khiển.

– Quân sự: cảm biến được ứng dụng để đo tốc độ góc hoặc góc quay của bộ phóng tên lửa, robot dò mìn hoặc sử dụng các vật liệu náo để thu thập các mẫu vật và các mục tiêu trong quân sự, máy bay không người lái....

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Nêu một số ví dụ cụ thể về ứng dụng của một số loại cảm biến trong công nghiệp và dân dụng.

- Làm quen với một số loại cảm biến thông dụng.

BÀI 1: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ

Mục tiêu:

Kiến thức

- Phân biệt được các loại cảm biến nhiệt độ, hiểu được nguyên lý làm việc của cảm biến.

Kỹ năng

- Lắp ráp, cài đặt và điều chỉnh được các mạch thực hành cảm biến.

Thái độ

- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, logic khoa học, tác phong công nghiệp.
- Chấp hành đúng nội quy thực tập, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

1. Đại cương

A. LÝ THUYẾT

Cảm biến nhiệt độ tạo ra tín hiệu điện đầu ra tỷ lệ với nhiệt độ, hầu hết các cảm biến nhiệt độ có hệ số nhiệt dương điều đó có nghĩa rằng tín hiệu điện đầu ra tăng lên khi nhiệt độ tăng. Tuy nhiên, một số cảm biến có hệ số nhiệt độ âm có nghĩa là tín hiệu điện đầu ra tăng khi nhiệt độ giảm.

1.1. Thang đo nhiệt độ

Việc xác định thang đo nhiệt độ được xuất phát từ các định luật nhiệt động. Thang đo nhiệt độ tuyệt đối được xác định dựa trên tính chất của khí lý tưởng. Theo định luật Carnot, hiệu suất của một động cơ điện nhiệt thuận nghịch hoạt động giữa hai nguồn có nhiệt độ θ_1 và θ_2 trong một thang đo bất kỳ chỉ phụ thuộc vào θ_1 và θ_2

$$\eta = \frac{F(\theta_1)}{F(\theta_2)} \quad (1.1)$$

Thang đo nhiệt độ phụ thuộc vào việc lựa chọn hàm F nào, đặt $F(\theta) = T$ ta sẽ xác định được T như là nhiệt độ tuyệt đối và hiệu suất của nhiệt thuận nghịch bằng:

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} \quad (1.2)$$

Trong đó:

T_1, T_2 là nhiệt độ động học tuyệt đối của hai nguồn. Để có thể gán một giá trị số cho T, cần phải xác định đơn vị cho nhiệt độ. Muốn vậy chỉ cần gán giá trị cho nhiệt độ tương ứng với một hiện tượng nào đó với điều kiện hiện tượng này hoàn toàn xác định và có tính lặp lại.

Các loại 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 một độ Kelvin.

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

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15 \quad (1.3)$$

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.

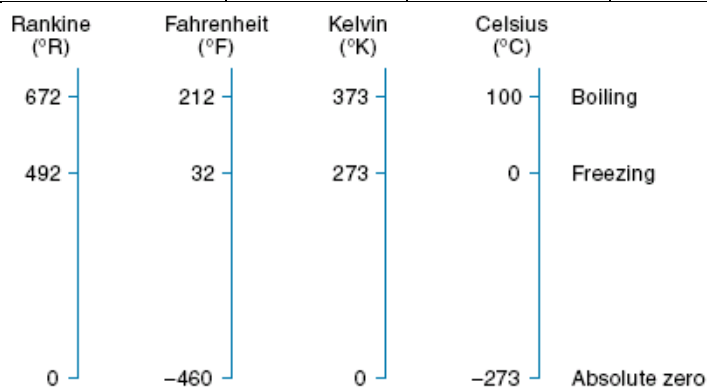
Quan hệ giữa nhiệt độ Fahrenheit và nhiệt độ Celsius: Cho các giá trị tương ứng của một số nhiệt độ quan trọng theo các thang đo khác nhau.

$$T(^{\circ}C) = \{T(^{\circ}F) - 32\} \frac{5}{9} \quad (1.4)$$

$$T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}T(^{\circ}C) + 32 \quad (1.5)$$

Bảng 1.1: Thang đo nhiệt độ tương ứng với một số nhiệt độ quan trọng theo các bậc thang sau:

Nhiệt độ	Kelvin (K)	Celsius ($^{\circ}C$)	Fahrenheit ($^{\circ}F$)
Điểm 0 tuyệt đối	0	- 273.15	- 459.67
Hòa hợp nước - nước đá	273.15	0	32
Cân bằng nước - nước đá - hơi	273.16	0.001	32.018
Nước sôi	373.15	100	212



Hình 1.1: Mối quan hệ tương quan giữa các nhiệt độ

Mối quan hệ tương quan giữa các nhiệt độ: Nhiệt độ của vật chất là thông số đặc trưng trạng thái cân bằng nhiệt-động-học của thể tích nhất định. Quá trình cân bằng này là một quá trình quán tính.

1.2. Nhiệt độ được đo và nhiệt độ cần đo

Giả sử môi trường đo có nhiệt độ thực bằng T_x (nhiệt độ cần đo)

Nhiệt độ T_1 là nhiệt độ của cảm biến đo được (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 khác nhau, nhiệt độ cảm biến không bao giờ đạt tới nhiệt độ môi trường T_x , do đó sẽ tồn tại một chênh lệch nhiệt độ $\Delta T = T_x - T_1$ nhất định. Độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào hiệu số ΔT , hiệu số này càng bé thì 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.

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:

$$dQ = \alpha A(T_x - T_1) dt \quad (1.6)$$

Trong đó: α : hệ số dẫn nhiệt.

A : diện tích bề mặt trao đổi nhiệt.

t : thời gian trao đổi nhiệt.

dQ : lượng nhiệt

Lượng nhiệt cảm biến hấp thụ:

$$dQ = mCdT_1 \quad (1.7)$$

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 đở, ta có:

$$\alpha A (T_x - T_1) dt = mCdT_1 \quad (1.8)$$

Gọi là hằng số thời gian nhiệt là τ , ta có:

$$\tau = \frac{mC}{\alpha A} \quad (1.9)$$

Phương trình vi phân cân bằng nhiệt :

$$\frac{dT_1}{T_x - T_1} = \frac{dt}{\tau} \quad (1.10)$$

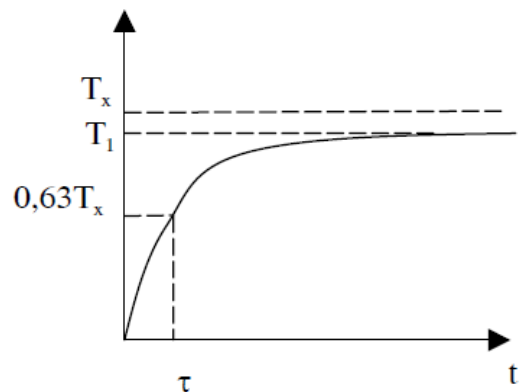
Nghiệm của phương trình có dạng:

$$T_1 = T_x - ke^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1.11)$$

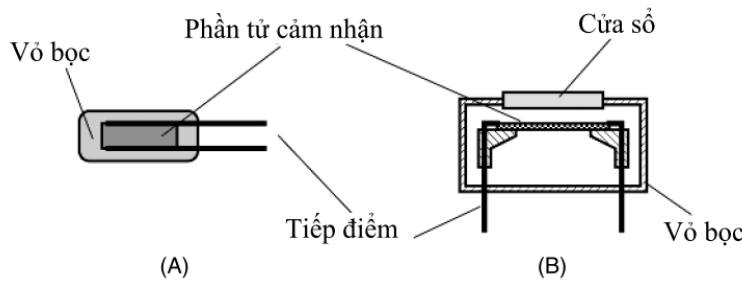
Để tăng cường trao đổi nhiệt giữa môi trường có nhiệt độ cần đo và cảm biến. Cần phải dùng cảm biến có phần tử cảm nhận có tỉ nhiệt thấp, hệ số dẫn nhiệt cao, để hạn chế tổn thất nhiệt từ cảm biến ra ngoài thì các tiếp điểm dẫn từ phần tử cảm nhận ra mạch đo bên ngoài phải có hệ số dẫn nhiệt thấp.

Bộ cảm biến nhiệt trở tiếp xúc bao gồm các bộ phận sau:

- Phần tử cảm nhận: Bằng vật liệu có đặc tính thay đổi theo nhiệt độ, có tỷ nhiệt thấp, nhiệt dẫn xuất cao, nhạy cảm với nhiệt độ.
- Tiếp điểm dẫn: Từ phần tử cảm nhận mà mạch điện tử bên ngoài, các tiếp điểm phải có nhiệt dẫn suất rất nhỏ.
- Vỏ bảo vệ: Phân cách với cảm biến và môi trường, vỏ bảo vệ phải có nhiệt trở thấp và cách điện tốt, chịu ẩm và các yếu tố ăn mòn.



Hình 1.2: Trao đổi nhiệt của cảm biến



- A. Cảm biến tiếp xúc
- B. Cảm biến bức xạ nhiệt

Hình 1.3: Cấu trúc chung của bộ cảm biến nhiệt độ

Cảm biến nhiệt độ không tiếp xúc là bộ cảm biến bức xạ nhiệt, có cửa sổ quang học qua đó bức xạ nhiệt có thể truyền đến (hình 1.3B).

1.3 Phân loại

Các cảm biến nhiệt độ phát hiện sự thay đổi trong một thông số vật lý (như điện trở hay điện dẫn, điện áp hay dòng điện) tương ứng với sự thay đổi của nhiệt độ. Có hai phương pháp cơ bản cảm biến nhiệt độ.

- Phương pháp tiếp xúc nhiệt: đòi hỏi cảm biến phải tiếp xúc vật lý trực tiếp với môi trường hay đối tượng đo, có thể dùng kiểm tra nhiệt độ của chất rắn, chất lỏng hay chất khí trong một phạm vi nhiệt độ rất rộng.

- Phương pháp đo không tiếp xúc: cảm nhận năng lượng bức xạ của nguồn nhiệt ở dạng năng lượng thu nhận được trong phần hồng ngoại của phổ điện-từ. Phương pháp này có thể dùng để kiểm tra nhiệt độ các chất rắn và các chất lỏng, nhưng không có tác dụng với các chất khí bởi bản chất trong suốt tự nhiên của chúng.

Phân loại các phần tử cảm biến nhiệt:

- Cảm biến tiếp xúc:
 - ✧ Nhiệt kế dẫn nờ (lưỡng kim);
 - ✧ Nhiệt kế áp suất (chất lỏng, chất khí);
 - ✧ Nhiệt ngẫu;
 - ✧ Nhiệt điện trở:
 - Điện trở nhiệt kim loại;
 - Nhiệt điện trở bán dẫn (Silic, diode, transistor).
- Cảm biến bức xạ (không tiếp xúc):
 - ✧ Cảm biến quang (hoả quang kế, hoả kế quang điện);
 - ✧ Cảm biến siêu âm;
 - ✧ Quang phổ.

Trong kỹ thuật đo lường và điều khiển nhiệt độ chủ yếu ứng dụng các phần tử cảm biến tiếp xúc nhiệt, như:

- Phần tử cảm biến kim loại:
 - ✧ Nhiệt kế dẫn nờ (lưỡng kim hay chất lỏng, chất khí);
 - ✧ Nhiệt điện trở kim loại;
 - ✧ Nhiệt ngẫu.
- Phần tử cảm biến bán dẫn:
 - ✧ Nhiệt trở bán dẫn (thermo-diode, thermo-transistor); vi mạch cảm biến nhiệt IC.

2. Nhiệt điện trở với Platin và Nickel

2.1 Điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ.

2.1.1 Nhiệt kế điện trở

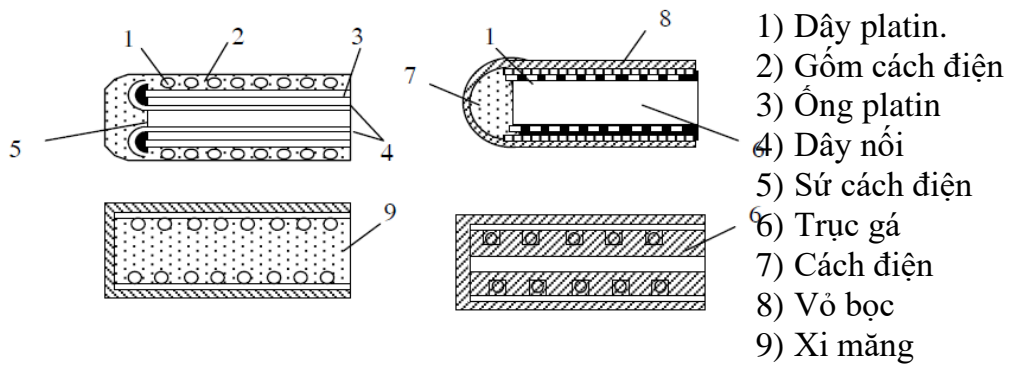
Để tránh sự làm nóng đầu đo dòng điện chạy qua điện trở thường giới hạn ở giá trị một vài mA và điện trở có độ nhạy nhiệt cao thì điện trở phải có giá trị đủ lớn.

Muốn vậy phải giảm tiết diện dây hoặc tăng chiều dài dây. Tuy nhiên khi giảm tiết diện dây độ bền lại thấp, dây điện trở dễ bị đứt, việc tăng chiều dài dây lại là làm tăng kích thước điện trở. Để hợp lý, thường chọn điện trở R ở 0°C có giá trị và ở khoảng 100Ω, sau khi quấn lại sẽ nhận được nhiệt kế có chiều dài cỡ 1cm. Các sản phẩm thương mại thường có điện trở ở 0°C là 50Ω, 500Ω và 1000Ω, các điện trở lớn thường được dùng để đo ở dải nhiệt độ thấp.

Để sử dụng cho mục đích công nghiệp, các nhiệt kế phải có vỏ bọc tốt chống được va chạm mạnh và rung động, điện trở kim loại được cuốn và bao bọc trong thủy tinh hoặc gốm và đặt trong vỏ bảo vệ bằng thép. Trên hình 1.4 là các nhiệt kế dùng trong công nghiệp bằng điện trở kim loại platin.

2.1.2 Nhiệt kế lưỡng kim

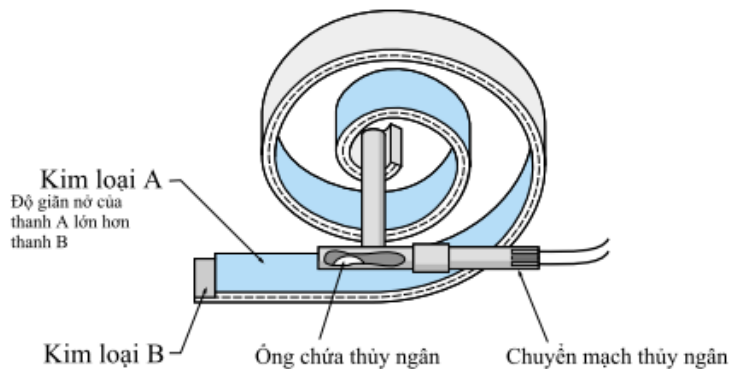
Các phần tử nhiệt kế lưỡng kim là hai phiến kim loại khác bản chất được ghép chặt với nhau dưới nhiệt độ và áp suất, để tạo thành một băng kim loại có độ dẫn nờ nhiệt khác nhau, nên khi có tác động nhiệt thì sẽ bị biến dạng (dẫn nờ cong lên chẳng hạn).



Hình 1.4: Nhiệt kế công nghiệp dùng điện trở platin

Độ biến dạng phụ thuộc độ dẫn nở và do đó phụ thuộc nhiệt độ. Bằng cách khai thác độ dẫn nở khác nhau của hai vật liệu, năng lượng nhiệt có thể được chuyển đổi thành dịch chuyển cơ – điện. Trong kỹ thuật thì các phần tử dẫn nở lưỡng kim được ứng dụng phổ biến trong các thiết bị điện (làm role nhiệt, role dòng, vv...).

Một ví dụ điển hình nguyên lý hoạt động của kiểu cảm biến nhiệt lưỡng kim này dùng để điều khiển một công tắc chuyển mạch thủy ngân (hình 1.5). Cảm biến nhiệt lưỡng kim đơn giản là một băng lưỡng kim uốn hình xoắn ốc. Băng lưỡng kim là một tấm dát mỏng của hai kim loại có hệ số dẫn nở nhiệt khác nhau. Khi nhiệt độ tăng, kim loại ở mặt trong dẫn nở nhiều hơn là kim loại ở mặt ngoài, đường xoắn ốc có xu hướng duỗi thẳng ra. Các cảm biến này được sử dụng một cách điển hình để điều khiển đóng mở tiếp điểm điện, như trong nhiệt kế gia dụng dùng để chuyển mạch thủy ngân.



Hình 1.5: Cảm biến nhiệt độ lưỡng kim điều khiển chuyển mạch thủy ngân.

Trong hình 1.5 khi nhiệt độ tăng, ống chứa thủy ngân lỏng xoay theo chiều kim đồng hồ. Khi ống xoay qua nằm ngang, thủy ngân chảy xuống phải và điền đầy tiếp xúc điện giữa các điện cực. Một ưu điểm nổi bật của hệ này là có thể sử dụng trực tiếp tín hiệu ra của chuyển mạch mà không phải chuẩn hoá tín hiệu. Ngày nay, các chuyển mạch thủy ngân đã bị loại khỏi ứng dụng bởi những lý do môi trường, nhưng các chuyển mạch kiểu cơ cấu tiếp điểm công tắc đã chiếm vị trí đó.

2.2 Nhiệt điện trở Platin (Resistance Temperature Detector – RTD)

2.2.1 Đặc điểm

Cảm biến nhiệt điện trở platin là loại có độ chính xác cao, được coi như chính xác nhất, ổn định, thường được dùng làm mẫu chuẩn, giá thành cao. Nhiệt điện trở Platin (RTD) platin thường được dùng để đo nhiệt độ trong khoảng $(-200 \div +660) [^{\circ}\text{C}]$, còn RTD nickel có thể đo tới $(250 \div 300) [^{\circ}\text{C}]$. Các điện trở nhiệt này có sự thay đổi điện trở khá tuyến tính, cho phép chuyển đổi một cách dễ dàng sang nhiệt độ.

Bởi điện trở suất thấp, cảm biến nhiệt điện trở platinum có kết cấu dây quấn mảnh (đường kính dây trở thường 0,05 – 0,07 [mm]) và dài quấn quanh lõi gốm để đạt điện trở 100[Ω]. Đó thường là trị số điện trở danh định tiêu chuẩn ở 0[°C] đối với các kiểu nhiệt điện trở RTDs.

Các phần tử thực tế cần có khả năng thay thế lắp lẫn được. Đối với các phần tử cảm biến nhiệt nickel và platin thì trị số điện trở danh định ở nhiệt độ 0 [°C] là $R_0 = 100[\Omega]$, nên được ký hiệu là Ni-100 và Pt-100. Các thông số kỹ thuật đặc trưng của chúng được cho trong bảng 1.7 và 1.8

Điện trở nhiệt Nickel 100 [Ω] – ký hiệu: Ni-100.

Hệ số nhiệt độ α_{tb} , trong khoảng (0 ÷ 100) [°C]:

$$\alpha = 0,00618 [1/^\circ K]$$

Bảng 1.2: Thông số kỹ thuật Ni – 100

Nhiệt độ [°C]	-60	0	+ 10
Điện trở [Ω]	69,5 ± 1,0	100,0 ± 0,2	161,8 ± 0,8
Phạm vi nhiệt độ đo	(-60 ÷ +150) [°C]		

Điện trở nhiệt platin 100 [Ω] – ký hiệu: Pt-100.

Hệ số nhiệt độ α trung bình, trong khoảng (0 ÷ 100)[°C]:

$$\alpha = 0,00385 [1/^\circ K]$$

Bảng 1.3: Thông số kỹ thuật Pt-100

Nhiệt độ [°C]	- 200	0	+200	+400
Điện trở A [Ω]	18,49 ± 0,24	100,00 ± 0,13	175,84 ± 0,20	247,04 ± 0,33
Class B	18,49 ± 0,56	100,00 ± 0,30	175,84 ± 0,48	247,04 ± 0,79
Phạm vi nhiệt độ đo	Class B: (-200 ÷ +650) [°C]			

Phần tử nhiệt Pt-100 có hai cấp chính xác A và B. Cấp chính xác B dùng làm phần tử thực nghiệm. Đối với những phép đo yêu cầu độ chính xác cao thì phải dùng những phần tử cấp chính xác cao hơn, phạm vi nhiệt độ cũng có thể lớn hơn, nhưng bị giới hạn ở 650 [°C]. Ngày nay có những phần tử nhiệt-điện-trở có trị danh định lớn hơn hay nhỏ hơn (10, 46, 100 [Ω]), nhưng việc chuyển đổi tín hiệu khó khăn hơn.

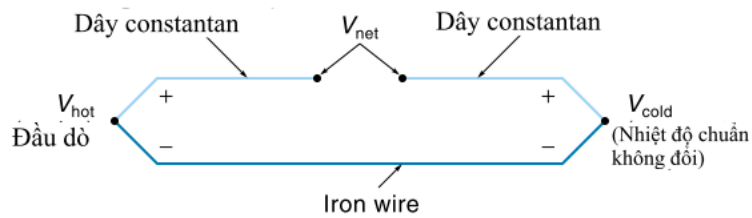
Ngoài ra, trong kỹ thuật còn dùng các cảm biến nhiệt – điện – trở khác như sắt, đồng được dùng như chế các nhiệt điện trở (RTDs) giá thấp. Các cảm biến này có sự phụ thuộc điện trở dây đồng vào nhiệt độ tương đối ổn định và được dùng một cách thông dụng.

2.2.2 Nguyên lý làm việc

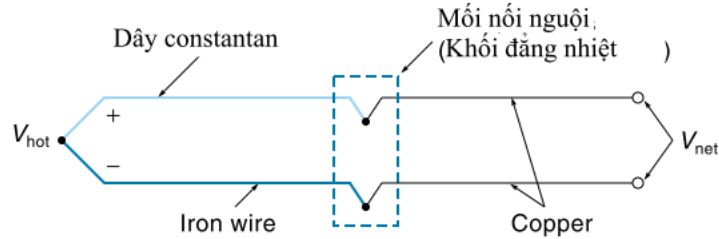
Sơ đồ mạch điện hình 1.6 minh họa nguyên lý làm việc của cặp nhiệt – điện - trở, cặp nhiệt – điện – trở này được làm từ hợp kim Đồng – Nickel (hợp kim Constantan) sinh ra điện áp xấp xỉ 35μV/°F.

Điện áp mạch (V_{net}) là điện áp chênh lệch điện áp giữa các mối nối trong đó mối nối ở các đầu dò là mối nối nóng (V_{hot}), đầu mối nối còn lại ở giữa nhiệt độ là mối nối chuẩn (hay còn gọi là nhiệt độ chuẩn), mối nối này được gọi là mối nối nguội có nhiệt độ không thay đổi. Điện áp đầu ra của hệ thống này có thể được biểu diễn theo công thức sau:

$$V_{net} = V_{hot} - V_{cold} \quad (1.12)$$



Hình 1.6: Cặp nhiệt làm từ sắt và hợp kim đồng



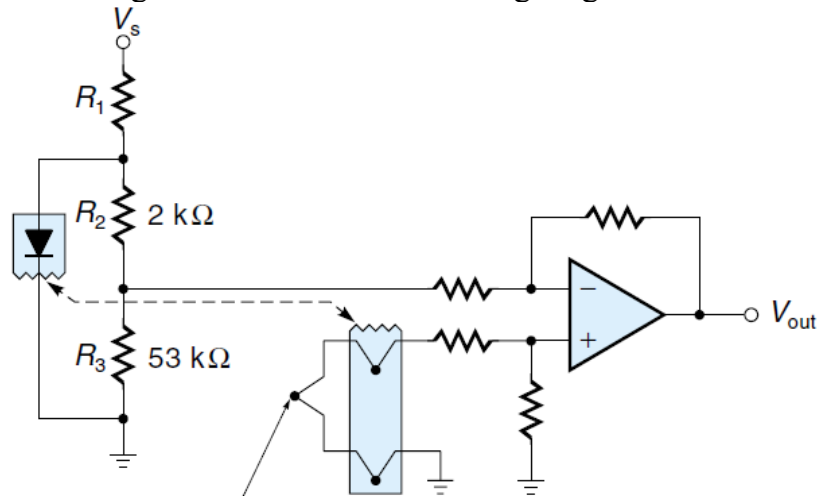
Hình 1.7: Sơ đồ mạch điện của cặp nhiệt (kiểu đồng - Nickel)

Thực tế, các dây cặp nhiệt này phải được nối với dây đồng một vài điểm (hình 1.6) điện áp ra bằng:

$$V_{hot} = V_{net} + \text{Constant} \quad (1.13)$$

V_{cold} ở 32°F hoặc nhiệt độ chuẩn khác

Để duy trì nhiệt độ mối nối nguội V_{cold} không đổi người ta dùng mạch điốt nhạy cảm với nhiệt độ. V_{cold} được duy trì ở cùng nhiệt độ với điốt tạo thành một khối đẳng nhiệt, khi nhiệt độ môi trường tăng, điện áp phân cực thuận trên điốt giảm (khoảng 0.6V) $1.1\mu\text{V}/^\circ\text{F}$, tốc độ này gần tương đương với tốc độ tăng điện áp thực của mối nối nguội khi nhiệt độ môi trường tăng.



Hình 1.8: Điốt được sử dụng để bù điện áp môi mối nối nguội

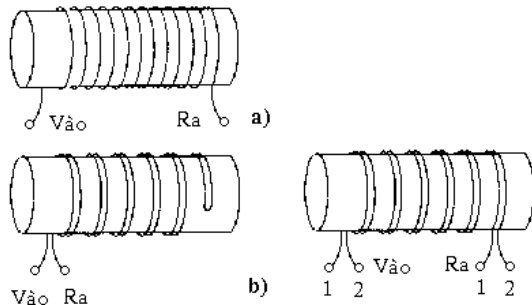
2.2.3 Cấu tạo

Các cảm biến nhiệt điện trở Platin thường bao gồm phần tử nhiệt điện trở, các nối giữa phần tử và máy đo và một giá đỡ định vị phần tử trong quá trình đo.

– Phần tử nhiệt điện trở kim loại là một điện trở thay đổi trị số điện trở theo nhiệt độ. Phần tử thường là một cuộn dây hoặc màng điện dẫn bằng chất điện dẫn được khắc hoặc được cắt hình trên nó. Nó thường có vỏ bọc bằng gốm và được gắn kín bằng chất gốm cement hoặc bằng thủy tinh.

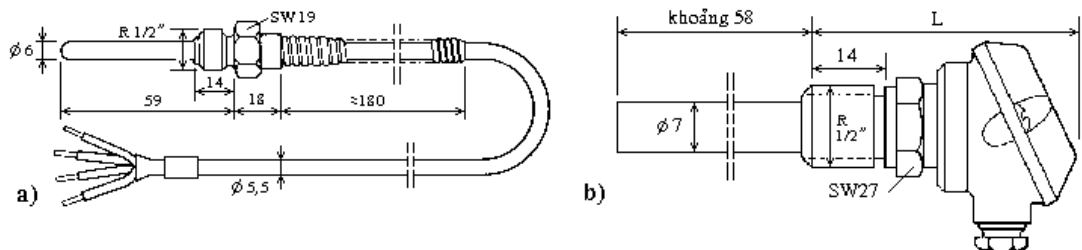
– Cảm biến nhiệt điện trở kim loại dạng dây cuộn và dạng màng mỏng khác nhau được chế xuất dưới nhiều cấu hình tiêu chuẩn khác nhau, được lắp đặt trên bề mặt cong hoặc hình dạng bất kỳ sử dụng chất gắn kết nhạy áp suất, keo dán nhiệt dẫn, băng dải Silic hoặc kẹp cơ khí.

Chúng cũng có thể được tích hợp thành một mạch đốt nóng linh hoạt dùng trong kỹ thuật điều khiển tối ưu. Trong kỹ thuật nhiệt độ dùng dây nhiệt-trở khá mạnh, đường kính cỡ $(0,05 \div 0,3)$ [mm]. Dây cuốn theo nhiều kiểu: kiểu đơn *linear*, kiểu chập đôi *bifilare*. Hình 1.10 giới thiệu một vài kiểu cuốn dây như vậy.



Hình 1.10: Kiểu dạng các phần tử nhiệt – điện – trở kim loại
a). Kiểu dây cuốn đơn; b). Kiểu dây cuốn đôi; c). Kiểu màng mỏng.

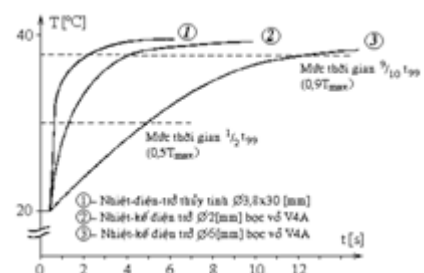
Phần tử biến trở nhiệt được lắp trong một vỏ ống bảo vệ, có chi tiết cố định lắp ráp (đầu ren) và ổ đầu dây ra, cho nên những đầu dò như vậy được gọi là “nhiệt kế nhiệt – điện – trở” (hình 1.11).



Hình 1.11: Hình dạng kết cấu nhiệt kế công nghiệp

a). Nhiệt kế điện trở kép, gá lắp bằng ren vít; b). Nhiệt kế điện trở có ổ nối dây.

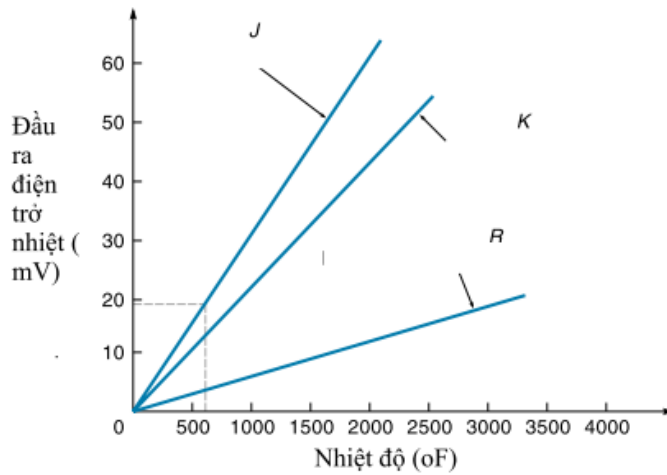
Kiểu dạng kết cấu, đặc biệt trường hợp có vỏ bọc bảo vệ, điều này sẽ ảnh hưởng nhiều tới đặc tính thời gian của phần tử biến trở nhiệt. Hình 1.12 là đồ thị đặc tuyến đáp ứng đối với thay đổi nhiệt độ trong phạm vi 20 [°C] của ba kiểu nhiệt – điện – trở Pt – 100 khác nhau.



Hình 1.12: Đặc tính thời gian của nhiệt trở-kim loại

Trong thương mại, cặp nhiệt trở hiện có các dải đo và độ nhạy khác nhau. Đặc tính đường cong quan hệ điện áp với nhiệt độ của một số kiểu cặp nhiệt độ khác nhau:

Trên hình 1.13, đặc tính của kiểu J có độ nhạy cao nhất nhưng dải nhiệt độ thấp nhất, kiểu K có dải nhiệt độ cao hơn nhưng độ nhạy thấp hơn và kiểu R có độ nhạy thấp nhất nhưng có thể làm việc ở nhiệt độ cao.



Loại J (Sắt – Coogstantan)
 Loại K (Crom – Alumen)
 Loại R (Bạch kim – Rodi)

Hình 1.13: Đặc tính của các nhiệt điện trở - nhiệt độ
 Các vật liệu phân tử cảm biến và giới hạn nhiệt độ.

Bảng 1.4: Bảng đặc tính phạm vi nhiệt độ tương ứng với vật liệu

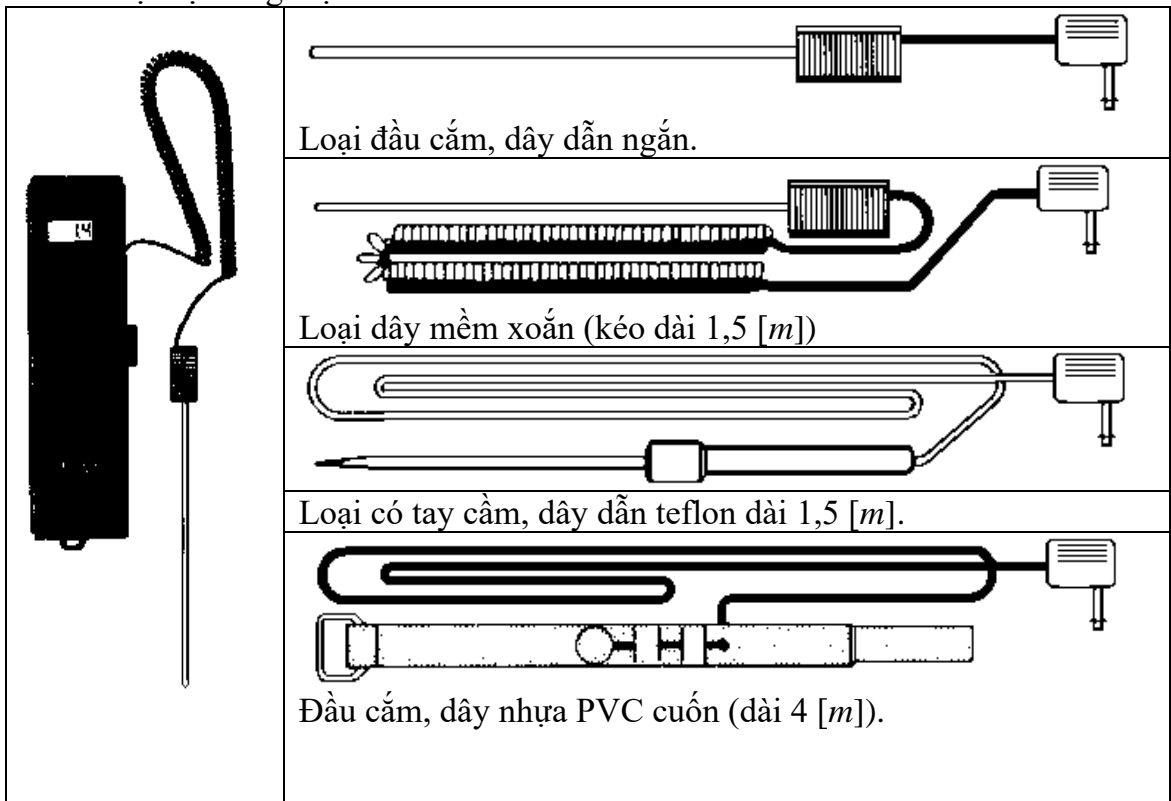
Vật liệu	Phạm vi nhiệt độ, [$^{\circ}F$]
Platinum	-450 ÷ +1200
Nickel	-150 ÷ +600
Đồng	-100 ÷ +300
Nickel/Sắt	+32 ÷ +400

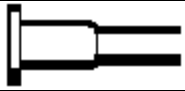


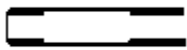
B. THẢO LUẬN NHÓM

Tìm nhiệt độ trong lò bằng bao nhiêu khi cho biết các thông tin sau:

Một RTD Platinum 100Ω được sử dụng để đo nhiệt độ trong lò, giá trị điện trở hiện thời đo được 110Ω . Tìm nhiệt độ đo được là bao nhiêu?

Lựa chọn thể nào một cảm biến nhiệt độ tốt nhất? Nhận dạng một số loại cảm biến nhiệt độ trong thực tế:



Dạng đầu đo	Kiểu	t_{99} , [s]
	Đầu đo nhiệt độ bề mặt.	57
	Đầu đo kiểu nhúng.	6
	Đầu đo kiểu cắm.	10
	Đầu đo nhiệt độ luồng khí.	70

t_{99} – Khoảng thời gian tới khi chỉ thị đạt 99% giá trị đo.

Khi nào thì lựa chọn cảm biến tiếp xúc? Cảm biến không tiếp xúc?
 Cơ sở căn cứ lựa chọn cảm biến trong phạm vi nhiệt độ đo?
 Tốc độ thay đổi nhiệt độ (biến thiên nhiệt theo thời gian) như thế nào?
 Xu hướng phát triển cảm biến nhiệt độ hiện tại và ứng dụng?

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện

Chia lớp thành nhóm, 3 sinh viên/nhóm.

II. Lập bảng vật tư thiết bị

Bảng 1.5: Bảng thiết bị - vật tư

TT	Thiết bị - Vật tư	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn điện, nhiệt	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Cảm biến nhiệt độ PT100	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
6	Module điều khiển và hiển thị nhiệt độ.	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
7	Mô hình lò nhiệt	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
8	Bộ linh kiện phụ	R, C, IC....., tải	1bộ/nhóm
9	Dây nối tín hiệu		1bộ/nhóm
10	Dây nối nguồn lò nhiệt		1bộ/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

Thực hiện đo nhiệt độ lò dùng cảm biến nhiệt độ PT100

- Chuẩn bị và kiểm tra các thiết bị, vật tư.
- Lắp mạch thực hành cảm biến theo sơ đồ, kiểm tra nguội bằng đồng hồ vạn năng.
- Vận hành mạch và tiến hành đo các thông số cần thiết bằng máy hiện sóng và đồng hồ vạn năng, quan sát.

III.1. Giới thiệu mô hình thiết bị và đặc tính kỹ thuật

III.1.1 Cảm biến nhiệt độ PT100

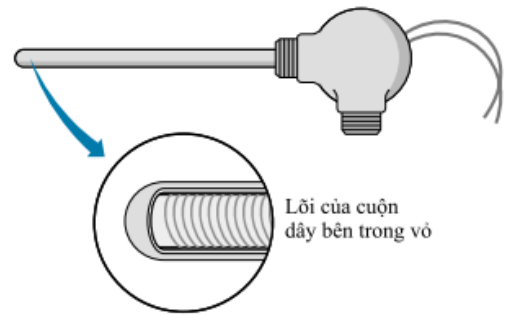
Loại can: DIN PT100W

- Cấp chính xác B
- Cách điện cho dây dẫn bên trong ceramic
- Phạm vi đo: 0 – 400°C
- Nhiệt độ môi trường cho đầu đầu dây: 0 – 80°C

- Loại dây dẫn: hệ thống 3 dây dẫn
- Dạng tiếp xúc: loại không nối đất.

III.1.2 Module điều khiển và hiển thị nhiệt độ

- Dải đo: với cặp nhiệt, nhiệt trở bạch kim từ -99°C đến 1300°C , với J,L,Pt100 từ -99°C đến 850°C .
- Điện áp cấp nguồn: 100-240VAC
- Phương pháp hiển thị: Led 7 thanh
- Độ chính xác của phép đặt 0,5% giá trị hiển thị
- Đầu ra điều khiển: role 250 VAC – 3A
- Đầu ra cảnh báo: SPST – NO, 250VAC, 1A
- Chu kỳ điều khiển: 2s/20s



Hình 1.14: Cảm biến nhiệt độ PT100

Hình 1.15: Module điều khiển và hiển thị nhiệt độ

III.1.3 Mô hình lò nhiệt

Lò nhiệt là một thiết bị biến điện năng thành nhiệt năng dùng trong các quá trình công nghệ khác nhau như nung nấu hoặc nấu luyện các vật liệu. Kiểu gia nhiệt: thanh điện trở đốt nóng trực tiếp (hình 1.16)

Đặc tính kỹ thuật:

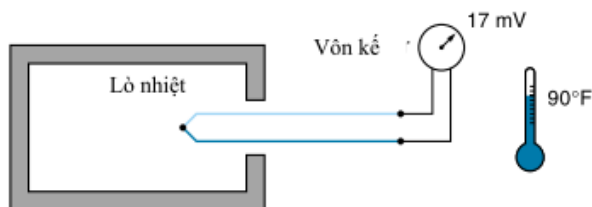
- Kiểu gia nhiệt: trực tiếp
- Thiết bị bảo vệ dòng: 10A max
- Tín hiệu điều khiển: ON – OFF
- Nguồn cấp: 100 – 240VAC/50Hz
- Thiết bị bảo vệ: 10A max



III.2. Phân tích sơ đồ mạch

- Đóng ATM cấp điện cho lò nhiệt. Lò nhiệt được đốt nóng lên, nóng đến nhiệt độ cài đặt thì cảm biến nhiệt sẽ tác động mở tiếp điểm thường đóng (8,9) ra ngắt điện cho cuộn hút K và đồng thời mở tiếp điểm chính ở mạch động lực ra ngắt điện cho lò nhiệt .

- Khi nhiệt độ của lò nhiệt hạ thấp hơn so với nhiệt độ đã cài đặt trước thì tiếp điểm (8,9) của cảm biến đóng lại cấp điện cho cuộn hút K, cuộn hút K tác động làm đóng 2 tiếp điểm chính ở mạch động lực lại cấp điện cho lò nhiệt.



a. Đo nhiệt độ lò sử dụng cặp nhiệt

b. Mô hình lò nhiệt thực hành

Hình 1.16: Lò nhiệt

- Quá trình được lặp đi lặp lại.
- Muốn dừng tắt ATM mạch ngừng làm việc.

Ưu điểm của lò nhiệt:

- 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
- Đảm bảo điều kiện lao động hợp vệ sinh, điều kiện thao tác tốt, thiết bị gọn nhẹ.

III.3. Kết nối và cài đặt thiết bị

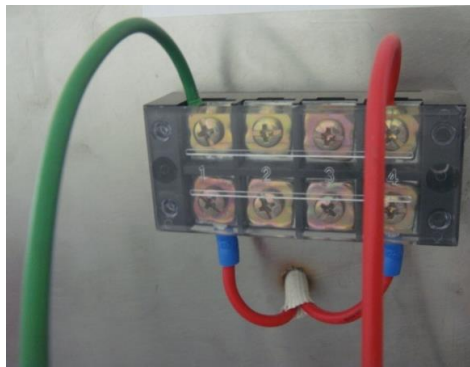
III.3.1 Kết nối thiết bị

- +Kết nối nguồn cho các module
- +Kết nối thiết bị
- +Kết nối nguồn cho module nguồn và lò nhiệt.
- +Kết nối tín hiệu giữa các module

Bảng 1.6: Bảng kết nối tín hiệu giữa các module

Bước	Thực hiện	MĐ nguồn	MĐ điều khiển	MĐ lò nhiệt
1	Kết nối nguồn	L	L	
		N	N	
2	Kết nối tín hiệu cảm biến		A (1)	A
			B (2)	B
			B' (3)	B'
3	Kết nối tín hiệu điều khiển	L	8	
			9	A1
		N		A2

Chú giải: Các tín hiệu trong cùng một dòng được kết nối với nhau



Cấp nguồn cho lò nhiệt

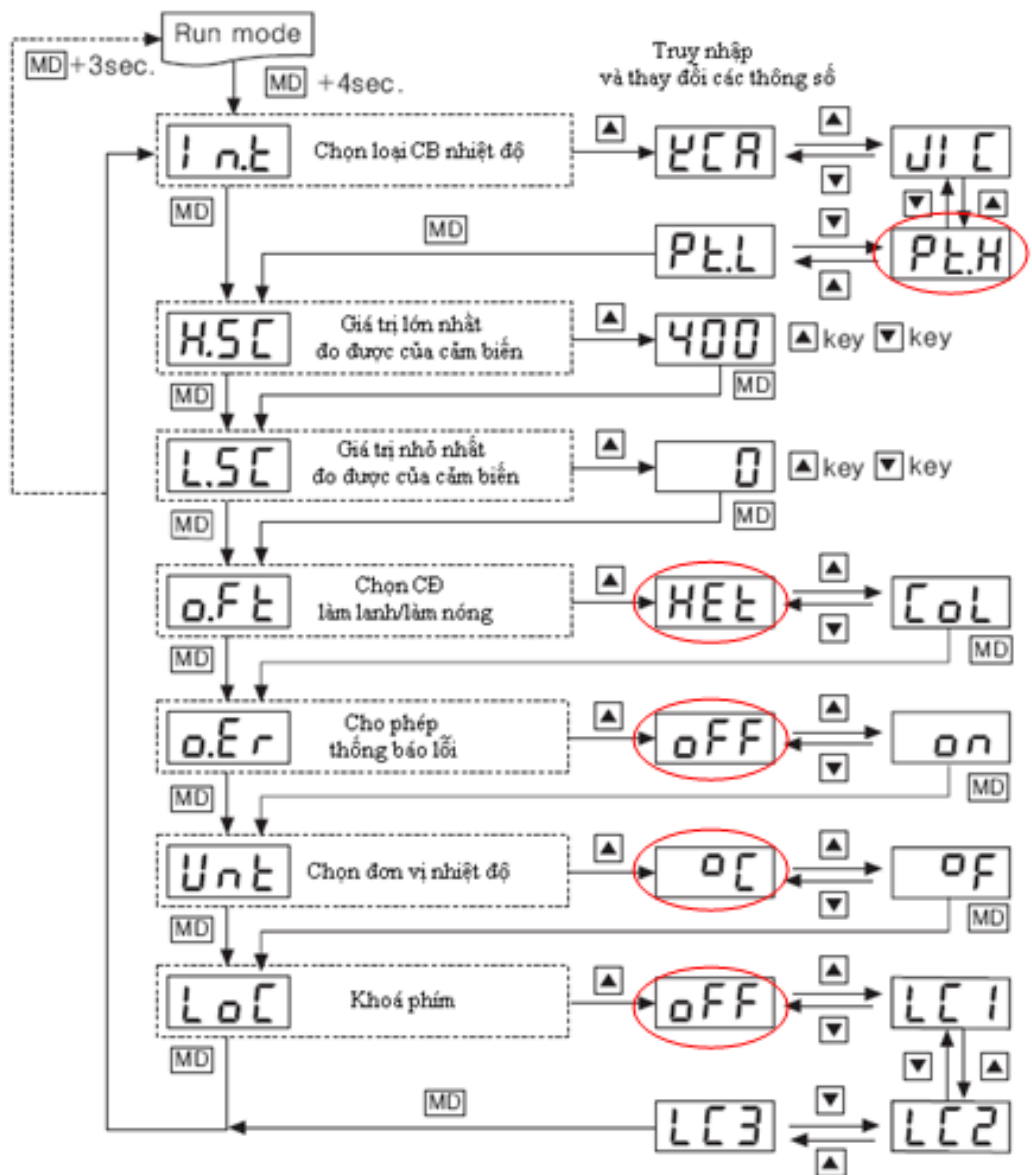


Kết nối tín hiệu và bộ điều khiển và hiển thị nhiệt độ

Hình 1.17: Sơ đồ kết nối thiết bị thực hành

III.3.2 Cài đặt thiết bị

Cài đặt bộ điều khiển



Hình 1.18: Cài đặt nhiệt độ tác động

Bảng 1.7: Các loại cảm biến và dải nhiệt độ đo

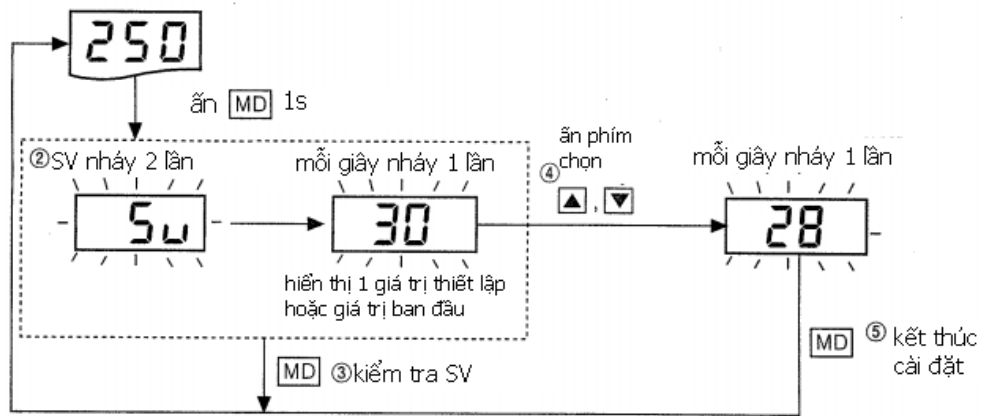
Đầu vào		Dải hoạt động	
Cảm biến	Thông số	°C	°F
K	KCR	0 ~ 999	32 ~ 999
J	JIC	0 ~ 400	32 ~ 752
Pt H	PtH	0 ~ 400	32 ~ 752
Pt L	PtL	-99 ~ 199	-146 ~ 390

III.3.3 Thực hành

Cài đặt các tham số theo bảng thông số như hình 1.19

III.3.4 Ứng dụng thực tế

Giả sử chọn nhiệt độ tác động là 30°C thì khi nhiệt độ trong lò đạt đến 30°C thì bộ điều khiển chuyển tiếp điểm thường đóng sang thường mở ngắt nguồn cấp cho lò nhiệt → lò nhiệt ngừng hoạt động.



Hình 1.19: Cài đặt nhiệt độ tác động

IV. Kiểm tra, đánh giá (tính theo thang điểm 10)

Bảng 1.8: Bảng đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm chuẩn
Kiến thức	- Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
Kỹ năng	- Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5
	- Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung.	2
Thái độ	- Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	- Hoàn thiện báo cáo thực hành	

3. Cảm biến nhiệt độ với vật liệu silic

A. LÝ THUYẾT

3.1 Nguyên tắc

Silic tinh khiết hoặc đơn tinh thể silic có hệ số nhiệt điện trở âm, tuy nhiên khi được kích tạp loại n thì trong khoảng nhiệt độ thấp chúng lại có hệ số nhiệt điện trở dương, hệ số nhiệt điện trở $\sim 0,7\%/^{\circ}\text{C}$ ở 25°C . Phần tử cảm nhận nhiệt của cảm biến silic được chế tạo có kích thước $500 \times 500 \times 240 \mu\text{m}$ được mạ kim loại ở một phía còn phía kia là bề mặt tiếp xúc.

Trong dải nhiệt độ làm việc ($-55 \div 200^{\circ}\text{C}$) có thể lấy gần đúng giá trị điện trở của cảm biến theo nhiệt độ theo công thức (1.14):

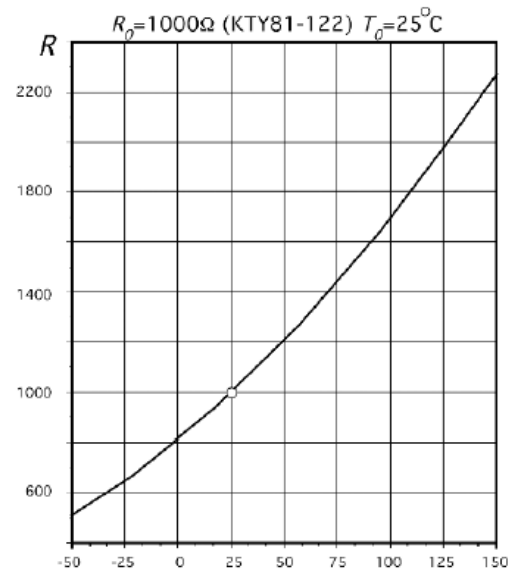
$$R_T = R_0 [1 + A(T - T_0) + B(T - T_0)^2] \quad (1.14)$$

Trong đó R_0 và T_0 là điện trở (Ω) và nhiệt độ tuyệt đối ở điểm chuẩn.

Nhiệt điện trở KTY - 81 có dải làm việc ($-55 \div 200^{\circ}\text{C}$), $A = 0,007874\text{K}^{-1}$ và $B = 1,874 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-2}$. Sự thay đổi nhiệt của điện trở tương đối nhỏ nên có thể tuyến tính hoá bằng cách mắc thêm một điện trở phụ. Hàm truyền của bộ cảm biến này được minh họa trên hình 1.20.

Ứng dụng: Các cảm biến silic có thể được thiết kế như một phần tử nằm trong tổ hợp ống nghiệm hoặc tích hợp trực tiếp trên board mạch in trong kết cấu lắp đặt bề mặt. Trong mẫu thiết kế IC cảm biến nhiệt độ sử dụng công nghệ silic cần rất cẩn trọng đối với hiện tượng quá dòng có thể gây ra sự phát nhiệt tự thân của phần tử cảm biến.

Một số nhà sản xuất đã phát triển các mẫu thiết kế cảm biến IC cảm biến nhiệt độ IC để dùng thay thế các nhiệt kế thermostats trong một số ứng dụng. Chúng có tiện ích được lập trình sẵn khi xuất xưởng hoặc lập trình bởi người sử dụng đối với điểm đặt nhiệt độ setpoint và độ trễ. Chúng được chế sẵn theo các cấu hình tiêu chuẩn JEDEC (*Joint Electron Device Engineering Council*). Các phương án IC cảm biến nhiệt độ IC được chế xuất có bộ phận chuẩn hoá tín hiệu bên trong chip trực tiếp đưa ra tín hiệu dòng hoặc áp tới bộ điều khiển hoặc bộ chỉ thị. Bởi có bộ nhớ trong, các cảm biến dạng IC có thể được hiệu chuẩn rất chính xác. Chúng hoạt động rất hiệu quả trong những môi trường đa cảm biến *multi-sensor environments* như các mạng truyền thông.



Hình 1.20: Hàm truyền của KTY silic điện trở phụ thuộc vào nhiệt độ



Hình 1.21: Cảm biến KTY - 10



Trị số tín hiệu đầu ra của hầu hết các cảm biến IC tỷ lệ với nhiệt độ trong một phạm vi đặc trưng. Cùng với chức năng cơ bản điều khiển và chỉ thị nhiệt độ, trong mạch in cũng thường tổ hợp thêm những tính năng khác nhau như bù nhiệt.

Các thông số vận hành của mẫu thiết kế dạng lập trình được bởi người sử dụng, thực hiện bằng cách dùng các điện trở mắc ngoài hoặc được lập trình số thông qua giao diện cáp chuyên đổi với bộ vi xử lý processor.

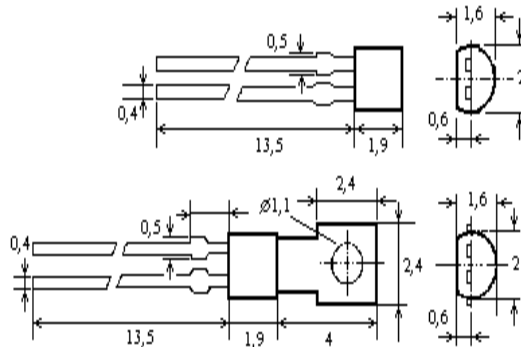
Phần tử cảm biến nhiệt KTY10 đến KTY16 có chứa lớp tinh thể silic *n* chế theo công nghệ planart, không có tiếp giáp bán dẫn, chỉ có hai đầu cực dẫn ra. Để đo nhiệt độ, thông thường tận dụng tính phụ thuộc nhiệt độ của điện trở giữa hai điện cực. Đặc tuyến điện trở $R=f(T)$ chỉ gần tuyến tính (hình 1.20), còn phải tuyến tính hoá tiếp bằng một mạch điện trở ngoài. Các linh kiện cảm biến này vốn có tính năng phụ thuộc chiều dòng điện chạy qua điện trở, bằng cách bố trí thích ứng điện cực của phần tử cũng có thể giảm thiểu được ảnh hưởng này đến mức có thể bỏ qua. Phần tử biến trở loạt này làm việc trong dải nhiệt độ từ -50 đến $+150$ [°C]. Điện trở danh định của KTY 10 ở nhiệt độ 25 [°C] khoảng từ 1890 [Ω] đến 2110 [Ω].

Các phần tử khác thuộc loạt này có điện trở danh định là 2000 [Ω]. Dung sai được tính theo phần trăm điện trở danh định, chia thành các nhóm. Bảng 1.1 cho thông số kỹ thuật của phần tử biến trở bán dẫn loạt này, hằng số thời gian đáp ứng của đầu đo đối với thay đổi nhiệt độ môi trường. Hằng số thời gian phụ

thuộc vào dạng kết cấu đầu đo, sự truyền nhiệt giữa môi trường và đầu đo, bằng khoảng thời gian mà quá trình thích ứng nhiệt đạt tới khoảng ~63%. Quá trình thích ứng nhiệt diễn ra theo dạng hàm mũ e tự nhiên.

Họ cảm biến nhiệt độ KTY Sử dụng tính chất phụ thuộc nhiệt độ của vật liệu bán dẫn Silic – chính là sự phụ thuộc vào nhiệt độ của điện trở tinh thể hợp chất Silic.

Hình 1.22 là hai dạng linh kiện bán dẫn KTY 11. Các dây dẫn kết nối cảm biến với đế nền được thực hiện sao cho sự truyền tải nhiệt năng là tốt nhất và thời gian đáp ứng của đầu dò là nhỏ nhất.



Hình 1.22: Kết cấu phân tử cảm biến nhiệt KTY 11.

Hình 1.23 là đồ thị đặc tuyến phân tử cảm biến KTY 11. Đặc tuyến của các phân tử cảm biến này hơi cong. Đối với những ứng dụng thực tiễn thì việc tuyến tính hoá đặc tuyến là rất có ích. Việc tuyến tính hoá được thực hiện bằng một điện trở mắc nối tiếp khi nguồn cung cấp là nguồn áp hay mắc song song khi nguồn cung cấp là nguồn dòng (hình 1.24)

Sự phụ thuộc nhiệt độ của phân tử biến trở $R_T = f(T_A)$; (1.13)

$$I_0 = 1 \text{ [mA]}.$$

Ví dụ 1: Phương án 1 với $R_T = f(T_A)$; $R_{25} = 2000 \text{ [\Omega]}$;

$$\text{Tính } R_T = \alpha_2 \cdot T_A^2 + \alpha_1 \cdot T_A + \alpha_0.$$

$$\alpha_2 = 2,881 \cdot 10^{-2} \text{ [\Omega/}^\circ\text{K}^2]; \alpha_1 = 1,349 \cdot 10^1 \text{ [\Omega/}^\circ\text{K}]; \alpha_0 = 1,646 \cdot 10^3 \text{ [\Omega]}$$

Ví dụ 2: Phương án 2 với

$$R_T = f(\Delta T_A); R_{25} = 2000 \text{ [\Omega]}$$

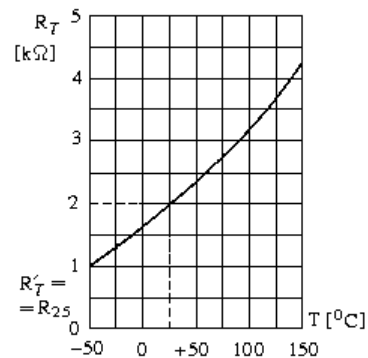
$$\text{và } \Delta T_A = T_A - 25^\circ\text{C}.$$

Tính

$$R_T = R_{25} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T_A + \beta \cdot \Delta T_A^2).$$

$$\alpha = 7,461 \cdot 10^{-3} \text{ [1/}^\circ\text{K]}$$

$$\beta = 1,440 \cdot 10^{-5} \text{ [1/}^\circ\text{K}^2]$$



Hình 1.23: Đặc tuyến và ví dụ tính điện trở $R(T)$ của phân tử KTY 11.

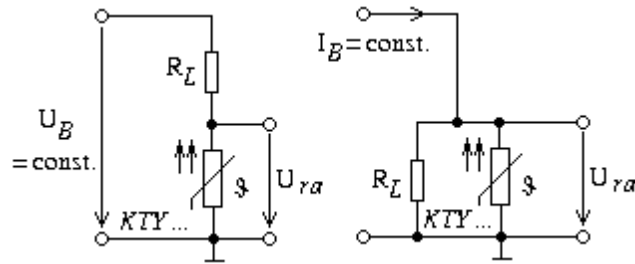
Việc tính toán điện trở tuyến tính hoá R_L trong cả hai trường hợp được thực hiện theo biểu thức:

$$R_L = \frac{R_b \cdot (R_a + R_c) - 2R_a \cdot R_c}{R_a + R_c - 2R_b} \quad (1.14)$$

Ở đây: R_L – điện trở tuyến tính hóa, $[\Omega]$; R_a , R_b và R_c – điện trở của phân tử biến trở ứng với nhiệt độ điểm đầu, giữa và điểm cuối khoảng phạm vi đo, tính

bằng $[\Omega]$. Các trị số R_a , R_b và R_c được lấy từ đặc tuyến của phân tử (xem hình 1.23).

Các phân tử cảm biến nhiệt do hãng Valvo chế xuất cũng tương tự, nhưng được ký hiệu là KTY 81/83, và trị số điện trở danh định là $1000 [\Omega]$.



Hình 1.24: Tuyến tính hoá đặc tuyến phân tử biến trở nhiệt KTY:

a). Với nguồn áp; b). Với nguồn dòng.

3.2 Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của dòng cảm biến KTY

Bảng 1.1: Thông số kỹ thuật phân tử cảm biến loại KTY 10 – 16 (hãng Siemens).

Kiểu	R_{25} , $[\Omega]$ ($I_N=1[mA]$)	ΔR_{25} , [%] ($I_N=1[mA]$)	I_{max} , $[mA]$ ở $25 [^\circ C]$	Hằng số τ , $[s]$		$T_{moitruong}$, $[^\circ C]$
				Khí	Dầu	
KTY 10	1890 ...2110	-	5	20	4	-50 ... +150
KTY 11-1A	2 000	± 1	3	9,5	1,3	-50 ... +150
KTY 11-1B	2 000	± 2	3	9,5	1,3	-50 ... +150
KTY 11-1C	2 000	± 5	3	9,5	1,3	-50 ... +150
KTY 11-2A	2 000	± 1	3	11	1,5	-50 ... +150
KTY 11-2B	2 000	± 2	3	11	1,5	-50 ... +150
KTY 11-2C	2 000	± 5	3	11	1,5	-50 ... +150
KTY 14-6	2 000	± 1	5	30	4	-30 ... +125
KTY 15-6	2 000	± 1	5	30	4	-50 ... +150
KTY 16A	2 000	± 1	3	10	2	-25 ... +125
KTY 16B	2 000	± 2	3	10	2	-25 ... +125

3.3 Mạch điện tiêu biểu với KTY81 hoặc KTY82.B

Ưu điểm

- Rẻ tiền hơn các điện trở nhiệt kim loại RTDs.
- Có độ tuyến tính tốt hơn các nhiệt điện trở bán dẫn thermistors.
- Dễ sử dụng hơn RTDs và cặp nhiệt ngẫu thermocouple bởi tín hiệu ra lớn hơn.
- Các kiểu cảm biến IC cảm biến nhiệt độ IC có tiện ích chuẩn hoá tín hiệu tích hợp bên trong chip.
- Nhiều dạng cảm biến IC bao gồm cả các giao thức liên lạc với hệ thu thập dữ liệu kiểu bus.

Nhược điểm

- Không tuyến tính bằng các RTDs.
- Kém chính xác hơn các hệ cảm biến nhiệt khác.
- Đắt tiền hơn thermistors hay nhiệt ngẫu.
- Phạm vi nhiệt độ làm việc hạn chế.
- Đáp ứng nhiệt chậm hơn các hệ cảm biến nhiệt khác.
- Kích thước điện hình lớn hơn so với các RTDs và thermistors.
- Đòi hỏi bao gói kích thước lớn hơn đối với kiểu nhúng.

- Đòi hỏi phải có các bộ phận thành phần hay mạch phụ trợ để điều khiển tải ứng dụng.

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Tìm hiểu thêm một số loại cảm biến khác tương đương.

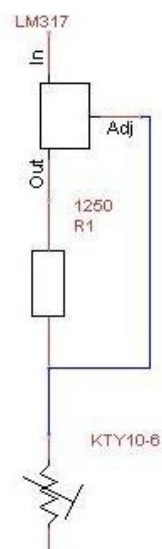
- Trao đổi về ứng dụng của các cảm biến này trong thực tế.

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành nhóm, 3 sinh viên/nhóm

II. Lập bảng vật tư thiết bị.



Hình 1.25: Mạch cảm biến đo nhiệt độ phòng

TT	Thiết bị - Vật tư	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3 nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1 chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn điện, nhiệt	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Cảm biến nhiệt độ PT100	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
6	Cảm biến KTY81, KTY82.B	Tra datasheet IC	1 IC/nhóm
7	Mô hình lò nhiệt	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
8	Bộ linh kiện phụ	R, C, IC....., tải	1 bộ/nhóm
9	Dây nối		1 bộ/nhóm
10	Bản mạch đa năng		1 bộ/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

Thực hành lắp đặt mạch cảm biến như trên ví dụ trên:

Bước 1: Tính toán giá trị khuếch đại theo công thức.

Bước 2: Tiến hành lắp ráp mạch đo.

Sử dụng module khuếch đại OP – AMP, đặt hệ số khuếch đại bằng 10 bằng cách lựa chọn điện trở thích hợp.

Sử dụng bo mạch đa năng để lắp các mạch ứng dụng.

Bước 3: Thực hiện đo nhiệt độ phòng, nhiệt độ nước sôi

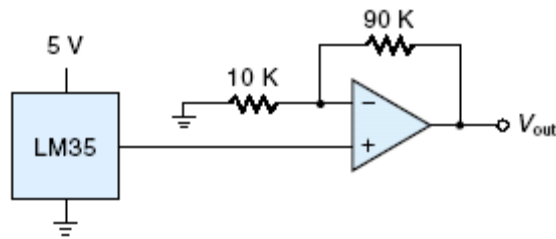
Dùng máy hiện sóng hoặc đồng hồ đo giá trị điện áp tại 0°C, 5°C, 10°C....100°C

Các dạng sai hỏng thường gặp. Nguyên nhân – Biện pháp khắc phục:

STT	Các dạng sai hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Hệ thống không làm việc	Kiểm tra lại sơ đồ kết nối
2	Nhiệt độ tác động không đúng	Kiểm tra giá trị cài đặt, thiết bị

IV. Kiểm tra, đánh giá

- Dòng tiêu thụ nhỏ hơn $60[\mu A]$.
- Độ phi tuyến điện hình chỉ cỡ $\pm 1/4[^\circ C]$.
- Trở kháng ra thấp, $0,1\Omega$ đối với tải $1[mA]$.



Hình 1.29: Mạch cảm biến nhiệt độ dùng IC

Ví dụ 3: Cấu trúc một cảm biến nhiệt độ dùng IC cảm biến nhiệt độ LM35 có những thông số sau:

- Phạm vi: $5-100[^\circ C]$.
- Nguồn cung cấp: $5[V]$.
- Điện áp ra: $0,1[V/^\circ C]$.

Giải. Phạm vi nhiệt độ đo theo yêu cầu nằm trong giới hạn cảm biến đo cho phép, bởi IC cảm biến nhiệt độ LM35 có phạm vi hoạt động từ -55 tới $+150^\circ C$. Bài toán quy lại chỉ còn đặc trưng mạch và khuếch đại đầu ra cho phù hợp với những đặc tính yêu cầu.

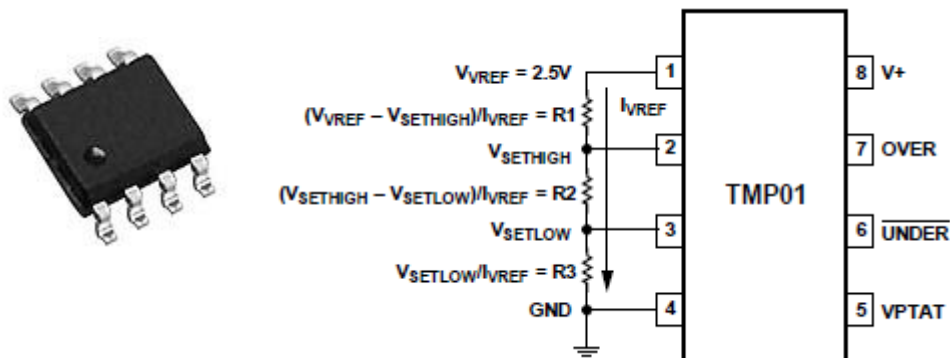
Bởi vì phạm vi nhiệt độ là dương nên có thể dùng sơ đồ mạch đơn giản trong hình 1.29 sử dụng nguồn $5V$ làm điện áp cung cấp.

Các đặc tính yêu cầu cũng cho $0,1[V]=1[^\circ C]$, lớn gấp 10 lần điện áp ra của IC cảm biến nhiệt độ LM35. Yêu cầu này có thể đáp ứng bằng mạch op-amp minh họa trên hình 1.29. Độ khuếch đại của op-amp có thể đặt định bằng 10 bằng cách lựa chọn điện trở thích hợp:

A là hệ số khuếch đại của IC, ta có:

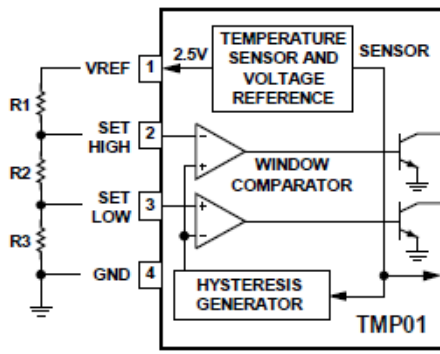
$$Gain = A = \frac{R_f}{R_a} + 1 = \frac{90[k\Omega]}{10[k\Omega]} + 1 = 10$$

Còn dạng IC cảm biến nhiệt độ cảm biến nhiệt nữa là TMP01 (Analog Devices), được thiết kế đặc biệt cho IC cảm biến nhiệt độ chip đơn nhiệt kế. Ba điện trở ngoài thiết lập điểm đặt ngưỡng nhiệt độ trên và nhiệt độ dưới. Các đầu ra của TMP01 có thể trực tiếp dẫn động các rơ le để tắt mở máy lạnh hay máy nóng khi cần.



Hình 1.30: Hình dạng và cấu trúc các chân IC TMP01

- Bộ chuyển đổi nhiệt độ - số 10 bit
- Dải nhiệt độ làm việc $-558^\circ C \div +125^\circ C$



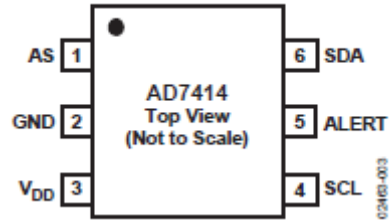
- Độ chính xác: $+1^{\circ}\text{C}$ trên toàn dải đo
- Có 3 điểm lập trình được.
- Độ trễ lập trình được.
- điểm đầu ra hở collector 20mA
- Tương thích với TTL và CMOS
- Nguồn nuôi đơn: 4.5V đến 13.2V
- Loại DIP SO 8 chân giá trị thấp

Sơ đồ khối

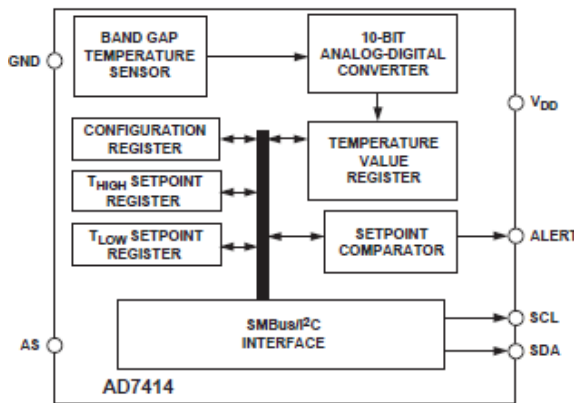
Đặc tính kỹ thuật

Hình 1.31: Sơ đồ khối và đặc tính kỹ thuật của IC TMP01

Một IC khác nữa là AD7414 (Analog Devices) là một hệ giám sát nhiệt độ hoàn chỉnh, IC này có 6 chân bao gồm bộ cảm biến nhiệt độ, bộ chuyển đổi tương tự - số 10 bit và một bộ nối tiếp. IC này cũng có thể lập trình với giới hạn trên và giới hạn dưới, một chân ra chỉ thị giới hạn được lập trình vượt quá. Sơ đồ chức năng và các thông số cơ bản được trình bày hình 1.33:



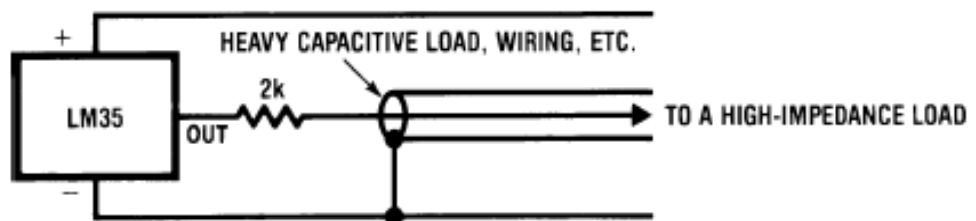
Hình 1.32: Hình dáng và cấu trúc các chân IC AD7414



- Bộ chuyển đổi nhiệt độ 10 bit
- Dải nhiệt độ đo: -40°C đến $+125^{\circ}\text{C}$
- Độ chính xác: 0.5°C ở 40°C .
- Giao tiếp nối tiếp tương thích với SMBus/I2C
- Dòng ngắt nguồn $3\mu\text{A}$.
- Thời gian chuyển đổi nhiệt độ: $29\mu\text{s}$.

Hình 1.33: Sơ đồ tính năng của IC AD7414

4.2 Một số mạch ứng dụng



DS005518-19

III. Quy trình thực hiện.

Thực hành lắp đặt mạch cảm biến như trên ví dụ trên:

Bước 1: Tính toán giá trị khuếch đại theo công thức.

Bước 2: Tiến hành lắp ráp mạch đo.

Sử dụng module khuếch đại OP – AMP, đặt hệ số khuếch đại bằng 10 bằng cách lựa chọn điện trở thích hợp.

Sử dụng bo mạch đa năng để lắp các mạch ứng dụng.

Bước 3: Thực hiện đo nhiệt độ phòng, nhiệt độ nước sôi

Dùng máy hiện sóng hoặc đồng hồ đo giá trị điện áp tại 0°C, 5°C, 10°C....100°C

Các dạng sai hỏng thường gặp. Nguyên nhân – Biện pháp khắc phục:

STT	Các dạng sai hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Hệ thống không làm việc	Kiểm tra lại sơ đồ kết nối
2	Nhiệt độ tác động không đúng	Kiểm tra giá trị cài đặt, thiết bị

Chỉ được sử dụng cảm biến đo nhiệt độ trong giới hạn cho phép (xem trong datasheet)

Kiểm tra khoảng cách lắp đặt giữa cảm biến và vật cần phát hiện.

- Trong quá trình lắp mạch thực hành không dùng dây nối tín hiệu và dây nối nguồn cùng màu nhằm tránh nhầm lẫn.

- Kiểm tra sơ đồ mạch điện trước khi cấp nguồn cho mô hình

IV. Kiểm tra, đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm chuẩn
Kiến thức	- Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
Kỹ năng	- Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5
	- Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung.	2
Thái độ	- Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	- Hoàn thiện báo cáo thực hành	

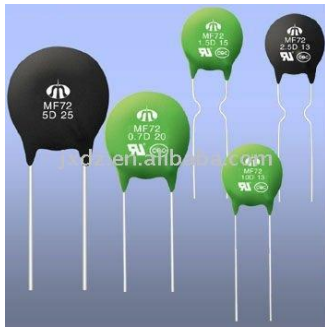
5. Nhiệt điện trở NTC

A. LÝ THUYẾT

5.1 Cấu tạo

Các thermistors được làm từ các vật liệu bán dẫn trên cơ sở oxyde và được chế xuất với nhiều kích cỡ kiểu dạng khác nhau. Kiểu dạng cấu trúc các phần tử thermistor được định hướng tùy theo ứng dụng cụ thể. Phần lớn những phần tử này có dạng hạt (thủy tinh). Dạng kết cấu hạt cho phép đo nhiệt độ điểm, khi nhiệt độ thay đổi đột ngột dẫn tới những biến động ngắn hạn. Những phần tử thermistor ứng dụng cho các chức năng điều khiển như hạn dòng hay hạn lưu chuyển mạch, thì vì phải làm việc với dòng lớn nên thermistor cũng phải có tiết diện lớn hơn. Đó là kết cấu dạng đĩa (hình 1.41a).

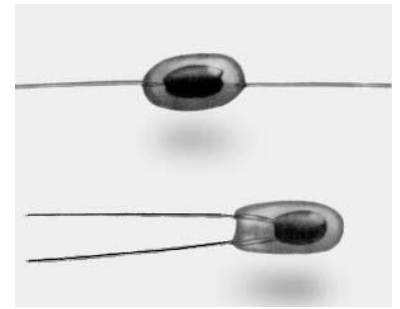
Hệ số nhiệt độ âm này ảnh hưởng có thể là kết quả của một sự thay đổi bên ngoài của nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc nhiệt do hiệu ứng Joule của một dòng chảy thông qua điện trở nhiệt.



a. Dạng đĩa



b. Dạng hạt



c. Điện trở nhiệt mạ
gôm - thủy tinh trục xuyên
tâm

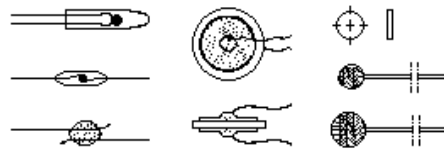
Hình 1.41: Hình dáng điện trở nhiệt NTC thực tế

Bằng cách thay đổi thành phần và kích thước của nhiệt điện trở, phạm vi các giá trị điện trở ($0,1\Omega$ đến $1M\Omega$) và hệ số nhiệt độ (-2 đến $-6\%/^{\circ}C$) có thể đạt được. Điều đó có nghĩa là khi nhiệt độ tăng, các điện trở nhiệt NTC giảm điện trở, cho dòng điện chạy qua lớn hơn, cho nên chúng là phần tử dẫn dòng khi nóng lên và được gọi là phần tử “dẫn nóng”.

Các thermistors phân biệt hai loại theo hệ số nhiệt độ *Temperature Coefficient*:

- NTC-thermistor (còn gọi là “phần tử dẫn nóng”), có hệ số nhiệt độ âm *negative-*;
- PTC-thermistor (“phần tử dẫn nguội”), có hệ số nhiệt độ dương *positive-*.

Ứng với sự thay đổi nhiệt độ theo hướng tăng thì các linh kiện PTC có tính chất thay đổi dương (tăng điện trở), còn linh kiện NTC có tính thay đổi âm (giảm điện trở).



a) Thermistor dạng hạt b) Thermistor dạng đĩa

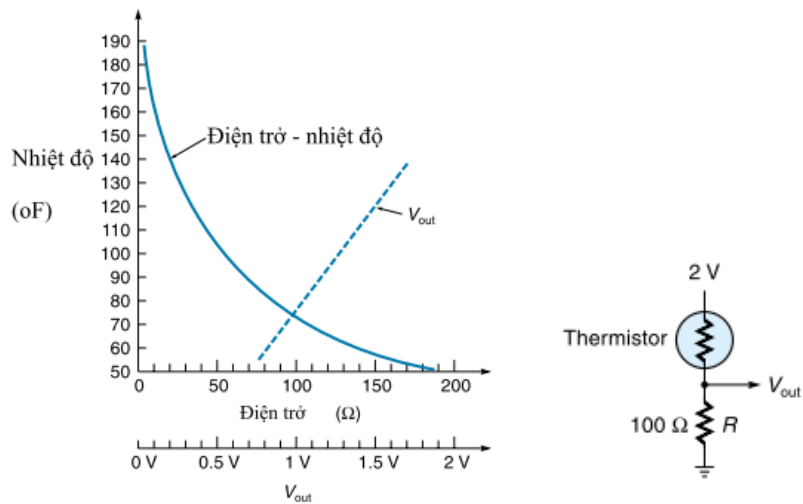
Hình 1.42: Thermistor dạng hạt và dạng đĩa.

Các thermistors không tuyến tính, do đó, chúng thường không được dùng để cung cấp chỉ số đo nhiệt độ với độ chính xác cao, nhưng để chỉ thị những thay đổi nhiệt độ, nói ví dụ như quá nhiệt. Hơn nữa, phần lớn các thermistors có hệ số nhiệt độ âm, có nghĩa là điện trở giảm khi nhiệt độ tăng, như minh họa bằng đường kẻ đậm trong đồ thị đặc tuyến điện áp-nhiệt độ hình 1.35a. Một tiện ích rất đáng mong ước ở những dụng cụ này là độ nhạy cao của chúng. Một sự thay đổi nhỏ nhiệt độ có thể tạo ra một thay đổi lớn về điện trở.

Hình 1.35b giới thiệu một mạch giao diện thermistor đơn giản. Bằng cách đặt thermistor lên đầu một mạch phân áp, điện áp được lấy ra khá là tuyến tính và đặc tuyến có độ dốc dương (đường kẻ đứt quãng trên hình 1.35a). Trị số điện trở R (xem hình 1.35b) nên chọn sao cho gần với trị số danh định của thermistor. Các thermistors được chế xuất với một phạm vi trị số điện trở rộng, từ vài ohm tới megaohm, việc lựa chọn chúng tùy theo phạm vi nhiệt độ quan tâm. Các mẫu điện trở cao được dùng cho những nhiệt độ cao, để tăng độ nhạy, và để giữ cho cảm biến không hút dòng quá lớn.

Ví dụ, hãy giả thiết cái gì sẽ xảy ra nếu ta dùng thermistor hình 1.41 trong phạm vi nhiệt độ $(150 - 200)[^{\circ}F]$, độ nhạy chỉ bằng $0,1[\Omega / ^{\circ}C]$, và trị số điện trở danh định rất thấp $(15-20)[\Omega]$. Nếu ta cho thermistor ấy hoạt động chỉ trong

phạm vi nhiệt độ $(50-100)[^{\circ}F]$, thì độ nhạy sẽ cao hơn nhiều ($2,6[\Omega/^{\circ}C]$), và trị số điện trở danh định cao hơn (giữa 50Ω và 80Ω)

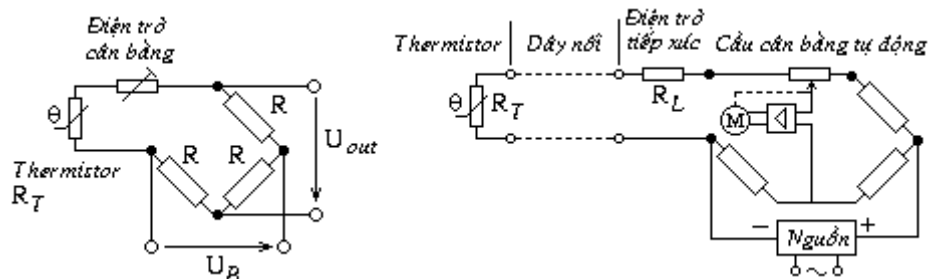


a). Đặc tuyến nhiệt độ–điện trở; b). Mạch điện

Hình 1.35: Thermistor

5.2 Đặc tính cảm biến nhiệt NTC

Mạch đo ứng dụng dùng điện trở nhiệt bán dẫn thermistor thường là mạch cầu trở. Hình 1.43 giới thiệu nguyên lý mạch cầu đo với thermistor và cầu cân bằng tự động trong ứng dụng thermistor.



Hình 1.43: Sơ đồ nguyên lý mạch cầu đo dùng thermistor.

Nhiệt điện trở dẫn nóng NTC có hệ số nhiệt độ âm từ $-0,030$ đến $-0,055 [1/^{\circ}K]$. Khác với các nhiệt điện trở kim loại, khó có thể biểu diễn một cách đơn giản mối liên quan trị số điện trở ở một nhiệt độ nhất định với trị số điện trở ở nhiệt độ tham chiếu của thermistors.

Sự phụ thuộc nhiệt độ của điện trở phần tử thermistor NTC dẫn nóng có thể biểu diễn theo công thức:

$$R_T = R_N \cdot e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right)} \quad (1.15)$$

$$R_T = R_N \cdot e^{\alpha_{T_N} \cdot \Delta T \cdot \frac{T_N}{T}}; \quad (1.16)$$

$$\alpha_{T_N} = \frac{-B}{T^2}; \quad (1.17)$$

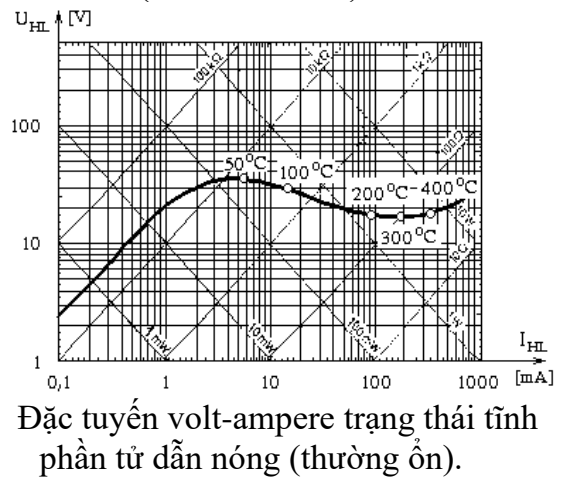
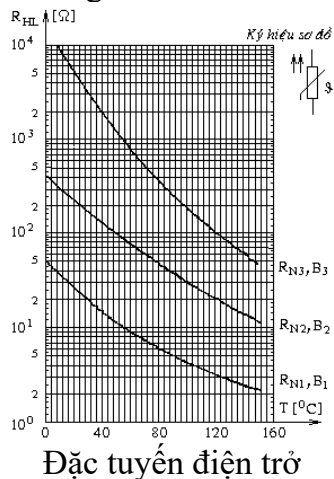
R_T – điện trở phần tử thermistor NTC ở nhiệt độ T , tính bằng $[^{\circ}K]$; R_N – điện trở thermistor NTC ở nhiệt độ dẫn xuất $T_N = 293[^{\circ}K] = 20[^{\circ}C]$; B – hằng số vật liệu, xác định sự phụ thuộc nhiệt độ dẫn nóng; α_N – hệ số nhiệt của phần tử thermistor NTC.

Các lượng nhiệt độ T trong những biểu thức này được tính theo đơn vị Kelvin [$^{\circ}K$], (tuy rằng đơn vị chính thức [K] không có dấu độ ($^{\circ}$) như [$^{\circ}C$] hay [$^{\circ}F$], ở đây biểu diễn vậy chỉ để không lẫn với hệ số (hay hằng số) K trong các biểu thức tính toán).

Các biểu thức trên mô tả sự phụ thuộc nhiệt độ của nhiệt điện trở thermistor NTC ở dạng gần đúng. Đối với những phép đo chính xác hơn trong một phạm vi biến thiên nhiệt độ rộng hơn thì ít nhiều sẽ có sai lệch. Cho nên phải coi hằng số B là hàm biến thiên theo nhiệt độ. Hình 1.44 vẽ các đặc tuyến biến trở phụ thuộc nhiệt độ đối với các trị số điện trở dẫn xuất và giá trị B khác nhau.

Trong ứng dụng các phần tử nhiệt điện trở dẫn nóng thì nhiệt độ môi trường được xác định theo trị số điện trở, ví như trong các phép đo nhiệt độ hay trong kỹ thuật điều chỉnh nhiệt, cho nên cần lưu ý không được để phần tử thermistor NTC bị làm nóng lên do dòng điện chạy qua (hiện tượng phát nhiệt tự thân). So với các số liệu giới hạn của thermistor NTC, không được để bị dòng quá tải.

Khi nhiệt độ môi trường thay đổi, sau một thời gian ngắn thermistor NTC sẽ có nhiệt độ bằng nhiệt độ môi trường. Trị số điện trở sẽ được xác định theo đường cong đặc tuyến $R_{HL} = f(T_{HL})$ cho trong tài liệu kỹ thuật của hãng sản xuất ứng với những trị số điện trở danh định khác nhau (xem hình 1.44)



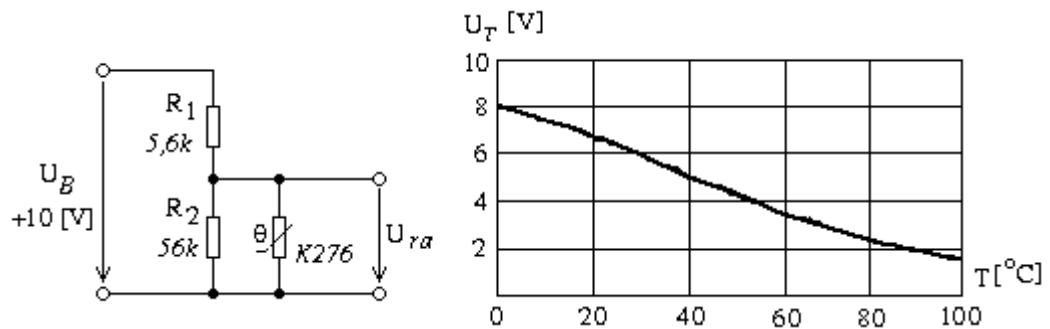
Hình 1.44: Đặc tuyến

Trường hợp dòng điện hay điện áp của thermistor NTC lớn hơn bình thường sẽ làm nóng thermistor lên đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của môi trường. Việc này dẫn tới trạng thái thường ổn *stationare*, khi tổn hao công suất điện năng do tăng dòng hay áp sẽ bằng công suất mà phần tử dẫn nóng tỏa ra môi trường dưới dạng độ nóng gia tăng ấy. Nhằm nghiên cứu các đặc tính này người ta xác định đặc tuyến tĩnh của phần tử. Hình 1.45 vẽ đặc tuyến như vậy của một thermistor NTC dẫn nóng.

Vị trí điểm cực đại trên đặc tuyến volt-ampere tùy thuộc điện trở nguội của thermistor NTC, nhiệt độ môi trường và cả diện tích bề mặt của phần tử dẫn nóng. Phần tử có diện tích bề mặt lớn hơn, do đó tản nhiệt tốt hơn, sẽ phát tán công suất ra môi trường nhiều hơn so với phần tử có diện tích bề mặt nhỏ. Trong trường hợp đó điểm cực đại sẽ xê dịch về phía trị số dòng và áp lớn hơn. Các phần tử nhiệt điện trở dẫn nóng dùng trong đo lường và mạch điều khiển bù cân bằng *compensation* chỉ nên chịu tải nhẹ, sao cho không bị phát nhiệt tự thân, như vậy trị số điện trở của chúng mới thật sự chỉ tùy thuộc nhiệt độ môi trường.

Do điện trở nguội và hệ số nhiệt có thể khác nhau cho những phần tử cùng loại, đến mức thường phải chỉnh định cân bằng trị số phần tử bằng cách mắc nối

tiếp hay song song một điện trở không phụ thuộc nhiệt độ. Để tuyến tính hoá đặc tuyến, người ta dùng sơ đồ mắc phần tử dẫn nóng vào một bộ phân áp (hình 1.45). Điện trở R_1 có trị số sao cho phần tử nhiệt điện trở NTC chỉ thị vào khoảng giữa phạm vi nhiệt độ làm việc. Trị số điện trở R_2 lớn gấp 10 lần điện trở R_1 .



Hình 1.45: Tuyến tính hoá đặc tuyến phần tử biến trở NTC.

5.3 Ứng dụng:

Các phần tử nhiệt điện trở thermistor dẫn nóng NTC được phân loại theo những

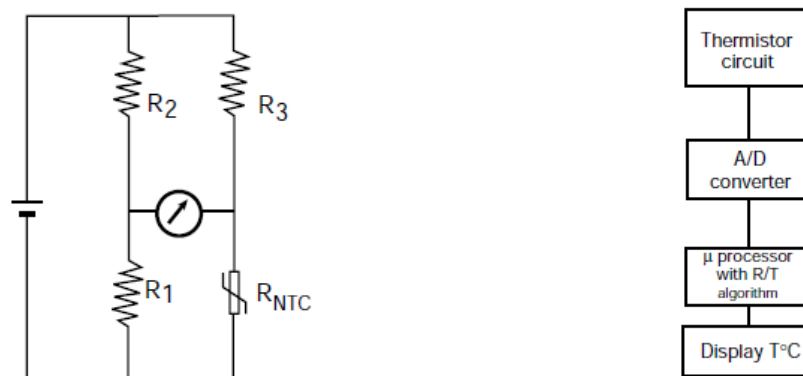
ứng dụng chủ yếu của chúng và được gọi tên theo đó. Kiểu phần tử K276 dùng cho những mạch chức năng đo và điều chỉnh nhiệt độ làm việc trong môi trường không khí tự nhiên hay trong chất lỏng. Kiểu K252 đặc biệt dùng cho các mạch lắp trên chassis (khung, gầm, vỏ máy, ...).

Tuy nhiên, cũng có thể dùng vào những ứng dụng khác như là trường hợp riêng của nó. Ví dụ, một phần tử biến trở khởi động, hoàn toàn có thể dùng cho mạch đo lường, nhưng khi đó cần phải tính toán lại dung sai toàn phần của đặc tuyến volt-ampere và của đặc tuyến nhiệt một cách riêng lẻ và kỹ lưỡng.

Trên thị trường có sẵn vô số linh kiện phần tử nhiệt điện trở dẫn nóng của nhiều hãng khác nhau, có thể tra một số phần tử, linh kiện nhiệt điện trở dẫn nóng của hãng Siemens dùng trong kỹ thuật đo lường và điều khiển trong bảng tài liệu.

Điện trở nhiệt NTC có độ nhạy cao và chi phí thấp, do đó được dùng phổ biến để đo nhiệt độ. Đặc tính đường cong $R - T$ không tuyến tính được sử dụng để tuyến tính hóa các tín hiệu.

Sơ đồ ví dụ hình 1.46 sử dụng cảm biết nhiệt độ NTC để đo nhiệt độ và hiển thị trên các thiết bị đo lường



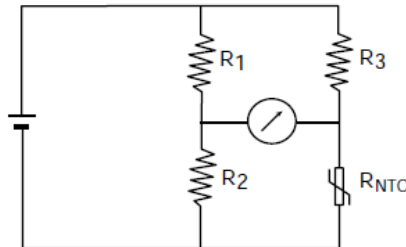
Mạch đo

Hiển thị tín hiệu nhiệt độ trên các thiết bị đo lường đơn giản

Hình 1.46: Điều khiển nhiệt độ và cảnh báo

Điện trở nhiệt NTC cũng có thể sử dụng để điều khiển đơn giản ON – OFF hệ thống điều khiển nhiệt độ và hệ thống báo động nhiệt độ cao. Khi nhiệt độ tăng đến một giá trị xác định, trở kháng của điện trở nhiệt giảm và dòng điện tăng đủ cao để ổn định kích hoạt rơ le, cung cho cảnh báo nhiệt độ hoặc hệ thống nhiệt đóng/ ngắt.

Độ nhạy cao của nhiệt điện trở NTC (khoảng 4% trở kháng đối với 10C) cho phép nhiệt độ được điều khiển một cách chính xác.



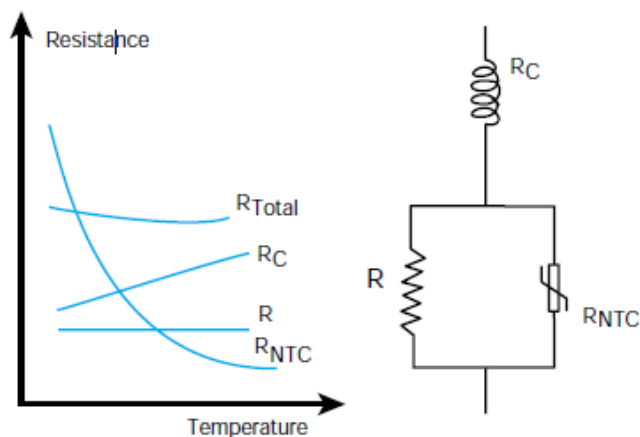
Hình 1.47: Mạch ứng dụng điều khiển nhiệt độ

- Bộ bù nhiệt

Giống như các thành phần điện tử khác (mạch tích phân, mạch khuếch đại...) có hệ số nhiệt độ dương của trở kháng, điện trở nhiệt NTC đặc trưng cho giải pháp giá thành rẻ và giải pháp để bù cho ảnh hưởng này và thực hiện cải thiện độ ổn định nhiệt độ trong các thiết bị điện tử. Bù nhiệt thực sự là cần thiết trong các bo mạch điện tử cấu thành nên mạch điện, hệ số bù nhiệt này được tính toán chính xác.

- Phát hiện mức chất lỏng hoặc dòng chảy

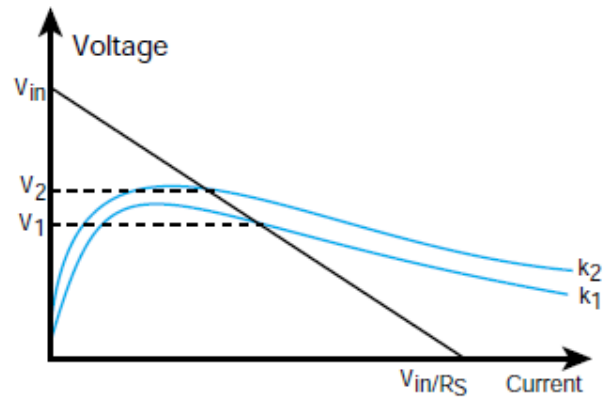
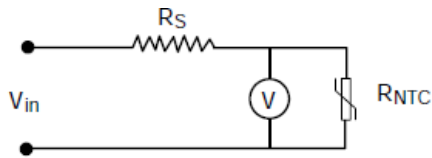
Sự suy giảm của nhiệt điện trở là sự khác biệt đáng kể trong chất lỏng hoặc chất khí so với chất lỏng ổn định hoặc bị khuấy. Bộ dò mức chất lỏng hoặc đo lưu lượng khí có thể được thiết kế bằng cách sử dụng đặc tính này.



Hình 1.48: Mạch bù nhiệt độ

Trong hình 1.49a, điện áp đo được trên điện trở nhiệt NTC phụ thuộc vào hệ số suy giảm của chính môi trường của nó và có thể được minh họa bằng đường cong V_{in} (hình 1.49).

Điện áp $U_{R_{NTC}}$ này có thể được sử dụng để phát hiện sự hiện diện (V2) hoặc không có (V1) của chất lỏng khoảng quanh các điện trở nhiệt hoặc đo tốc độ dòng chảy.



a. Mạch điện

b. Đường cong đặc tính

Hình 1.49: Phát hiện mức chất lỏng hoặc dòng chảy

Một thiết kế tốt nên xác định một phạm vi nhiệt độ hoạt động chính xác mà tại đó, tiêu tán trong môi trường tiêu tán cao ở nhiệt độ cao nhất vẫn còn cao hơn so với độ suy giảm trong môi trường thấp ở nhiệt độ môi trường xung quanh thấp nhất.

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Tìm hiểu và phân tích ứng dụng của cảm biến trong công nghiệp.
- Tính toán nhiệt độ đo được.

Một điện trở nhiệt kim loại platinum Pt-100 được sử dụng trong hệ. Số đo điện trở hiện thời là $110[\Omega]$. Xác định nhiệt độ.

Giải. Số đo nhận được là $110[\Omega]$ có nghĩa là điện trở đã tăng thêm $10[\Omega]$ từ trị số của nó ở $0^\circ C$. Do đó, nếu biết hệ số nhiệt độ của thermistor là $0,39[\Omega/^\circ C]$, ta có thể tính toán ra nhiệt độ hiện hữu là:

$$100[\Omega] \cdot \frac{[^\circ C]}{0,39[\Omega]} = 25,6[^\circ C] .$$

C. THỰC HÀNH

Thực hành với cảm biến nhiệt độ Platin Pt 100, Pt1000 và ADT70

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành nhóm, 3 sinh viên/nhóm.

II. Lập bảng vật tư thiết bị

TT	Thiết bị - Vật tư- Dụng cụ	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3 nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1 chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn điện, nhiệt	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Các loại cảm biến nhiệt độ	Như phần lý thuyết	1 bộ/nhóm
6	Bộ linh kiện phụ	R, C, IC....., tải	1 bộ/nhóm
7	Bảng lắp mạch	200x400; mạch in	1 bảng/nhóm

III. Quy trình thực hiện

Thực hành lắp đặt mạch cảm biến như trên ví dụ trên:

Bước 1: Tính toán giá trị khuếch đại theo công thức.

Bước 2: Tiến hành lắp ráp mạch đo.

Sử dụng module khuếch đại OP – AMP, đặt hệ số khuếch đại bằng 10 bằng cách lựa chọn điện trở thích hợp.

Sử dụng bo mạch đa năng để lắp các mạch ứng dụng.

Bước 3: Thực hiện đo nhiệt độ phòng, nhiệt độ nước sôi

Dùng máy hiện sóng hoặc đồng hồ đo giá trị điện áp tại 0°C, 5°C, 10°C....100°C.

Các dạng sai hỏng thường gặp. Nguyên nhân – Biện pháp khắc phục:

STT	Các dạng sai hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Hệ thống không làm việc	Kiểm tra lại sơ đồ kết nối
2	Nhiệt độ tác động không đúng	Kiểm tra giá trị cài đặt, thiết bị

IV. Kiểm tra, đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm chuẩn
Kiến thức	- Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
Kỹ năng	- Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5
	- Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung tại các chân đo.	2
Thái độ	- Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	- Hoàn thiện báo cáo thực hành	

BÀI 2: CẢM BIẾN TIỆM CẬN VÀ CÁC LOẠI CẢM BIẾN XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ, KHOẢNG CÁCH

Mục tiêu

Kiến thức

- Trình bày nguyên lý, cấu tạo các linh kiện cảm biến khoảng cách.
- Biết ứng dụng các loại cảm biến xác định vị trí, khoảng cách.

Kỹ năng

- Lắp ráp được một số mạch ứng dụng dùng các loại cảm biến khoảng cách.

Thái độ

- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, tích cực, chủ động, sáng tạo.
- Chấp hành đúng nội quy thực tập, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị

1. Cảm biến tiệm cận (Proximity Sensor).

A. LÝ THUYẾT

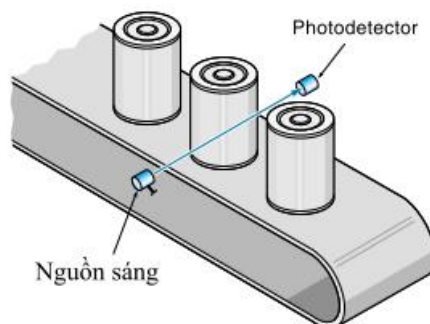
1.1 Đại cương.

Cảm biến tiệm cận bao gồm tất cả các loại cảm biến phát hiện vật thể không cần tiếp xúc như công tắc hành trình mà dựa trên những mối quan hệ vật lý giữa cảm biến và vật thể cần phát hiện. Cảm biến tiệm cận chuyển đổi tín hiệu về sự chuyển động hoặc xuất hiện của vật thể thành tín hiệu điện. Có 3 hệ thống phát hiện để thực hiện công việc chuyển đổi này: hệ thống sử dụng dòng điện xoáy được phát ra trong vật thể kim loại nhờ hiện tượng cảm ứng điện từ, hệ thống sử dụng sự thay đổi điện dung khi đến gần vật thể cần phát hiện, hệ thống sử dụng nam châm và hệ thống chuyển mạch cộng hưởng từ.

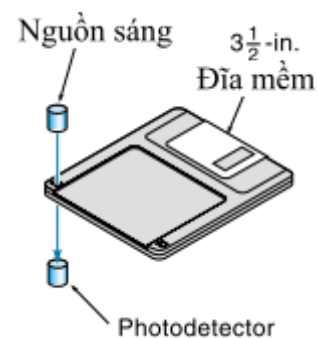
Cảm biến tiệm cận dùng phát hiện vật thể kim loại từ tính, kim loại không từ tính (như Nhôm, đồng..) sử dụng cảm biến loại điện cảm (Inductivity Proximity Sensor) và phát hiện vật phi kim loại sử dụng loại cảm biến tiệm cận kiểu điện dung (Capacitive Proximity Sensor). Đồng thời có sẵn Model đáp ứng được hầu hết các điều kiện môi trường lắp đặt: nhiệt độ cao, nhiệt độ thấp, chống nước, chống hóa chất ...

Đặc điểm:

- Phát hiện vật không cần tiếp xúc.
- Tốc độ đáp ứng nhanh.
- Đầu cảm biến nhỏ, có thể lắp ở nhiều nơi.
- Có thể sử dụng trong môi trường khắc nghiệt



Đếm số bình trên dây truyền lắp ráp



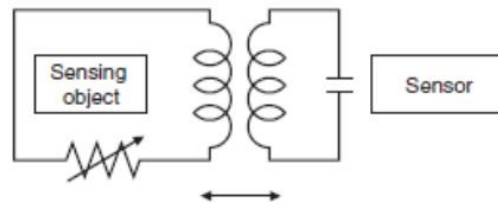
Lỗ chỉ đọc trên đĩa mềm đóng hay mở

Hình 2.1: Hai ứng dụng của bộ phát hiện quang

1.2 Cảm biến tiệm cận điện cảm (Inductive Proximity Sensor).

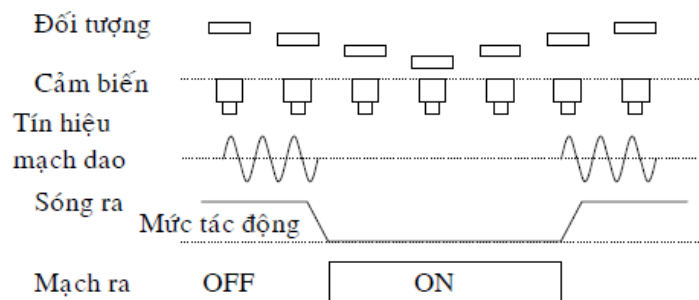
1.2.1 Nguyên lý làm việc

Nguyên lý hoạt động của loại cảm biến tiệm cận kiểu điện cảm: cảm biến tiệm cận kiểu điện cảm phát hiện sự suy giảm từ tính do dòng điện xoáy sinh ra trên bề mặt vật dẫn do từ trường ngoài. Trường điện từ xoay chiều sinh ra trên cuộn dây và thay đổi trở kháng phụ thuộc vào dòng điện xoáy trên bề mặt vật thể kim loại được phát hiện. Một phương pháp khác để phát hiện vật thể bằng nhôm nhờ phát hiện pha của tần số. Tất cả các cảm biến phát hiện kim loại đều sử dụng cuộn dây để phát hiện sự thay đổi điện cảm.



Hình 2.2: Nguyên lý làm việc của cảm biến tiệm cận điện cảm

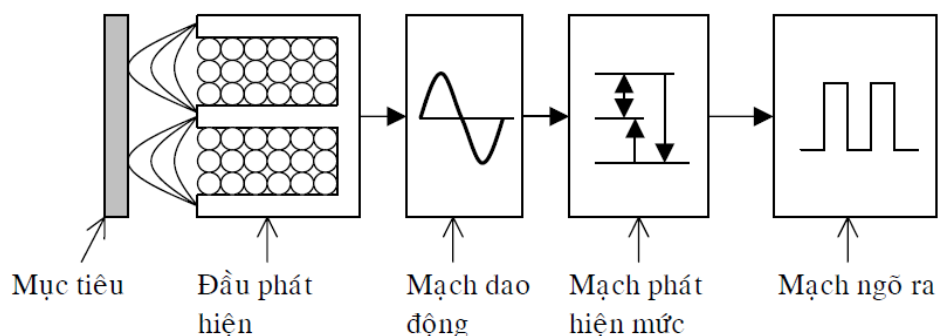
Do vậy, khi có đối tượng cần phát hiện bằng kim loại tiến lại gần cảm biến (vùng từ trường biến thiên của cảm biến), từ trường biến thiên do mạch dao động gây ra tập trung ở lõi sắt sẽ gây ra dòng điện xoáy trên bề mặt của đối tượng. Dòng điện xoáy sẽ sinh ra trên bề mặt của đối tượng một tải làm giảm biên độ tín hiệu của mạch dao động. Khi biên độ của tín hiệu dao động nhỏ hơn ngưỡng giá trị đặt trước, mạch phát hiện sẽ tác động mạch tín hiệu ra để bật trạng thái tín hiệu ra lên ON. Khi đối tượng di chuyển khỏi vùng từ trường cảm biến, biên độ tín hiệu ở mạch dao động tăng lên, khi tín hiệu ở mạch dao động tăng đến một giá trị lớn giá trị ngưỡng, mạch phát hiện mức sẽ tác động lên mạch tín hiệu ra OFF. Nguyên lý hoạt động được minh họa như hình 2.3:



Hình 2.3: Đặc tính tác động của cảm biến

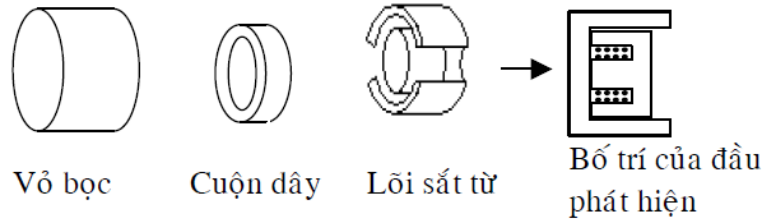
1.2.2 Cấu tạo

Gồm 4 bộ phận chính như sau:



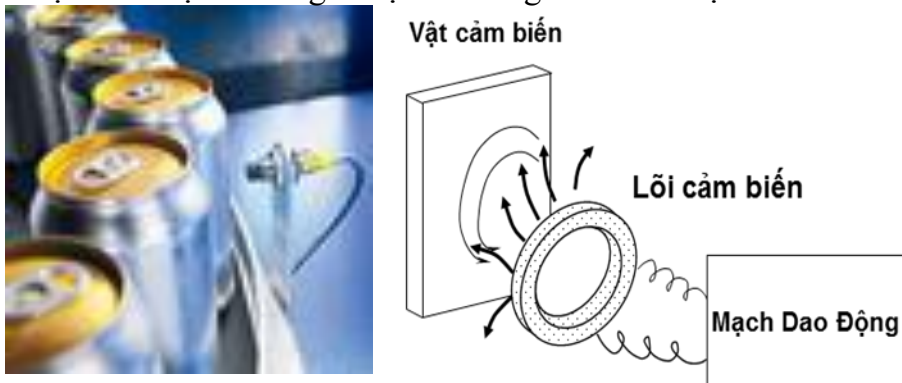
Hình 2.4: Cấu tạo cảm biến điện cảm

Đầu phát hiện gồm một cuộn dây quấn trên lõi sắt từ có nhiệm vụ tạo ra từ trường biến thiên trong không gian phía trước, cấu tạo và cách bố trí cuộn dây và lõi sắt của đầu phát được minh họa như hình 2.5.



Hình 2.5: Cấu tạo của đầu đo

Mạch dao động có nhiệm vụ tạo dao động điện từ tần số radio.
 Mạch phát hiện mức dùng để so sánh biên độ tín hiệu của mạch dao động.
 Mạch tín hiệu ra dùng để tạo mức logic cho tín hiệu đầu ra của cảm biến



Ứng dụng

Nguyên lý làm việc

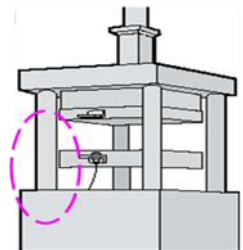
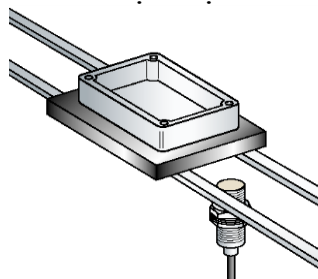
Hình 2.6: Ứng dụng thực tế và nguyên lý làm việc

1.2.3 Ứng dụng

Một số loại cảm biến tiệm cận điện cảm tiêu biểu của hãng OMRON



Hình 2.7: Cảm biến lân cận điện cảm dạng tròn

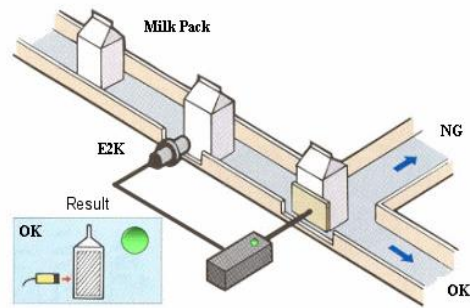


Phát hiện khuôn dập

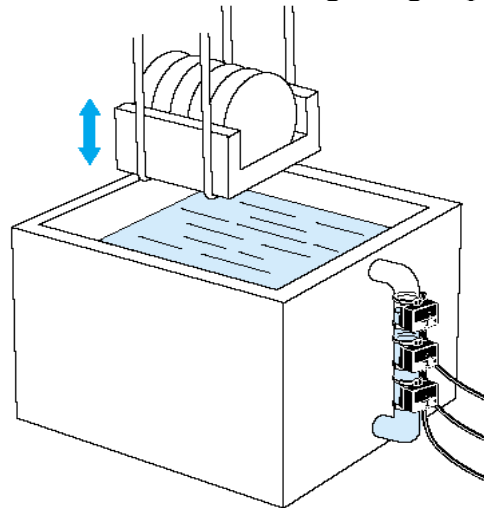
Cảm biến điện từ của Omron

Phát hiện palette

Hình 2.8: Một số ứng dụng của cảm biến điện từ trong công nghiệp của hãng Omron



Hình 2.9: Phát hiện mức chất lỏng trong hộp sữa



Hình 2.10: Đo mức chất lỏng trong bể chứa

Ngoài ra còn có loại cảm biến đáp ứng xung, loại này phát ra dòng điện xoáy dưới dạng xung và phát hiện số lần thay đổi dòng điện xoáy với điện áp sinh ra trên cuộn dây. Vật thể cần phát hiện và cảm biến khi tiến gần nhau giống như hiện tượng cảm ứng điện từ trong máy biến áp.

1.3 Cảm biến tiệm cận điện dung (Capacitive Proximity Sensor).

1.3.1 Nguyên lý hoạt động

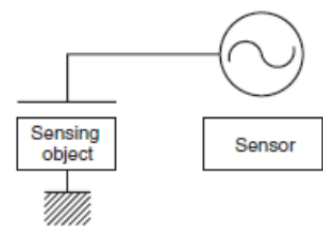
Cảm biến tiệm cận kiểu điện dung phát hiện sự thay đổi điện dung giữa cảm biến và đối tượng cần phát hiện. Giá trị điện dung phụ thuộc vào kích thước và khoảng cách của đối tượng.

Một cảm biến tiệm cận điện dung thông thường tương tự như tụ điện với 2 bản điện cực song song, và điện dung thay đổi giữa 2 bản cực đó sẽ được phát hiện. Một tấm điện cực là đối tượng cần phát hiện và một tấm kia là bề mặt của cảm biến. Đối tượng có thể được phát hiện phụ thuộc vào giá trị điện môi của chúng.

1.3.2 Cấu tạo

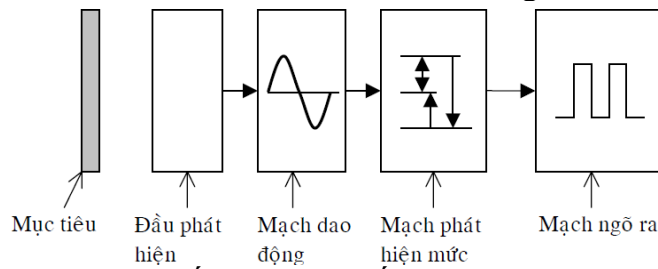
Đầu phát hiện trong cảm biến lân cận điện dung là một bản cực của tụ điện.

Khi mục tiêu cần phát hiện di chuyển đến gần đầu phát hiện của cảm biến sẽ làm điện dung của tụ điện (được tạo bởi một bản cực là bề mặt của đầu thu và bản cực còn lại chính là đối tượng) C bị thay đổi. Khi điện dung của tụ điện bị thay đổi thì mạch dao động sẽ tạo ra tín hiệu dao động. Khi tín hiệu dao động có biên độ lớn hơn một ngưỡng đặt trước mạch phát hiện mức sẽ điều khiển mạch ra



Hình 2.11: Nguyên lý làm việc

ở trạng thái ON. Khi đối tượng ở xa cảm biến, biên độ tín hiệu ở mạch dao động sẽ nhỏ, mạch phát hiện mức sẽ điều khiển mạch ra ở trạng thái OFF.



Hình 2.12: Cấu tạo cảm biến điện dung

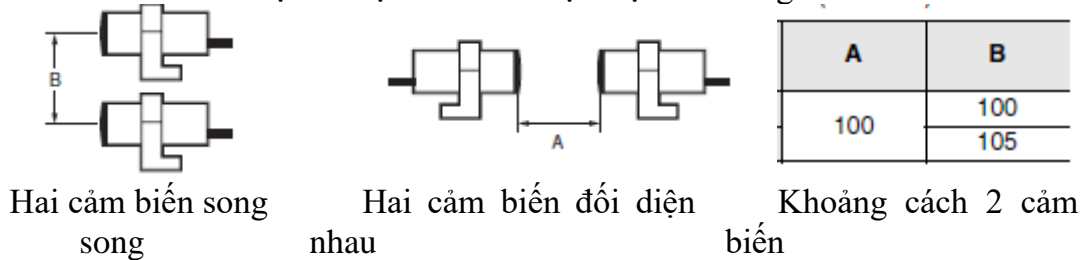
1.3.3 Ứng dụng

Phát hiện theo nguyên tắc tĩnh điện (sự thay đổi điện dung giữa vật cảm biến và đầu cảm biến), cho phép phát hiện không tiếp xúc các vật kim loại hoặc phi kim (kính, gỗ, nước, dầu...), phát hiện gián tiếp các vật liệu bên trong thùng chứa phi kim loại, điều chỉnh khoảng cách phát hiện từ 3 ÷ 25mm.

Một số loại cảm biến tiệm cận điện dung của hãng Omron:



Hình 2.13: Một số loại cảm biến tiệm cận của hãng Omron

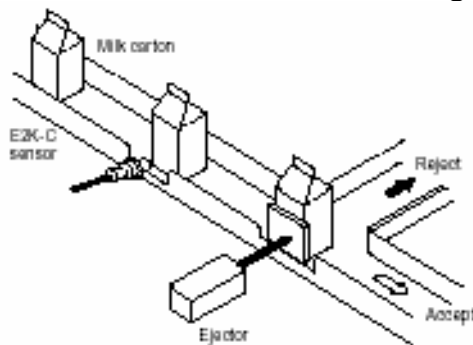


Hai cảm biến song song

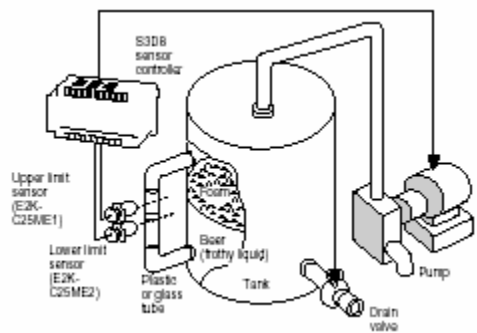
Hai cảm biến đối diện nhau

Khoảng cách 2 cảm biến

Hình 2.14: Khoảng cách giữa hai cảm biến:



Hình 2.15: Phát hiện mức đầy trong các container phi kim loại



Hình 2.16: Phát hiện và duy trì mức chất lỏng trong bể chứa.

1.4 Cảm biến tiệm cận siêu âm (Ultrasonic proximity cảm biến).

Con người chỉ có thể nghe âm thanh lên đến tần số 20kHz cảm biến tiệm cận siêu âm làm việc ở tần số 40kHz. Cảm biến tiệm cận siêu âm đặc biệt:



Hãng Siemens



Hãng Omron

Hình 2.17: Hình dáng cảm biến siêu âm của một số hãng

1.4.1 Nguyên lý làm việc

Toàn bộ cảm biến thực hiện đo không tiếp xúc, đo mức và dòng liên tục.

Bộ phát siêu âm (cảm biến) được đặt ở phía trên của sản phẩm được kích thích điện và gửi đo xung siêu âm qua không khí tới sản phẩm đo. Xung siêu âm này được phản xạ ngược trở lại tới bề mặt của sản phẩm đo. Phần phản xạ phản hồi được phát hiện bởi một cảm biến tương tự hoạt động giống như máy thu. Cảm biến này thực hiện chuyển đổi ngược trở lại thành tín hiệu điện. Thời gian giữa quá trình truyền và nhận xung được gọi là chu kỳ, tỷ lệ với khoảng cách giữa cảm biến và bề mặt sản phẩm đo. Khoảng cách D này được xác định bằng tốc độ của âm c và thời gian truyền t theo công thức:

$$D = c * \frac{t}{2} \quad (2.1)$$

BD: Khoảng cách chặn.

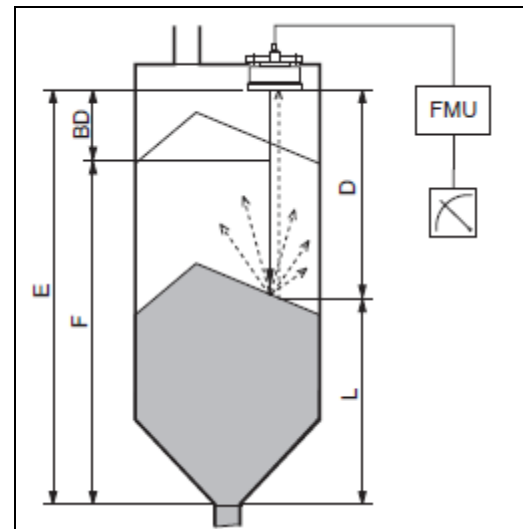
D: Khoảng cách từ cảm biến tới bề mặt vật liệu đo.

L: Độ cao Silo

F: Mức lớn nhất (Full 100%)

E: Điểm đo mức 0 (Empty 0%)

Phân tích rõ thêm nguyên lý qua ví dụ này

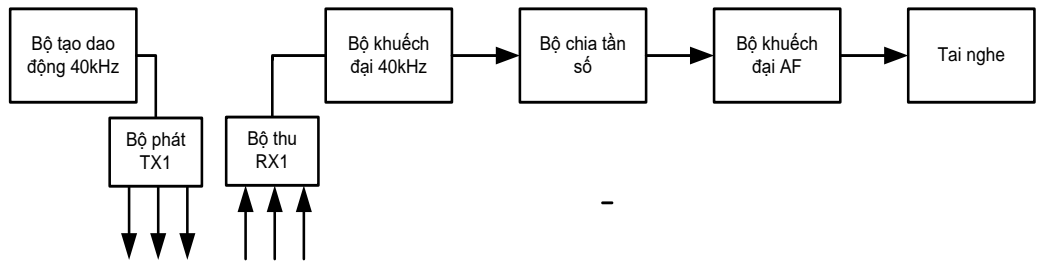


Hình 2.18: Nguyên lý làm việc

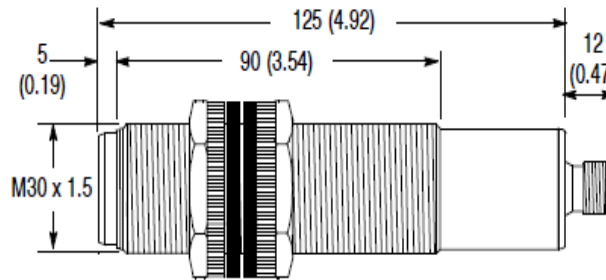
1.4.2 Cấu tạo

Cảm biến siêu âm gồm cảm biến truyền tín hiệu (bộ phát TX1) và cảm biến nhận tín hiệu (bộ thu RX1). Cấu tạo gồm:

- Bộ tạo dao động tần số 40kHz TX1.
- Bộ thu tín hiệu RX1.
- Bộ khuếch đại tín hiệu siêu âm 40kHz.
- Bộ chia tần
- Bộ khuếch đại AF

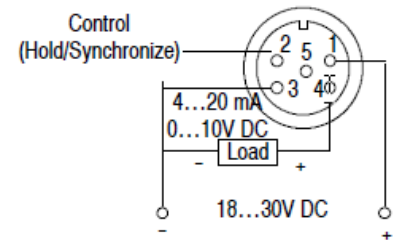


Hình 2.19: Sơ đồ khối của cảm biến tiệm cận siêu âm

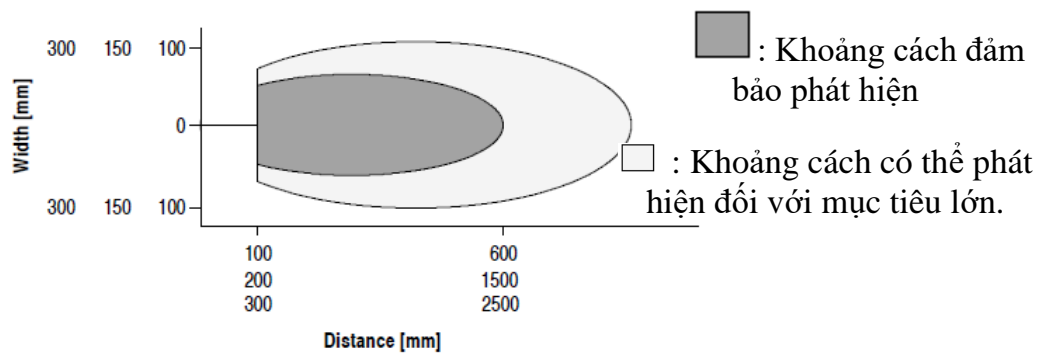


Kích thước

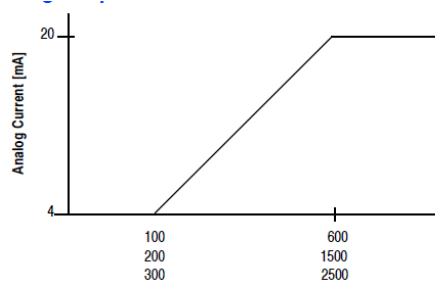
Hình 2.20: Hình dáng và sơ đồ nối dây



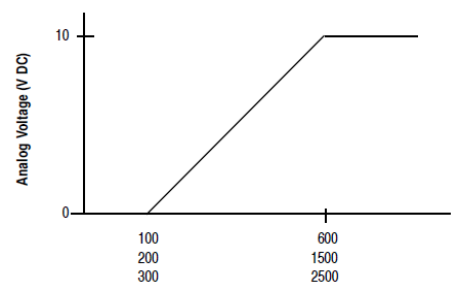
Sơ đồ dây nối



Hình 2.21: Vùng phát hiện



Dòng

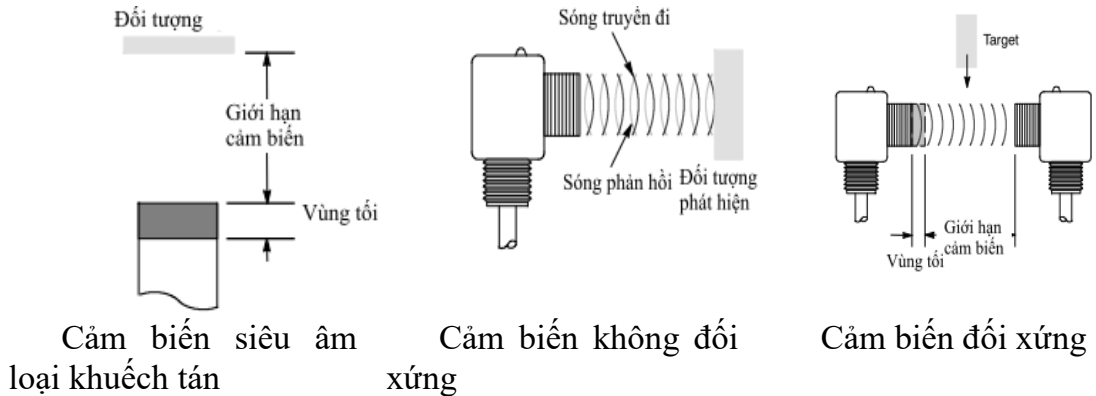


Áp

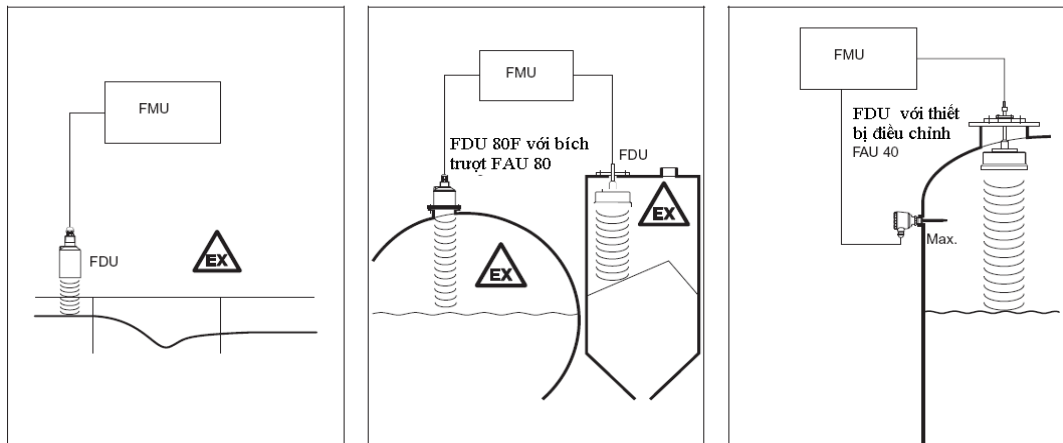
Hình 2.22: Đặc tính tín hiệu ra tương tự

- Bộ phát ra âm thanh 40kHz
- Bộ thu âm thanh tại tần số 40kHz và chuyển đổi nó thành tín hiệu điện thay đổi có cùng tần số.

Phạm vi phát hiện cảm biến là khoảng cách mà trong đó các cảm biến siêu âm sẽ phát hiện mục tiêu theo biên độ của nhiệt độ thay đổi và điện áp của đối tượng thay đổi.



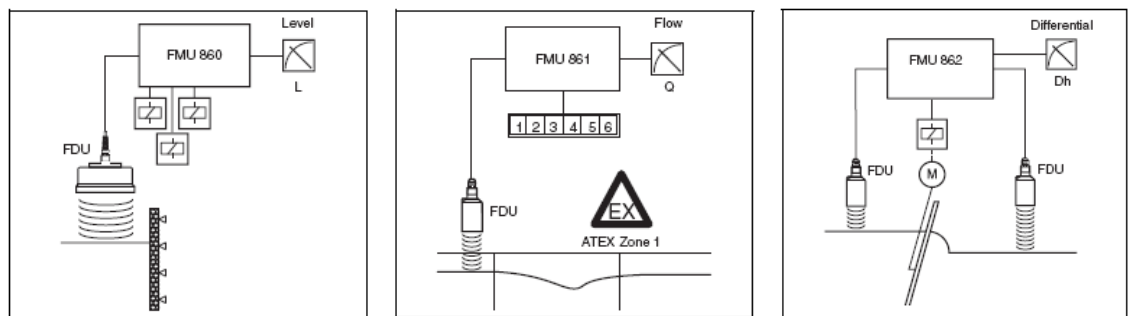
Hình 2.23: Nguyên lý làm việc



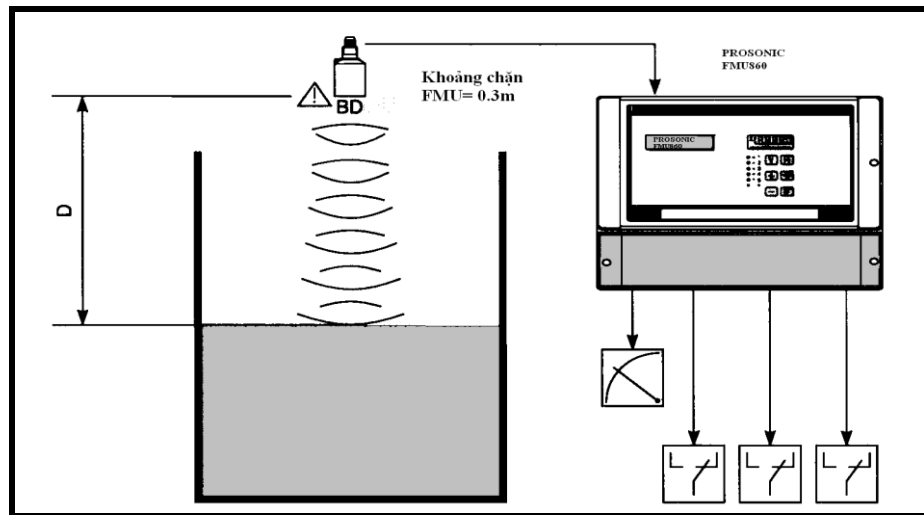
Hình 2.24: Lắp đặt

1.4.3 Ứng dụng

Cảm biến siêu âm được ứng dụng nhiều trong công nghiệp, dùng để đo tốc độ dòng chảy mở đập hoặc kênh, đo mức nước, điều chỉnh độ nghiêng và bơm, đo mức trong silo và bể chứa hoặc xác định dung tích hoặc khối lượng trong silo và bể chứa, lắp đặt trong vùng nguy hiểm dễ cháy nổ....



Hình 2.25: Ứng dụng trong công nghiệp

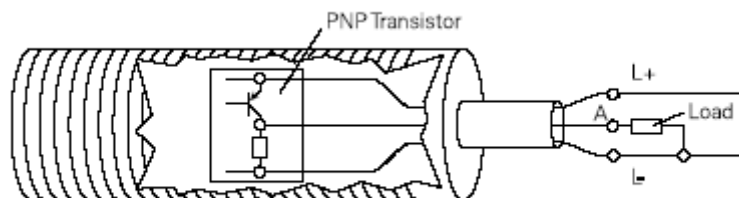


Hình 2.26: Nguyên tắc đo của máy siêu âm

1.5 Cấu hình tín hiệu ra của cảm biến tiệm cận

Loại cảm biến tiệm cận điện cảm có 3 dây đầu ra (sử dụng điện áp DC) có thể có tín hiệu ra là PNP hoặc là NPN. Điều này phụ thuộc vào loại transistor được sử dụng trong chuyên mạch tín hiệu ra của cảm biến.

Hình 2.27 minh họa cho loại cảm biến có tín hiệu ra là PNP. Thiết bị tải được mắc giữa tín hiệu ra (ký hiệu A) và dây (-) của nguồn điện (ký hiệu L-). Một transistor loại PNP được mắc giữa tín hiệu ra (A) và dây (+) (ký hiệu L+) của nguồn điện. Khi transistor hoạt động ở chế độ ON, có một dòng điện đi từ dây (L+) qua tải đến dây (L-). Trong trường hợp này, dòng điện này được gọi là dòng điện nguồn (dòng điện quy ước), nó đi từ chiều (+) đến chiều (-) của nguồn điện và đi qua tải. Thuật ngữ này gây khó khăn cho những người mới sử dụng cảm biến, vì dòng electron (dòng điện thực) đi từ chiều (-), qua tải và sau đó đến chiều (+) của nguồn khi transistor PNP hoạt động ở chế độ ON.

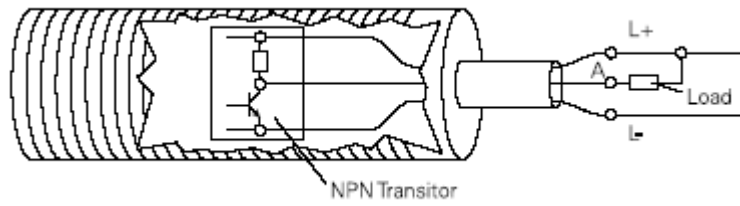


Hình 2.27: Cảm biến tín hiệu ra PNP

Hình 2.28 minh họa cho loại cảm biến có tín hiệu ra là loại NPN. Thiết bị tải được mắc giữa tín hiệu ra (ký hiệu A) và dây (+) của nguồn (ký hiệu L+). Một transistor loại NPN được mắc giữa tín hiệu ra (A) và dây (-) (ký hiệu L-) của nguồn điện. Khi transistor hoạt động ở chế độ ON, dòng điện đi qua tải được gọi là dòng điện mát (dòng điện quy ước). Dòng điện này có chiều ngược lại so với dòng electron (dòng điện thực).

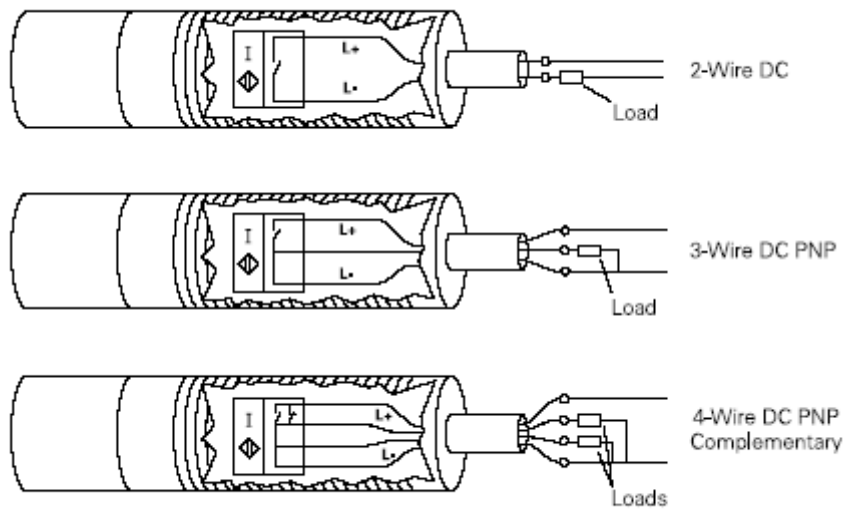
Tín hiệu ra được gọi là thường mở (NO) hoặc thường đóng (NC) tùy thuộc vào trạng thái của transistor khi chưa phát hiện ra vật thể.

Ví dụ, tín hiệu ra PNP là OFF khi chưa phát hiện ra vật thể, khi đó nó là một thiết bị thường mở. Ngược lại nếu tín hiệu ra PNP là ON khi chưa phát hiện được vật thể, khi đó nó là một thiết bị thường đóng.

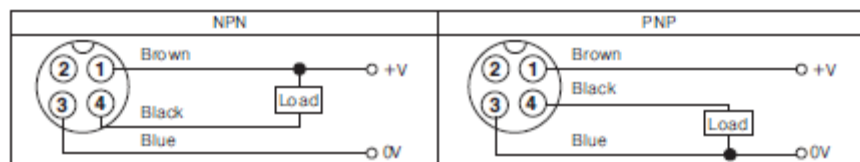


Hình 2.28: Cảm biến tín hiệu ra NPN

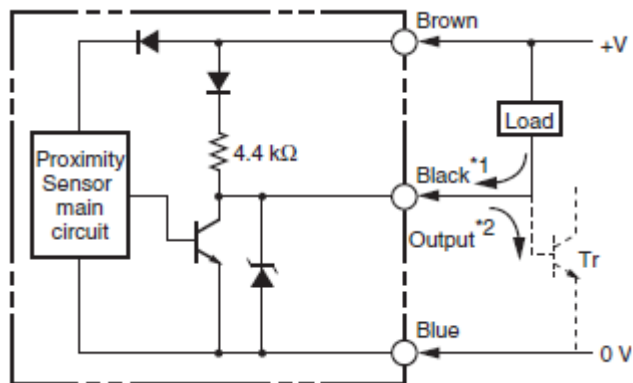
Ngoài ra còn có loại cảm biến có tín hiệu ra bổ sung (có 4 dây ở tín hiệu ra). Tín hiệu ra bổ sung là loại tín hiệu ra có cả tiếp điểm thường đóng và thường mở trên cùng một cảm biến.



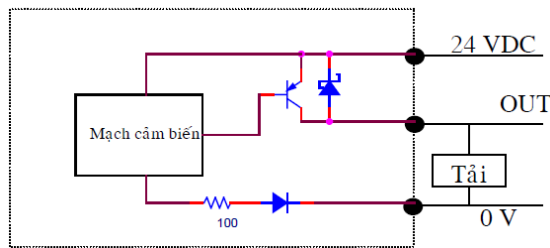
Hình 2.29: Cảm biến có tín hiệu ra bổ sung



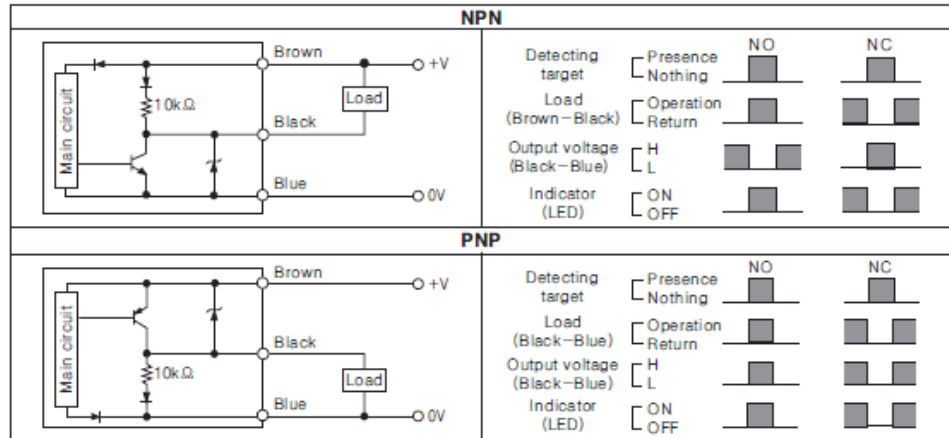
Hình 2.30: Sơ đồ mạch điện của cảm biến với tải



Hình 2.31: Cấu trúc mạch ra của cảm biến tiệm cận dạng NPN cực thu để hở



Hình 2.32: Mạch ra dạng PNP cực thu để hở

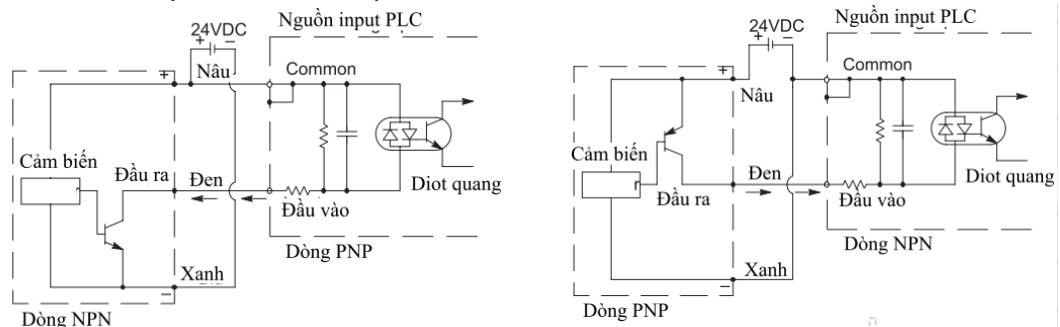


Hình 2.33: Sơ đồ mạch điện điều khiển tín hiệu ra và đặc tính của tải loại 3 dây

1.6. Cách kết nối các cảm biến tiệm cận với thiết bị điều khiển

1.6.1 Kết nối tín hiệu ra với bộ điều khiển số

Kết nối tín hiệu ra với các bộ điều khiển PLC



Hình 2.34: Kết nối cảm biến với PLC

Loại PNP (nâu : V+ , xanh : 0V , đen : out V+)

- Tùy vào điện áp nguồn cảm biến và điện áp input của PLC mà ta đấu nối như sau:

- Nếu cùng nguồn DC hoặc AC (nguồn cảm biến = nguồn input PLC) thì có thể đấu trực tiếp, có nghĩa là nối chân đen (out) trực tiếp vào cổng vào.

- Nếu cảm biến nguồn DC, PLC input AC (nguồn cảm biến ≠ input PLC) hoặc ngược lại thì phải qua Relay trung gian (Relay có nguồn như cảm biến), lấy đầu ra cảm biến đầu vào cuộn dây của Relay, đầu còn lại của cuộn dây nối mass. Lấy tiếp điểm thường hở của Relay đưa vào PLC.

Đối với loại NPN (nâu: V+, xanh:common; đen: out 0V).

- Phải dùng Relay trung gian (Relay có nguồn như cảm biến), lấy đầu ra cảm biến đầu vào cuộn dây của Relay, đầu còn lại của cuộn dây nối V+. Lấy tiếp điểm thường hở của Relay đưa vào PLC

1.6.2 Cảm biến Analog kết nối PLC

Cảm biến analog (nhiệt, áp suất, lưu lượng...) khi kết nối với PLC phải có module Analog. Các đấu nối:

Loại áp
 Dây đỏ (+) : vào A+
 Dây xanh (-) vào A-
 Loại dòng
 Dây đỏ (+) : vào A+ , RA: Dây xanh (-) vào A-

B. THẢO LUẬN NHÓM

Nhận biết các loại cảm biến: Cảm biến tiệm cận điện cảm, tiệm cận điện dung, tiệm cận siêu âm.

Nguyên lý làm việc của từng loại.

Các loại cảm biến tiệm cận điện cảm, điện dung đang sử dụng trong công nghiệp, đặc tính kỹ thuật.

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành các nhóm, mỗi nhóm 3SV/nhóm

II. Lập bảng vật tư thiết bị.

TT	Thiết bị - Vật tư	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1 chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn điện, nhiệt	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Module cảm biến tiệm cận siêu âm	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
6	Module nguồn	Kèm theo thiết bị	1 modul/nhóm
7	Bộ linh kiện phụ	R, C, IC....., tải	1 bộ/nhóm
8	Dây nối tín hiệu		1 bộ/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

3.1 Lắp mạch thực hành cảm biến tiệm cận điện cảm

3.1.1 Giới thiệu mô hình thiết bị và đặc tính kỹ thuật

Cảm biến điện cảm.

Loại : Unshielded

Khoảng cách phát hiện: 5mm

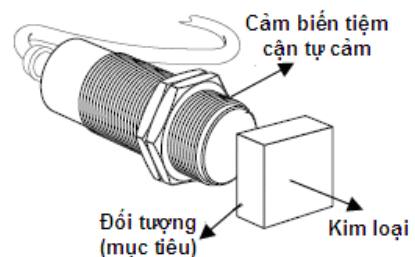
Cấu hình đầu ra: PNP , NO

Tần số đáp : 0,4 KHz

Đầu ra điều khiển: tối đa 200 mA

Điện áp cấp nguồn: 12- 24 VDC

Nguyên lý làm việc của cảm biến điện cảm.



Hình 2.35: Cảm biến tiệm cận từ cảm

Cảm biến tiệm cận điện cảm được thiết kế để tạo ra một vùng điện từ trường. Khi một vật bằng kim loại tiến vào khu vực này, xuất hiện dòng điện xoáy (dòng điện cảm ứng) trong vật thể kim loại này.

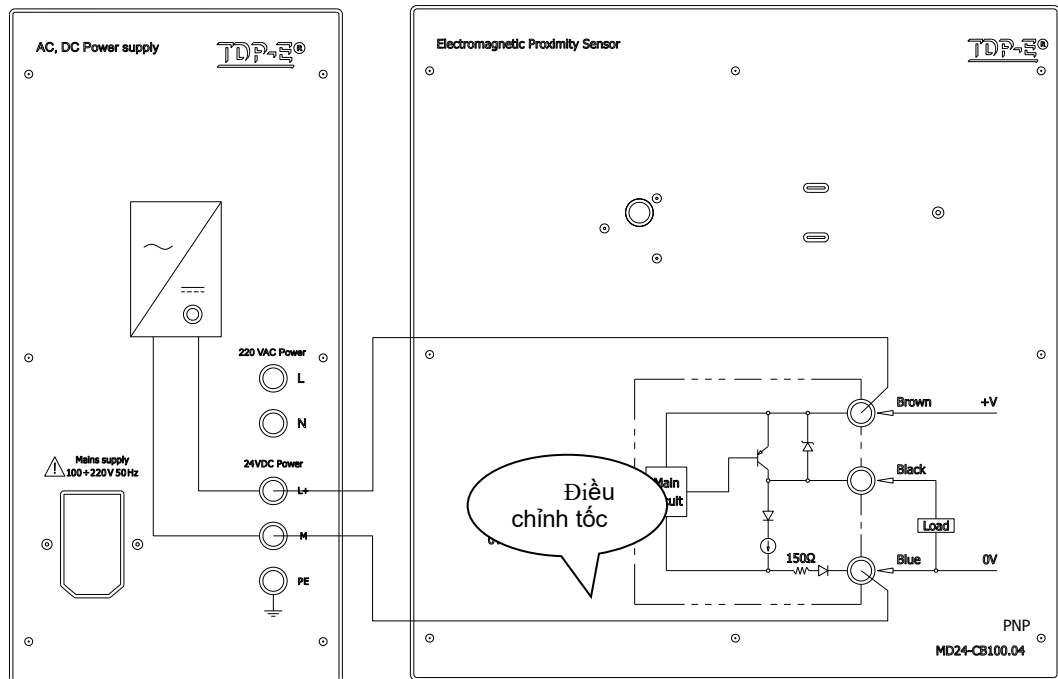
Dòng điện xoáy gây nên sự tiêu hao năng lượng (do điện trở của kim loại), làm ảnh hưởng đến biên độ sóng dao động. Đến một trị số nào đó tín hiệu này được ghi nhận.

Mạch phát hiện sẽ phát hiện sự thay đổi tín hiệu và tác động để mạch ra lên mức ON. Khi đối tượng rời khỏi khu vực từ trường, sự dao động được tái lập, cảm biến trở lại trạng thái bình thường.

Mô phỏng cảm biến, động cơ đã được đặt sẵn các tín hiệu trên đĩa quay.

3.1.2 Kết nối và cài đặt thiết bị

Sơ đồ kết nối chân của cảm biến.



Hình 2.37: Sơ đồ kết nối

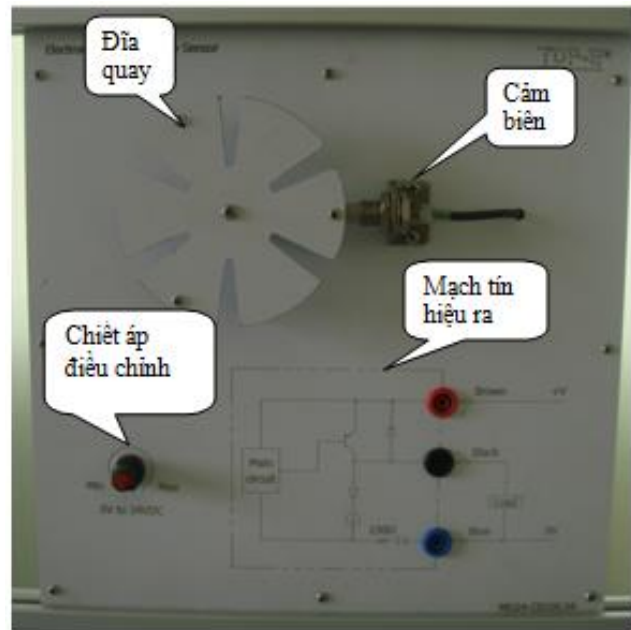
Chân Brown :chân màu nâu chân cấp điện áp nguồn +V

Chân Black : chân màu đen được nối ra tải.

Chân Blue : chân màu xanh cấp điện áp 0V.

3.1.3 Mô phỏng quá trình làm việc

Khi cấp nguồn 24V cho cảm biến, điều chỉnh chiết áp để quan sát tốc độ quay của đĩa và tín hiệu tác động của cảm biến khi đĩa quay đi qua cảm biến. Mô phỏng cảm biến quang phản xạ gương bằng động cơ có gắn đĩa quay được sẽ



Hình 2.36: Module cảm biến tiệm cận điện cảm

rãnh và khi đĩa quay cảm biến phát hiện từ gương chiếu lại qua khe hở thì cảm biến phát hiện và tác động.

3.2 Thực hành lắp đặt cảm biến quang điện phản xạ khuếch tán

3.2.1 Giới thiệu mô hình và đặc tính kỹ thuật

Cảm biến quang loại phản xạ khuếch tán (Photoelectric Sensor).



Hình 2.38: Cảm biến quang phản xạ khuếch tán

Đặc tính kỹ thuật

Khoảng cách phát hiện: 100mm

Vật thể phát hiện tiêu chuẩn: giấy trắng 100 x 100mm

Đặc tính trễ: tối đa 20% khoảng cách phát hiện

Điện áp nguồn cấp: 12 đến 24 VDC \pm 10%

Công suất tiêu thụ: tối đa 25mA

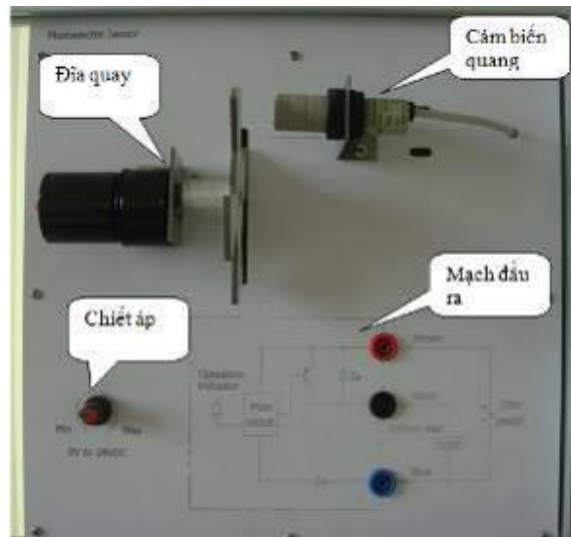
Mạch bảo vệ: bảo vệ ngắn mạch tín hiệu tín hiệu ra và nối ngược cực nguồn cấp DC

Thời gian đáp ứng: tối đa 2,5ms

Trở kháng cách điện: 20M Ω ở 500VDC giữa các bộ phận mang điện và vỏ

Các chế độ hoạt động: light - ON

Loại đầu ra PNP, NO



Hình 2.39: Module cảm biến tiệm phản xạ khuếch tán (Photoelectric Sensor)

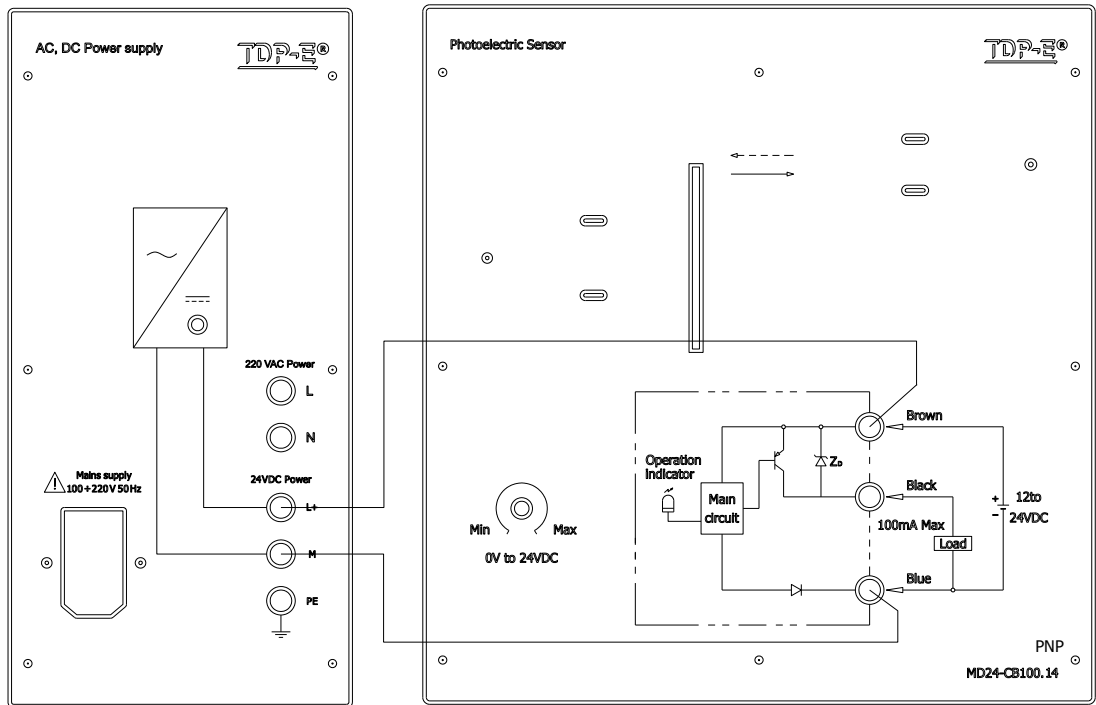
3.2.2 Kết nối và cài đặt thiết bị

Chân Brown :chân màu nâu chân cấp điện áp nguồn +V

Chân Black : chân màu đen được nối ra tải.

Chân Blue : chân màu xanh cấp điện áp 0V.

0V to 24VDC : biến trở điều chỉnh điện áp



Hình 2.40: Sơ đồ kết nối chân cảm biến .

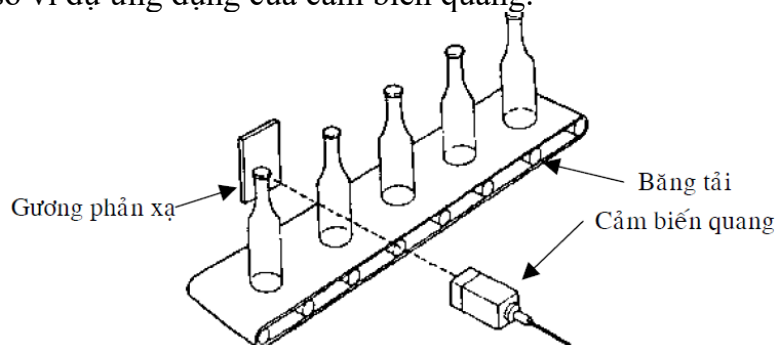
3.2.3 Mô phỏng quá trình làm việc

Khi cấp nguồn 24V cho cảm biến, điều chỉnh chiết áp để quan sát tốc độ quay của đĩa và tín hiệu tác động của cảm biến khi đĩa quay đi qua cảm biến. Mô phỏng cảm biến quang phản xạ gương bằng động cơ có gắn đĩa quay được sẽ rãnh và khi đĩa quay cảm biến phát hiện từ gương chiếu lại qua khe hở thì cảm biến phát hiện và tác động.

3.3 Thực hành lắp đặt cảm biến quang điện phản xạ gương

3.3.1 Giới thiệu mô hình và đặc tính kỹ thuật

Dùng để phát hiện sự vật thể tại một vị trí định trước như: dùng làm cảm biến phát hiện sản phẩm trong các hệ thống đếm sản phẩm và đóng thùng sản phẩm, phát hiện có vật cản ngay cửa của các thang máy, phát hiện chấm đen ở đầu bao bì trong các hệ thống đóng gói sản phẩm, dùng đo tốc độ động cơ ... Dưới đây trình bày một số ví dụ ứng dụng của cảm biến quang.

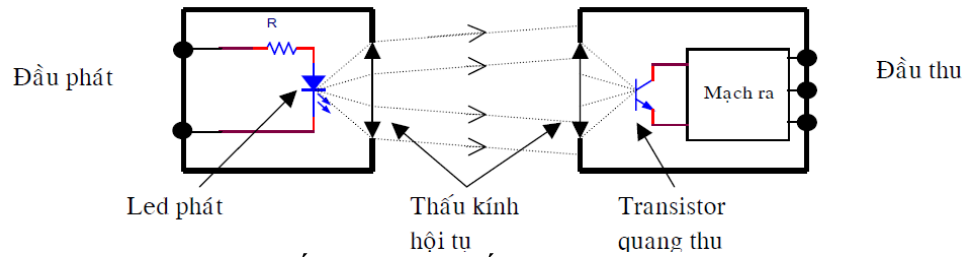


Hình 2.41: Phát hiện và đếm chai

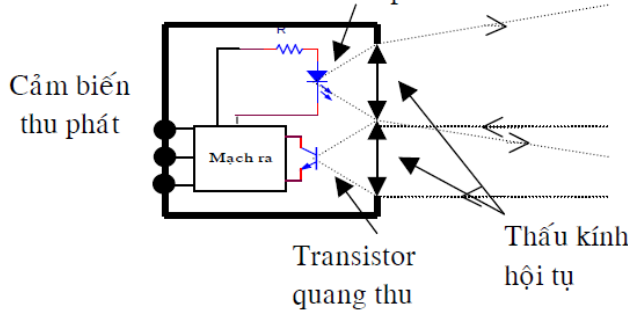
Cảm biến gồm phần phát và phần thu:

+ Phần phát gồm một Led phát hồng ngoại hoặc Led phát Laser có vai trò như một nguồn phát sáng được đặt ngay tại tiêu điểm của thấu kính hội tụ phát nhằm mục đích tạo ra chùm tia sáng hẹp để chiếu đến phần thu.

+ Phần thu gồm một transistor quang đặt ngay tại tiêu điểm của thấu kính hội tụ thu nhằm mục đích tập trung ánh sáng rơi vào transistor. Transistor quang thu được nối vào mạch ra để tạo mức logic ở đầu ra.



Hình 2.42: Cấu tạo cảm biến quang dạng thu – phát riêng



Hình 2.43: Cấu tạo cảm biến quang dạng thu – phát chung

Đặc tính kỹ thuật :

Khoảng cách phát hiện 2m
 Vật thể phát hiện tiêu chuẩn: Vật mờ đục có đường kính tối thiểu 56mm
 Điện áp nguồn cấp: 12 – 24VDC
 Tín hiệu ra điều khiển PNP
 Ảnh hưởng ánh sáng của môi trường: đèn dây tóc: tối đa 3000lux, ánh sáng mặt trời tối đa 10000lux
 Nhiệt độ môi trường: hoạt động – 25°C tới 55°C

Cấp bảo vệ IP66

Đèn chỉ thị LED màu cam

Kiểu mô phỏng: động cơ quay đĩa chắn tín hiệu cảm biến

3.3.2 Kết nối và cài đặt thiết bị

Chân Brown :chân màu nâu chân cấp điện áp nguồn +V

Chân Black : chân màu đen được nối ra tải.

Chân Blue : chân màu xanh cấp điện áp 0V.

0V to 24VDC: biến trở điều chỉnh điện áp.

3.3.3 Mô phỏng quá trình làm việc

Mô phỏng cảm biến bằng động cơ có gắn đĩa quay được sẽ rãnh và khi đĩa quay cảm biến sẽ nhận biết được và tác động.

3.4 Thực hành lắp đặt cảm biến quang điện thu – phát

3.4.1 Giới thiệu mô hình và đặc tính kỹ thuật

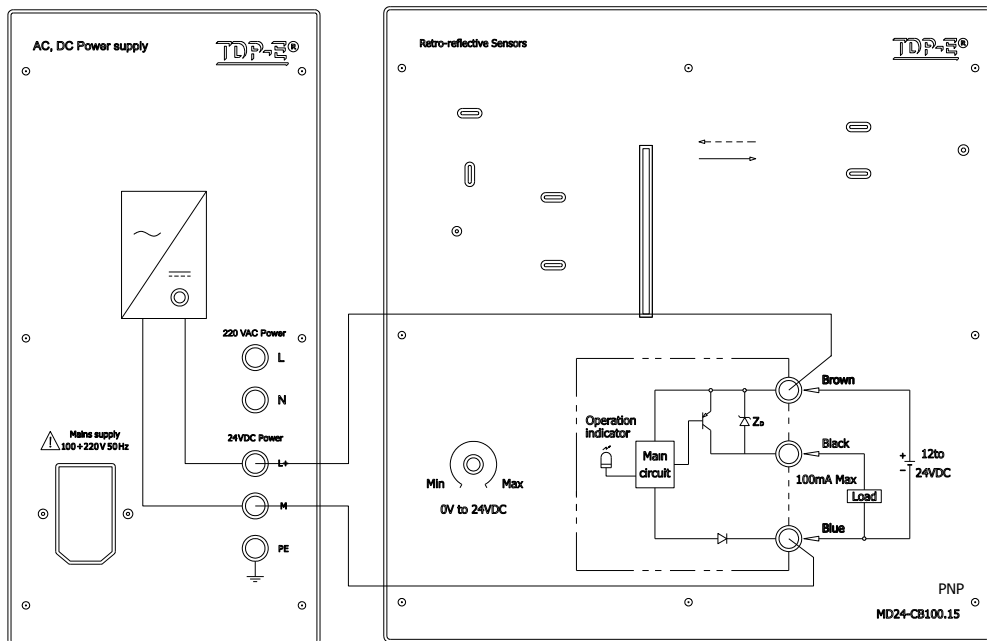
Đặc tính kỹ thuật

Cảm biến quang loại thu – phát (Photoelectric Sensor).

Điện áp cấp nguồn: 12 to 24VDC.



Hình 2.44: Cảm biến quang thu phát chúng có gương phản xạ

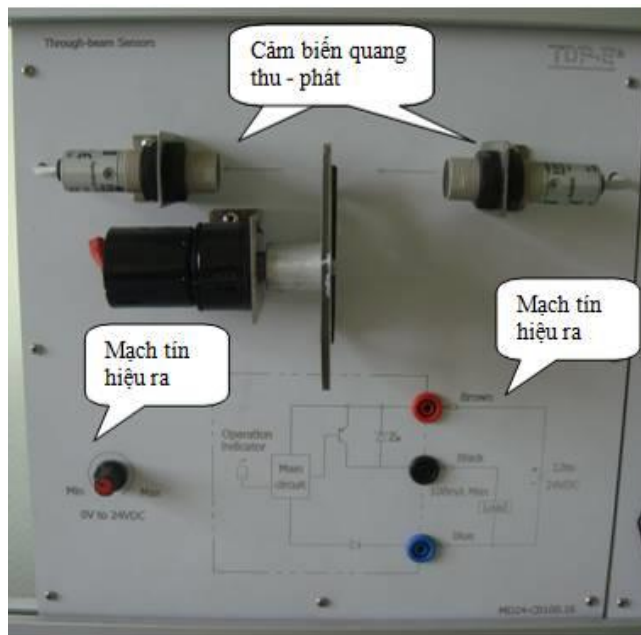


Hình 2.45: Sơ đồ đấu chân của cảm biến

Tín hiệu ra điều khiển: PNP
 Có đèn báo khi cảm biến hoạt động (màu cam)
 Loại phản xạ gương
 Thời gian đáp ứng: 2.5ms (max).
 Độ nhạy chỉnh được (với loại khuếch tán)
 Khoảng cách 2m
 Vật thể phát hiện tiêu chuẩn: vật mở đục có đường kính tối thiểu 11mm.

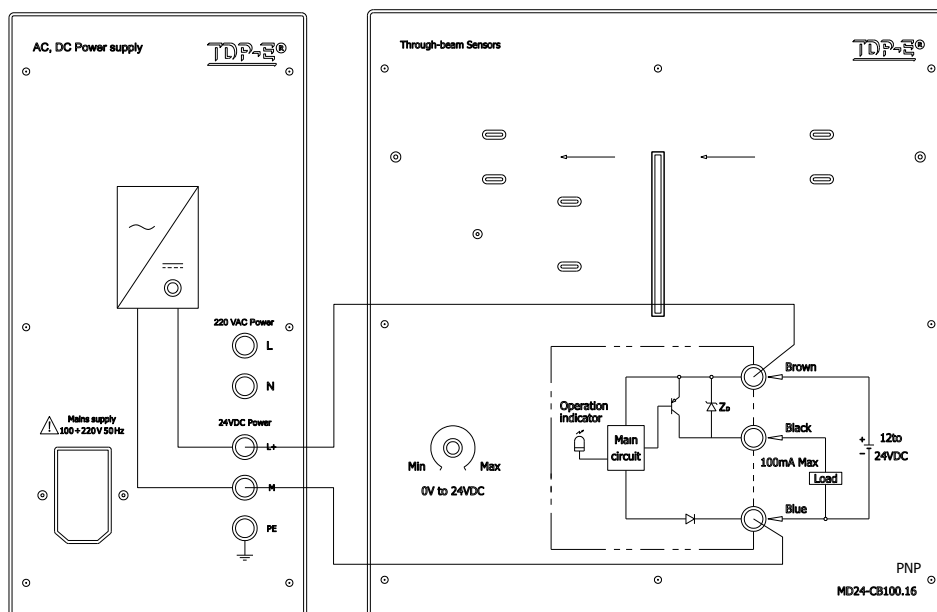


Hình 2.46: Cảm biến quang điện thu - phát



Hình 2.47: Module thực hành cảm biến thu phát

3.4.2 Kết nối và cài đặt thiết bị



Hình 2.48: Sơ đồ kết nối chân cảm biến

Chân Brown :chân màu nâu chân cấp điện áp nguồn (+) từ 12 to 24VDC

Chân Black : chân màu đen được nối ra tải.

Chân Blue : chân màu xanh cấp điện áp 0V

0V to 24VDC : biến trở điều chỉnh điện áp

3.4.3 Mô phỏng quá trình làm việc

Mô phỏng cảm biến thu phát bằng động cơ có gắn đĩa quay được sẻ rãnh. Khi đĩa quay, cảm biến sẽ nhận biết và tác động thay đổi trạng thái bằng đèn LED nhấp nháy.

3.5 Thực hành lắp đặt cảm biến cáp quang

3.5.1 Giới thiệu mô hình và đặc tính kỹ thuật

Đặc tính kỹ thuật

Khoảng cách phát hiện: 200mm

Vật thể phát hiện tiêu chuẩn:

đường kính 1,0mm (vật mờ đục

đường kính 0,005mm)

Điện áp nguồn cấp: 12 – 24 VDC

Tín hiệu ra điều khiển: NPN

Độ chiếu sáng của môi trường

phía nhận: đèn dây tóc : tối đa

10000lux, ánh sáng mặt trời tối đa

20000lux

Nhiệt độ môi trường: hoạt động -25°C tới 55°C

Cấp bảo vệ IP66

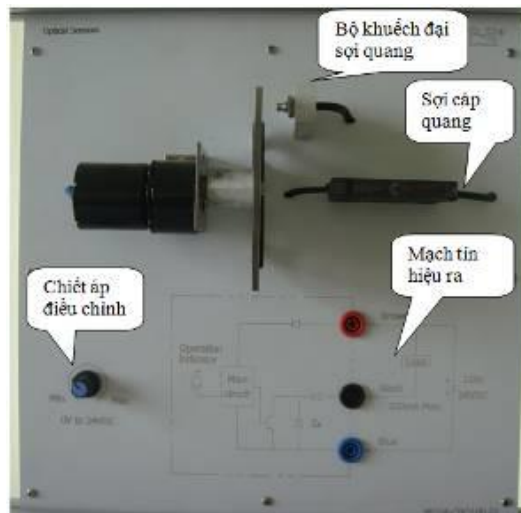
Nguồn sáng (độ dài sóng): LED đỏ

Thời gian đáp ứng: tối đa 200μs

Kiểu mô phỏng: động cơ quay đĩa chắn tín hiệu cảm biến

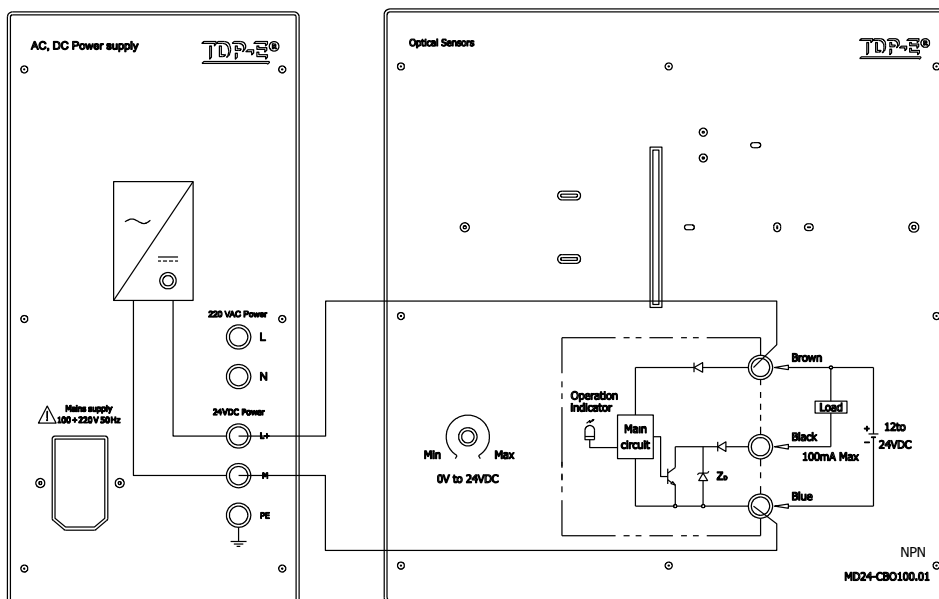


Hình 2.49: Cảm biến cáp quang



Hình 2.50: Module thực hành cảm biến cáp quang

3.4.2 Kết nối và cài đặt thiết bị



Hình 2.51: Sơ đồ kết nối chân của cảm biến

Chân Brown: chân màu nâu chân cấp điện áp nguồn (+) từ 12 to 24VDC

Chân Black: chân màu đen được nối ra tải.

Chân Blue: chân màu xanh cấp điện áp 0V

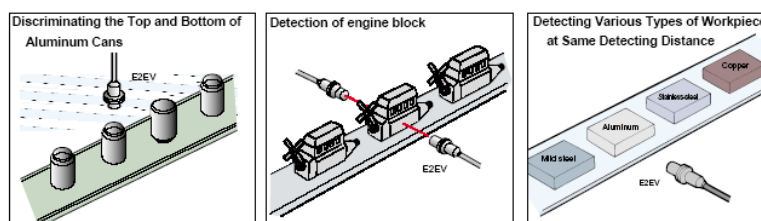
0V to 24VDC: Biến trở điều chỉnh điện áp .

3.4.3 Thực hành mô phỏng quá trình làm việc

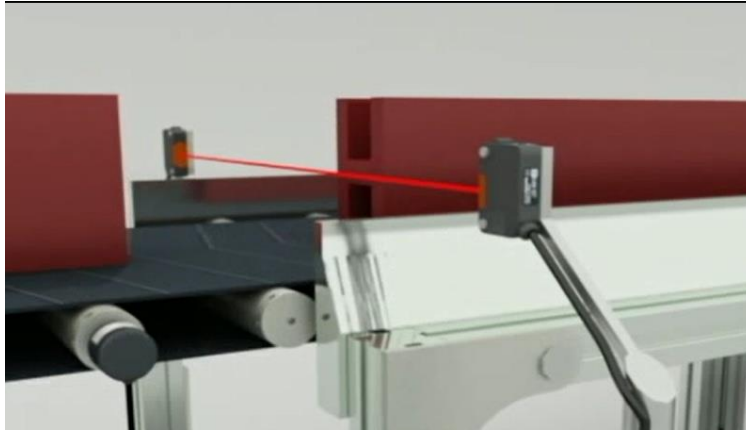
Quan sát quá trình làm việc và đo điện áp trên đầu ra mạch tín hiệu ra

Mô phỏng cảm biến bằng động cơ có gắn đĩa quay được sẽ rãnh và khi đĩa quay cảm biến sẽ nhận biết được và tác động.

3.5 Ứng dụng thực tế



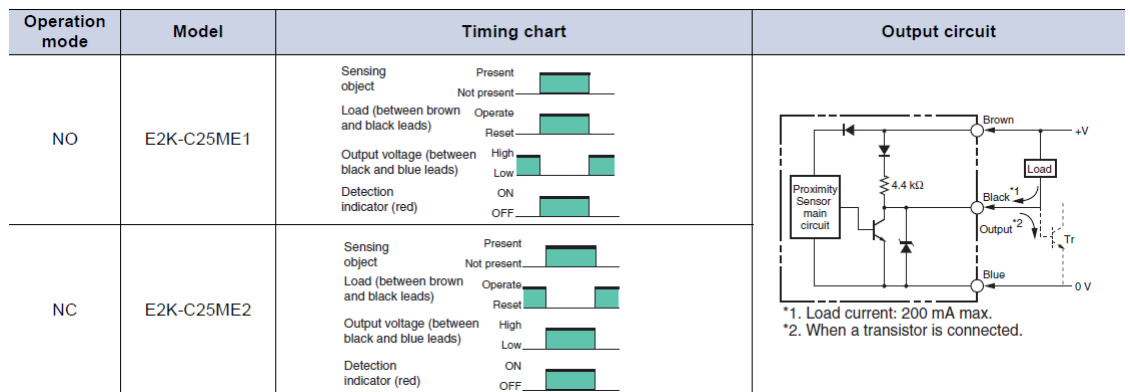
Hình 2.52: Một số mô hình ứng dụng



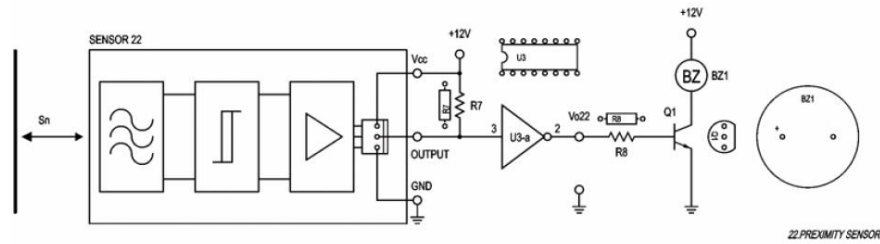
Hình 2.53: Phát hiện độ nhám của sản phẩm
 Thông số kỹ thuật một số loại cảm biến tiệm cận của hãng OMRON

Mã hiệu	K/c phát hiện	Trạng thái làm việc	Đầu ra	Tần số đáp ứng	Điện áp nguồn nuôi
E2EV-X5C1	5 mm	Thường mở (NO)	3 dây NPN Open Collector	70HZ	12÷24 VDC
E2EV-X5C2	5 mm	Thường đóng(NC)	3 dây NPN Open Collector	70HZ	12÷24 VDC
E2EV-X10C1	10 mm	Thường mở (NO)	3 dây NPN Open Collector	70HZ	12÷24 VDC
E2EV-X10C2	10 mm	Thường đóng(NC)	3 dây NPN Open Collector	70HZ	12÷24 VDC

Sơ đồ mạch điện I/O điển hình của họ cảm biến phát hiện khoảng cách vật:



Hình 2.54: Mạch điện thực tế



Hình 2.55: Mạch điện ứng dụng cảm biến phát hiện kim loại
 Khi đầu dò không tiếp cận với đối tượng kim loại:

$V_0 = \text{High} \rightarrow V_{022} = \text{Low} \rightarrow Q_1 \text{ OFF} \rightarrow \text{Buzzer OFF}$

Khi đầu dò tiếp cận với kim loại:

$V_0 = \text{Low} \rightarrow V_{022} = \text{High} \rightarrow Q_1 \text{ ON} \rightarrow \text{Buzzer ON}$

IV. Kiểm tra, đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm chuẩn
Kiến thức	Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
Kỹ năng	Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5
	Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung.(tín hiệu đầu ra của cảm biến)	2
Thái độ	Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	Hoàn thiện báo cáo thực hành	

2. Một số loại cảm biến xác định vị trí, khoảng cách khác

A. LÝ THUYẾT

Cảm biến vị trí là cảm biến tạo ra tín hiệu điện tỷ lệ với sự dịch chuyển mà chúng cảm nhận được.

Phân biệt các dạng chuyển dịch:

- Chuyển dịch thẳng (linear-, chuyển động thẳng theo một hướng).
- Chuyển dịch góc (angular-, chuyển động xoay quanh một tâm điểm).
- Chuyển dịch hỗn hợp.

Các chuyển dịch thẳng và chuyển dịch góc có thể xác định bằng một phần tử cảm biến, nhưng chuyển dịch hỗn hợp lại cần đến nhiều phần tử hơn.

Các phần tử cảm biến chuyển dịch thẳng:

- Cảm biến chiết áp *potentiometer* – phần tử biến trở;
- Cảm biến điện dung – phần tử biến dung;
- Cảm biến điện cảm – phần tử biến cảm;
- Cảm biến từ tính và biến áp đo;
- Cảm biến quang;
- Cảm biến biến dạng đàn hồi.

Các phương pháp đo chuyển dịch góc chủ yếu biến thể từ những phương pháp đo khoảng cách hay khoảng dịch chuyển, chỉ khác là có sự phụ thuộc vào góc quay chứ không phải là chuyển động thẳng, tuyến tính. Các phần tử cảm biến chuyển dịch góc:

- Cảm biến chiết áp *potentiometer*;
- Cảm biến điện dung – phần tử biến dung;
- Cảm biến điện cảm – phần tử biến cảm;
- Cảm biến quang.

Các cảm biến biến dạng đàn hồi không trực tiếp đo chuyển dịch góc; trong một số trường hợp, phải biến thể mới đo được các chuyển dịch góc.

Cũng có thể phân loại các cảm biến chuyển vị theo nguyên lý biến đổi:

- Phần tử cảm biến tham số;
- Phần tử cảm biến vật lý.

Các phần tử cảm biến tham số là những cảm biến biến đổi các đại lượng thông số trạng thái vật lý của quá trình công nghệ (ví dụ như vị trí, chuyển dịch – kích thước, khoảng cách, ...) thành những thay đổi tham số điện (như điện trở hay điện dẫn, điện cảm hay hồ cảm, điện dung, ...). Điển hình là cảm biến điện trở (biến trở), cảm biến điện dung (biến dung) hay cảm biến điện cảm (biến cảm).

Các phần tử cảm biến vật lý là những cảm biến biến đổi các đại lượng chuyển vị vật thể thành những thay đổi thông số vật lý kỹ thuật (trung gian, hoặc sau đó được chuyển đổi thành thông số điện). Điển hình là cảm biến điện-từ, cảm biến quang hay quang-điện, cảm biến đàn hồi.

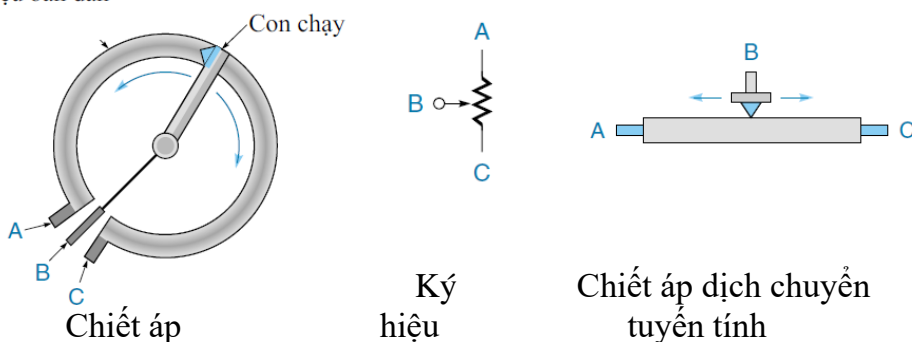
2.1 Xác định vị trí và khoảng cách bằng biến trở.

Cảm biến vị trí thực hiện đo vị trí vật lý của vật so với một điểm chuẩn. Thông tin có thể là vị trí góc hoặc độ quay.

2.1.1 Nguyên lý làm việc

Một chiết áp dùng để chuyển đổi góc quay hoặc độ dịch chuyển tuyến tính hóa thành điện áp. Thực chất thì bản thân chiết áp là điện trở nhưng chính giá trị này dễ dàng được chuyển đổi thành điện áp. Các chiết áp sử dụng làm cảm biến vị trí về nguyên tắc giống như điều chỉnh âm lượng nhưng có những điểm khác. Một chiết áp dùng để điều chỉnh âm lượng, sự thay đổi điện trở có thể ở dạng phi tuyến miễn sao thay đổi được âm thanh, còn chiết áp dùng để đo vị trí góc phải biến đổi tuyến tính – nghĩa là sự thay đổi điện trở tuyến tính theo trục quay.

Vật liệu bán dẫn

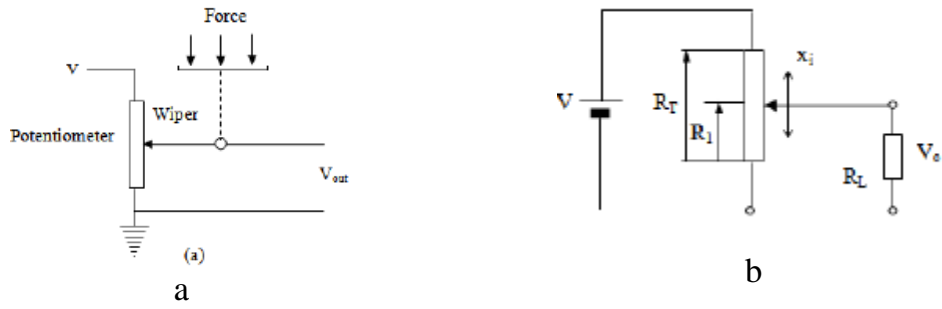


Hình 2.56: Chiết áp

Trên hình 2.56 minh họa nguyên lý làm việc của chiết áp. Vật liệu điện trở nhưng dây dẻo. Được hình thành ở dạng hình tròn (2 điểm kết thúc là A và B), vật liệu này có điện trở suất đồng nhất có nghĩa là số Ω/cm trên chiều dài của nó không đổi. Nối với trục là thanh trượt mà nó trượt dọc theo điện trở và đầu rẽ nhánh để lấy giá trị của chiết áp (tiếp điểm B trên hình 2.56a). Trên hình 2.56b chỉ ra ký hiệu của mạch điện chiết áp.

Sự phụ thuộc điện áp vào biến trở: $V_0 = f(x, R_T, X_T, V)$

Chiết áp được mô tả là một loại vòng – thực tế chỉ khoảng 350° , một chiết áp vòng có thể có các điểm dừng cuối mỗi hành trình của nó, góc quay không vượt quá 350° . Một chiết áp vòng không có các điểm dừng có vùng không nhạy cảm nhỏ khi thanh trượt chuyển động theo hình xoắn ốc, có tới 25 vòng hoặc hơn tính từ điểm dừng này đến điểm dừng khác.

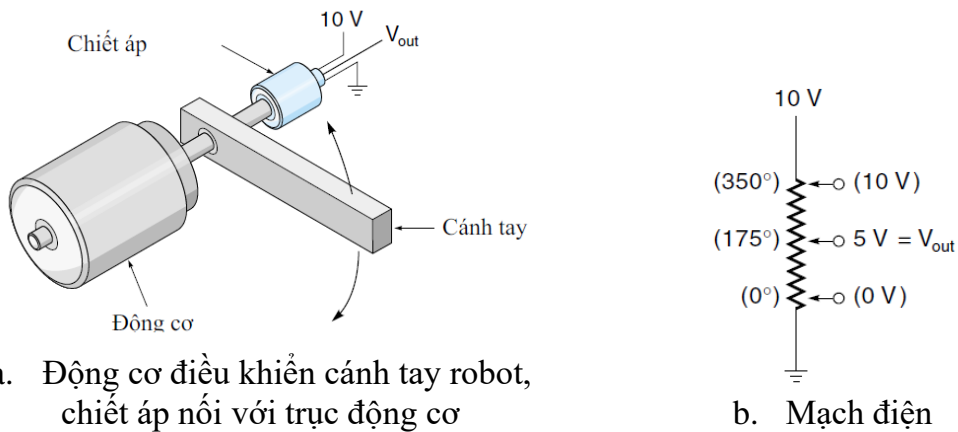


Hình 2.57: Chiết áp tuyến tính

Trong trường hợp, thanh trượt có thể dịch chuyển tiến hoặc lùi theo đường thẳng. Các chiết áp dịch chuyển tuyến tính thuận lợi cho việc đo vị trí các đối tượng mà nó chuyển động theo dạng tuyến tính.

Hình 2.58a minh họa chiết áp dùng để đo vị trí góc của cánh tay robot, trong trường hợp này thân chiết áp được giữ cố định và trục của nó được nối trực tiếp với trục của động cơ. Điện áp 10VDC được cấp cho chiết áp. Điện áp thay đổi từ $0 \div 10V$ DC dọc theo điện trở, thanh trượt chính là rẽ nhánh, điện áp ra chính là điện áp thanh trượt và điểm 0.

Khi thanh trượt ở vị trí dưới cùng thì đầu ra 0V tương ứng với 0° . Khi thanh trượt ở vị trí trên cùng, đầu ra ứng với 10V tương ứng với 350° . Ở vị trí chính giữa, điện áp đầu ra 5V tương ứng với vị trí góc 175° . ($350^\circ/2 = 175^\circ$).

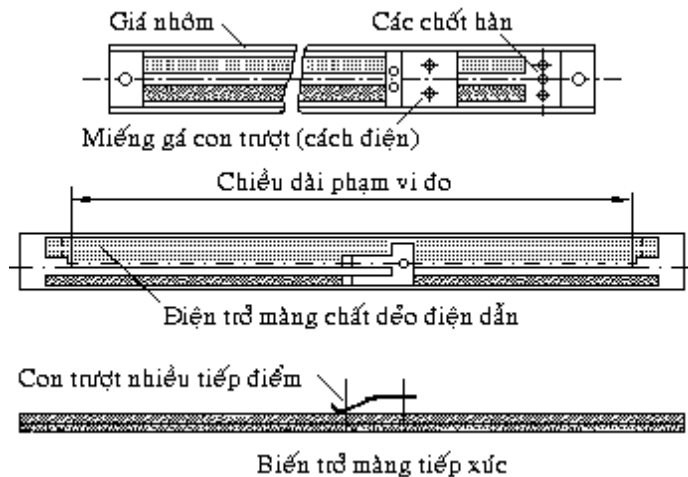


a. Động cơ điều khiển cánh tay robot, chiết áp nối với trục động cơ

b. Mạch điện

Hình 2.58: Chiết áp sử dụng làm cảm biến vị trí

2.1.2 Cấu tạo



Hình 2.59: Cấu trúc phân tử biến trở đo khoảng chuyển dịch thẳng dùng màng chất dẻo điện dẫn.

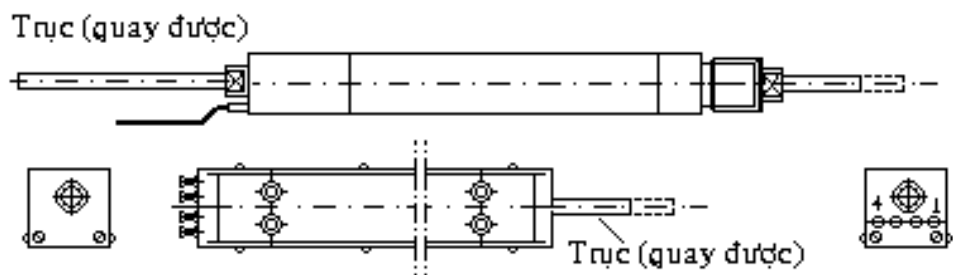
Tùy theo hãng sản xuất, các phần tử biến trở khác nhau khá nhiều về cấu trúc, màng phủ và vật liệu nền. Con trượt của phần tử biến trở kiểu màng được làm dạng chôi, quét nhiều tiếp điểm, để giảm tải cơ học và tiếp xúc tốt hơn. Màng chất dẻo điện dẫn, giống như trường hợp dây điện trở đặt thẳng chiều dài, có độ phân giải gần như vô cùng, tức là dịch chuyển con trượt sẽ tạo điện áp ra tỷ lệ vị trí con trượt trên biến trở, nhưng không biến thiên theo nấc như kiểu dây cuốn.

Biến trở màng chất dẻo điện dẫn được chế tạo rất chính xác, có thể giảm thiểu sai số tuyến tính tới $\pm 0,1\%$.

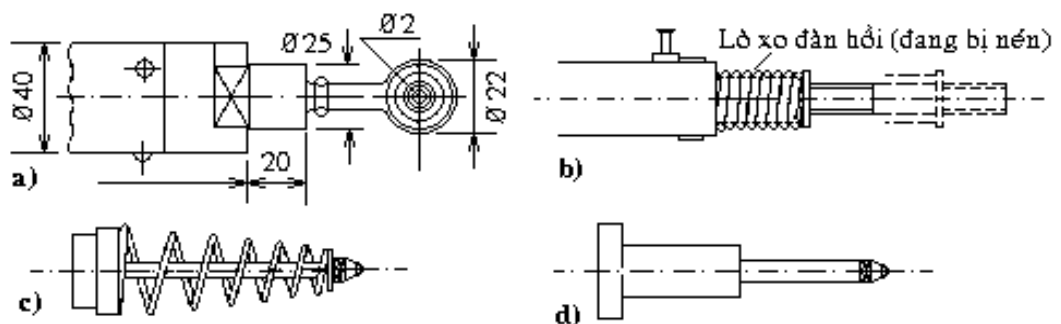
Tuổi thọ vận hành có thể đạt 10^8 lần chỉnh định (vận hành con trượt) và tốc độ chuyển dịch con trượt tối đa có thể đạt 400 [mm/s]. Phần tử biến trở kiểu này được giới thiệu sơ lược trong hình 2.59.

Phần tử biến trở không có vỏ bọc có loại chiều dài tới 1000 [mm]. Các sản phẩm chế sẵn có thể có chiều dài tối đa tới 2,5 [m]. Trị số điện trở của phần tử biến trở đo khoảng dịch chuyển tùy theo độ dài là khoảng (2 ... 200) [k Ω] với dung sai cỡ ± 20 [%] điện trở toàn phần của phần tử. Trong một số chế xuất đặc biệt cũng có thể đạt ± 10 [%]. Sai số tuyến tính là $\pm 0,5$ [%], và có thể giảm từng nấc tới $\pm 0,1$ [%].

Đối với những ứng dụng thực tế các phần tử biến trở kiểu màng có nhiều kiểu vỏ bọc khác nhau. Cấu trúc trước kia làm bằng vỏ thiếc, các phần tử kiểu mới có vỏ bọc dạng ống hay dạng thép đúc định hình. Trục dịch chuyển con trượt được lắp ổ bi một đầu hay cả hai đầu. Hình 2.60 và 2.61 giới thiệu hai kiểu khác nhau.

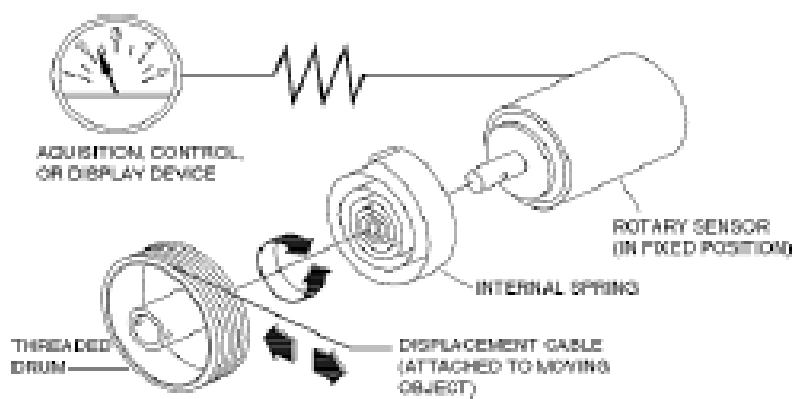


Hình 2.60: Phần tử biến trở đo khoảng dịch chuyển.

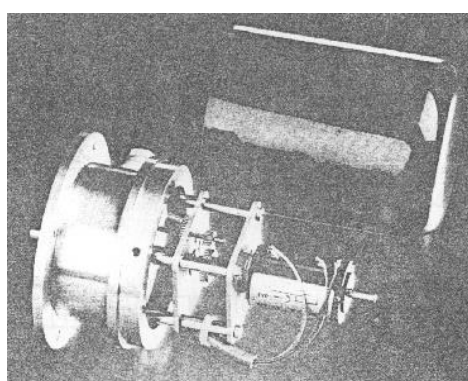


Hình 2.61: Các cấu trúc phần tử đo khoảng dịch chuyển.

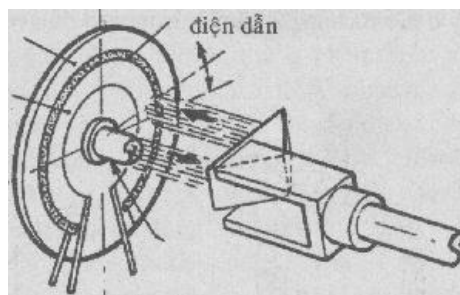
Nếu chuyển dịch toàn phần của con trượt bằng hoặc nhỏ hơn một vòng quay của trục thì pot được gọi là pot đơn single-turn pot; nếu quay được nhiều vòng thì gọi là pot nhiều vòng multi-turn pot.



Hình 2.62: Chiết áp dây *string pot* hay cảm biến dây kéo *draw-wire sensor*.



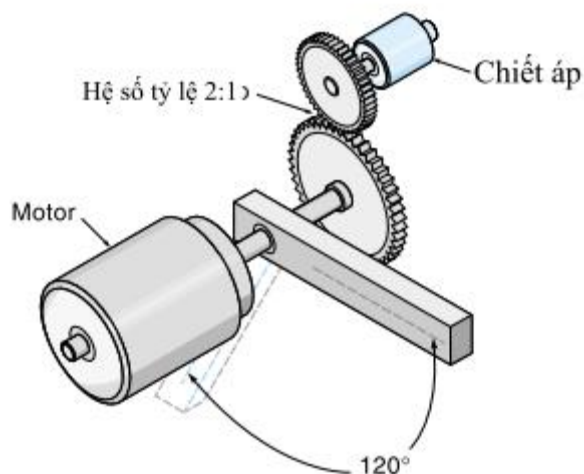
Hình 2.63: Chiết áp có cơ cấu truyền động



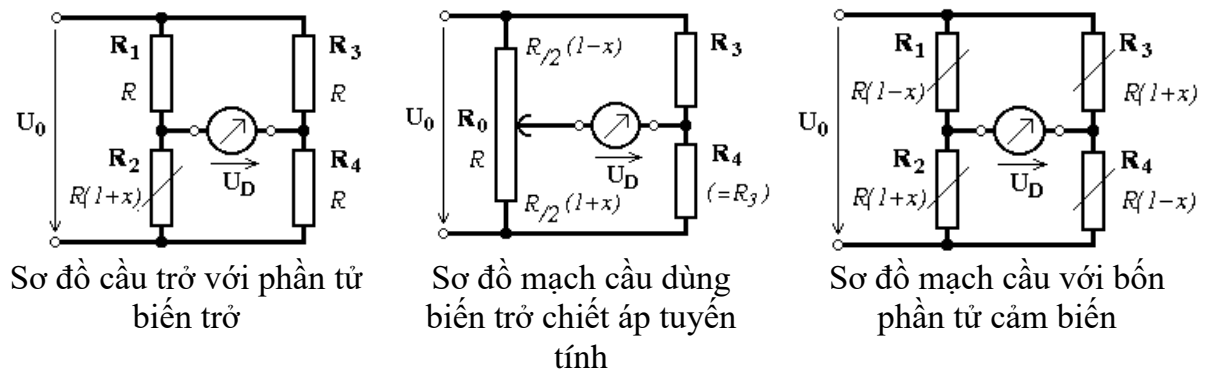
Hình 2.64: Biến trở không tiếp xúc.

2.1.3 Ứng dụng

- Sử dụng chiết áp khoảng cách (tuyến tính, góc quay).
- Đo mức
- Đo lực
- Đo áp suất
- Phát hiện lỗi trong hệ thống điều khiển (bộ so sánh hoặc mạch so sánh).

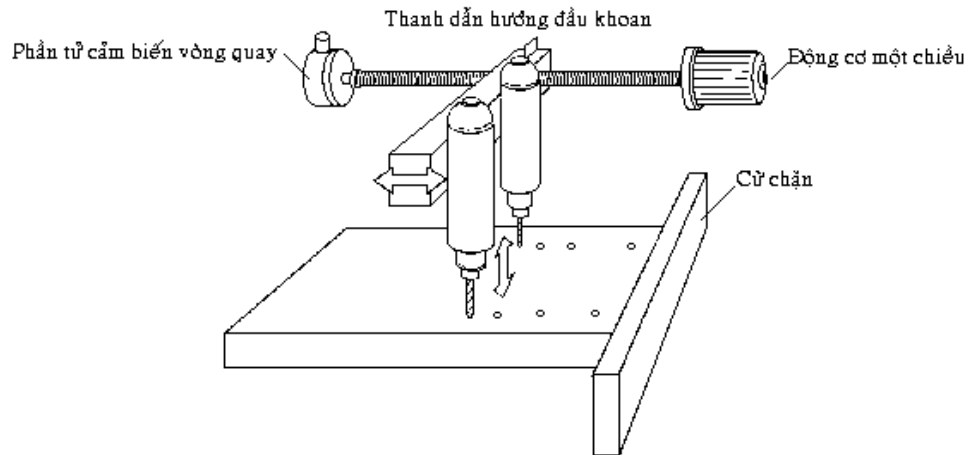


Hình 2.65: Hệ thống dùng cảm biến chiết áp cho cánh tay robot



Hình 2.66: Sơ đồ mạch cầu dùng cho biến trở chiết áp

Hình 2.67 giới thiệu một thiết bị chuyển đổi dịch chuyển thẳng thành chuyển động quay. Phương pháp này đặc biệt được ứng dụng ở những nơi chuyển động quay tạo ra những dịch chuyển thẳng, ví như dịch chuyển bàn mâm máy công cụ như máy phay, máy khoan (hình 2.67)...



Hình 2.67: Một ứng dụng phần tử cảm biến góc quay.

2.2 Xác định vị trí và khoảng cách bằng tụ cảm (Inductance Transducers)

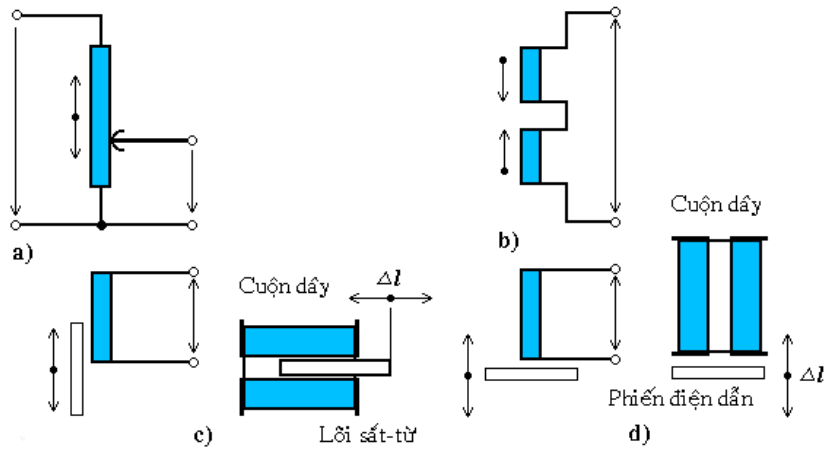
2.2.1 Nguyên lý làm việc

Nguyên lý chung đối với các phần tử cảm biến điện cảm là làm thay đổi một trong những đại lượng xác định điện cảm của cuộn cảm có thể biến thiên các thành phần N , μ_r , A và l để dùng làm biến cảm. Trên cơ sở đó có thể có những phương án hiện thực hoá phần tử biến cảm như trong hình 2.68.

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l} \quad (2.2)$$

Trong đó:

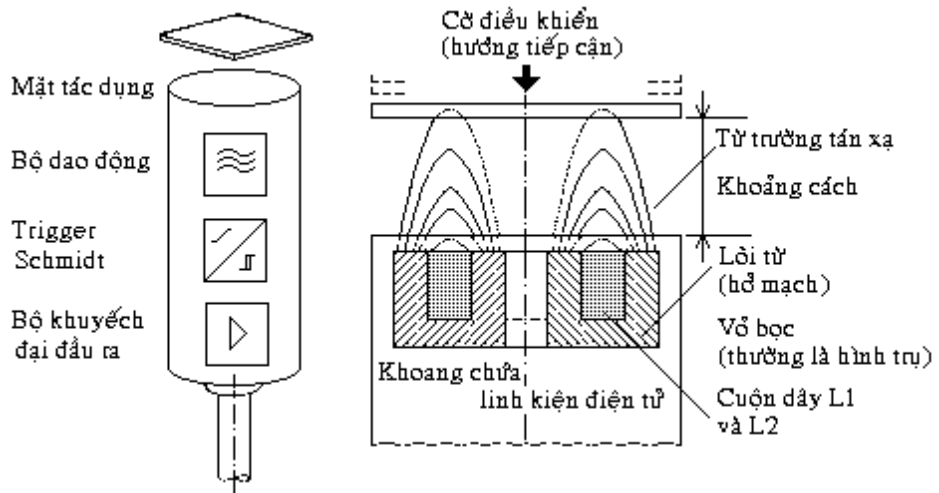
- μ : Độ từ thẩm của cuộn dây [n/Amp²]
- N : Số vòng dây
- A : Diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn
- l : chiều dài dây
- $\mu_{KK} = 112.566 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$



Hình 2.68: Nguyên lý biến cảm theo phương án biến thiên:
 a. Số vòng dây N ; b. Bố trí hình học; c. Độ từ thẩm (lõi sắt từ – kiểu phân ứng dọc); d. Tổn hao dòng xoáy (phiến điện dẫn – kiểu phân ứng ngang).

Cảm biến biến cảm đo tiếp cận

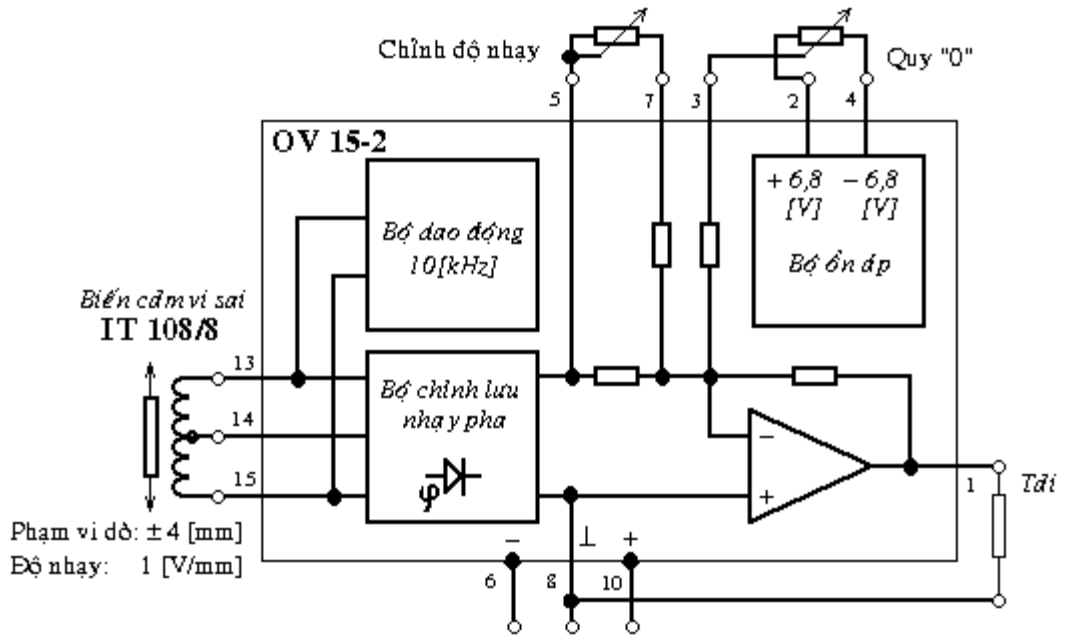
Phần tử biến cảm tiếp cận làm việc không tiếp xúc. Chúng có bộ dao động hai tầng, mạch trigger Schmidt và mạch khuếch đại. Hình 2.69 giới thiệu loại phần tử biến cảm này. Bộ dao động tạo ra một trường điện-từ biến thiên lan truyền trong phần lõi và tán xạ ra môi trường xung quanh. Khi có vật thể dẫn điện nào đó lọt vào trường điện-từ này thì bên trong nó sẽ cảm ứng dòng điện xoáy, làm giảm một phần năng lượng dao động sóng điện-từ. Thông qua mức thay đổi được tạo nên ở đầu ra bộ dao động làm bộ lật trigger Schmidt nhảy bậc và đổi nấc tín hiệu đầu ra của phần tử, tạo sự thay đổi trạng thái tiếp cận. Hình 2.69 giới thiệu những cấu trúc thông dụng.



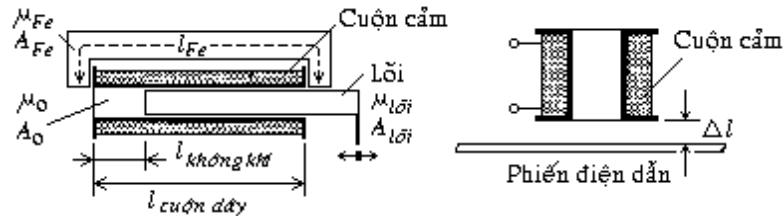
Hình 2.69: Phần tử biến cảm đo tiếp cận, cấu tạo và nguyên lý.

Phần tử biến cảm vi sai

Trong thực tế, các phần tử biến cảm vi sai đóng vai trò quan trọng. Trên thị trường cũng có sẵn những linh kiện vi mạch dùng cho các phần tử biến cảm vi sai này.

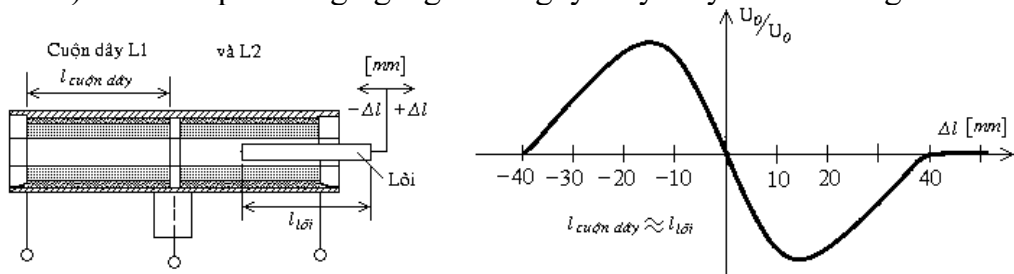


Hình 2.70: Sơ đồ nguyên lý xác định điện cảm của phần tử biến cảm.

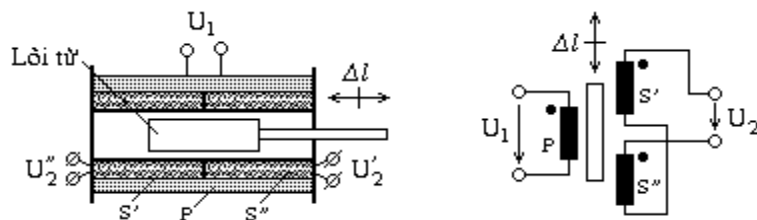


Hình 2.71: Nguyên lý cấu tạo phần tử biến cảm.

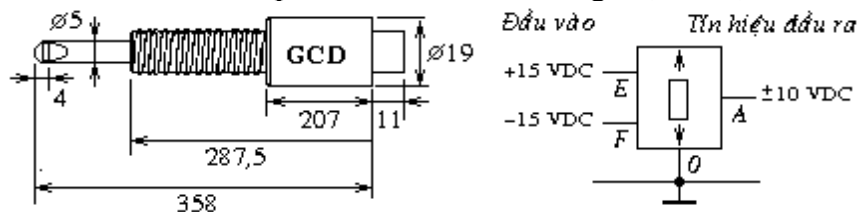
- a) Cấu trúc lõi trượt (phần ứng dọc trục);
- b) Cấu trúc phần ứng ngang theo nguyên lý thay đổi từ thông.



Hình 2.72: Phần tử cảm biến dịch chuyển theo nguyên lý biến cảm có lõi trượt.

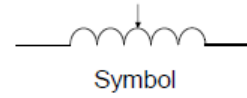


Hình 2.43 – Phần tử biến áp vi sai biến thiên thẳng – (LVTD).



Hình 2.73: Máy đo độ chuyển dịch (hãng Schaenitz)

2.2.2 Cấu tạo



Symbol

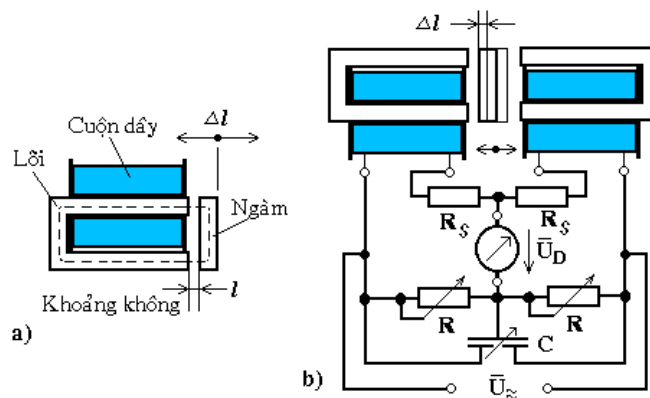
Hình dáng

Ký hiệu

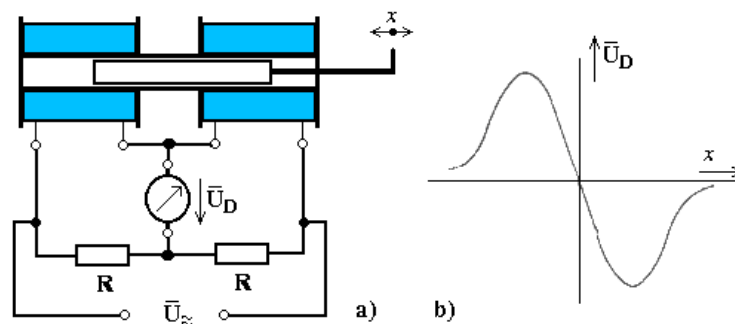
Hình 2.74: Hình dáng và ký hiệu

Cảm biến điện cảm có hai dạng kết cấu cơ bản:

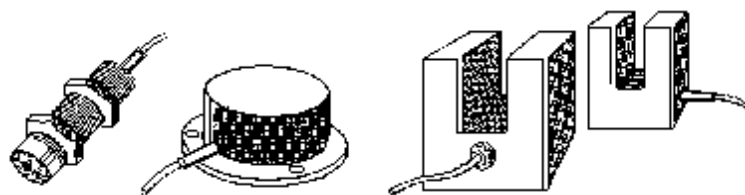
- Cuộn cảm không lõi sắt (kiểu phản ứng dọc longitudinal armatur và kiểu phản ứng ngang transverse *armature*)
- Cuộn cảm lõi sắt-từ.
-



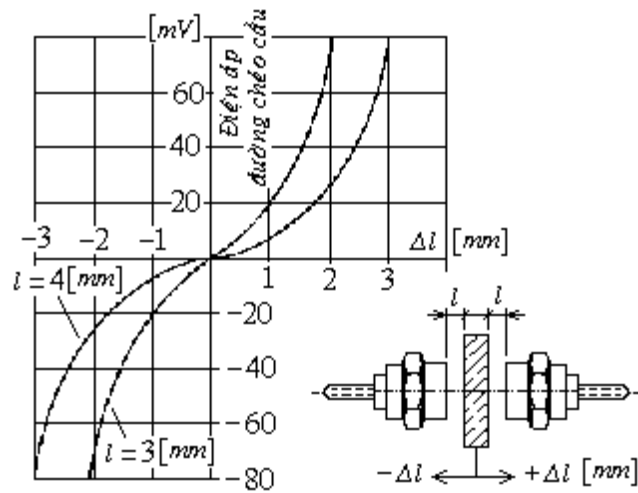
Hình 2.75: Phần tử biến cảm kiểu phản ứng ngang
a. Kiểu ngâm; b. Kiểu vi sai mắc vào mạch cầu.



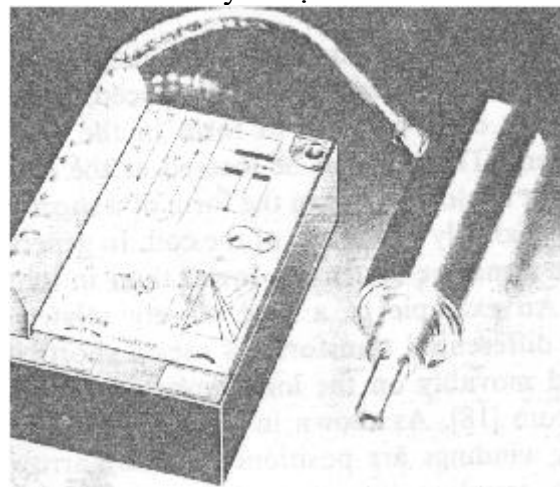
Hình 2.76: Phần tử biến cảm vi sai
a. Sơ đồ nối mạch cầu đo; b. Đặc tuyến.



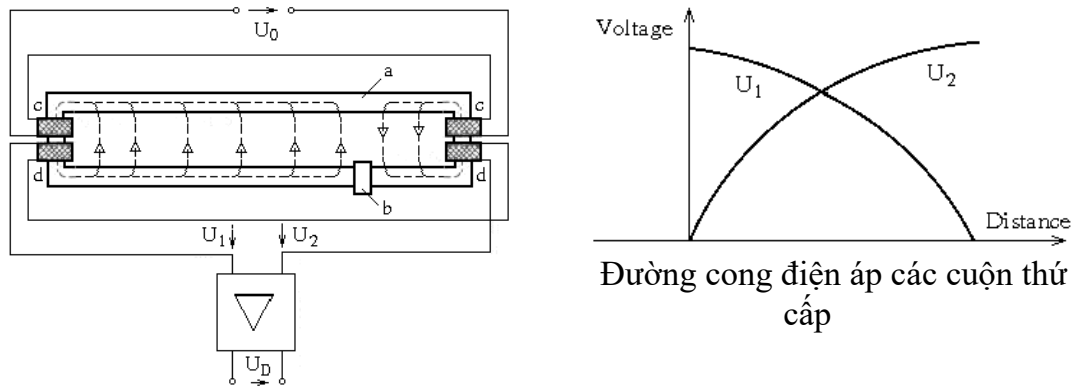
Hình 2.77: Dạng cấu trúc các kiểu phần tử biến cảm tiếp cận.



Hình 2.78: Phần tử biến cảm tiếp cận analog (hãng Vibrometer) dùng cảm biến chuyển dịch.



Hình 2.79: Máy đo di góc ứng dụng phần tử biến cảm (phải), nguồn và mạch nhận dạng (trái).



Hình 2.80: Phần tử biến cảm đo dịch chuyển kiểu biến áp vi sai

Phần tử cảm biến đo dịch chuyển kiểu biến áp vi sai có vòng ngắn mạch (trong đó, vòng a – Lõi từ mềm khép kín; b – Vòng ngắn mạch; c – Các cuộn sơ cấp; d – Các cuộn thứ cấp).

2.2.3 Ứng dụng

Thường được sử dụng làm công tắc hành trình cho các chuyển động tịnh tiến trong các máy công nghiệp như: khống chế hành trình cho các máy dập, các khoảng dịch chuyển của máy cắt gọt kim loại...

2.3 Xác định vị trí và khoảng cách bằng cảm biến điện dung (Capacitance Transducers)

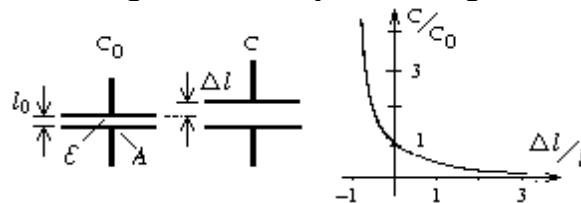
2.3.1 Nguyên lý làm việc

Dựa trên sự thay đổi điện dung khi khoảng cách của hai bản cực tụ điện thay đổi. Khi vật đến gần vào vùng tĩnh điện giữa các bản cực của tụ điện, điện dung của tụ điện trong mạch tạo dao động sẽ thay đổi. Điều này làm cho oscillator bị dao động, tín hiệu này sẽ được Trigger ghi nhận và so sánh biên độ dao động. Nếu biên độ dao động đạt đến giới hạn chuẩn thì Output của cảm biến sẽ thay đổi trạng thái.

Khi vật tiến ra xa vùng cảm biến, biên độ dao động giảm xuống đến khi không dao động nữa thì Output của cảm biến sẽ trở về trạng thái ban đầu.



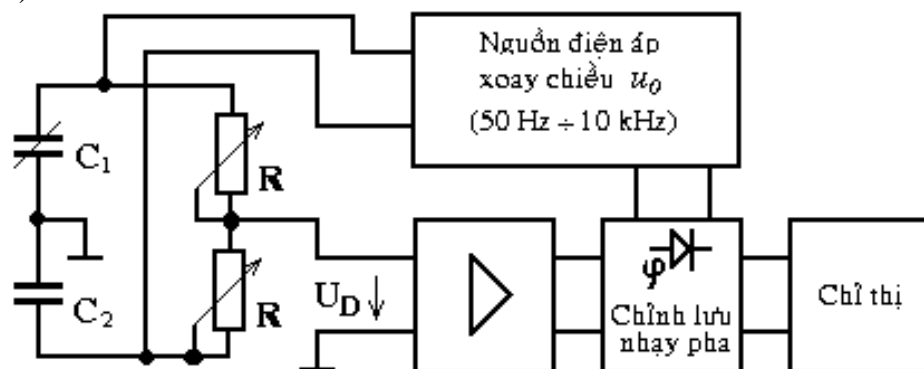
Hình 2.81: Hình dáng thực tế và ký hiệu trong sơ đồ mạch điện



Hình 2.82: Nguyên lý phân tử biến dung đo khoảng cách

Nói cách khác, cảm biến điện dung tạo nên một điện trường, nếu đưa một vật thể dẫn điện lại gần điện trường này, thì vật tác động như một bản cực và làm thay đổi phân bố điện trường. Sự thay đổi điện trường sẽ được phân tử cảm biến tiếp nhận và lượng giá – cho nên ở đây gọi chung là phân tử biến dung.

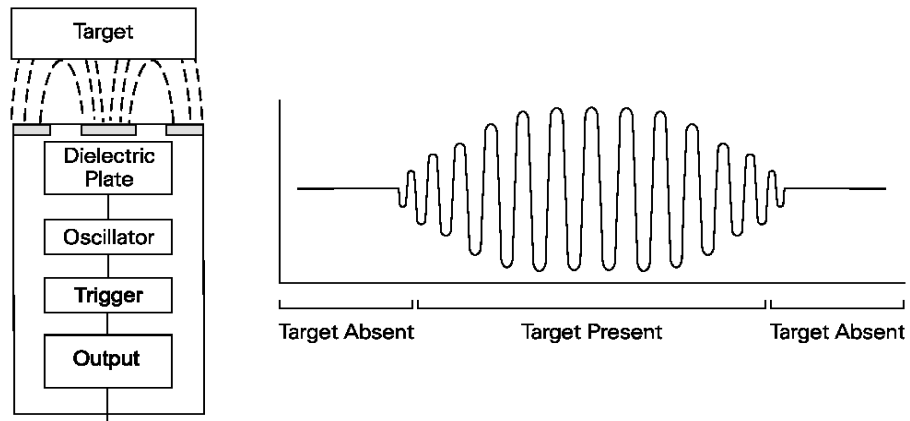
Mối quan hệ rõ ràng giữa các đại lượng kích thước và điện dung tạo cơ sở chế xuất phân tử biến dung có khả năng lượng giá tín hiệu đo theo khoảng cách (hình 2.86).



Hình 2.83: Sơ đồ nguyên lý mạch cầu biến dung.

2.3.2 Cấu tạo

Cấu tạo : gồm 4 phần chính



Hình 2.84: Cấu tạo cảm biến điện dung

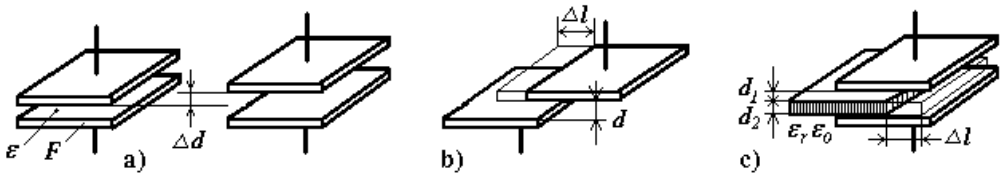
Probe: bản cực

Oscillator: bộ tạo dao động

Trigger : mạch ghi nhận tín hiệu

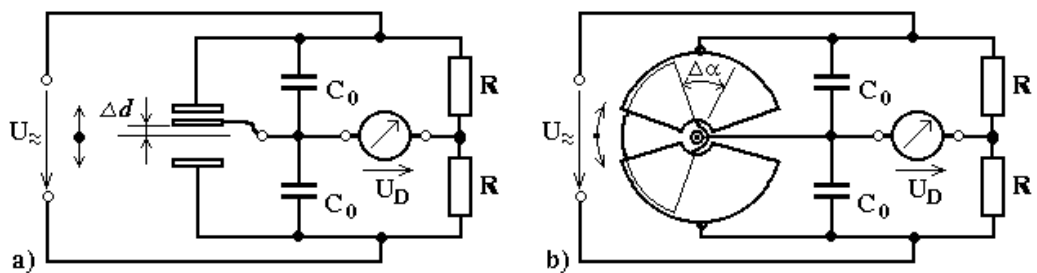
Output circuit : mạch điện đầu ra

Điểm khác chính là Capacitive sử dụng các bản cực thay vì cuộn dây

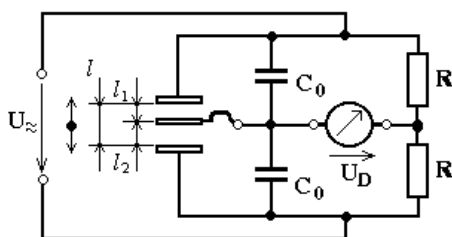


Hình 2.85: Nguyên lý cấu trúc cơ bản của các phần tử biến dung.

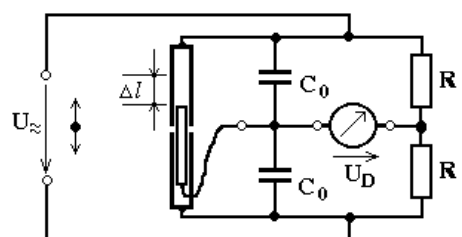
Sơ đồ mạch điện:



Hình 2.86: Sơ đồ mạch cầu với phần tử biến dung.

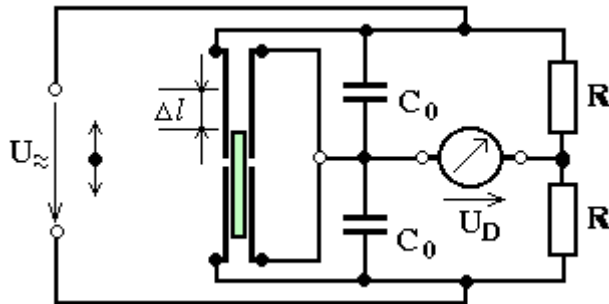


Kiểu vi sai

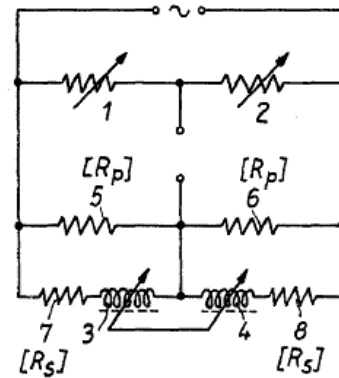


Kiểu vi sai thay đổi diện tích bản cực.

Hình 2.87: Sơ đồ mạch cầu dùng cho phần tử cảm biến điện dung vi sai



Hình 2.88: Sơ đồ cầu lệch với phần tử biến dung vi sai thay đổi



Hình 2.89: Sơ đồ mạch cầu với 2 phần tử thay đổi

2.3.3 Ứng dụng

Ưu điểm:

- Cấu tạo đơn giản
- Có thể cảm nhận được các vật thể dẫn điện, không dẫn điện, mức chất lỏng, vật thể nhẹ hay nhỏ.
- Tốc độ đáp ứng nhanh.
- Tuổi thọ và độ ổn định với nhiệt độ cao.

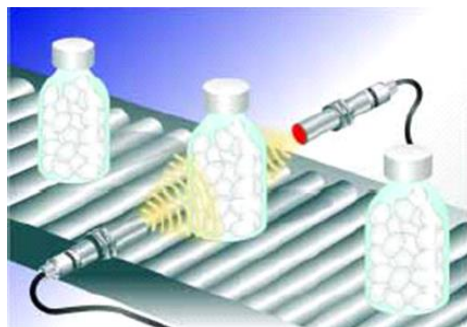
Nhược điểm

- Bị ảnh hưởng bởi độ ẩm, sương, sự thay đổi điện môi.
- Dây nối cảm biến phải ngắn để không ảnh hưởng đến điểm cộng hưởng của bộ dao động.

Ứng dụng

- Báo hiệu mức chất lỏng trong quy trình đóng gói các loại chất lỏng như: quy trình đóng hộp sữa, các loại hoá chất, nước giải khát...
- Điều khiển các container hàng hoá (như glass, plastic...)
- Phát hiện các chỗ uốn quanh, đứt gãy trên đường ống.

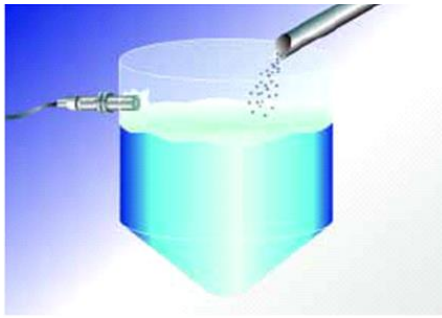
Đếm các loại sản phẩm trong quy trình sản xuất công nghiệp: đếm số lượng thuốc đóng gói, đếm số lô giấy...



Đếm số lượng sản phẩm



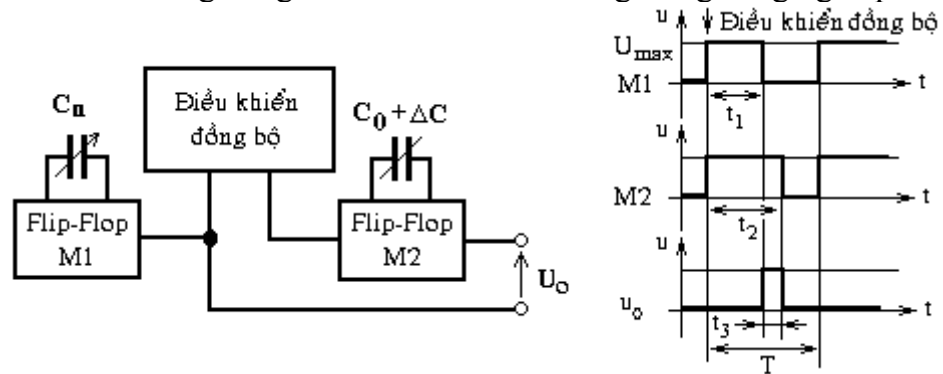
Phát hiện mức sữa trong hộp



Phát hiện mức nước trong bể chứa

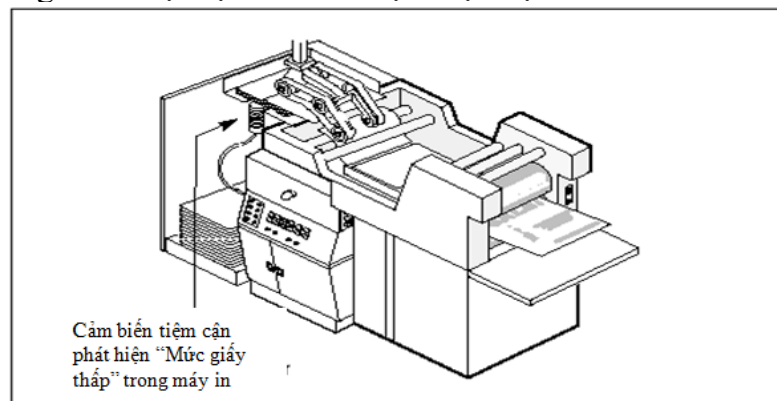
Đếm số lượng cuộn giấy

Hình 2.90: Ứng dụng của cảm biến điện dung trong công nghiệp



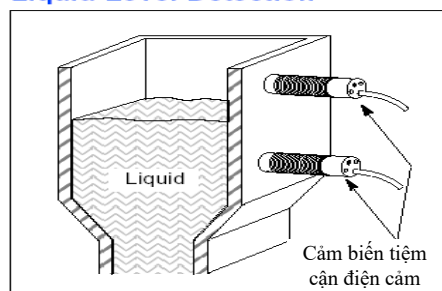
Hình 2.91: Nguyên lý phương pháp xung vi sai xác định biến dung.

Trên thực tế, các phần tử cảm biến điện dung đo khoảng cách và dịch chuyển góc có điện dung biến thiên trong khoảng $(1 \div 500) [pF]$. Nhằm ngăn ngừa trở kháng quá lớn, thường chọn tần số điện nguồn cung cấp khoảng $(0,1 \div 1) [MHz]$. Ngoài ra, phải đảm bảo điện trở cách điện đủ lớn để giảm thiểu sai số điện trở *shunt* phân dòng. Yêu cầu này thường khó đảm bảo được khi tiến hành phép đo ở độ ẩm cao. Ưu thế của cảm biến điện dung so với cảm biến điện trở và điện cảm là ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và có thể đạt được độ chính xác cao.



Hình 2.92: Cảm biến tiệm cận phát hiện vị trí giấy trong khay của máy in

Liquid Level Detection



Hình 2.93: Cảm biến tiệm cận điện dung dùng để phát hiện mức trong bể chứa

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Phân biệt các loại cảm biến điện dung
- Ứng dụng trong công nghiệp

Lý thuyết: Phân biệt nguyên lý làm việc của cảm biến xác định vị trí khoảng cách bằng biến trở, tụ cảm, điện dung.

Ứng dụng cảm biến đo vị trí và khoảng cách trong công nghiệp.

Bài tập 1: Một chiết áp được cấp nguồn 10VDC và đặt ở 82° (tương tự như hình 2.50b). Dải đo của chiết áp 350° . Hãy tính điện áp ra.

Đáp án: Điện áp tại vị trí 82° có điện áp 2.34V

Bài tập 2: Một chiết áp 10k Ω được sử dụng làm cảm biến vị trí. Giả sử thanh trượt của chiết áp nằm ở giữa dải của chiết áp. Hãy tìm sai số của tải khi:

Mạch giao tiếp có điện trở vô cùng lớn.

Mạch giao tiếp có điện trở 100k Ω .

Đáp án:

a. 5V

b. $V = 4.88V$, điện áp sai số $V = 0.12V$. C. THỰC HÀNH

B. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành nhóm, 3 sinh viên/nhóm.

II. Lập bảng vật tư thiết bị.

TT	Thiết bị - Vật tư - Dụng cụ	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3 nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1 chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn điện	AC, DC ; 0 ÷ 20v	1 bộ/2 nhóm
5	Các loại cảm biến tiệm cận	Điện cảm, điện dung...	1 bộ/nhóm
6	Bộ linh kiện cơ bản	R, C, IC....., tải	1 bộ/nhóm
7	Bảng lắp ráp mạch	200x400, mạch in	1 bảng/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

3.1 Giới thiệu mô hình thiết bị và đặc tính kỹ thuật

3.2 Kết nối và cài đặt thiết bị

3.3 Thực hành mô phỏng quá trình làm việc

Các dạng sai hỏng thường gặp. Nguyên nhân – Biện pháp khắc phục:

STT	Các dạng sai hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Hệ thống không làm việc	Kiểm tra lại sơ đồ kết nối
2	Nhiệt độ tác động không đúng	Kiểm tra giá trị cài đặt, thiết bị

IV. Kiểm tra, đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm chuẩn
Kiến thức	- Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
Kỹ năng	- Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5

	– Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung.	2
<i>Thái độ</i>	– Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	– Hoàn thiện báo cáo thực hành	

BÀI 3: CẢM BIẾN ĐO LƯU LƯỢNG, TRỌNG LƯỢNG VÀ ÁP SUẤT

Mục tiêu

Kiến thức:

- Trình bày một số phương pháp cơ bản để xác định lưu lượng thường dùng trong lĩnh vực điện tử và đời sống.

Kỹ năng

- Ứng dụng được kỹ thuật cảm biến để đo lưu lượng, áp suất.

Thái độ

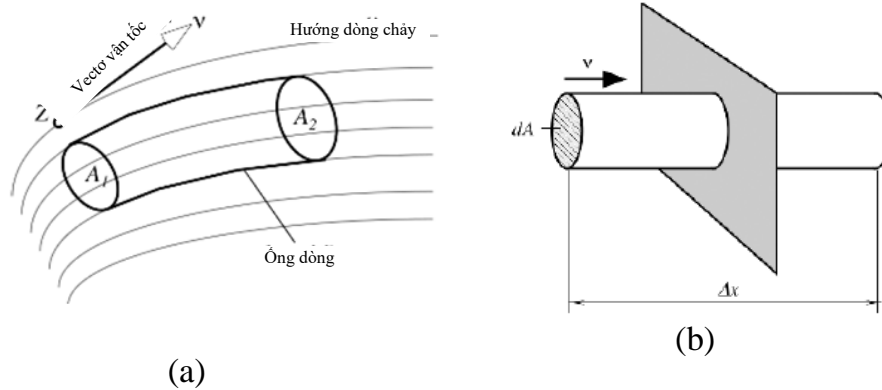
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, logic khoa học, tác phong công nghiệp

1. Đại cương

A. LÝ THUYẾT

1.1 Khái niệm chung về đo lưu lượng

Cảm biến đo lưu lượng thực hiện đo số chất lỏng đi qua một điểm trong một khoảng thời gian nào đó. Thông thường các vật liệu đó là khí hoặc chất lỏng, chất dạng vữa hoặc chất rắn dạng bột đi qua trong một khoảng thời gian nào đó.



Hình 3.1: Ống dòng (a) và dòng chảy trung bình qua mặt phẳng (b)

1.2 Đặc trưng của lưu chất

Môi trường đo khác nhau được đặc trưng bởi tính chất hóa lý và các yêu cầu công nghệ, do đó có nhiều phương pháp đo dựa trên những nguyên lý khác nhau. Số lượng vật chất được xác định bằng khối lượng và thể tích của nó tương ứng với các đơn vị đo hoặc đơn vị thể tích.

Lưu lượng chất được đo bằng thể tích trên đơn vị thời gian:

$$Q_v = \frac{V}{t} \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (3.1)$$

Đơn vị đo: m³/s; m³/giờ; lít/s; lít/ giờ;

Lưu lượng được tính bằng trọng khối trên đơn vị thời gian:

$$Q_m = \frac{m}{t} \left[\frac{kg}{s} \right] \quad (3.2)$$

Hoặc lưu lượng trung bình trong khoảng thời gian:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (3.3)$$

Đơn vị đo: kg/s; kg/ giờ; tấn/ giờ

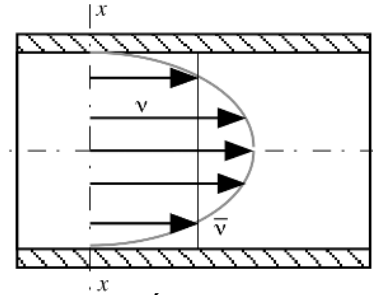
Mối quan hệ giữa áp suất và vận tốc

Tổng năng lượng của bất cứ dòng chất lỏng nào cũng được tạo lên từ 3 thành phần: áp suất, vận tốc và độ cao. Số lượng của mỗi thành phần có thể thay đổi

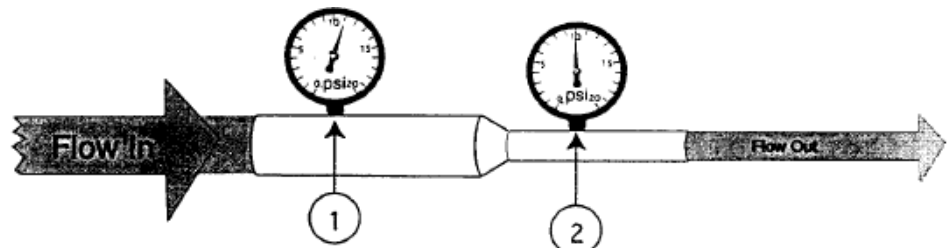
được nhưng tổng năng lượng không đổi trừ khi năng lượng bị lấy đi hay thêm vào chất lỏng.

Nếu lưu lượng thể tích cho trước được cho đi qua một ống nhỏ hơn thì vận tốc sẽ tăng lên và áp suất sẽ giảm đi vì chất lỏng đã trao đổi năng lượng của áp suất cho năng lượng của vận tốc. Nếu lưu lượng thể tích duy trì không đổi, áp suất sẽ thấp hơn nơi chất lỏng di chuyển với tốc độ nhanh nhất.

Độ nhớt, khối lượng riêng và ma sát là các yếu tố quan trọng khi lựa chọn loại cảm biến lưu lượng sao cho phù hợp. Độ nhớt là ma sát của nội trong bản thân vật chất, nó có ảnh hưởng đến sự chuyển động của vật chất khi chảy qua đường ống. Độ nhớt càng cao thì lực cản dòng chảy càng lớn.



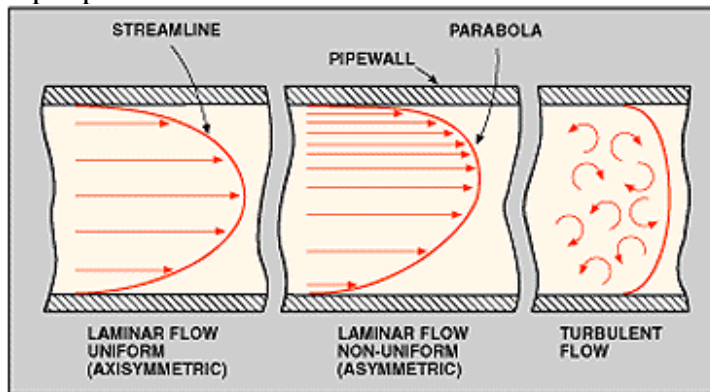
Đặc tính vận tốc của dòng chảy qua ống dòng



Hình 3.2: Áp suất thay đổi khi qua ống nhỏ hơn

Khối lượng riêng, ma sát và độ nhớt có thể ảnh hưởng đến dạng dòng chảy trong ống.

Dạng dòng chảy có thể đoán trước bằng toán học từ đường kính ống, vận tốc dòng chảy, khối lượng riêng và độ nhớt. Hình 3.3 minh họa 3 loại dòng chảy cơ bản. Các ví dụ này là cùng một lưu lượng, chỉ khác nhau về các yếu tố khác của dòng chảy. Hầu hết các thiết kế cảm biến lưu lượng dựa vào dòng chảy hỗn loạn đồng nhất cho các phép đo chính xác.



Hình 3.3: Đặc tính vận tốc dòng chảy qua ống dẫn

1.3 Hiệu chuẩn khối lượng riêng

Khối lượng riêng là khối lượng trên một đơn vị thể tích vật liệu. Khối lượng riêng của chất lỏng là một hàm số của thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nó.

Tỷ trọng (khối lượng riêng) của môi trường ảnh hưởng đến phép đo lưu lượng, trong quá trình sản xuất, tỷ trọng của môi trường không phải là hằng số và ta cần phải hiệu chuẩn tỷ trọng.

Tỷ trọng của chất lỏng tùy thuộc vào nhiệt độ, để hiệu chỉnh sai số tỷ trọng ta chỉ cần hiệu chuẩn nhiệt độ. Trong hơi nước bão hòa hai đại lượng áp suất và

nhệt độ làm thay đổi đường biểu diễn của hơi nước bão hòa. Cả hai có sự ảnh hưởng liên kết lẫn nhau, do đó chỉ cần hiệu chuẩn một đại lượng.

2. Phương pháp đo lưu lượng dựa trên nguyên tắc sự chênh lệch áp suất

2.1 Định nghĩa áp suất

2.1.1 Định nghĩa

Áp suất là tỷ số giữa lực tác động vuông góc lên một mặt với diện tích của nó, là một đại lượng cơ bản để xác định trạng thái nhiệt động học của các chất.

$$p = \frac{dF}{dA} \quad (3.4)$$

dF: lực tác dụng (N)

dA: diện tích thành bình chịu lực tác dụng (m²)

Đối với chất lỏng, áp suất tác động lên cả vách đứng của thùng chứa và đáy.

Áp suất khí quyển: là áp suất được ghi nhận cho biết áp suất trên hay dưới áp suất khí quyển.

Áp suất chân không: là áp suất tuyệt đối.

2.1.2 Đơn vị

Pascal là áp suất phân bố đều trên bề mặt diện tích 1m² với lực tác động vuông góc lên bề mặt đó là 1 Newton.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Mpa} = 1.000.000 \text{ Pa.}$$

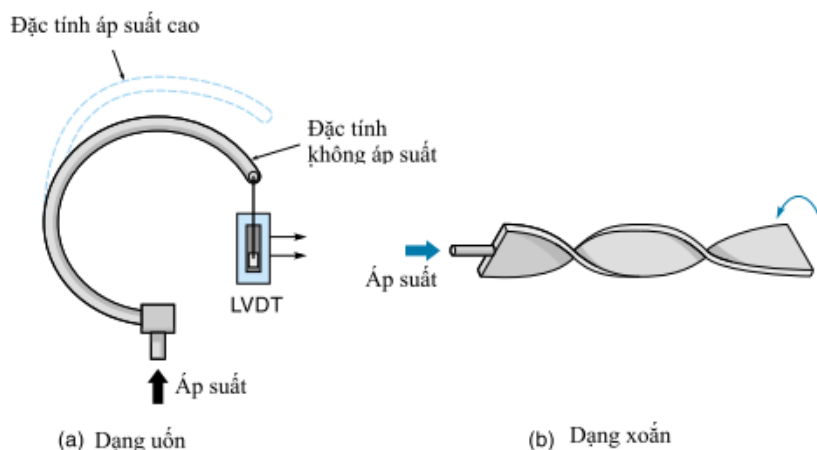
$$1 \text{ bar} = 105 \text{ Pa}$$

2.1.3 Phương pháp đo

Theo nguyên lý làm việc, các thiết bị đo áp suất có thể chia thành áp suất chất lỏng và áp suất chất khí. Chúng được đo theo phương pháp trực tiếp hoặc phương pháp gián tiếp (không tiếp xúc với vật cần đo).

Đo áp suất bằng phương pháp trực tiếp: Là phương pháp đo mà áp suất tác động trực tiếp lên cảm biến. Tín hiệu ra của cảm biến phản ánh áp suất cần đo, những cảm biến áp dụng phương pháp đo này: cảm biến áp điện, cảm biến áp từ, cảm biến áp trở...

Đo áp suất bằng phương pháp đo gián tiếp: Là phương pháp đo biến dạng của thành bình dưới tác động của áp suất. Các khâu dẫn động dịch chuyển như lò xo ống, thanh dẫn ống, ống xiphong, màn đàn hồi...sau đó đo độ dịch chuyển suy ra được áp suất.



Hình 3.4: Cảm biến dạng ống Bourdon

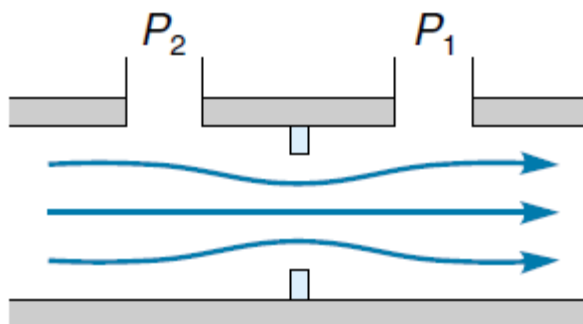
Cấu tạo cảm biến áp suất thường gồm 2 phần:

- Phần thứ nhất: bộ chuyển đổi áp suất thành một lực hoặc độ dịch chuyển.
- Phần thứ hai: chuyển đổi lực hay độ dịch chuyển thành tín hiệu điện.

Áp suất chỉ có thể được thực hiện đo chất khí hoặc chất lỏng, phép đo đơn giản nhất là thiết bị đo áp suất do sự chênh lệch áp suất cần đo và áp suất môi trường, phức tạp hơn một chút đó là đo sai lệch áp suất giữa hai điểm mà ở đó bỏ qua phép đo áp suất không khí.

2.2 Bộ phận tạo nên sự chênh lệch áp suất

Kiểu cảm biến lưu lượng được sử dụng phổ biến nhất là dựa vào phép đo áp suất rơi trên một đoạn ống thu hẹp. Các cảm biến dựa vào sự thu hẹp đường ống này cho kết quả có độ chính xác cao.



Hình 3.5: Cảm biến đo lưu lượng dựa vào áp suất

Nguyên lý đo dựa vào áp suất của chất lỏng chuyển động tỷ lệ với lưu lượng, áp suất được xác định bằng cảm biến áp suất, chiều chuyển động của chất đo và lưu lượng có thể tính được.

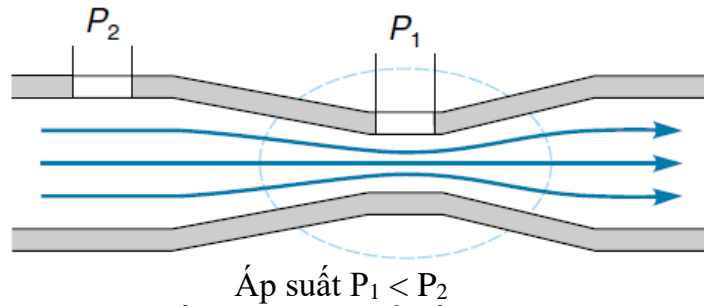
Cảm biến lưu lượng kiểu tấm đục lỗ (hình 3.2) đơn giản là hạn chế bề mặt diện tích dịch chuyển trong ống, điều này gây ra giảm áp suất trong dòng chảy. Cảm biến này yêu cầu có 2 lỗ áp suất, một phần ở trên và ở dưới để hạn chế áp suất, lưu lượng tỷ lệ với áp suất sai lệch giữa những lỗ này và được tính bằng công thức:

$$Q = CA\sqrt{\frac{2g}{d}(P_2 - P_1)} \quad (3.5)$$

Trong đó

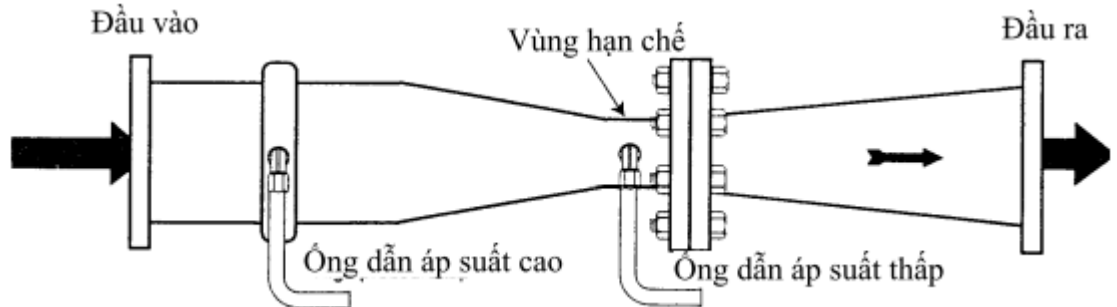
- Q – Lưu lượng (m³)
- C – Hệ số giải phóng
- A: Mật độ diện tích

d : Mật độ trọng lượng của chất lỏng
 P_1, P_2 là sai lệch áp suất trong ống
 g : Gia tốc rơi tự do



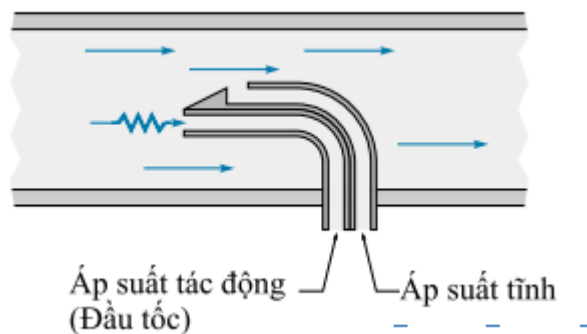
Hình 3.6: Cảm biến lưu lượng kiểu ống Venturi

Một cảm biến lưu lượng dựa vào áp suất khác sử dụng ống Venturi để tạo ra áp suất sai lệch được minh họa trong hình 3.6. Ống Venturi là bộ hạn chế từ từ trong đường ống, nó làm tăng tốc độ chất lỏng trong vùng bị hạn chế. Vùng này có tốc độ cao hơn và áp suất nhỏ hơn. Lưu lượng tỉ lệ với sự sai lệch áp suất giữa P_2 và P_1 . Cảm biến lưu lượng ống Venturi có khuynh hướng giữ dòng chảy êm hơn nhưng cảm đĩa màng và ống Venturi đều gây ra giảm áp suất trong ống.



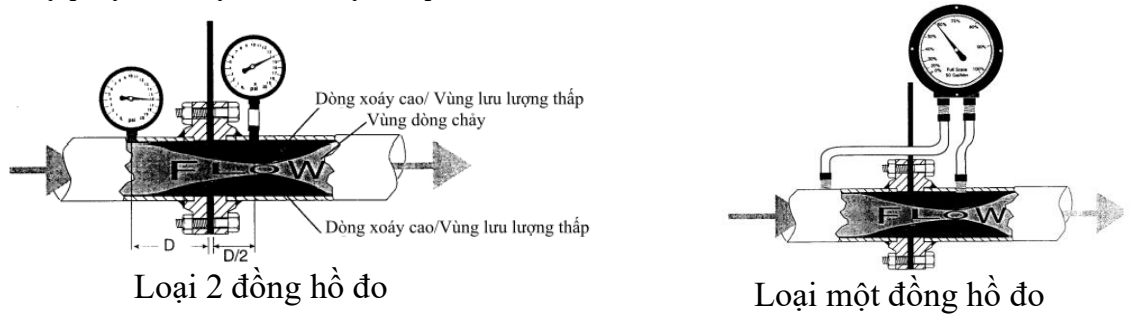
Hình 3.7: Ứng dụng cảm biến Venturi thực tế

Ngoài ra, cảm biến lưu lượng dựa vào áp suất còn sử dụng cảm biến kiểu Pitot. Ống Pitot là một ống hở nhỏ mà nó đưa vào trong dòng chảy (hình 3.7). Đầu đo thực tế gồm 2 ống: một ống cho dòng chảy và đưa ra áp suất động (thường gọi là đầu tốc) và một đầu mở vuông góc với dòng chảy và đưa ra áp suất tĩnh. Áp suất động luôn lớn hơn áp suất tĩnh, sự sai lệch giữa hai áp suất tỷ lệ với tốc độ và đó chính là lưu lượng. Ống Pitot thường được dùng cho bộ chỉ thị áp suất máy bay và tàu hỏa.



Hình 3.8: Cảm biến lưu lượng kiểu ống Pitot

2.3. Bộ phận đo sự chênh lệch áp suất.



Hình 3.9: Đồng hồ đo chênh áp

Đồng hồ đo chênh áp suất giữa hai phía của đường ống hoặc thiết bị cảm biến áp suất chênh lệch. Đồng hồ áp suất được đặt phía trước vùng giới hạn và cái còn lại đặt ở nơi dòng chảy hẹp nhất và có vận tốc cao nhất. Vận tốc dòng chảy đi qua vùng giới hạn có thể được tính toán từ việc đo chênh lệch nếu đặc tính vật chất chảy qua ống là biết trước. Khi dòng chất lỏng tăng gấp đôi thì độ chênh lệch áp suất tăng 4 lần (quan hệ áp suất lưu lượng là một hàm căn bậc 2).

2.4 Mạch ứng dụng

Trong công nghiệp, cảm biến áp suất dùng để đo áp lực của dầu, lò nhiệt, áp suất nước, nồi hơi, đo lưu lượng dòng chảy trong ống dẫn...

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Ứng dụng cảm biến áp suất trong thực tế
- Các mạch điều khiển ứng dụng cảm biến áp suất trong công nghiệp.

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành 6 nhóm, 3 sinh viên/nhóm.

II. Lập bảng vật tư thiết bị.

Bảng 3.1: Bảng vật tư thiết bị

TT	Thiết bị - Vật tư - Dụng cụ	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3 nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1 chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn điện	AC, DC ; 0 ÷ 20v	1 bộ/2 nhóm
5	Các loại cảm biến áp suất, lưu lượng		1 bộ/nhóm
6	Bộ linh kiện cơ bản	R, C, IC....., tải	1 bộ/nhóm
7	Bảng lắp ráp mạch	200x400, mạch in	1 bảng/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

- Chuẩn bị và kiểm tra các thiết bị, vật tư.
- Thực hành cảm biến áp suất, lắp mạch theo sơ đồ (mạch lực và mạch điều khiển), nối tải.
- Tạo các tín hiệu vào cho cảm biến, quan sát hiển thị giá trị trên LED 7 thanh.

3.1 Đặc tính kỹ thuật của thiết bị

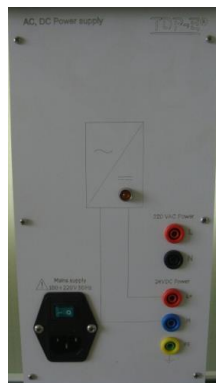
- Vùng áp suất định mức: 0 – 100.0kPa
- Vùng áp suất cài đặt và hiển thị: -5 – 100.0kPa
- Vùng áp suất Max: gấp 2 lần áp suất định mức
- Điện áp nguồn cấp: 12- 24VDC
- Tín hiệu ra điều khiển: NPN
- Tín hiệu analog: 1 – 5VDC $\pm 2\%$ FS
- Phương pháp hiển thị LED 7 thanh
- Đơn vị áp suất: kPa, kgf/cm², bar, psi

3.2 Mô hình thiết bị

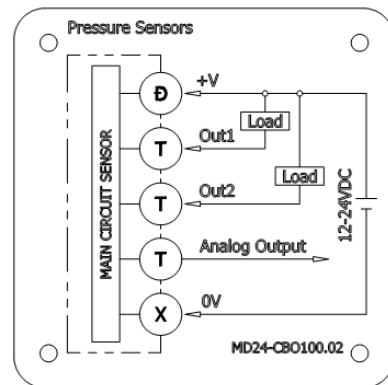
Kiểu mô phỏng: áp suất khí thay đổi theo thể tích



Hình 3.10: Module thực hành đo áp suất



Nguồn cấp



Sơ đồ đấu nối dây

Hình 3.11: Module cấp nguồn và sơ đồ đấu nối

3.3 Phương pháp thực hành về cảm biến áp suất với module

Cấp nguồn 1 chiều 12 – 24VDC thông qua hộp kết nối cảm biến.

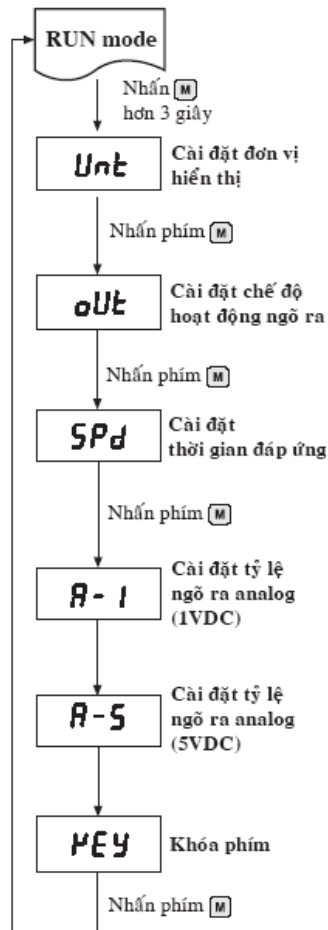
Trong bộ cảm biến áp suất, xilanh được nối với đồng hồ đo của cảm biến, có 4 vật với 4 mức tạo áp suất khác nhau.

Đầu tiên mở van cho không khí đi vào xilanh, sau đó đóng van và cho lần lượt các vật tạo áp suất lên. Khi có vật tác dụng lên xilanh, xilanh sẽ bị nén xuống, tạo ra áp lực trong ống, cảm biến nhận biết và đưa ra tín hiệu trên bộ hiển thị.

Cảm biến sau khi đo được áp suất sẽ đưa trạng thái ra hai đầu ra điều khiển, trạng thái của hai đầu ra này phụ thuộc vào chế độ cài đặt của cảm biến.

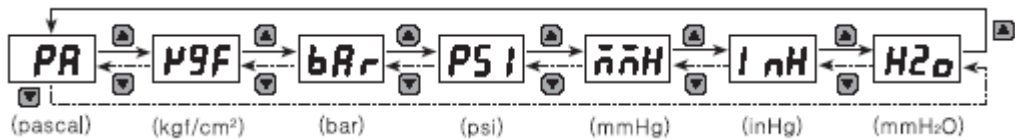
Ngoài ra cảm biến còn có một chân tín hiệu analog có khoảng tín hiệu 1 – 5V ứng với dải áp suất đo được.

Các bước cài đặt tín hiệu cho cảm biến



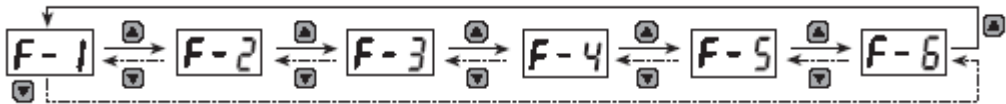
Hình 3.12: Cài đặt tín hiệu

+ Các đơn vị có thể cài đặt hiển thị cho cảm biến



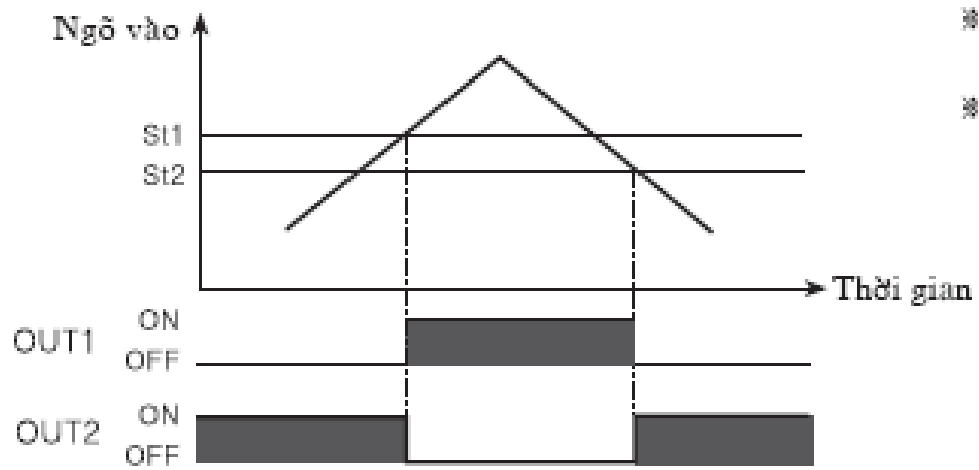
Hình 3.13: Cài đặt đơn vị

+ Các chế độ cài đặt cho đồng hồ



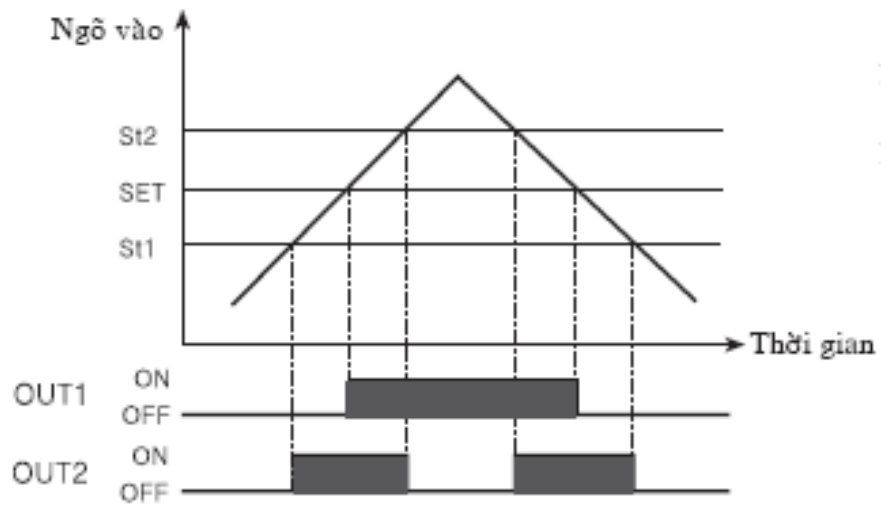
Hình 3.14: Cài đặt chế độ

- Chế độ 1 (F1) độ trễ



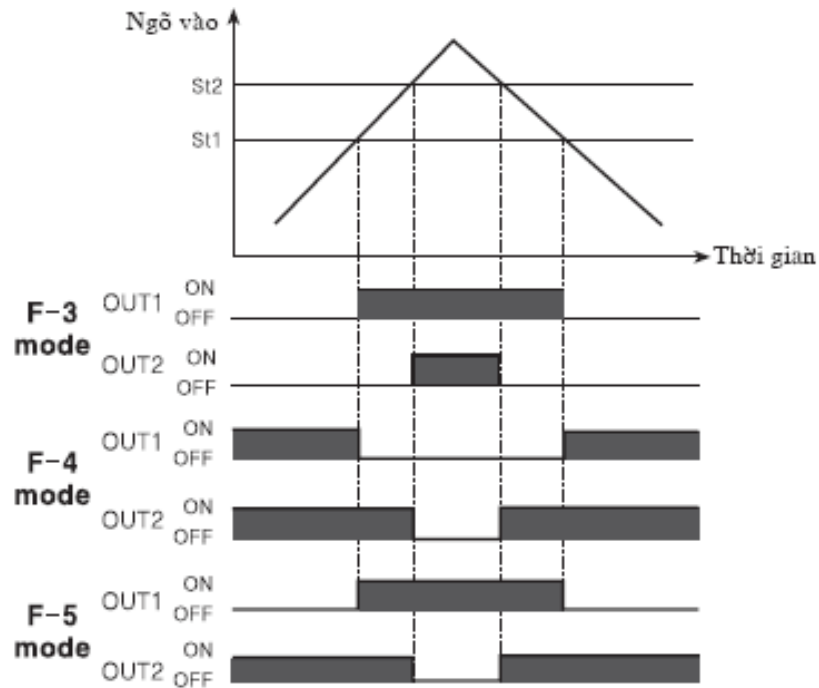
Hình 3.15: Chế độ trễ

- Chế độ 2 (F2) cài đặt độ nhạy tự động



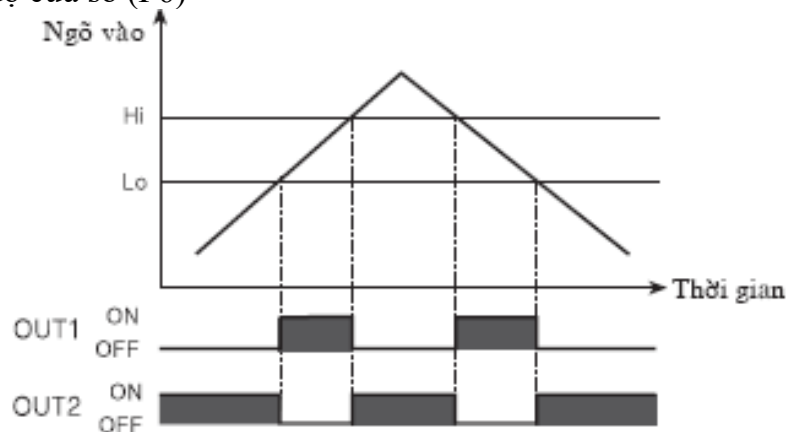
Hình 3.16: Chế độ nhạy tự động

- Chế độ hai tín hiệu ra độc lập (F3, F4, F5)



Hình 3.17: Chế độ tín hiệu ra độc lập

▪ Chế độ cửa sổ (F6)



Hình 3.18: Chế độ cửa sổ

- + Cài đặt thời gian đáp ứng, đây là khoảng thời gian đáp ứng khi giá trị áp suất nằm đạt đến các ngưỡng tác động của cảm biến.
- + Cài đặt áp suất ứng với tín hiệu ra 1V
 - Giá trị áp suất được cài đặt tại đây sẽ trả về giá trị điện áp là 1VDC thông qua tín hiệu ra Analog
- + Cài đặt áp suất ứng với tín hiệu ra 5V
 - Giá trị áp suất được cài đặt tại đây sẽ trả về giá trị điện áp là 5VDC thông qua tín hiệu ra Analog
- + Cài đặt khoá phím điều khiển, chức năng này cho phép người cài đặt khoá các phím điều khiển của cảm biến khi cảm biến hoạt động.

IV. Kiểm tra, đánh giá

<i>Mục tiêu</i>	<i>Nội dung</i>	<i>Điểm chuẩn</i>
Kiến thức	- Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
Kỹ năng	- Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5
	- Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung.	2
Thái độ	- Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	- Hoàn thiện báo cáo thực hành	

3. Phương pháp đo lưu lượng bằng tần số dòng xoáy

A. LÝ THUYẾT

3.1 Nguyên tắc hoạt động

Phương pháp đo lưu lượng tần số dòng xoáy dựa trên hiệu ứng phát sinh dòng xoáy khi một vật cản nằm trong lưu chất. Các dòng xoáy xuất hiện tuần tự và bị dòng chảy cuốn trôi.

Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự tự sinh ra và biến mất của các dòng xoáy bên cạnh vật cản, dòng xoáy hình thành phía sau vật cản khi một vật được đặt trong một dòng chảy, phía sau đó hình thành dòng chảy không liên tục.

Cảm biến độ xoáy sử dụng một đặc tính khác của chất lỏng để xác định lưu lượng. Khi một dòng chất lỏng chảy nhanh tác động vào một dầm đứng đặt vuông góc với dòng chảy sẽ tạo ra vùng xoáy. Tốc độ tạo xoáy trong dòng chất lỏng tăng lên khi lưu lượng tăng. Các cảm biến lưu lượng kiểu xoáy này được tạo ra để hoạt động với chất lỏng, khí hoặc hơi.

Tần số biến mất của dòng xoáy (hoặc tần số xuất hiện) là một hiệu ứng dùng để đo lưu lượng bằng thể tích)

Hằng số Strouhal S :

$$S = \frac{fb}{v} \quad (3.6)$$

Trong đó: b – đường kính vật cản

f – tần số dòng xoáy

v – vận tốc dòng xoáy

Với điều kiện S không phụ thuộc trị số Reynold:

$$Q_v = \frac{1}{S} b.A.f \quad (3.7)$$

A – diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy

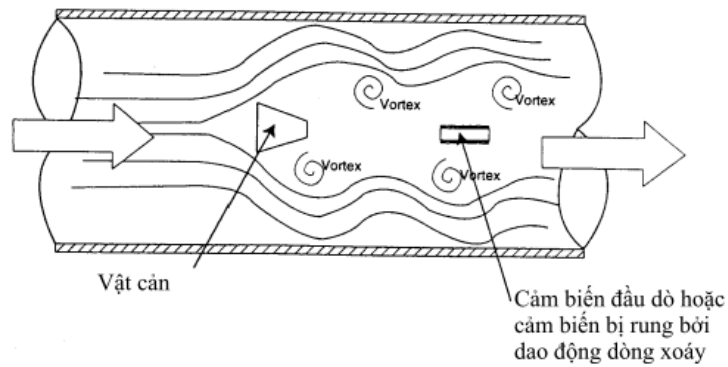
Cảm biến lưu lượng dòng xoáy thường gồm 3 phần:

- Thân gián đoạn dòng chảy – có chức năng tạo ra các kiểu xoáy định trước tùy thuộc vào hình dáng thân.

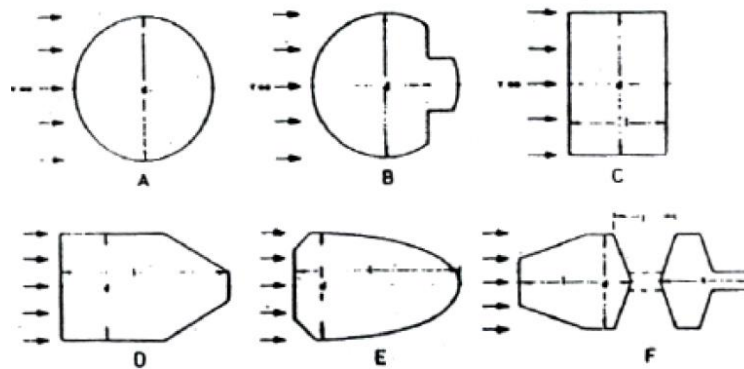
- Một cảm biến bị làm rung bởi dòng xoáy, chuyển đổi sự rung động này thành các xung điện.

- Một bộ chuyển đổi và truyền tín hiệu đơn (transmitter) – có chức năng gửi tín hiệu đã được hiệu chuẩn đến các thành phần khác của vòng điều khiển. Một kiểu dòng chảy tiêu biểu trong đường ống chứa các phần tử cảm biến độ xoáy.

Để hình thành một con đường dòng xoáy có tính xác định và lặp lại thật tốt, vật cản có hình dáng phải được cấu tạo sao cho trong một khoảng trị số Reynold khá rộng mà trị số Strouhal vẫn là một hằng số.

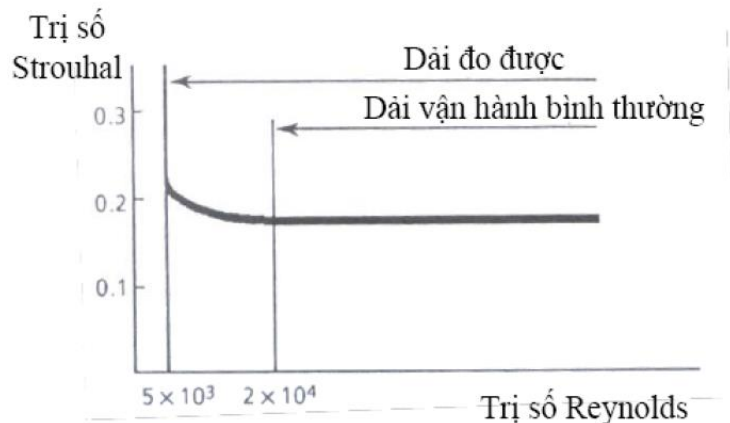


Hình 3.19: Nguyên lý hoạt động



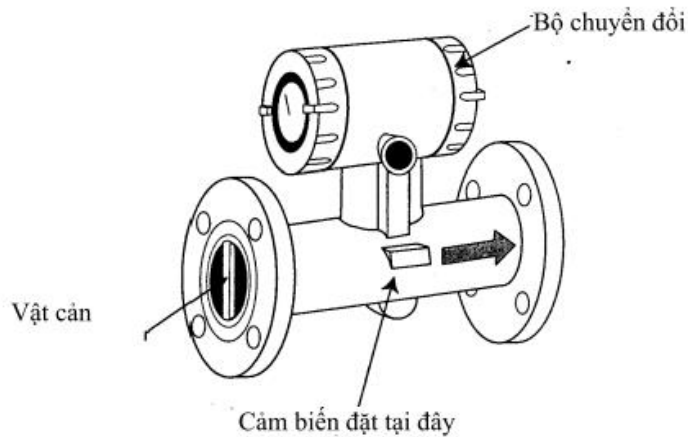
Hình 3.20: Hình dáng vật cản

Mối liên hệ giữa trị số Reynold và Strouhal với hai vật cản khác nhau. Đối với vật cản có hình dạng lăng kính thì trị số S khá ổn định trong suốt một dải trị số R_e khá rộng

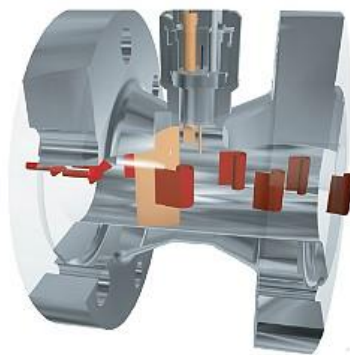


Hình 3.21: Trị số Strouhal là hàm của trị số Reynold

3.2 Một số ứng dụng của cảm biến đo lưu lượng với nguyên tắc tần số dòng xoáy.



Hình 3.22: Cảm biến kiểu Vortex đặc trưng



Mặt cắt ngang



Hình dáng thực tế

Hình 3.23: Mặt cắt cảm biến kiểu Vortex

4. Cảm biến đo trọng lượng (Load cell)

4.1 Nguyên lý, cấu tạo và phân loại cảm biến đo trọng lượng

4.1.1 Nguyên lý

Cảm biến trọng lượng dùng để đo lực cơ khí, các lực lớn hoặc nhỏ (các vật có trọng lượng lớn hoặc áp lực tác động lớn/ nhỏ. Trong hầu hết các trường hợp, chúng bị biến dạng do tác động lực gây nên, biến dạng này dùng cảm biến để đo chứ không đo trực tiếp lực tác động. Độ biến dạng quá nhỏ, khi toàn bộ sự căng hoặc sự nén được đo, lực do nó gây ra biến dạng có thể được xác định các thông số cơ khí của hệ. Tỷ số giữa lực và độ biến dạng là một hằng số cho mỗi một loại vật liệu được định nghĩa bởi định luật Hooke:

$$F = K.X \quad (3.8)$$

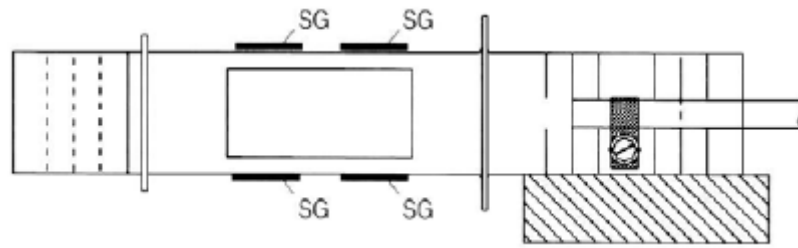
K – Hằng số độ cứng của vật liệu

F – Lực tác dụng

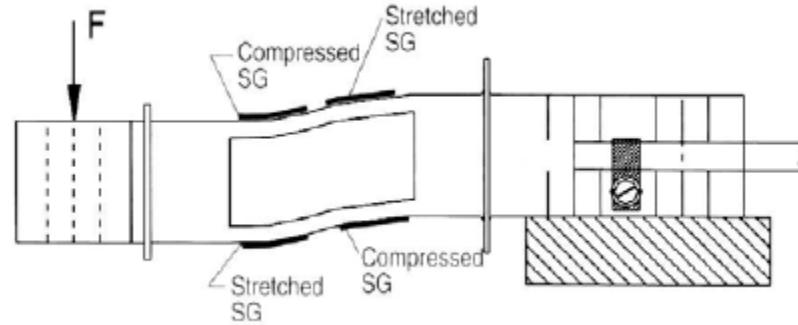
X – Độ dãn hoặc nén do lực tác dụng



Hình 3.24: Cảm biến trọng lượng

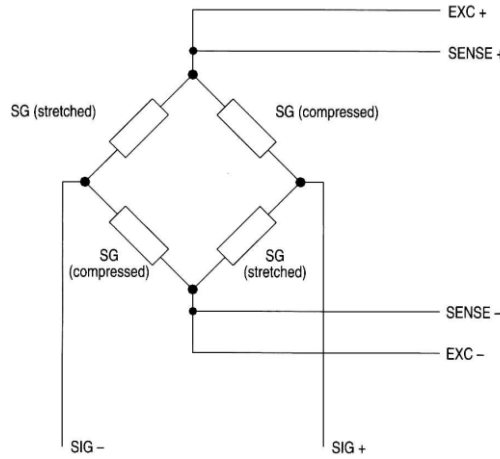


a. Khi chưa có tải



b. Khi có tải

Hình 3.25: Sơ đồ minh họa ví dụ nguyên lý làm việc của cảm biến trọng lượng.

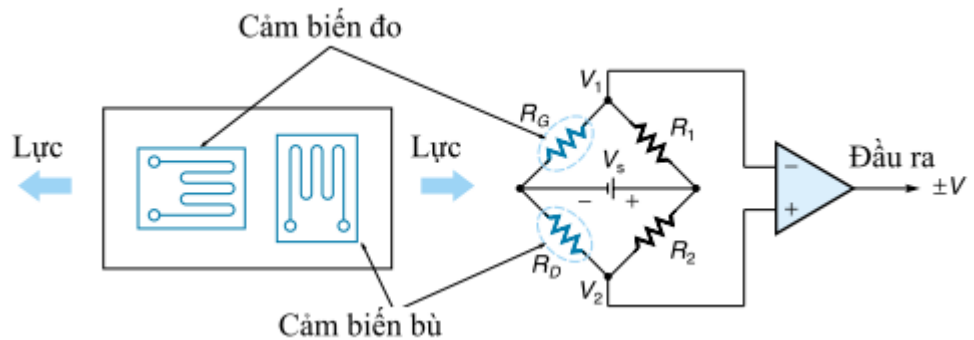


Hình 3.26: Sơ đồ nguyên lý của cầu đo Wheatstone

4.1.2 Phân loại

Cảm biến dạng dây dán

Cảm biến biến dạng dây dán có thể được sử dụng để đo lực trong dải rộng từ 101b đến nhiều tấn. Nó bao gồm 1 dây nhỏ (0.001 inch) bố trí theo hình zích zắc một vài lần và được ép trong giấy mỏng bảo vệ (hình 3.27).



Phân bố dây đo

Mạch cầu để đo

Hình 3.27: Cấu tạo cảm biến lực

Ngày nay có nhiều loại mới dùng mạch in để tạo ra dạng dây. Toàn bộ cảm biến biến dạng được dán chắc chắn lên cấu trúc đối tượng và sẽ phát hiện ra bất

kỳ sự biến dạng nào đặt lên nó. Cảm biến được đặt sao cho các dây nằm cùng chiều với biến dạng muốn đo.

Nguyên lý hoạt động: Nếu đối tượng căng ra, cảm biến bị kéo ra và làm dài dây ra, dây không những dài ra một chút mà còn ngắn đi. Cả hai tác động khiến cho tổng trở của dây tăng do đó ta có thể tính được độ dài của cảm biến lực (và đối tượng nó được dán vào) thông qua công thức:

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad (3.9)$$

Trong đó:

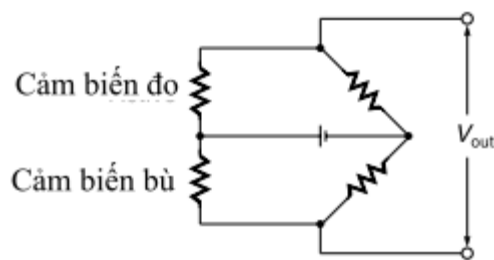
R – Điện trở dây dẫn (ở 200C)

ρ – Điện trở suất (hằng số phụ thuộc vào vật liệu)

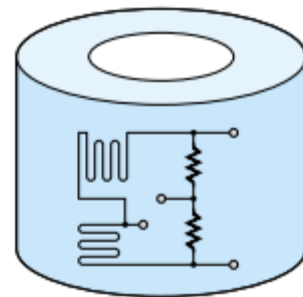
l – Chiều dài của dây dẫn.

A – Thiết diện ngang của dây

Thay đổi điện trở trong cảm biến lực nhỏ ($\leq 1\Omega$) do đó thường dùng mạch cầu để đo. Sự thay đổi nhỏ điện trở có thể gây ra một sự thay đổi tương đối lớn về tỷ lệ điện áp đặt lên cầu. Cầu ban đầu cân bằng $V_1 = V_2$, sau khi điện cảm biến lực thay đổi làm thay đổi điện áp ($V_1 - V_2$).



Cảm biến đo và cảm biến lực bù được đặt gần với nhau để loại trừ ảnh hưởng của nhiệt độ



Cảm biến trọng lượng với cảm biến lực và cầu đo

Hình 3.28: Cấu hình của cảm biến lực dạng bù

Cảm biến lực bù bao gồm cảm biến lực bù và cảm biến đo được đặt gần với nhau sao cho nó nhận được cùng nhiệt độ nhưng có hướng vuông góc với cảm biến đo để đảm bảo lực không làm biến dạng dây của nó.

Khi đó, điện áp V_1 và V_2 đặt lên cầu:

$$V_1 = \frac{V_s \cdot V_G}{R_1 + R_G} \quad \text{và} \quad V_2 = \frac{V_s \cdot V_D}{R_2 + R_D} \quad (3.10)$$

$$\text{Điện áp ngang } \Delta V = V_1 - V_2 = V_s \left(\frac{V_G}{R_1 + R_G} - \frac{V_D}{R_2 + R_D} \right) \quad (3.11)$$

Giả sử các giá trị điện trở cân bằng với nhau, khi đó:

$$\Delta V = V_s \frac{\Delta R}{4R + 2\Delta R} \quad (3.12)$$

Thực tế, $4R \gg 2\Delta R$ nên $4R + 2\Delta R \sim 4R$ khi đó (3.11) được biến đổi thành

$$\Delta R = \frac{4R \Delta V}{V_s} \quad (3.13)$$

ΔR – Sự thay đổi của điện trở trong biến dạng

R – Điện trở định mức trong cầu

ΔV – Điện áp sai lệch giữa 2 điểm cần đo

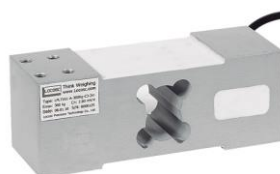
VS – Điện áp nguồn cấp cho cầu

Khi đó, mối quan hệ giữa điện trở biến dạng và điện trở đặt cầu – thể hiện mối quan hệ giữa ứng suất và độ biến dạng tương ứng trong đối tượng đo.

Các bộ chuyển đổi lực cảm biến biến dạng (được gọi là load cell) là các thiết bị hoàn thiện mà có thể gắn vào bất cứ đâu của hệ thống cần đo.

Ứng dụng điển hình cho các cảm biến trọng lượng là giám sát trọng lượng của vật.

Một số hình ảnh cảm biến trọng lượng điển hình trong thực tế:



Load cell dạng đế kép

Load cell dạng trụ

Hình 3.29: Cảm biến trọng lượng trong thực tế



Hình 3.30: Các loại cảm biến trọng lượng của Siemens

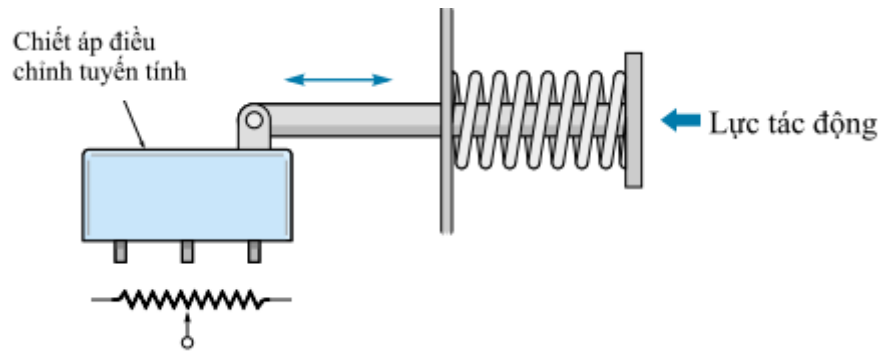
4.1.3 Cảm biến lực bán dẫn

Cảm biến lực bán dẫn là lá vật liệu Silic được dán lên vật, khi vật bị kéo căng, Silic bị giãn ra và điện trở của nó tăng (tuy nhiên sự thay đổi điện trở này theo hàm phi tuyến)

4.1.4 Cảm biến lực nhỏ

Cảm biến dạng lực nhỏ có thể đo được các lực nhỏ nếu chúng được gắn vào chất mềm dẻo như cao su thì một lực nhỏ sẽ gây ra sự thay đổi đáng kể hình dạng và điện trở.

Một cách khác có thể tạo lên một cảm biến lực nhỏ với một lò xo và một chiết áp dịch chuyển tuyến tính (hình 3.31). Lò xo nén một khoảng cách tỷ lệ với lực tác dụng và khoảng cách này được đo bằng chiết áp.

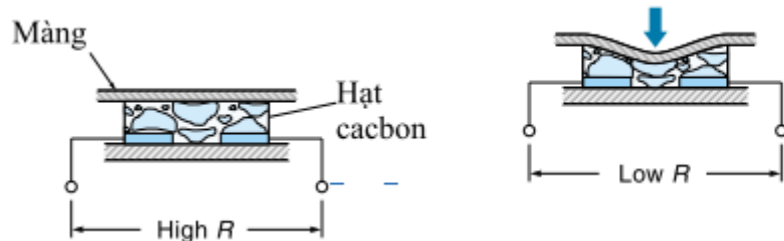


Hình 3.31: Cảm biến lực sử dụng chiết áp tải lò xo

Ví dụ: Cơ cấu kẹp robot để giữ một cốc nước không trượt và không làm vỡ.

Ngoài ra, một cảm biến tiếp xúc lực rất nhỏ cũng có thể được tạo ra sử dụng bột dẫn điện. Nguyên lý này được sử dụng trong bàn phím màng được minh họa hình 3.32. Bột dẫn điện là cao su bột mềm được thấm các hạt cacbon rất nhỏ. Khi bị xiết chặt, các hạt cacbon được ép lại với nhau và điện trở của vật liệu bị giảm. Vì vậy, điện trở tỷ lệ với lực tác dụng.

Ứng dụng thực tế: Bàn phím di chuột của máy tính xách tay, cảm biến tiếp xúc robot



Trạng thái không tác động

Trạng thái tác động

Hình 3.32: Cảm biến bột dẫn điện

4.2. Mạch ứng dụng

Trong thực tế, cảm biến lực được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp: cân đo trọng lượng trong trạm đóng gói xi măng, trạm trộn xi măng...

Trong dân dụng, cảm biến trọng lượng được ứng dụng đóng gói thức ăn, cân điện tử, đo lực, đo momen....



Cân định lượng trong trạm đóng gói xi măng



Máy đóng gói thức ăn



Hệ thống cân xe có trọng tải lớn

Hình 3.33: Ứng dụng cảm biến trọng lượng

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Phân loại cảm biến trọng lượng.
- Nguyên lý làm việc của cảm biến trọng lượng, ứng dụng trong công nghiệp.

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành nhóm, 4 sinh viên/nhóm.

II. Lập bảng vật tư thiết bị.

STT	Thiết bị - Vật tư	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1 chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Bộ thực hành cảm biến trọng lượng	Kèm theo tài liệu	1 bộ/nhóm
6	Thiết bị hiển thị LED 7 thanh	Kèm theo thiết bị	1 thiết bị/nhóm
7	Thiết bị, dụng cụ vật tư lắp đặt		1 bộ/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

Thực hành lắp mạch thí nghiệm cảm biến trọng lượng

Đặc tính kỹ thuật của moduel cảm biến trọng lượng:

Nguồn cấp : 0 đến 10VDC

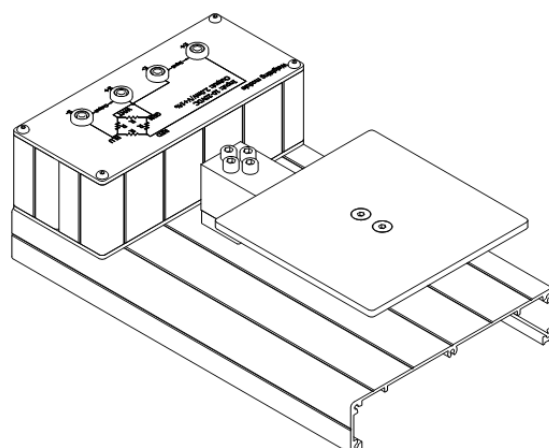
Kết cấu nhôm khối

Dài đo tối đa cho phép: 60kg

Cấp bảo vệ IP65

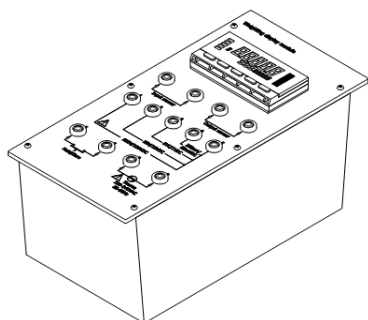


Cảm biến trọng lượng



Cảm biến trọng lượng Loadcell

Hình 3.34: Cảm biến trọng lượng



Đồng hồ hiển thị trọng lượng

Nguồn cấp: 100 – 240VAC 50/60Hz

Phương pháp hiển thị: LED 7 thanh

Dài đo: -19999 – 99999

Quá trình lấy mẫu: 20ms (50 lần /s)

Thời gian phản hồi của đầu ra so sánh: tối đa 100ms

Cấp bảo vệ: phần vỏ phía sau: IP20, các đầu nối IP00

Nguyên lý hoạt động của module thực hành:

Cảm biến hoạt động dựa trên nguyên lý cầu điện trở. Khi cấp nguồn cho cầu và cảm biến đang ở trạng thái bình thường thì điện áp đầu ra của cầu bằng 0.

Sau khi cảm biến bị kéo, nén... làm biến dạng giá trị điện trở của cảm biến sẽ thay đổi và làm mất sự cân bằng trên cầu, khi đó đầu ra của bộ cảm biến sẽ có điện áp, điện áp này tỷ lệ với lực làm biến dạng cảm biến.

Màn hình hiển thị .

Nguồn cấp : 100 đến 240VAC 50-60Hz

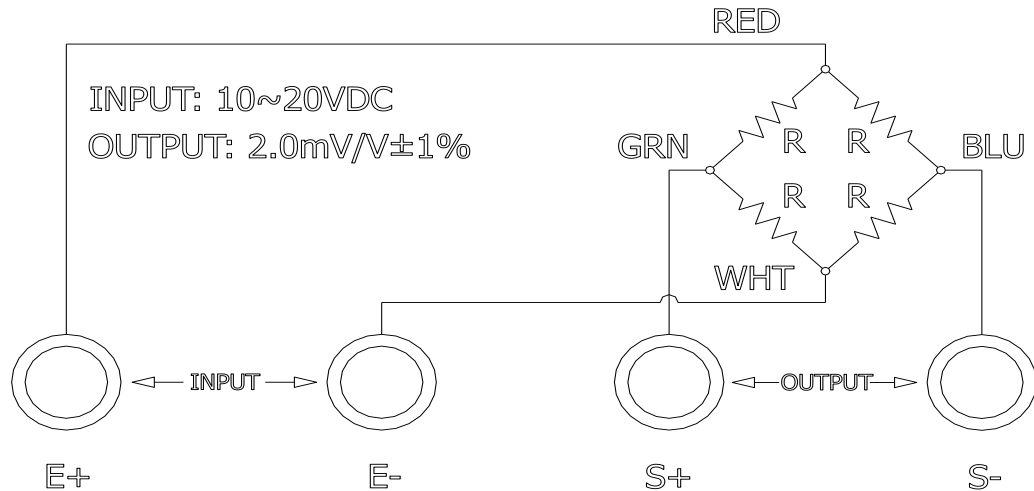
Phương thức hiển thị: LED 7 thanh

Thời gian phản hồi của đầu ra so sánh : tối đa 100ms.



Hình 3.35: Màn hình hiển thị

Bước 1: Kết nối với cảm biến theo sơ đồ hình 3.36



Hình 3.36: Sơ đồ kết nối

E+ : chân cấp nguồn 10VDC

E- : cấp cấp nguồn 0V

S+ : chân kết nối với đồng hồ hiển thị

S- : chân kết nối

Bước 2: Kết nối hộp cảm biến với đồng hồ hiển thị trọng lượng.

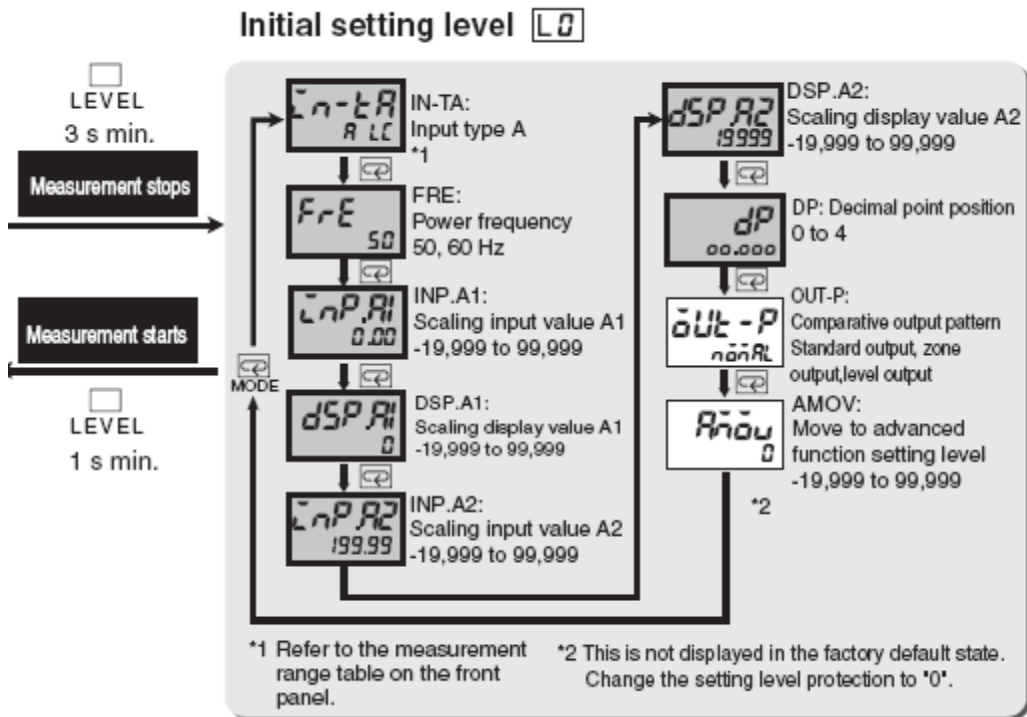
Bước 3: Cấp nguồn cho hệ thống.

Khi đặt một vật lên bộ cảm biến, cảm biến load cell sẽ phát hiện, xác định được khối lượng của vật, đưa tín hiệu hiển thị trên đồng hồ.

Các bước kết nối tín hiệu:

TT	Thực hiện	MĐ nguồn	Module hiển thị	MĐ cảm biến
1	Kết nối nguồn	L	A1	
		N	A2	
2	Kết nối tín hiệu cảm biến		B5	E+
			B6	E-
			E3	S+
			E6	S-

Bước 4: Cài đặt hiển thị cho đồng hồ



Hình 3.37: Cài đặt hiển thị đồng hồ

Khi bộ hiển thị đang ở chế độ đo, ấn và giữ phím Level 3s để truy cập vào thông số các đặt.

IN-TA: chọn dải tín hiệu đầu vào của cảm biến (xem bảng)

Fre: đặt tần số của nguồn điện cấp.

InP.A1: Giá trị đo được của điểm đo đầu tiên, thường đây sẽ là điểm 0 của hệ thống.

dSP.A1: giá trị hiển thị ứng với giá trị đo được tại InP.A1

InP.A2: Giá trị đo được của điểm đo số 2, giá trị này sẽ được đo bằng cách đặt một khối lượng chuẩn lên bộ cảm biến.

dSP.A2: giá trị hiển thị ứng với giá trị đo được tại InP.A2

dP: Đặt các số sau dấu phẩy

Bảng dải hoạt động của các cảm biến

Kiểu đầu vào	Tham số cài đặt	Dải hoạt động	Chân kết nối
A	A LC	0.00 – 199.99mV	E2 – E6
B	b LC	0.000 – 19.999mV	E3 – E6
C	C LC	±100.00 mV	E4 – E6
D	d LC	±199.99 mV	E5 – E6

IV. Kiểm tra, đánh giá

<i>Mục tiêu</i>	<i>Nội dung</i>	<i>Điểm chuẩn</i>
<i>Kiến thức</i>	– Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến	1
<i>Kỹ năng</i>	– Thực hành lắp đặt đúng theo quy trình và vận hành được.	5
	– Đo và ghi lại các giá trị dòng, áp, dạng xung.(tín hiệu ra của cảm biến, mạch thực hành)	2
<i>Thái độ</i>	– Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện tốt vệ sinh công nghiệp.	2
	– Hoàn thiện báo cáo thực hành	

BÀI 4: CẢM BIẾN ĐO VẬN TỐC VÒNG QUAY VÀ GÓC QUAY

Mục tiêu

Kiến thức:

Trình bày các phương pháp đo, nguyên lý của một số cảm biến thông dụng

Kỹ năng

- Lắp ráp được một số mạch đo ứng dụng dùng các loại cảm biến trên.

Thái độ

- Phát huy tính tích cực chủ động, sáng tạo, tác phong công nghiệp.

1. Một số phương pháp đo vận tốc vòng quay cơ bản

A. LÝ THUYẾT

1.1 Đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp analog

Cảm biến đo vận tốc vòng quay và góc quay rất quan trọng trong quá trình đảm bảo an toàn như theo dõi hoạt động của các máy móc, thiết bị, động cơ.

1.1.1 Máy phát điện một chiều

Roto của máy phát điện một chiều quay trong từ trường của nam châm vĩnh cửu, điện áp trên cực máy phát tỉ lệ với tốc độ quay của nó. Cực tính điện áp đầu ra xác định được chiều quay.

Roto là một lõi thép gồm nhiều lớp ghép lại có các rãnh quấn dây, trục của roto gắn với trục của đối tượng đo. Trên roto được quấn một hay nhiều cuộn dây. Khi roto quay, điện thế tự cảm sinh ra trong cuộn dây tỷ lệ với vận tốc vòng quay, máy phát tốc độ nối cùng trục với phanh hãm điện từ và cùng trục với động cơ do đó tốc độ quay của nó chính là tốc độ quay của động cơ, tốc độ này tỉ lệ với điện áp của máy phát tốc độ. Nếu các điểm nối với cuộn dây được đảo cực bằng một bộ chuyển mạch mỗi khi điện thế trở về không, điện thế đầu ra tỷ lệ với vận tốc vòng quay, giá trị điện áp âm hay dương phụ thuộc vào chiều quay.

$$E_p = -\frac{\omega}{2\pi} N\phi_0 = -nN\phi_0 \quad (4.1)$$

Trong đó :

N là tổng số dây chính trên roto

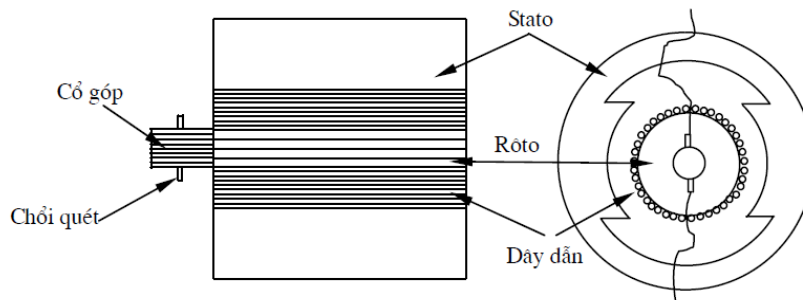
ω là vận tốc góc của roto.

n là vòng quay của một giây.

Φ_0 là từ thông xuất phát từ cực nam châm xuyên qua cuộn dây.

Sức điện động được lấy ra qua các chổi than tiếp xúc với vành góp. Ứng dụng đo tốc độ quay của động cơ, máy phát điện có dải đo từ vài trăm ÷ 3000v/f.

Các phần tử cấu tạo cơ bản của một tốc độ kế dòng một chiều như hình 4.1



Hình 4.1: Cấu tạo của máy phát điện một chiều

1.1.2 Tốc độ kế xoay chiều

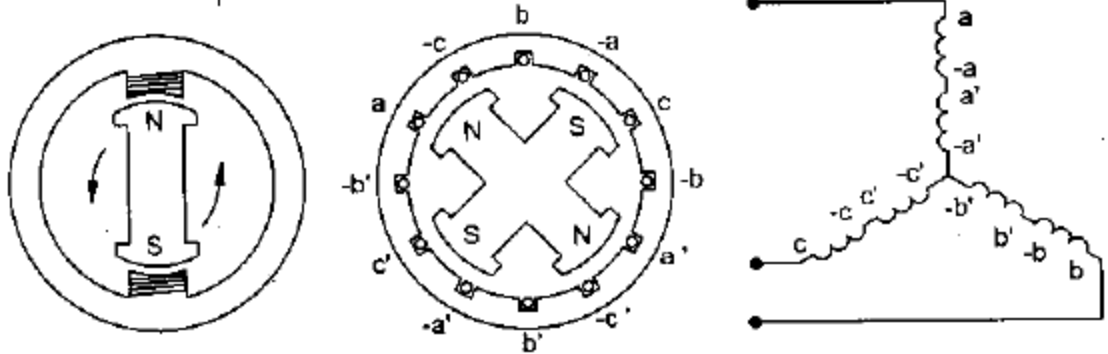
Tốc độ kế xoay chiều có ưu điểm là không có cổ góp điện và chổi than nên có tuổi thọ bền hơn, không có tăng, giảm điện áp trên chổi than. Xong nhược

điểm là mạch điện phức tạp hơn, ngoài ra để xác định biên độ cần phải chỉnh lưu và lọc tín hiệu.

- Máy phát đồng bộ: là một loại máy phát điện xoay chiều cỡ nhỏ (hình 4.2), rôto của máy phát được gắn đồng trục với thiết bị cần đo tốc độ, rôto là một nam châm hoặc nhiều nam châm nhỏ, stato gồm các cuộn dây cảm ứng quấn trên lõi thép. Khi rôto quay, tín hiệu ra là điện áp xoay chiều có tần số tỷ lệ với tốc độ quay.

$$f = \frac{a \cdot n}{60} \quad (4.2)$$

a – Số đôi cực; n – Tốc độ quay; f – Tần số



Hình 4.2: Sơ đồ cấu tạo của máy phát tốc xoay chiều

Tín hiệu điện áp ra của phần cảm, có thể là 1 pha hoặc 3 pha, là nơi cung cấp suất điện động hình sin có biên độ tỉ lệ với tốc độ quay của rôto.

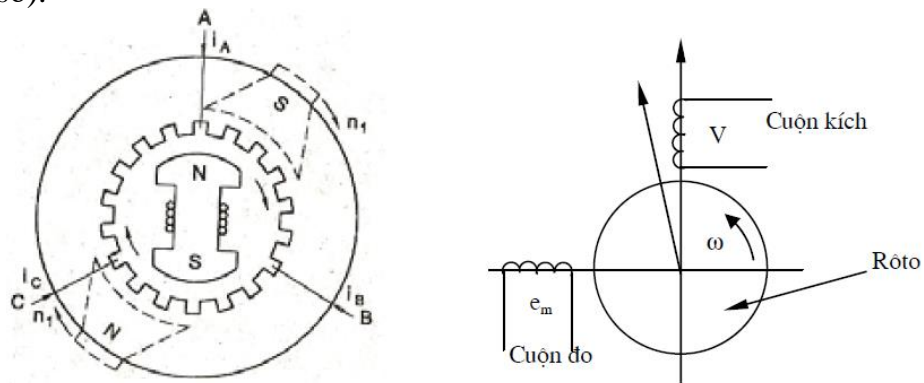
$$e = E_0 \sin \Omega t \quad ; \quad E_0 = K_1 \cdot \omega, \quad \Omega = K_2 \cdot \omega \quad (4.3)$$

Trong đó:

E_0 : Suất điện động cảm ứng trong rôto

K_1 và K_2 là các thông số đặc trưng cho máy phát.

Ở đầu ra điện áp được chỉnh lưu thành điện áp một chiều, điện áp này không phụ thuộc vào chiều quay và hiệu suất lọc giảm đi tần số thấp, tốc độ quay có thể xác định được bằng cách đo tần số của sức điện động. Phương pháp này rất quan trọng khi khoảng cách đo lớn, tín hiệu từ máy phát đồng bộ có thể truyền đi xa và suy giảm tín hiệu trên đường đi không ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo (vì đo tần số).

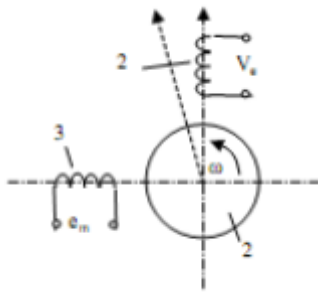


Hình 4.3: Cấu tạo máy phát tốc không đồng bộ

Máy phát không đồng bộ: Cấu tạo của máy phát không đồng bộ tương tự như động cơ không đồng bộ (hình 4.3).

Rôto là 1 hình trụ bằng kim loại mỏng được quay với vận tốc cần đo, khối lượng và quán tính không đáng kể, stato làm bằng thép lá từ tính, trên có đặt 2

cuộn dây được bố trí như hình vẽ 4.4, cuộn thứ nhất là cuộn kích từ, được cung cấp một điện áp định mức có biên độ và tần số không đổi.



Hình 4.4: Sơ đồ cấu tạo của máy phát không đồng bộ

- 1) Cuộn kích;
- 2) Rôto;
- 3) Cuộn đo

V_e : biên độ điện áp

$$\text{Do } E_m = k\omega V = k' \omega \quad (4.6)$$

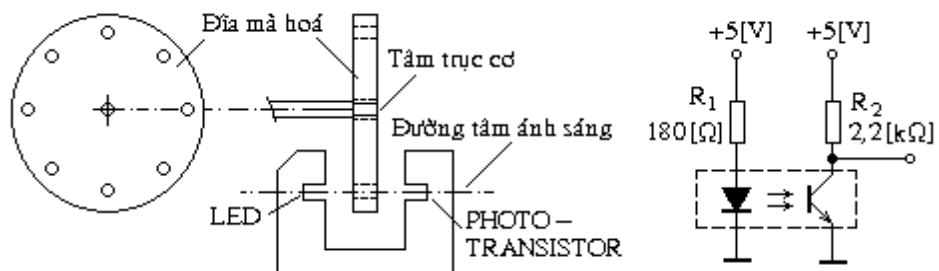
Mà k là hằng số phụ thuộc vào cấu trúc của máy;

Φ là độ lệch pha; khi đó E_m sẽ xác định được ω .

1.2 Đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp quang điện từ

Cảm biến đo tốc độ quay hay còn gọi là máy đo gia tốc góc là những thiết bị có tín hiệu đầu ra của nó tỷ lệ với tốc độ góc quay. Ứng dụng những cảm biến này được sử dụng trong điều khiển tốc độ động cơ hoặc được sử dụng trong các hệ thống điều khiển vị trí nhằm nâng cao hiệu suất của chúng.

Dùng bộ cảm biến quang tốc độ với đĩa mã hóa để đo tốc độ vòng quay: Là phần tử cảm biến tốc độ quay dùng cảm biến quang với đĩa mã hóa. Tốc độ quay được xác định theo nguyên lý của một trong hai phương pháp cơ bản xác định vị trí và dịch chuyển: thông qua số xung đếm ứng với chuyển vị cơ bản của cảm biến. Nguồn sáng được lắp đặt sao cho ánh sáng liên tục được tập trung xuyên qua đĩa, bộ phận thu nhận ánh sáng được lắp đặt ở mặt còn lại của đĩa sao cho có thể nhận được ánh sáng.



Hình 4.5: Cảm biến quang đo tốc độ với đĩa mã hoá:

- a). Nguyên lý cảm biến;
- b). Nguyên lý photo-transistor.

Hình 4.5 sử dụng bộ cảm biến quang: một đĩa mã hoá được đặt giữa nguồn phát tia hồng ngoại (diode quang LED) và đầu thu (photo-transistor). Tốc độ quay n được xác định theo biểu thức:

$$n = \frac{60N}{4N_0 T_n} \quad [\text{vòng/phút}] \quad (4.7)$$

Trong đó: T_n - chu kỳ điều chỉnh tốc độ = chu kỳ đếm xung, [s];

N_0 - số xung trong một vòng quay = độ phân giải của cảm biến;

N – số xung đếm trong khoảng thời gian T_n .

Để xác định chiều quay, cần sử dụng bộ cảm biến kép (hai đĩa mã hoá, hai LED và hai photo-transistors).

Khuyết điểm: cần nhiều lỗ để nâng cao độ chính xác nên dễ làm hư hỏng đĩa quay.

1.2.1 Đo tốc độ sử dụng bằng cảm biến vị trí

Tốc độ là sự thay đổi vị trí của nó, mối liên hệ giữa tốc độ góc và vị trí dịch chuyển bằng công thức:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} \quad (4.8)$$

Trong đó:

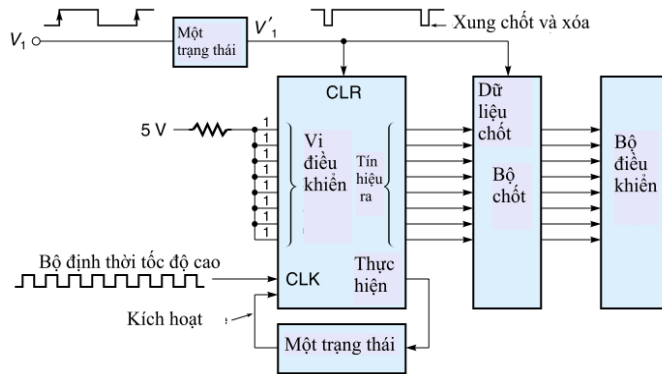
ω : Tốc độ

$\Delta\theta$: Sự thay đổi tốc độ góc

Δt : Khoảng thời gian tương ứng với sự thay đổi tốc độ góc.

θ_1, θ_2 : Tương ứng với các vị trí góc.

t_1, t_2 : Các thời điểm tương ứng với vị trí góc θ_1, θ_2 .



Hình 4.6: Mạch đếm khoảng thời gian giữa hai rãnh (xác định tốc độ góc từ encoder xung)

Đo tốc độ có thể sử dụng thực hiện bằng 2 cách từ một cảm biến: sử dụng chiết áp hoặc xác định thời gian giữa các rãnh khi đĩa quay. Tốc độ chậm thì khoảng cách thời gian này dài.

Nguyên lý làm việc của sơ đồ mạch trên: Tín hiệu ra từ encoder V_1 được sử dụng làm tín hiệu vào của đồng hồ đo thời gian (Timer), V_1 kích một xung ngắn để tạo ra xung V_1' , xung V_1' có phần âm dùng để xóa bộ đếm. Khi V_1' trở lên cao (loại bỏ xung xóa), một xung nhịp tốc độ cao được đếm bởi bộ đếm. Khi xung kích của rãnh tiếp theo được hình thành, dữ liệu bộ đếm đã được chuyển đến bộ chốt (Latch) và sau đó bộ đếm được xóa và thực hiện quá trình lặp lại.

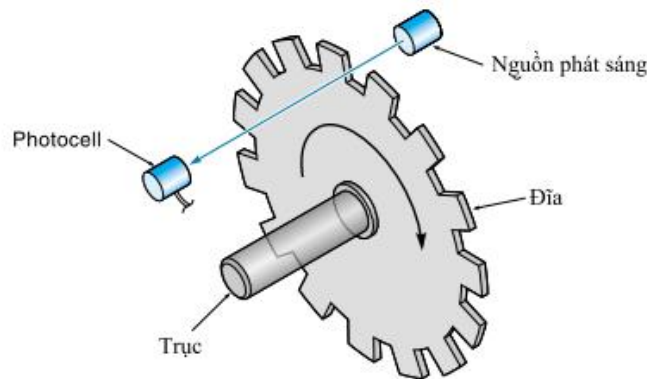
Bộ điều khiển đọc dữ liệu đếm từ chốt dữ liệu, giá trị đếm tỷ nghịch với tốc độ góc. Khi tốc độ chậm thì số đếm lớn, điều này có nghĩa rằng tốc độ đếm thấp, bộ đếm có thể đếm tràn và bắt đầu đếm lại từ đầu. Như vậy, khi đĩa dừng hoàn toàn thì cuối cùng bộ đếm nào cũng sẽ tràn. Để giải quyết vấn đề này, mạch điện đặc biệt sử dụng xung kích thích khác, khi bộ đếm đầy, một xung kích thích dùng để nạp tất cả các bit về 1.

1.2.2 Encoder quay quang

Encoder quay quang đưa ra thông tin về vị trí trực tiếp dưới dạng số, cần bộ chuyển đổi tương tự - số.

Encoder quay quang gồm một đĩa xẻ rãnh được gắn vào trục, một nguồn phát sáng và tế bào quang điện (photocell) được bố trí thẳng hàng sao cho chùm sáng

đi qua các rãnh khi đĩa quay. Góc của trục quay được suy ra từ đầu quay của tế bào quang điện.



Hình 4.7: Encoder tuyệt đối quang (Absolute Optical Encoder)

Encoder tuyệt đối quang sử dụng một đĩa được mã hóa theo các rãnh đồng tâm (hình 4.7). Mỗi tia sáng riêng biệt được chiếu đến một rãnh của từng tế bào quang điện. Mỗi tế bào quang điện đưa ra một bit cho đầu ra số. Encoder hình 4.8 có đầu ra 4 bit với các bit LSB nằm ở ngoài cùng. Đĩa này được chia thành 16 vùng nên độ phân giải của đĩa $\frac{360^0}{16} = 22.5^0$. Muốn độ phân giải cao hơn thì cần phải chọn đĩa có nhiều rãnh.

Ví dụ: 8 rãnh có 256 trạng thái, độ phân giải: $\frac{360^0}{256} = 1.4^0 / \text{trạng thái}$.

10 rãnh tương ứng 1024 trạng thái, độ phân giải: $\frac{360^0}{1024} = 0.35^0 / \text{trạng thái}$.

Ưu điểm của loại này chính là đầu ra dạng số, giống như chiết áp, nó luôn đưa ra giá trị góc tuyệt đối. Điều này ngược với encoder xung chỉ đưa ra giá trị tương đối.

Nhược điểm: giá thành cao vì yêu cầu nhiều tế bào quang điện và việc bố trí chúng phải hết sức chính xác.

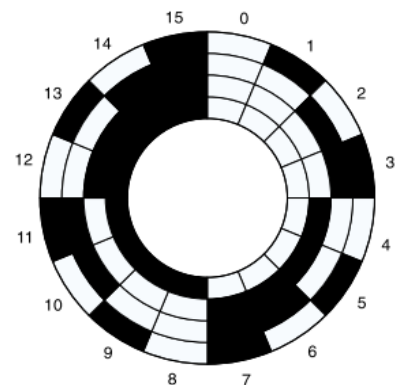
Trong quá trình sử dụng, nếu encoder tuyệt đối quang không được chỉnh định vị trí chính xác thì nó có thể đưa ra dữ liệu hoàn toàn sai lệch.

Ví dụ:

Khi chuyển trạng thái từ 0111 sang trạng thái 1000, nếu cảm biến không đặt chính xác theo một đường thẳng thì trạng thái B_1 bị lệch ra khỏi hàng và nó chuyển trạng thái từ 1 sang 0 trước các cảm biến khác. Điều này dẫn đến giá trị cảm biến đưa ra sẽ là 0101 do đó giá trị đưa về sẽ nhận thông tin sai về góc đo.

Encoder tuyệt đối quang sử dụng mã Grey

Sử dụng loại này thay thế cho encoder tuyệt đối quang sử dụng mã nhị phân nhằm tránh xảy ra tình trạng lỗi như trên, khi một bit bất kỳ thay đổi giữa hai vùng, nếu các tế bào quang điện bị lệch ra khỏi hàng thì đầu ra có thể chuyển trạng thái sớm hoặc muộn, khi đó giá trị sai số không bao giờ lớn hơn giá trị 1 LSB khi sử dụng mã này.

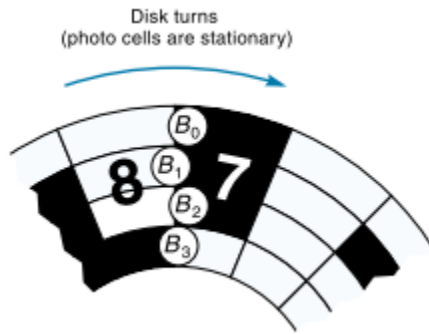


Hình 4.8: Encoder tuyệt đối quang sử dụng mã hóa nhị phân trực tiếp

1.2.3 Encoder xung

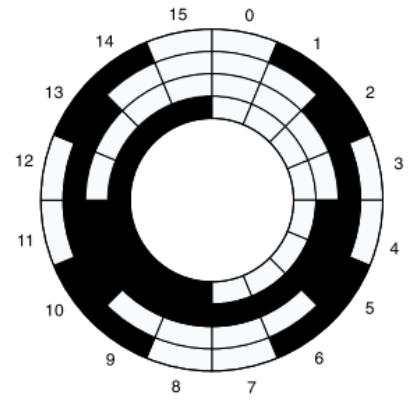
Encoder xung quang bao gồm một đĩa tròn chia các rãnh bằng nhau, việc xác định vị trí bằng cách đếm số xung mà nó đi qua cảm biến quang, mỗi rãnh tương ứng với góc cho trước. Hệ thống này yêu cầu một điểm quy chuẩn, điểm quy chuẩn này được xác định bởi một cảm biến quang thứ hai đặt phía trong hoặc chỉ là một điểm dừng cơ khí hoặc một điểm điểm chuyển mạch giới hạn.

Trong nhiều ứng dụng, trực được giám sát



Trạng thái lỗi

Hình 4.10: Trạng thái lỗi của cảm biến tuyệt đối quang



Hình 4.9: Encoder tuyệt đối quang sử dụng mã Grey

8	5	7	
0	1	1	B_0
0	0	1	B_1
0	1	1	B_2
1	0	0	B_3

Giá trị đo

sẽ quay đi quay lại và dừng ở những góc khác nhau, để điều chỉnh bám vị trí, bộ điều khiển phải biết hướng quay của đĩa cũng như số rãnh đi qua.

Ví dụ: một cảm biến xung có 360 rãnh, bắt đầu quay từ một điểm chuẩn, cảm biến quang đếm được 100 rãnh theo chiều kim đồng hồ, 30 rãnh theo chiều ngược kim đồng hồ, sau đó lại đếm 45 rãnh theo chiều kim đồng hồ. Hỏi vị trí hiện tại là bao nhiêu?

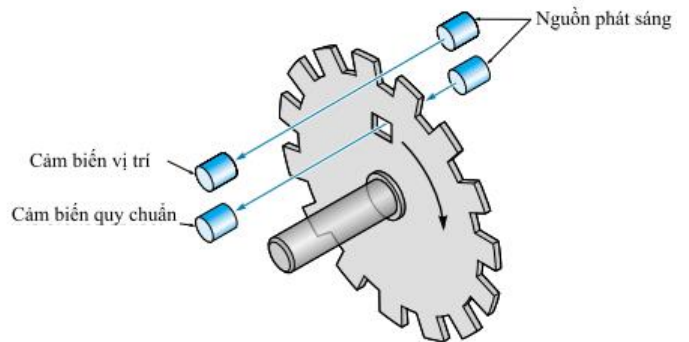
Giải:

Một đĩa có 360 rãnh tương ứng với $360^\circ \rightarrow 1 \text{ rãnh}/1^\circ$

Ban đầu quay theo chiều kim đồng hồ $100^\circ \rightarrow$ quay ngược chiều kim đồng hồ 30° đến 70° sau đó quay theo chiều kim đồng hồ 45° .

Như vậy vị trí hiện tại của đĩa: $100^\circ - 30^\circ + 45^\circ = 115^\circ$

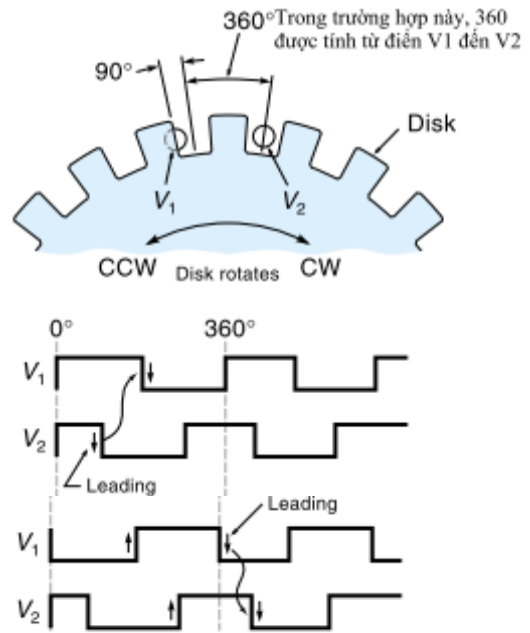
Một cảm biến quang đơn không thể truyền đạt được thông tin về chiều quay của đĩa, chính vì vậy người ta thường sử dụng hai cảm biến quang. Hình 4.12 minh họa hai cảm biến V_1 và V_2 được bố trí trên cùng một đường và lệch nhau. Hai photocell được bố trí để phát hiện chiều chuyển động.



Hình 4.11: Encoder xung

CCW – Đặc tính dạng sóng photocell quay ngược chiều kim đồng hồ

CW – Đặc tính dạng sóng photocell quay theo chiều kim đồng hồ



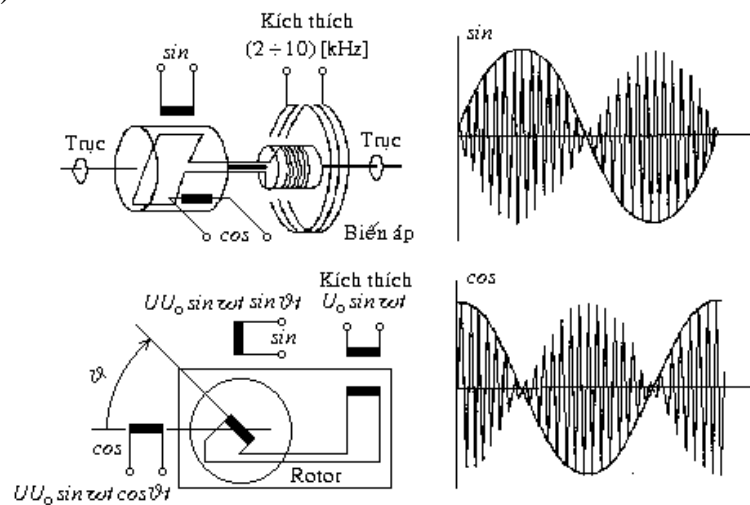
Hình 4.12: Encoder xung vuông làm cảm biến góc

Tại chu kỳ đầu, V_1 ở ON, V_2 ở ON, sau khi quay một khoảng thời gian nào đó thì V_2 chuyển sang OFF, một khoảng thời gian V_1 cũng chuyển sang OFF. Khi đĩa quay theo chiều kim đồng hồ, V_1 chuyển về OFF, V_2 vẫn ON trong nửa rãnh sau đó chuyển sang OFF. Khi V_1 ON tiếp theo V_2 cũng ON.

So sánh hai dạng sóng ta thấy trong trường hợp quay ngược chiều kim đồng hồ, V_2 vượt trước 90° còn trong trường hợp ngược lại thì V_1 vượt trước V_2 góc 90° , sự sai lệch về pha cho phép xác định được chiều quay của đĩa.

1.2.4 Máy đo góc tuyệt đối (Resolver).

Cấu tạo: phần động (kết nối với trục quay cần đo góc quay hay tốc độ) có cuộn sơ cấp được kích thích bằng sóng mang tần số khoảng $(2 - 10)$ [kHz] qua biến áp quay, phần tĩnh có hai cuộn thứ cấp (cuộn \sin và cuộn \cos) đặt lệch nhau 90° (hình 4.13).



Hình 4.13: Máy đo góc tuyệt đối resolver:

a). Nguyên lý cấu tạo; b). Nguyên lý hoạt động; c). Hai kênh tín hiệu ra.

Đầu ra là tín hiệu điều biên của hai cuộn thứ cấp, chứa thông tin về vị trí tuyệt đối của roto máy đo, tương ứng vị trí tuyệt đối của roto động cơ cần đo.

Bằng cách lấy đạo hàm góc quay ta có tốc độ quay của động cơ. Độ phân giải của máy đo phụ thuộc khả năng phân giải của bộ chuyển đổi A/D mắc trong mạch đo.

Nhược điểm của các phương pháp đo trên là làm hệ truyền động không đồng nhất do phải tải thêm phần động của cảm biến (mà không phải trong trường hợp nào cũng có thể kết nối vào trục quay được). Để khắc phục, người ta ứng dụng phương pháp không có cảm biến.

1.3 Đo vận tốc vòng quay với nguyên tắc điện trở từ

1.3.1 Các đơn vị từ trường và các định nghĩa

Từ thông ϕ

Từ thông là tích của điện thế và thời gian.

Trong hệ thống đơn vị SI, đơn vị đơn vị từ thông Weber (Web) hay Volt.second (Vs).

Nếu từ thông thay đổi một đơn vị qua thời gian 1s, điện áp cảm ứng sinh ra trong một cuộn dây là 1V.

$$1\text{Wb} = 1\text{Vs}$$

Cảm ứng điện từ (Từ cảm) B

Cảm ứng điện từ B hay mật độ từ thông là tỷ số từ thông trên một đơn vị diện tích. Trong hệ thống đơn vị SI, đơn vị từ cảm là Tesla (T).

Tesla là cảm ứng từ của 1 từ thông đồng nhất khi nó cắt một diện tích 1m^2 với một cường độ là 1Wb

$$1\text{T} = 1\text{Web}/\text{m}^2 = 1\text{Vs}/\text{m}^2$$

Cảm ứng điện từ B biểu diễn sự ảnh hưởng của từ trường đối với dòng điện và điện tích di động.

Cường độ từ trường H

Cường độ từ trường H là tỷ số giữa cường độ dòng điện và chiều dài.

Đơn vị đo: Ampe/ met – A/m

Cường độ từ trường H đặc trưng cho sự phát sinh từ trường từ dòng điện.

Bảng 4.1: Mối liên hệ giữa các đơn vị từ trường

TT	Từ trường	Đơn vị SI		Đơn vị trước đây		Mối liên hệ
1	Cảm ứng từ B	Tesla	T	Gauss	G	$1\text{G} = 10^{-4}\text{T}$
2	Từ thông	Weber	Wb	Maxwell	M	$1\text{M} = 10^{-8}\text{Wb}$
3	Cường độ từ trường H	$\frac{\text{Ampe}}{\text{m}}$	$\frac{\text{A}}{\text{m}}$	Oersted	Oe	$1\text{Oe} = \frac{10^{-}}{\text{m}}$

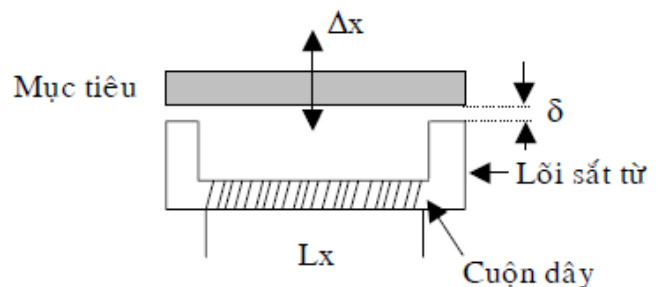
1.3.2 Cảm biến điện trở từ

Cảm biến từ dùng để đo dịch chuyển hoặc khoảng cách nhỏ.

Cấu tạo và hoạt động của cảm biến điện từ:

Cảm biến điện từ có cấu tạo là một khung dây như hình 4.14

Mục tiêu là một phần của đối tượng cần đo dịch chuyển hay khoảng cách nhỏ, khi mục tiêu di chuyển là cho khe hở không khí δ thay đổi là cho từ trở của mạch từ thay đổi làm cho



Hình 4.14: Cấu tạo của cảm biến từ

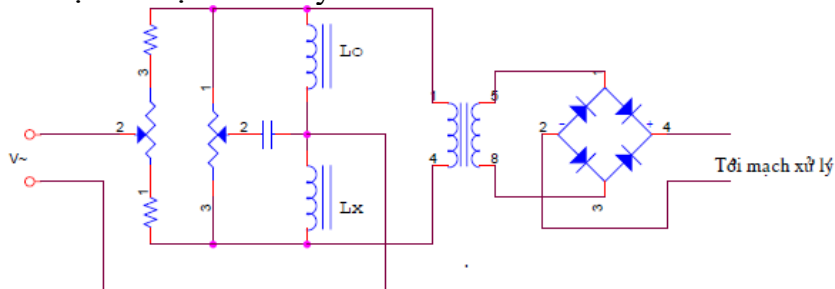
điện cảm của cuộn dây thay đổi. Nếu bỏ qua điện trở của dây dẫn và bỏ qua từ trở của lõi sắt từ thì điện cảm của cuộn dây:

$$L = W^2 \mu_0 s \frac{1}{l_0 + \frac{l_f}{\mu_f}} \quad (4.8)$$

Trong đó:

- l_0 và l_f là chiều dài trung bình của đường sức từ trong lõi sắt từ và trong không khí, $l_0 = 2\delta = \Delta x$,
- μ_0 là đường từ thẩm của không khí
- μ_f là độ từ thẩm của lõi sắt từ
- s là tiết diện của khe hở không khí
- W là số vòng dây.

Mạch điện là một cầu xoay chiều như hình 4.15



Hình 4.15: Mạch điện dùng cảm biến từ

Mạch xử lý tín hiệu đó là một khối rời có cơ cấu chỉ thị và cho phép cài đặt dạng tín hiệu ra là tuyến tính hay là tín hiệu điều khiển như hình 4.16

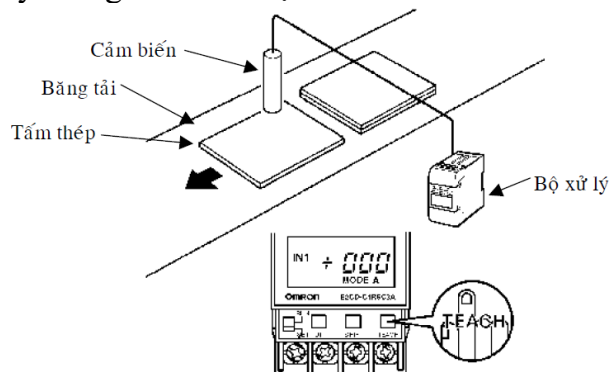


Hình 4.16: Cảm biến từ và bộ xử lý tín hiệu.

Ứng dụng của cảm biến điện từ trường

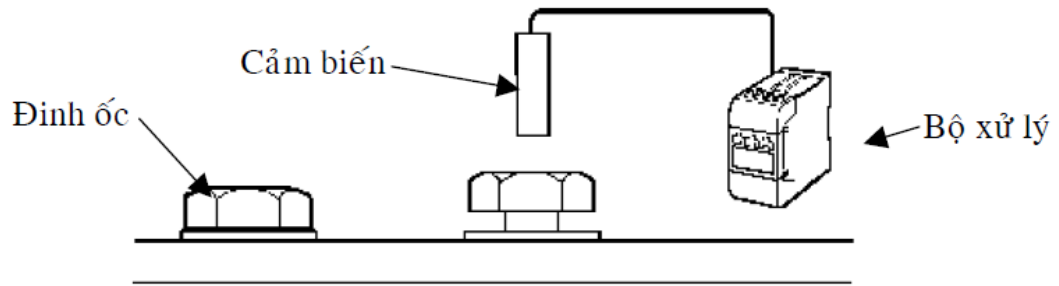
Cảm biến điện từ trường được dùng để đo dịch chuyển nhỏ khoảng vài mm, đo độ lệch tâm của các cơ cấu cam, đo độ dày mỏng của kim loại. Sau đây là một số ví dụ ứng dụng của cảm biến từ.

Ví dụ 1: đo độ dày mỏng của kim loại.

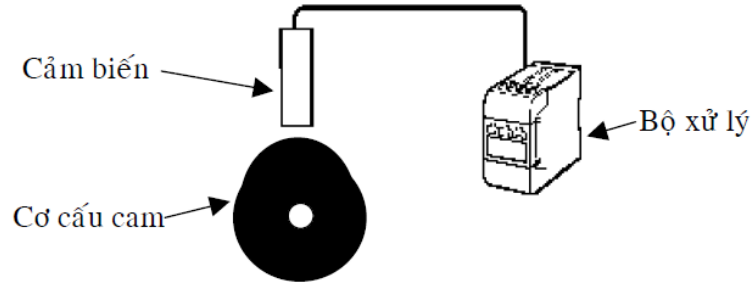


Hình 4.17: Dùng cảm biến từ đo độ dày của tấm thép

Ví dụ 2: Dùng cảm biến từ đo độ cao của đỉnh ốc



Ví dụ 3: Dùng cảm biến từ đo độ lệch tâm của cơ cấu cam



Hình 4.18: dùng cảm biến từ đo độ lệch tâm của cơ cấu cam

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Nguyên lý làm việc của cảm biến điện trở từ.
- Ứng dụng trong công nghiệp?

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

Chia lớp thành các nhóm, mỗi nhóm 3SV/nhóm

II. Lập bảng vật tư thiết bị.

Bảng 4.2: Bảng vật tư thiết bị thực hành

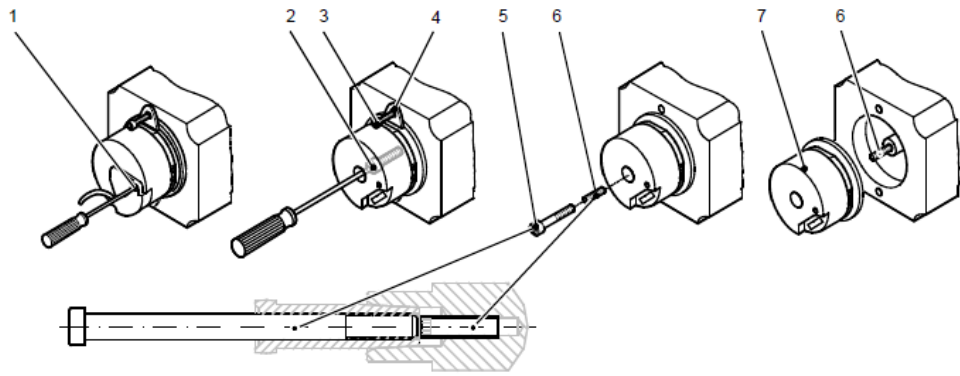
TT	Thiết bị - Vật tư- Dụng cụ	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3nhóm
2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Encoder tương đối/ tuyệt đối		1 bộ/2nhóm
6	Máy đo tốc độ góc H7ER		1bộ/3nhóm
7	Động cơ	1 pha, 3 pha	1bộ/3nhóm
8	Các linh kiện điện tử	R, C	
9	Thiết bị, dụng cụ vật tư lắp đặt	200x400, mạch in	1 bảng/nhóm

III. Quy trình thực hiện

Thực hành cảm biến đo góc, cảm biến đo vòng quay của động cơ không đồng bộ ba pha dùng Encoder tương đối/ tuyệt đối.

Mục đích: khảo sát encoder và đo tốc độ động cơ.

Thiết bị: encoder E6A2 – CW3C, máy đo tốc độ góc H7ER, động cơ, các thiết bị cần thiết khác.



Hình 4.19: Lắp đặt encoder

✧ Tháo encoder dùng bulong và ốc vít có ren hoặc dụng cụ đặc biệt:

- 1- Bulông giữ nắp encoder.
- 2- Bulông chính giữa đế giữ encoder
- 3- Đai ốc giữ cố định encoder vào đế
- 4 -Đế đỡ
- 5- Đai ốc ren trong
- 6-Bulông có mũ
- 7 -Encoder Bulông có ren

✧ Lắp đặt encoder

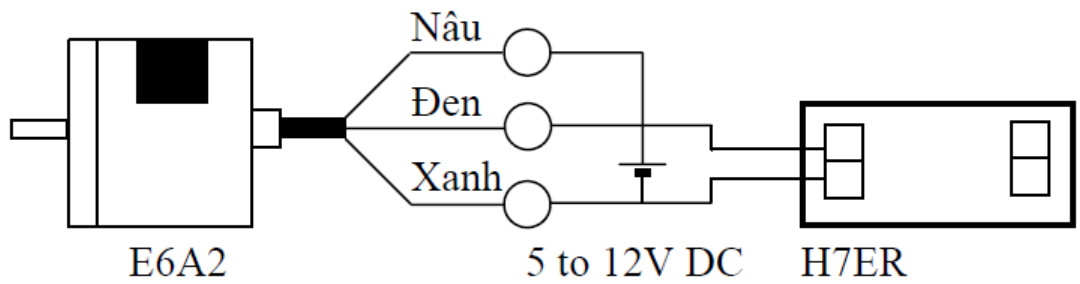
- Nới lỏng bulông số 3 giữ cố định encoder với đế
- Kéo encoder ra khỏi trục động cơ bằng cách nới lỏng bulông số 6.
- Kéo chốt ghép nối với encoder, kéo encoder ra và đặt xuống.
- Tháo đai ốc số 5 và bulông số 6

3.1 Thực hành với máy phát tốc một chiều

Bước 1: Ghi nhận các thông số kỹ thuật trên thiết bị (điện áp, độ phân giải, đặc tính...) vào bảng sau:

Số TT	Nội dung	Đánh giá
1	Encoder	
	Cấu tạo	
	Nguyên lý hoạt động	
	Thông số kỹ thuật	
	Sơ đồ ghép nối	
2	Cảm biến quang điện	
	Cấu tạo	
	Nguyên lý hoạt động	
	Sơ đồ ghép nối	
3	Kỹ năng	
	Chọn loại cảm biến cần đo	
	Kết nối với mạch đo	
	Hiệu chuẩn được cảm biến	
	Đếm số vòng quay của động cơ hoặc số sản phẩm	

Bước 2: thực hiện kết nối với động cơ cần đo tốc độ theo sơ đồ (mạch lực và mạch điều khiển).



Hình 4.20: Sơ đồ đấu nối dây

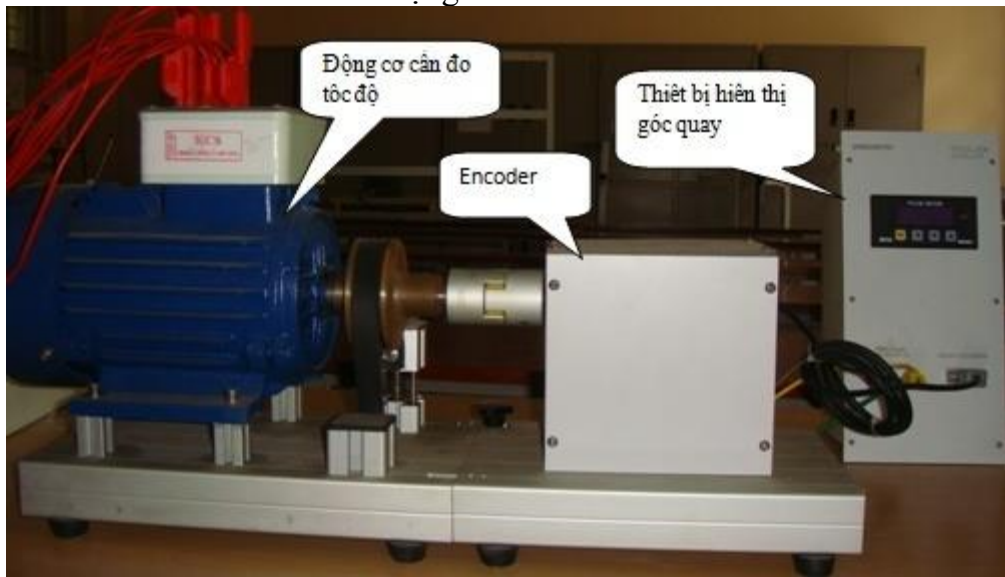
Bước 3: Kiểm tra trực quan theo sơ đồ mạch và bằng đồng hồ đo.

Bước 4: Vận hành và ghi các thông số đo được vào bản Báo cáo thực hành.

3.2 Thực hành với encorder

Quan sát giá trị thay đổi tốc độ của động cơ.

Bước 1: Kết nối Encorder với động cơ như sơ đồ hình 4.21.



Hình 4.21: Sơ đồ kết nối

Bước 2: Vận hành hệ thống, thay đổi tốc độ động cơ bằng chiết áp, quan sát giá trị đo được trên module hiển thị tốc độ.

Bước 3: Ghi các thông số đo được vào bản Báo cáo thực hành

IV. Kiểm tra, đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm
Kiến thức	- Hiểu nguyên lý làm việc của encoder, các thông số kỹ thuật bản. - Trình bày nguyên lý mạch điện thực hành theo sơ đồ nguyên lý.	4
Kỹ năng	- Lắp đặt được mạch điện đúng quy trình, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, thời gian; - Thao tác mạch điện đúng trình tự.	4
Thái độ	Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện đúng nội quy an toàn và vệ sinh công nghiệp. Hoàn thiện báo cáo thực hành	2

2. Cảm biến đo góc với tổ hợp có điện trở từ

A. LÝ THUYẾT

2.1 Giới thiệu các loại cảm biến KM110BH/2

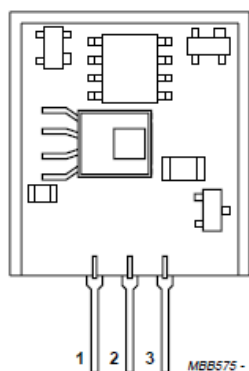
Module cảm biến đo góc dùng tổ hợp điện từ đo không tiếp xúc khoảng cách góc trong điện từ trường lớn. Module này đã được tích hợp sẵn (độ nhạy và điểm không) cảm biến điện từ KMZ10B và mạch biến đổi tín hiệu bằng công nghệ Hybrid. Cảm biến KM110B/2130 được chế tạo với thang đo nhỏ hơn để có độ khuếch đại lớn hơn, đo từ -150 đến +150 cung cấp đầu ra tín hiệu tuyến tính và tỷ lệ với chiều của điện từ trường (độ phi tuyến chỉ 1%). KMB110BH/2190 đo từ - 450 đến + 450 tín hiệu ra hình sin.. Cả 2 cảm biến trên đều có tín hiệu ra dạng Analog. Ngoài 2 cảm biến này còn có các dạng cảm biến thiết kế mới KM110BH/23 và KM110BH/24 (xem bảng 4.3)

Tuy có thang đo khác nhau nhưng mạch điện như nhau (hình 4.22 và 4.23).

Bảng 4.3: Đặc tính kỹ thuật của họ cảm biến KM110BH

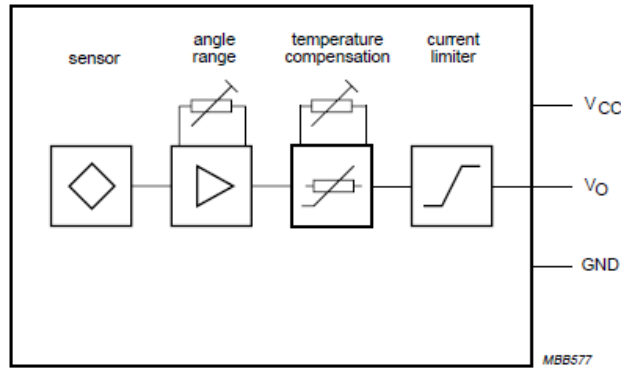
Thông số	KM110BH						Đơn vị
	2130	2190	2270	2390	2430	2470	
Thang đo	30	90	70	90	30	70	0,001
Điện áp ra	$0,5 \div 4,5$	$0,5 \div 4,5$	-	0	$5 \div$	0	V
Dòng điện			$4 \div 20$				mA
Đặc tuyến ra	Tuyến tính	Hình sin	Hình sin	Hình sin	Hình sin	Hình sin	
Điện áp làm việc	5	5	8.5	5	5	5	V
Nhiệt độ làm việc	$- 40 \div +125$	$- 40 \div +125$	$- 40 \div +125$	$- 40 \div +125$	$- 40 \div +125$	$- 40 \div +125$	$^{\circ}\text{C}$
Độ phân giải	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	Độ

2.2 Cấu tạo



PIN	Miêu tả
1	Ground
2	V _{CC}
3	V ₀

Hình 4.22: Ký hiệu các chân IC



Hình 4.23: Sơ đồ mạch điện

Bảng 4.4: Đặc tính kỹ thuật của bộ cảm biến đo góc:

Ký hiệu	Tham số	Min	Loại	Max	Đơn vị
V _{CC}	Nguồn DC	-	5	-	V
V ₀	Giới hạn điện áp ra	0.5	-	4.5	V
α	Góc giới hạn KM110BH/2130 KM110BH/2190	- 15 +45	-	+15 + 45	Độ Độ
T _{OP}	Nhiệt độ làm việc	40 ⁻	-	125 ⁺	°C

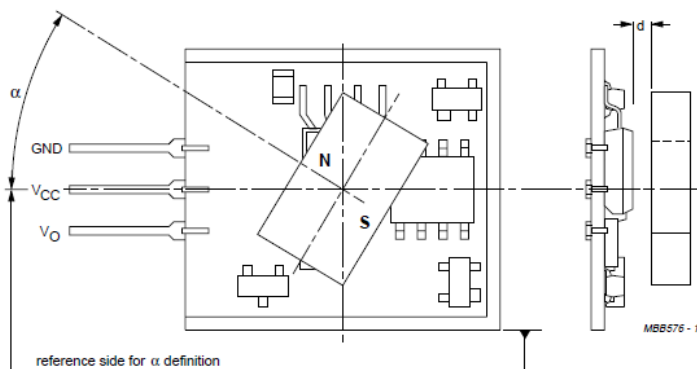
Bảng 4.5: Giá trị giới hạn tương ứng với Hệ thống tiêu chuẩn IEC 134

Ký hiệu	Tham số	Min	Max	Đơn vị
V _{CC}	Điện áp nguồn	4.5	5.5	V
I _{CC}	Dòng điện nguồn	-	20	mA
T _{stg}	Nhiệt độ bảo quản	- 40	+125	°C
T _{OP}	Nhiệt độ làm việc	- 40	+125	°C
	Duy trì dòng ngắn mạch đầu ra	Vĩnh viễn		

Nếu chân số 3 bị ngắn mạch chỉ có thể với chân số 1 hoặc chân số 2, dòng điện có thể chạy qua lâu dài mà không gây phá hỏng linh kiện.

Nguyên tắc đo:

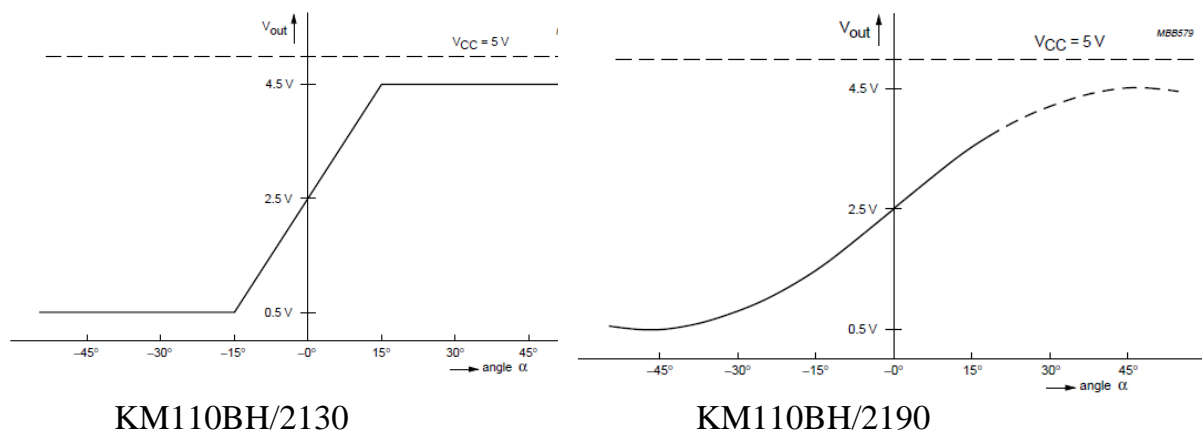
Xung điện được đưa đến máy đếm tần số, mạch điện có thể tính được số vòng/ phút. Nếu ánh sáng ngắt quãng 60 lần cho mỗi vòng quay, công tắc ánh sáng thông suốt có thể cho ta trực tiếp số vòng quay trong một phút, nếu cần biết chiều quay, gắn thêm 2 photodiode sát bên nhau, chỉ cần chiếu sáng 1 đèn LED là đủ.



Hình 4.24: Vị trí tối ưu của nam châm so với module cảm biến

Từ công thức cơ bản: $R = R_0 + D.R_0 \cdot \cos^2 a$ ta có thể coi giữa R và a có sự liên hệ gần đúng: $R \gg \sin^2 a$

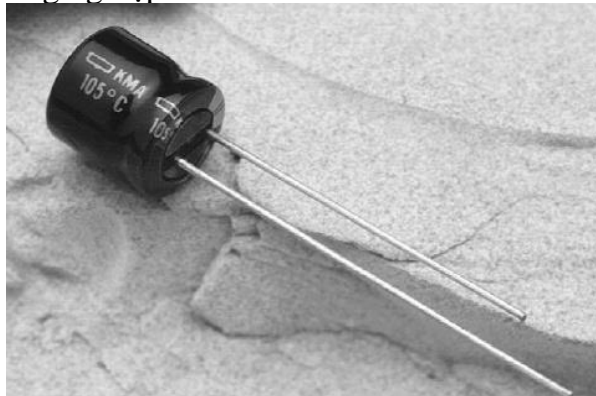
Đặc tính tín hiệu ra của KM110BH/2130 và KM110BH/2190 biểu diễn trên hình 4.25



Hình 4.25: Đặc tính tín hiệu ra

Các loại cảm biến KMA10 và KMA20.

KMA10 và KMA20 là loại cảm biến đo góc (không cần đụng chạm) được thiết kế để có thể hoạt động trong môi trường khắc nghiệt hơn, ứng dụng trong lĩnh vực tự động và công nghiệp.



Hình 4.26: Họ cảm biến KMA

Hai loại cảm biến KMA10 và KMA20 được thiết kế để phát triển bởi sự hợp tác giữa Philips Semiconductor và AB Electronic. KMA10 cho tín hiệu dưới dạng dòng điện.(KMA10/70 phát triển từ loại KM110BH/2270).

KMA20 cho tín hiệu ra dưới dạng điện áp, KMA20/30 phát triển từ loại KM110BH/2430, KMA20/70 từ loại KM110BH/2470, còn KMA20/90 phát triển từ loại KMA20/2390. Tuy nhiên tín hiệu từ KMA20/30 là tuyến tính và từ KMA20/70 là hình sin.

B. THẢO LUẬN NHÓM

- Sự giống và khác nhau giữa hai loại cảm biến KMA10 và KMA20.
- Đặc tính kỹ thuật và ứng dụng.
- Xác định vị trí các chân tín hiệu.

C. THỰC HÀNH

I. Tổ chức thực hiện:

II. Lập bảng vật tư thiết bị.

TT	Thiết bị - Vật tư - Dụng cụ	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Máy hiện sóng	20MHz, hai tia	1 máy/3nhóm

2	Đồng hồ vạn năng	V-A-OM	1chiếc/ nhóm
3	Mỏ hàn điện	xung	1 chiếc/nhóm
4	Các bộ nguồn	AC,DC ; 0÷220v	1 bộ/2 nhóm
5	Encoder tương đối/ tuyệt đối		1 bộ/2nhóm
6	Cảm biến KM110BH/2, KMA10 và KMA20		
7	Máy đo tốc độ góc H7ER		1bộ/3nhóm
8	Động cơ	1 pha, 3 pha	1bộ/3nhóm
9	Các linh kiện điện tử	R, C	
10	Nam châm (NdFeB)	11,2 x 5,5 x 8 mm	
11	Thiết bị, dụng cụ vật tư lắp đặt	200x400, mạch in	1 bảng/nhóm

III. Quy trình thực hiện.

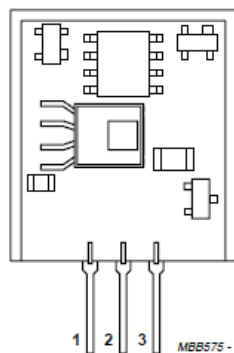
Thực hành cảm biến đo vòng quay KMI16/1, cảm biến đo góc KM110BH/2430, KM110BH/2490.

Mục đích: Khảo sát cảm biến KMI16/1, KM110BH/2430, KM110BH/2490.

Thiết bị:

- + Nam châm (NdFeB) kích thước 11,2 x 5,5 x 8 mm.
- + Cảm biến đo góc KM110BH/2430, KM110BH/2490.
- + Mô hình thực hành cảm biến có động cơ gắn đĩa quay được sẻ rãnh.
- + Sơ đồ kết nối điện
- + Nguồn 5 vôn DC và vôn kế các thiết bị đo lường cần thiết.
- + Điện trở 115Ω, tụ điện 100nF, đối tượng dạng thụ động

Các thông số của thiết bị



P	Miêu tả
IN	
1	Ground
2	V _{CC}
3	V ₀

Hình 4.27: Sơ đồ chân

Yêu cầu:

- Thực hiện kết nối cảm biến với đối tượng cần đo (theo sơ đồ mạch).
- Dùng máy đo dao động ký đo tín hiệu ra (điện áp).
- Ghi các thông số đo được vào bản Báo cáo thực hành.

1. Ghi nhận các thông số hoạt động của cảm biến

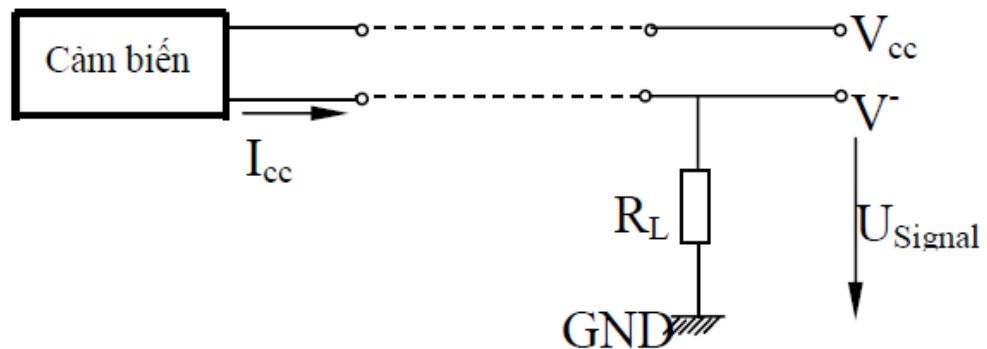
Bảng 4.6: Thông số kỹ thuật của cảm biến

Loại cảm biến	Điện áp hoạt động	Than g đo	Dạng tín hiệu
KM 110BH/2430			

KM 110BH/2490			
------------------	--	--	--

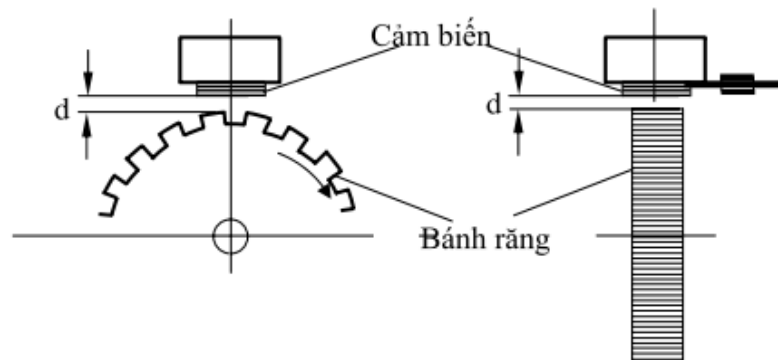
2. Khảo sát giá trị làm việc

Bước 1: Vẽ mạch kết nối cảm biến, tín hiệu ra dùng $R_L = 1,7\text{ k}\Omega$ (vôn kế đo giá trị tín hiệu ra mắc song song với R_L)



Hình 4.28: Kết nối cảm biến

Bước 2: Lắp đặt nam châm song song với cảm biến ($d = 2,5\text{mm}$)



Hình 4.29: Cách đo

Bước 3: Cho đối tượng quay, dùng máy Osiloscope đo dạng sóng thu được.

Thay đổi vị trí nam châm, đo giá trị điện áp ra, vẽ đồ thị biểu diễn sự thay đổi của giá trị điện áp ra theo góc quay.

IV. Kiểm tra, đánh giá

Mục tiêu	Nội dung	Điểm chuẩn
Kiến thức	– Nắm vững nguyên lý làm việc của các cảm biến, đặc tính kỹ thuật của cảm biến	2
Kỹ năng	– Thực hành lắp đặt đúng và vận hành được	4
	– Lắp đặt được mạch điện đúng quy trình, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, thời gian; – Thao tác mạch điện đúng trình tự.	4
Thái độ	Nghiêm túc trong quá trình làm việc, thực hiện đúng nội quy an toàn và vệ sinh công nghiệp. – Hoàn thiện báo cáo thực hành	2

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Cảm biến và ứng dụng – Dương Minh Trí – NXB Trẻ, 2007.

Phan Quốc Phô, “Giáo trình cảm biến”, NXB KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT, 2006

Nguyễn Văn Hòa, Bùi Đăng Thành, Hoàng Sỹ Hồng, “Đo lường điện và cảm biến đo lường”, NXB Giáo Dục, 2005

Lê Văn Doanh, “Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển”, NXB KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT, 2007

Nguyễn Đức Chiến, Vũ Quý Điềm, Phạm Văn Tuân, Đỗ Lê Phú; Giáo trình cảm biến; NXB Khoa học và kỹ thuật.

JACOB FRADEN HANDBOOK OF MODERN SENSORS - PHYSICS, DESIGNS, and APPLICATIONS

<http://www.rdpe.com/ex/men-disp.htm>

Nguyễn Trọng Thuận, *Điều khiển logic và ứng dụng*, NXB Khoa học kỹ thuật 2006.

Các catalog và tài liệu Internet.