

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.

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

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Trên cơ sở chương trình khung đào tạo của Trường Cao đẳng nghề kỹ thuật công nghệ đã ban hành, Trường Cao đẳng nghề kỹ thuật công nghệ đã tổ chức biên soạn giáo trình đào tạo phục vụ cho giáo viên giảng dạy và học tập, thực tập của học sinh, sinh viên nghề Cơ điện tử trong thời kỳ Công nghiệp hoá – Hiện đại hoá Đất nước. Trong đó giáo trình ***Kỹ thuật cảm biến*** đóng vai trò quan trọng trong việc đào tạo và hình thành các kỹ năng cơ bản cho các sinh viên theo học nghề Cơ điện tử.

Giáo trình được thiết kế theo từng bài trong hệ thống mô đun của chương trình, có mục tiêu học tập, thực tập cho mô đun, phần lý thuyết cơ bản học viên cần phải nắm vững để thực hành, thực tập. Cuối mỗi bài sau phần lý thuyết cơ bản đều có phần bài tập thực hành để giáo viên và học sinh sinh viên thực hiện.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao.

Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 75 giờ gồm có:

Bài 1: Các khái niệm cơ bản về bộ cảm biến

Bài 2: Cảm biến nhiệt độ

Bài 3: Cảm biến tiệm cận và một số loại cảm biến xác định vị trí và khoảng cách khác

Bài 4: Phương pháp đo lưu lượng

Bài 5: Đo vận tốc vòng quay và góc quay

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học cũng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng. Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất và trang thiết bị, các trường có thể sử dụng cho phù hợp.

Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của người sử dụng, người đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn sau thời gian sử dụng.

Xin trân trọng cảm ơn!

Hà Nội, ngày tháng năm 2019

**BAN CHỦ NHIỆM BIÊN SOẠN GIÁO TRÌNH
NGHỀ: CƠ ĐIỆN TỬ
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ**

MỤC LỤC

	TRANG
LỜI GIỚI THIỆU	2
BÀI 1: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ CÁC BỘ CẢM BIẾN	6
1. Khái niệm cơ bản về các bộ cảm biến	6
2. Phạm vi sử dụng của cảm biến	8
3. Phân loại cảm biến:.....	9
BÀI 2: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ	11
1 Đại cương.....	11
1.1 Thang đo nhiệt độ	11
1.2 Nhiệt độ cần đo và nhiệt độ được đo	12
2 Nhiệt điện trở Platin và Niken	12
2.1 Điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ.....	12
2.2 Nhiệt điện trở Platin.....	13
2.3 Nhiệt điện trở Niken	15
3 Cảm biến nhiệt độ với vật liệu Silic	18
4. IC cảm biến nhiệt độ.....	23
5. Nhiệt điện trở NTC	25
6 Nhiệt điện trở PTC.....	28
7. Các bài thực hành ứng dụng các loại cảm biến nhiệt độ.	30
7.1. Thực hành với cảm biến nhiệt độ Platin Pt 100, Pt1000 và ADT70	30
7.2. Thực hành với cảm biến LM35	32
7.3. Thực hành với cảm biến nhiệt điện trở NTC.....	33
7.4. Thực hành với cảm biến nhiệt điện trở PTC.....	34
BÀI III: CẢM BIẾN TIỆM CẬN	36
VÀ CÁC LOẠI CẢM BIẾN XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ, KHOẢNG CÁCH	36
1 Cảm biến tiệm cận (Proximity Sensor).....	36
1.2 Cảm biến tiệm cận điện cảm (Inductive Proximity Sensor).....	39
1.3 Cảm biến tiệm cận điện dung (Capacitive Proximity Sensor)	44
2 Một số loại cảm biến xác định vị trí, khoảng cách khác	47
2.1 Xác định vị trí và khoảng cách dùng biến trở (Resistance Transducer).....	47
2.2 Xác định vị trí khoảng cách bằng tự cảm (Inductance Transducers)	50
2.3. Xác định vị trí khoảng cách bằng cảm biến điện dung (Capacitance Transducers)	54
2.4 Cảm biến từ.....	58
3. Các bài thực hành ứng dụng các loại cảm biến tiệm cận.	59
3.1. Thực hành với cảm biến tiệm cận điện cảm	59
3.2. Thực hành với cảm biến tiệm cận điện dung.....	60
3.3. Thực hành với cảm biến từ	61

BÀI IV: PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯU LƯỢNG	62
1. Đại cương.....	62
2. Phương pháp đo lưu lượng theo nguyên tắc chênh lệch áp suất	66
3. Phương pháp đo lưu lượng bằng tần số dòng xoáy	70
3.1. Nguyên tắc hoạt động	70
3.2. Các ưu, nhược điểm của phương pháp đo lưu lượng dùng nguyên tắc tần số dòng xoáy.....	72
3.3. Một số ứng dụng của cảm biến đo lưu lượng dùng nguyên tắc tần số dòng xoáy	73
4. Thực hành với cảm biến đo lưu lượng.....	73
4.1. Ghi nhận các thông số của cảm biến	73
4.2. Thiết lập các thông số cho cảm biến.....	74
BÀI V: ĐO VẬN TỐC VÒNG QUAY VÀ GÓC QUAY	77
1. Một số phương pháp đo vận tốc vòng quay cơ bản.....	77
1.1. Đo vận tốc vòng quay bằng máy phát tốc	77
1.2. Đo vận tốc vòng quay bằng phương pháp quang điện tử	79
1.3. Đo vận tốc vòng quay với nguyên tắc điện trở từ	82
2. Cảm biến đo góc với tổ hợp có điện trở từ	86
2.1. Nguyên tắc :	86
2.2. Các loại cảm biến KM110BH/2 của hãng Philips Semiconductor :	86
2.3. Các loại cảm biến KMA10 và KMA20 :	87
2.4. Máy đo góc tuyệt đối (Resolver)	88
3. Các bài thực hành ứng dụng	89
3.1 Cảm biến KMI15/1	89
3.2 Cảm biến đo vòng quay KMI16/1	90
3.3 Thực hành với cảm biến đo góc KM110BH/2430, KM110BH/2470	91
TÀI LIỆU THAM KHẢO	92

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Kỹ thuật cảm biến

Mã môđun MD CĐT22

I. Vị trí, tính chất của mô đun:

- Vị trí: Trước khi học mô đun này cần hoàn thành các môn học cơ sở và một số môn học và mô đun chuyên môn.

- Tính chất: Là mô đun tích hợp lý thuyết với thực hành.

II. Mục tiêu của môđun:

Sau khi học xong mô đun này học viên có năng lực

- Kiến thức:

+ Phân tích cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các loại cảm biến.

+ Phân tích nguyên lý của mạch điện cảm biến.

- Kỹ năng:

+ Thực hiện ứng dụng của cảm biến trong điều khiển hệ thống cơ điện tử.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính của môđun :

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Thi/ Kiểm tra
1	Bài 1: Các khái niệm cơ bản về bộ cảm biến	6	4	2	0
2	Bài 2: Cảm biến nhiệt độ	20	5	14	1
3	Bài 3: Cảm biến tiệm cận và một số loại cảm biến xác định vị trí và khoảng cách khác	18	4	13	1
4	Bài 4: Phương pháp đo lưu lượng	12	4	7	1
5	Bài 5: Đo vận tốc vòng quay và góc quay	16	4	12	0
6	Thi kết thúc mô đun	3			3
	Cộng	75	21	48	6

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

BÀI 1: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ CÁC BỘ CẢM BIẾN

Mã bài: MĐ 22-01

GIỚI THIỆU

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

MỤC TIÊU BÀI HỌC

Sau khi học xong bài này học viên có đủ khả năng :

- Phát biểu được khái niệm về các bộ cảm biến
- Trình bày được các ứng dụng và phương pháp phân loại các bộ cảm biến
- Rèn luyện tính tư duy và tác phong công nghiệp

1. Khái niệm cơ bản về các bộ cảm biến:

Mục tiêu :

- Phát biểu được khái niệm về các bộ cảm biến
- Phát biểu được các đặc trưng cơ bản của cảm biến

* Khái niệm:

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

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

$$s = f(m) \quad (1)$$

Người ta gọi (s) là đại lượng đầu ra hoặc là phản ứng của cảm biến, (m) là đại lượng đầu vào hay kích thích (có nguồn gốc là đại lượng cần đo). Thông qua đo đặc (s) cho phép nhận biết giá trị (m).

* Các đặc trưng cơ bản của cảm biến :

- Độ nhạy của cảm biến

Đối với cảm biến tuyến tính, giữa biến thiên đầu ra Δs và biến thiên đầu vào Δm có sự liên hệ tuyến tính:

$$\Delta s = S \cdot \Delta m \quad (2)$$

Đại lượng S được xác định bởi biểu thức $S = \frac{\Delta s}{\Delta m}$ (3) được gọi là độ nhạy của cảm biến.

- Sai số và độ chính xác

Các bộ cảm biến cũng như các dụng cụ đo lường khác, ngoài đại lượng cần đo (cảm nhận) còn chịu tác động của nhiều đại lượng vật lý khác gây nên sai số giữa giá trị đo được và giá trị thực của đại lượng cần đo. Gọi Δx là độ lệch tuyệt đối giữa giá trị đo và giá trị thực x (sai số tuyệt đối), sai số tương đối của bộ cảm biến được tính bằng :

$$\delta = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100, [\%] \quad (4)$$

Sai số của cảm biến mang tính chất ước tính bởi vì không thể biết chính xác giá trị thực của đại lượng cần đo.

- Độ nhanh và thời gian hồi đáp

Độ nhanh là đặc trưng của cảm biến cho phép đánh giá khả năng theo kịp về thời gian của đại lượng đầu ra khi đại lượng đầu vào biến thiên. Thời gian hồi đáp là đại lượng được sử dụng để xác định giá trị số của độ nhanh.

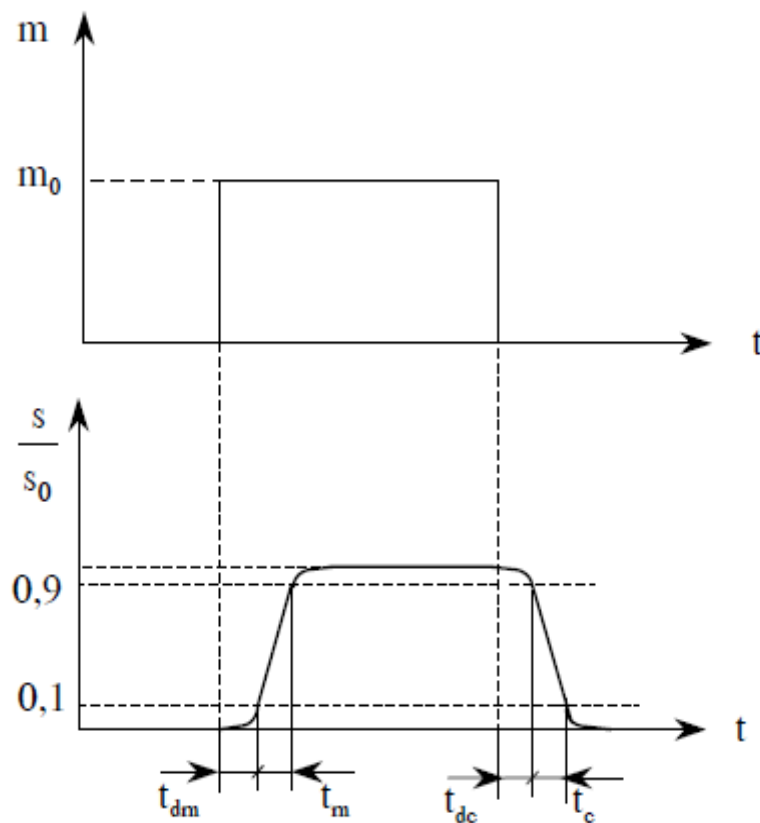
Độ nhanh t_r là khoảng thời gian từ khi đại lượng đo thay đổi đột ngột đến khi khi biến thiên của đại lượng đầu ra chỉ còn khác giá trị cuối cùng một lượng giới hạn ε tính bằng %. Thời gian hồi đáp tương ứng với ε (%) xác định khoảng thời gian cần thiết phải chờ đợi sau khi có sự biến thiên đại lượng đo để lấy giá trị của đầu ra với độ chính xác định trước. thời gian hồi đáp đặc trưng cho chế độ quá độ của cảm biến và là hàm của các thông số thời gian xác định chế độ này.

Trong trường hợp sự thay đổi của đại lượng đo có dạng bậc thang, các thông số thời gian gồm thời gian trễ khi tăng (t_{dm}) và thời gian tăng (t_m) ứng với sự tăng đột ngột của đại lượng đo hoặc thời gian trễ khi giảm (t_{dc}) và thời gian giảm (t_c) ứng với sự giảm đột ngột của đại lượng đo. Khoảng thời gian trễ khi tăng (t_{dm}) là thời gian cần

thiết để đại lượng đầu ra tăng từ giá trị ban đầu của nó đến 10% của biến thiên tổng cộng của đại lượng này và khoảng thời gian tăng (t_m) là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra tăng từ 10% đến 90% biến thiên tổng cộng của nó.

Tương tự khi đại lượng đo giảm, thời gian trễ khi giảm (t_{dc}) là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra giảm từ giá trị ban đầu của nó đến 10% biến thiên tổng cộng của đại lượng này và khoảng thời gian giảm (t_c) là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra giảm từ 10% đến 90% biến thiên tổng cộng của nó.

Các thông số về thời gian (t_r), (t_{dm}), (t_m), (t_{dc}), (t_c) của cảm biến cho phép ta đánh giá về thời gian hồi đáp của nó.



Hình 1 Xác định các khoảng thời gian đặc trưng cho chế độ quá độ

2. Phạm vi sử dụng của cảm biến

Mục tiêu :

- Trình bày được phạm vi ứng dụng của các bộ cảm biến

Ngày nay các bộ cảm biến được sử dụng nhiều trong các ngành kinh tế và kỹ thuật như trong các ngành công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải,... Các bộ cảm biến đặc biệt rất nhạy được sử dụng trong các thí nghiệm và trong nghiên cứu khoa

học. Trong lĩnh vực tự động hóa, các bộ cảm biến được sử dụng nhiều nhất với nhiều loại khác nhau kể cả các bộ cảm biến bình thường cũng như đặc biệt.

3. Phân loại cảm biến:

Mục tiêu :

- Trình bày được các phương pháp phân loại các bộ cảm biến
- Các bộ cảm biến được phân loại theo các đặc trưng cơ bản sau đây :
- Theo nguyên tắc chuyển đổi giữa đáp ứng và kích thích

<i>Hiện tượng</i>	<i>Chuyển đổi giữa đáp ứng và kích thích</i>
Hiện tượng vật lý	Nhiệt điện , quang điện , quang từ , điện từ, quang đàn hồi , từ điện , nhiệt từ,...
Hóa học	Biến đổi hoá học , Biến đổi điện hoá , Phân tích phổ,...
Sinh học	Biến đổi sinh hoá , Biến đổi vật lý , Hiệu ứng trên cơ thể sống,...

- Theo dạng kích thích

<i>Kích thích</i>	<i>Các đặc tính của kích thích.</i>
Âm thanh	-Biên pha, phân cực-Phổ-Tốc độ truyền sóng...
Điện	-Điện tích, dòng điện-Điện thế, điện áp-Điện trường-Điện dẫn, hằng số điện môi...
Từ	-Từ trường-Từ thông, cường độ từ trường-Độ từ thẩm...
Cơ	-Vị trí-Lực, áp suất-Gia tốc, vận tốc, ứng suất, độ cứng-Mômen -Khối lượng, tỉ trọng-Độ nhớt...
Quang	-Phổ-Tốc độ truyền-Hệ số phát xạ, khúc xạ...
Nhiệt	-Nhiệt độ-Thông lượng-Tỷ nhiệt...
Bức xạ	-Kiểu-Năng lượng-Cường độ...

- Theo tính năng

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| + Độ nhạy | + Khả năng quá tải |
| + Độ chính xác | + Tốc độ đáp ứng |
| + Độ phân giải | + Độ ổn định |
| + Độ tuyến tính | + Tuổi thọ |
| + Công suất tiêu thụ | + Điều kiện môi trường |
| + Dải tần | + Kích thước, trọng lượng |
| + Độ trễ | |

- Phân loại theo phạm vi sử dụng

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| + Công nghiệp | + Nông nghiệp |
| + Nghiên cứu khoa học | + Dân dụng |
| + Môi trường, khí tượng | + Giao thông vận tải... |
| + Thông tin, viễn thông | |

- Theo thông số của mô hình mạch điện thay thế

- + Cảm biến tích cực (có nguồn) : Đầu ra là nguồn áp hoặc nguồn dòng
- + Cảm biến thụ động (không có nguồn): Cảm biến gọi là thụ động khi chúng cần có thêm nguồn năng lượng phụ để hoàn tất nhiệm vụ đo kiểm, còn loại cực tính thì không cần. Được đặc trưng bằng các thông số: R, L, C...tuyến tính hoặc phi tuyến.

TaiLieu.vn

BÀI 2: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ

Mã bài: MB 22-02

GIỚI THIỆU

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

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

MỤC TIÊU BÀI HỌC

Sau khi học xong bài này học viên có đủ khả năng:

- Trình bày được cấu tạo, đặc tính của các loại cảm biến theo nội dung đã học
- Thực hiện được các mạch cảm biến đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác và an toàn vệ sinh công nghiệp

1 Đại cương

Mục tiêu :

- Phát biểu được các thang đo nhiệt độ
- Trình bày được tầm quan trọng của đại lượng nhiệt độ và các phương pháp đo nhiệt độ

1.1 Thang đo nhiệt độ

Nhiệt độ có ba thang đo

- Thang Kelvin : hay còn gọi là thang nhiệt độ động học tuyệt đối, đơn vị là K . Trong thang Kelvin này người ta gán cho nhiệt độ của điểm cân bằng của ba trạng thái nước đá-nước-hơi một giá trị số bằng 273,15K (thường được sử dụng là 273K)

Từ thang Kelvin người ta xác định thêm các thang mới là thang Celsius và thang Fahrenheit bằng cách chuyển dịch các giá trị nhiệt độ

- Thang Celsius : đơn vị nhiệt độ là $^{\circ}\text{C}$. Quan hệ giữa nhiệt độ Celsius và nhiệt độ Kelvin được xác định theo biểu thức :

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15 \quad (1-1)$$

- Thang Fahrenheit : đơn vị nhiệt độ là $^{\circ}\text{F}$

Ta có chuyển đổi qua lại giữa $^{\circ}C$ và $^{\circ}F$ như sau :

$$T(^{\circ}C) = \frac{5}{9}[T(^{\circ}F) - 32] \quad (1-2)$$

$$T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}T(^{\circ}C) + 32 \quad (1-3)$$

Nhiệt độ	Kelvin (K)	Celsius ($^{\circ}C$)	Fahrenheit ($^{\circ}F$)
Điểm 0 tuyệt đối	0	-273,15	-459,67
Hỗn hợp nước-nước đá	273,15	0	32
Cân bằng nước-nước đá-hơi nước	273,16	0,01	32,018
Nước sôi	373,15	100	212

Bảng 1.1 Thông số đặc trưng của các thang đo nhiệt độ khác nhau

1.2 Nhiệt độ cần đo và nhiệt độ được đo

Trong tất cả các đại lượng vật lý, nhiệt độ là một trong những đại lượng được quan tâm nhiều nhất. Đó là vì nhiệt độ có vai trò quyết định trong nhiều tính chất của vật chất như làm thay đổi áp suất và thể tích của chất khí, làm thay đổi điện trở của kim loại,... hay nói cách khác nhiệt độ làm thay đổi liên tục các đại lượng chịu ảnh hưởng của nó.

Có nhiều cách đo nhiệt độ, trong đó có thể liệt kê các phương pháp chính sau

- Phương pháp quang dựa trên sự phân bố phổ bức xạ nhiệt do dao động nhiệt (hiệu ứng Doppler)
- Phương pháp cơ dựa trên sự giãn nở của vật rắn, của chất lỏng hoặc chất khí (với áp suất không đổi), hoặc dựa trên tốc độ âm thanh
- Phương pháp điện dựa trên sự phụ thuộc của điện trở vào nhiệt độ (hiệu ứng Seebeck), hoặc dựa trên sự thay đổi tần số dao động của thạch anh

2 Nhiệt điện trở Platin và Niken

Mục tiêu :

- Trình bày được cấu tạo và đặc tính của nhiệt điện trở Platin và Niken

2.1 Điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ

Nhiệt điện trở là linh kiện mà điện trở của bản thân nó sẽ thay đổi khi nhiệt độ tác động lên nó thay đổi

Nhiệt điện trở thường được chế tạo từ các vật liệu có khả năng chịu nhiệt như :

- Nhiệt điện trở đồng với khả năng chịu nhiệt : -50°C đến 180°C
- Nhiệt điện trở niken với khả năng chịu nhiệt : 0°C đến 300°C
- Nhiệt điện trở platin với khả năng chịu nhiệt : -180°C đến 1200°C

Người ta kéo chúng thành sợi mảnh quấn trên khung chịu nhiệt rồi đặt vào hộp vỏ đặc biệt và đưa ra 2 đầu để lấy tín hiệu với điện trở (R_0) chế tạo khoảng từ $10(\Omega)$ đến $100(\Omega)$

Trong đó R_0 là điện trở tại thời điểm ban đầu

$$R_0 = \frac{1}{n.e.\mu} \quad (1-4)$$

Trong đó: n - là số điện tử tự do trong một đơn vị diện tích

e - là điện tích của điện tử tự do

μ - là tính linh hoạt của điện tử, μ được đặc trưng bởi tốc độ của điện tử trong từ trường).

Điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ có ưu điểm được sử dụng rất rộng rãi và được sử dụng nhiều. Song nhược điểm của điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ là kích thước lớn, công kênh, có quán tính lớn.

2.2 Nhiệt điện trở Platin

Platin là vật liệu cho nhiệt điện trở được dùng rộng rãi trong công nghiệp. Có 2 tiêu chuẩn đối với nhiệt điện trở platin, sự khác nhau giữa chúng nằm ở mức độ tinh khiết của vật liệu. Hầu hết các quốc gia sử dụng tiêu chuẩn quốc tế DIN IEC 751 – 1983 (được sửa đổi lần thứ nhất vào năm 1986, lần thứ 2 vào năm 1995). USA vẫn tiếp tục sử dụng tiêu chuẩn riêng.

Ở cả 2 tiêu chuẩn đều sử dụng phương trình Callendar – VanDusen :

$$R(t) = R_0 [1 + A.t + B.t^2 + C (t - 100^{\circ}\text{C}).t^3] \quad (1-5)$$

R_0 là trị số điện trở định mức ở 0°C

Standard	Alpha ohms/ohm/ $^{\circ}\text{C}$	R_0 ohms	Hệ số	Đất nước
IEC 751 (Pt100)	0,003855055	100	$-200^{\circ}\text{C} < t < 0^{\circ}\text{C}$ $A = 3,90830 \times 10^{-3}$ $B = - 5,77500 \times 10^{-7}$ $C = - 4,18301 \times 10^{-12}$	Áo, Brazil, Úc, Bỉ, Bungari, Canada, Đan mạch, Ai cập,

			$0^{\circ}\text{C} < t < 850^{\circ}\text{C}$ A & B như trên, riêng C = 0,0	Phân Lan, Pháp ,Đức,Isaren,Ý, Nhật,Nam Phi, Thổ Nhĩ Kỳ, Nga, Anh, Ba Lan, Rumania
SAMA RC - 4	0,0039200	98,129	$A = 3,97869 \times 10^{-3}$ $B = - 5,86863 \times 10^{-7}$ $C = - 4,16696 \times 10^{-12}$	USA

Bảng 1.2 Tiêu chuẩn quốc tế IEC-751 và SAMA RC-4

R_0 của nhiệt điện trở Pt 100 là 100Ω , của Pt 1.000 là 1.000Ω , các loại Pt 500 , Pt 1.000 có hệ số nhiệt độ lớn hơn, do đó độ nhạy lớn hơn (điện trở thay đổi mạnh hơn theo nhiệt độ). Ngoài ra còn có loại Pt 10 có độ nhạy kém dùng để đo nhiệt độ trên 600°C .

Tiêu chuẩn IEC 751 chỉ định nghĩa 2 đẳng cấp dung sai A, B. Trên thực tế xuất hiện thêm loại C và D (Bảng 1.3). Các tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho các loại nhiệt điện trở khác.

Đẳng cấp dung sai	Dung sai ($^{\circ}\text{C}$)
A	$t = \pm (0,15 + 0,002 \cdot t)$
B	$t = \pm (0,30 + 0,005 \cdot t)$
C	$t = \pm (0,40 + 0,009 \cdot t)$
D	$t = \pm (0,60 + 0,018 \cdot t)$

Bảng 1.3 Tiêu chuẩn về dung sai

Theo tiêu chuẩn DIN vật liệu Platin dùng làm nhiệt điện trở có pha tạp. Do đó khi bị các tạp chất khác thẩm thấu trong quá trình sử dụng sự thay đổi trị số điện của nó ít hơn so với các Platin ròng, nhờ thế sự ổn định lâu dài theo thời gian, thích hợp hơn trong công nghiệp. Trong công nghiệp nhiệt điện trở Platin thường dùng có đường kính $30\mu\text{m}$ (so sánh với đường kính sợi tóc khoảng $100\mu\text{m}$)

* Mạch ứng dụng với nhiệt điện trở platin :

ADT70 là IC do hãng Analog Devices sản xuất, cung cấp sự kết hợp lý tưởng với Pt1.000, ta sẽ có dải đo nhiệt độ rộng, nó cũng có thể sử dụng với Pt100. Trong trường hợp có sự cách biệt, với nhiệt điện trở Platin kỹ thuật màng mỏng, ADT70 có

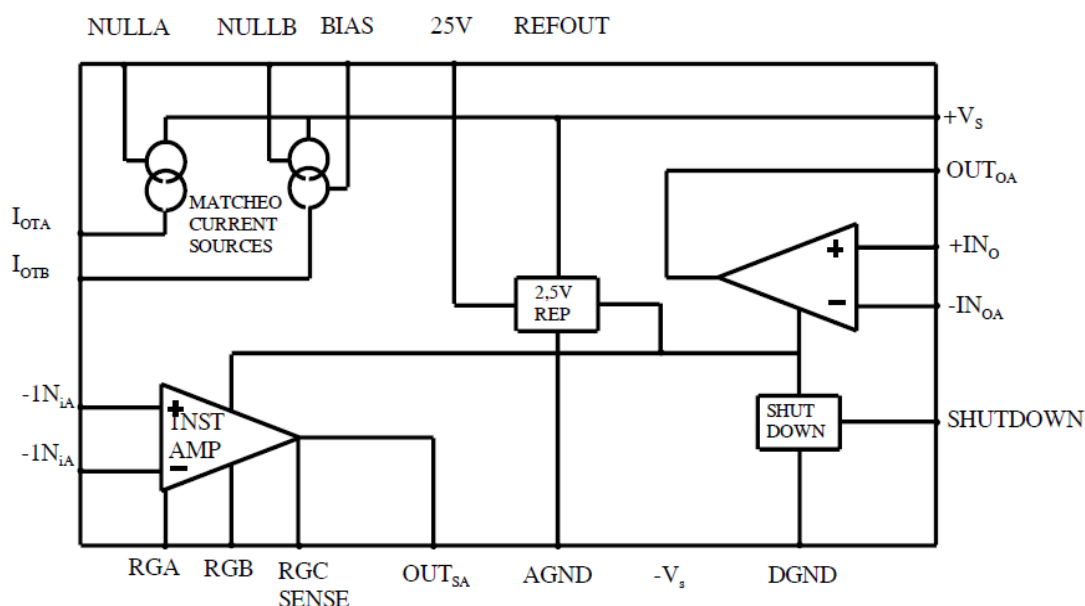
thể đo từ 50°C đến 500°C , còn với nhiệt điện trở Platin tốt, có thể đo đến 1.000°C . Độ chính xác của hệ thống gồm ADT70 và nhiệt điện trở Platin ở thang đo -200°C đến 1.000°C phụ thuộc nhiều vào phẩm chất của nhiệt điện trở Platin.

Các thông số thiết bị ADT70 :

- Sai số $:\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Điện áp hoạt động: 5 vôn hoặc ± 5 vôn
- Nhiệt độ hoạt động: Từ -40°C đến 125°C (dạng 20 – lead DIP, SO packages)
- Ứng dụng: Thiết bị di động, bộ điều khiển nhiệt độ

ADT70 có 2 thành phần chính : Nguồn dòng có thể điều chỉnh và bộ phận khuếch đại, nguồn dòng có thể điều chỉnh bộ phận khuếch đại. Nguồn dòng được sử dụng để cung cấp cho nhiệt điện trở và điện trở tham chiếu. Bộ phận khuếch đại so sánh điện áp trên nhiệt điện trở và điện áp trên điện trở tham chiếu, sau đó đưa tín hiệu điện áp tương ứng với nhiệt độ. (ADT70 còn có 1 opamp, 1 nguồn áp 2,5 vôn).

Dải đo của ADT70 phụ thuộc vào đặc tính của nhiệt điện trở, vì vậy điều quan trọng là phải chọn lựa nhiệt điện trở thích hợp với ứng dụng thực tế



Hình 1.1 Sơ đồ khối ADT70

2.3 Nhiệt điện trở Niken

Nhiệt điện trở niken so sánh với Platin rẻ tiền hơn và có hệ số nhiệt độ lớn gần gấp 2 lần ($6,18.10^{-3}, (^{\circ}\text{C})^{-1}$). Tuy nhiên dải đo chỉ từ -60°C đến $+250^{\circ}\text{C}$, vì trên 350°C

niken có sự thay đổi về pha, cảm biến niken 100 thường dùng trong công nghiệp điều hoà nhiệt độ phòng.

$$R(t) = R_0 (1 + A.t + B.t^2 + D.t^4 + F.t^6) \quad (1-6)$$

$$A = 5,485 \times 10^{-3} ; B = 6,650 \times 10^{-6} ; D = 2,805 \times 10^{-11} ; F = -2,000 \times 10^{-17}$$

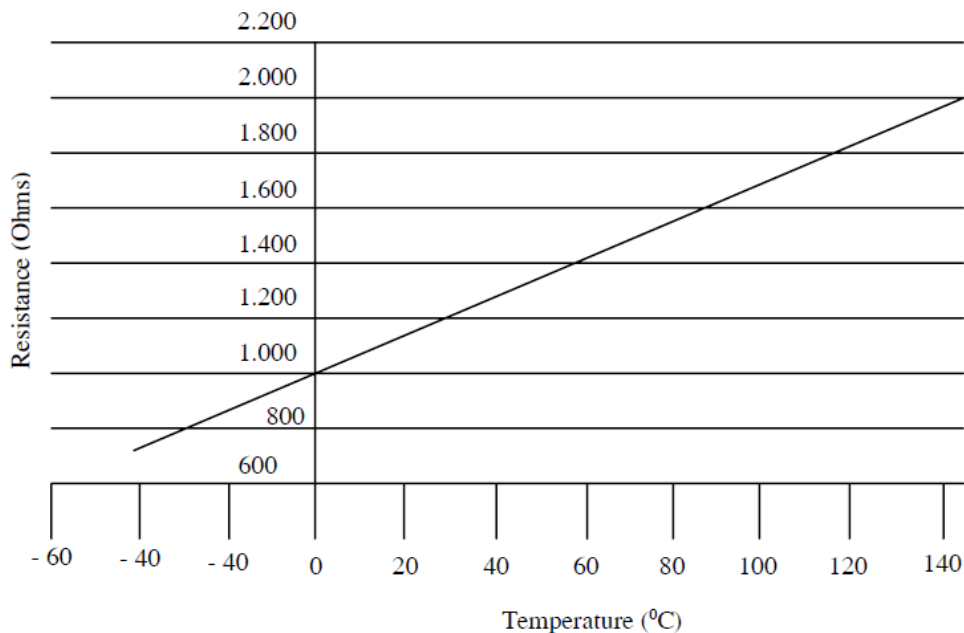
Với các trường hợp không đòi hỏi sự chính xác cao, ta sử dụng phương trình sau :

$$R(t) = R_0 (1 + a.t) \quad (1-7)$$

$$a = \alpha = 0,00672(\text{Ohms}/\text{Ohm}/^\circ\text{C})$$

Từ đó dễ dàng chuyển đổi thành giá trị nhiệt độ :

$$T = (R_t/R_0 - 1) / a = (R_t/R_0 - 1)/0,00672 \quad (1-8)$$



Hình 1.2 Đường đặc tính cảm biến nhiệt độ ZNI 1000

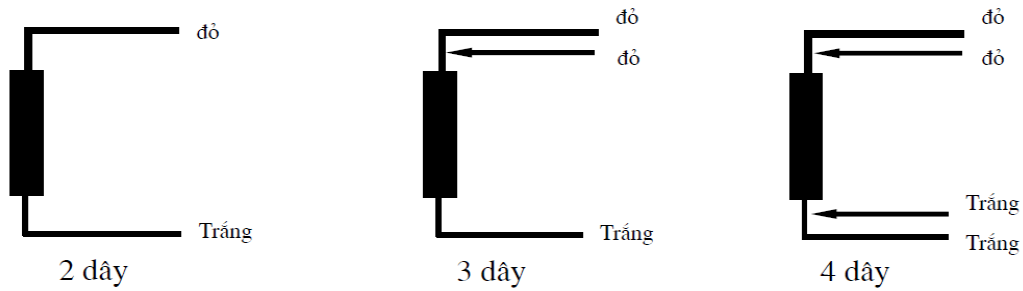
Cảm biến nhiệt độ ZNI 1.000 do hãng ZETEX Semiconductors sản xuất sử dụng nhiệt điện trở Ni, được thiết kế có giá trị 1.000(tại 0°C).

- Mạch ứng dụng với nhiệt điện trở Ni :

Zni 1.000 với ZMR500 được dùng với DVM như là nhiệt kế

* Cách nối dây đo :

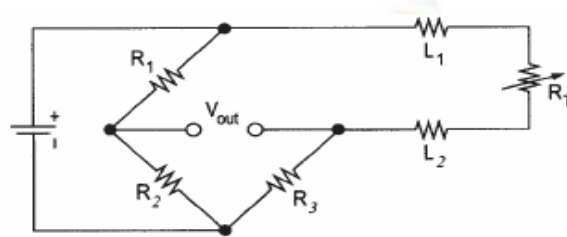
Nhiệt điện trở thay đổi điện trở theo nhiệt độ, với một dòng điện không đổi qua nhiệt điện trở, ta có thể đo được $U = R.I$, để cảm biến không bị nóng lên qua phép đo, dòng điện cần phải nhỏ khoảng 1 mA. Với Pt 100 ở 0°C ta có điện thế khoảng 0,1 vôn, điện thế này cần được đưa đến máy đo qua dây đo. Ta có 3 kỹ thuật nối dây đo:



Hình 1.3 Cách nối dây nhiệt điện trở

Tiêu chuẩn IEC 751 yêu cầu dây nối đến cùng đầu nhiệt điện trở phải có màu giống nhau (đỏ hoặc trắng) và dây nối đến 2 đầu phải khác màu.

- Kỹ thuật 2 dây :

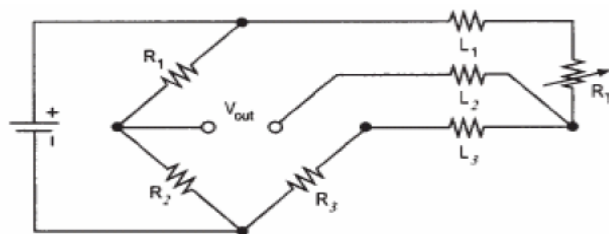


Hình 1.4 Kỹ thuật nối 2 dây

Giữa nhiệt điện trở và mạch điện tử được nối bởi 2 dây, bất cứ dây dẫn điện nào đều có điện trở, điện trở này nối tiếp với điện trở của 2 dây đo, mạch điện trở sẽ nhận được một điện thế cao hơn điện thế cần đo, kết quả ta có chỉ thị nhiệt kế cao hơn nhiệt độ cần đo, nếu khoảng cách quá xa, điện trở dây đo có thể lên đến vài ôm.

Để đảm tránh sai số của phép đo do điện trở của dây đo gây ra, người ta bù trừ điện trở của dây đo bằng một mạch điện như sau: Một biến trở bù trừ được nối vào một trong hai dây đỏ và nhiệt điện trở được thay thế bằng một điện trở 100Ω. Mạch điện tử được thiết kế với điện trở dự phòng của dây đo là 10Ω. Ta chỉnh biến trở sao có chỉ thị 0°C. Biến trở và điện trở của dây đo là 10Ω.

- Kỹ thuật 3 dây :

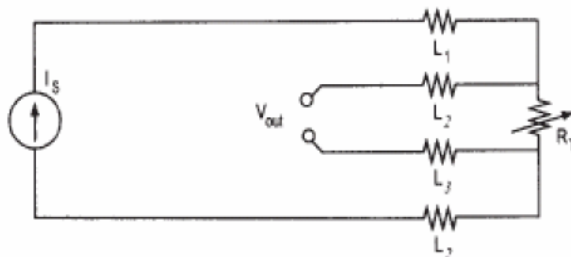


Hình 1.5 Kỹ thuật nối 3 dây

Từ nhiệt điện trở của dây đo được nối thêm một điện trở. Với cách nối dây này ta có 2 mạch đo được hình thành, một trong hai mạch được dùng làm mạch chuẩn,

với kỹ thuật 3 dây, sai số của phép đo do điện trở dây đo và sự thay đổi của nó do nhiệt độ không còn nữa. Tuy nhiên 3 dây đo cần có cùng trị số kỹ thuật và có cùng một nhiệt độ. Kỹ thuật 3 dây rất phổ biến.

- Kỹ thuật 4 dây :



Hình 1.6 Kỹ thuật nối 4 dây

Với kỹ thuật 4 dây người ta đạt kết quả đo tốt nhất, hai dây được dùng cho một dòng điện không đổi qua nhiệt điện trở. Hai dây khác được dùng làm dây đo điện thế trên nhiệt điện trở, trường hợp tổng trở ngõ vào của mạch đo rất lớn so với điện trở dây đo, điện trở dây đo coi như không đáng kể, điện thế đo được không bị ảnh hưởng bởi điện trở dây đo và sự thay đổi của nó do nhiệt.

* Các cấu trúc của cảm biến nhiệt platin và nickel :

- Nhiệt điện trở với vỏ gốm: Sợi Platin được giữ chặt trong ống gốm sứ với bột ôxit nhôm, dải đo từ -200°C đến 800°C .

- Nhiệt điện trở với vỏ thủy tinh: Loại này có độ bền cơ học và độ nhạy cao, dải đo từ -200°C đến 400°C , được dùng trong môi trường hoá chất có độ ăn mòn hoá học cao.

- Nhiệt điện trở với vỏ nhựa : Giữa 2 lớp nhựa polyamid dây platin có đường kính khoảng 30 mm được dán kín. Với cấu trúc mỏng, cảm biến này được dùng để đo nhiệt độ bề mặt các ống hay cuộn dây biến thế. Dải đo từ -80°C đến 230°C

- Nhiệt điện trở với kỹ thuật màng mỏng: Loại này có cấu trúc cảm biến gồm một lớp màng mỏng (platin) đặt trên nền ceramic hoặc thủy tinh. Tia laser được sử dụng để chuẩn hoá giá trị điện trở của nhiệt điện trở.

3 Cảm biến nhiệt độ với vật liệu Silic

Mục tiêu :

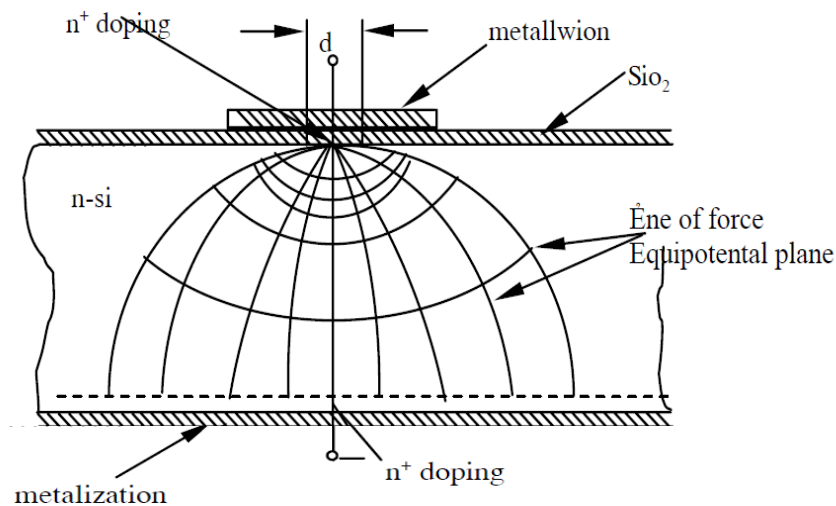
- Trình bày được cấu tạo và đặc tính của cảm biến nhiệt độ với vật liệu Silic

Cảm biến nhiệt độ với vật liệu silic đang ngày càng đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống điện tử. Với cảm biến silic, bên cạnh các đặc điểm tuyến tính, sự chính

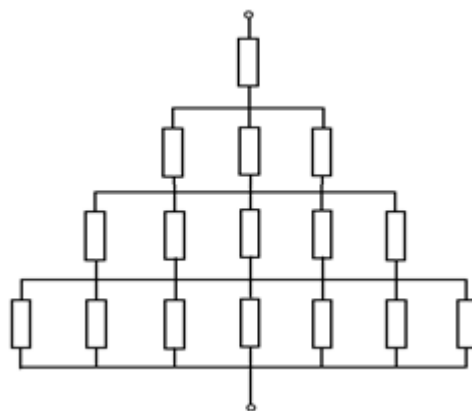
xác, phí tổn thấp, còn có thể tích hợp trong một IC cùng với bộ phận khuếch đại và các yêu cầu xử lý tín hiệu khác, hệ thống trở nên nhỏ gọn, mức độ phức tạp cao hơn và chạy nhanh hơn. Kỹ thuật cảm biến truyền thống như cặp nhiệt, nhiệt điện trở có đặc tuyến không tuyến tính và yêu cầu sự điều chỉnh có thể chuyển đổi chính xác từ giá trị nhiệt độ sang đại lượng điện (dòng hoặc áp), đang được thay thế dần bởi các cảm biến silic với lợi điểm là sự nhỏ gọn của mạch điện tích hợp và dễ sử dụng.

* Nguyên tắc :

Hình vẽ 1.7 thể hiện cấu trúc cơ bản của một cảm biến, kích thước của một cảm biến là $500 \times 500 \times 200$ (mặt trên của cảm biến là một lớp SiO_2 có một vùng hình tròn được mạ kim loại có đường kính khoảng $20 \mu\text{m}$, toàn bộ mặt đáy được mạ kim loại



Hình 1.7 Cấu trúc cơ bản của cảm biến Silic



Hình 1.8 Mạch điện tương đương tượng trưng thay thế cảm biến Silic

Hình vẽ 1.8 biểu diễn mạch điện tương đương tượng trưng thay thế cho cảm biến silic (sản xuất theo nguyên tắc điện trở phân rải). Sự sắp xếp này dẫn đến sự

phân bố dòng qua tinh thể có dạng hình nón, đây là nguồn gốc có tên gọi điện trở phân rải.

Điện trở cảm biến nhiệt R được xác định như sau :

$$R = \frac{\rho}{\pi.d} \quad (1-9)$$

Trong đó : R - là điện trở cảm biến nhiệt

ρ - là điện trở suất của vật liệu silic (ρ lệ thuộc vào nhiệt độ)

d - là đường kính của hình tròn vùng mạ kim loại mặt trên

- Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của dòng cảm biến KTY(hãng Philips sản xuất)

Với sự chính xác và ổn định lâu dài của cảm biến với vật liệu silic .KTY sử dụng công nghệ điện trở phân rải là một sự thay thế tốt cho các loại cảm biến nhiệt độ truyền thống

Ưu điểm chính :

- Sự ổn định : Giả thiết cảm biến làm việc ở nhiệt độ có giá trị bằng một nửa giá trị nhiệt độ hoạt động cực đại, sau thời gian làm việc ít nhất là 45.000 giờ (khoảng 51 năm) hoặc sau 1.000 giờ (1,14 năm), hoạt động liên tục với dòng định mức tại giá trị nhiệt độ hoạt động cực đại cảm biến silic sẽ cho kết quả đo với sai số như bảng dưới đây

TYPE	Sai số tiêu biểu (K)	Sai số lớn nhất (K)
KTY 81 – 1 KTY 82 - 1	0,20	0,50
KTY 81 – 2 KTY 82 – 2	0,20	0,80
KTY 83	0,15	0,40

Bảng 1.4 Sai số của cảm biến silic (do thời gian sử dụng)

- Sử dụng công nghệ silic : Do cảm biến được sản xuất dựa trên nền tảng công nghệ silic nên gián tiếp chúng ta được hưởng lợi ích từ những tiến bộ trong lĩnh vực công nghệ này đồng thời điều này cũng gián tiếp mang lại những ảnh hưởng tích cực cho công nghệ đóng gói, nơi mà luôn có xu hướng thu nhỏ.

- Sự tuyến tính: Cảm biến với vật liệu silic có hệ số gần như là hằng số trên toàn bộ thang đo, đặc tính này là một điều lý tưởng để khai thác sử dụng (đặc trưng kỹ thuật của KTY 81)