

TÒA GIÁM MỤC XUÂN LỘC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG HÒA BÌNH XUÂN LỘC



GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC: KỸ THUẬT CẢM BIẾN
NGÀNH: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: /2021/ QĐ-CDHBXL, ngày.....tháng.....
năm 2021 của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc)*

Đồng Nai, năm 2021
(Lưu hành nội bộ)

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

Kỹ thuật cảm biến là một lĩnh vực quan trọng trong kỹ thuật điện tử và tự động hóa, tập trung vào việc thiết kế, triển khai và quản lý các cảm biến để thu thập thông tin từ môi trường và hệ thống.

Cảm biến là các thiết bị hoặc thành phần có khả năng phát hiện, đo lường, và chuyển đổi các thông số vật lý hoặc hóa học thành tín hiệu có thể được đọc và xử lý bởi các hệ thống điện tử.

Môn học này cung cấp cho học sinh và sinh viên những kiến thức cơ bản và nâng cao về thiết kế, phân tích và ứng dụng các loại cảm biến đóng vai trò thiết yếu trong sự phát triển của công nghệ điện tử.

Nội dung của giáo trình bao gồm các chương sau:

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

Bài 2: Cảm biến đo nhiệt độ

Bài 3: Cảm biến tiệm cận điện cảm

Bài 4: Cảm biến tiệm cận điện dung

Bài 5: Cảm biến tiệm cận từ tính

Bài 6: Cảm biến quang điện

Bài 7: Các cảm biến khác thường dùng trong công nghiệp

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã tham khảo và trích dẫn từ nhiều tài liệu được liệt kê tại mục Danh mục tài liệu tham khảo. Chúng tôi chân thành cảm ơn các tác giả của các tài liệu mà chúng tôi đã tham khảo.

Bên cạnh đó, giáo trình cũng không thể tránh khỏi những sai sót nhất định. Nhóm tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, phản hồi từ quý đồng nghiệp, các bạn người học và bạn đọc.

Trân trọng cảm ơn./.

Đồng Nai, ngày tháng năm 2021

Tham gia biên soạn

1. Ks. Nguyễn Khắc Huy
2. Ths. Ngô Thanh Bình
3. Ths. Võ Hồng Ngân
4. Ths. Võ Thị Thu Vân
5. Ths. Trần Thị Thu Hương

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC	3
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC	4
BÀI 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ BỘ CẢM BIẾN.....	9
BÀI 2: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ	15
BÀI 3 : CẢM BIẾN TIỆM CẬN ĐIỆN CẢM.....	43
BÀI 4: CẢM BIẾN TIỆM CẬN ĐIỆN DUNG	54
BÀI 5: CẢM BIẾN TIỆM CẬN TỪ TÍNH	70
BÀI 6: CẢM BIẾN QUANG ĐIỆN.....	73
BÀI 7: CÁC LOẠI CẢM BIẾN KHÁC THƯỜNG DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP	103

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1. Tên môn học: KỸ THUẬT CẢM BIẾN

2. Mã môn học: MĐ18

3. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

3.1. Vị trí: Giáo trình dành cho người học trình độ Trung cấp tại trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc.

3.2. Tính chất: Là môn đụn chuyên môn nghề trong chương trình đào tạo

3.3. Ý nghĩa và vai trò của môn học: môn học này dành cho đối tượng là người học thuộc chuyên ngành Điện tử công nghiệp. Môn học này đã được đưa vào giảng dạy tại trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc từ năm 2021 đến nay. Nội dung chủ yếu của môn học này nhằm cung cấp các kiến thức thuộc lĩnh vực cảm biến chuyên ngành nhằm bổ trợ các kiến thức và kỹ năng cần thiết giúp học sinh làm quen với các loại cảm biến khác nhau, và ứng dụng các mạch . Các loại cảm biến này là các thành phần cơ bản trong việc thiết kế mạch và thiết bị điện tử trong công nghiệp . Đây là mảng kiến thức cần thiết cho người lao động nói chung và thợ điện tử nói riêng công tác trong môi trường công nghiệp.

4. Mục tiêu của môn học:

4.1. Về kiến thức:

A1. Trình bày được đặc tính cấu tạo và nguyên lý làm việc của các loại cảm biến.

A2. Phân tích được nhiệm vụ của cảm biến được tích hợp trong hệ thống.

4.2. Về kỹ năng:

B1. Thiết kế được mạch cảm biến đơn giản đạt yêu cầu kỹ thuật.

B2. Thực hành lắp ráp một số mạch điều khiển thiết bị cảm biến đúng yêu cầu.

B3. Kiểm tra, vận hành, sửa chữa và thay thế được các loại cảm biến tích hợp trong hệ thống đúng yêu cầu kỹ thuật.

4.3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

C1. Cần thận tỉ mỉ, học tập nghiêm túc.

C2. Bảo quản tốt dụng cụ và thiết bị dạy học.

C3. Sắp xếp nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp, đảm bảo an toàn lao động vệ sinh công nghiệp.

5. Nội dung của môn học

5.1. Chương trình khung

Mã MH/ MD	Tên môn học/mô đun	Số tín chỉ	Thời gian học tập (giờ)			
			Tổng số	Trong đó		
				Lý thuyết	Thực hành/ Thực tập/Thí nghiệm/Bài tập/Thảo luận	Kiểm tra
I	Các môn học chung	13	255	106	134	15
MH01	Giáo dục chính trị	2	30	15	13	2
MH02	Pháp luật	1	15	9	5	1
MH03	Giáo dục thể chất	1	30	4	24	2
MH04	Giáo dục Quốc phòng và An ninh	2	45	21	21	3
MH05	Tin học	2	45	15	29	1
MH06	Tiếng Anh	5	90	42	42	6
II	Các môn học, mô đun chuyên môn	62	1445	443	944	58
II.1	Môn học, mô đun cơ sở	23	495	188	284	23
MH07	An toàn lao động	2	30	28		2
MH08	Kỹ thuật điện	3	60	30	27	3
MH09	Vẽ điện	2	30	15	13	2
MD10	Điện cơ bản	3	75	15	57	3
MD11	Điện tử cơ bản	5	120	40	75	5
MD12	Mạch điện tử cơ bản	5	120	30	85	5
MD13	Kỹ thuật ngôn ngữ lập trình	3	60	30	27	3
II.2	Môn học, mô đun chuyên môn	39	950	255	660	35
MD14	Vi mạch	4	90	30	56	4
MD15	Thiết kế mạch bằng máy tính	4	90	30	56	4
MD16	Máy điện	3	60	30	27	3
MD17	Lắp đặt hệ thống điều khiển công nghiệp	4	90	30	56	4
MD18	Kỹ thuật cảm biến	3	60	15	42	3

MĐ19	Vi điều khiển	5	120	30	85	5
MĐ20	Điều khiển điện khí nén	4	90	30	56	4
MĐ21	Kỹ thuật PLC	5	120	30	85	5
MĐ22	Ứng dụng Arduino và vi điều khiển	3	60	30	27	3
MĐ23	Thực tập xí nghiệp	4	170		170	
Tổng cộng		75	1700	549	1078	73

6. Điều kiện thực hiện môn học:

6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành: Đáp ứng phòng học chuẩn

6.2. Trang thiết bị dạy học: Proje-tor, máy vi tính, bảng, phấn

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện: Giáo trình, mô hình học tập,...

6.4. Các điều kiện khác: Người học tìm hiểu thực tế về công tác xây dựng phương án khắc phục và phòng ngừa rủi ro tại doanh nghiệp.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Kiến thức: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp.
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

7.2. Phương pháp:

Người học được đánh giá tích lũy môn học như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.
- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc môn học	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, A2 B1, B2, B3, C1, C2	1	Sau ... giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A2, B3, C3	2	Sau... giờ
Kết thúc môn học	Viết	Tự luận và trắc nghiệm	A1, A2 B1, B2, B3 C1, C2, C3,	1	Sau... giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc môn học được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm môn học là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của môn học nhân với trọng số tương ứng. Điểm môn học theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân, sau đó được quy đổi sang điểm chữ và điểm số theo thang điểm 4 theo quy định của Bộ Lao động Thương binh và Xã hội về đào tạo theo niên chế.

8. Hướng dẫn thực hiện môn học

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Đối tượng Trung cấp điện tử công nghiệp

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập môn học

8.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập tình huống, câu hỏi thảo luận....

* **Bài tập:** Phân chia nhóm nhỏ thực hiện bài tập theo nội dung đề ra.

* **Thảo luận:** Phân chia nhóm nhỏ thảo luận theo nội dung đề ra.

* **Hướng dẫn tự học theo nhóm:** Nhóm trưởng phân công các thành viên trong nhóm tìm hiểu, nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, cả nhóm thảo luận, trình bày nội dung, ghi chép và viết báo cáo nhóm.

8.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học môn học này (trang web, thư viện, tài liệu...)

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng lý thuyết. Nếu người học vắng >30% số tiết lý thuyết phải học lại môn học mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 8-10 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.

- Tham dự thi kết thúc môn học.

- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

9. Tài liệu tham khảo:

- Giáo trình kỹ thuật cảm biến của ThS Trần Thị Bích Hạnh - Nhà xuất bản Đại học Bách Khoa- 2018

- Kỹ thuật Cảm biến và ứng dụng trong công nghiệp ThS Hoàng Văn Thắng Nhà xuất kinh tế- 2020

- Kỹ thuật cảm biến và ứng dụng trong công nghiệp - Nhà xuất bản Khoa học và xã hội nhân văn – 2021

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

❖ GIỚI THIỆU BÀI 1

Bộ cảm biến là một hệ thống gồm nhiều cảm biến hoạt động cùng nhau để thu thập, xử lý và truyền đạt thông tin từ môi trường hoặc hệ thống cụ thể. Các khái niệm cơ bản : miền đo, độ phân giải, độ chính xác, độ tuyến tính, tốc độ đáp ứng.

MỤC TIÊU BÀI 1

Sau khi học xong chương này, người học có khả năng:

- **Về kiến thức:**
 - + Phát biểu được khái niệm về các bộ cảm biến.
- **Về kỹ năng:**
 - + Phân loại được các bộ cảm biến.
- **Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:**
 - + Rèn được tính tự tin và tác phong trong công nghiệp.

PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP BÀI 1

- *Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập bài 1 (cá nhân hoặc nhóm).*
- *Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (bài 1) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống bài mở 1 theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định.*

❖ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN BÀI 1

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** nhà xưởng
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- **Các điều kiện khác:** Không có

❖ KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ BÀI 1

- **Nội dung:**

- ✓ **Kiến thức:** Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- ✓ **Kỹ năng:** Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- ✓ **Năng lực tự chủ và trách nhiệm:** Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.
- **Phương pháp:**
 - ✓ **Điểm kiểm tra thường xuyên:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)
 - ✓ **Kiểm tra định kỳ :** Không có

❖ NỘI DUNG BÀI 1

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

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

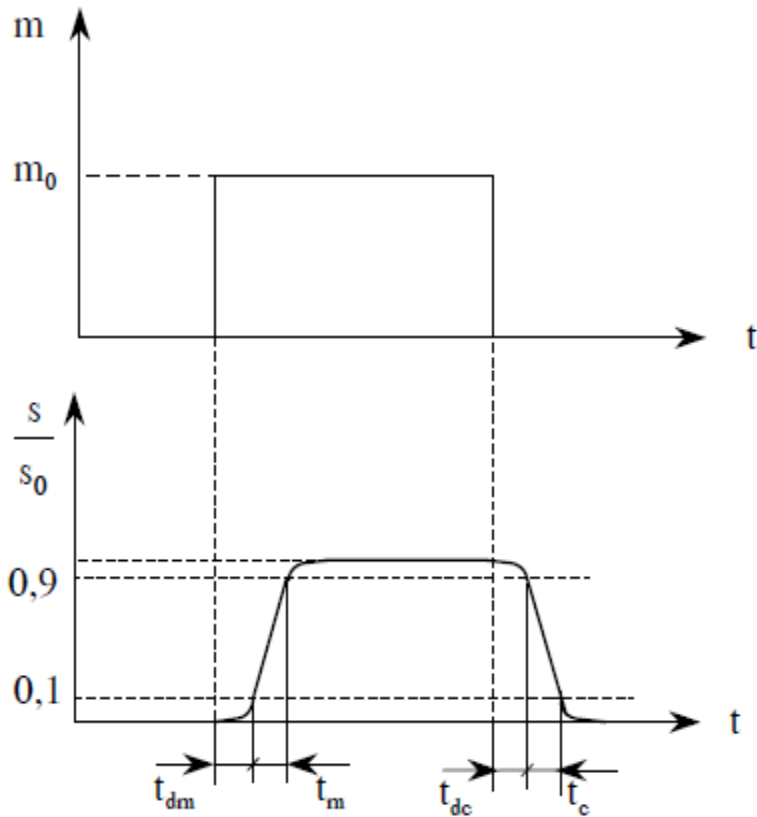
Độ nhanh là đặc trưng của cảm biến cho phép đánh giá khả năng theo kịp về thời gian của đại lượng đầu ra khi đại lượng đầu vào biến thiên. Thời gian hồi đáp là đại lượng được sử dụng để xác định giá trị số của độ nhanh.

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 1.1 Xác định các khoảng thời gian đặc trưng cho chế độ quá độ.

2. Phạm vi sử dụng của 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:

- 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

Hiện tượng	Chuyển đổi giữa đáp ứng và kích thích
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

Kích thích	Các đặc tính của kích thích.
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.

❖ TÓM TẮT BÀI 1

Trong chương này, một số nội dung chính được giới thiệu:

- Khái niệm về các bộ cảm biến
- Phạm vi ứng dụng
- Phân loại các bộ cảm biến

❖ CÂU HỎI VÀ TÌNH HUỐNG THẢO LUẬN BÀI 1

Câu hỏi 1. Hãy nêu các khái niệm cơ bản bộ cảm biến?

Câu hỏi 2. Phân loại cảm biến gồm những loại nào ?

BÀI 2: CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ

❖ GIỚI THIỆU BÀI 2

Cảm biến nhiệt độ là thiết bị được sử dụng để đo lường nhiệt độ của một môi trường hoặc vật liệu. Chúng là thành phần quan trọng trong nhiều ứng dụng công nghiệp, nghiên cứu, và thiết bị tiêu dùng. Cảm biến nhiệt độ có thể được phân loại theo nguyên lý hoạt động và các đặc tính kỹ thuật cụ thể.

MỤC TIÊU BÀI 2

Sau khi học xong chương này, người học có khả năng:

➤ **Về kiến thức:**

+ Trình bày được cấu tạo, đặc tính của các loại cảm biến theo nội dung đã học.

➤ **Về kỹ năng:**

+ Thực hiện được các mạch cảm biến đúng yêu cầu kỹ thuật.

➤ **Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:**

+ Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác và an toàn vệ sinh công nghiệp.

❖ PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP BÀI 2

- *Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập bài 2 (cá nhân hoặc nhóm).*

- *Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (bài 2) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống bài 2 theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định..*

❖ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN BÀI 2

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** nhà xưởng
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- **Các điều kiện khác:** Không có

❖ KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ BÀI 2

Nội dung:

- ✓ *Kiến thức: Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức*
- ✓ *Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.*
- ✓ *Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:*
 - + *Nghiên cứu bài trước khi đến lớp*
 - + *Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.*
 - + *Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.*
 - + *Nghiêm túc trong quá trình học tập.*
- **Phương pháp:**
 - ✓ *Điểm kiểm tra thường xuyên: 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng/ thuyết trình)*
 - ✓ *Kiểm tra định kỳ : Không có*

❖ NỘI DUNG BÀI 2

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 $^{\circ}\text{C}$ và $^{\circ}\text{F}$ như sau :

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

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

Nhiệt độ	Kelvin (K)	Celsius ($^{\circ}\text{C}$)	Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)
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

1.12 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

1.2 Nhiệt điện trở Platin và Niken

Mục tiêu :

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

1.2.1 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.

1.2.2. 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 :

$$R(t) = R_0 [1 + A.t + B.t^2 + C (t - 100^0C).t^3] \quad (1-5)$$

R_0 là trị số điện trở định mức ở 0^0C

<i>Standard</i>	<i>Alpha ohms/ohm/⁰C</i>	<i>R₀ ohms</i>	<i>Hệ số</i>	<i>Đất nước</i>
IEC 751 (Pt100)	0,003855055	100	-200 ⁰ C < t < 0 ⁰ C A = 3,90830 x 10 ⁻³ B = - 5,77500 x 10 ⁻⁷ C = - 4,18301 x 10 ⁻¹² 0 ⁰ C < t < 850 ⁰ C A & B như trên, riêng C = 0,0	Áo, Brazil, Úc, Bỉ, Bungari, Canada, Đan mạch, Ai cập, Phần Lan, Pháp , Đức, Isaren, Ý, Nhật, Nam Phi, Thổ Nhĩ Kỳ, Nga, Anh, Ba Lan, Rumani

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 100 Ω , của Pt 1.000 là 1.000 Ω , 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 $^{\circ}\text{C}$.

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 rỗng, 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 μm (so sánh với đường kính sợi tóc khoảng 100 μm)

* 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 $^{\circ}\text{C}$ đến 500 $^{\circ}\text{C}$, còn với nhiệt điện trở Platin tốt, có thể đo đến 1.000 $^{\circ}\text{C}$. Độ chính xác của hệ thống gồm ADT70 và nhiệt điện trở Platin ở thang đo -200 $^{\circ}\text{C}$ đến 1.000 $^{\circ}\text{C}$ phụ thuộc nhiều vào