



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM  
KHOA CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

TS. ĐÀO THÁI DIỆU

*Giáo trình*

# Kỹ thuật cảm biến đo lường & điều khiển



LƯU HÀNH NỘI BỘ

2008

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM

GIÁO TRÌNH GỐC

**BỘ CÔNG THƯƠNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA CƠ KHÍ**

~~Giảng viên~~ Đào Thái Diệu, (TS.)

**TẬP BÀI GIẢNG**

**KỸ THUẬT CẢM BIẾN  
ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN**

**TP. HỒ CHÍ MINH, 2008**

## DẪN NHẬP

Tập bài giảng “Kỹ thuật Cảm biến Đo lường và Điều khiển” được biên soạn theo chương trình đào tạo đại học các chuyên ngành kỹ thuật.

Mục tiêu biên soạn tập bài giảng này nhằm giúp sinh viên có tài liệu học tập môn học “Kỹ thuật cảm biến đo lường các đại lượng không điện” bên cạnh các tài liệu tham khảo khác theo hướng dẫn của giảng viên để nắm được những nội dung truyền đạt trên lớp một cách tích cực, kết hợp những dẫn giải và hệ thống hoá vấn đề của giảng viên với những nghiên cứu thảo luận chuyên đề seminar của lớp học.

Với nhận thức rằng môn kỹ thuật cảm biến đo lường liên quan hầu hết các lĩnh vực kiến thức cơ bản mà sinh viên các ngành đại học kỹ thuật đã hoặc đang tiếp thụ trong chương trình học, một số phần liên quan chủ yếu được đưa vào các phụ lục cuối tập bài giảng này để sinh viên tự đọc ôn lại và hệ thống hoá kiến thức đã học trong những môn khác.

Là một tập bài giảng, tài liệu được chia thành các bài giảng, dựa theo chương trình giảng dạy môn học là 3 tín chỉ (tương đương 45 tiết lên lớp và 45 tiết tự học của SV). Việc bố trí chương trình giảng dạy phù hợp là tùy ở giảng viên, tuy nhiên, thời lượng mỗi bài giảng ở đây tính cho 4 tiết lên lớp (không kể kiểm tra và ôn luyện). Và đó cũng chỉ là khuyến nghị.

Những nội dung tập hợp trong tập bài giảng này được thực hiện trên cơ sở những tài liệu cập nhập, nêu trong mục “Tài liệu tham khảo”, phù hợp với những bài giảng trên lớp theo chương trình, đề cương môn học của nhà trường. Tuy nhiên, do những hạn chế nhất định, việc tập hợp trình bày trong một tập sách có thể còn nhiều khiếm khuyết. Rất mong các đồng sự, đồng nghiệp giúp đỡ góp ý chỉnh lý và nhất là những sinh viên mà tập bài giảng này nhằm hướng tới.

Đào Thái Diệu, 01.2008’.

# **BÀI 1**

## **CƠ SỞ KỸ THUẬT CẢM BIẾN ĐO LƯỜNG.**

### **Chương 1. KHÁI NIỆM CHUNG.**

**Mục tiêu** bài này tập trung vào những khái niệm cơ bản và những vấn đề tổng quát của kỹ thuật cảm biến đo lường ứng dụng – gồm chương 1.

**Nội dung cơ bản** mà SV phải nắm được ở bài này là những vấn đề trọng tâm sau:

- Khái niệm tổng quát về hệ thống thông tin đo lường và điều khiển cùng những phần tử cấu thành cơ bản của nó, hoạt động chức năng, các đặc tính kỹ thuật, đặc điểm ứng dụng. Đặc biệt cần nắm vững và hiểu được bản chất các định nghĩa khái niệm, đặc tính vận hành, hệ thống hoá trong phân loại phần tử, tư duy logic trong kỹ thuật ứng dụng.
- Các vấn đề ứng dụng thực tiễn các phần tử cảm biến trong hệ thống tin đo lường và điều khiển. Có nhận thức và rèn kỹ năng tổng hợp, thiết kế và chế tạo hệ thống cụ thể trong thực tế môi trường ứng dụng.
- Các từ khóa, thuật ngữ và ý nghĩa của nó trong phần này (và tiếp về sau) đóng vai trò quan trọng trong những bài kiểm tra và thi trắc nghiệm lý thuyết nói chung.
- **Thời lượng** bài giảng là 04 tiết/45 tiết lên lớp theo chương trình môn học là 03TC (45 tiết) và 04 tiết tự nghiên cứu.

#### **1.1 – Khái niệm hệ thống đo lường và điều khiển.**

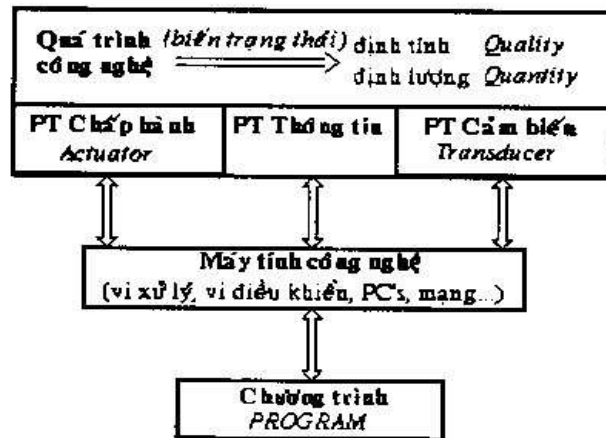
Ngày nay, khó có một ngành kỹ thuật nào không bao gồm kỹ thuật đo lường và điều khiển tự động, mà trong đó các phần tử cảm biến đo lường thường đóng vai trò tiên quyết. Ứng dụng điển hình là

trong các dây chuyền công nghệ cơ khí chế tạo, các máy tự động trong sản xuất, gia công gỗ, kim loại, nhựa plastics, máy móc chế biến thực phẩm, các loại máy in và đóng gói sản phẩm, vv ...

Sự phát triển của kỹ thuật đo lường và điều khiển hiện đại dựa trên cơ sở những tiến bộ khoa học của nhiều ngành lý thuyết cơ bản cũng như những tiến bộ công nghệ trong kỹ thuật ứng dụng. Đặc biệt, tiến bộ kỹ thuật công nghệ đã đưa đến sự thống nhất chuẩn hoá trong chế xuất các linh kiện, các phần tử tự động, các khối chức năng module ... Trong nhiều lĩnh vực khác nhau cũng có nhiều trường hợp sử dụng những bộ phận, phần tử tự động chức năng như nhau. Ví dụ, các hệ cảm biến vị trí và điều khiển các vật thể dịch chuyển với độ chính xác cao được ứng dụng rộng rãi trong các ngành như giao thông vận tải, hàng hải, hàng không, cứu hộ (định vị tàu thuyền, xe máy và máy bay, điều khiển các hệ dự phòng và truyền tải nặng ...), cũng như trong các ngành thông tin liên lạc viễn thông, thiên văn vũ trụ (dùng để điều chỉnh vị trí của các antenna radio, radar, các hệ viễn vọng thiên văn, ...).

Nói chung, các phần tử cảm biến không hoạt động tự thân. Chúng là một bộ phận của một hệ lớn bao gồm cả các bộ chuẩn hoá tín hiệu và các mạch xử lý tín hiệu số và tương tự khác nhau. Nói ví dụ, hệ thống có thể là hệ đo lường, hệ thu thập dữ liệu, hay hệ điều khiển quá trình công nghệ. Ở đây, chúng ta tập trung vào các phần tử cảm biến trong hệ đo lường và điều khiển quá trình công nghệ. Hình 1.1 giới thiệu mô hình điều khiển tự động quá trình công nghệ, được thực hiện bởi một hệ thông tin đo lường điều khiển.





Hình 1.1 – Mô hình điều khiển tự động quá trình công nghệ.

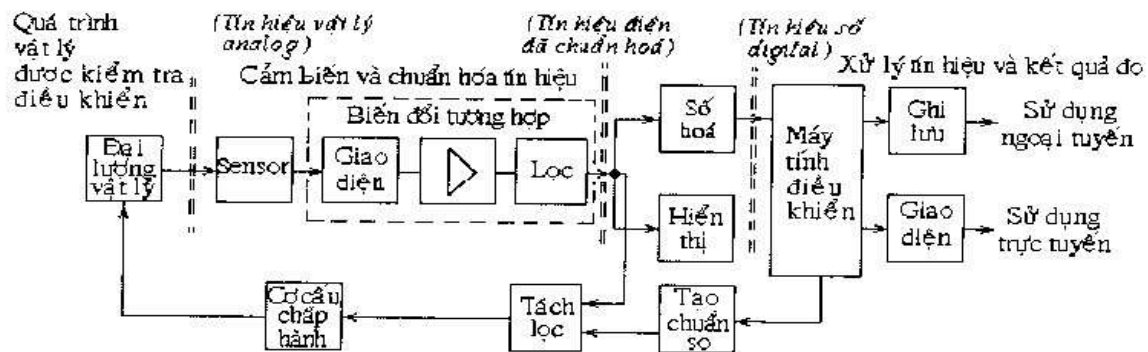
Quá trình công nghệ là một hệ vật lý được mô tả bởi các biến trạng thái. Các biến này đặc trưng định tính *qualitative* và định lượng *quantative* cho quá trình công nghệ bởi các phương trình mô tả quan hệ toán-lý và các số liệu đo thực nghiệm. Quá trình công nghệ được điều khiển (hoặc điều chỉnh) bởi một hệ thống đo lường và điều khiển tự động, hoạt động theo một chương trình *program* định sẵn, trên cơ sở các dữ liệu thu nhận được từ các bộ phận, phần tử cảm biến đo lường *transducers* và tính năng của các phần tử cơ cấu tác hoạt chấp hành *actuators*.

Như vậy, hệ thống thông tin đo lường và điều khiển là tập hợp phương tiện kỹ thuật với chức năng chung và hoạt động theo một chương trình chung, thu nhận thông tin từ đối tượng (đo lường, biến đổi, hiển thị hay lưu trữ) và xử lý tiếp theo để thực hiện những mục tiêu chức năng hệ thống (điều khiển, hiệu chỉnh hay theo dõi giám sát).

Những năm gần đây, sự phát triển công nghệ điện tử-tin học-viễn thông đã có những bước tiến căn bản về hiệu suất tính toán, dung lượng nhớ, tốc độ xử lý và truyền dẫn dữ liệu ... cũng như những phát triển phần mềm ứng dụng. Cùng với sự hình thành và phát triển mạng viễn thông Internet, các mạng máy tính (cục bộ và cả diện rộng) cũng được sử dụng cho các hệ đo lường và điều khiển, ứng dụng chủ yếu là

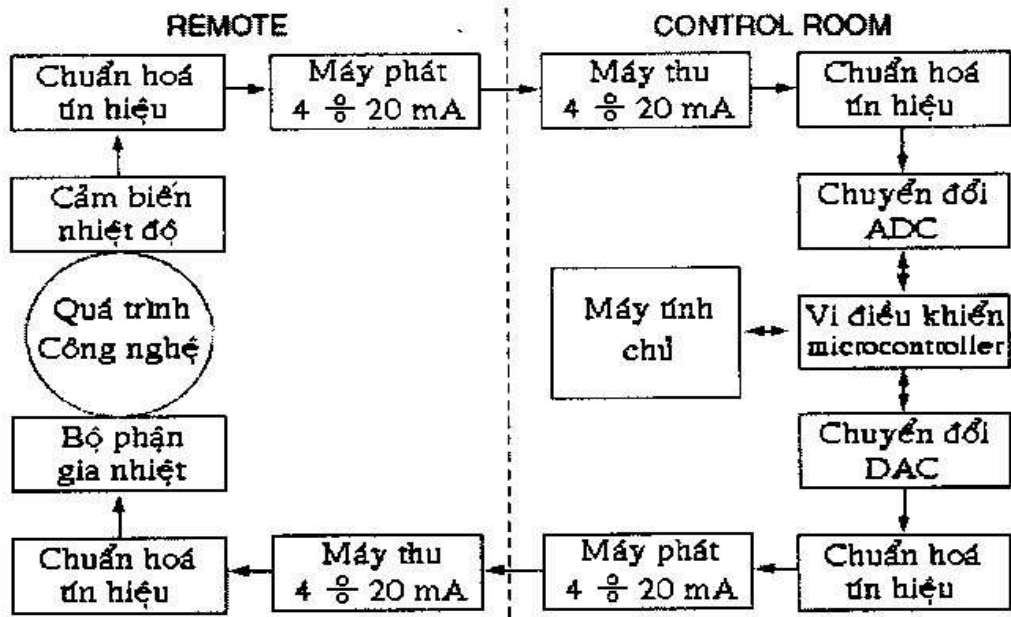
thu thập và xử lý dữ liệu nhằm tự động điều chỉnh / điều khiển quá trình công nghệ cũng như theo dõi giám sát trạng thái quá trình.

Hình 1.2 giới thiệu cấu trúc điển hình của một hệ cảm biến đo lường và điều khiển.



Hình 1.2 – Cấu trúc điển hình một hệ cảm biến đo lường và điều khiển tự động.

Ứng dụng cảm biến trong một hệ điều khiển quá trình điển hình được trình bày trong hình 1.3. Giả thiết thuộc tính vật lý cần điều khiển là nhiệt độ. Đầu ra của cảm biến nhiệt độ được chuẩn hoá và rồi số hoá bằng chuyển đổi ADC. Bộ vi điều khiển microcontroller hay máy tính chủ xác định liệu nhiệt độ có cao hơn hay thấp hơn giá trị mong muốn, và xuất tín hiệu tới chuyển đổi số-tương tự (DAC). Đầu ra DAC được chuẩn hoá và điều khiển cơ cấu chấp hành *actuator*, trong trường hợp này là một bộ gia nhiệt *heater*. Lưu ý rằng giao diện giữa trung tâm điều khiển và quá trình điều khiển từ xa là thông qua mạng tiêu chuẩn công nghiệp 4-20 mA.



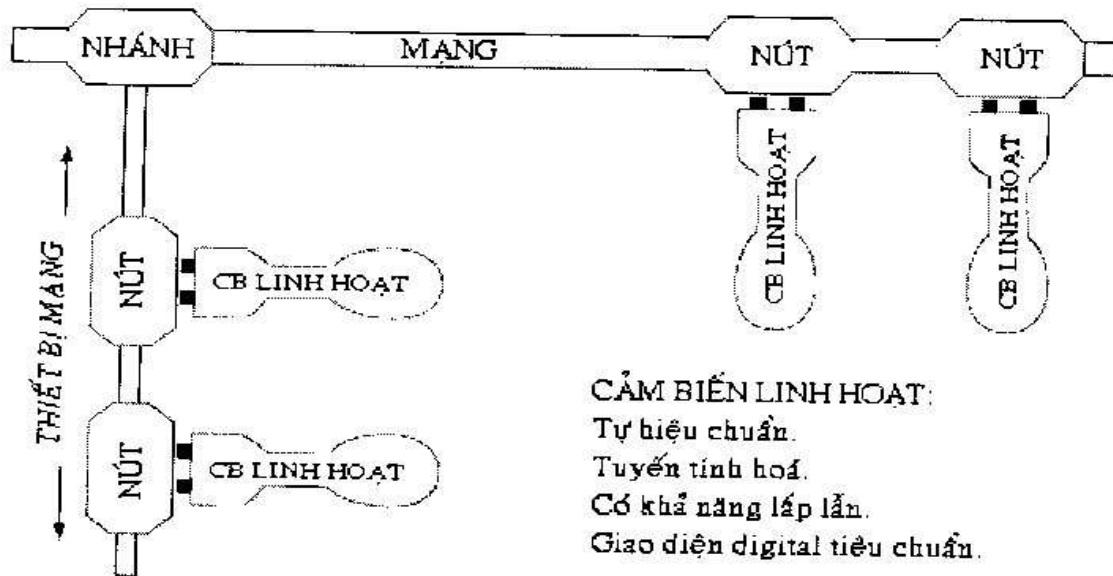
Hình 1.3 – Mạch điều khiển một quá trình công nghiệp điển hình.

Kỹ thuật số đã trở thành phổ biến trong việc xử lý các đầu ra cảm biến trong thu thập dữ liệu đo lường, điều khiển quá trình và các phép đo. Nói chung, các vi điều khiển 8-bit (ví dụ 8051) có tốc độ và dung lượng xử lý thích đáng đối với hầu hết các ứng dụng. Bằng cách gộp thêm chuyển đổi A/D và tính năng lập trình vi điều khiển tự bên trong cảm biến, có thể tạo nên một cảm biến linh hoạt “*smart sensor*” với các tiện ích tự chuẩn định và tuyến tính hoá trong số nhiều tiện ích khác. Khi đó, một cảm biến linh hoạt có thể giao diện trực tiếp với một mạng công nghiệp như trình bày trong hình 1.4.

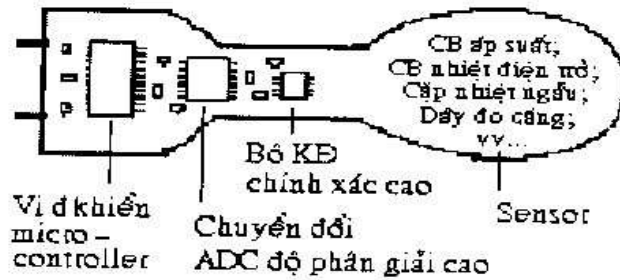
Hình 1.5 trình bày các khối cấu tạo cơ bản của một “cảm biến linh hoạt”, được cấu hình với các vi mạch tích hợp đa thành phần. Loạt sản phẩm MicroConverter của hãng Analog Devices bao gồm on-chip các bộ đổi nối multiplexers tính năng hoạt động cao, các chuyển đổi tương tự-số (ADCs) và số-tương tự (DACs), ghép với bộ nhớ Flash và một lõi vi điều khiển tiêu chuẩn công nghiệp 8052, cũng như giải pháp mạch hỗ trợ và vài cấu trúc cổng nối tiếp tiêu chuẩn.



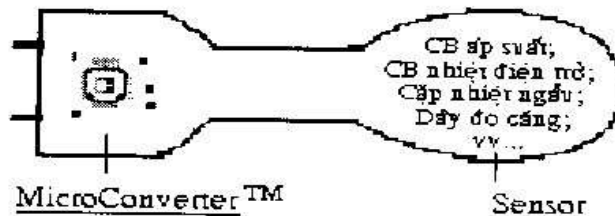
Đó là những vi mạch tích hợp đầu tiên thực sự là những hệ thu thập dữ liệu cảm biến linh hoạt (các mạch chuyển đổi tín hiệu, vi điều khiển, bộ nhớ Flash tính năng hoạt động cao) trong một con chip đơn (xem hình 1.6).



Hình 1.4 – Tiêu chuẩn hoá giao diện số dùng cảm biến linh hoạt.



Hình 1.5 – Các phần tử cơ bản trong cảm biến linh hoạt.



Hình 1.6 – Một cảm biến thậm chí còn linh hoạt hơn.

## 1.2 – Các phần tử chủ yếu của hệ thống.

Sự gia tăng yêu cầu về độ chính xác, độ an toàn chất lượng sản phẩm và hiệu quả công nghệ dẫn tới những tiến bộ kỹ thuật cơ bản làm tăng độ chính xác, độ tin cậy và tốc độ tác hoạt cao của các phương tiện kỹ thuật đo lường và điều khiển. Phương tiện kỹ thuật trong hệ đo lường điều khiển là tập hợp các thiết bị tự động đo lường, tự động điều khiển và tự động xử lý thông tin theo một chương trình nhất định, được gọi chung là các phần tử tự động.

Ở đây chúng ta phân biệt ba dạng phần tử tự động chủ yếu:

- Phần tử cảm biến *Transducer*, trong đó gồm có:
  - Phần tử cảm biến tham số (R,L,C);
  - Phần tử cảm biến vật lý (nhiệt-điện, quang-điện, áp-điện, ...).
- Phần tử chấp hành *Actuator*, trong đó gồm có:
  - Các phần tử chấp hành dạng máy điện;
  - Các phần tử chấp hành dạng cơ cấu điện-cơ.
  - Các phần tử chấp hành thủy-khí.
- Phần tử thông tin, đặc trưng là:
  - Tacho-generator;
  - Selsyn;
  - Biến áp quay;
  - Các phần tử khuếch đại (khuếch đại từ, khuếch đại máy-điện, khuếch đại điện tử, ...).
  - ...

**Phần tử cảm biến *Transducers*.** Cảm biến đo lường, ngày nay thường gọi là kỹ thuật cảm biến *sensorstechnique*, được hiểu như kỹ thuật thu nhận và biến đổi thông tin trạng thái, là một bộ phận thành phần quan trọng trong hệ điều khiển tự động.