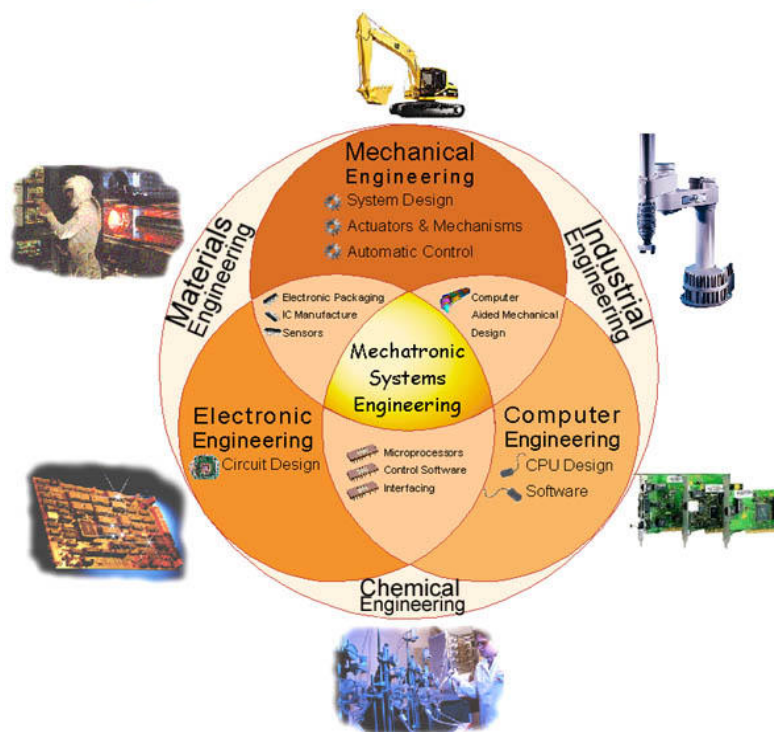


**BỘ CÔNG THƯƠNG  
TẬP ĐOÀN DỆT MAY VIỆT NAM  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG KINH TẾ - KỸ THUẬT VINATEX TP. HCM**

**KHOA CƠ ĐIỆN**

# **ĐỀ CƯƠNG BÀI GIẢNG HỆ THỐNG CƠ ĐIỆN TỬ**



**TP. HỒ CHÍ MINH, THÁNG 01 NĂM 2013**

**LƯU HÀNH NỘI BỘ**

## **Chương I: TỔNG QUAN VỀ CƠ ĐIỆN TỬ**

### **I. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN**

Khái niệm Cơ điện tử được mở ra từ định nghĩa ban đầu của công ty Yasakawa Electric. Trong các tài liệu xin bảo hộ thương hiệu của mình, Yasakawa định nghĩa Cơ điện tử như sau:

*“Thuật ngữ mechatronics được tạo thành bởi “mecha” trong mechanics và “tronics” trong electronics. Nói cách khác, các công nghệ và sản phẩm được phát triển sẽ ngày càng được kết hợp chặt chẽ và hữu cơ thành phần điện tử vào trong các cơ cấu và rất khó có thể chỉ ra ranh giới giữa chúng.”*

Khái niệm cơ điện tử tiếp tục phát triển sau khi Yasakawa đưa ra định nghĩa đầu tiên. Một định nghĩa khác về cơ điện tử thường hay được nói tới do Harashima, Tomizuko và Fukada đưa ra năm 1996 như sau:

*“Cơ điện tử là sự kết hợp chặt chẽ của kỹ thuật cơ khí với điện tử và điều khiển máy tính thông minh trong thiết kế, chế tạo các sản phẩm và quy trình công nghiệp.”*

Năm 1997, Shetty và Kolk lại quan niệm:

*“Cơ điện tử là một phương pháp luận được dùng để thiết kế tối ưu các sản phẩm cơ điện.”*

Và gần đây, Bolton lại đề xuất định nghĩa:

*“Một hệ cơ điện tử không chỉ là sự kết hợp chặt chẽ các hệ cơ khí, điện và nó cũng không chỉ đơn thuần là một hệ điều khiển. Nó là sự tích hợp đầy đủ các hệ trên.”*

### **II. LỊCH SỬ VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN**

#### **1. Lịch sử phát triển.**

Quá trình phát triển CĐT trên thế giới chính thức bắt đầu từ năm 1969 với sự ra đời thuật ngữ Cơ điện tử, sản phẩm CĐT chỉ là sự kết hợp giữa cơ khí và điện tử. Sau đó, với sự phát triển của CNTT, các bộ vi xử lý đã được tích hợp vào hệ thống Cơ điện tử.

#### **1.1. Về đào tạo cơ điện tử trên thế giới:**

Năm 1983 Viện kỹ thuật Nhật Bản – Singapore đã đưa vào khóa đào tạo kỹ thuật cơ điện tử (mechatronics engineering) chương trình đào tạo 2 năm để đào tạo lại kỹ sư cơ khí.

Khóa giảng đầu tiên mang tên “Mechatronics” cho kỹ sư và học viên cao học được thực hiện ở trường đại học Lancaster trong năm 1984/1985. Kể từ đó khóa đào tạo về Cơ điện tử phát triển mạnh ở tất cả các nước công nghiệp phát triển và đang phát triển.

Những năm đầu thập kỷ 90 của thế kỷ XX, 4 trường đại học Bách khoa của Singapore có chương trình đào tạo 3 năm chính quy kỹ sư cơ điện tử.

Ở Úc cũng đã có các khóa đào tạo và cấp bằng kỹ sư theo chuyên ngành Cơ điện tử từ những năm đầu 90. Tiếp theo không lâu là các trường đại học Curtin và New South Wales.

Ở châu Âu, từ năm 1980 đã có các hoạt động có liên quan đến đào tạo Cơ điện tử, nhưng khóa học chính thức về cơ điện tử trong trường đại học thì chỉ bắt đầu từ chương trình một năm Cao học tại trường đại học Katholieke (Bỉ) trong năm 1986. Đến năm 1989 trường này đã mở ngành đào tạo Cơ điện tử.

Trong năm 1990 một loạt các trường đại học ở CHLB Đức, Đan Mạch, Hà Lan,...(Châu Âu) đưa Cơ điện tử vào giảng dạy. Từ năm 1992 đến 1996 Liên minh châu Âu đã tài trợ thực hiện dự án TEMOUS đưa khóa học Cơ điện tử vào giảng dạy tại các khoa Cơ khí của các trường đại học: TU Brno, CTU, TU Plzeň, University College Dublin, Loughborough University of Technology,.....

Các trường đại học ở Anh giảng dạy Cơ điện tử bắt đầu từ trường Lancaster, tiếp theo là trường đại học London, Surrey, Dundee, Hull, Brunel, Loughborough, Manchester và Leeds.

Ở Bắc Mỹ mặc dù có rất nhiều trường hoạt động trong lĩnh vực Cơ điện tử, nhưng cho đến năm 1995 vẫn chưa xuất hiện những khóa giảng dạy mang tên “Cơ điện tử”. Đến nay hầu như các trường đại học kỹ thuật của Mỹ đều đã có khoa này. Tính đến năm 1999 trên thế giới đã có khoảng 90 trường đại học và viện nghiên cứu có đào tạo giảng dạy và nghiên cứu về cơ điện tử

### **1.2. Về đào tạo cơ điện tử ở Việt Nam:**

Hiện nay một số Trường ĐH tại Việt Nam đã Đào tạo chuyên ngành Cơ điện tử hệ Đại học:

- Từ năm 1997 ĐHBK TP Hồ Chí Minh mở Chuyên ngành Cơ điện tử tại khoa Cơ khí.

- Từ năm 2001 ĐHBK Đà Nẵng mở chuyên ngành Cơ điện tử tại khoa Cơ khí với số lượng 58 sinh viên. Bộ môn Cơ điện tử cũng được thành lập vào năm 2003.

- Năm 2001 ĐH SPKT TP HCM cũng mở ngành Cơ điện tử khóa đầu tiên.

- Bắt đầu từ năm 2004, ĐH Công nghệ thuộc ĐH Quốc gia Hà Nội mở Chuyên ngành Cơ điện tử tại Khoa Cơ kỹ thuật với số lượng ban đầu khoảng 20 SV/năm.

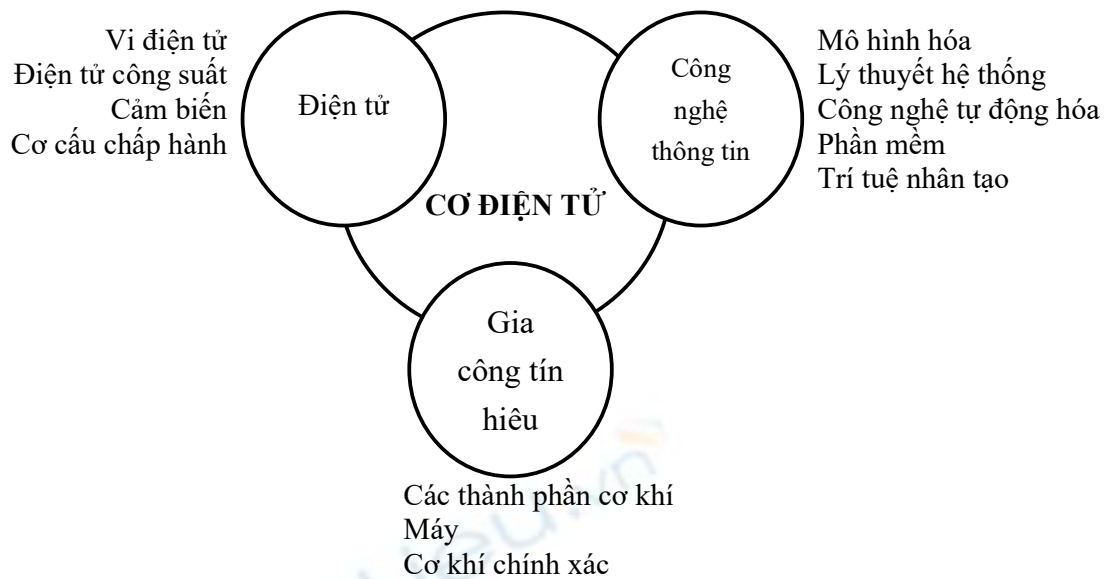
Ngoài ra các trường sau cũng đã mở chuyên ngành Cơ điện tử đào tạo ĐH:

- Viện Công nghệ Châu Á (AIT) tại Hà Nội

- ĐH Cần thơ

- Một số trường ĐH Dân lập Phương Đông, DL Thăng Long vv...

- Đào tạo Cao học: Đào tạo Cao học trong nước tại trường ĐH Bách khoa Hà Nội. ĐH BK Hà Nội hợp tác với ĐH Tổng hợp kỹ thuật Hannover (CHLB Đức) và ĐH Tổng hợp kỹ thuật Dresden (CHLB Đức) mở lớp Cao học quốc tế



Hình 1.1. Cơ điện tử: sự tích hợp hữu cơ của nhiều ngành khác nhau

## 2. Xu thế phát triển.

Năm 70 của thế kỷ 20, các sản phẩm cơ điện tử chủ yếu tích hợp phần cơ khí với công nghệ điều khiển trợ lực (servo) tạo nên các sản phẩm như cửa tự động, máy tự động bán hàng, máy ảnh tự động chỉnh tiêu cự (focus). Đến những năm 80, khi công nghệ thông tin được hình thành thì các chip vi xử lý đã được nhúng vào trong các hệ thống cơ khí để nâng cao các công năng hệ thống. Lúc này các máy công cụ điều khiển số và robot đã trở nên hoàn hảo hơn, các ô tô có phần điều khiển số... đã được sử dụng rộng rãi. Trong lĩnh vực quân sự, các hệ thống vũ khí thông minh có điều khiển số ra đời và phát triển mạnh mẽ.

Vào những năm 90, khi đưa các sản phẩm cơ điện tử vào công nghệ truyền thông đã tạo nên các sản phẩm có khả năng kết nối mạng. Cũng trong giai đoạn này, các vi cảm biến và cơ cấu chấp hành siêu nhỏ được phát triển và ứng dụng trong nhiều sản phẩm như các hệ thống vi cơ điện tử. Có thể nói rằng, chức năng của các máy móc và hệ thống cơ kỹ thuật hiện nay phụ thuộc chủ yếu vào phần mềm (có thể là một thuật toán, mạng nơron, hệ mờ) trong máy tính của sản phẩm. Riêng điều này đã là một sự khác biệt về chất so với các sản phẩm cơ điện cách đây 25-30 năm.

Xu thế phát triển của cơ điện tử là ngày càng tích hợp trong nó nhiều công nghệ cao hơn, sản phẩm ngày càng "thông minh" hơn đồng thời kích thước cũng ngày càng nhỏ đi.

Chiến lược phát triển khoa học và công nghệ Việt Nam đến năm 2010 đã xác định một số lĩnh vực cơ điện tử chuyên sâu:

- Robot làm việc trong các môi trường độc hại, nguy hiểm, an ninh quốc phòng, một số dây chuyền công nghiệp công nghệ cao
- Các sản phẩm CĐT trong một số lĩnh vực cơ khí trọng điểm như máy công cụ, máy động lực, thiết bị điện-điện tử, cơ khí ô tô và các thiết bị đo lường điều khiển...
- Nghiên cứu vi cơ điện tử và nano cơ điện tử...

| STT | Thiết kế truyền thống                         | Thiết kế Cơ điện tử                                        |
|-----|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|     | <b><i>Các thành phần thêm vào</i></b>         | <b><i>Tích hợp các thành phần (phần cứng)</i></b>          |
| 1.  | To lớn                                        | Nhỏ gọn                                                    |
| 2.  | Kết cấu phức tạp                              | Kết cấu đơn giản                                           |
| 3.  | Vấn đề về dây dẫn                             | Truyền thông không dây hoặc bus                            |
| 4.  | Các thành phần kết nối                        | Các thiết bị tự trị                                        |
|     | <b><i>Điều khiển đơn giản</i></b>             | <b><i>Tích hợp bởi xử lý thông tin</i></b>                 |
| 5.  | Cấu trúc cứng nhắc                            | Cấu trúc mềm dẻo, phản hồi                                 |
| 6.  | Điều khiển truyền thẳng, tuyến tính           | Điều khiển phản hồi khả lập trình                          |
| 7.  | Độ chính xác nhờ dung sai hẹp                 | Độ chính xác nhờ đo lường và phản hồi                      |
| 8.  | Các đại lượng không đo được thay đổi tùy tiện | Điều khiển các đại lượng không đo được bằng cách ước lượng |
| 9.  | Theo dõi đơn giản                             | Giám sát với chẩn đoán lỗi                                 |
| 10. | Khả năng cố định                              | Khả năng tự học                                            |

**Bảng 1.1. Các thuộc tính của thiết kế truyền thống và thiết kế Cơ điện tử.**

## **Chương II: CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG CƠ ĐIỆN TỬ**

### **I. MÔĐUN MÔI TRƯỜNG.**

Môđun môi trường liên quan đến các thông số bên ngoài như phạm vi nhiệt độ, các yếu tố tải trọng... sẽ tác động đến hoạt động của sản phẩm đồng bộ. Trong các thiết kế tổng thể, các tham số này thiết lập loạt điều kiện biên mà sản phẩm phải tồn tại và hoạt động trong đó.

Môđun môi trường hình thành từ điều kiện hoặc các tiêu chuẩn, quy tắc thực tế và chức năng thực hiện của hệ thống. Môđun môi trường vừa đóng vai trò đầu vào, vừa đóng vai trò đầu ra của cả hệ thống buộc hệ thống có các chức năng thực hiện, phục vụ một mục đích cụ thể nào đó.

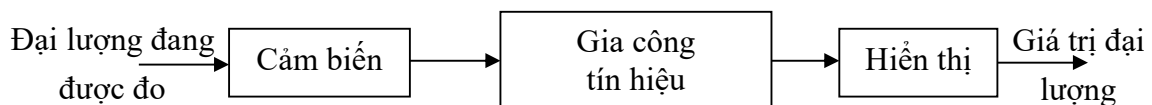
Môđun môi trường không hiện diện trong sản phẩm cơ điện tử, tuy nhiên vì cơ điện tử liên quan cả đến việc thiết kế sản phẩm nên trong nghiên cứu sản phẩm cơ điện tử, môđun môi trường cần được quan tâm đúng mức.

### **II. MÔĐUN TẬP HỢP.**

Môđun tập hợp là toàn bộ hệ thống cơ khí, thể hiện kết cấu hình dáng cơ sở các sản phẩm. Nó bao gồm chi tiết, cụm cơ khí, trong đó đặc biệt là các khung bộ lắp ráp cho các môđun khác, các chi tiết sử dụng làm vật liên kết, vật trung gian ghép nối... Mỗi một sản phẩm có một cách thể hiện hình dáng khác nhau, liên quan đến mục đích sử dụng sản phẩm. Thường các chi tiết thành phần được thiết kế và chế tạo, sau đó được lắp ráp theo bản vẽ lắp ghép. Cũng như các sản phẩm cơ khí khác, sản phẩm cơ điện tử cần có một hình dáng mang tính thẩm mỹ.

### **III. MÔĐUN ĐO LƯỜNG.**

Môđun đo lường là hệ thống được sử dụng rất phổ biến trong các sản phẩm cơ điện tử và thường được cấu tạo từ 3 thành phần:



**Hình 2.1. Hệ thống đo lường và các thành phần.**

*Cảm biến:* Cảm nhận đại lượng đang được đo bằng cách sinh tại đầu ra của nó một tín hiệu tương ứng.

*Gia công tín hiệu:* Đây là khâu thu thập, gia công tín hiệu sau các chuyển đổi sơ cấp. Tín hiệu từ cảm biến của một hệ thống đo thường được xử lý theo một phương pháp để phù hợp với giai đoạn hoạt động tiếp theo. Tín hiệu có thể được khuếch đại lên, loại nhiễu, chỉnh lưu, chuyển đổi từ tín hiệu số sang tương tự và ngược lại...

*Hệ thống hiển thị:* Nơi tín hiệu ra từ bộ gia công tín hiệu được thể hiện dưới dạng con số (hiển thị số) hoặc dạng biểu đồ (hiển thị tương tự).

#### IV. HỆ THỐNG KÍCH TRUYỀN ĐỘNG.

Hệ thống kích truyền động là thành phần của sản phẩm cơ điện tử, thực hiện chuyển đổi đầu ra từ môđun xử lý thành các hành động điều khiển trên một máy móc hoặc thiết bị.

*Phần này sẽ được tìm hiểu kỹ ở chương 3.*

#### V. MÔĐUN TRUYỀN THÔNG.

Trong sản xuất, chế tạo với các thiết bị có sự điều khiển, để giữ được nhịp sản xuất giữa các thiết bị, giữa chúng cần có sự trao đổi thông tin. Các thiết bị có thể gửi và đọc thông tin theo những cách khác nhau.

Sự trao đổi, truyền thông tin, dữ liệu giữa các máy tính tùy theo phạm vi sử dụng được yêu cầu có thể là:

*Điều khiển trung tâm:* là sử dụng một máy tính trung tâm để điều khiển toàn bộ dây chuyền. Trong trường hợp này, nếu máy tính trung tâm có sự cố, toàn bộ dây chuyền sẽ ngừng hoạt động. Đây là dạng điều khiển những năm 1970.

*Hệ điều khiển phân cấp:* Các máy tính thực hiện công việc thường nhật bị giám sát bởi các máy tính có vai trò quyết định lớn hơn. Công việc được chia cho các máy tính theo chức năng của chúng (chuyên môn hóa).

*Hệ thống điều khiển phân quyền:* Các máy tính được thực hiện công việc tương tự nhau. Trường hợp có sự cố hoặc một máy quá tải, công việc có thể được chuyển sang máy khác. Công việc được trải ra tất cả các máy do vậy mỗi máy cần truy cập được tất cả các máy trong hệ thống.

#### VI. MÔĐUN XỬ LÝ.

Môđun xử lý, xử lý thông tin do môđun giao diện và môđun đo lường cung cấp. Thành phần chính của môđun này là bộ điều khiển. Ngày nay các bộ vi xử lý đóng vai trò quan trọng trong các bộ điều khiển.

Bộ vi xử lý được chia thành 3 vùng:

- Bộ xử lý trung tâm (CPU) nhận biết và thực hiện các lệnh của chương trình.
- Giao diện nhập-xuất để quản lý và truyền thông giữa bộ xử lý và thế giới bên ngoài.
- Bộ nhớ để lưu giữ chương trình và dữ liệu.

Tín hiệu số di chuyển từ khu vực này sang khu vực khác dọc theo đường truyền bus. Bus là hệ thống dây nối để truyền dữ liệu từ bộ phận này đến bộ phận khác trong máy tính. Nói một cách ví von, bus giống như con đường cao tốc, càng rộng càng truyền được nhiều dữ liệu đi với tốc độ cao.

Dữ liệu liên quan đến chức năng xử lý của CPU được truyền bởi đường truyền dữ liệu (data bus). Thông tin về địa chỉ của một vị trí xác định trên bộ nhớ để truy cập



các dữ liệu lưu được tải bởi bus địa chỉ (address bus). Những tín hiệu liên quan đến hành động điều khiển được tải bởi bus điều khiển (control bus).

### 1. Đường truyền bus.

*Bus dữ liệu (data bus)*: Dùng để mang thông tin giữa CPU và bộ nhớ cũng như giữa CPU và các thiết bị nhập xuất. Mỗi dây trong bus truyền một tín hiệu nhị phân 0 hoặc 1. Như vậy một bus 4 dây đang truyền từ 1010. Các bit được truyền như sau:

| Từ           | Dây bus                  |
|--------------|--------------------------|
| 0 (bit thấp) | Dây bus dữ liệu đầu tiên |
| 1            | Dây bus dữ liệu thứ 2    |
| 0            | Dây bus dữ liệu thứ 3    |
| 1 (bit cao)  | Dây bus dữ liệu thứ 4    |

**Bảng 2.1: Bus dữ liệu**

Kích thước của bus, được hiểu như độ rộng của đường cao tốc, là yếu tố quan trọng quyết định lượng dữ liệu được chuyển đi mỗi lần. Ví dụ: bus 4 bit, 8 bit, 16 bit, 32 bit... có thể truyền từng đó dữ liệu một lần.

Nếu một bus dữ liệu có chiều dài 4 bit, số lượng các giá trị sẽ là  $2^4 = 16$ . Bộ vi xử lý 4 bit ngày nay hay sử dụng cho đồ chơi, máy giặt. Loại phổ thông hay dùng cho các hệ điều khiển nhất là loại 8, 16, 32 và 64 bit.

*Bus địa chỉ (address bus)*: Thông tin về địa chỉ của một vị trí xác định trên bộ nhớ. Khi một địa chỉ cụ thể được chọn, thì chỉ mỗi vị trí này được mở thông với CPU. Hầu hết các máy tính nhỏ có từ 16 đến 32 đường địa chỉ và có khả năng truy xuất  $2^n$  vị trí nhớ. Một bus địa chỉ 16 bit có khả năng truy xuất  $2^{16} = 65536 = 64K$  vị trí nhớ. Một bus địa chỉ 20 bit có khả năng truy xuất 1M vị trí nhớ, một bus địa chỉ 32 bit có khả năng truy xuất đến 4G vị trí nhớ. Bộ nhớ càng lớn chứa được nhiều dữ liệu và sử dụng được các chương trình lớn hơn, phức tạp hơn.

*Bus điều khiển (control bus)*: là một hỗn hợp các tín hiệu, mỗi một tín hiệu có một vai trò riêng trong việc điều khiển có trật tự hoạt động của hệ thống. Qua bus điều khiển tín hiệu được gửi để đồng bộ các thành phần riêng lẻ.

### 2. Bộ xử lý trung tâm CPU.

CPU quản lý tất cả các hoạt động và thực hiện tất cả các thao tác trên dữ liệu. Hầu hết các CPU chỉ bao gồm một tập các mạch logic thực hiện liên tục hai thao tác: tìm nạp lệnh và thực thi lệnh. CPU có khả năng hiểu và thực thi các lệnh dựa trên một tập các mã nhị phân, mỗi một mã nhị phân biểu thị một thao tác đơn giản. các lệnh này thường là các lệnh số học (cộng, trừ, nhân, chia), các lệnh logic (AND, OR, NOT...),



các lệnh di chuyển dữ liệu hay các lệnh rẽ nhánh được biểu thị bởi một tập các mã nhị phân và được gọi là tập lệnh.

### 3. Bộ nhớ.

*Bộ nhớ ROM (Read Only Memory):* là bộ nhớ chứa các dữ liệu vĩnh viễn. Các con ROM được lập trình trong lúc các mạch này được chế tạo. Các dữ liệu chỉ có thể đọc được và sử dụng cho các chương trình cố định.

*Bộ nhớ EPROM (Erasable and Programmable):* Các chip sử dụng loại bộ nhớ này có thể xóa và lập trình lại được.

*Bộ nhớ RAM (Random Access Memory):* được gọi là bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên, nó có nhiệm vụ lưu dữ liệu tạm thời đang thực hiện, nó có thể đọc và ghi dữ liệu vào. Toàn bộ dữ liệu của bộ nhớ RAM sẽ bị mất nếu mất nguồn cung cấp điện.

## VII. MÔĐUN PHẦN MỀM.

Các môđun phần mềm được xây dựng trên cơ sở sử dụng các ngôn ngữ lập trình để lập thuật toán phù hợp theo nhiệm vụ của các thiết bị ngoại vi được điều khiển. Mục đích sao cho bộ xử lý hiểu, sau đó xử lý và đưa ra tín hiệu điều khiển phù hợp mục tiêu đề ra. Để môđun phần mềm tương thích với bộ vi xử lý, chúng ta phải tương thích với mô hình lập trình của CPU tương ứng.

### 1. Ngôn ngữ lập trình.

Các thông tin vào buộc bộ vi xử lý thực hiện một hành động cụ thể được gọi là các lệnh (instruction), tập hợp các lệnh mà bộ vi xử lý nhận biết gọi là bộ lệnh (instruction set). Dạng thức của bộ lệnh phụ thuộc vào bộ vi xử lý có liên quan. Loạt các lệnh cần thiết để thực hiện một công việc cụ thể nào đó ta gọi là một chương trình (program).

Bộ xử lý làm việc với hệ nhị phân. Các chương trình viết theo hệ nhị phân được gọi là mã máy. Viết chương trình theo dạng này đòi hỏi kỹ thuật cao và thường bị mắc lỗi nhiều. Một ngôn ngữ thường được sử dụng là hợp ngữ (Assembly language). Tuy nhiên trình hợp ngữ vẫn phải chuyển thành mã máy nếu muốn bộ xử lý hiểu được chương trình trên. Sự chuyển đổi này có thể thực hiện thủ công khi sử dụng tài liệu của nhà sản xuất. Tuy nhiên, thường có các chương trình máy tính thực hiện chuyển đổi này gọi là chương trình dịch hợp ngữ (assembler programs). Bên cạnh đó ta còn dùng các ngôn ngữ bậc cao để lập trình như: BASIC, C, C++, FORTRAN, PASCAL... Tất cả những ngôn ngữ này đều phải chuyển sang ngôn ngữ máy thì bộ vi xử lý mới có thể sử dụng được.

### 2. Các tập lệnh.

Tập lệnh (instruction set) là danh sách từ khóa mô tả tất cả các hoạt động hoặc các tác vụ mà đơn vị xử lý trung tâm (CPU) có thể thực hiện được. Các bộ vi xử lý

khác nhau có các lệnh khác nhau nhưng nhìn chung các lệnh có thể phân chia thành những nhóm lệnh sau:

- Chuyển dữ liệu.
- Thực hiện số học.
- Thực hiện logic.
- Điều khiển chương trình.

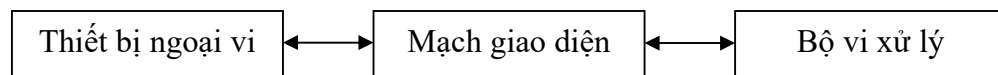
### 3. Lập trình.

Thường phương pháp lập trình được sử dụng để phát triển chương trình gồm các bước sau:

- Xác định vấn đề, bắt đầu từ việc làm rõ chương trình phải thực hiện những chức năng gì, yêu cầu nhập xuất, dung lượng nhớ...
- Quyết định thuật toán sử dụng. Thuật toán là tuân tự các bước xác định một phương pháp giải quyết vấn đề.
- Thể hiện thuật toán thông qua lưu đồ. Biểu diễn các biểu tượng chuẩn để thể hiện lưu đồ. Mỗi một bước của thuật toán thể hiện bằng một hoặc hơn một biểu tượng và nối với nhau bởi đường thể hiện luồng chương trình.
- Chuyển đổi lưu đồ thuật toán thành câu lệnh mà bộ xử lý có thể thực hiện. Tức là viết các câu lệnh theo ngôn ngữ lập trình.
- Chạy thử và sửa lỗi chương trình.

### VIII. MÔĐUN GIAO DIỆN.

Môđun giao diện là một phần quan trọng trong hệ thống Cơ điện tử. Các thiết bị ngoại vi (bộ cảm biến, bảng điều khiển) thường không được nối trực tiếp với hệ thống vi xử lý do thiếu tương thích về mức và dạng tín hiệu. Do vậy cần phải có một mạch ghép nối gọi là mạch giao diện để nối thiết bị ngoại vi và bộ vi xử lý.



Hình 2.2. Giao diện.

## Chương III. CẢM BIẾN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH

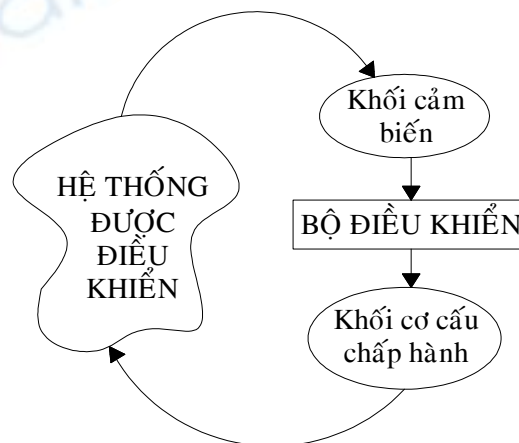
### I. GIỚI THIỆU VỀ CẢM BIẾN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH.

Cảm biến và cơ cấu chấp hành là hai thành phần cơ bản của mọi hệ cơ điện tử. Một hệ cơ điện tử điển hình như trên hình 3.1 gồm một khối cảm biến, một khối điều khiển và một khối cơ cấu chấp hành.

Khối cảm biến có thể đơn giản là một cảm biến đơn lẻ hoặc có thể gồm các thành phần bổ sung như bộ lọc, bộ khuếch đại, bộ điều chế và các bộ biến đổi tín hiệu khác.

Khối điều khiển nhận thông tin từ khối cảm biến, đưa ra quyết định dựa trên thuật toán điều khiển và các lệnh tới khối cơ cấu chấp hành.

Khối cơ cấu chấp hành bao gồm cơ cấu chấp hành có thể thêm một bộ nguồn và một cơ cấu ghép nối.



Hình 3.1. Hệ Cơ điện tử thường gặp.

#### 1. Cảm biến.

Cảm biến là một thiết bị mà khi có một hiện tượng vật lý tác động vào (nhiệt độ, lực, ánh sáng,...) sẽ tạo ra tín hiệu đầu ra (điện, cơ học, từ,...) tỷ lệ.

Cảm biến được phân loại thành 2 dạng tương tự hoặc số dựa trên dạng tín hiệu đầu ra. Cảm biến tương tự cung cấp tín hiệu liên tục tỷ lệ với tham số cần đo và cần sự biến đổi tương tự thành số trước khi chuyển cho bộ điều khiển số. Trong khi đó, cảm biến số cung cấp đầu ra số có thể trực tiếp ghép nối với bộ điều khiển số.

Một số loại cảm biến thường gặp:

- Cảm biến dịch chuyển thẳng và quay.
- Cảm biến gia tốc.
- Cảm biến lực.
- Cảm biến đo mômen và công suất.

- Cảm biến lưu lượng.
- Cảm biến nhiệt độ.
- Cảm biến đo khoảng cách.
- Các cảm biến nhận biết ánh sáng, hình ảnh và nhận dạng.

#### **Tiêu chuẩn lựa chọn.**

- *Dải đo*: Chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của tham số cần đo.

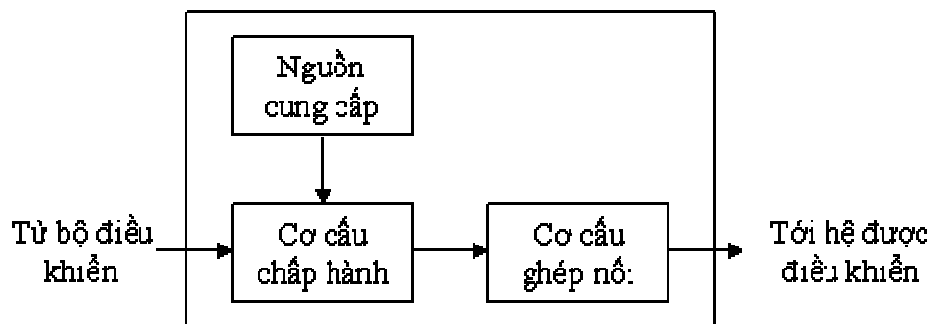
- *Độ phân giải*: Thay đổi nhỏ nhất mà cảm biến có thể phân biệt được.
- *Độ chính xác*: Sai khác giữa giá trị đo được và giá trị thực.
- *Tính chính xác*: Khả năng lặp lại kết quả đo với độ chính xác cho trước.
- *Độ nhạy*: Là tỷ số của thay đổi đầu ra trên một đơn vị thay đổi của đầu vào.
- *Thời gian đáp ứng*: Độ trễ giữa đầu vào và đầu ra.
- *Nhiệt độ hoạt động*: Khoảng nhiệt độ mà tại đó cảm biến hoạt động được.
- *Vùng chết*: Dải đầu vào mà trong dải đó sẽ không có đầu ra.

Việc chọn cảm biến thỏa mãn tất cả các đặc tính kỹ thuật trên là không thực tế. Ví dụ việc tìm cảm biến vị trí với độ phân giải  $\mu\text{m}$  trong khoảng một mét gần như không đáp ứng được với hầu hết các loại cảm biến. Do vậy tùy theo hệ Cơ điện tử thiết kế mà ta lựa chọn cảm biến cho phù hợp.

Khi các hệ số chức năng trên được thỏa mãn, người ta có thể đưa ra một danh sách cảm biến. Sự lựa chọn cuối cùng sẽ phụ thuộc vào kích cỡ, độ tin cậy, độ bền vững, khả năng bảo dưỡng và giá thành cảm biến.

## **2. Cơ cấu chấp hành.**

Về cơ bản, các cơ cấu chấp hành là phần phía sau một hệ cơ điện tử, nhận lệnh điều khiển (hầu hết là dạng tín hiệu điện) và gây ra một sự thay đổi trong hệ vật lý bằng cách tạo lực, chuyển động, nhiệt, dòng chảy... Thông thường các cơ cấu chấp hành được sử dụng kết hợp với nguồn nuôi và một cơ cấu ghép nối như trên hình 3.2.



Hình 3.2. Thiết bị chấp hành thông thường.

**Phân loại:**

Cơ cấu chấp hành có thể phân loại dựa trên dạng năng lượng. Về cơ bản có các dạng: điện, điện cơ, điện từ, thủy lực và khí nén.

Cơ cấu chấp hành cũng có thể phân loại thành dạng nhị phân và liên tục dựa trên số lượng đầu ra trạng thái ổn định. Một role với hai trạng thái ổn định là một ví dụ điển hình của cơ cấu chấp hành dạng nhị phân. Tương tự, một động cơ bước là một ví dụ điển hình cho cơ cấu chấp hành dạng liên tục.

**II. ĐẶC TÍNH CỦA CẢM BIẾN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH****1. Dải đo.**

Chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của tham số cần đo. Dải đo thường được quy định bởi nhà sản xuất cảm biến.

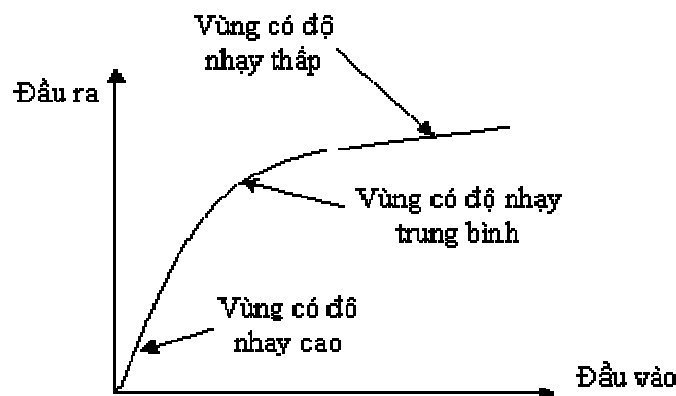
**2. Độ phân giải.**

Độ phân giải của cảm biến là khoảng nhỏ nhất của đầu vào mà cảm biến có thể đo được. Độ phân giải cũng có thể được hiểu là số đếm nhỏ nhất của cảm biến. Ví dụ một bộ mã hóa 1024 ppr (xung/vòng) có độ phân giải là:

$$\frac{360 \text{ độ}}{1024 \text{ xung}} = 0.3516 \frac{\text{độ}}{\text{xung}}$$

**3. Độ nhạy.**

Độ nhạy của cảm biến được định nghĩa là tỷ số giữa thay đổi đầu ra trên một đơn vị thay đổi đầu vào. Độ nhạy của cảm biến thường liên quan mật thiết đến độ phân giải. Một cảm biến có đặc tính tuyến tính thì có độ nhạy không đổi trên toàn bộ dải đầu vào. Các cảm biến có đặc tính phi tuyến thì có độ nhạy tăng hoặc giảm khi đầu vào thay đổi như *hình 3.3*.



Hình 3.3. Độ nhạy của cảm biến.

#### 4. Sai số.

Sai số là độ sai khác giữa giá trị đo được và giá trị thực của đầu vào. Có hai loại sai số là sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên. Sai số hệ thống có ở tất cả các phép đo được thực hiện với cảm biến. Các dạng của sai số hệ thống:

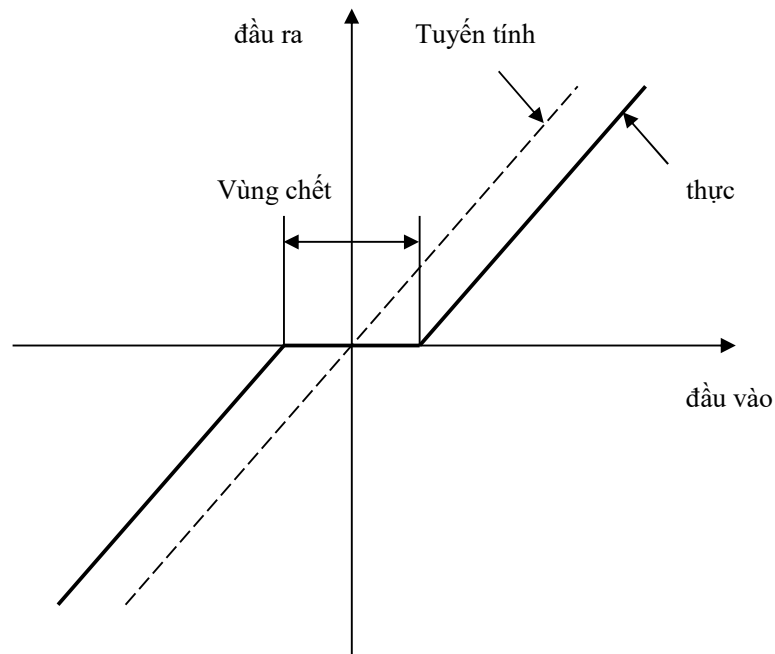
- *Sai số lệch không*: là dạng phổ biến của sai số hệ thống khi giá trị đầu ra khác không với đầu vào bằng không.
- *Sai số tải*: do thêm cảm biến vào hệ đo làm thay đổi hệ.
- *Sai số do độ nhạy của cảm biến thay đổi không giống như mong muốn*.

#### 5. Khả năng lặp lại.

Khả năng lặp lại là khả năng thu được đầu ra giống nhau với đầu vào giống nhau của một cảm biến. Sai số ngẫu nhiên làm giảm khả năng lặp lại. Sai số ngẫu nhiên có thể khắc phục bằng cách lấy trung bình của một số phép đo. Nhiễu cũng làm giảm khả năng lặp lại.

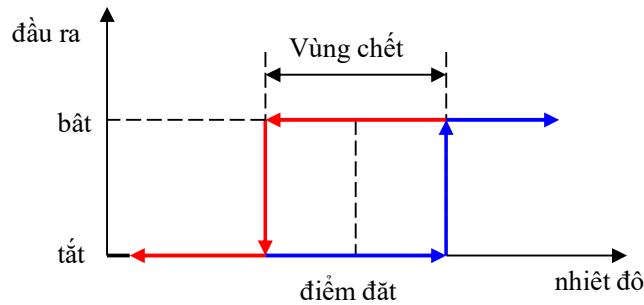
#### 6. Vùng chết.

Vùng chết là một vùng đầu vào gần điểm không mà đầu ra vẫn giữ giá trị không. Khi đầu vào dịch ra khỏi vùng chết thì đầu ra sẽ thay đổi theo đầu vào (hình 3.4).



Hình 3.4. Vùng chết.

Vùng chết thường được dùng trong bộ ổn nhiệt gia đình và các bộ điều khiển quá trình.



Hình 3.5. Vùng chết của bộ ổn nhiệt.

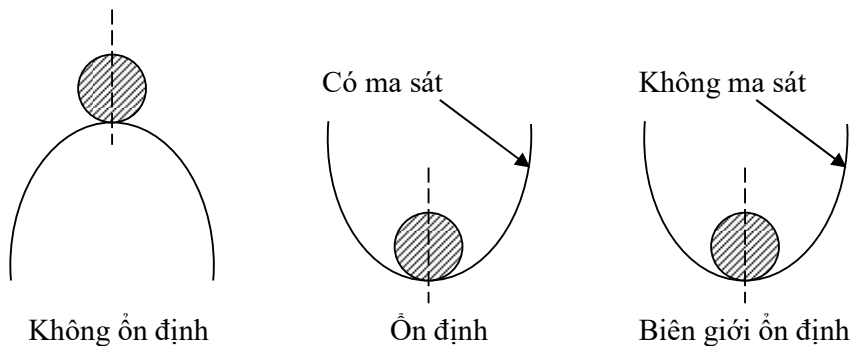
Ví dụ về bộ ổn nhiệt gia đình được mô tả trên hình 3.5.

Khi nhiệt độ đạt điểm đặt (giá trị mong muốn) trên bộ ổn nhiệt, đầu ra vẫn giữ trạng thái tắt. Ngay khi nhiệt độ trong phòng tăng lên tới giá trị điểm đặt cộng một nửa giá trị vùng chết thì đầu ra hệ thống làm mát sẽ bật hoàn toàn.

Khi phòng lạnh đi, đầu ra sẽ giữ trạng thái bật đến khi nhiệt độ trong phòng đạt điểm đặt trừ đi một nửa giá trị vùng chết, đầu ra hệ thống làm lạnh sẽ tắt hoàn toàn.

### 7. Tính ổn định.

Thuật ngữ tính ổn định có nhiều định nghĩa và cách dùng khác nhau nhưng định nghĩa phổ biến nhất là định nghĩa liên quan đến cân bằng. Một hệ cân bằng sẽ giữ được trạng thái không đổi khi không có nhiễu tác động. Một hệ ổn định sẽ trở lại trạng thái cân bằng nếu có nhiễu nhỏ làm dịch chuyển hệ thống khỏi trạng thái ban đầu. Một hệ không ổn định sẽ không trở lại vị trí cân bằng và thường dịch chuyển xa vị trí cân bằng.



Hình 3.6. Tính ổn định của hệ thống.

Hình 3.6 cho thấy ba điều kiện ổn định với một hệ đơn giản gồm: quả bóng và đồi. Trong mỗi trường hợp, vị trí cân bằng được xác định dễ dàng – trên đỉnh đồi hoặc dưới đáy. Trong trường hợp ổn định, một dịch chuyển nhỏ của quả bóng ra khỏi vị trí cân bằng, nó sẽ quay trở về vị trí cân bằng, có thể sau một vài dao động. Trong trường



hợp thứ ba, trường hợp không có ma sát làm quả bóng dao động liên tục quanh vị trí cân bằng sau khi có một chuyển động nhỏ. Trường hợp đặc biệt này gọi là biên ổn định do hệ thống không bao giờ thực sự trở lại vị trí cân bằng.

Hầu hết các cảm biến và cơ cấu chấp hành vốn đã ổn định. Tuy nhiên, việc thêm các hệ điều khiển chủ động có thể làm hệ các thiết bị ổn định trở thành không ổn định. Cần phân tích và kiểm tra cẩn thận để đảm bảo rằng một hệ cơ điện tử hoạt động trong trạng thái ổn định.

### 8. Thời gian đáp ứng.

Là thời gian trễ giữa đầu vào và đầu ra. Cảm biến càng tốt thì thời gian đáp ứng càng nhỏ.

### 9. Nhiệt độ hệ thống.

Là khoảng nhiệt độ mà tại đó cảm biến còn có thể hoạt động được.

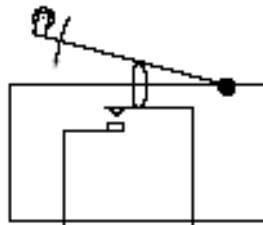
## III. MỘT SỐ LOẠI CẢM BIẾN THƯỜNG GẶP.

### 1. Cảm biến dịch chuyển thẳng và quay.

Hầu hết các chuyển động phổ biến nhất trong các hệ thống cơ khí là chuyển động thẳng dọc theo một trục cố định và quay một góc quanh trục cố định. Những chuyển động phức tạp hơn thường được tạo ra bởi việc kết hợp những chuyển động đơn giản đó. Trong phần này chúng ta sẽ giới thiệu tóm tắt một số công nghệ sẵn có để đo các chuyển động thẳng và chuyển động quay quanh một trục.

#### 1.1. Công tắc hành trình.

Loại đơn giản nhất của cảm biến dịch chuyển là một công tắc hành trình, nó gửi trả một bit thông tin: chạm hoặc không chạm. Một công tắc hành trình điển hình bao gồm một đòn bẩy, khi nó được tác động nó sẽ tạo ra một tiếp xúc cơ khí bên trong công tắc, từ đó tạo ra một mạch điện kín (hình 3.7). Có thể sử dụng công tắc này như là những cảm biến va chạm.

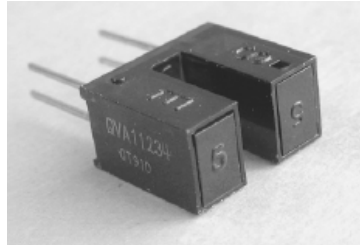


Hình 3.7. Công tắc hành trình.

#### 1.2. Tia hồng ngoại.

Tia hồng ngoại có thể được sử dụng để đo các dịch chuyển thẳng hoặc dịch chuyển quay. Thông thường các điốt phát tia hồng ngoại (LED) hoặc là đèn phát quang (Thiết bị phát) được dùng như một nguồn phát sáng và một thiết bị cảm nhận hồng ngoại được dùng để phát hiện tia sáng (thiết bị thu).

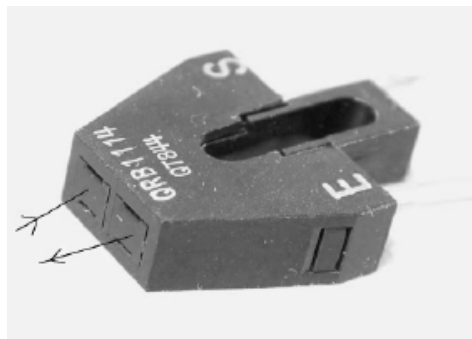
Nếu thiết bị phát và thiết bị thu đặt đối diện nhau thì chúng có thể được sử dụng như một bộ ngắt tia để phát hiện bất kỳ vật gì đi qua chúng. Thiết bị này được gọi là *thiết bị ngắt quang* (hình 3.8).



Hình 3.8. Bộ ngắt quang dẫn QVA11234

Nếu thiết bị phát và thu di chuyển tự do theo đường thẳng nối chúng, thì cường độ của tín hiệu nhận được có thể được sử dụng để đo khoảng cách giữa chúng. Tuy nhiên thiết bị thu tia hồng ngoại cũng có thể nhạy cảm với cả ánh sáng của môi trường xung quanh. Do vậy trong quá trình thiết kế ta phải để ý đến hiện tượng này để làm cho cảm biến chống nhiễu một cách tốt nhất.

Một bộ phát sáng và bộ dò đặt cùng hướng về một phía có thể đo thô khoảng cách tới một bề mặt gần đó nhờ cường độ của tia phản xạ sau khi va vào bề mặt. Thiết bị đó được gọi là *thiết bị phản xạ quang* (hình 3.9). Một cảm biến như vậy có thể được dùng cho các robot di động để phát hiện các vật cản ở một khoảng cách cho trước.



Hình 3.9. Cảm biến phản xạ quang bán dẫn QRB1114.

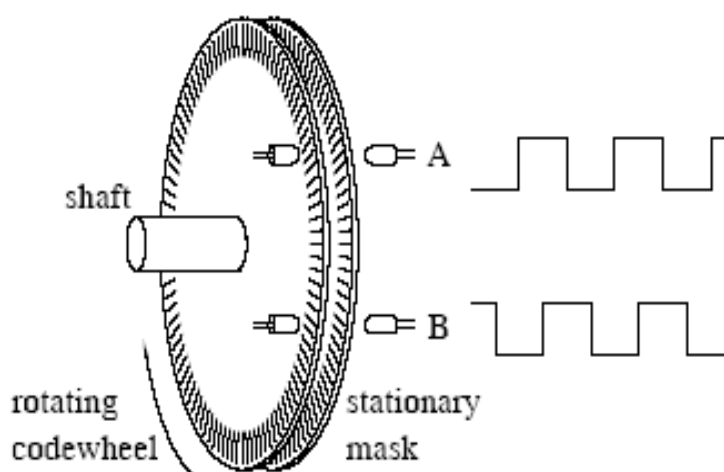
Các thiết bị ngắt quang và các thiết bị phản xạ quang có thể được đóng gói sẵn hoặc chế tạo riêng biệt từ một LED hồng ngoại và một điốt quang hoặc tranzito quang, sau khi chắc chắn rằng thiết bị thu nhạy cảm với bước sóng sinh ra bởi LED phát hồng ngoại.

### 1.3. Các bộ mã hóa quang học.

Một bộ mã hóa quang sử dụng một bộ ngắt quang để biến chuyển động thành một chuỗi xung điện. Những chuỗi xung này “mã hóa” chuyển động và các xung được

đếm hoặc “được giải mã” bởi một mạch điện để đưa ra số đo dịch chuyển. Chuyển động có thể là thẳng hoặc quay, nhưng chúng ta tập trung vào các bộ mã hóa quang quay thông thường.

Có hai bộ mã hóa quang quay cơ bản là: mã hóa tương đối và bộ mã hóa tuyệt đối. Trong bộ mã hóa tương đối, một đĩa (đĩa chia vạch) được gắn vào một trục quay tròn giữa hai bộ ngắt quang học (hình 3.10). Vì vậy khi trục quay thì các vạch này sẽ ngăn hoặc cho tia sáng hồng ngoại tới thiết bị dò quang học. Các dây xung thu được từ các bộ dò này có tần số tương ứng với vận tốc góc của đĩa. Những tín hiệu này được ký hiệu là A và B. Hai tín hiệu A và B này lệch pha nhau  $\frac{1}{4}$  chu kỳ.



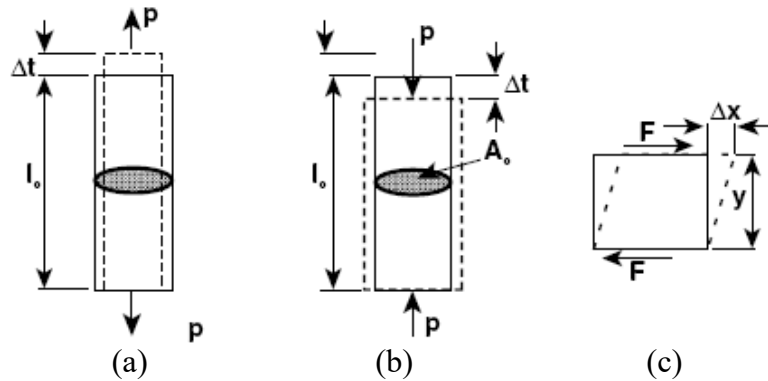
Hình 3.10. Bộ mã hóa tương đối.

Thông qua việc đếm số lượng các xung và số lượng các vạch trên đĩa đã biết, ta có thể đo được tốc độ quay của trục. Hướng quay được xác định dựa trên quan hệ pha của các chuỗi xung A và B. Ví dụ A tăng khi B = 1 ta có thể nói rằng chuyển động của đĩa là chuyển động quay ngược chiều kim đồng hồ. Ngược lại A tăng khi B = 0 thì chuyển động của đĩa là chuyển động quay cùng chiều kim đồng hồ.

## 2. Đo lực.

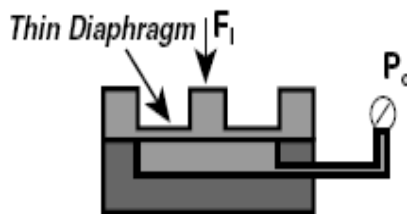
Lực là một đại lượng vector, được định nghĩa như là tác nhân gây ra gia tốc hoặc phản ứng cụ thể của một vật. Trong phần này chúng ta sẽ giới thiệu các phương pháp được ứng dụng để xác định độ lớn của những lực này.

Nhận xét chung: Nếu các lực tác dụng lên một vật mà không sinh ra gia tốc, chúng phải có một dạng hệ lực cân bằng. Hệ này được xem như là một hệ cân bằng tĩnh. Các lực tác dụng lên vật có thể chia làm hai loại: nội lực do các phần tử riêng biệt của vật tác dụng lẫn nhau và ngoại lực.



Hình 3.11. Vật bị kéo dọc trục (a), nén dọc trục (b), biến dạng (c).

Trong kỹ thuật đo hiện có, một nhóm được gọi là cảm biến tải. Nhìn chung cảm biến tải gồm một khung cứng, một môi trường để đo các lực đặt vào và một đầu đo. Các cảm biến tải được sử dụng để đo các lực lớn, tĩnh hoặc biến thiên chậm với độ lệch rất ít và tương đối chính xác. Có thể áp dụng các phương pháp khác nhau để đo các lực tùy thuộc vào thiết kế của cảm biến tải. Ví dụ hình 3.12 minh họa cảm biến tải thủy lực. Cảm biến tải dùng để đo các lực tương đối lớn với giá thành thấp. Cảm biến tải thủy lực dùng một khung rất cứng với một khoang trong chứa đầy chất lỏng. Khi có tải, áp lực của dầu tăng, và một đầu đo chính xác sẽ đọc giá trị này.



Hình 3.12. Cảm biến tải thủy lực.

### 3. Cảm biến đo khoảng cách.

Cảm biến này được sử dụng để đo khoảng cách từ một điểm tham chiếu tới một đối tượng. Rất nhiều công nghệ khác nhau đã được ứng dụng để phát triển các loại cảm biến này, tiêu biểu là ánh sáng/quang học, hình ảnh, vi sóng và siêu âm. Cảm biến đo khoảng cách có thể được phân làm hai loại: Tiếp xúc và không tiếp xúc. Ta chủ yếu đề cập đến loại không tiếp xúc.

Cảm biến đo khoảng cách không tiếp xúc là loại cảm biến đo khoảng cách thực từ điểm tham chiếu tới một đối tượng không qua tiếp xúc vật lý. Có thể được phân làm hai loại là: chủ động (phát một số dạng năng lượng vào khu vực cần quan tâm) và bị động (dựa trên năng lượng phát ra từ các đối tượng trong khu vực quan tâm).

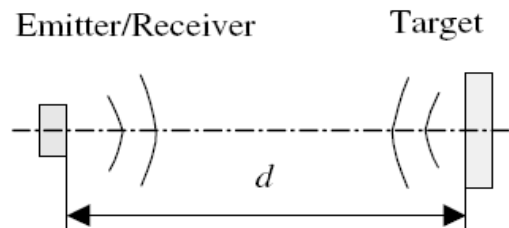
Với các loại cảm biến chủ động (phản xạ), khoảng cách đo hiệu quả phụ thuộc không chỉ vào mức năng lượng phát ra mà còn phụ thuộc vào các đặc tính sau của đối tượng:

- *Diện tích tiết diện ngang*: xác định lượng năng lượng phát ra tác động vào đối tượng.
- *Hệ số phản xạ*: xác định lượng năng lượng truyền tới được phản xạ so với lượng năng lượng bị hấp thụ hoặc xuyên qua.
- *Độ tập trung*: xác định khả năng phân bố lại của năng lượng phản xạ.

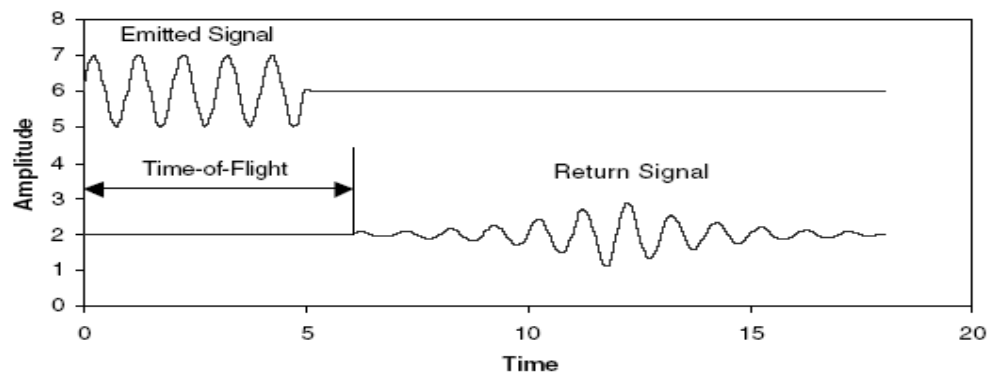
Rất nhiều cảm biến không tiếp xúc hoạt động dựa trên hiện tượng truyền sóng. Sóng được phát ra tại một điểm tham chiếu, khoảng cách được xác định bằng cách đo thời gian truyền từ điểm tham chiếu tới vật hoặc suy giảm của cường độ khi sóng truyền tới vật và quay trở lại điểm tham chiếu. Thời gian truyền sóng thường được đo bằng *phương pháp thời gian truyền* (TOF\_Time of flight).

#### Phương pháp thời gian truyền:

Phương pháp thời gian truyền được minh họa trong hình 3.13 và 3.14. Một bộ phát sóng (phát ra vài chu kỳ) được phát ra và phản xạ từ vật về bộ thu có vị trí gần bộ phát. Bộ phát và bộ thu có thể được tích hợp trên cùng một cảm biến. Bộ thu cũng có thể được gắn trên vật. TOF là thời gian từ khi bắt đầu phát đến khi có tín hiệu trả về. Khoảng cách được xác định bằng công thức  $d = c \cdot \text{TOF} / 2$  (khi bộ phát và bộ thu ở cùng một vị trí) và  $d = c \cdot \text{TOF}$  (khi bộ thu được gắn trên vật).



Hình 3.13. Sóng được phát và phản xạ lại từ vật



Hình 3.14. Định nghĩa thời gian truyền sóng.