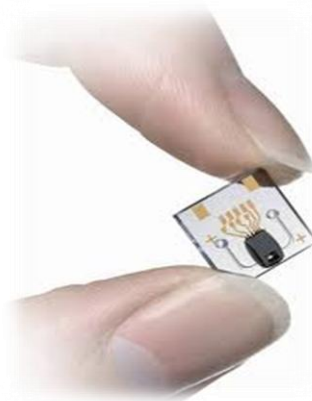


Bài giảng Kỹ Thuật Cảm Biến (sensors)

Hoang Si Hong

-----2011-----

Faculty of Electrical Eng., Hanoi Univ. of Science and Technology (HUST),
Hanoi, VietNam





Nguồn tham khảo

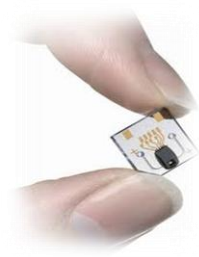
Note: Bài giảng môn học này được tham khảo, trích dẫn và lược dịch từ các nguồn sau:

✓ Sách

- Kỹ thuật đo lường các đại lượng điện tập 1, 2- Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Trọng Quế....
- Các bộ cảm biến trong đo lường-Lê Văn Doanh...
- Các bộ cảm biến-Nguyễn Tăng Phô
- Đo lường điện và các bộ cảm biến: Ng.V.Hoà và [Hoàng Sĩ Hồng](#)
- Sensor technology handbook (edited by JON WILSON)
- Elements of Electronic Instrumentation and Measurement (Prentice-Hall Company)
- Sách giải thích đơn vị đo lường hợp pháp của Việt Nam

✓ Bài giảng và website:

- Bài giảng kỹ thuật cảm biến-[Hoàng Sĩ Hồng](#).(2005)
- Bài giảng Cảm biến và kỹ thuật đo:P.T.N.Yến, Ng.T.L.Hương (2010)
- Bài giảng MEMs ITIMS – BKHN
- Một số bài giảng về cảm biến và đo lường từ các trường đại học KT khác ở Việt Nam
- Website: sciendirect/sensors and actuators A and B



Nội dung môn học và mục đích

Nội dung

- Chapter 1: Khái niệm chung về Cảm biến (2b)
- Chapter 2: Cảm biến điện trở (2b)
- Chương 3: Cảm biến nhiệt điện (2b)
- Chương 4: Cảm biến quang (2b)
- Chương 5: Cảm biến tĩnh điện (2b)
- Chương 6: Cảm biến Hall và hoá điện
- Chương 6: Cảm biến và PLC(1b)

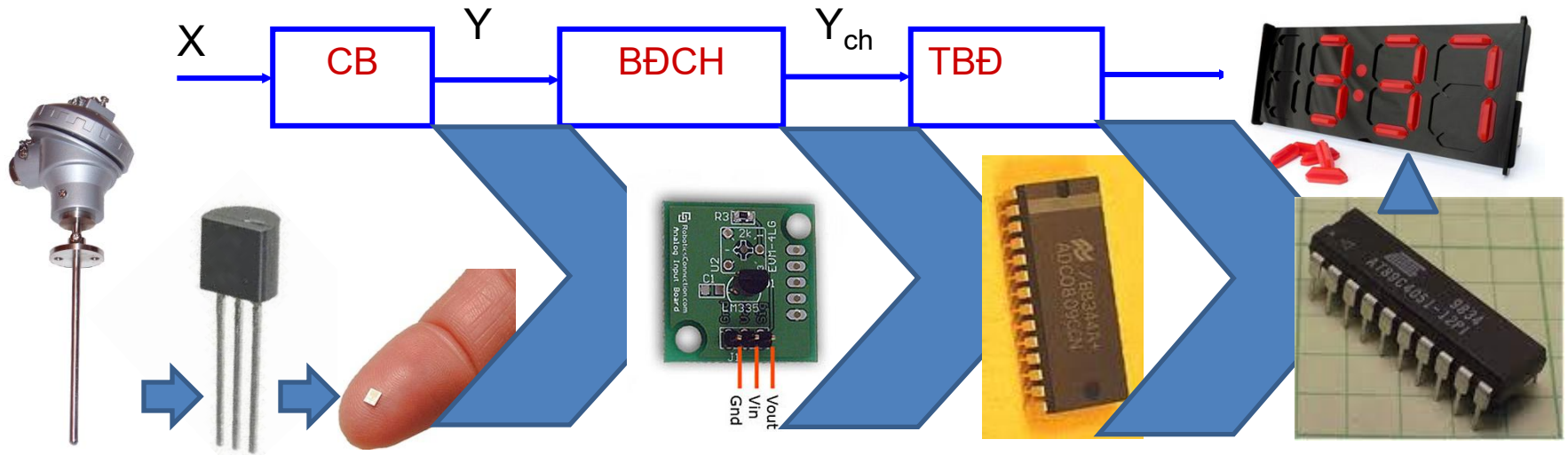
Mục đích: nắm được cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ứng dụng của các loại cảm biến thông dụng trong công nghiệp và đời sống. Nắm được xu thế phát triển chung của công nghệ cảm biến trên thế giới.



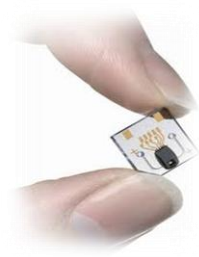
Chương 1: Khái niệm chung về cảm biến

- ✓ Giáo trình và tài liệu tham khảo
- ✓ Khái niệm chung
- ✓ Lịch sử phát triển
- ✓ Đặc điểm và phân loại
- ✓ Ứng dụng
- ✓ Vật liệu và các hiệu ứng cơ bản
- ✓ Công nghệ sản xuất

1.1. Các khái niệm và định nghĩa

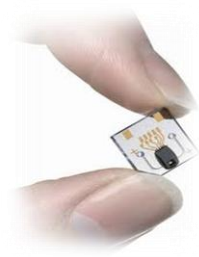


- ✓ **Cảm biến (CB):** là chuyển đổi thực hiện chức năng biến đổi đại lượng không điện thành đại lượng điện. Ví dụ như biến áp suất, nhiệt độ, lưu lượng, vận tốc...thành tín hiệu điện (mv, V, mA...)
- ✓ **Chuyển đổi đo lường:** là các chuyển đổi đại lượng điện này thành đại lượng khác
- ✓ Đại lượng không điện X được đưa qua một cảm biến $\rightarrow Y$. Thông thường Y là một đại lượng điện
- ✓ Đại lượng điện có thể là U , I , f (cảm biến phát điện), hoặc thông số R , L , C (cảm biến thông số).
- ✓ Y được đưa vào bộ chuẩn hoá biến thành Y_{ch} tương thích với thiết bị đo TBĐ.



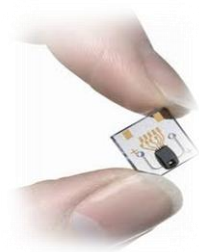
1.1. Các khái niệm và định nghĩa

- ✓ Các bộ cảm biến thường được định nghĩa theo nghĩa rộng là thiết bị cảm nhận và đáp ứng với các tín hiệu và kích thích. Nói cách khác cảm biến chính là các chuyển đổi đo lường sơ cấp được đặt trong một vỏ hộp có kích thước hình dáng rất khác nhau và được chuẩn hoá để phù hợp với sử dụng trong thực tế (lắp đặt, đặc tính, cấu tạo..)
- ✓ Vai trò của cảm biến:
 - Cảm biến đóng vai trò quan trọng trong hệ thống đo lường và ĐK hiện đại.
 - Nó quyết định việc có thể ĐK tự động hay TĐH các quá trình hay không
 - Quyết định độ chính xác và chất lượng của hệ thống.



1.2. Phân loại

- Theo nguyên lý hoạt động
 - Chuyển đổi điện trở
 - Chuyển đổi điện từ
 - Chuyển đổi nhiệt điện
 - Chuyển đổi điện từ và ion
 - Chuyển đổi hóa điện
 - Chuyển đổi tĩnh điện
 - Chuyển đổi lượng tử
 - Theo kích thích: quang, cơ học, âm học...
 - Theo tính năng
 - Theo ứng dụng
 - Theo mô hình thay thế: Tích cực và thụ động
-
- ✓ Phân loại theo kích thước: cảm biến truyền thống và vi cảm biến (MEMS và NEMS)
 - ✓ Phân loại theo môi trường: cảm biến đo tiếp xúc và không tiếp xúc
 - ✓ Phân loại theo tính năng



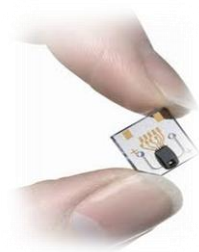
Phân loại cảm biến thụ động

Đại lượng	Thông số biến đổi	Vật liệu làm cảm biến
Nhiệt độ	Điện trở suất	Kim loại : platine, nickel, đồng, chất bán dẫn Thủy tinh
Nhiệt độ rất thấp	Hằng số điện môi	
Biến dạng	Điện trở suất	Hợp kim niken và silic mạ Hợp kim sắt từ
	Độ từ thẩm	
Vị trí	Điện trở suất	Từ trở
Từ thông của bức xạ quang	Điện trở suất	Bán dẫn
Độ ẩm	Điện trở suất Hằng số điện môi	Chlorure de lithium Hợp kim polymere
Mức	Hằng số điện môi	Cách điện lỏng



Phân loại cảm biến tích cực

Đại lượng vật lý cần đo	Hiệu ứng sử dụng	Tín hiệu ra
Lực áp suất Gia tốc	Áp điện	Điện tích
Nhiệt độ	Nhiệt điện	Điện áp
Tốc độ (vận tốc)	Cảm ứng điện từ	Điện áp
Vị trí	Hiệu ứng Hall	Điện áp
Từ thông bức xạ quang	Hoa quang Phát xạ quang Hiệu ứng quang áp Hiệu ứng quang điện từ	Điện tích Dòng điện Điện áp Điện áp

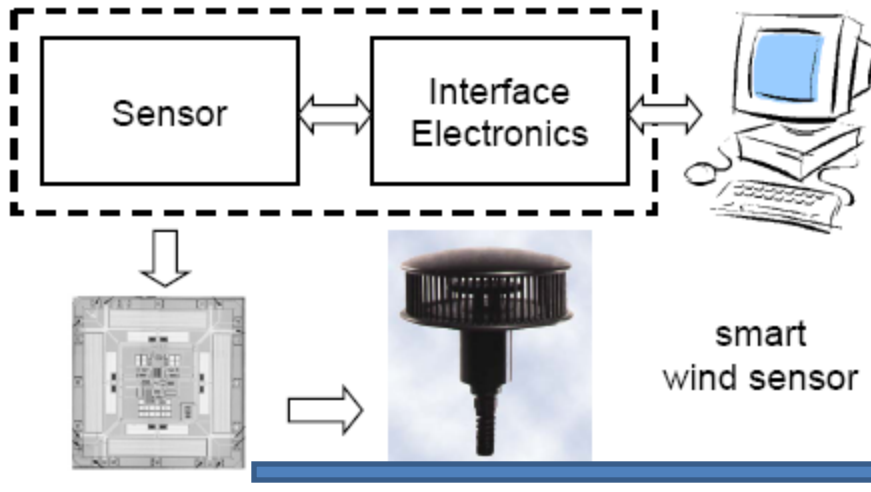
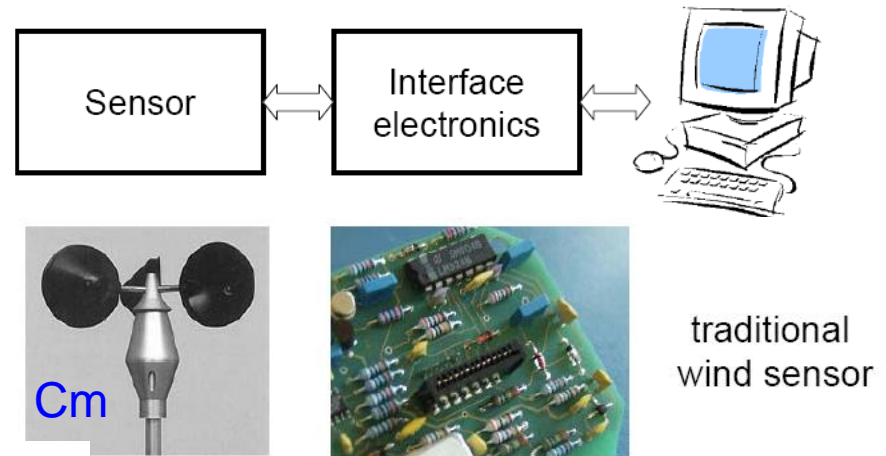


Phân loại cảm biến theo kích thước

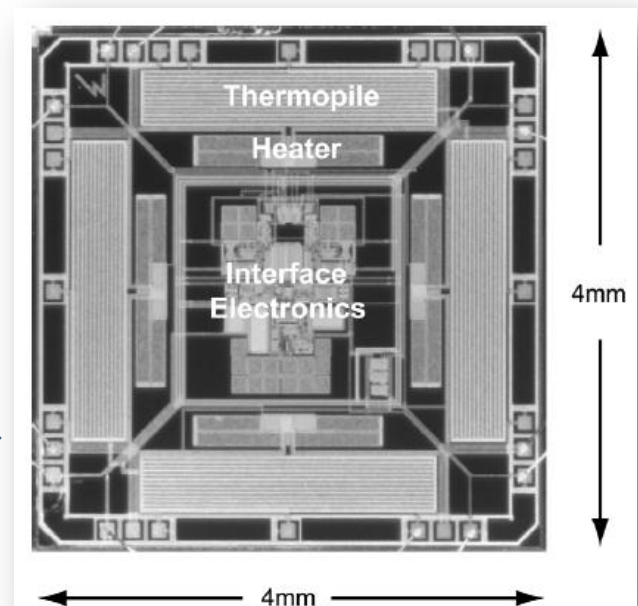
Ví dụ về cảm biến truyền thống

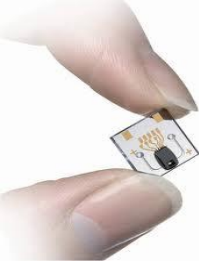
- Cảm biến là thiết bị chuyển đổi một tín hiệu đầu vào không điện (vật lí và hoá học) thành một tín hiệu ra có tính chất điện

Ví dụ về vi cảm biến



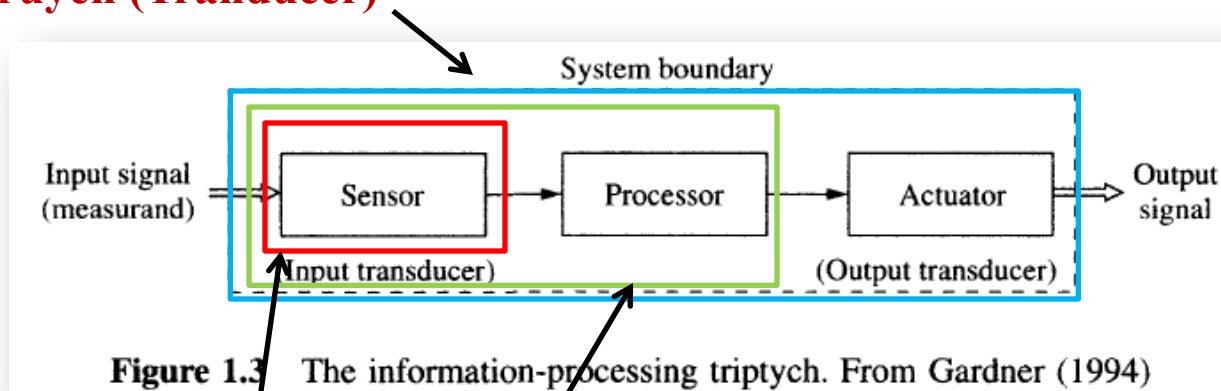
- Sensor + Interface electronics in one package
- Robust microprocessor compatible interface





Khái niệm vi cảm biến

- Bộ biến truyền (Tranducer)**

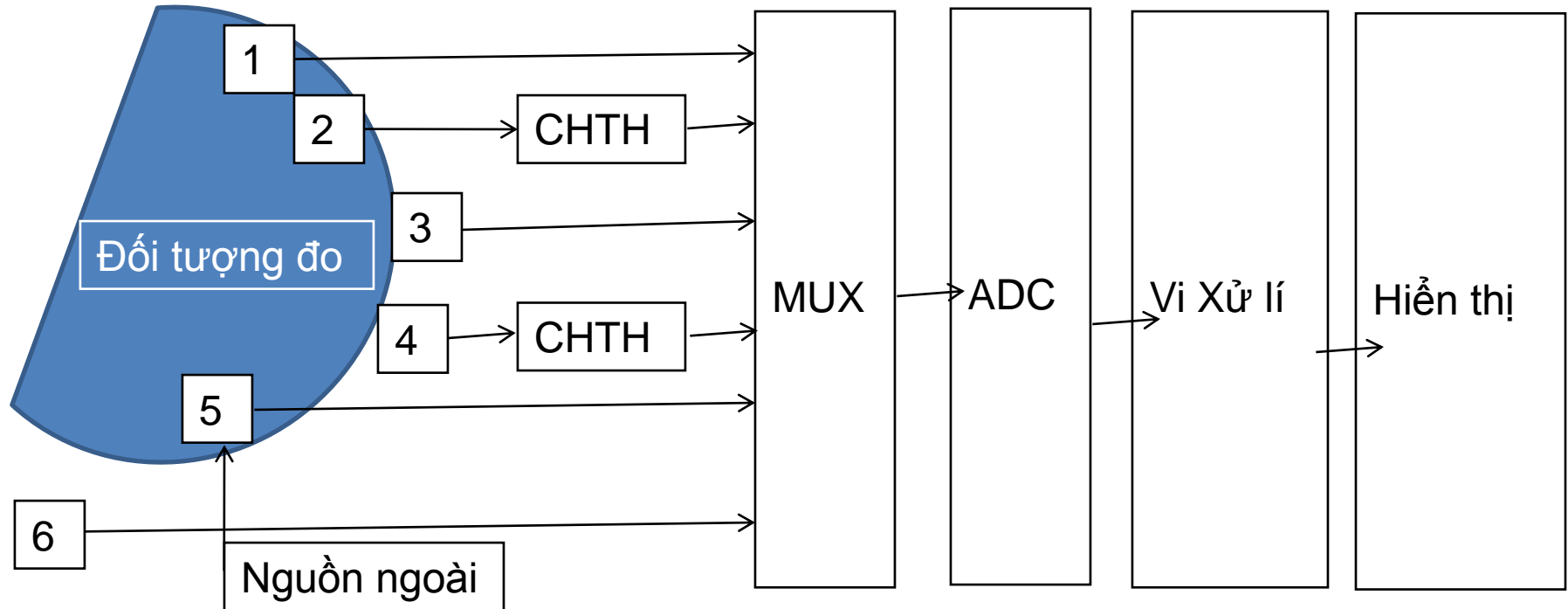


- Vi cảm biến (microsensor)** là cảm biến được sản xuất trên cơ sở **công nghệ vi cơ điện tử** với kỹ thuật xử lý **silicon** truyền thống có kích thước vật lý rất **nhỏ** (mm, micro, nano..).

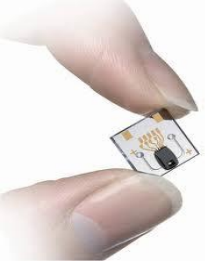
- Cảm biến thông minh:**

'A smart sensor is a sensor that has part or its entire processing element integrated in a single chip.'

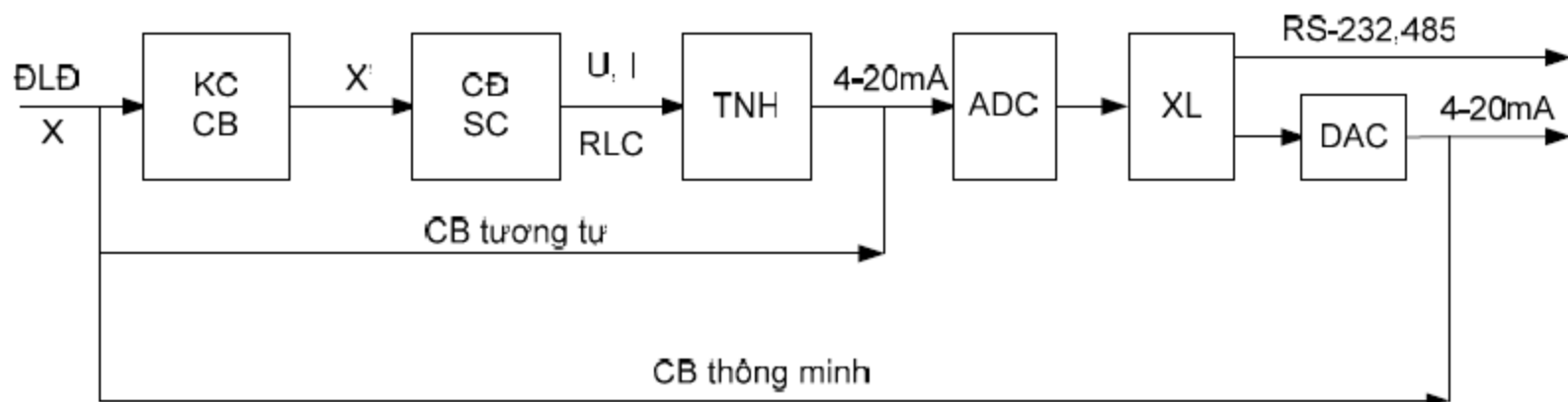
Phân loại theo phương pháp tiếp xúc



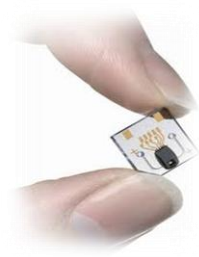
- ✓ CB1: đo tiếp xúc với đối tượng và không cần CHTH (chủ động). CB2 đo tiếp xúc chủ động và cần chuẩn hoá tín hiệu. CB3 đo ko tiếp xúc, ko cần CHTH và chủ động. CB4 đo ko tiếp xúc, chủ động và cần CHTH. CB5 đo tiếp xúc, thụ động (cần nguồn ngoài). CB6 đo môi trường.



Phân loại theo tính năng



- ✓ Cảm biến tương tự
- ✓ Cảm biến thông minh

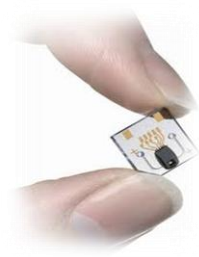


1.3.Ứng dụng- ứng dụng theo tính năng

Các loại cảm biến hay được sử dụng trong công nghiệp và dân dụng

- Cảm biến đo nhiệt độ (37,29%*)
- Cảm biến đo vị trí (27,12%*)
- Cảm biến đo di chuyển (16,27%*)
- Cảm biến đo áp suất (12,88%*)
- Cảm biến đo lưu lượng (1,36%*)
- Cảm biến đo mức (1,2%*)
- Cảm biến đo lực (1,2%*)
- Cảm biến đo độ ẩm (0,81%*)

**: Xếp theo số lượng các loại cảm biến bán được tại Pháp năm 2002*



Ứng dụng truyền thống

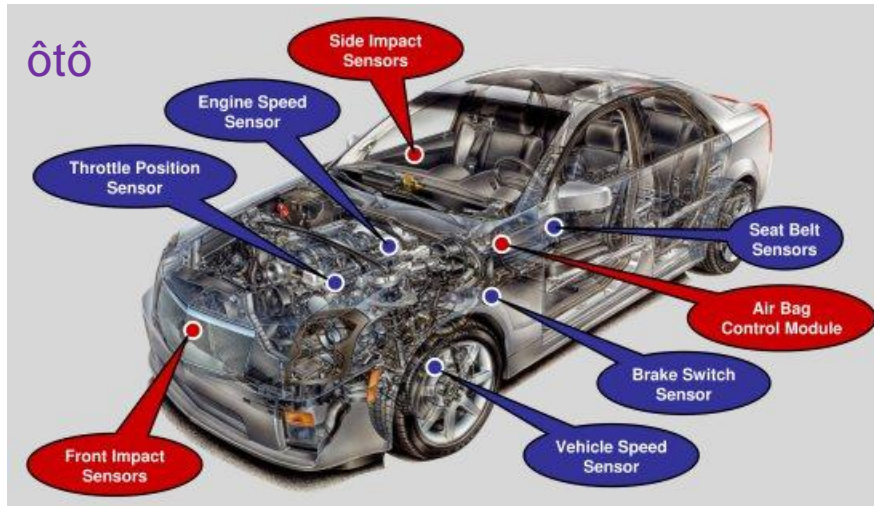
Các lĩnh vực ứng dụng

- Xe hơi : (38%*)
- Sản xuất công nghiệp: (20%*)
- Điện gia dụng : (11%*)
- Văn phòng: (9%*)
- Y tế: (8%*)
- An toàn: (6%*)
- Môi trường: (4%*)
- Nông nghiệp: (4%*)

**: Xếp theo số lượng các loại cảm biến bán được tại Pháp năm 2002*

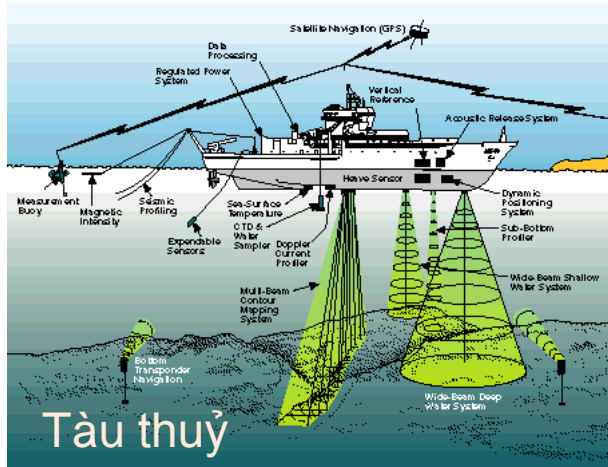
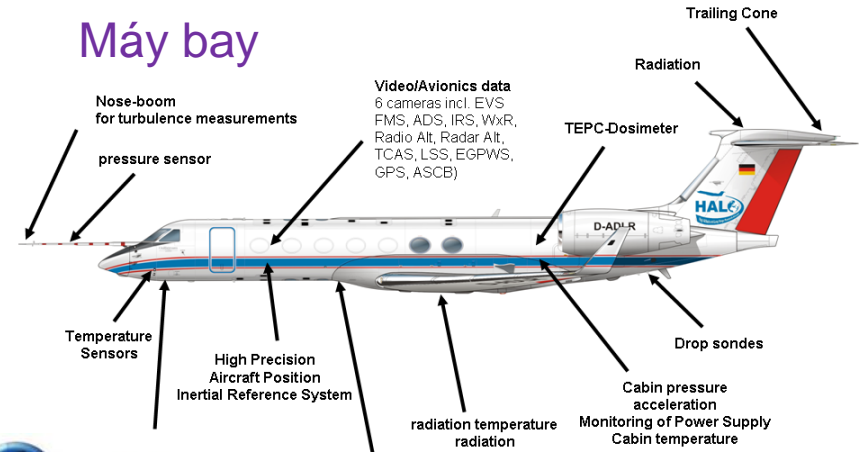
Ứng dụng của cảm biến hiện đại

ô tô

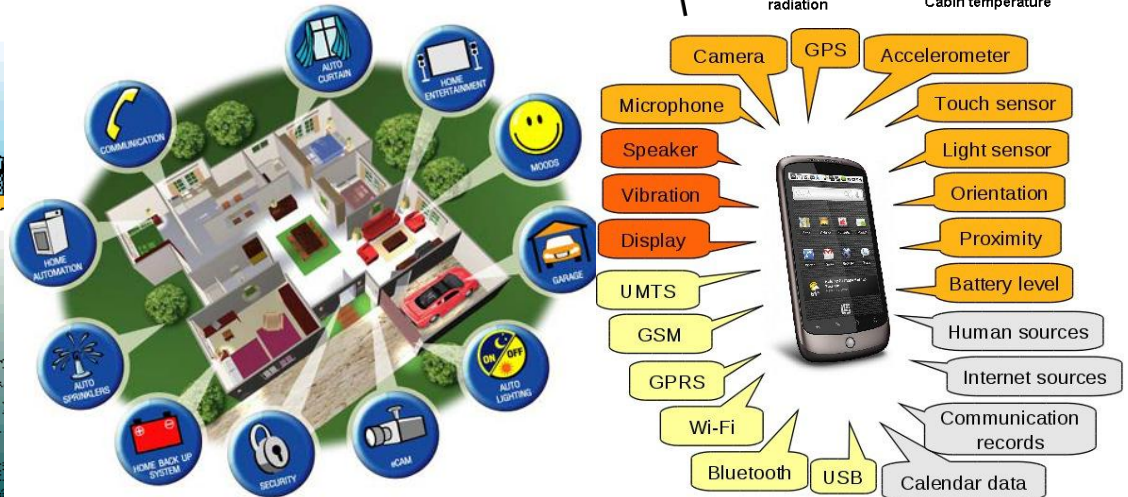


Basic sensors and data Acquisition
Integration and Operation: DLR-FB

Máy bay



Tàu thủy



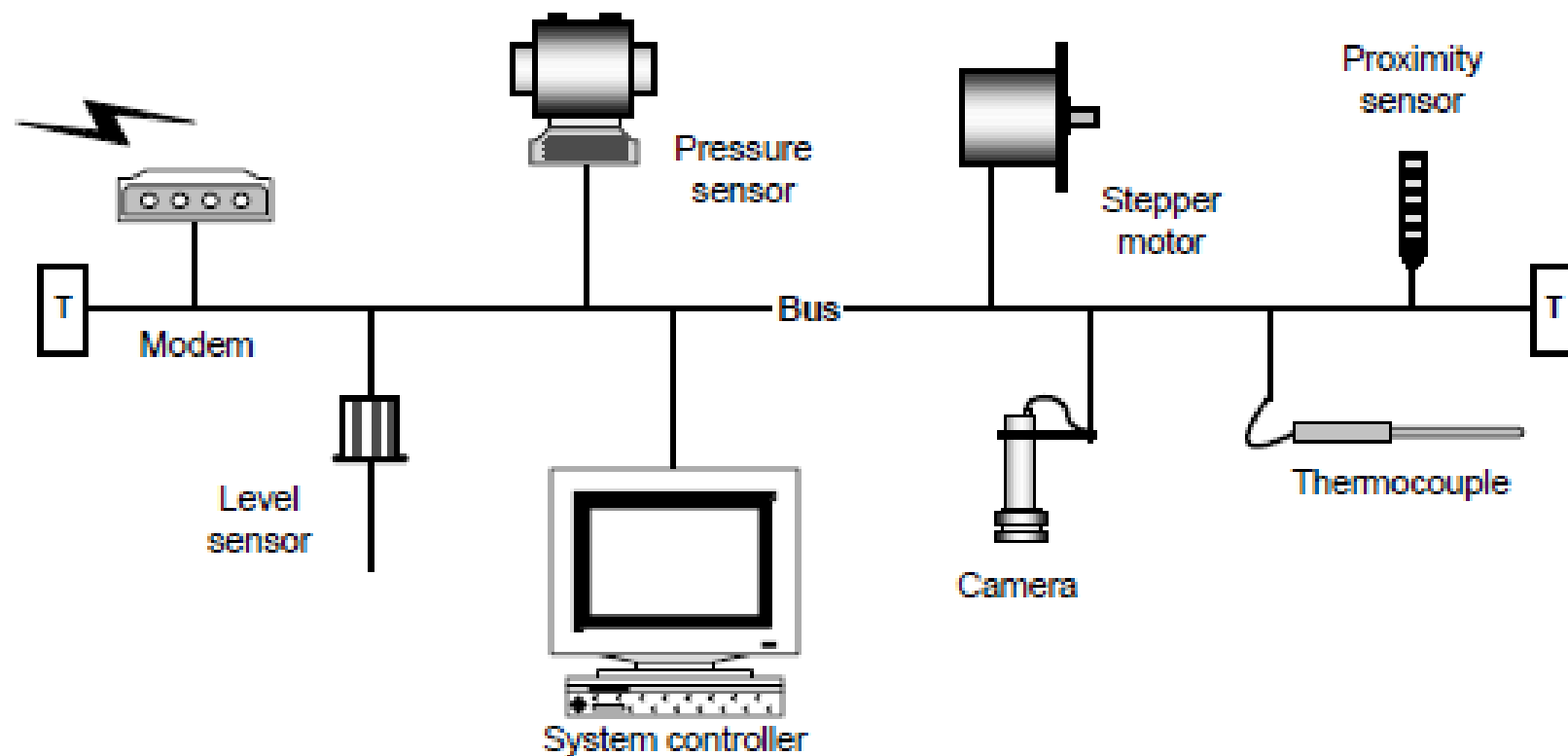
Nhà thông minh

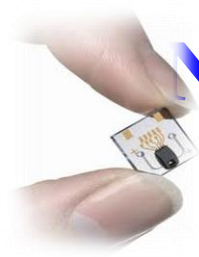
Thiết bị thông minh

Hoang Si Hong-HUST



Cảm biến trong hệ thống đo lường và điều khiển





Nhắc lại một số khái niệm cơ bản về điện cần thiết cho cảm biến

Tĩnh điện (Electrostatics)

Điện từ (Electromagnetic)

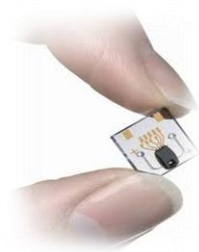
Lực vật lý

Hiệu ứng quang-điện

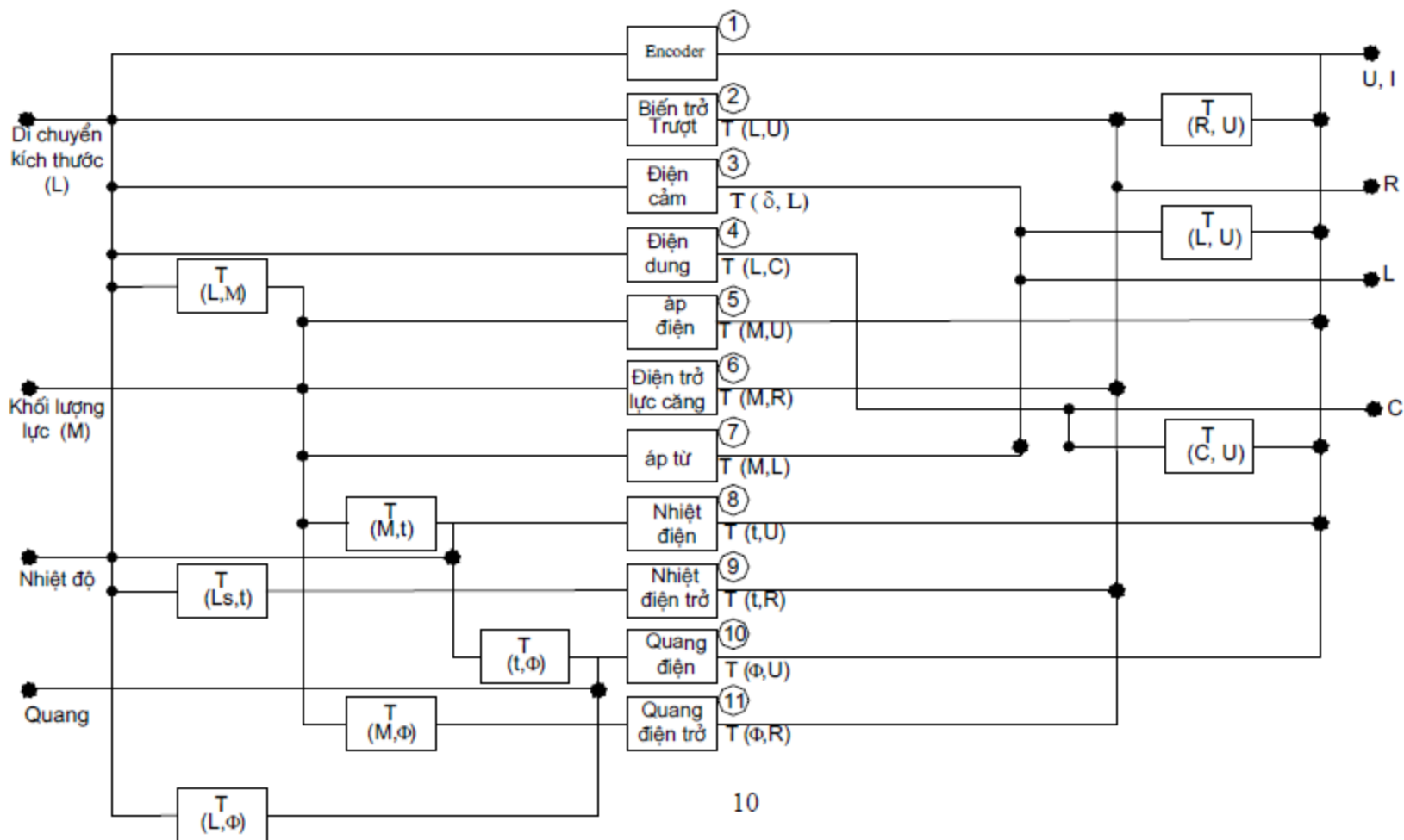
Hiệu ứng áp điện trở (piezoresistive effect)

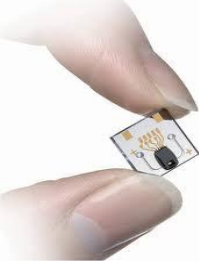
Hiệu ứng áp điện (piezoelectric effect)

Các phần tử mạch điện



Sơ đồ chuyển đổi và ứng dụng





1.4. Đặc tính chung của một cảm biến

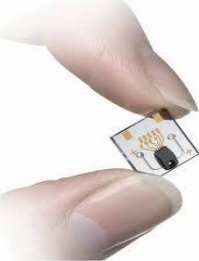
- Đáp ứng (response)
- Độ nhạy (sensitivity)
- Độ lựa chọn (selectivity)
- Giới hạn phát hiện (detection limit)
- Độ phân giải (Resolution)
- Ngưỡng nhạy
- Tốc độ đáp ứng (speed of response)
- Độ trễ (hysteresis)
- Độ lặp lại (repeatability)
- Độ phi tuyến (Nonlinearity)
- Độ ổn định (stability)
- Khả năng chịu quá tải

- Một số thông số khác như: công suất tiêu thụ, trở kháng, kích thước, trọng lượng của thiết bị

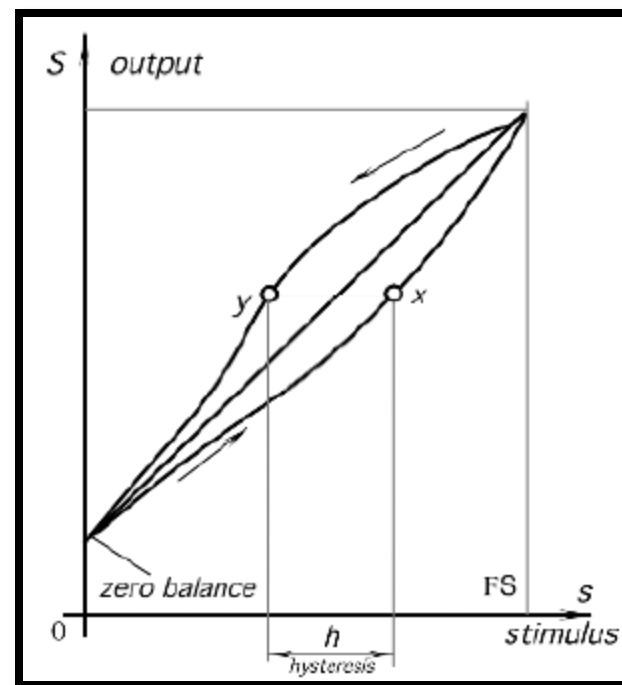
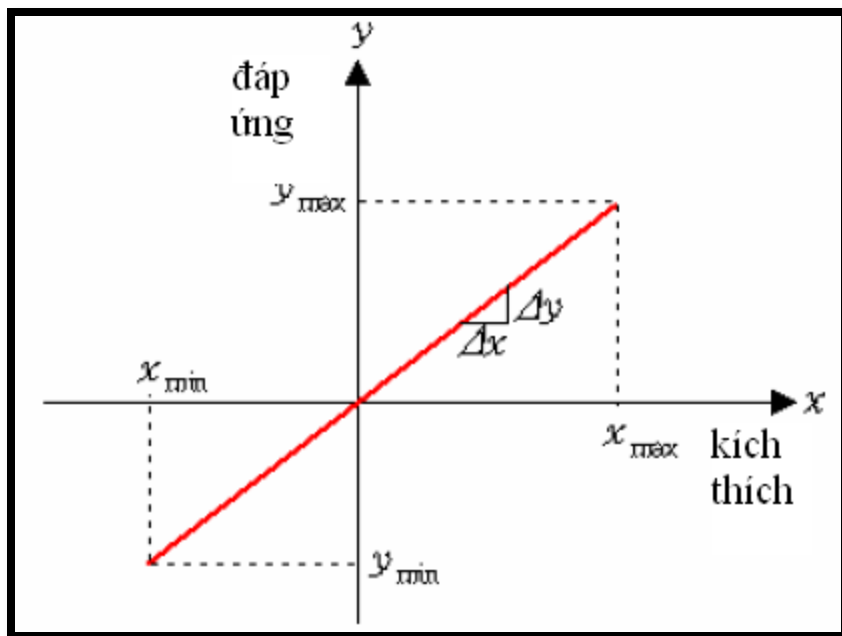


Table 1.1. Specifications

Sensitivity	Stimulus range (span)
Stability (short and long term)	Resolution
Accuracy	Selectivity
Speed of response	Environmental conditions
Overload characteristics	Linearity
	Dead band
	Output format
	Other



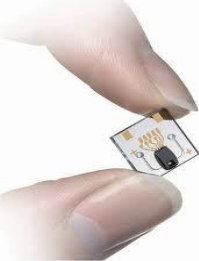
Độ nhạy (Sen) và độ trễ (H) của cảm biến



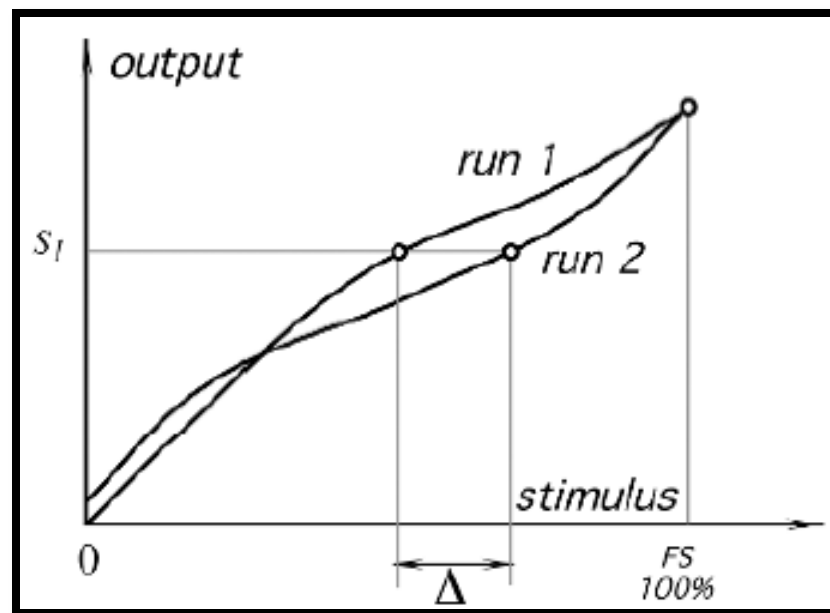
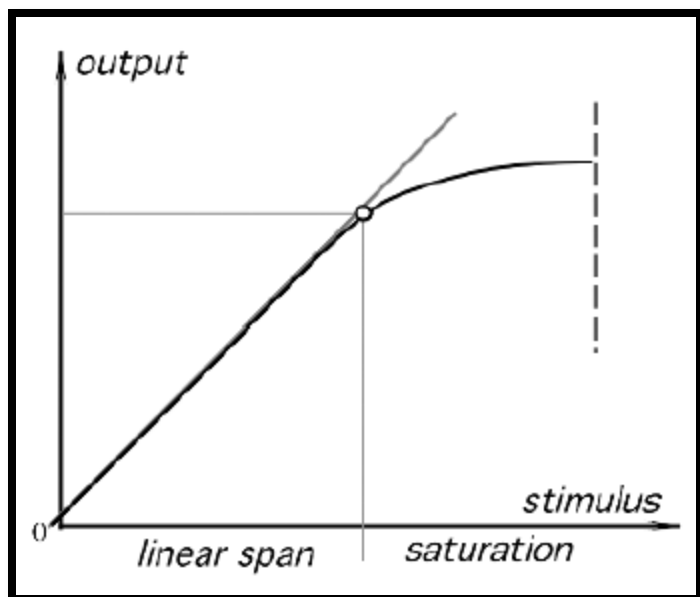
$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$
$$y = S x$$



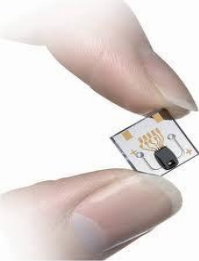
- Nguyên nhân: do sự thay đổi trong cấu trúc vật liệu hoặc ma sát



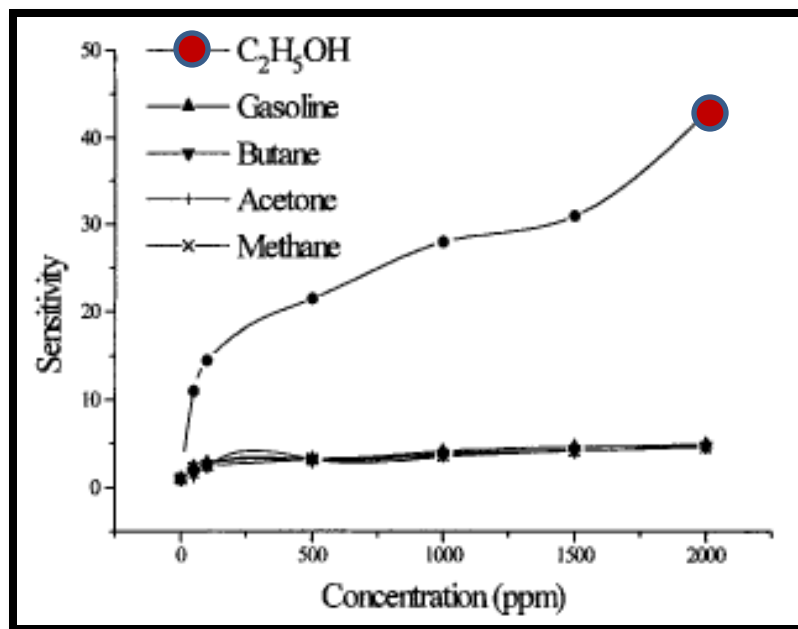
Độ bão hoà (Sa) và khả năng lặp lại (A)



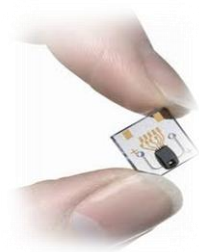
- Đến một giá trị ngưỡng nào đấy, sự tăng thêm kích thích đầu vào không tạo ra giá trị ra như mong muốn.



Độ lựa chọn (Sel)



- Một vật liệu nhạy có thể đáp ứng đồng thời với nhiều khí trong một hỗn hợp khí. Ví dụ với đặc tính trên, thì cảm biến có độ chọn lựa cao với khí C_2H_5OH .



Hệ số phi tuyến

Để đánh giá tính phi tuyến của thiết bị đo ta xác định hệ số phi tuyến của nó.

Hệ số phi tuyến xác định theo công thức sau:

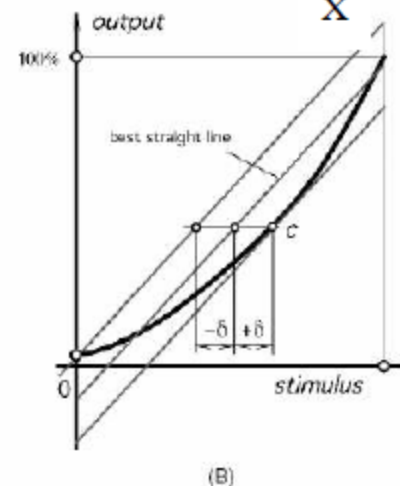
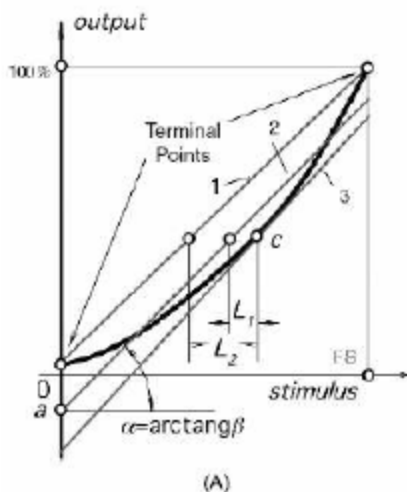
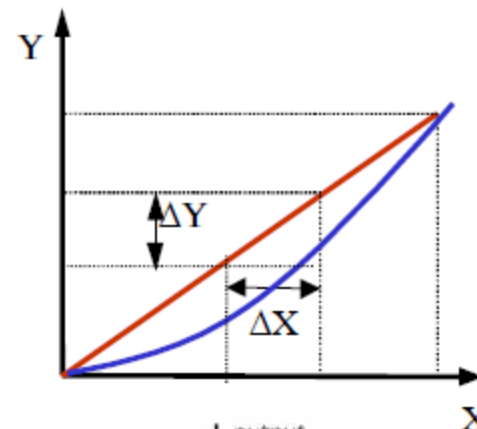
$$K_{pt} = \frac{\Delta X_{\max}}{X_n}$$

. ΔX_{\max} - là sai lệch lớn nhất

Ta thường dùng khâu bù phi tuyến

$$S_{cb} \cdot S_b = K$$

(Nonlinearity Error)





Khoảng đo, ngưỡng nhảy và khả năng phân ly

- **Khoảng đo (Span/Full Scal/Range):** $D_x = X_{\max} - X_{\min}$

- **Ngưỡng nhảy, khả năng phân ly (Resolution):**

Khi giảm X mà Y cũng giảm theo, nhưng với $\Delta X \leq \epsilon_x$ khi đó không thể phân biệt được ΔY , ϵ_x được gọi là ngưỡng nhảy của thiết bị đo.

Khả năng phân ly của cảm biến

-Thiết bị tương tự

$$R_x = \frac{D_x}{\epsilon_x}$$

-Thiết bị số:

$$R_x = \frac{D_x}{\epsilon_g} = N_n$$



Đặc tính động của cảm biến

Còn tiếp...!