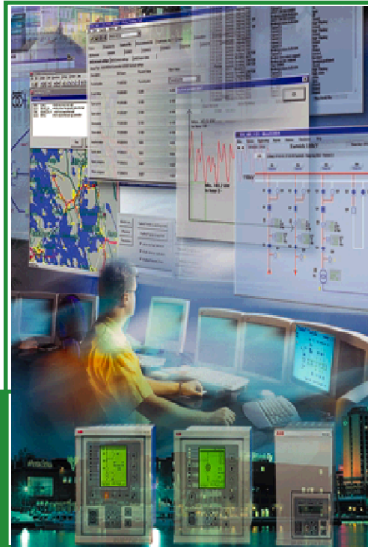


TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

VIỆN ĐIỆN



CẢM BIẾN VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU

Nguyễn Thị Huế

BM: Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp

Nội dung môn học

- ❖ Chương 1: Tổng quan về cảm biến và Các mạch xử lý trong đo lường
- ❖ Chương 2: Chuyển đổi nhiệt điện
- ❖ **Chương 3: Chuyển đổi điện trở**
- ❖ Chương 4: Cảm biến tĩnh điện(áp điện, điện dung)
- ❖ Chương 5: Chuyển đổi điện từ
- ❖ Chương 6: Chuyển đổi tĩnh điện Chuyển đổi điện tử và ion
- ❖ Chương 7: Chuyển đổi hóa điện
- ❖ Chương 8: Chuyển đổi khác

Tài liệu tham khảo

➤ Sách:

- ❖ Kỹ thuật đo lường các đại lượng điện tập 1,2- Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Trọng Quế....
- ❖ Đo lường điện và các bộ cảm biến: Ng.V.Hoà và Hoàng Sĩ Hồng

➤ Bài giảng và website:

- ❖ Bài giảng kỹ thuật đo lường và cảm biến-Hoàng Sĩ Hồng.
- ❖ Bài giảng Cảm biến và kỹ thuật đo: P.T.N.Yến, Ng.T.L.Huong, Lê Q. Huy
- ❖ Bài giảng MEMs ITIMS - BKHN

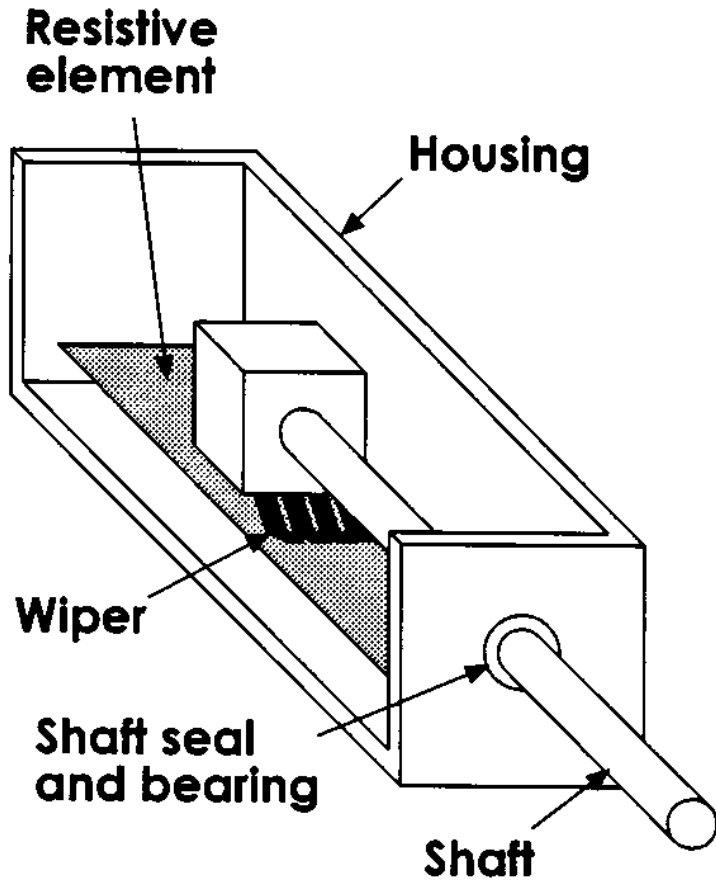
➤ Website: sciendirect.com/sensors and actuators A and B

Cảm biến điện trở

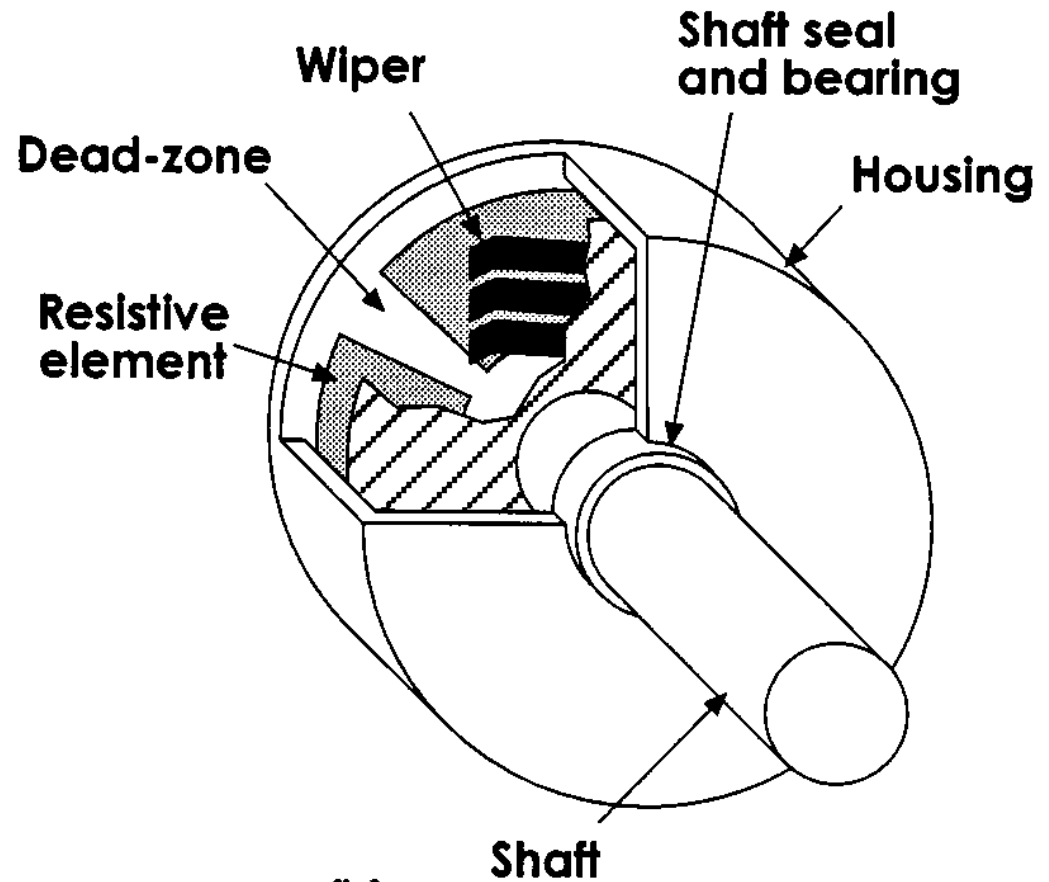
- Cảm biến biến trở
- Cảm biến điện trở lực căng
- Cảm biến nhiệt điện trở
- Cảm biến quang trở

3.1 Cảm biến biến trở

■ Cấu tạo và nguyên lý làm việc



(a)



(b)

3.1 Cảm biến biến trở

■ Cấu tạo và nguyên lý làm việc

- + Cảm biến gồm một điện trở cố định R_n , trên đó có một tiếp xúc điện có thể di chuyển được gọi là con chạy.
- + Con chạy được liên kết cơ học với vật chuyển động cần khảo sát.
- + Giá trị của điện trở R_x giữa con chạy và một đầu của điện trở R_n là hàm phụ thuộc vào vị trí con chạy, cũng chính là vị trí của vật chuyển động.

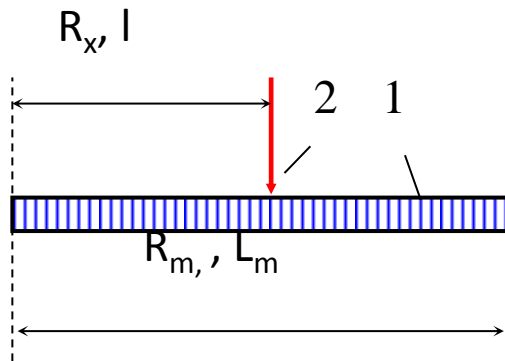
3.1 Cảm biến biến trở

■ Cấu tạo và nguyên lý làm việc

- ❖ **Điện trở dạng dây cuộn:** được chế tạo từ các hợp kim Ni - Cr, Ni - Cu, Ni - Cr - Fe, Ag - Pd quấn thành vòng xoắn dạng lò xo trên lõi cách điện (bằng thủy tinh, gốm hoặc nhựa), giữa các vòng dây cách điện bằng emay hoặc lớp oxyt bề mặt.
- ❖ **Điện trở dạng băng dẫn:** được chế tạo bằng chất dẻo trộn bột dẫn điện là cacbon hoặc kim loại cỡ hạt $\sim 10^{-2} \mu\text{m}$.

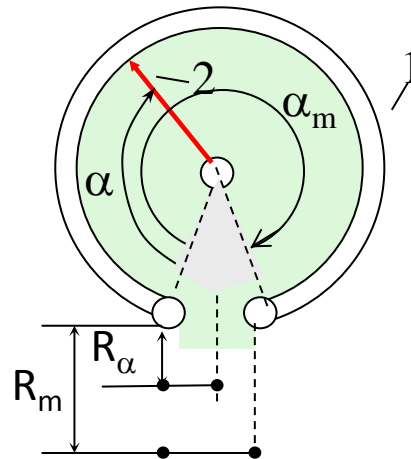
3.1 Cảm biến biến trở

■ Cấu tạo và nguyên lý làm việc



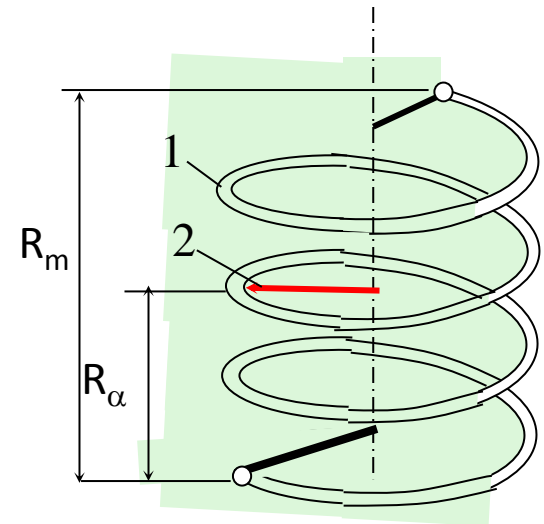
Đo dịch chuyển
thẳng

$$R_x = \frac{l}{L} R_m$$



Đo dịch chuyển
quay $\alpha < 360^\circ$

$$R_\alpha = \frac{\alpha}{\alpha_m} R_m$$



Đo dịch chuyển
quay $\alpha > 360^\circ$

$$R_\alpha = \frac{\alpha}{\alpha_m} R_m$$

3.1 Cảm biến biến trở

■ Các đặc trưng

❖ Khoảng chạy có ích của con chạy:

Thông thường ở đầu hoặc cuối đường chạy của con chạy tỉ số R_x/R_n không ổn định. Khoảng chạy có ích là khoảng thay đổi của x mà trong khoảng đó R_x là hàm tuyến tính của dịch chuyển

❖ - Năng suất phân giải:

Đối với điện trở dây cuốn, độ phân giải xác định bởi lượng dịch chuyển cực đại cần thiết để đưa con chạy từ vị trí tiếp xúc hiện tại sang vị trí tiếp xúc lân cận tiếp theo. Giả sử cuộn dây có n vòng dây, có thể phân biệt $2n-2$ vị trí khác nhau về điện của con chạy:

3.1 Cảm biến biến trở

❖ Độ phân giải

- ✓ Độ phân giải của điện trở dạng dây phụ thuộc vào hình dạng và đường kính của dây điện trở và vào khoảng $\sim 10\mu\text{m}$
- ✓ Độ phân giải của các điện trở kiểu băng dẫn phụ thuộc vào kích thước hạt, thường vào cỡ $\sim 0,1 \mu\text{m}$

❖ Thời gian sống:

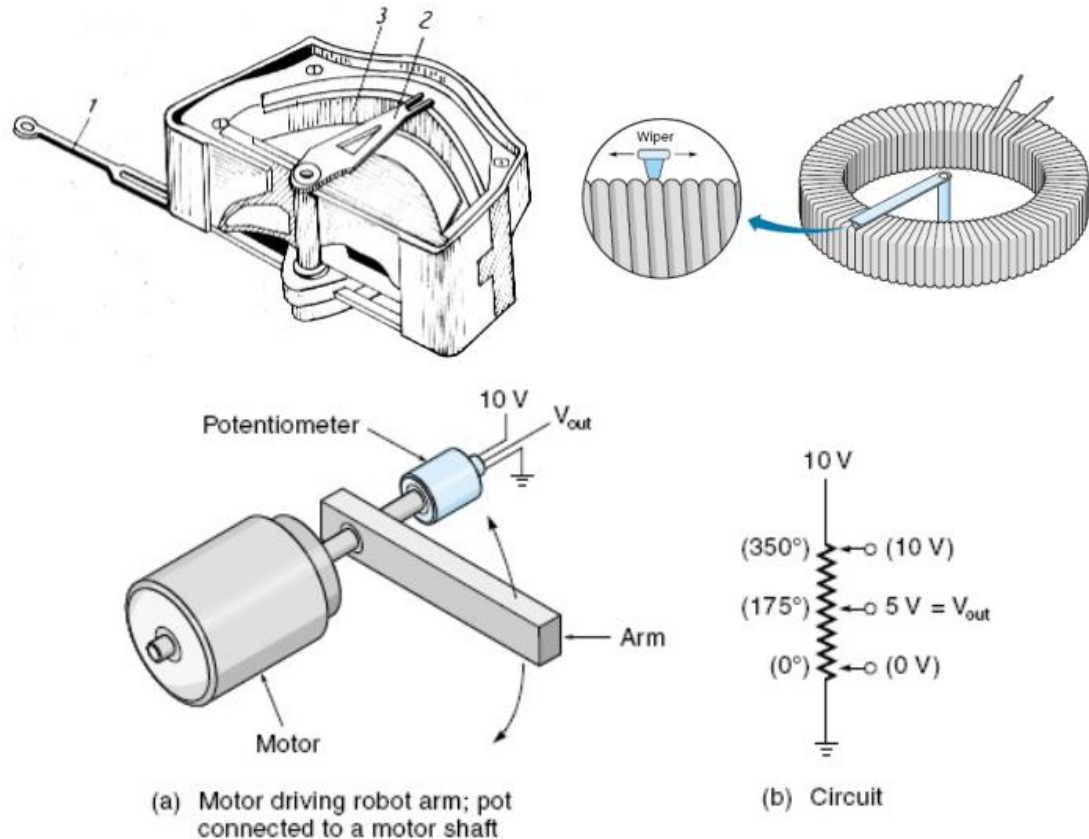
Thời gian sống của cảm biến điện trở là số lần sử dụng của cảm biến điện trở. Nguyên nhân gây ra hư hỏng và hạn chế thời gian sống của cảm biến điện trở là sự mài mòn con chạy và dây điện trở trong quá trình làm việc. Thường thời gian sống của cảm biến điện trở dạng dây dẫn vào cỡ 10^6 lần, điện kế dạng băng dẫn vào cỡ $10^7 - 10^8$ lần.

3.1 Cảm biến biến trở

- Ưu điểm
 - ❖ Rẻ tiền
 - ❖ Cấu tạo đơn giản, dễ sử dụng
 - ❖ Đo được khoảng dịch chuyển lớn
- Nhược điểm
 - ❖ Bị ảnh hưởng của bụi và ẩm
 - ❖ Tuổi thọ kém, mau bị hao mòn

3.1 Cảm biến biến trở

■ Ứng dụng đo góc

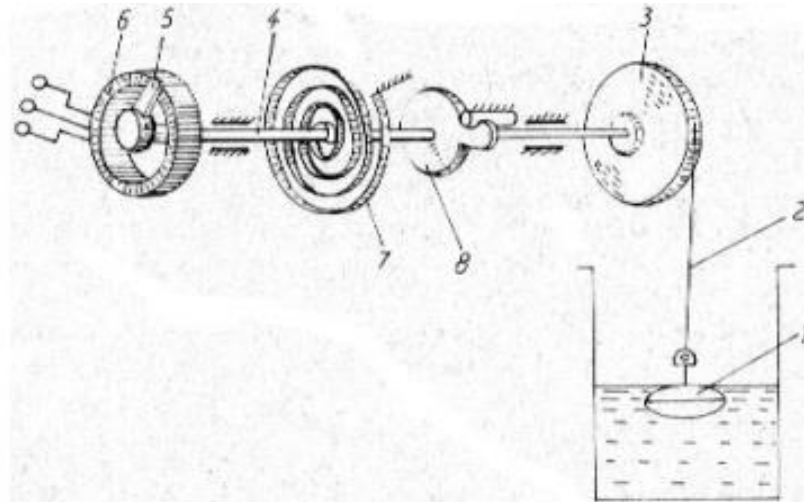


Nguyên lý hoạt động: di chuyển góc cần đo qua tay gạt 1 tác động lên con trượt 2 làm con trượt di chuyển trên biến trở 3, giá trị của biến trở 3 tỉ lệ với góc quay cần đo.

Đặc điểm: điện trở của biến trở khoảng 250Ω , góc quay toàn phần là 60° . Sai số cơ bản không quá $\pm 0,3^\circ$.

3.1 Cảm biến biến trở

■ Ứng dụng đo mức



Cấu tạo của thiết bị đo mức nước dùng các bộ biến đổi tỉ lệ ở dạng dân truyền bằng tay gạt hoặc dây curoa kết hợp với chuyển đổi biến trở

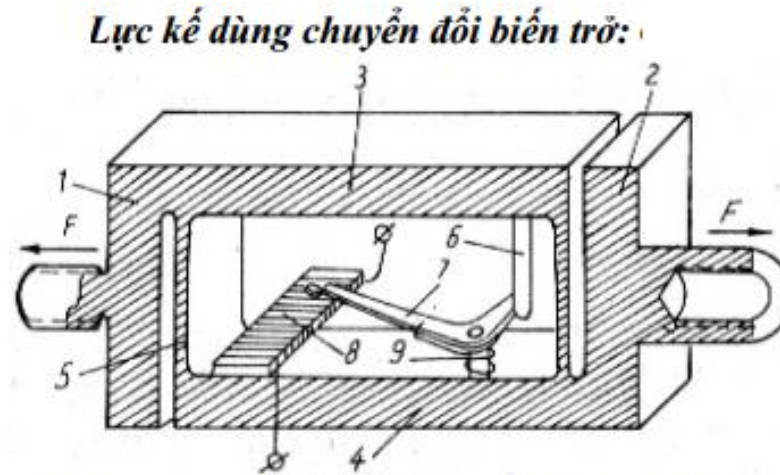
Cấu tạo và nguyên lý hoạt động: phao nổi 1 phản ánh mức nước cần đo được nối với sợi dây 2 gắn vào puli 3. Khi puli quay, trục 4 gắn với con trượt 5 quay theo và trượt trên biến trở 6 làm thay đổi điện trở của biến trở tỉ lệ với mức nước cần đo. Đầu dây ra của biến trở được mắc vào mạch đo.

Khi thiết kế, đường kính của puli được tính sao cho chu vi của nó có độ dài đúng bằng khoảng cách mức nước cần đo.

Để giữ cho dây treo phao luôn được căng người ta gắn thêm lò xo xoắn 7 và cơ cấu cam 8 để puli chỉ có thể quay được một vòng.

3.1 Cảm biến biến trở

■ Ứng dụng đo lực

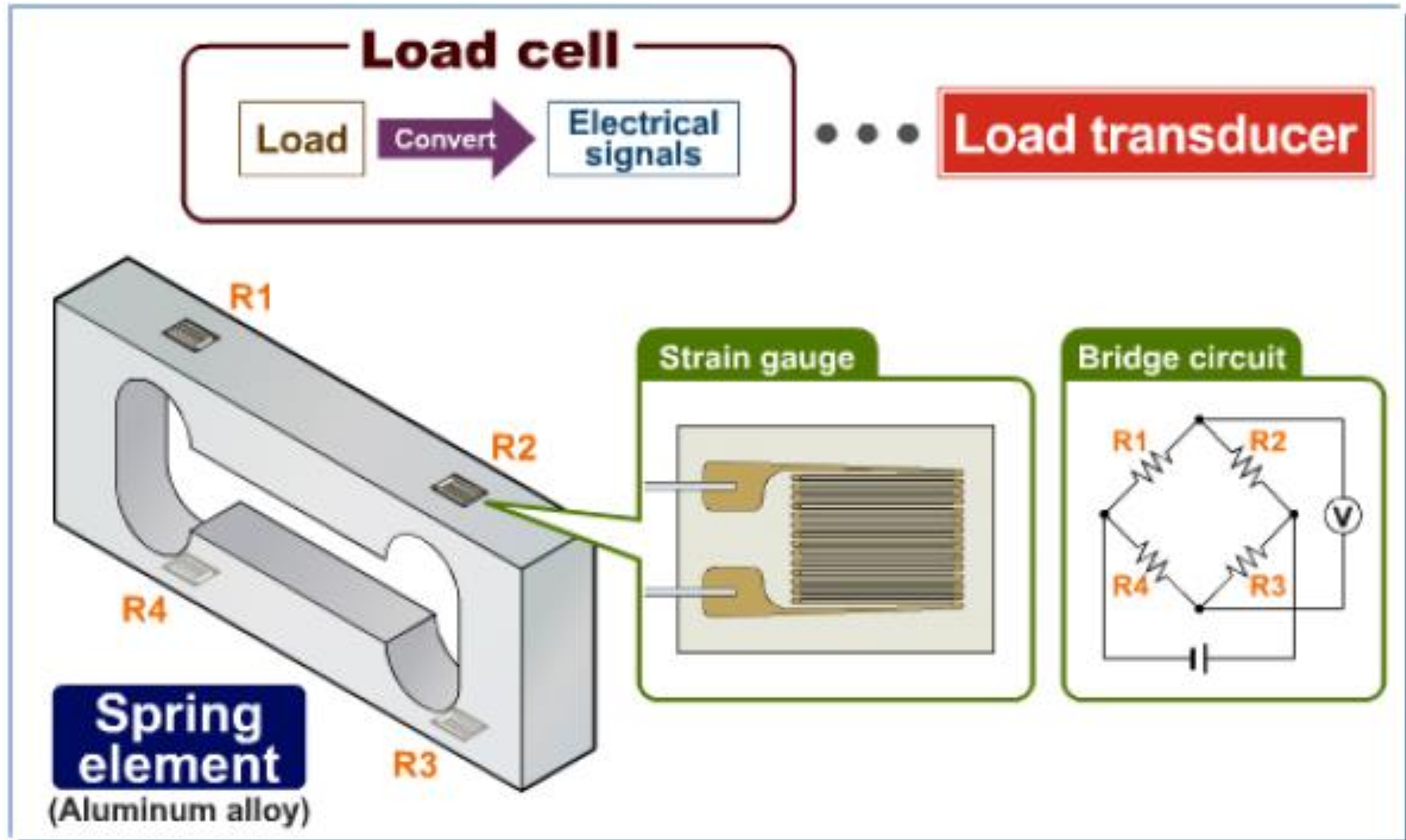


Sơ đồ nguyên lý và cấu tạo của lực kế dùng chuyển đổi biến trở

Cấu tạo và nguyên lý hoạt động: lực cần đo F tác động lên hai tấm thép 1 và 2, hai tấm này gắn liền với hai khối 3 và 4. Dưới tác dụng của lực đo, bản mỏng 5 bị biến dạng và khối 3 và 4 di chuyển tương đối với nhau. Trong quá trình di chuyển, khối 3 gắn cần 6 đẩy tay gạt 7 làm con trượt di chuyển trên biến trở dây 8. Con trượt được chế tạo từ hợp kim platin-iridi, dây biến trở làm bằng constantan mạ vàng. Lò xo đàn hồi 9 được gắn với tay gạt 7 để đảm bảo tay gạt có thể trở lại vị trí ban đầu khi không có lực tác động.

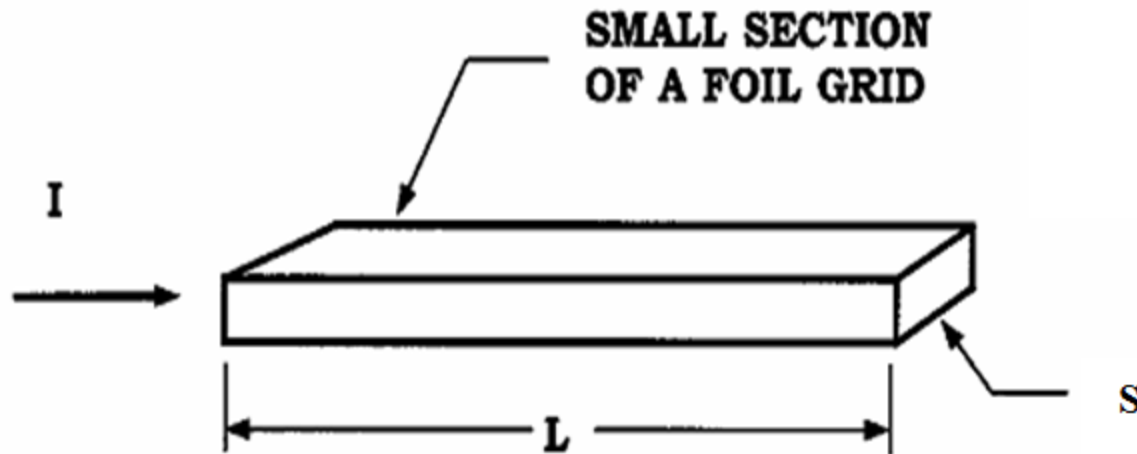
Thông số đặc trưng: biến trở có 170 vòng, điện trở 500Ω , giới hạn đo khoảng $3kN$. Áp lực của con trượt lên các vòng dây bằng $0,02 N$

3.2 Cảm biến điện trở lực căng



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

Nguyên lý làm việc: dựa trên hiệu ứng tenzô: khi dây dẫn chịu biến dạng thì điện trở của nó thay đổi, còn gọi là chuyển đổi điện trở tenzô



$$R = \rho \frac{L}{S}$$

where R = Resistance

ρ = Resistivity

L = Length

S = Area of the cross-section

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

Điện trở lực căng (tenzo)

Ta có $\frac{\Delta R}{R} = f\left(\frac{\Delta l}{l}\right)$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta l}{l} - \frac{\Delta S}{S}$$

$$\varepsilon_R = \varepsilon_\rho + \varepsilon_l - \varepsilon_S$$

Trong cơ học ta có $\varepsilon_S = -2K_p \varepsilon_l$; K_p hệ số Poisson

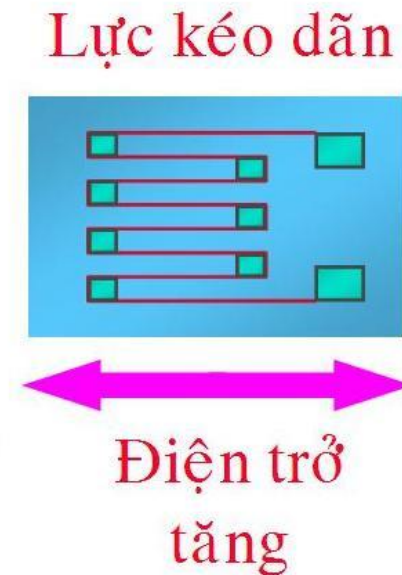
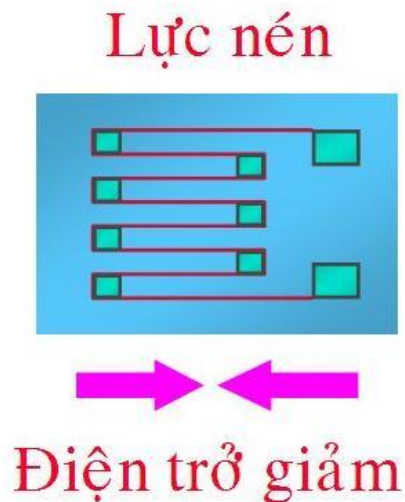
➔ $\varepsilon_R = \varepsilon_l (1 + 2K_p + m) = K \varepsilon_l$

Độ nhạy của chuyển đổi: $K = \varepsilon_R / \varepsilon_l = 1 + 2K_p + m$

- K hệ số phụ thuộc vào vật liệu với constantan $k=2$

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Điện trở thay đổi tỷ lệ với lực tác động

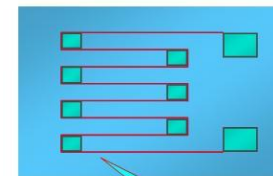


- Yêu cầu của vật liệu chế tạo tenzo là hệ số nhạy cảm lớn. Các vật liệu thường dùng làm tenzo là constantan (60%Cu+40%Ni), niken...

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

Cấu tạo: Điện trở lực căng (Strain gauge - tenzo)

- Strain gauge là thành phần cấu tạo chính của loadcell, nó bao gồm một sợi dây kim loại mảnh đặt trên một tấm cách điện đàn hồi. Để mỏng bằng vật liệu cách điện có độ bền cao
- Để tăng chiều dài của dây điện trở strain gauge, người ta đặt chúng theo hình ziczac, mục đích là để tăng độ biến dạng khi bị lực tác dụng qua đó tăng độ chính xác của thiết bị cảm biến sử dụng strain gauge.



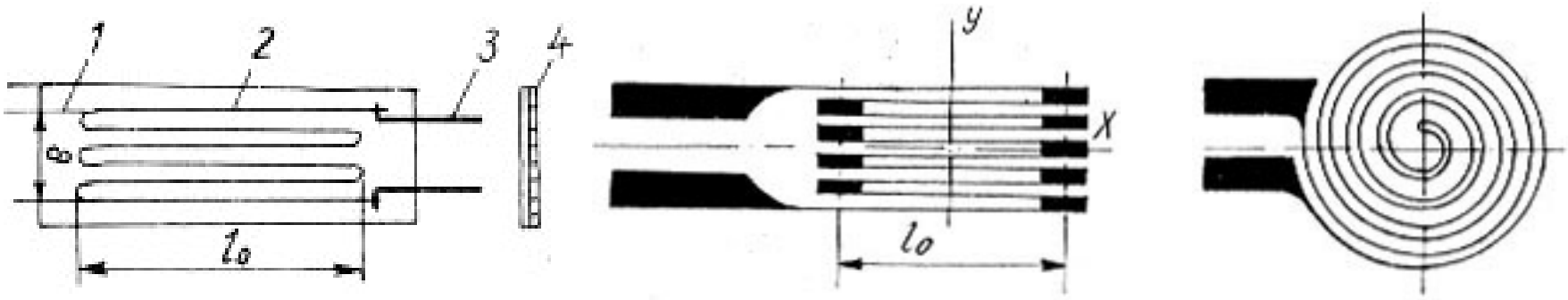
$$R = \frac{\rho L}{S}$$

Các chuyển đổi điện trở

Chuyển đổi điện trở lực căng.

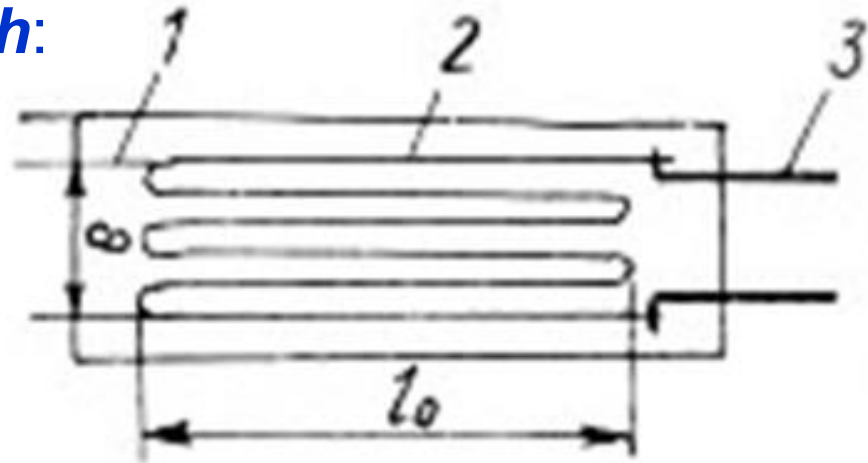
■ Gồm có 3 loại chính:

- ❖ Chuyển đổi điện trở lực căng dây mảnh,
- ❖ Chuyển đổi điện trở lực căng lá mỏng
- ❖ Chuyển đổi điện trở lực căng màng mỏng



Chuyển đổi điện trở lực căng.

Điện trở lực căng dây mảnh:

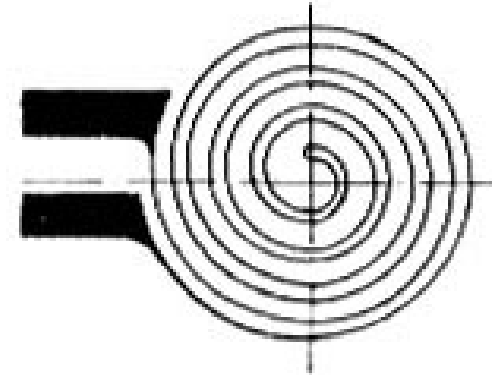
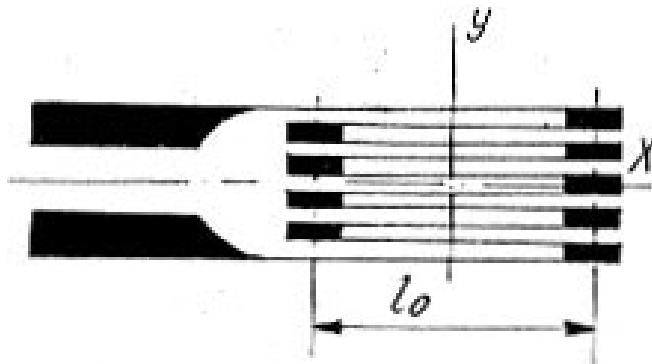


- 1 - Tấm giấy mỏng bền
- 2 - Sợi dây điện trở (hình răng lược có đường kính từ 0,02-0,03mm; chế tạo bằng constantan, nicrôm, hợp kim platin-iridi...).
- 3 - Hai đầu dây được hàn với lá đồng dùng để nối với mạch đo.

Chiều dài l_0 là chiều dài tác dụng của chuyển đổi.

Chuyển đổi điện trở lực căng.

- **Chuyển đổi lực căng kiểu lá mỏng:** được chế tạo từ một lá kim loại mỏng với chiều dày $0,004 \div 0,012\text{mm}$. Nhờ phương pháp quang khắc hình dáng của chuyển đổi được tạo thành khác nhau
- **Chuyển đổi lực căng kiểu màng mỏng:** được chế tạo bằng cách cho bốc hơi kim loại lên một khung với hình dáng định trước.
 - ❖ Ưu điểm của hai kiểu chuyển đổi trên là điện trở lớn, tăng được độ nhạy, kích thước giảm



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Đế mỏng bằng vật liệu cách điện có độ bền cao.
- Dây dẫn hay màng bằng constantan, nicrom, platin-iridi.
- Dây và màng được cố định trên đế.
- Các cực đầu tín hiệu.
- Có thể dùng vật liệu bán dẫn (K cỡ vài trăm) nhưng có độ bền cơ học kém.
- Vật liệu: có độ nhạy cao, hệ số nhiệt nhỏ, điện trở xuất lớn.

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Dây mảnh:

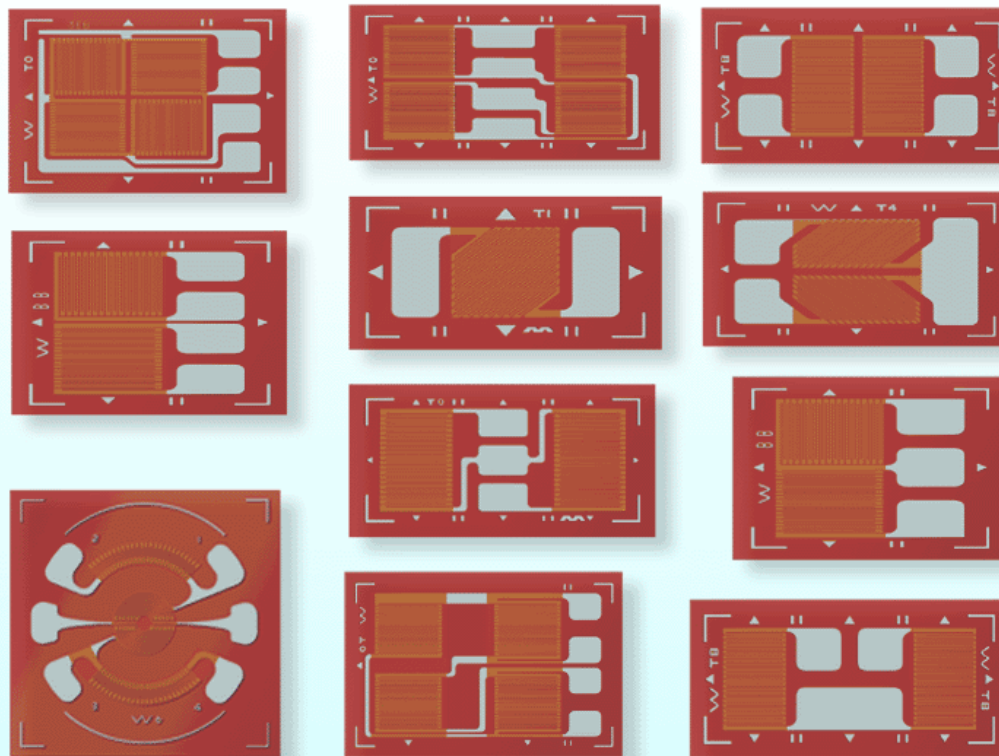
- ❖ Có thể chế tạo kích thước lớn.
- ❖ Giá thành rẻ.
- ❖ Điện trở ngang lớn
- ❖ Tiếp xúc nhỏ nên truyền biến dạng kém.
- ❖ Tiếp xúc nhỏ nên truyền nhiệt kém

■ Màng mỏng:

- ❖ Kích thước nhỏ và có thể chế tạo hình dạng bất kỳ.
- ❖ Điện trở ngang nhỏ.
- ❖ Tiếp xúc tốt nên truyền biến dạng và nhiệt tốt.
- ❖ Độ đồng đều cao

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Hầu hết các nhà sản xuất strain gauge cung cấp nhiều loại strain gauge khác nhau để phù hợp với các sản phẩm Loadcell khác nhau, các ứng dụng trong nghiên cứu và công nghiệp dự án khác nhau



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Ứng dụng
 - ❖ Đo lực (loadcell)
 - ❖ Đo áp suất
 - ❖

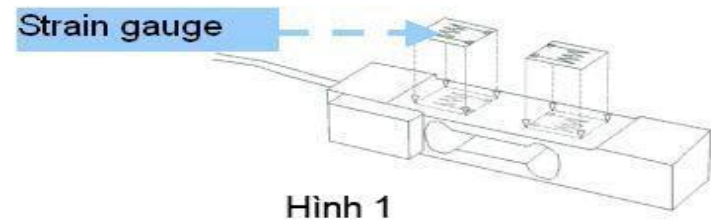
■ Loadcell được cấu tạo từ 3 bộ phận chính:

- ❖ 4 điện trở Tenzo: Được chế tạo từ các vật liệu đặc biệt chúng được cắt chính xác theo hình lưới. Tất cả các điện trở Tenzo đều có các thông số giống nhau
- ❖ Một lõi thép đặc biệt: Lõi thép có cấu tạo hình ống được chế tạo đặc biệt đảm bảo đặc tính co giãn, đàn hồi tuyến tính và độ mỏi rất nhỏ.
- ❖ Vỏ bao bên ngoài: ở hai đầu ống thép gắn các vỏ phân tĩnh và phần động, vỏ có thể được chế tạo bằng hợp kim có độ chịu nhiệt và chịu mài mòn cao.

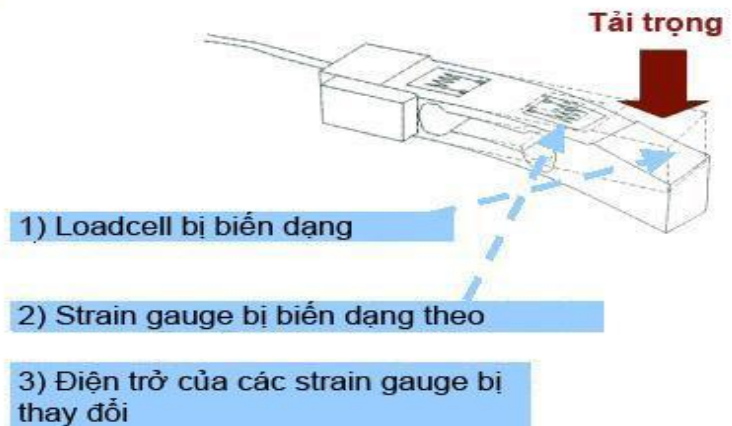
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Tế bào tải (loadcell)

Nhìn vào Hình 1: các điện trở strain gauges được dán vào bề mặt của thân loadcell. Khi bị kéo - nén, điện trở của strain gauge sẽ thay đổi tỉ lệ thuận với biên độ kéo - nén



Hình 1

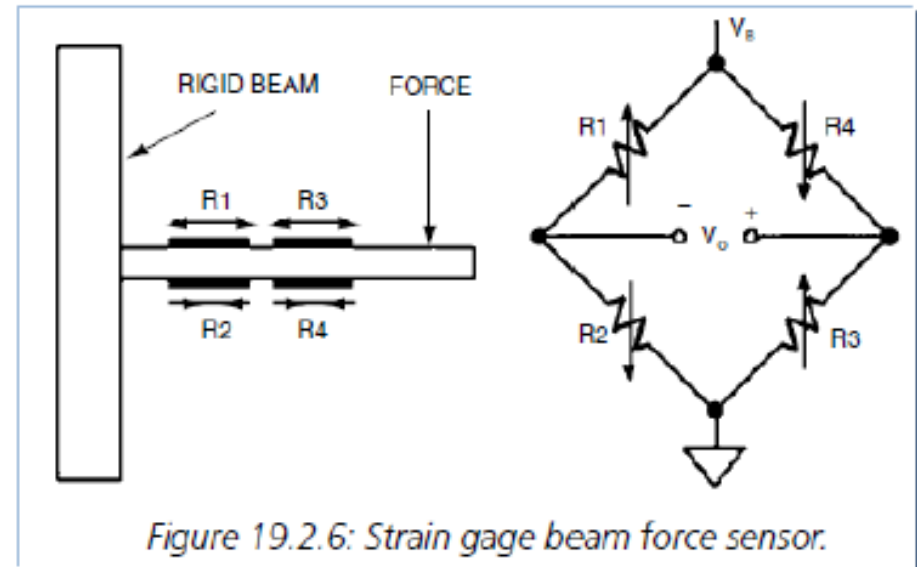
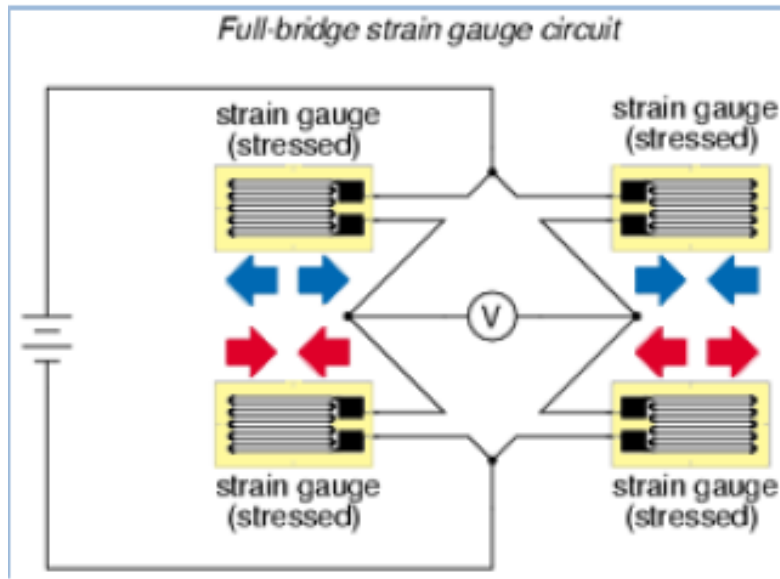


Hình 2

Nhìn vào Hình 2: Khi có tải trọng hoặc lực tác động lên loadcell làm cho loadcell bị biến dạng, điều đó dẫn tới sự biến dạng các điện trở strain gauges dán trên thân loadcell dẫn đến một sự thay đổi giá trị của các điện trở strain gauges. Sự thay đổi này dẫn tới sự thay đổi trong điện áp đầu ra nếu một điện áp kích thích được cung cấp cho ngõ vào loadcell. Nói cách khác, loadcell đã chuyển đổi lực tác dụng thành tín hiệu điện.

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Tế bào tải (loadcell)



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

Tế bào tải (loadcell)

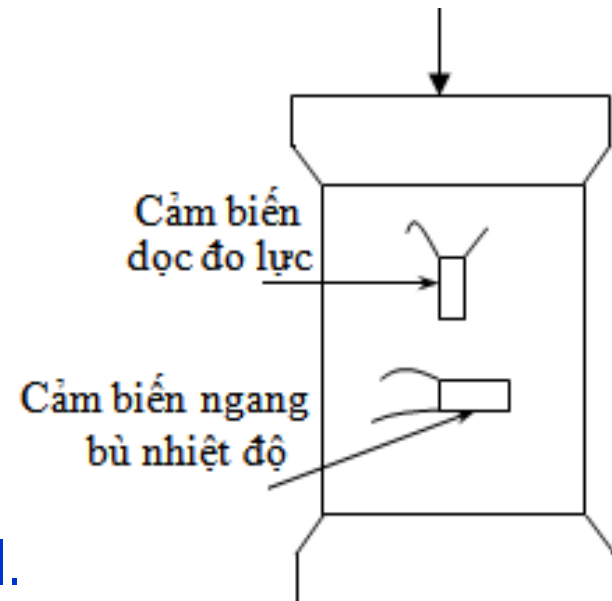
- Tế bào tải là một kết cấu đàn hồi bằng thép chất lượng cao, đảm bảo giải biến dạng đàn hồi rộng
- Biến dạng được tính:

$$\varepsilon_1 = \frac{F}{SE}$$

F: lực tác động lên loadcell;

S: tiết diện phần tử đàn hồi;

E: modul đàn hồi thép làm loadcell.



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Cảm biến điện trở lực căng được nuôi cấy trên phần tử đàn hồi. Nó gồm 4 điện trở, 2 điện trở dọc là điện trở tác dụng, 2 điện trở ngang là điện trở bù nhiệt độ, 4 điện trở này được nối thành cầu hai nhánh hoạt động

$$\Delta U = \frac{U_{CC}}{2} \frac{\Delta R}{R} = \frac{U_{CC}}{2} k \varepsilon_1$$

U_{CC} : điện áp cung cấp cho cầu;

$\Delta R/R$: biến thiên điện trở do biến dạng của phần tử đàn hồi;

ε_1 : biến dạng tính theo công thức trên;

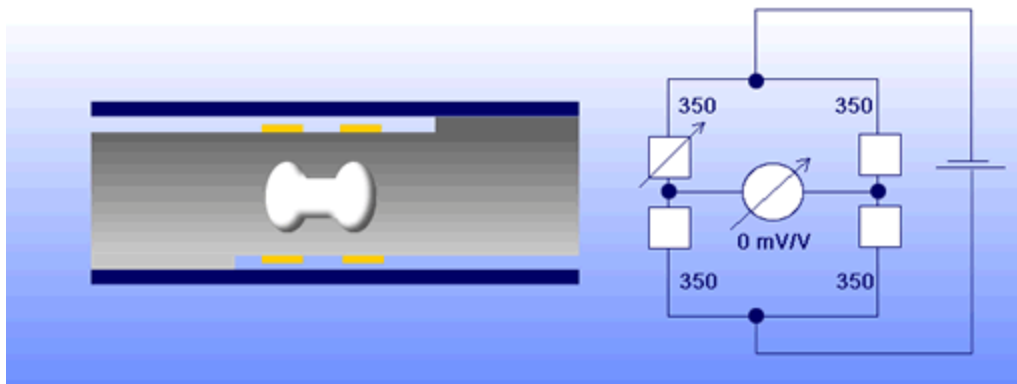
k : độ nhạy của cảm biến điện trở lực căng.

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Khi chế tạo xong, nhà chế tạo cho ta độ nhạy của loadcell là:

$$\frac{\Delta U}{U_{CC}} = \frac{k\varepsilon_1}{2} \quad \left(\frac{mV}{V} \right)$$

- Như vậy, nếu độ nhạy loadcell là 2mV/V thì khi cung cấp điện áp 12V, điện áp định mức ở đường chéo cầu là: $12 \times 2 = 24mV$.



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

LOADCELL ĐƯỢC SẢN XUẤT NHƯ THẾ NÀO ?

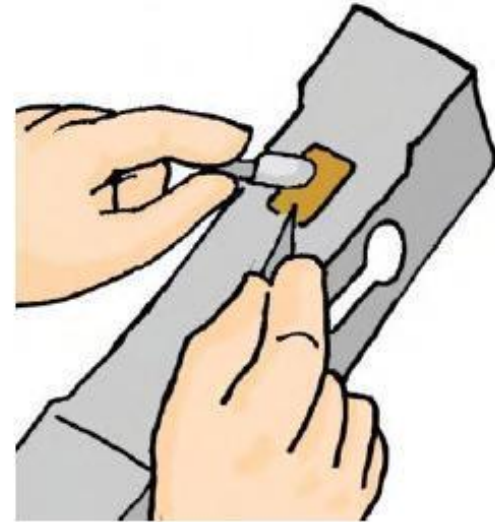
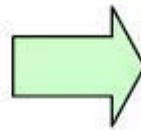
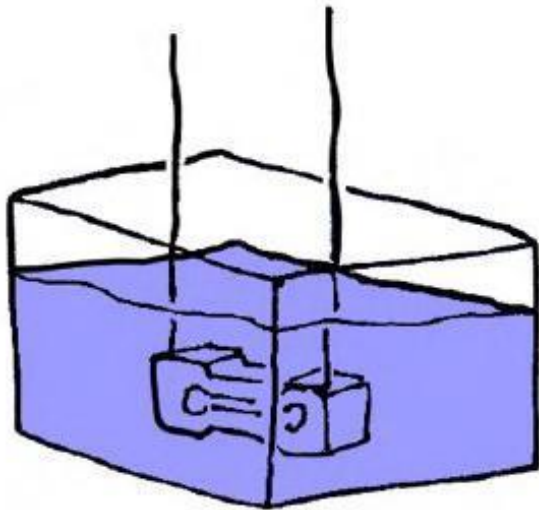
- Gia công thân Loadcell với một hình dạng phức tạp để tối ưu các vị trí biến dạng để dán các điện trở strain gauge
 - ❖ Kiểm soát độ nhám bề mặt các vị trí dán strain gauge trên thân loadcell thông qua đánh bóng bề mặt
 - ❖ Mục đích là tăng cường độ kết dính của strain gauge với thân loadcell.



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

LOADCELL ĐƯỢC SẢN XUẤT NHƯ THẾ NÀO ?

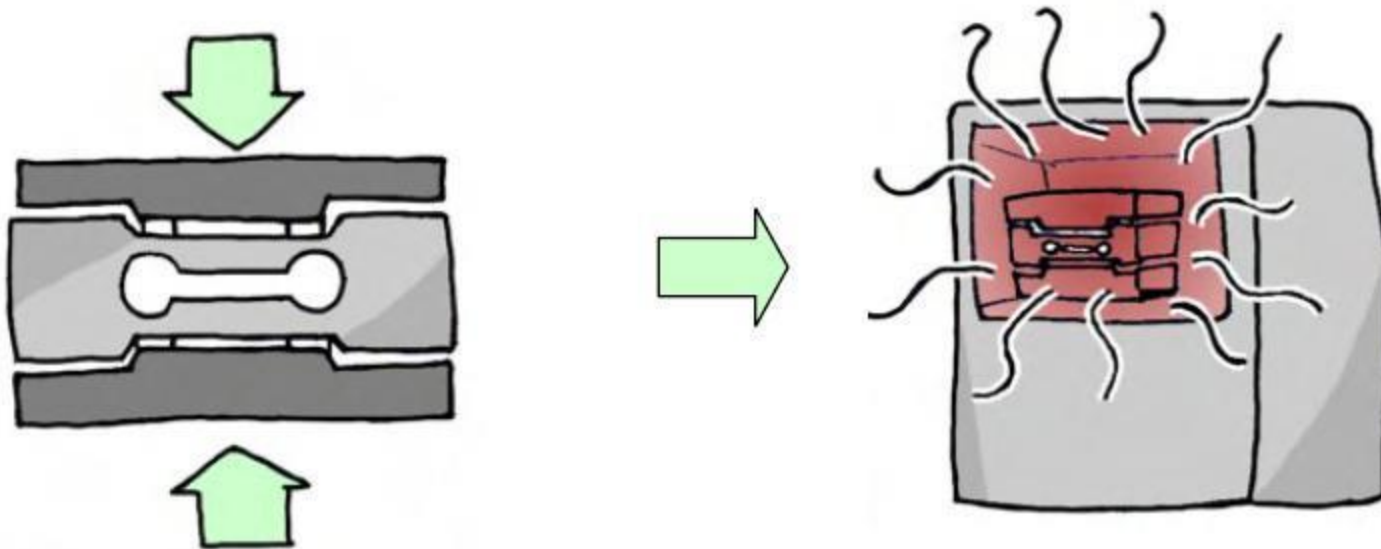
- Nhúng keo và dán các tấm strain gauge lên thân loadcell



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

LOADCELL ĐƯỢC SẢN XUẤT NHƯ THẾ NÀO ?

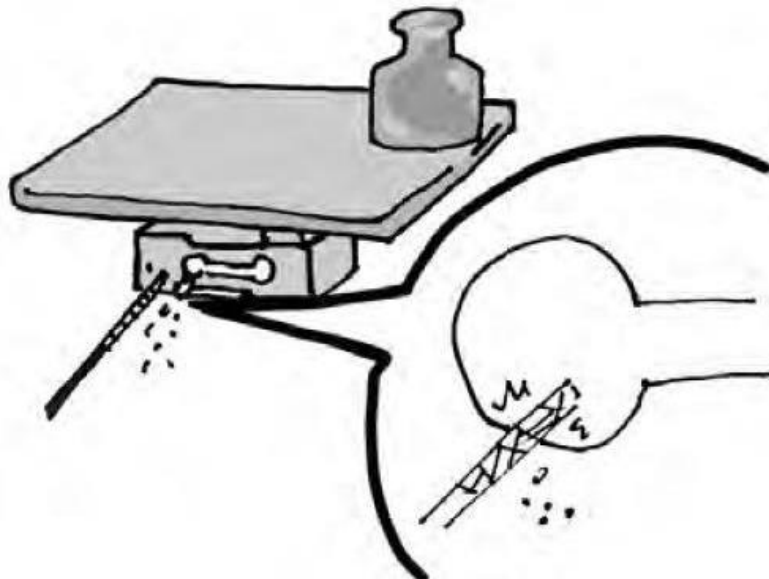
- **Tăng cường sự kết dính giữa tấm strain gauge và thân loadcell:** Một khuôn ép được sử dụng để tạo áp lực giữa các strain gauge với thân Loadcell. Khuôn được đặt trong một nhiệt độ cao để tăng cường tác dụng kết dính của lớp keo dính



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

LOADCELL ĐƯỢC SẢN XUẤT NHƯ THẾ NÀO ?

- **Hiệu chỉnh tải trọng các vị trí khác nhau của loadcell:**
Loadcell được gắn vào một khung bàn cân. Thân Loadcell mài giũa, điều chỉnh cho đến khi số hiển thị là giống nhau khi có cùng 1 tải trọng đặt lên bất kì góc bàn cân nào.

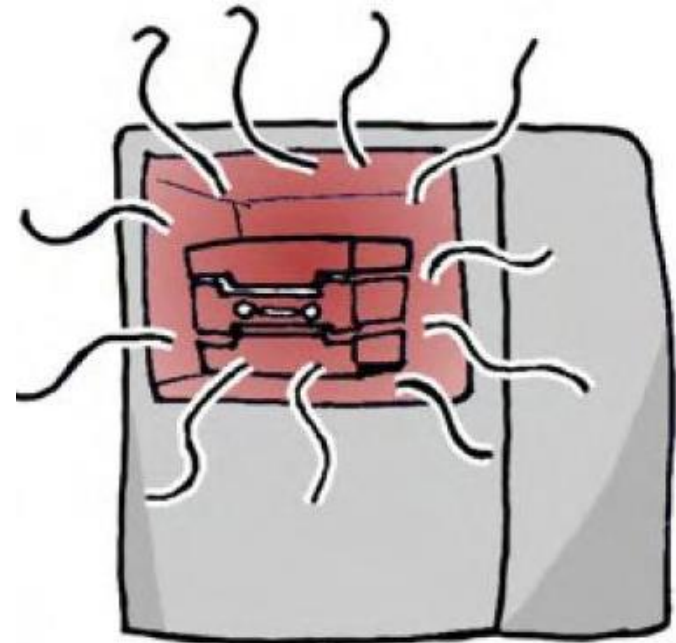


3.2 Cảm biến điện trở lực căng

LOADCELL ĐƯỢC SẢN XUẤT NHƯ THẾ NÀO ?

■ Kiểm tra tín hiệu loadcell theo nhiệt độ thay đổi:

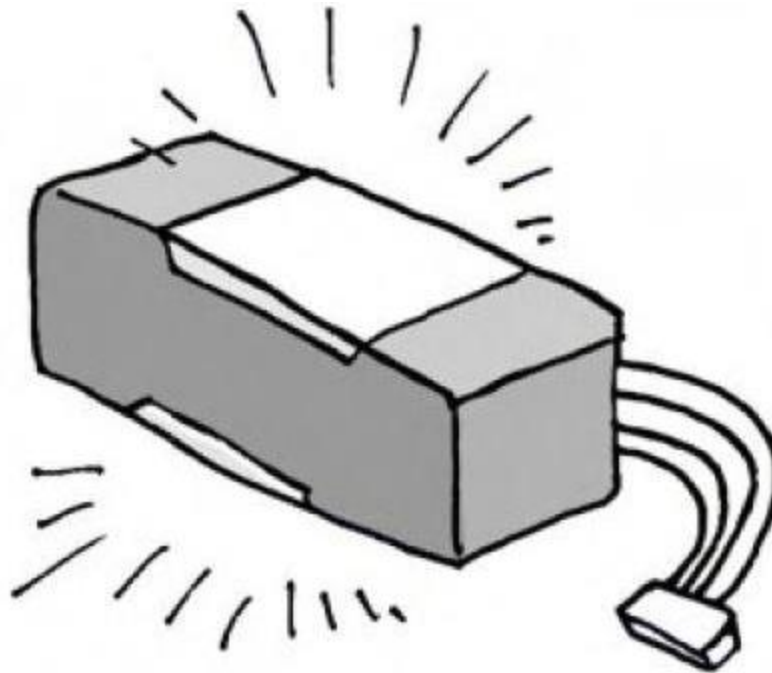
- ❖ Loadcell được đặt trong một buồng kín và nhiệt độ xung quanh được điều chỉnh trong 1 phạm vi nhất định, điện áp tín hiệu ngõ ra của loadcell được đo ở nhiệt độ thấp và nhiệt độ cao
- ❖ Nếu kết quả tín hiệu ngõ ra của loadcell không đạt yêu cầu kĩ thuật, một điện trở bù trừ nhiệt độ sẽ được tích hợp vào mạch cầu strain gauge.



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

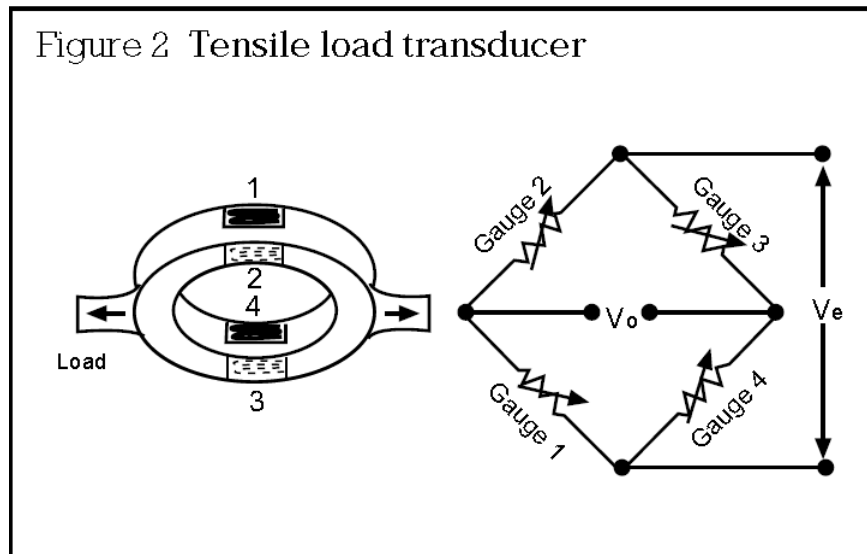
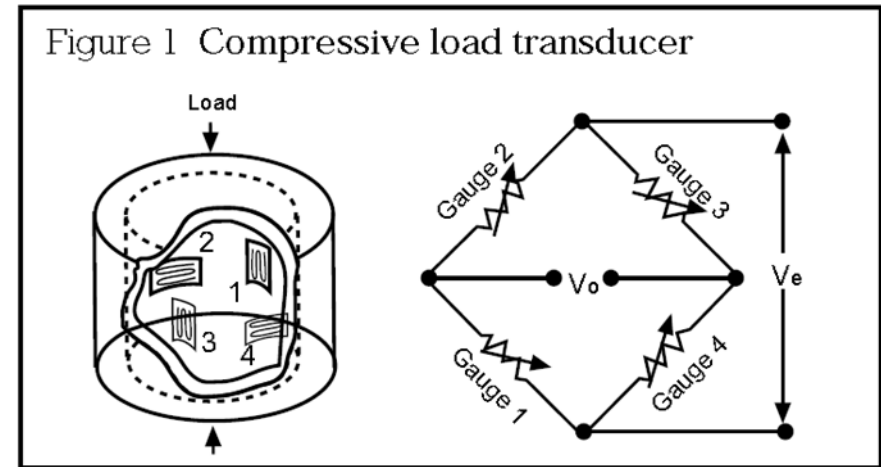
LOADCELL ĐƯỢC SẢN XUẤT NHƯ THẾ NÀO ?

- **Phủ silicon bảo vệ:** Bề mặt dán các strain gauge và mạch điện trở của loadcell sẽ được phủ một lớp silicon đặc biệt bảo vệ strain gauge, mạch điện trở và hệ thống dây điện từ khỏi tác động của độ ẩm môi trường.



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Tùy theo cấu tạo loadcell và vị trí cần khảo sát ta có thể đặt tenzo cho hợp lí theo đúng nguyên tắc và có thể bù được nhiệt độ và đạt sai số nhỏ.



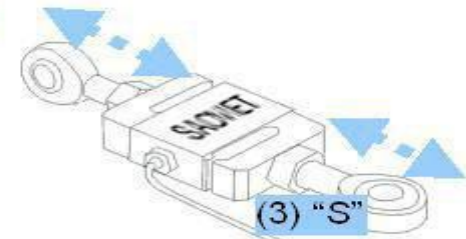
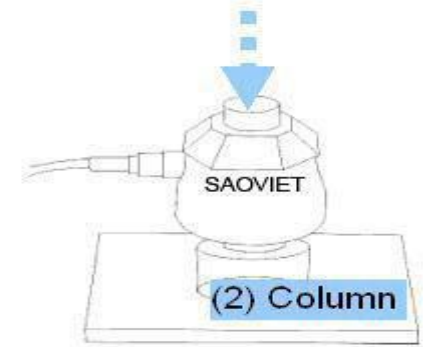
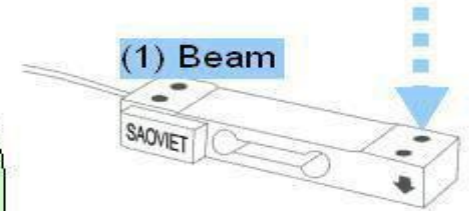
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Loadcell bao gồm các loại cơ bản

Loadcell được chia ra thành 4 loại chính, theo như hình bên là:

- (1) Loadcell dạng thanh (beam type loadcell)
- (2) Loadcell dạng trụ (Column type loadcell)
- (3) Loadcell dạng chữ "S" ("S" type loadcell)
- (4) Loadcell dạng mỏng (Diaphragm type loadcell)

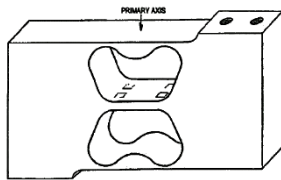
↓ Chiều mũi tên màu xanh là chiều lực tác dụng lên loadcell



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

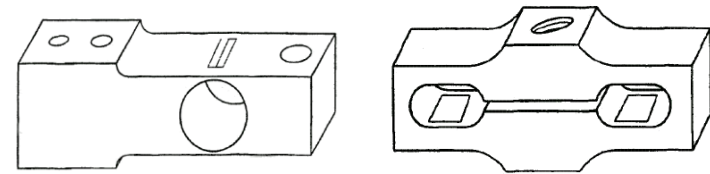
■ Phân loại:

Loại đơn điểm



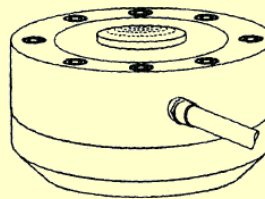
1-1000 Kg

Loại thanh uốn



5-500 Kg

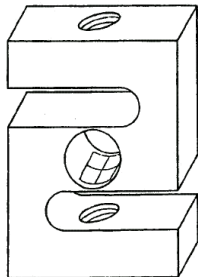
Loại nén



5,000-60,000 Kg

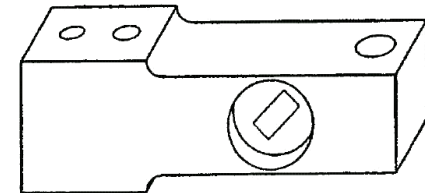
Loại S

(Đo lực kéo và nén)



50 – 5000 Kg

Loại thanh trượt



500-5000 Kg

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Các hình dạng loadcell

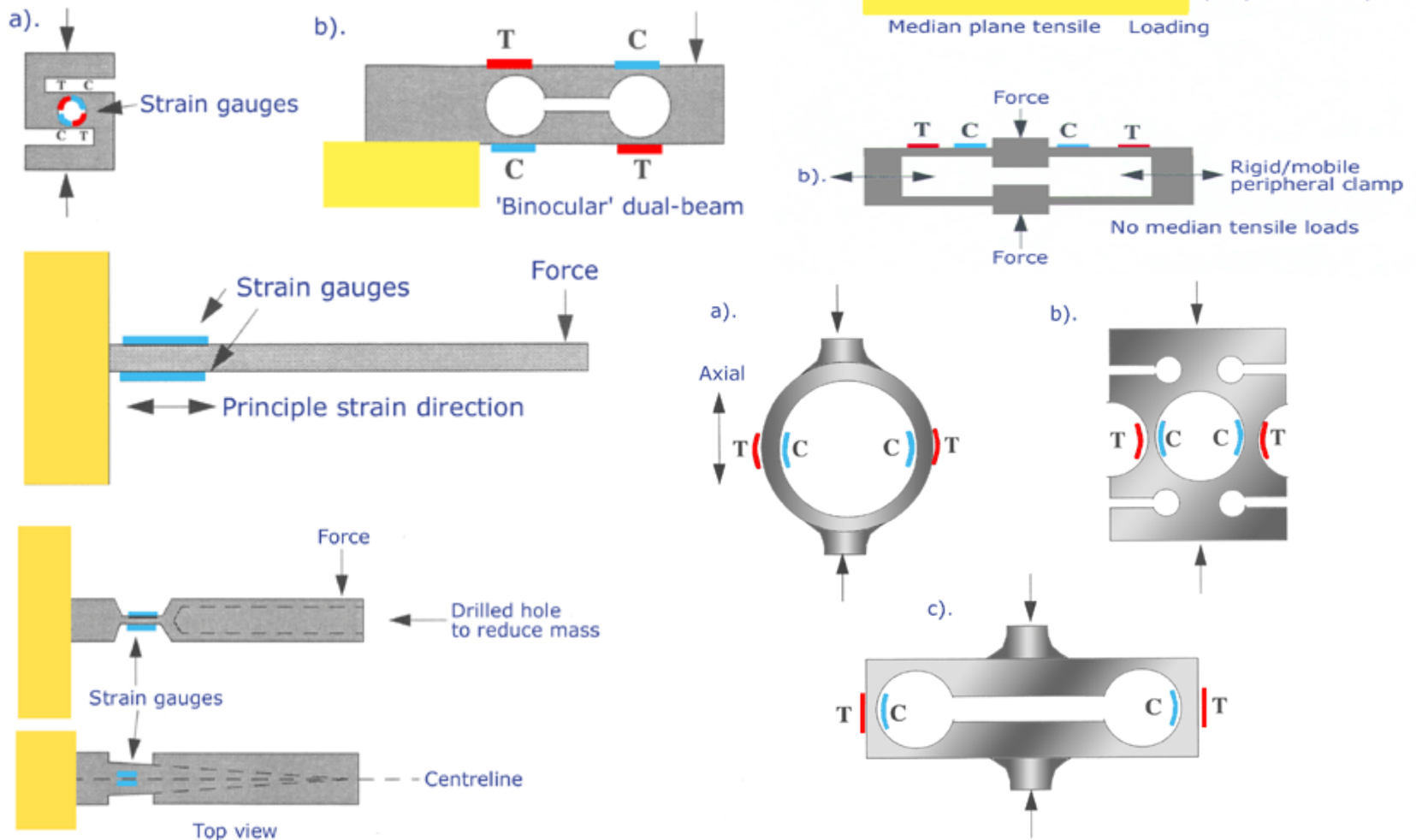
Product

Compression Load Cells



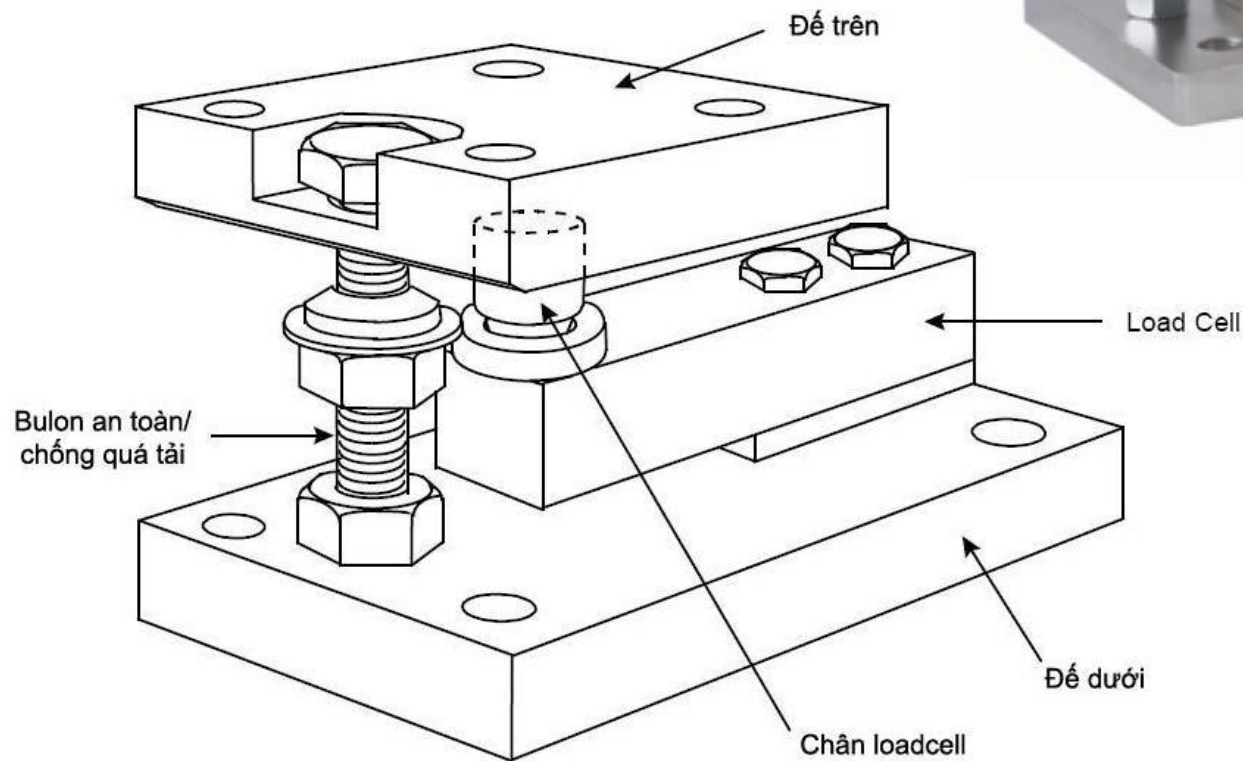
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Phân loại:



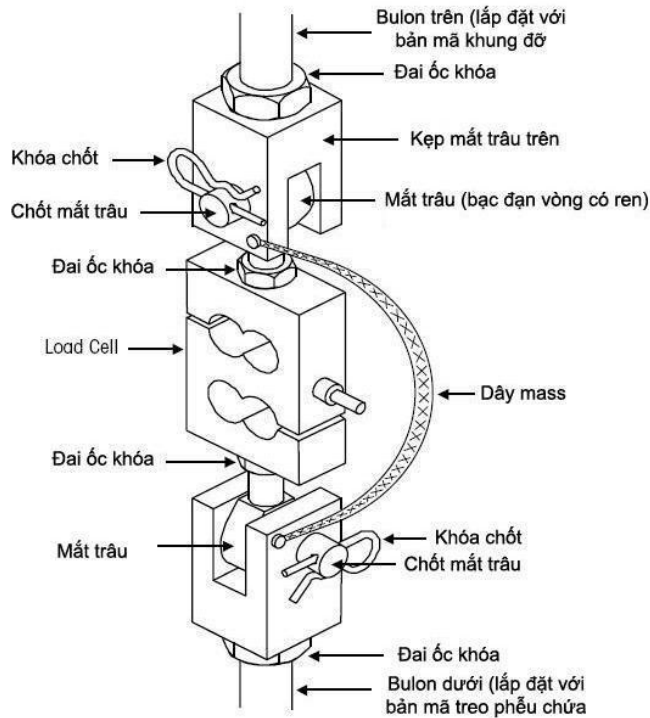
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Cách lắp đặt loadcell cân



3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Cách lắp đặt loadcell cân



- Trong công nghiệp, để đo trọng lượng người ta sử dụng rất nhiều loại cân như cân trọng tải, cân băng tải.
- Cân được chia làm 3 bộ phận:
 - ❖ Bộ phận cơ khí tạo thành cân như kết cấu dầm, sàn, công son, kết cấu bộ phận đàn hồi trên băng tải v.v...
 - ❖ Tế bào cân hay tế bào mang tải (loadcell).
 - ❖ Hệ thống đo lường và gia công số liệu.
- Ở đây, chúng ta không xét đến phần kết cấu cơ khí của cân mà chỉ xét tới loadcell và hệ thống đo lường và gia công số liệu

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

Mạch đo

- Vậy điện áp ra (U_{ra}) sẽ tỷ lệ với lực tác động (trọng lượng) lên loadcell, đưa U_{ra} khuếch đại rồi đưa vào ADC và đưa vào VXL -> Hiển thị kết quả

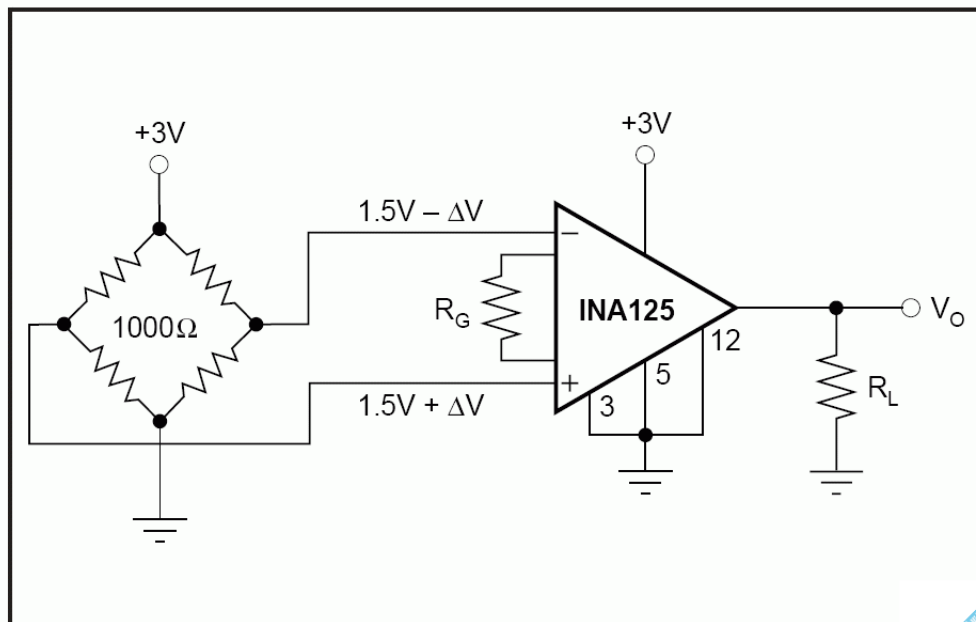


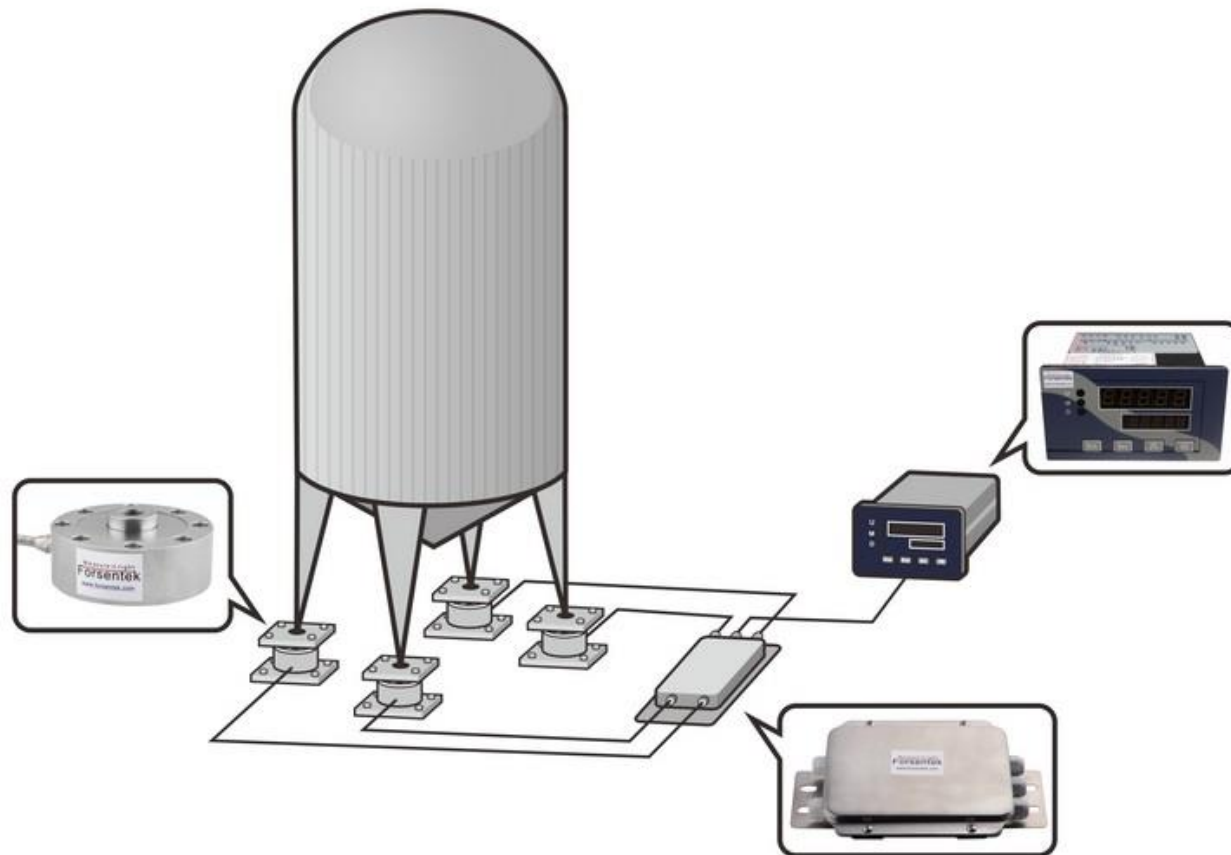
FIGURE 5. Single Supply Bridge Amplifier.

3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Nối giữa thiết bị đo với mạch cầu:
 - ❖ Cầu 4 dây.
 - ❖ Cầu 6 dây.

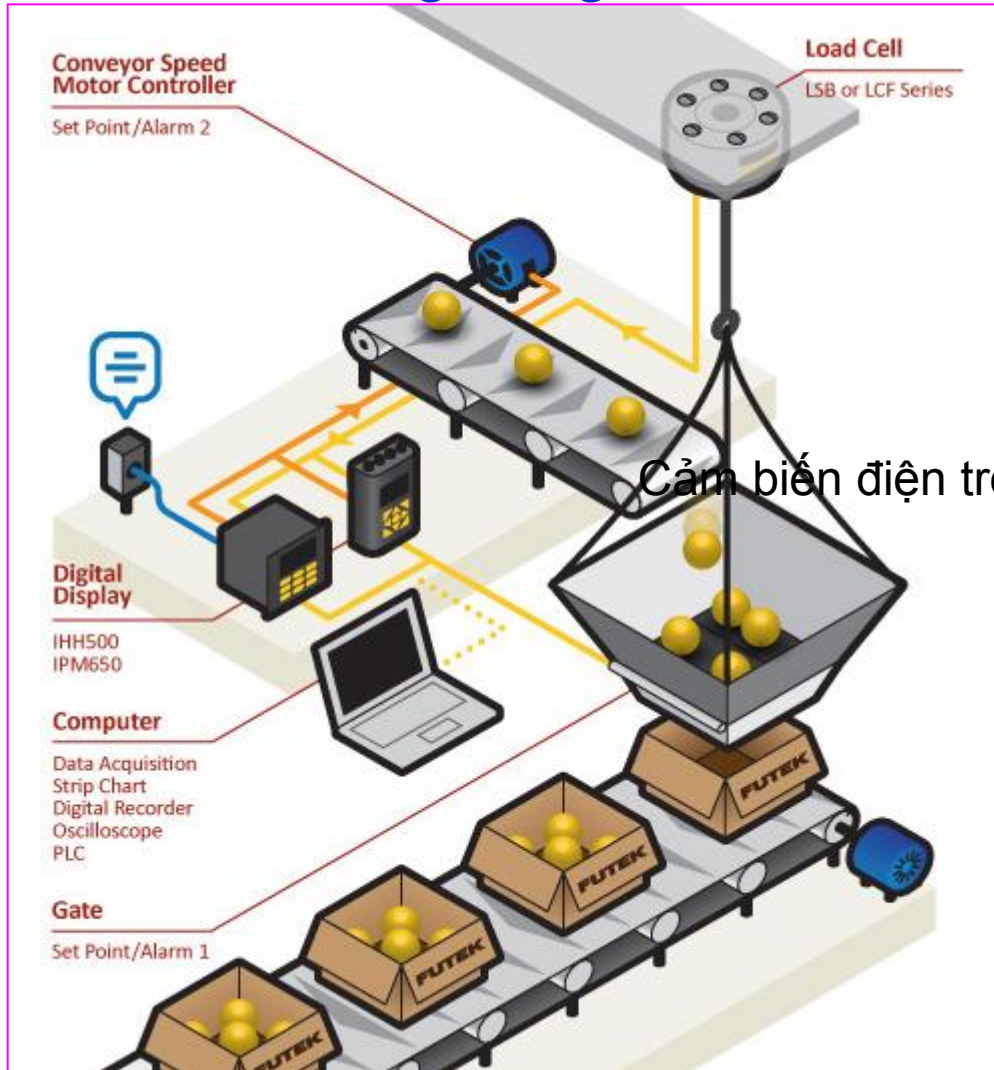
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Với 1 cân điện tử bạn có thể sử dụng 4 loadcell đặt ở 4 góc của bàn cân, 4 tín hiệu này được đưa vào một bộ cộng điện áp trước khi đưa vào ADC



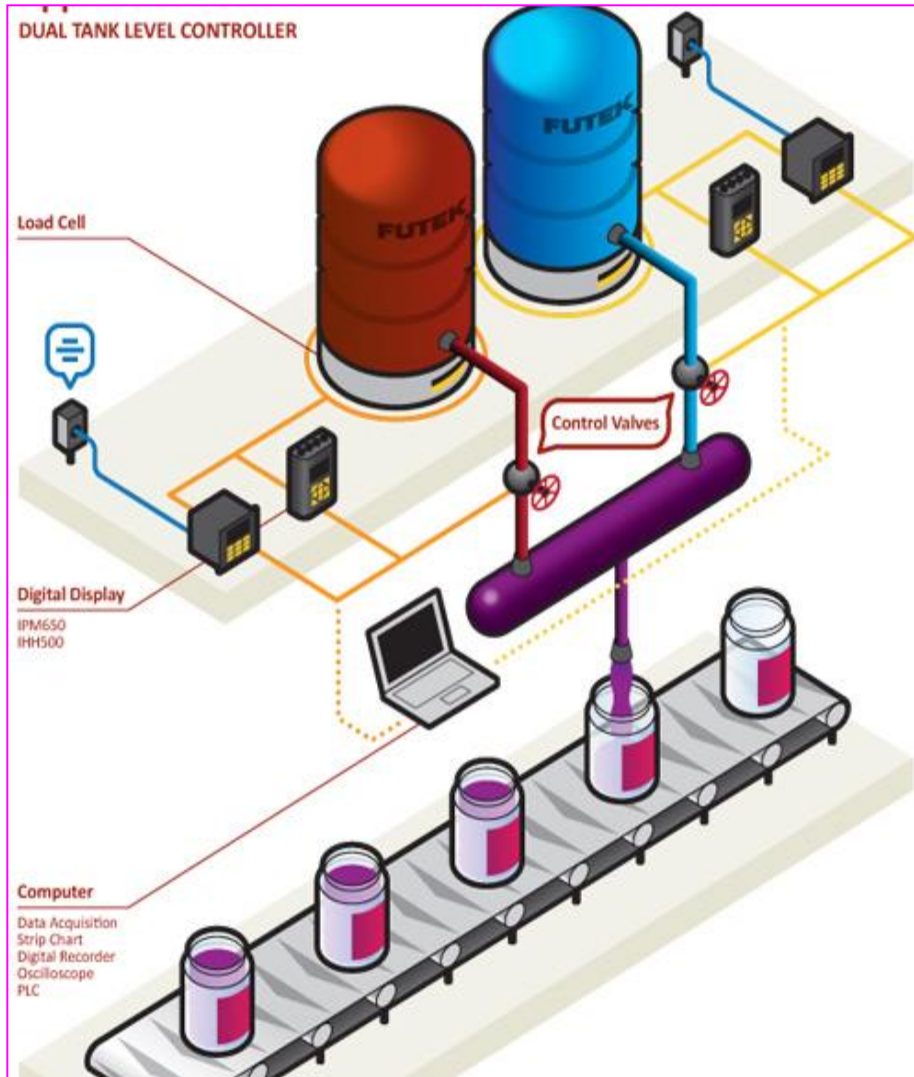
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Một số ứng dụng



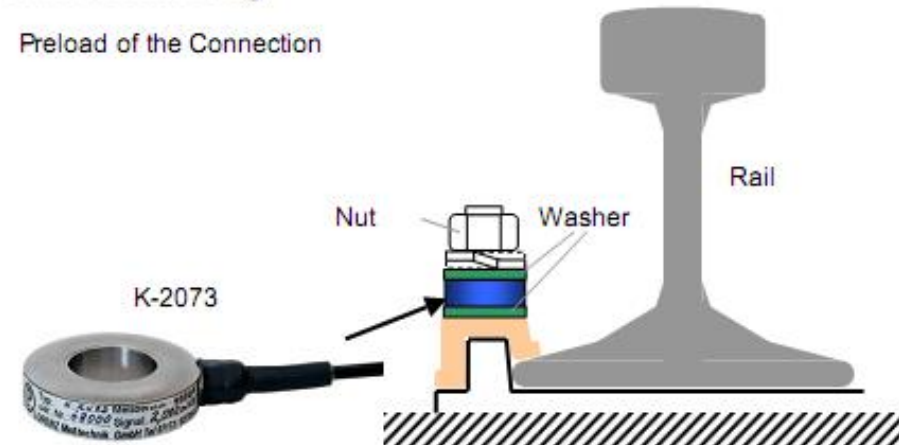
3.2 Cảm biến điện trở lực căng

■ Ứng dụng

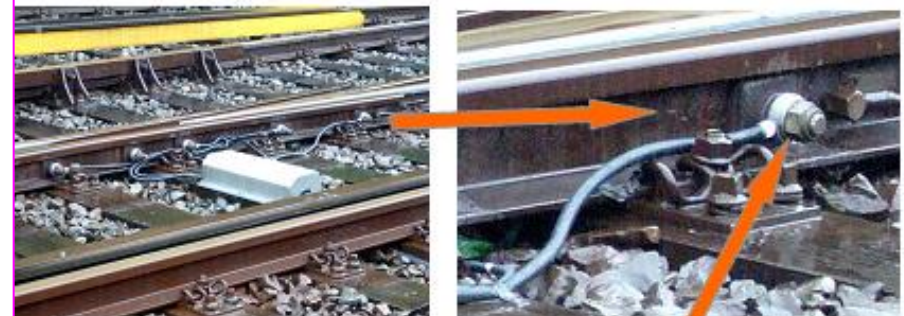


Rail Monitoring

Preload of the Connection



Preload at the frog of the switch



- Intense loaded range
- Measurement at fastening bolt
- Early detection of damages

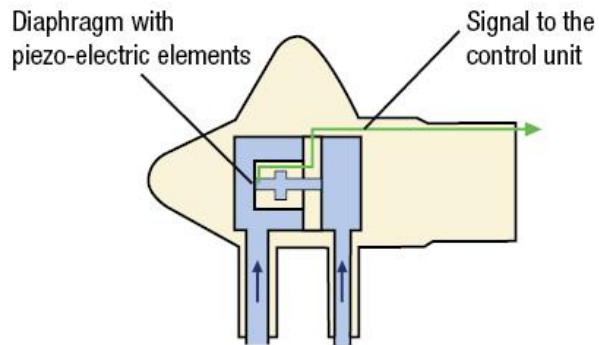


3.2 Cảm biến điện trở lực căng

- Để đo 0-10 kg người ta sử dụng một loadcell có độ nhạy cầu là 2 mV/V. Biết điện áp cung cấp là 10V. Chọn loại loadcell và vẽ sơ đồ mạch mắc cảm biến
 - ❖ Tính điện áp ra khi có một khối lượng 8 kg
 - ❖ Hãy chọn mạch chuẩn hóa tín hiệu và tính toán các giá trị điện trở để đưa tín hiệu đo vào ADC có dải điện áp 0-3.3V?
 - ❖ Với yêu cầu đo được điện trở có ngưỡng nhạy 0,003kg, lựa chọn ADC. Tính khối lượng của vật khi đầu ra 1110 1010 1111

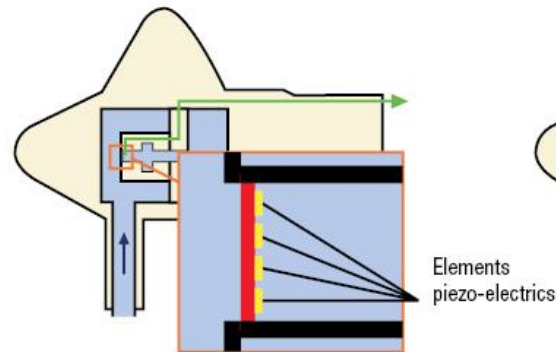
Cảm biến điện trở lực căng

■ Ứng dụng điện trở lực căng đo áp suất

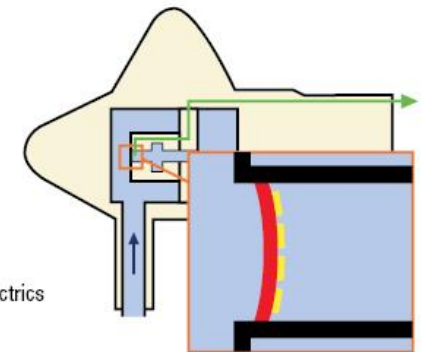


Pressure before the filter

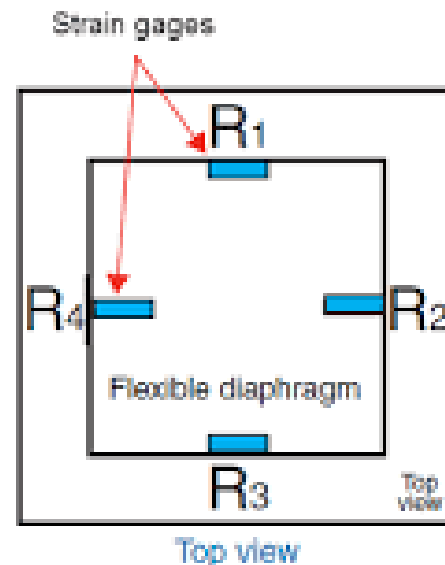
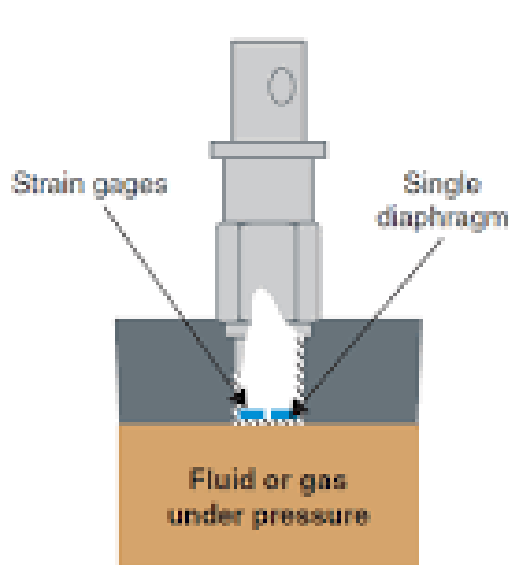
Pressure after the filter



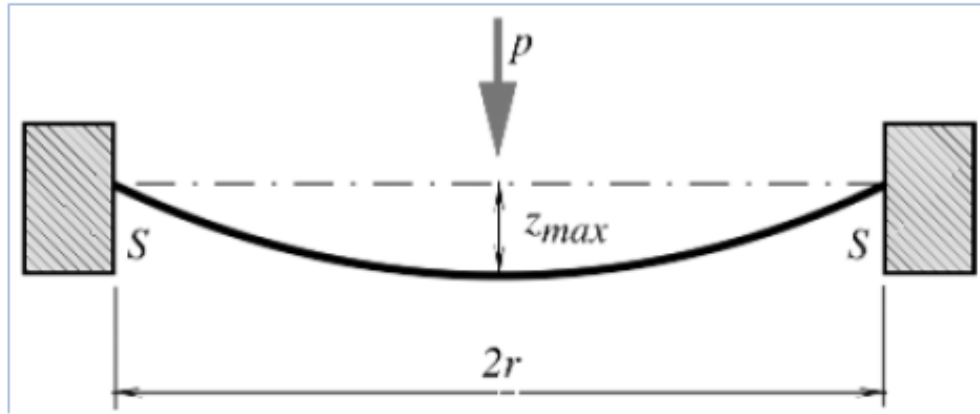
Pressure before the filter = Pressure after the filter



Pressure before the filter > Pressure after the filter



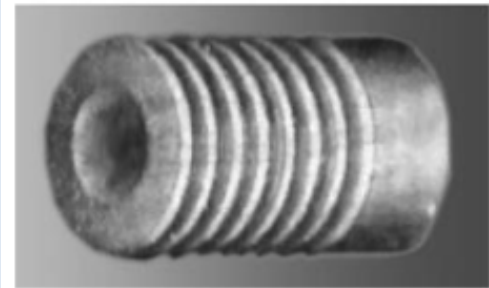
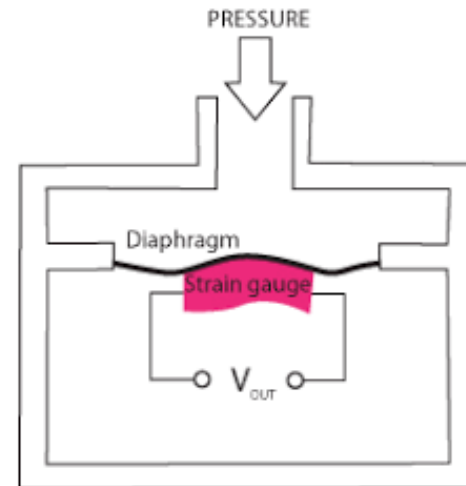
Ứng dụng điện trở lực căng đo áp suất



- Mối liên hệ giữa độ võng Z và áp suất p xác định như sau:

$$z_{\max} = \frac{3(1 - \nu^2)r^4 p}{16Eg^3},$$

- Trong đó r là bán kính màng, E là Young's modulus (N/m^2), ν is Poisson's ratio và g là độ dày của bản mỏng hoặc màng \rightarrow độ võng thay đổi tỷ lệ với sự thay đổi điện trở của các điện trở lực căng \rightarrow áp suất



(A)

Ứng dụng điện trở lực căng đo gia tốc

