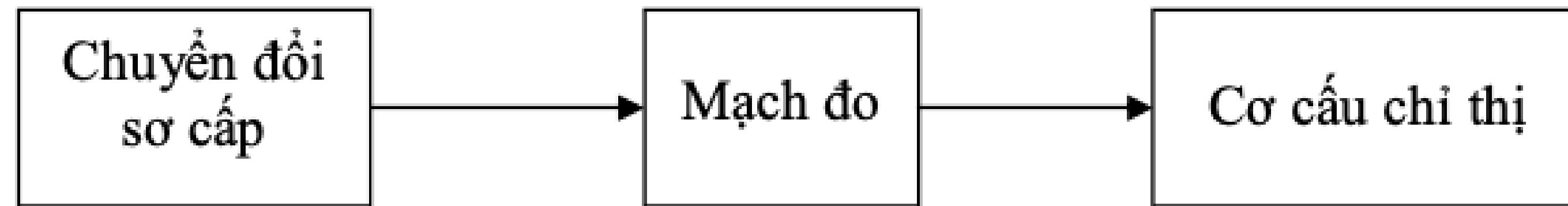


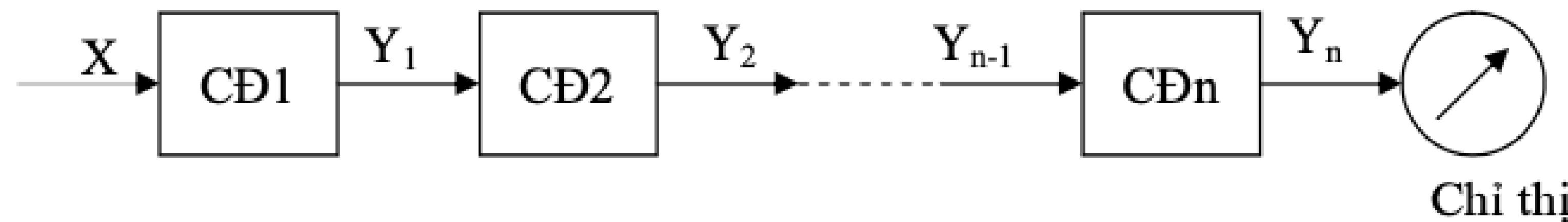
# Sơ đồ cấu trúc thiết bị đo



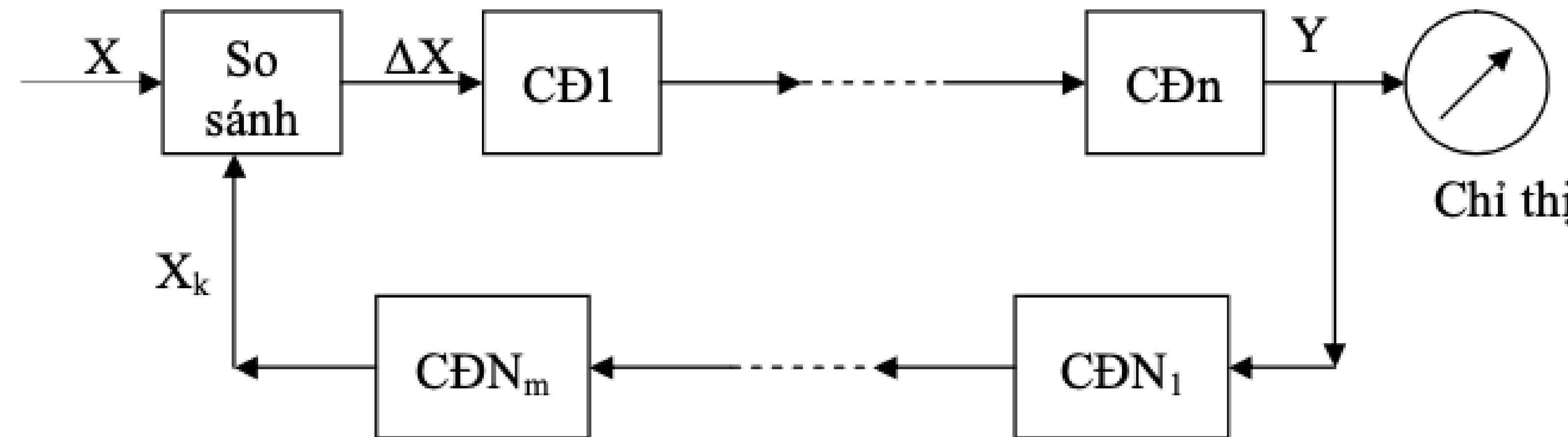
- Chuyển đổi sơ cấp: làm nhiệm vụ biến đổi các đại lượng đo thành tín hiệu điện. Đây là khâu quan trọng nhất của thiết bị đo
- Mạch đo: là khâu thu thập gia công thông tin đo sau chuyển đổi sơ cấp, làm nhiệm vụ tính toán và thực hiện các phép tính trên sơ đồ mạch
- Cơ cấu chỉ thị: là khâu cuối cùng của dụng cụ thể hiện kết quả đo dưới dạng con số so với đơn vị. Có các loại chỉ thị cơ bản: chỉ thị bằng kim, chỉ thị bằng thiết bị tự ghi, và chỉ thị số

# Sơ đồ cấu trúc thiết bị đo

- Dụng cụ đo biến đổi thẳng



- Dụng cụ đo kiểu so sánh



# Nội dung buổi 2

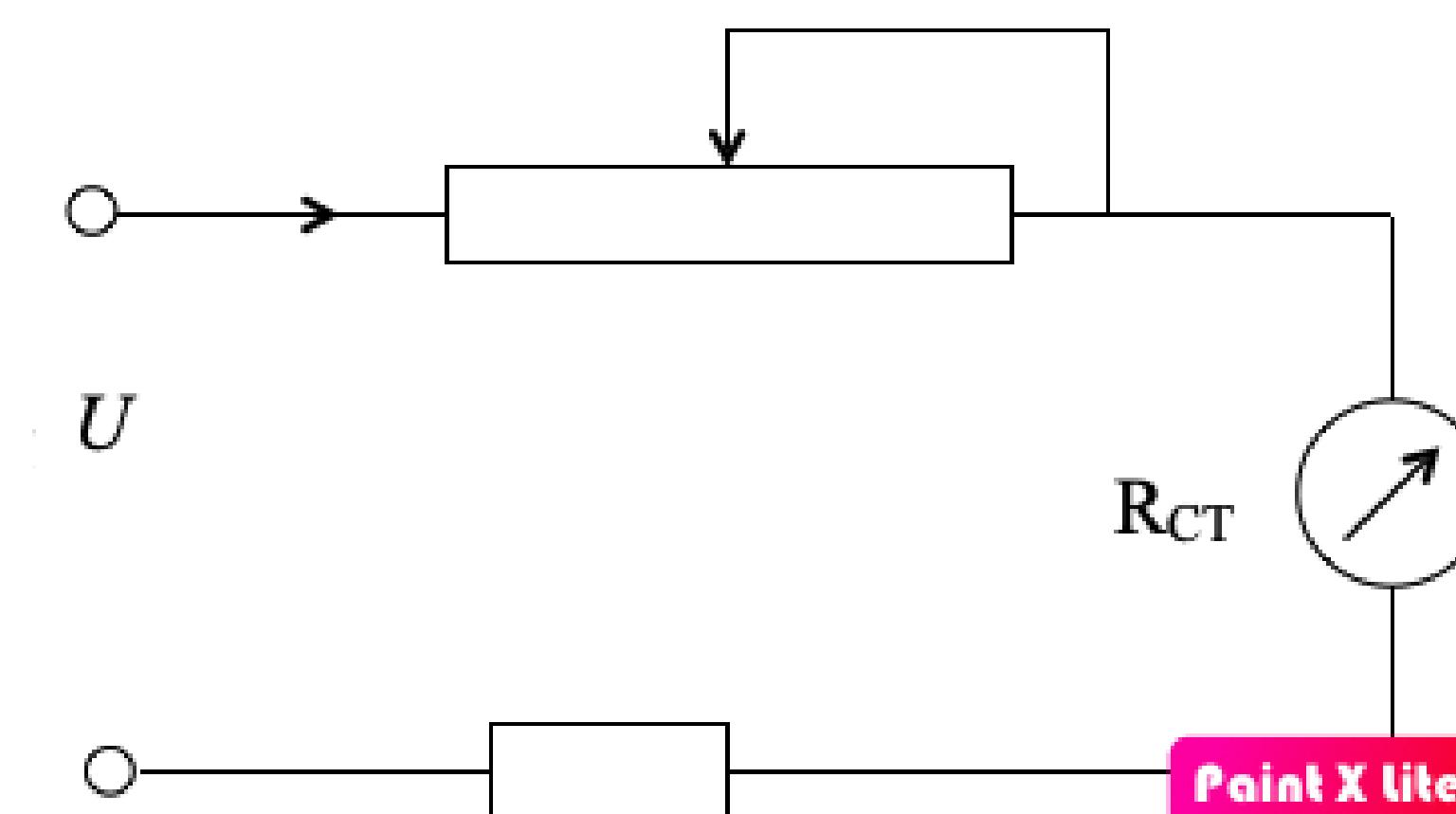
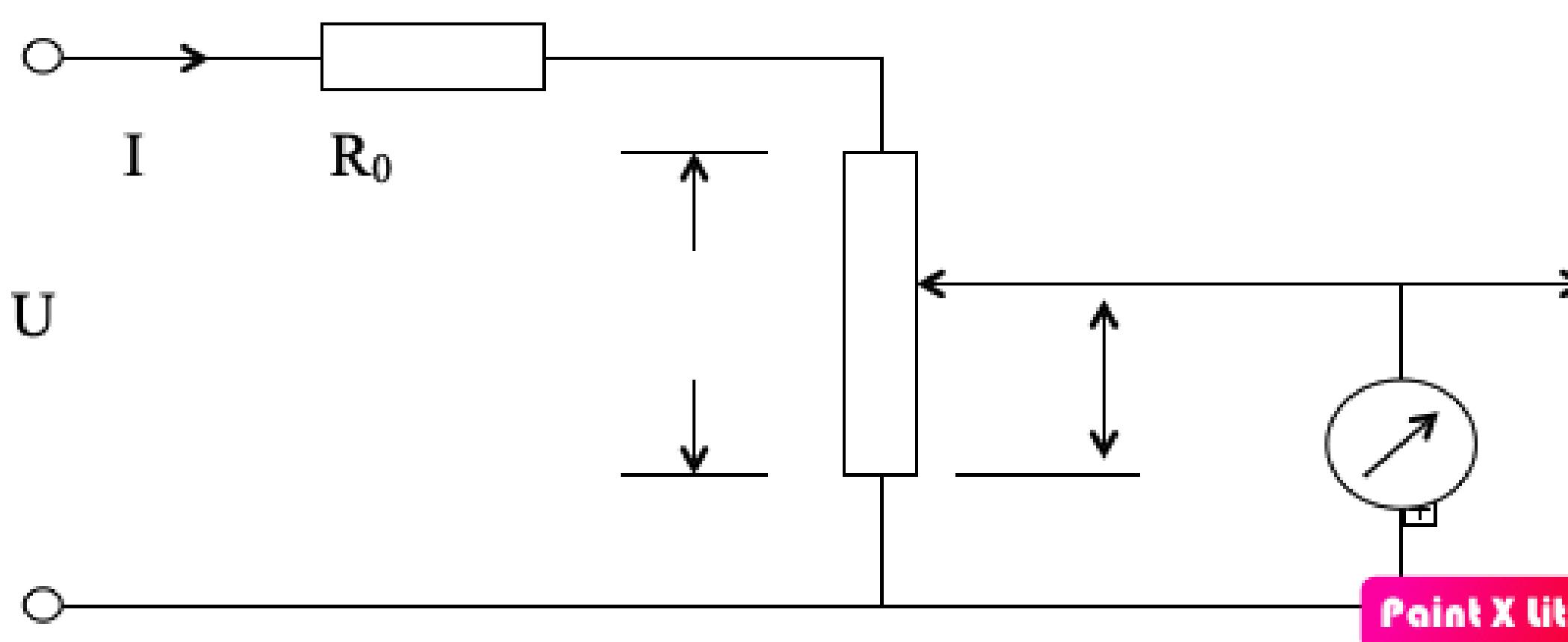
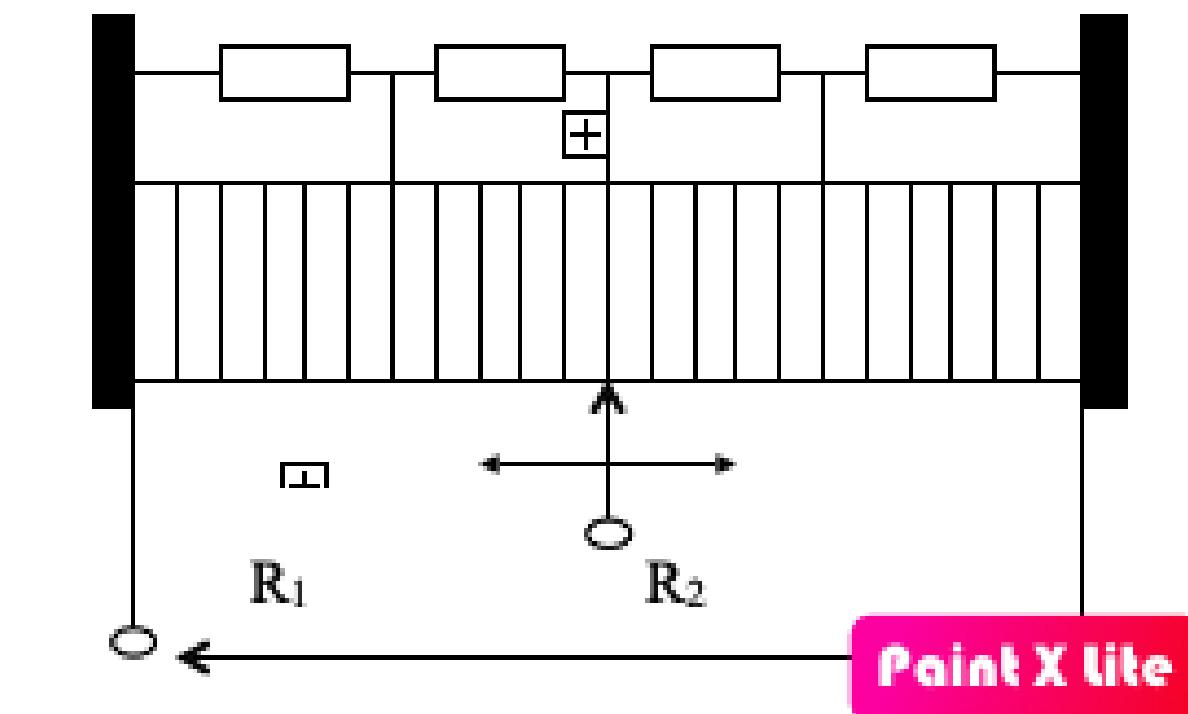
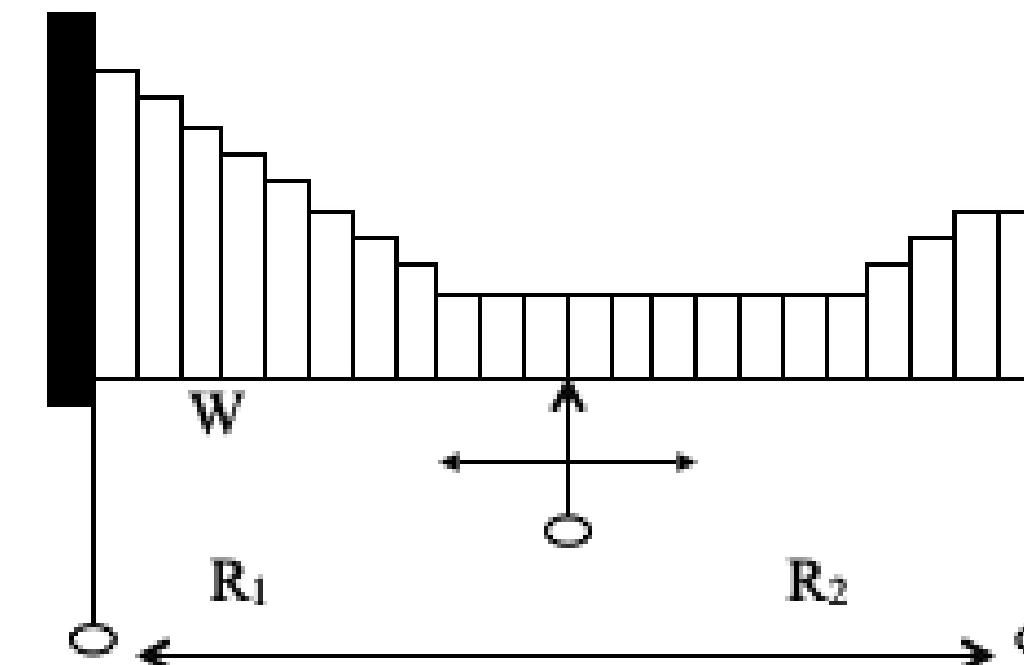
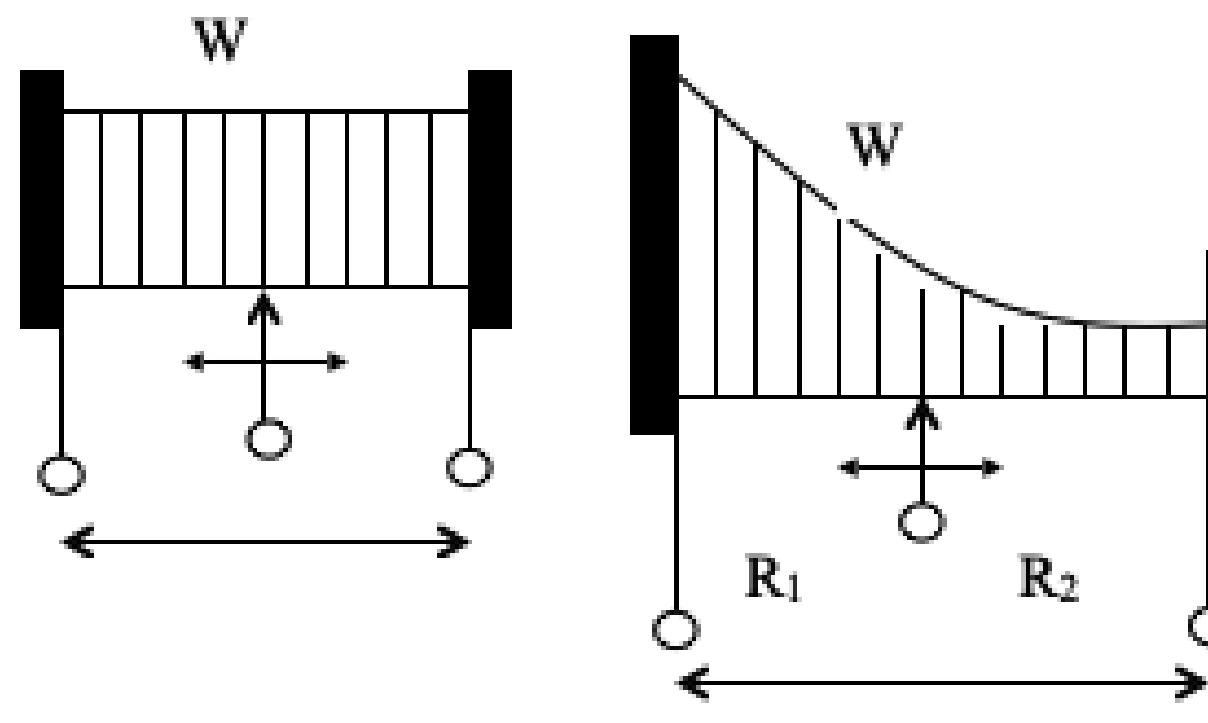
- Các nguyên lý cơ bản của bộ chuyển đổi
- Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của bộ chỉ thị kim
- Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của bộ chỉ thị số

# Bộ chuyển đổi

- Bộ chuyển đổi (hay còn có tên là cảm biến, sensor) là linh kiện, bộ phận hoặc mạch có chức năng chuyển đổi các tín hiệu đo **từ dạng không điện sang tín hiệu điện** hoặc chuyển đổi các tín hiệu đo sang dạng **tín hiệu dễ xử lý hơn**
- Một số dạng cơ bản
  - ▶ Chuyển đổi điện trở
  - ▶ Chuyển đổi điện từ
  - ▶ Chuyển đổi tĩnh điện
  - ▶ Chuyển đổi nhiệt trở
  - ▶ Chuyển đổi quang điện
  - ▶ Chuyển đổi hoá điện.....

# Cảm biến điện trở

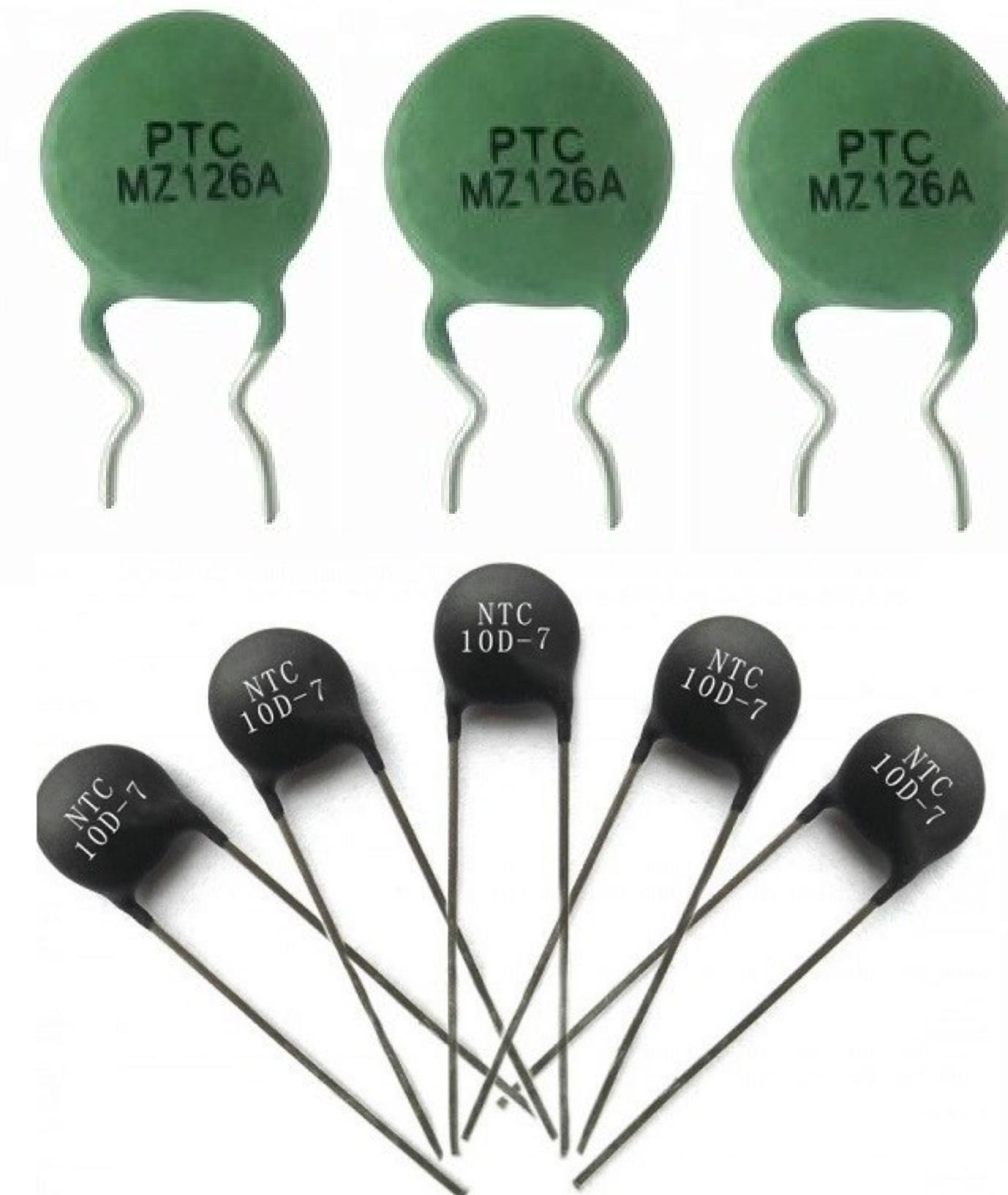
- Là loại cảm biến mà điện trở của nó thay đổi dựa vào các tác động thay đổi từ bên ngoài như vị trí, lực, nhiệt độ,...



# Cảm biến nhiệt điện trở



Nhiệt điện trở đốt nóng  
điện trở - nhiệt



Nhiệt - điện điện trở

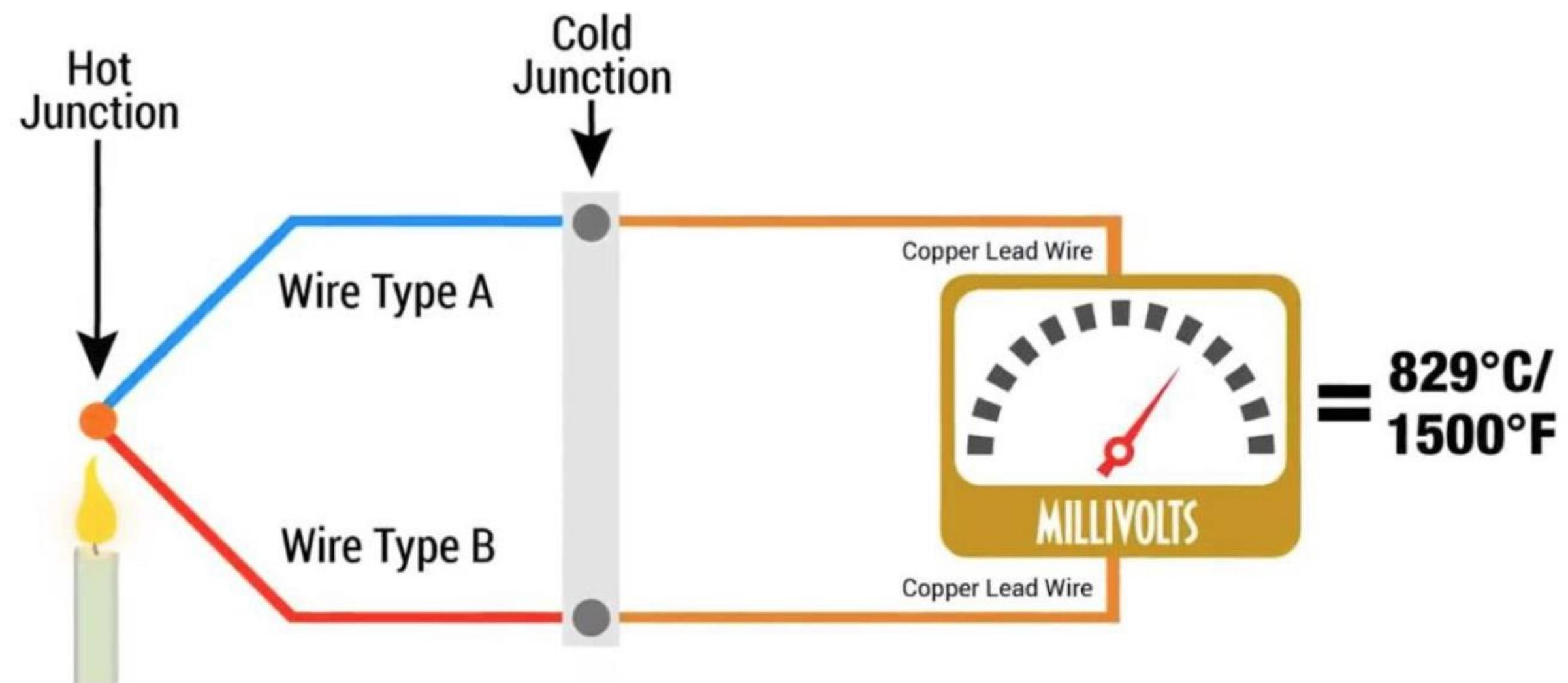


Can nhiệt điện Pt100

Làm từ Platinum  
Giá trị  $100\Omega$  ở  $0^\circ\text{C}$   
Nhiệt độ đo max là  $850^\circ\text{C}$

# Cặp nhiệt điện

- Được chế tạo từ hiệu ứng nhiệt điện

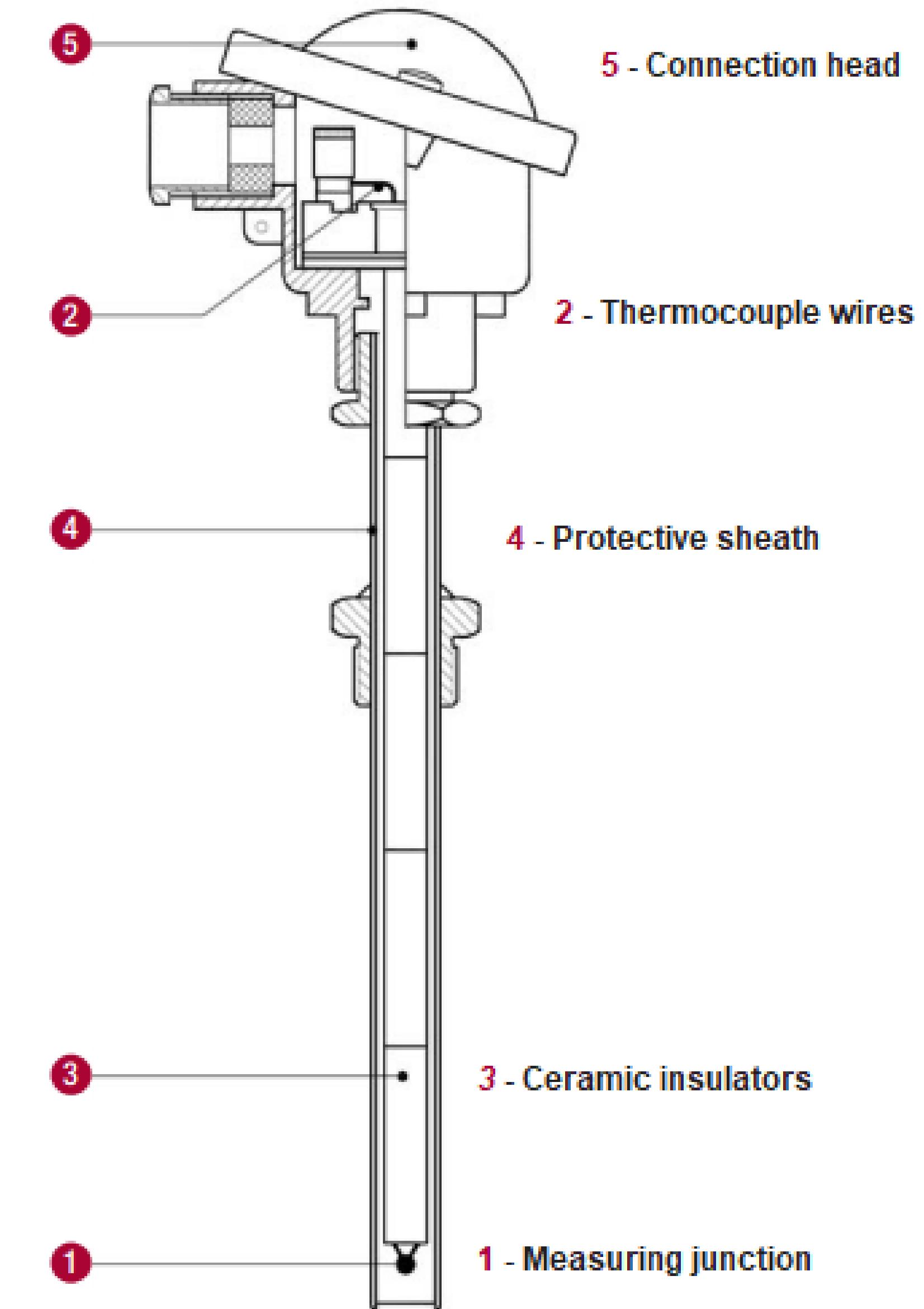


Hiệu ứng Seebeck

Chênh lệch nhiệt độ giữa hai đầu nóng và lạnh

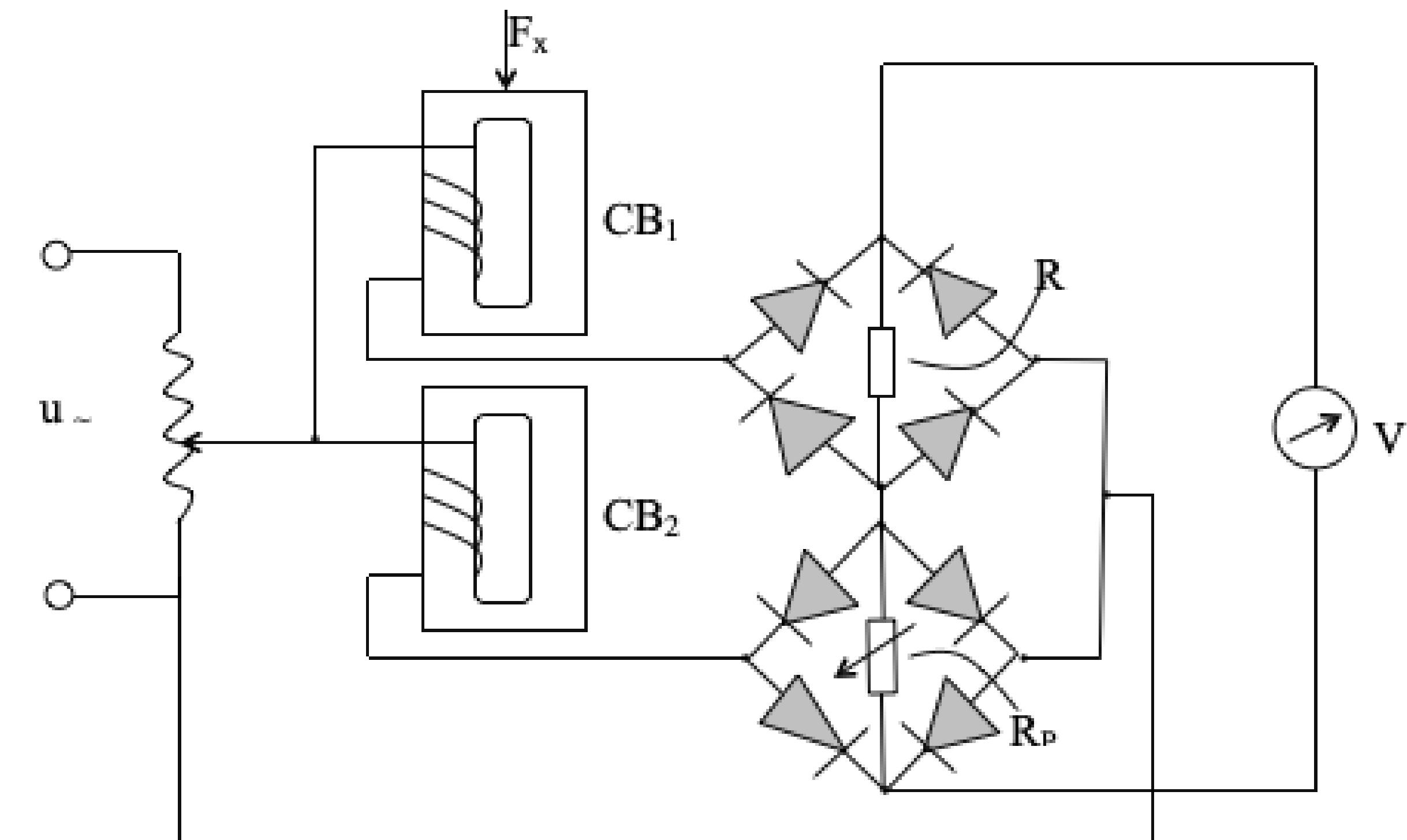
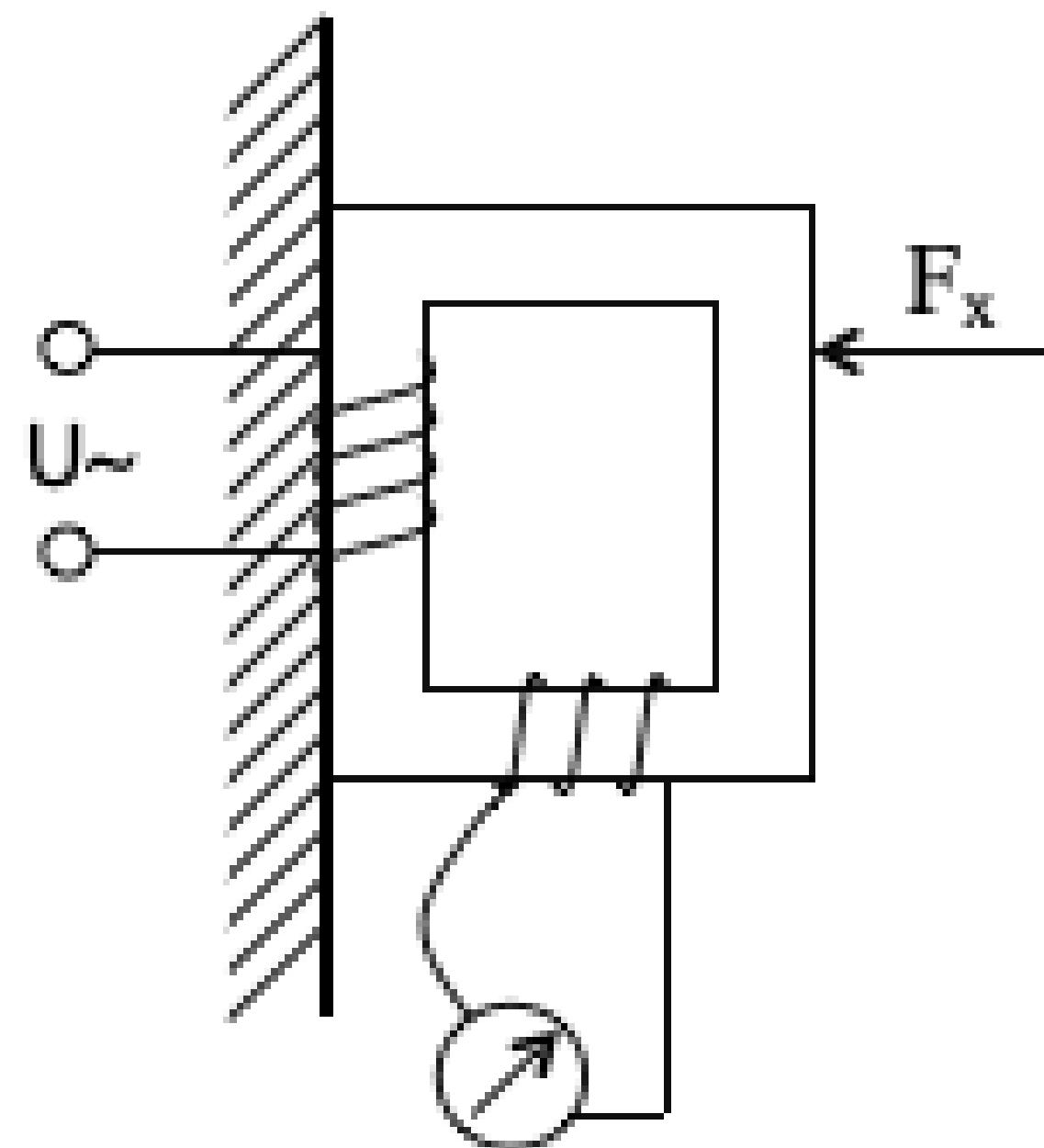
Xuất hiện suất điện động ở trong mạch kín

Hiệu ứng Peltier  
Hiệu ứng Thomson



# Cảm biến áp từ

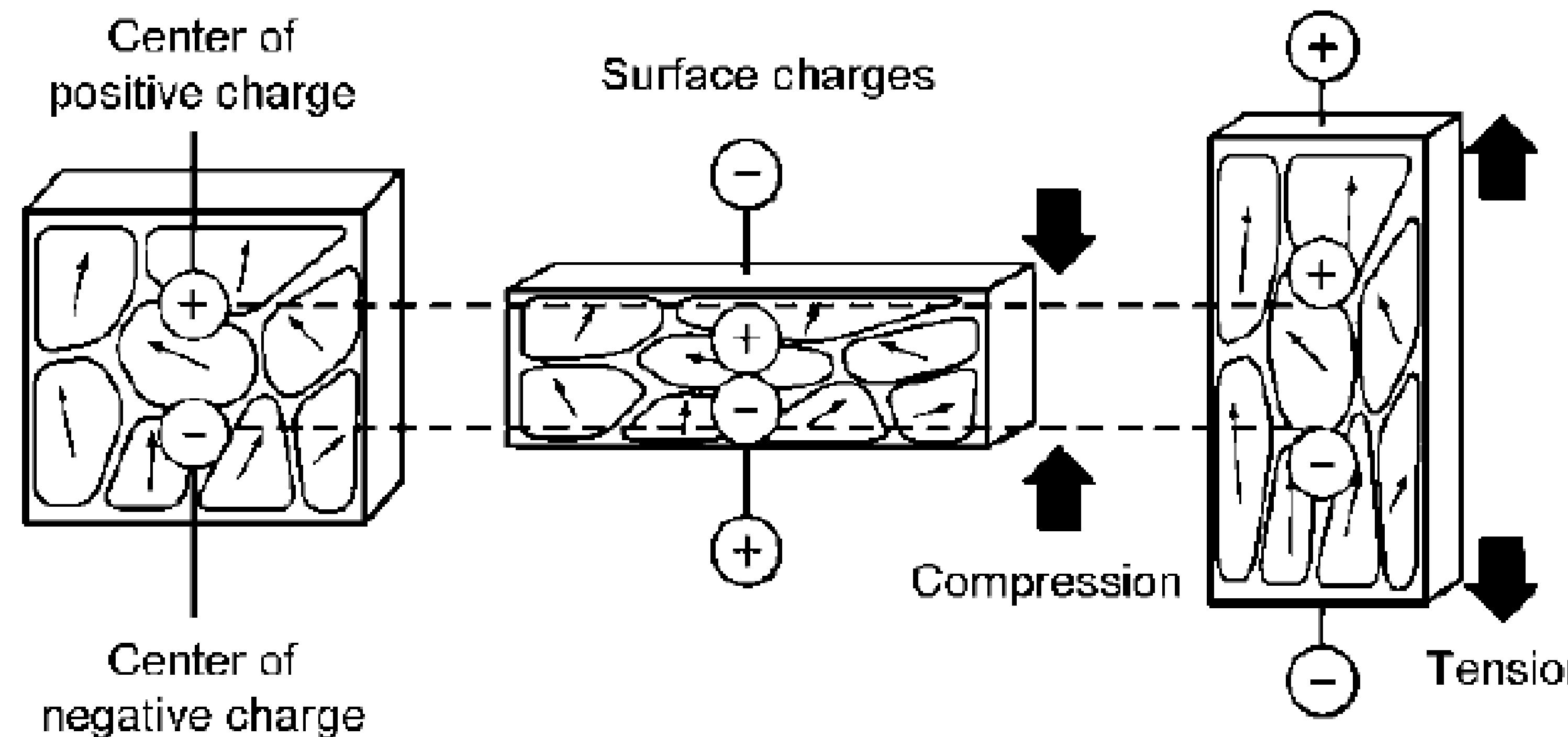
- Áp lực chuyển đổi thành tín hiệu từ trường thay đổi



# Cảm biến áp điện

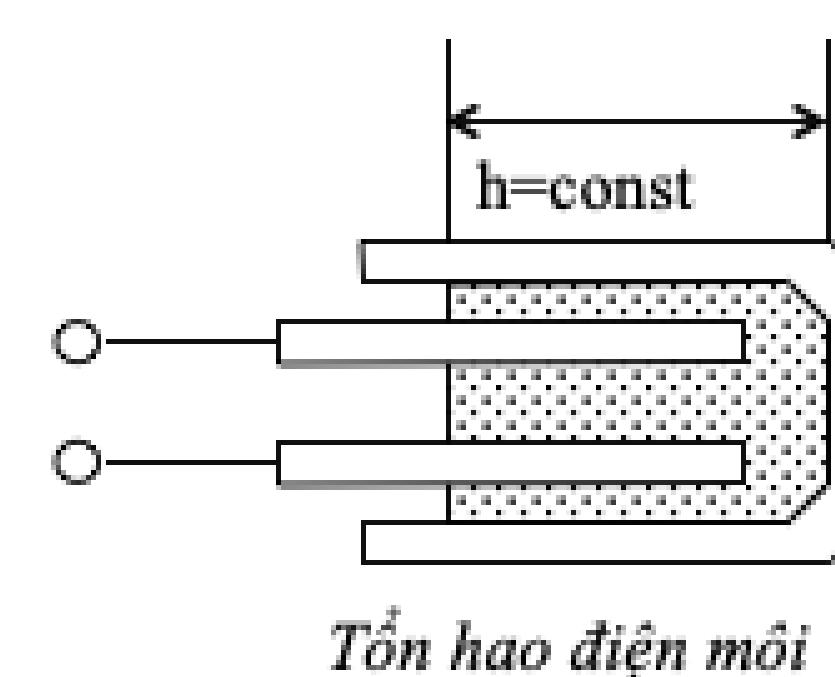
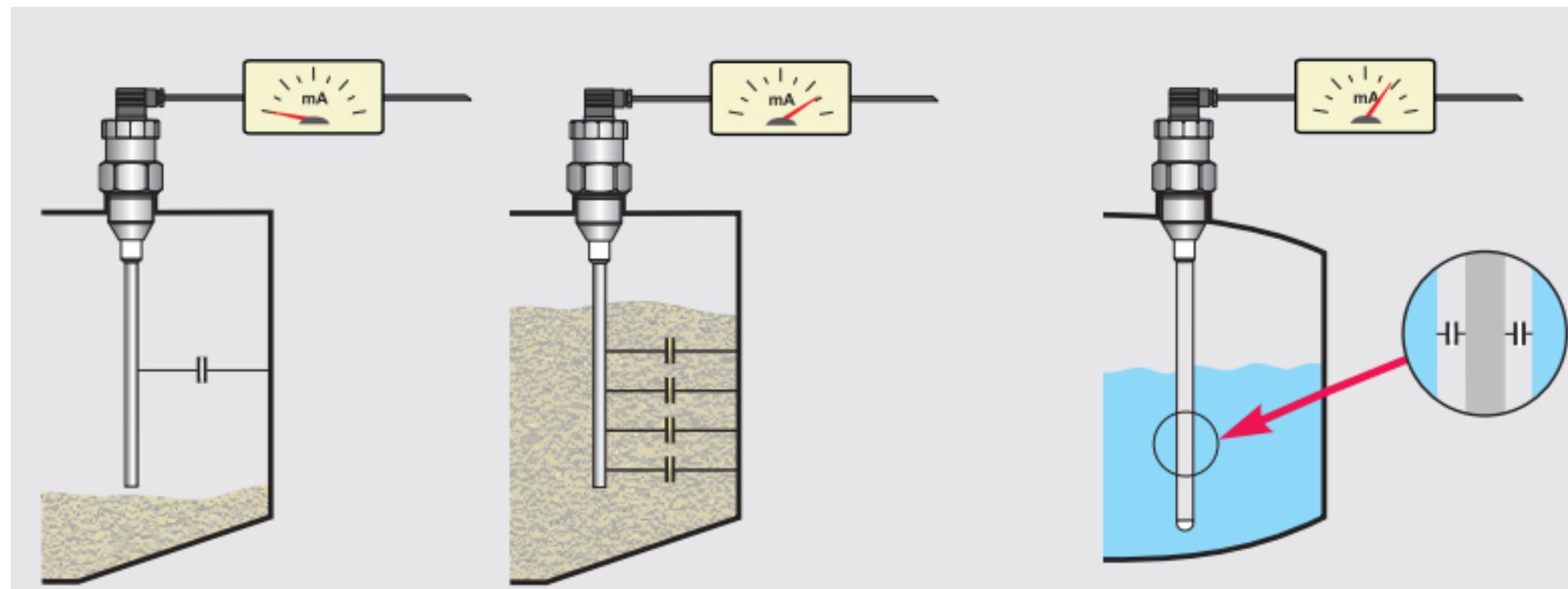
- Tín hiệu về lực, áp lực chuyển đổi thành điện áp

Cân điện tử

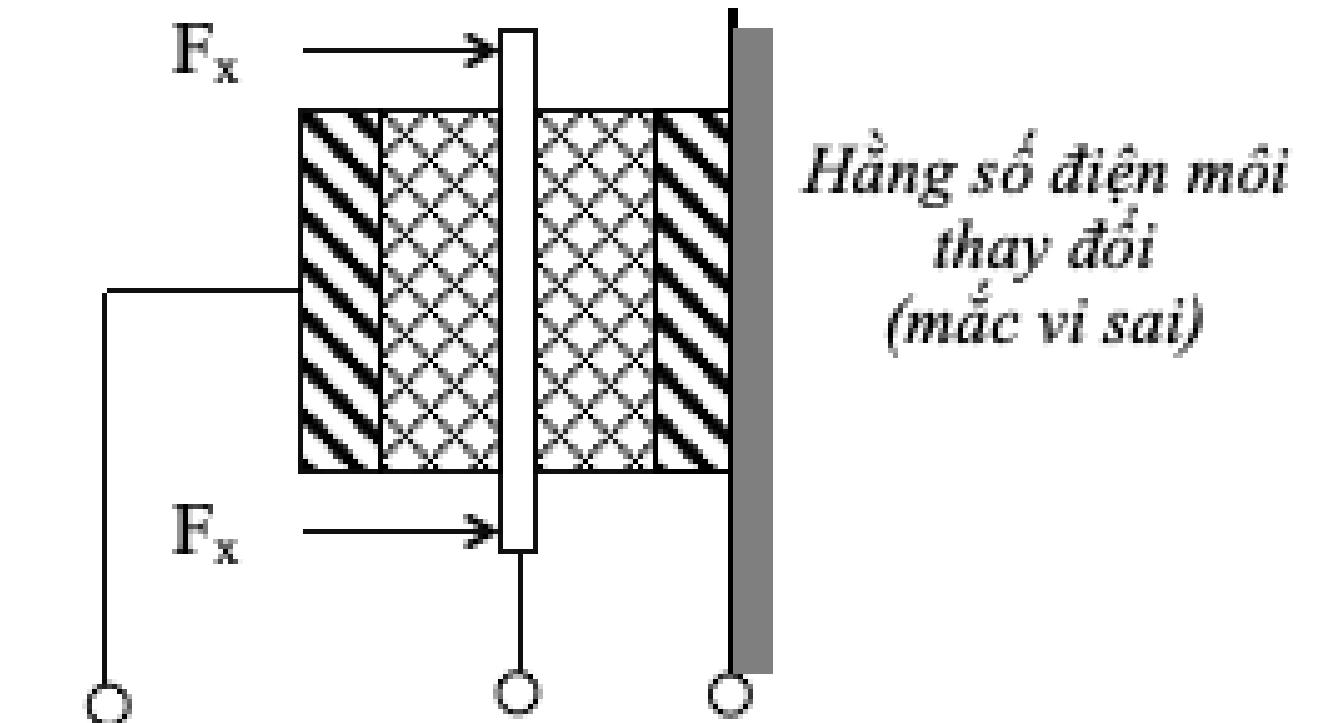


# Cảm biến điện dung

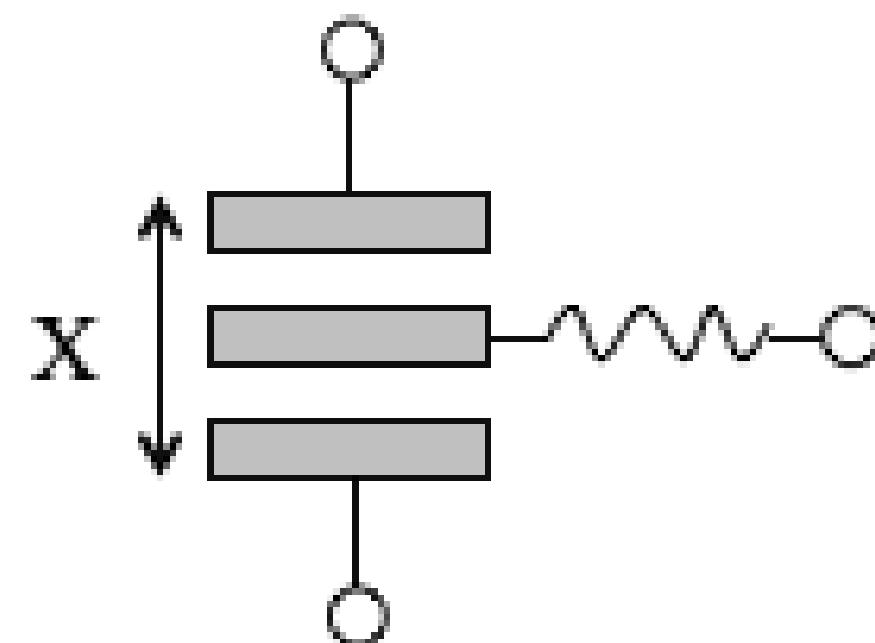
- Sự thay đổi của đại lượng cần đo làm thay đổi điện dung của cảm biến



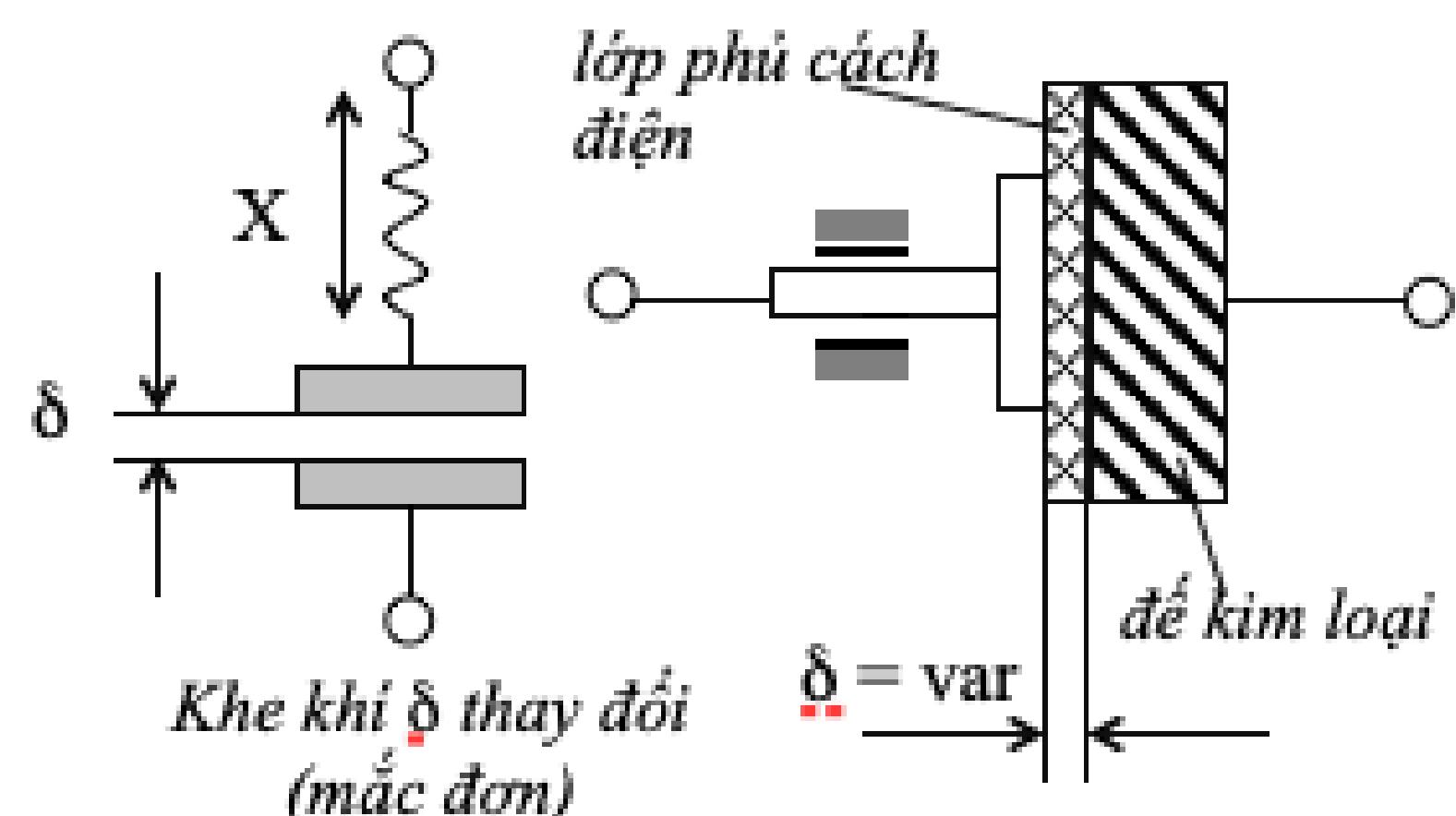
Tổn hao điện môi



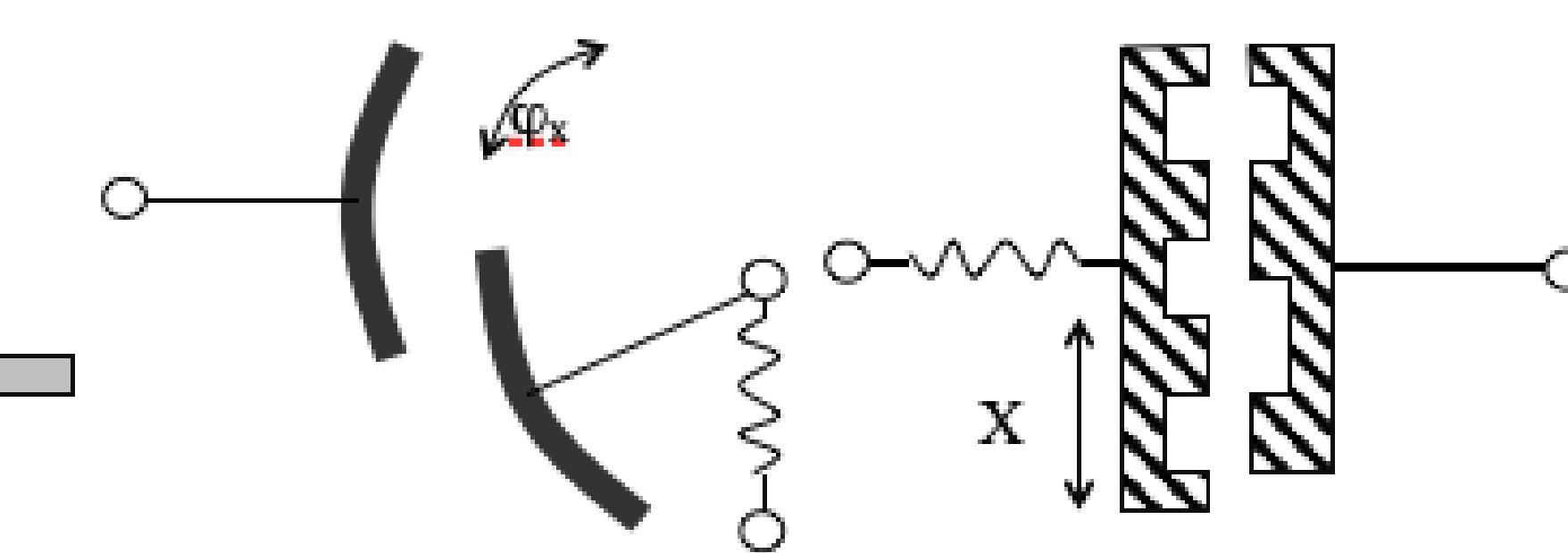
Hàng số điện môi  
thay đổi  
(mắc vi sai)



Khe khí  $\delta$  thay đổi  
(mắc vi sai)



Khe khí  $\delta$  thay đổi  
(mắc đơn)

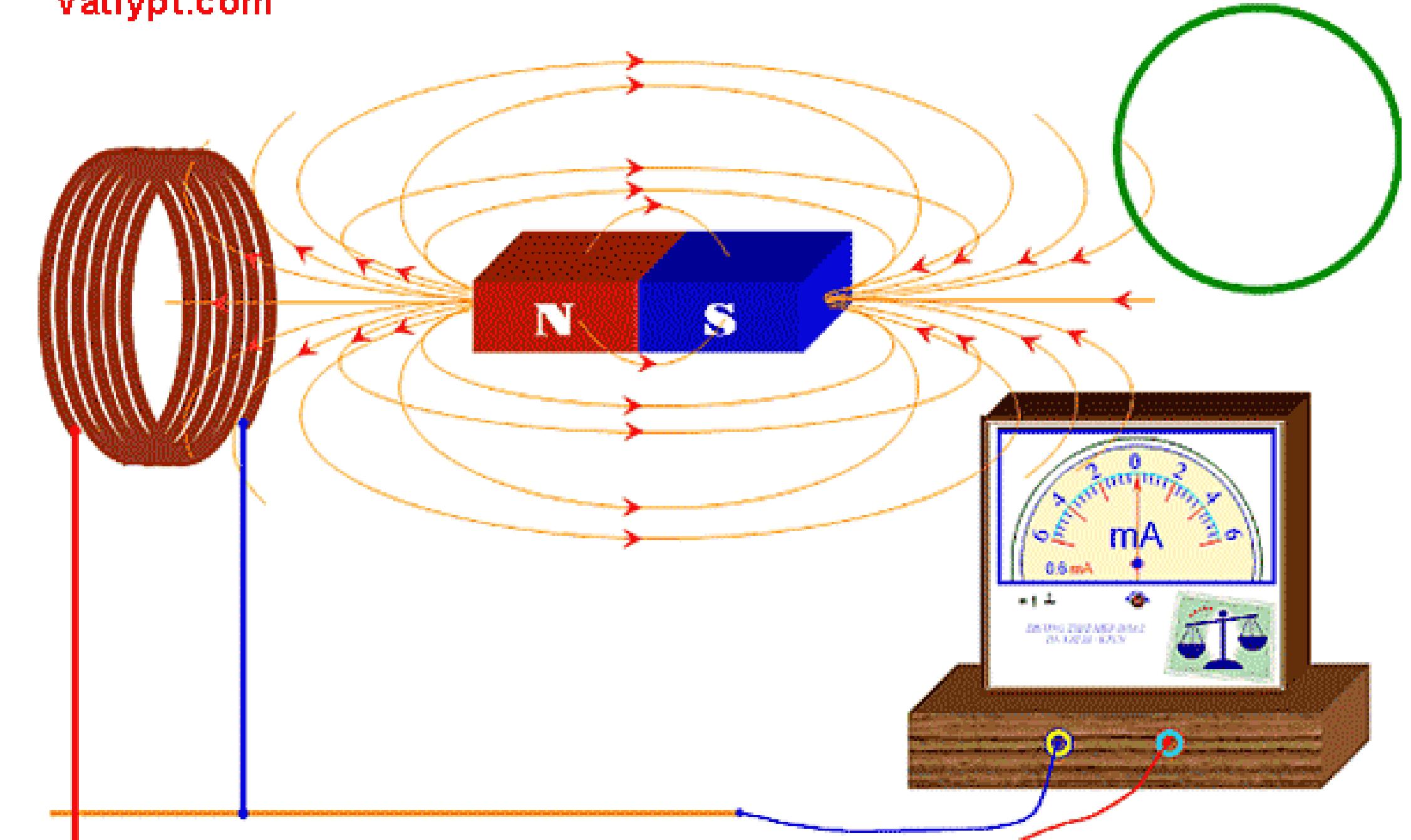


Tiết diện s thay đổi (mắc đơn)

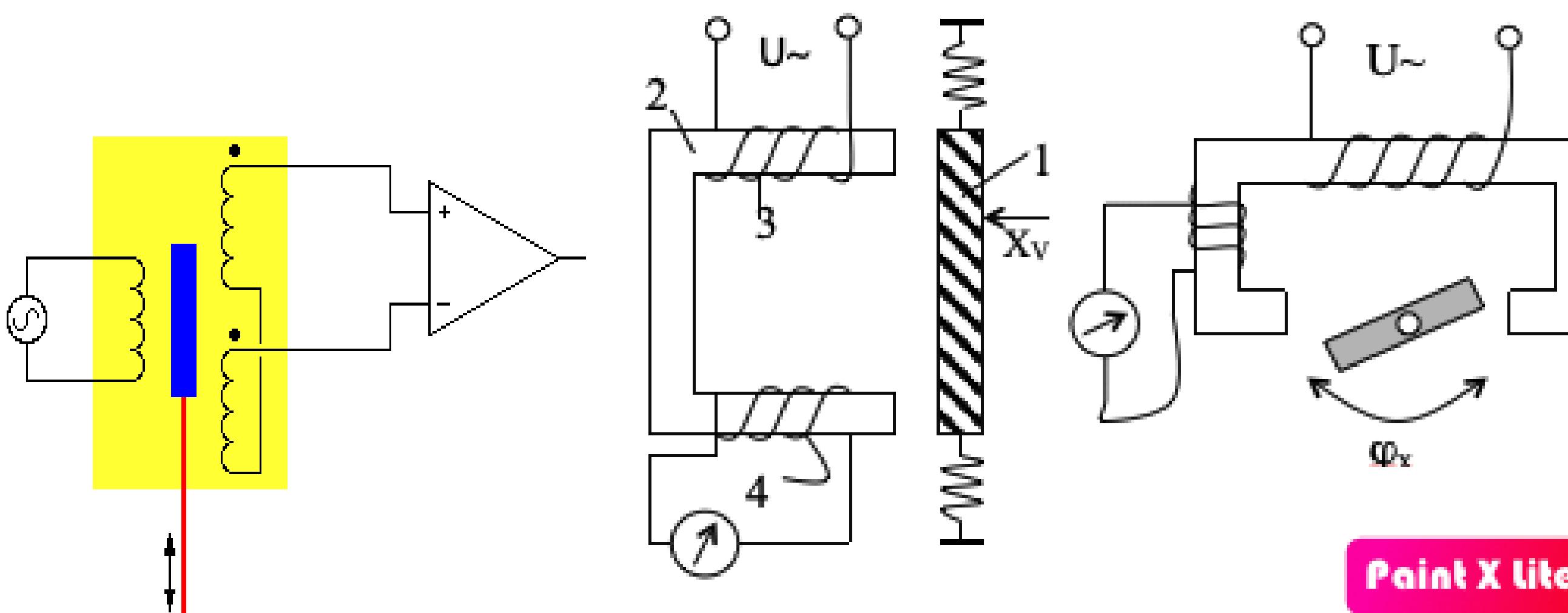
# Cảm ứng điện từ

- Cuộn dây kín đặt trong từ trường biến thiên sẽ phát sinh dòng điện
- Dòng điện biến thiên sẽ tạo ra từ trường biến thiên

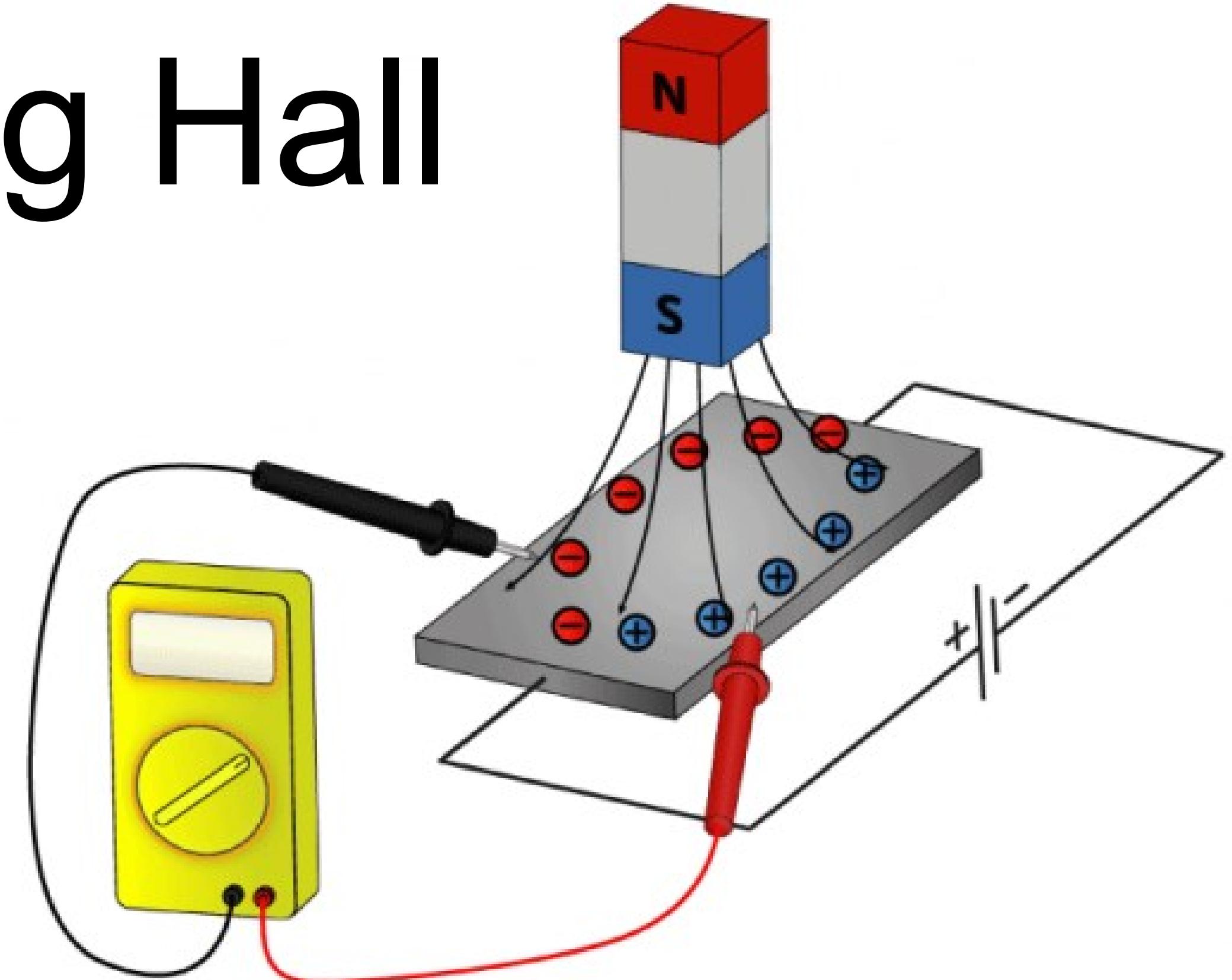
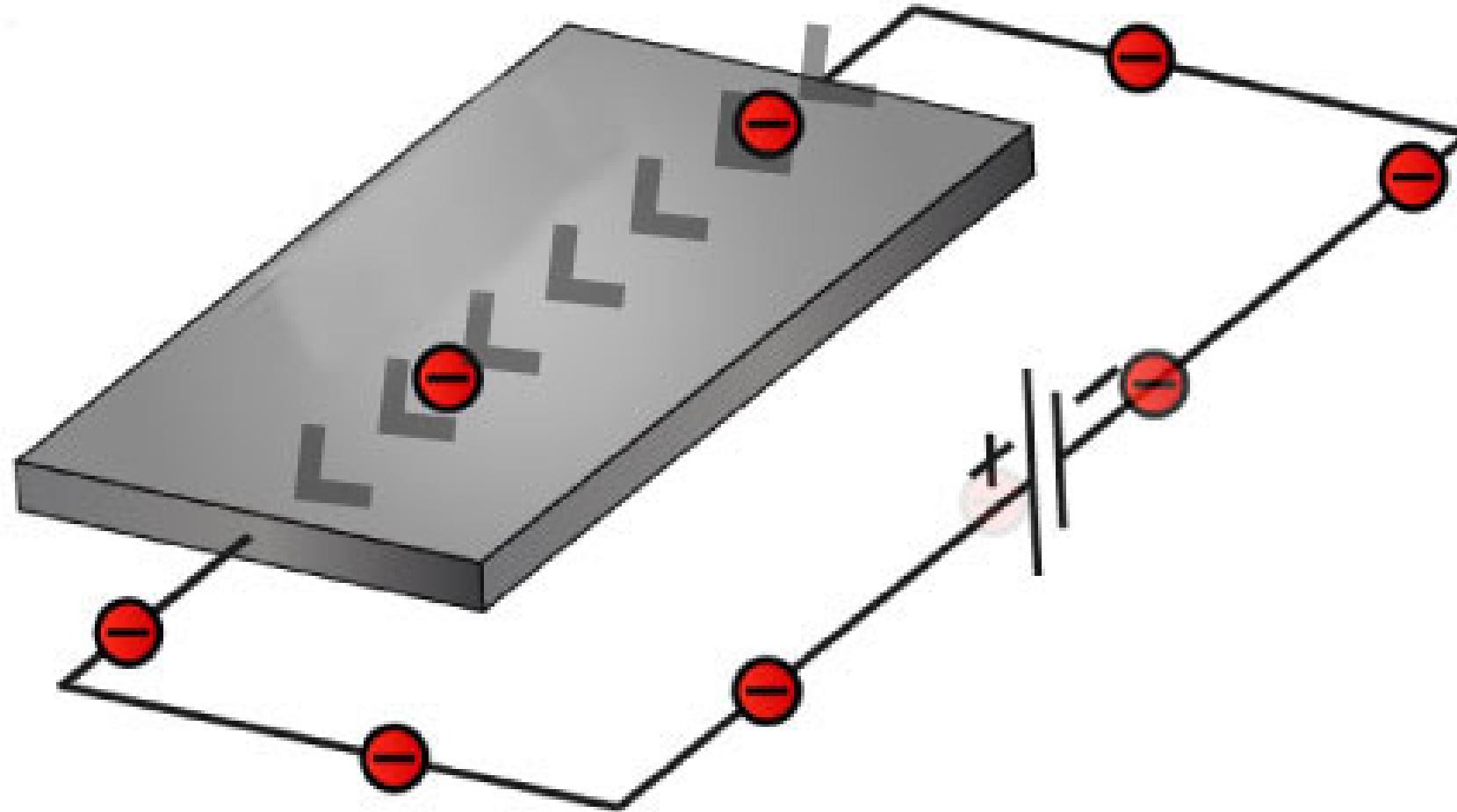
vatlypt.com



Point X Lite

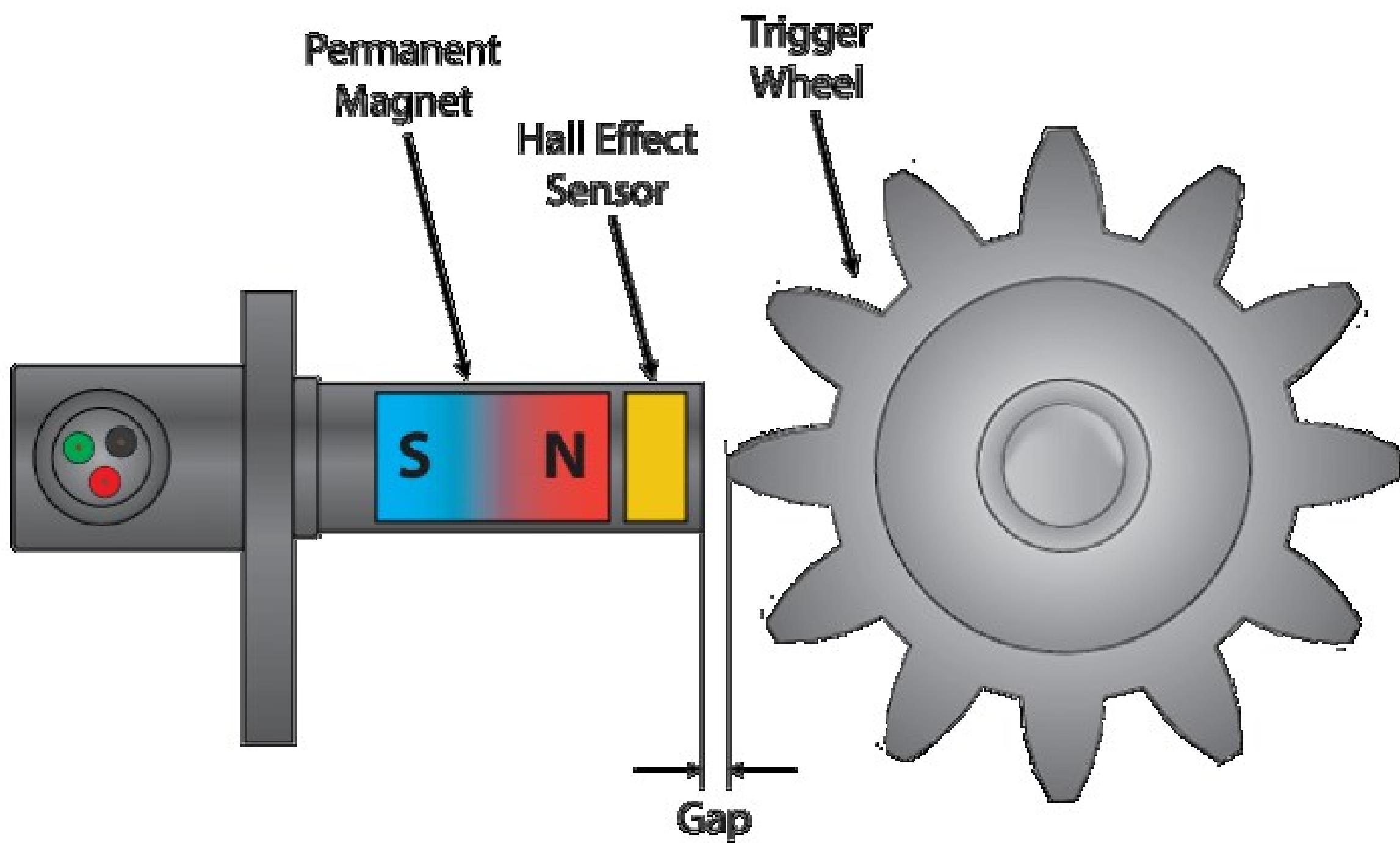


# Hiệu ứng Hall



- Cấp nguồn cho thanh kim loại → có dòng chuyển động của các điện tử
- Đặt gần đó một từ trường → dòng điện tử bị phân tán ra 2 phía âm dương
- Điện áp Hall đo được phụ thuộc cường độ từ trường, dòng điện

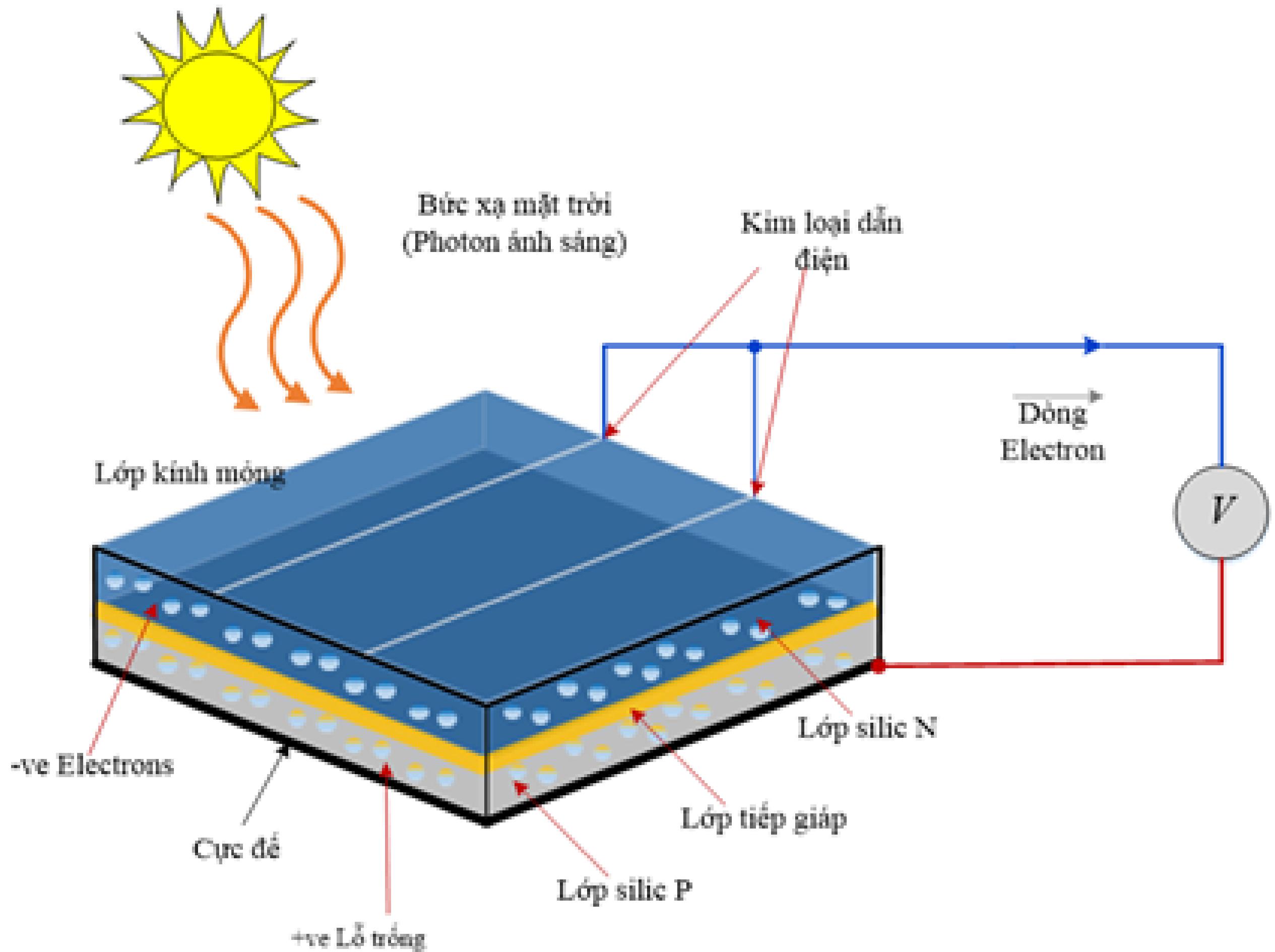
# Hiệu ứng Hall



Đo tốc độ quay

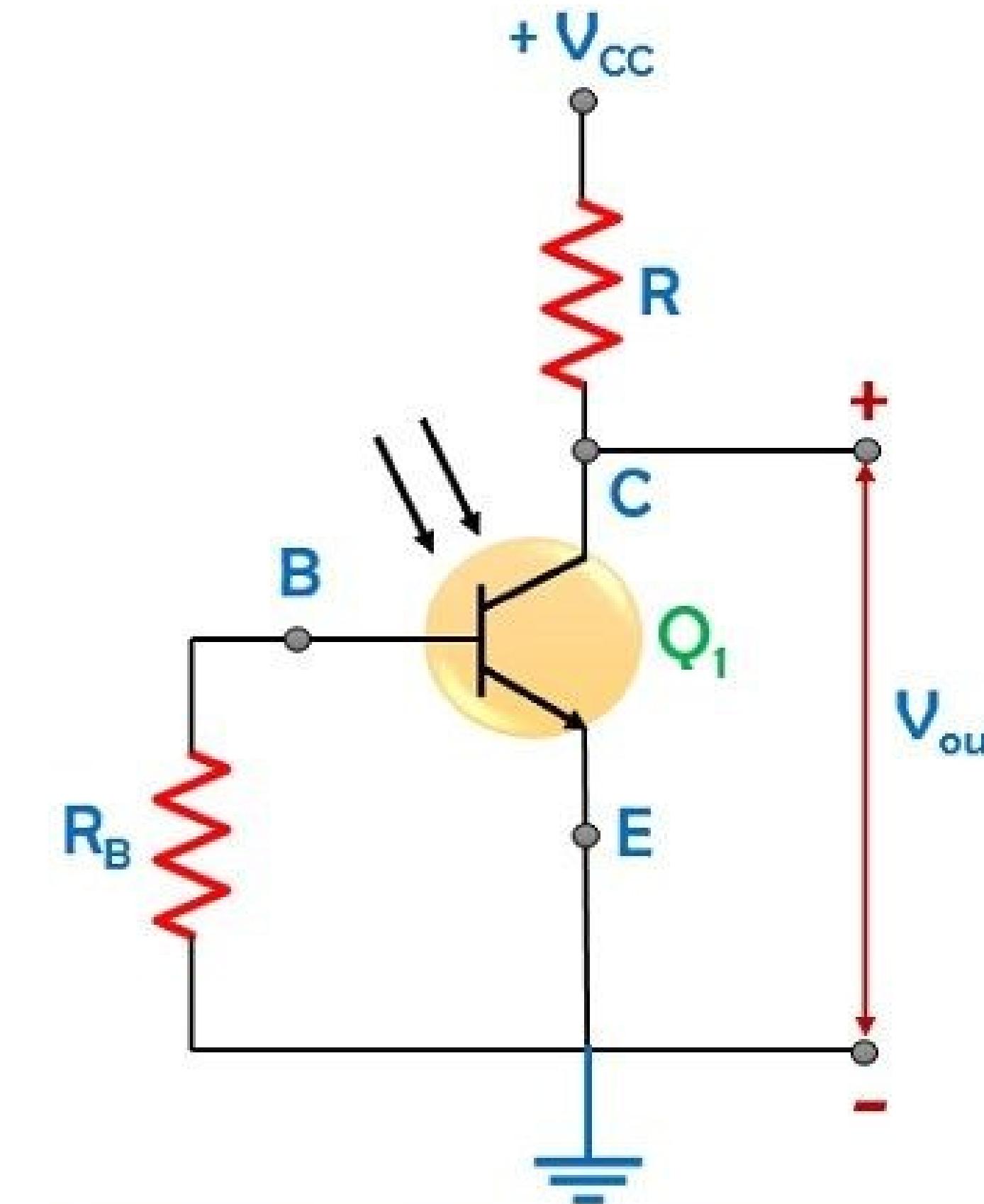
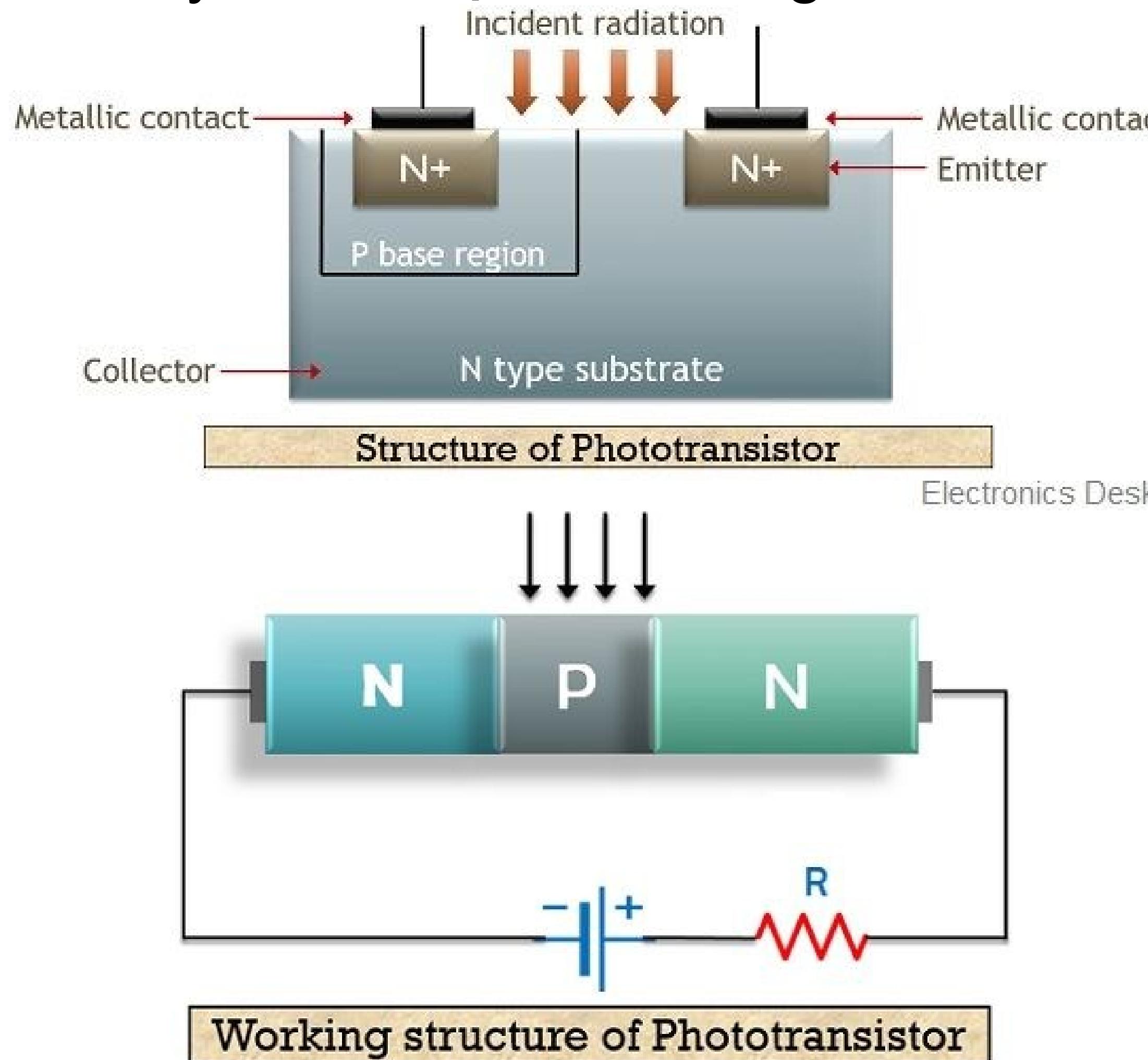
# Tế bào quang điện

- Chuyển tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu điện



# Tế bào quang điện

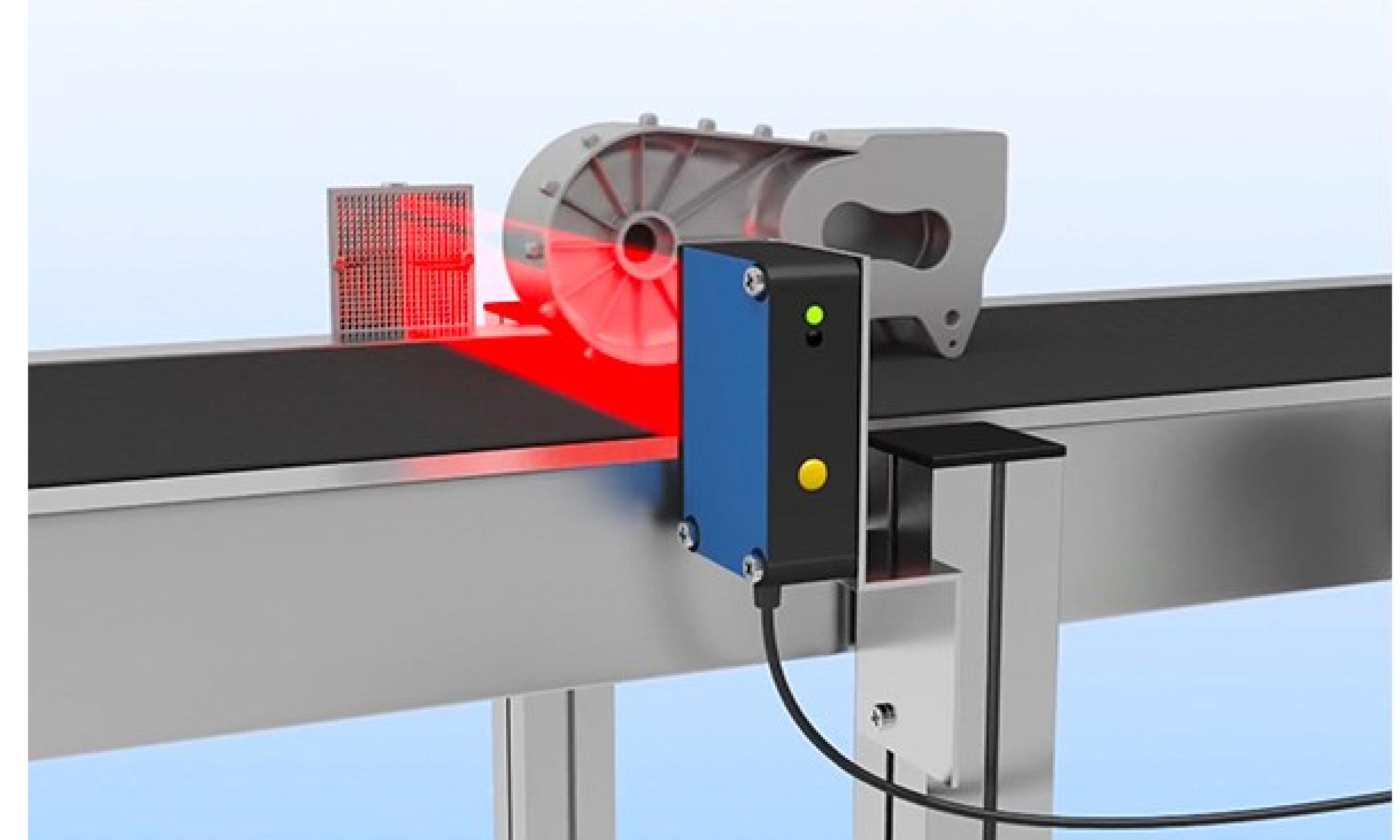
- Chuyển tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu điện



Circuit of Phototransistor

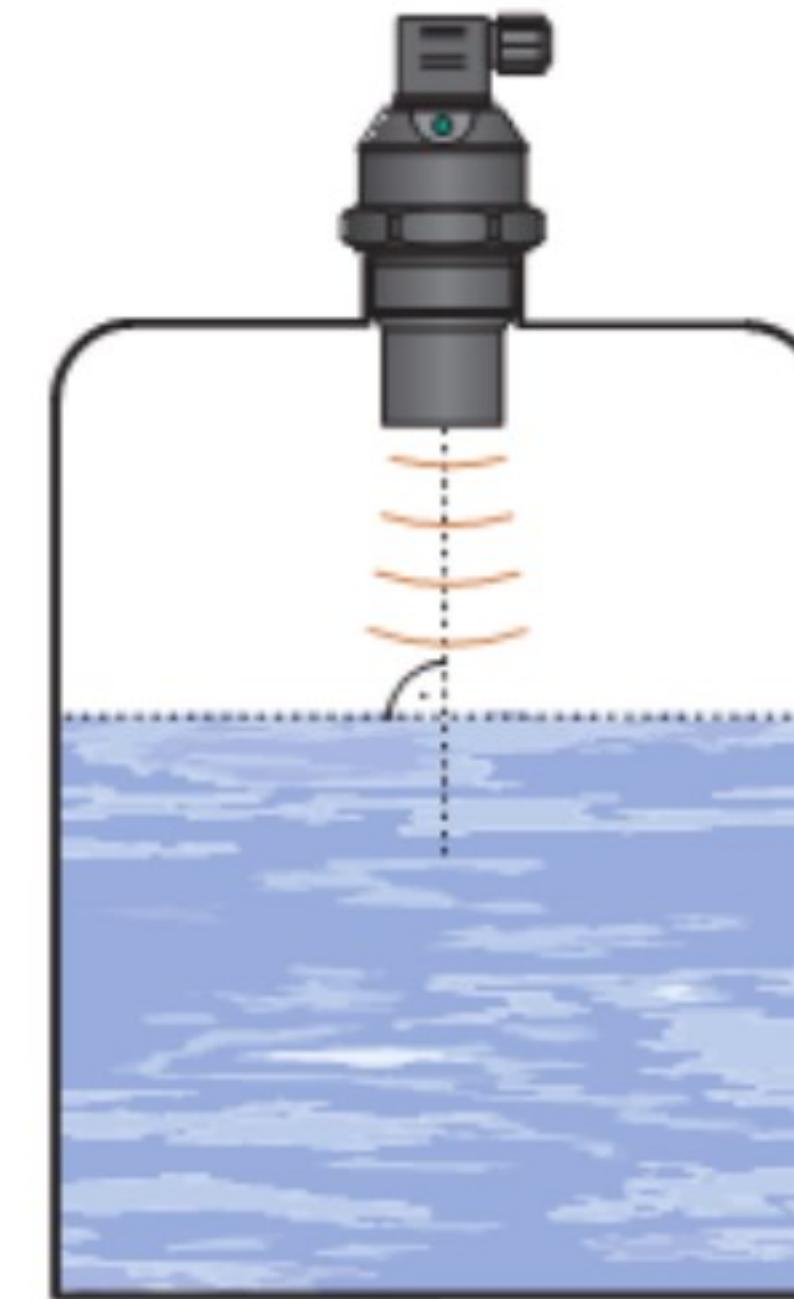
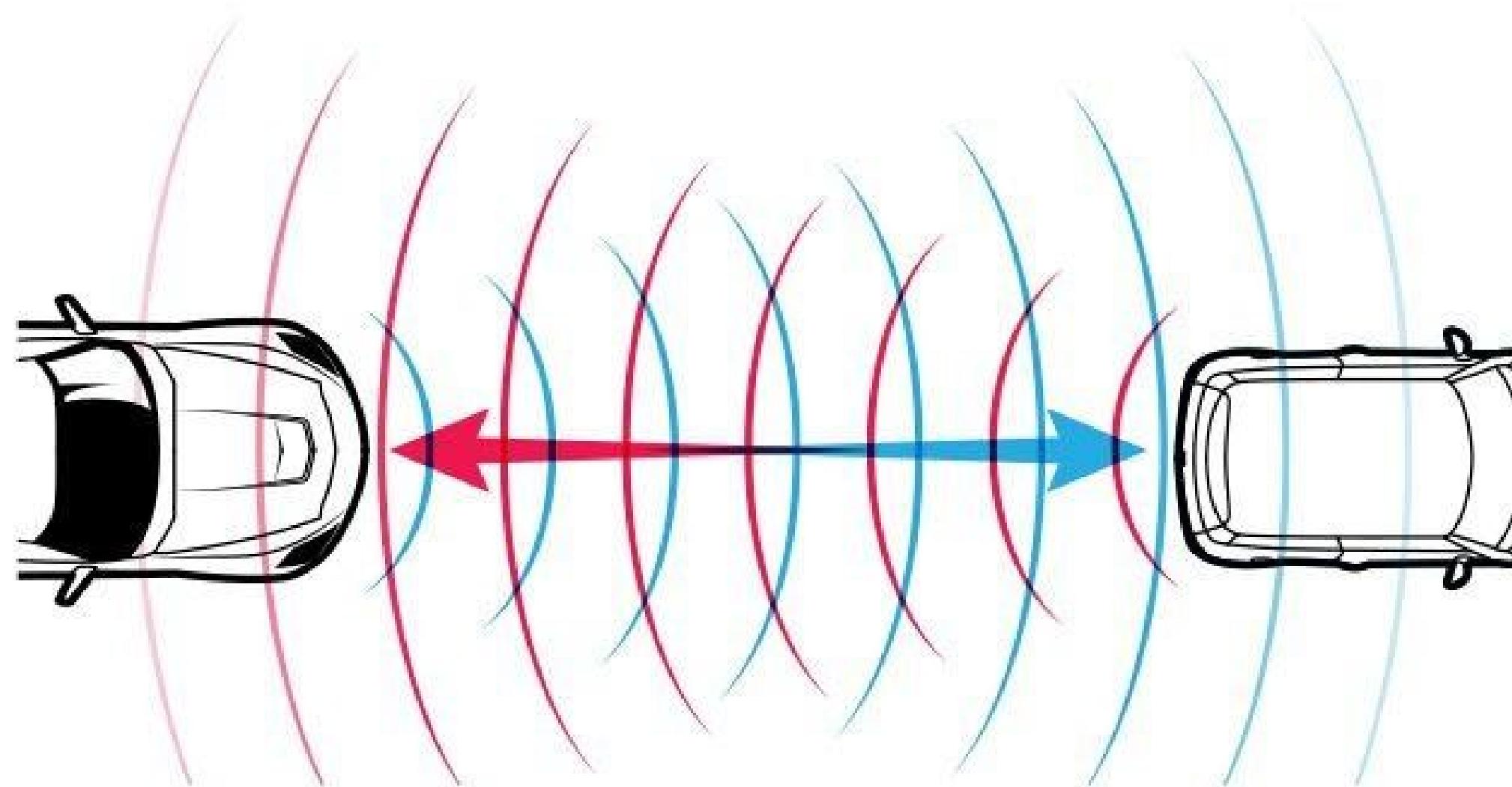
# Tế bào quang điện

- Chuyển tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu điện



# Cảm biến siêu âm

- Thường được sử dụng để đo khoảng cách dựa trên tín hiệu phản xạ



# Các loại cơ cấu chỉ thị

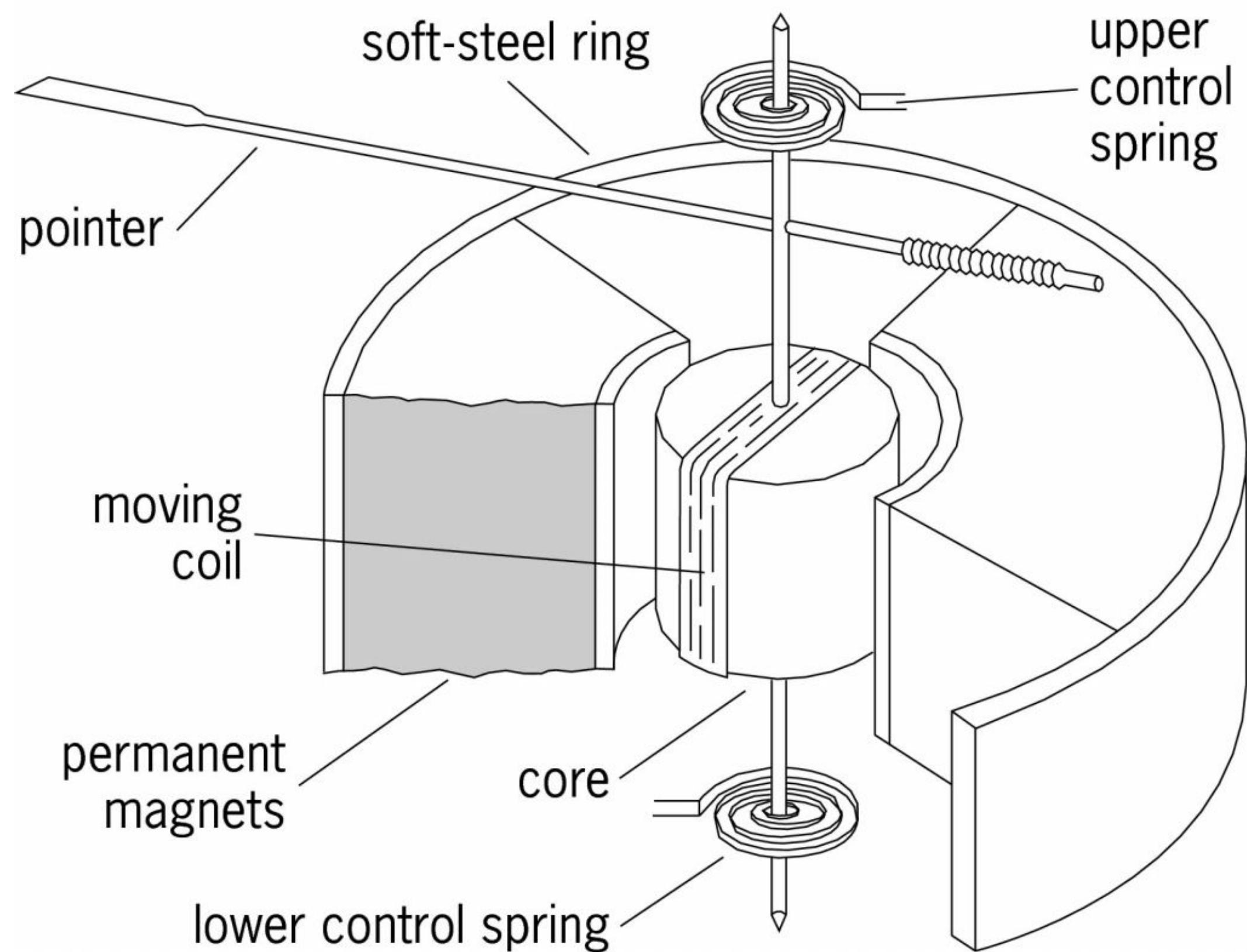
- Cơ cấu chỉ thị cơ điện - chỉ thị kim (analog meter)
  - Cơ cấu từ điện (moving-coil meter)
  - Cơ cấu điện từ (moving-iron meter)
  - Cơ cấu điện động (electrodynamic meter)
- Cơ cấu chỉ thị tự ghi
- Cơ cấu chỉ thị số

# Cơ cấu chỉ thị cơ điện

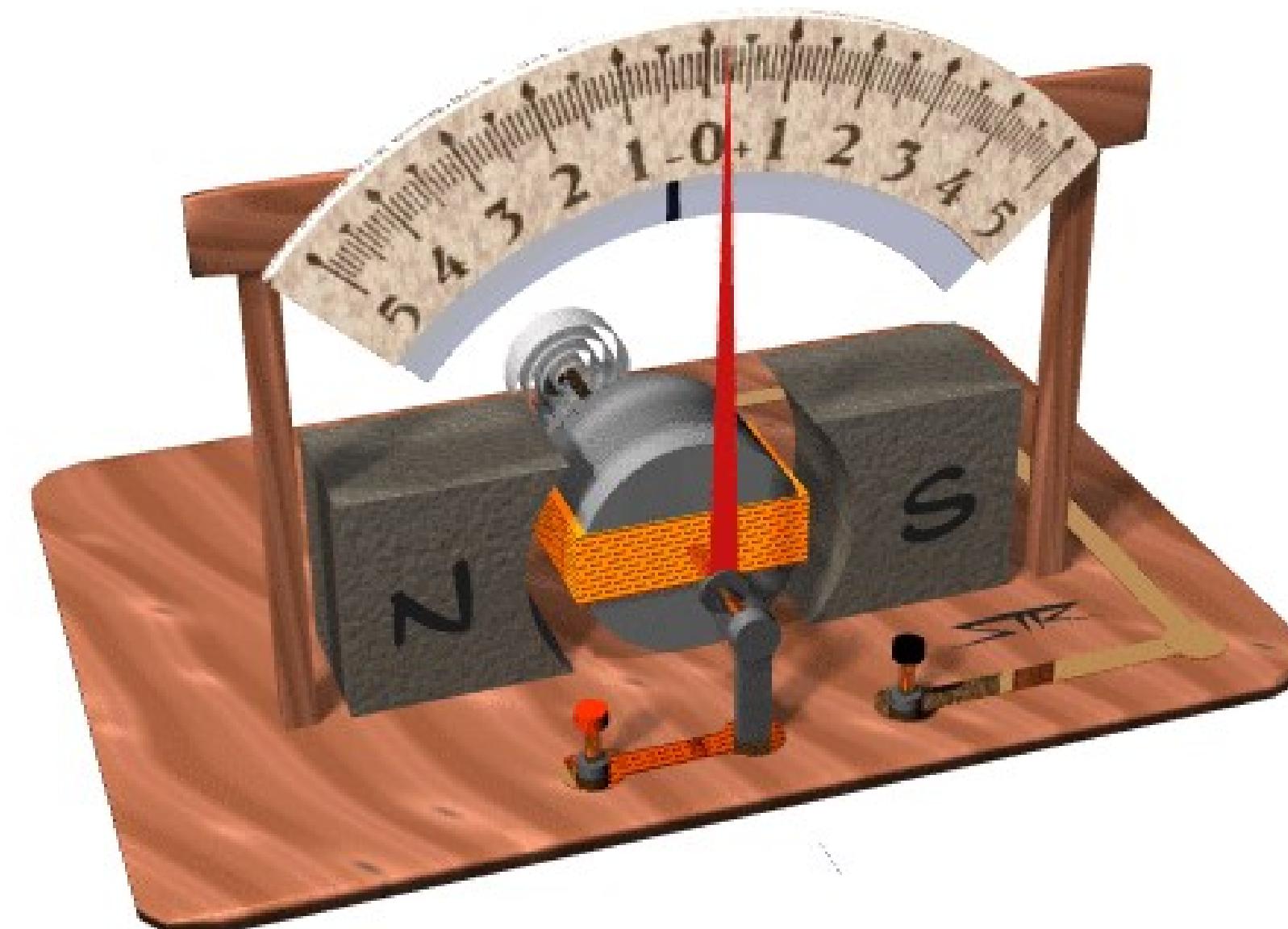
- Là cơ cấu chỉ thị có đại lượng vào là dòng điện, đại lượng ra là góc quay của kim chỉ thị



# Chỉ thị từ điện



- Phần tĩnh là một nam châm vĩnh cửu
- Phần động là một cuộn dây
- Cuộn dây có thể quay trên trục có gắn kim chỉ thị và các lò xo cản



# Chỉ thị từ điện

- Dòng điện một chiều chạy trong khung dây, chịu tác động của từ trường nam châm → tạo nên mômen quay  $M_q$

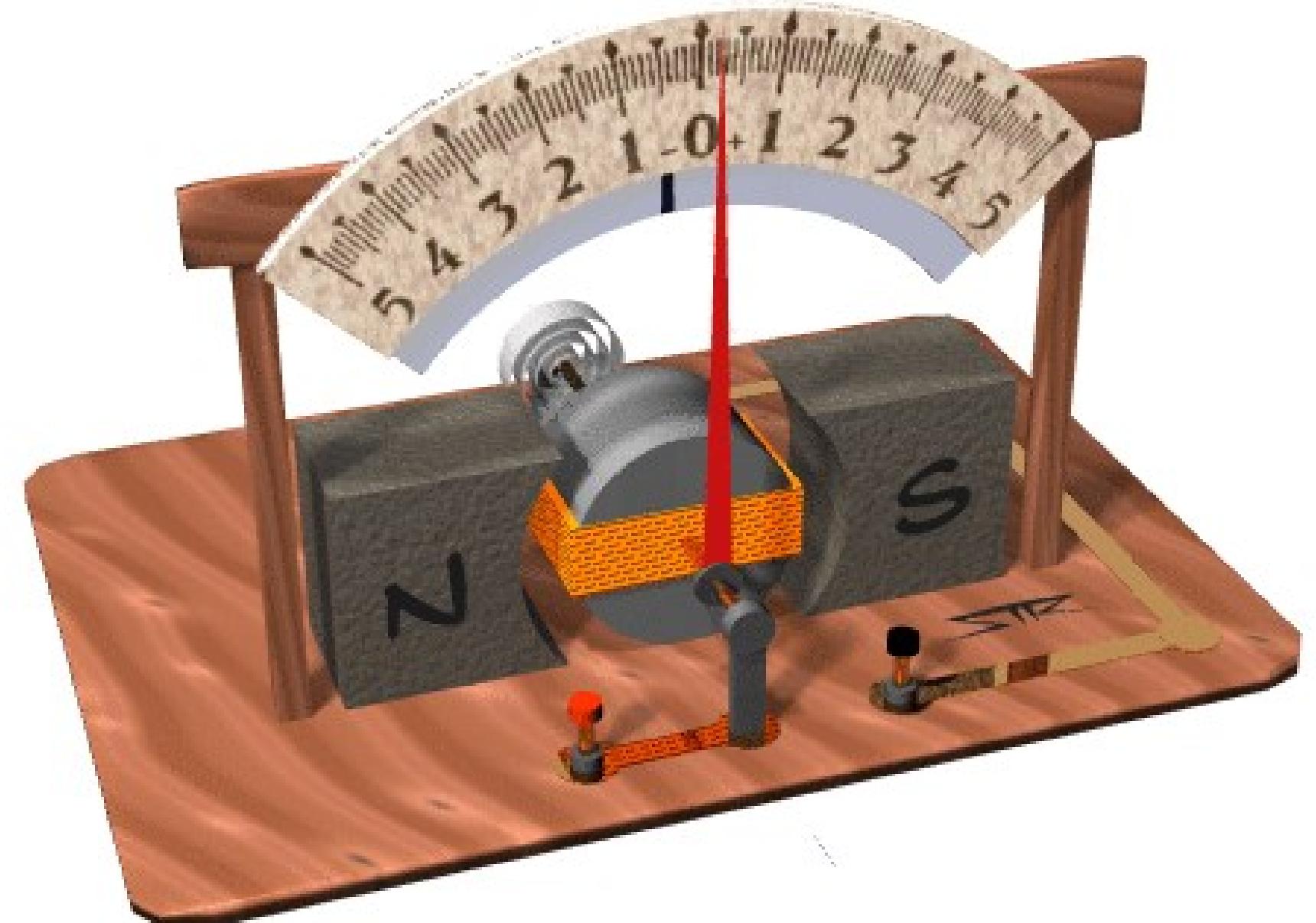
$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha}$$

$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha} = B.S.\omega.I$$

$$W_e = \Phi.I = B.S.\omega.\alpha.I$$

$W_c$  là năng lượng điện từ  
 $\alpha$  là góc quay  
 $\Phi$  từ thông của nam châm

B Mật độ từ thông gây ra bởi nam châm  
S tiết diện khung dây  
 $\omega$  số vòng dây của khung dây  
I là dòng điện chạy trong khung dây



# Chỉ thị từ điện

- Lò xo cản tạo nên mômen cản

$$M_c = D \cdot \alpha$$

D là độ cứng của lò xo

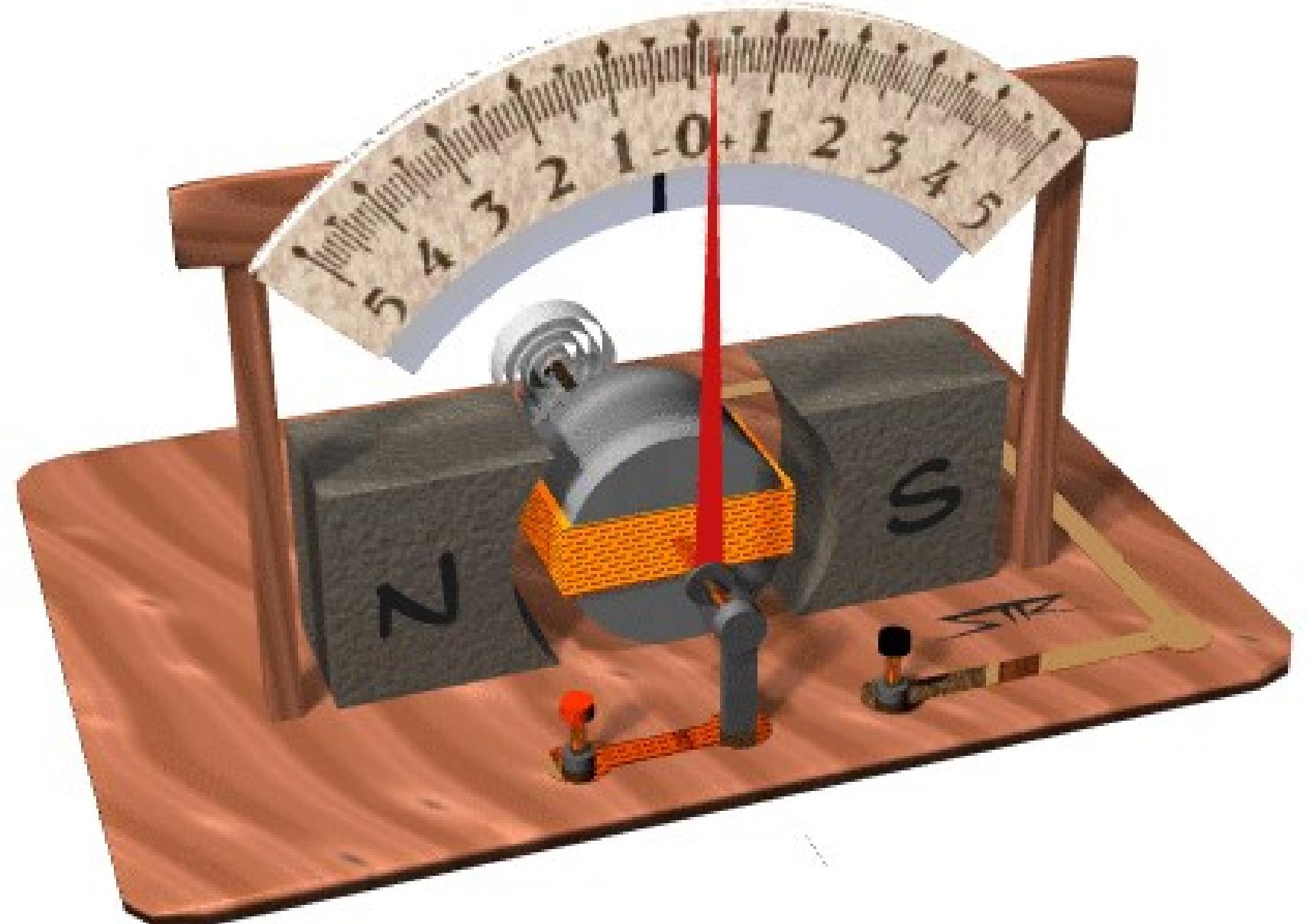
- Trạng thái cân bằng

$$M_q = M_c$$

$$B \cdot S \cdot \omega \cdot I = D \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{D} \cdot I$$

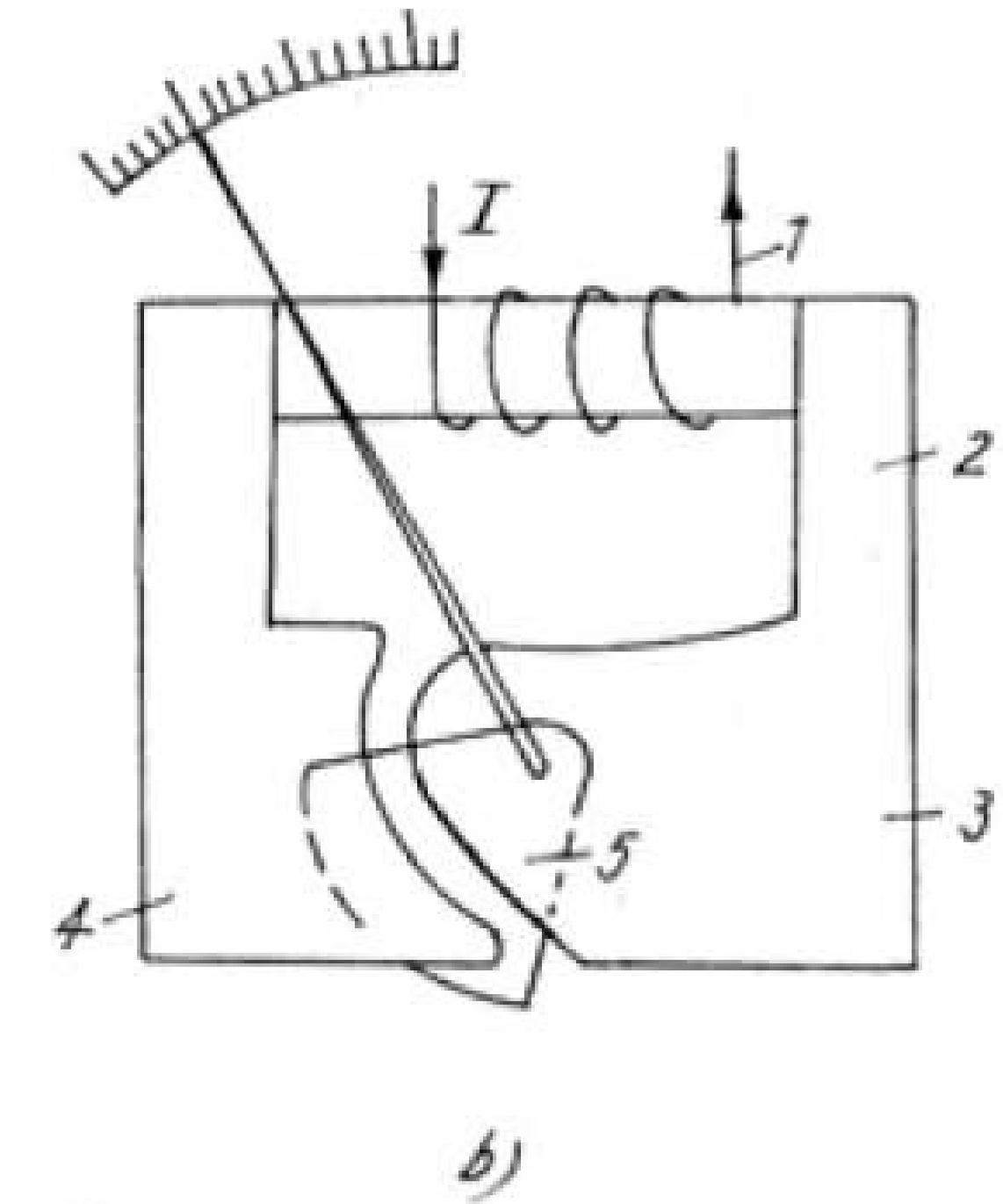
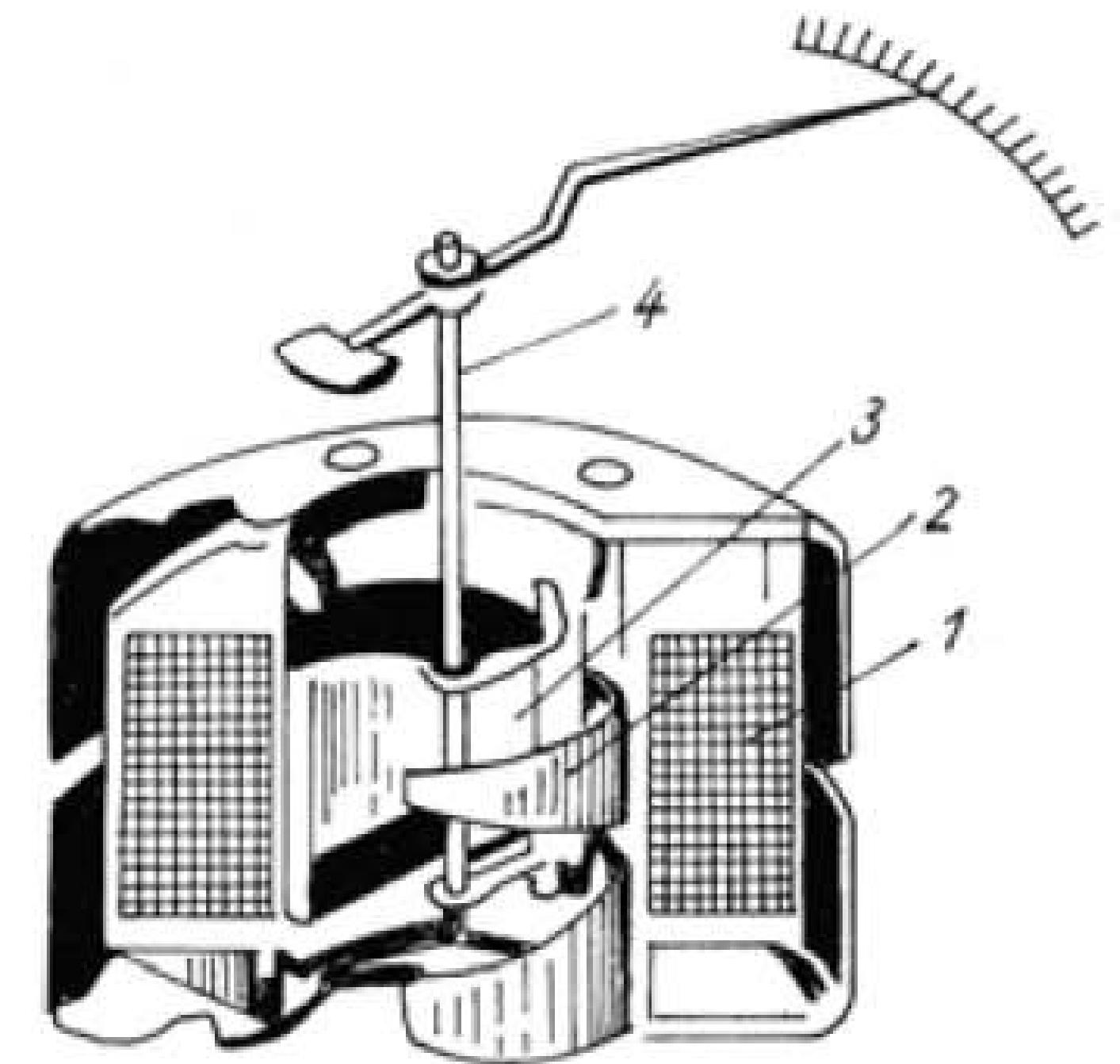
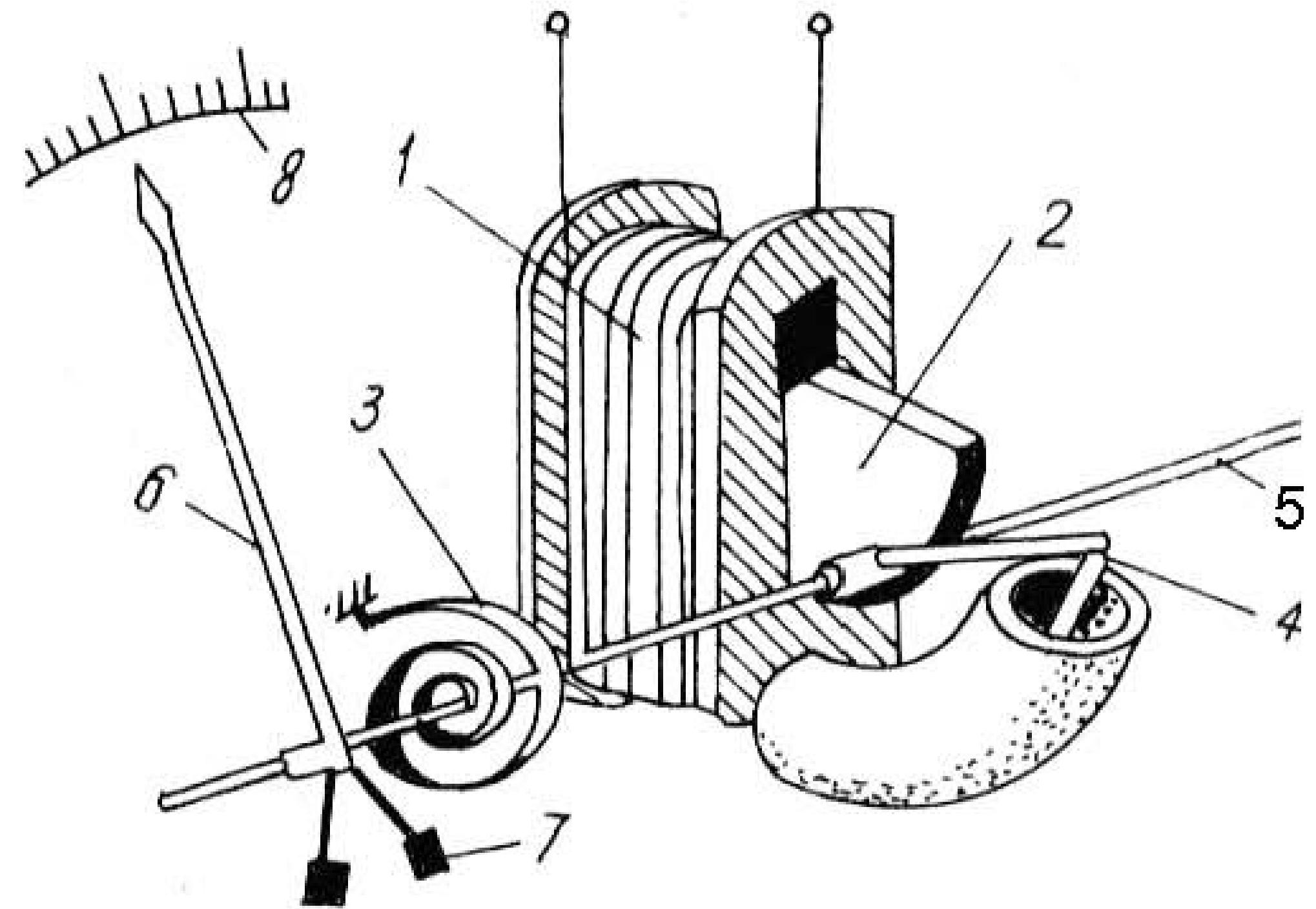
Phương trình thang đo của cơ cấu từ điện



# Chỉ thị từ điện

- Ưu điểm
  - Độ nhạy cao và không đổi trên toàn thang đo
  - Độ chính xác cao, ít chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài
  - vì  $\alpha$  tỉ lệ bậc nhất với  $I$  nên thang chia độ của cơ cấu là đều
- Nhược điểm
  - Chế tạo khó, giá thành đắt
  - Khung dây ở phần động phải có kích thước nhỏ nên giá trị dòng đo được không lớn
  - Chỉ đo được dòng một chiều

# Chỉ thị điện tử



- Phần tĩnh là cuộn dây 1 có khe hở không khí (khe hở làm việc)
- Phần động là lõi thép 2 được gắn trên trục quay 5 (lõi thép quay trong khe làm việc). Trên trục quay có gắn bộ phận cản dịu 4, kim CT 6, đối trọng 7, lò xo cản 3 và bảng chia độ 8

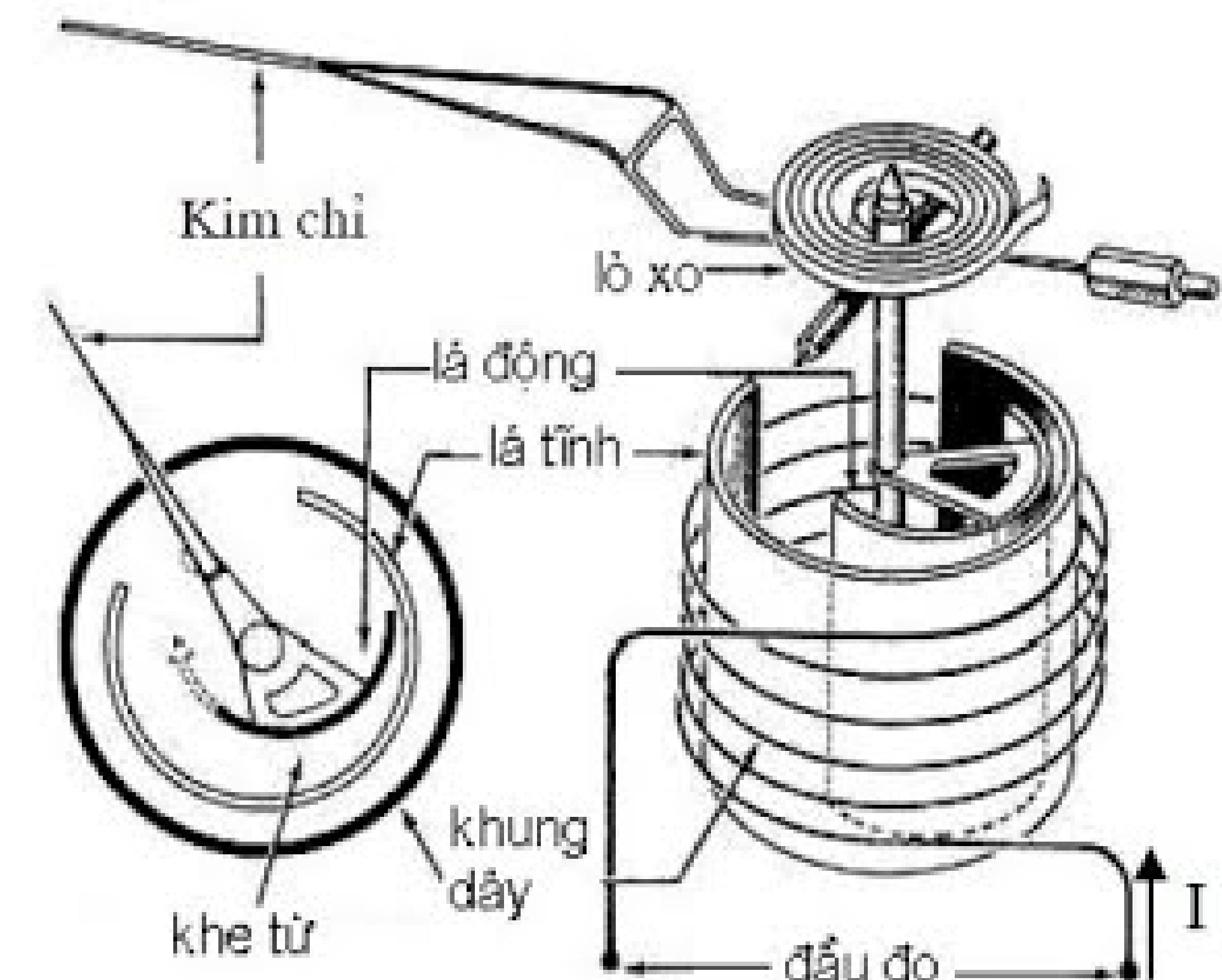
# Chỉ thị điện từ

- Dòng điện biến phần tĩnh thành nam châm điện
- Nam châm điện sẽ tương tác với lõi thép 2, dịch chuyển nó để kín mạch từ

$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha}$$

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot L I^2$$

$$M_q = \frac{1}{2} \cdot I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$



# Chỉ thị điện từ

- Lò xo cản tạo nên mômen cản

$$M_c = D \cdot \alpha$$

D là độ cứng của lò xo

- Trạng thái cân bằng

$$M_q = M_c$$

$$\alpha = \frac{1}{2D} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2$$

Phương trình thang đo của cơ cấu điện từ

# Chỉ thị điện từ

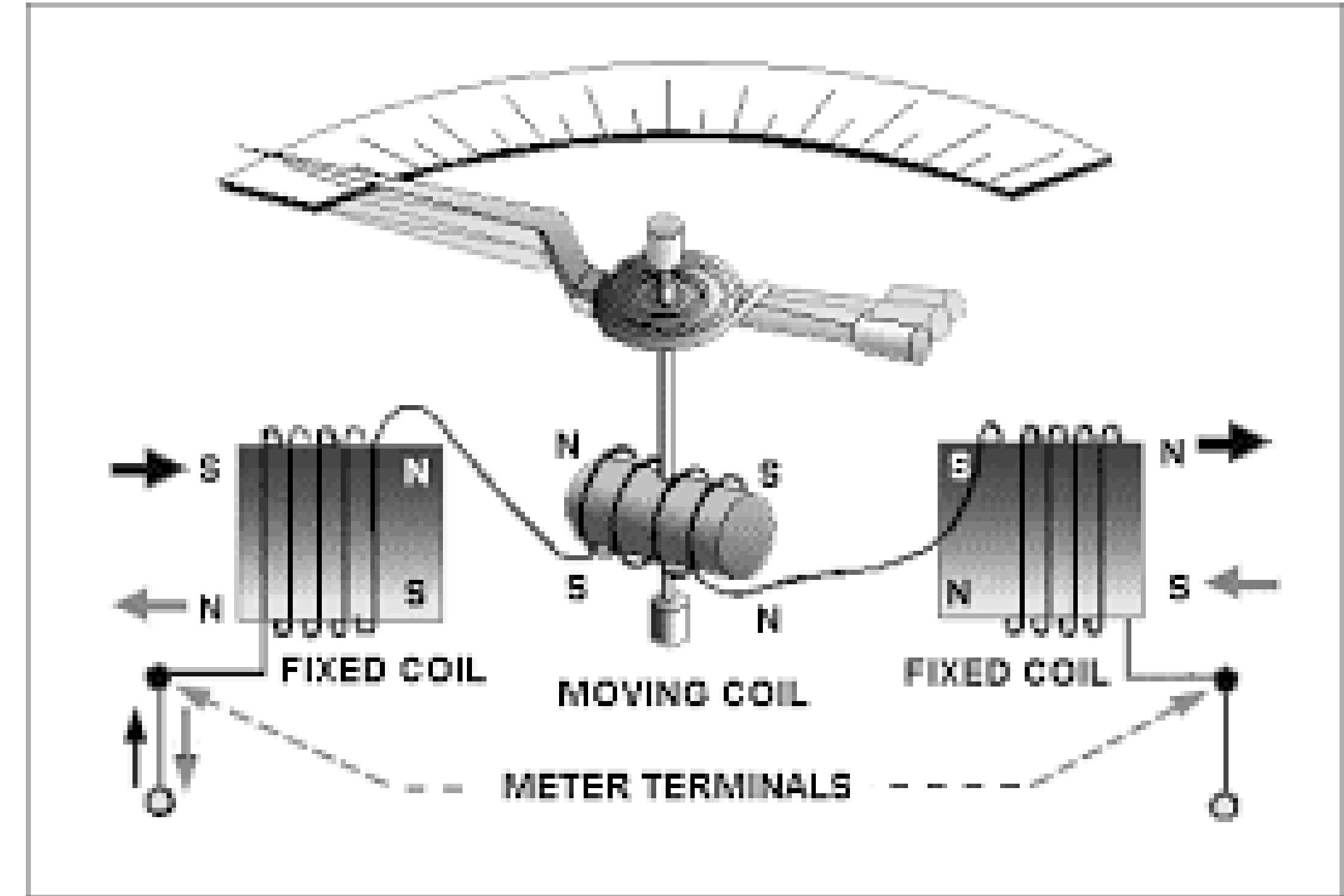
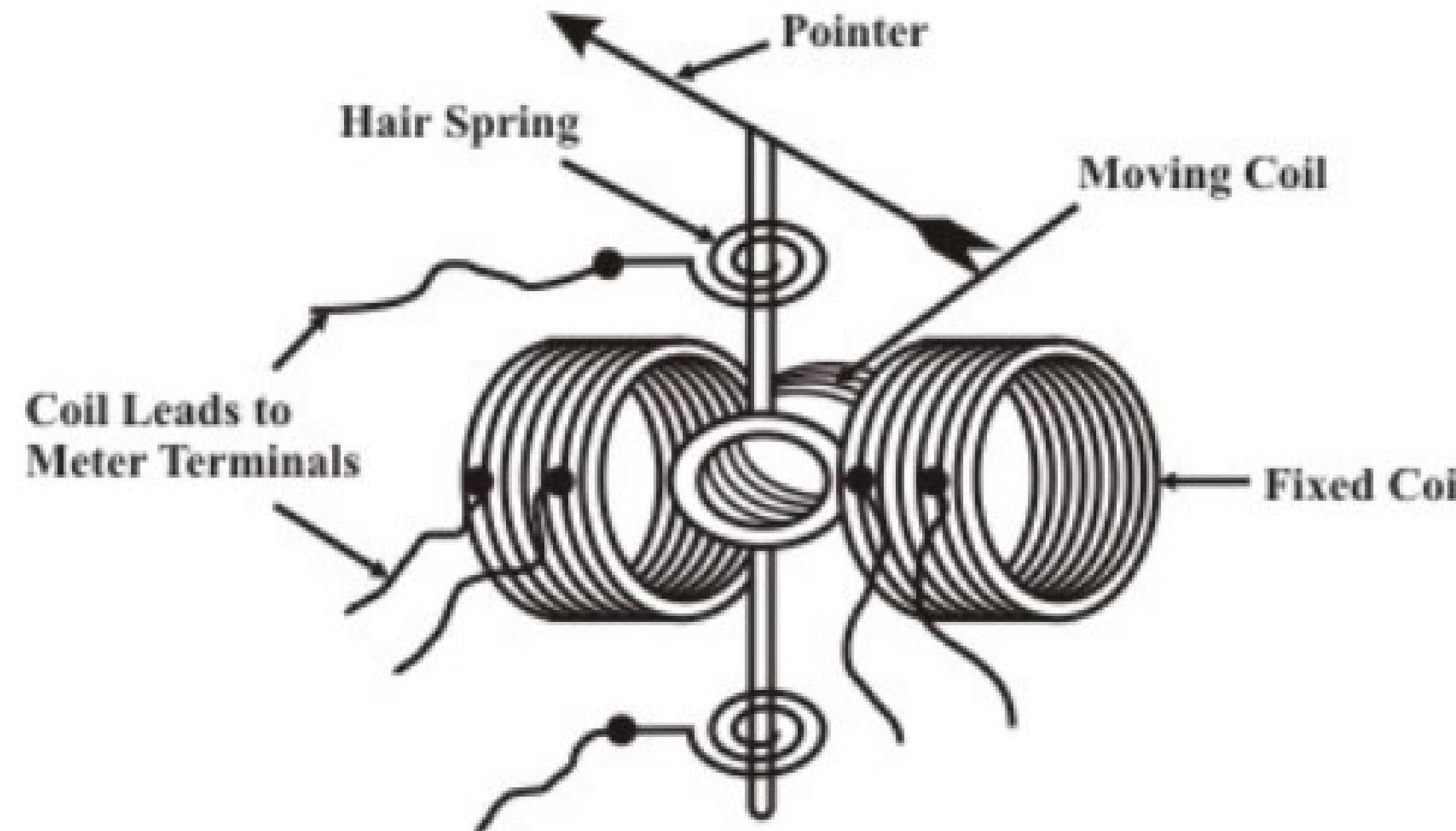
- Ưu điểm

- Cuộn dây ở phần tĩnh nên có thể cuộn bằng dây kích thước lớn nên có khả năng đo dòng lớn
- Dễ chế tạo, giá thành hạ
- Có thể đo cả tín hiệu DC và AC

- Nhược điểm

- Thang đo không đều
- Độ chính xác thấp do có tổn hao trong lõi thép

# Chỉ thị điện động



- Phần tĩnh là cuộn dây được chia thành 2 phần nối tiếp tạo ra từ trường khi có dòng qua cuộn tĩnh  $I_1$
- Phần động là khung dây có thể quay trên trục khi có dòng qua nó  $I_2$ .

# Chỉ thị điện động

- Dòng  $I_1$  tạo ra từ trường, tác động lên dòng điện  $I_2$  chạy trong cuộn động

$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha}$$

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot L_1 I_1^2 \frac{1}{2} \cdot L_2 I_2^2 + M_{12} I_1 I_2$$

$M_{12}$  là hổ cảm giữa cuộn tĩnh và cuộn động

- Khi khung dây quay, chỉ có  $M_{12}$  thay đổi. Do đó

$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha} = \frac{M_{12}}{d\alpha} I_1 I_2$$

$$\boxed{\alpha = \frac{1}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot I_1 \cdot I_2}$$

- Đo dòng xoay chiều

$$M_q = \frac{M_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 \cdot \cos \Psi$$

$I_1, I_2$  là giá trị dòng điện hiệu dụng  
 $\Psi$  là góc lệch pha của dòng điện  $I_1$  và  $I_2$

# Chỉ thị điện động

- Ưu điểm
  - Độ chính xác cao vì không có tổn hao trong lõi thép
  - Có thể đo cả tín hiệu DC và AC
- Nhược điểm
  - Thang đo không đều
  - Dễ chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài
  - Khả năng quá tải kém vì khung dây phần động kích thước nhỏ
  - Cấu tạo phức tạp, đắt tiền

# Chỉ thị điện động

- Ưu điểm

- Độ nhạy cao và không đổi trên toàn thang đo
- Độ chính xác cao, ít chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài
- vì  $\alpha$  tỉ lệ bậc nhất với  $I$  nên thang chia độ của cơ cấu là đều

- Nhược điểm

- Chế tạo khó, giá thành đắt
- Khung dây ở phần động phải có kích thước nhỏ nên giá trị dòng đo được không lớn
- Chỉ đo được dòng một chiều

# Logometer

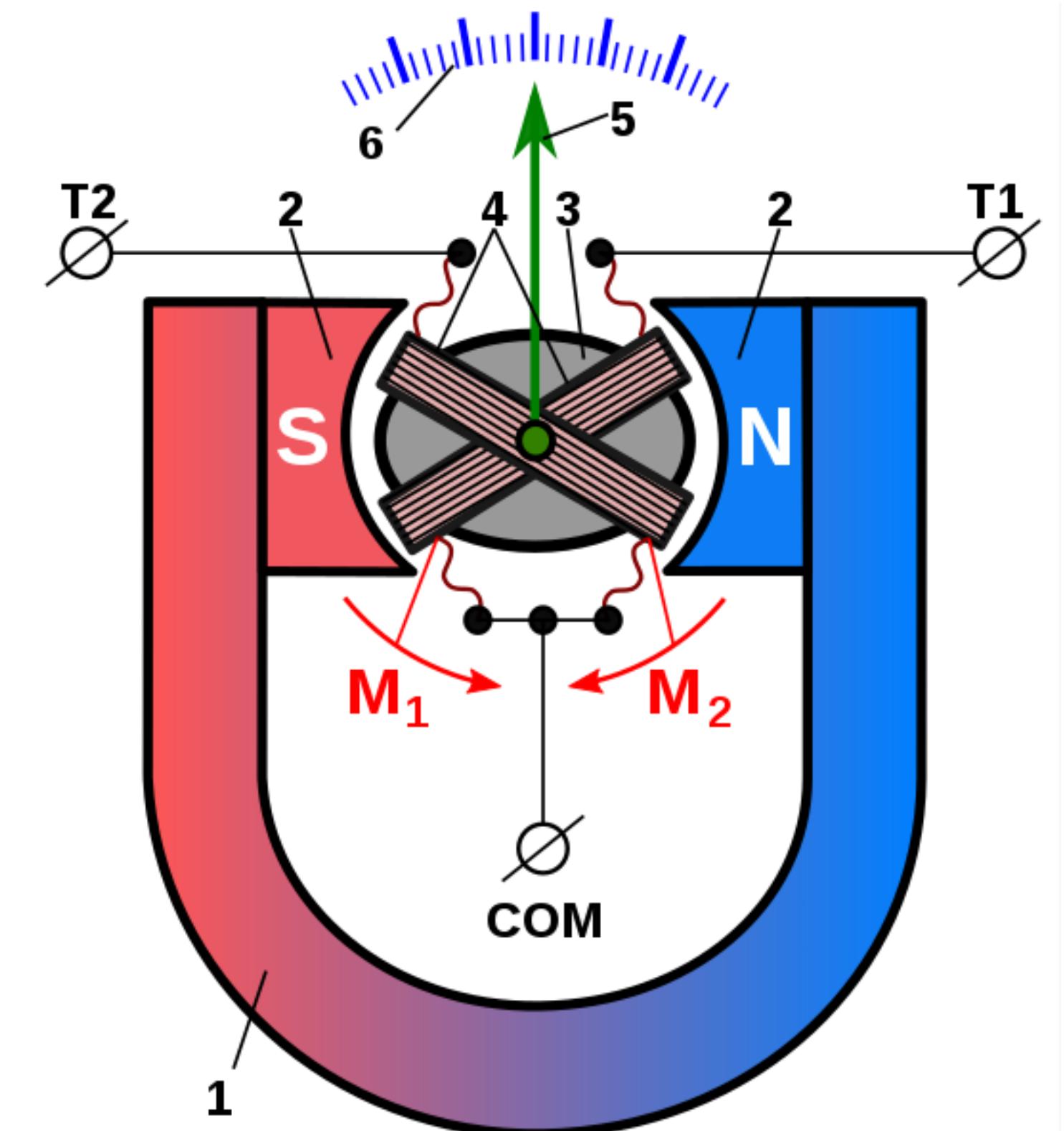
- Ưu điểm
  - Độ nhạy cao và không đổi trên toàn thang đo
  - Độ chính xác cao, ít chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài
  - vì  $\alpha$  tỉ lệ bậc nhất với  $I$  nên thang chia độ của cơ cấu là đều
- Nhược điểm
  - Chế tạo khó, giá thành đắt
  - Khung dây ở phần động phải có kích thước nhỏ nên giá trị dòng đo được không lớn
  - Chỉ đo được dòng một chiều

# Logometer

- Lò xo cản được thay thế bằng một cuộn dây có dòng điện chạy qua
- Với logo mét từ điện
- Vì khe hở không khí là không đều nên cảm ứng từ B phụ thuộc vị trí của khung dây động

$$M_1 = \frac{dW_1}{d\alpha} = B_1(\alpha) \cdot S_1 \cdot \omega_1 \cdot I_1$$

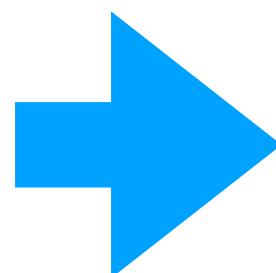
$$M_2 = \frac{dW_2}{d\alpha} = B_2(\alpha) \cdot S_2 \cdot \omega_2 \cdot I_2$$



# Logometer

- Cân bằng

$$M_1 = M_2$$



$$\frac{B_1(\alpha) \cdot S_1 \cdot \omega_1}{B_2(\alpha) \cdot S_2 \cdot \omega_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

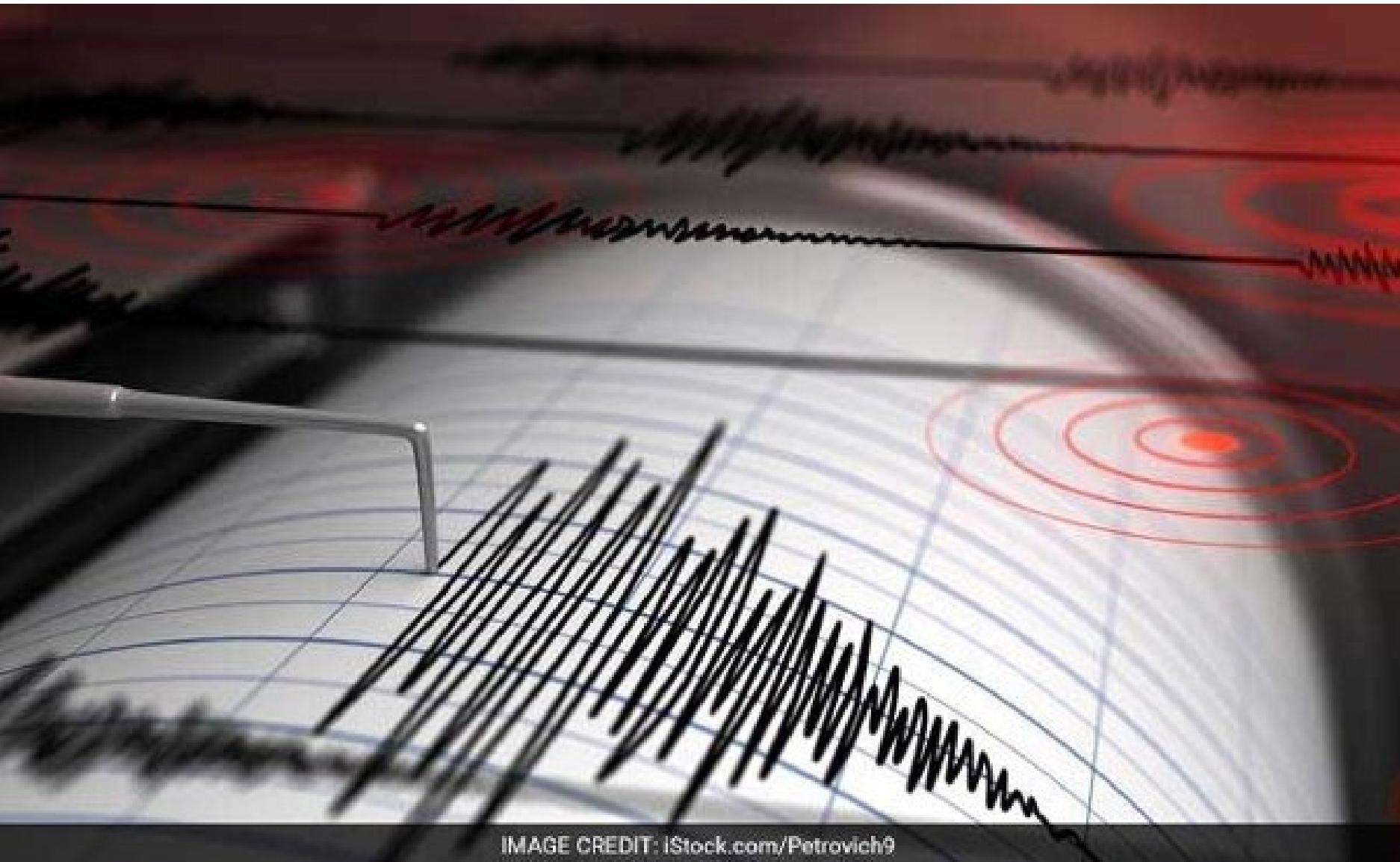
- Giải phương trình trên ta có

$$\alpha = f\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

- Ưu điểm: độ chính xác cao, tổn hao thấp, không chịu ảnh hưởng từ trường ngoài
- Chế tạo Ohm meter, mega ohm meter

# Cơ cấu chỉ thị tự ghi

- Chỉ thị tự ghi là chỉ thị có thể ghi lại (lưu trữ lại) kết quả đo theo thời gian



Ghi dữ liệu trên băng giấy

Cơ cấu từ điện với bút ghi được gắn  
trên kim quay

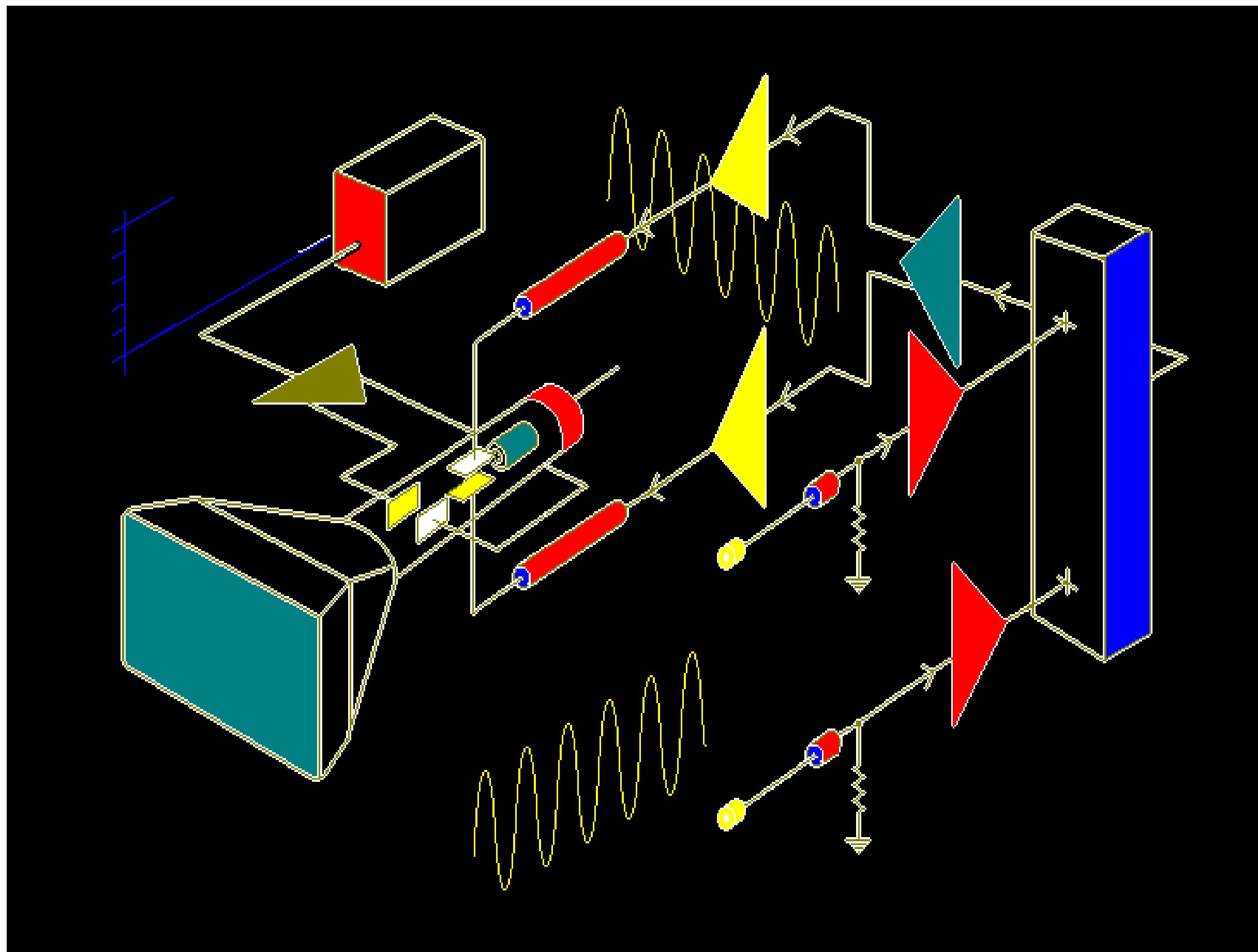


Ghi dữ liệu điện tử

Dữ liệu đo được số hóa và lưu trữ trên  
máy tính, có thể in được

# Cơ cấu chỉ thị tự ghi

- Chỉ thị tự ghi là chỉ thị có thẻ ghi lại (lưu trữ lại) kết quả đo theo thời gian



Máy hiện sóng được sử dụng  
để đo và hiển thị dạng tín hiệu  
điện

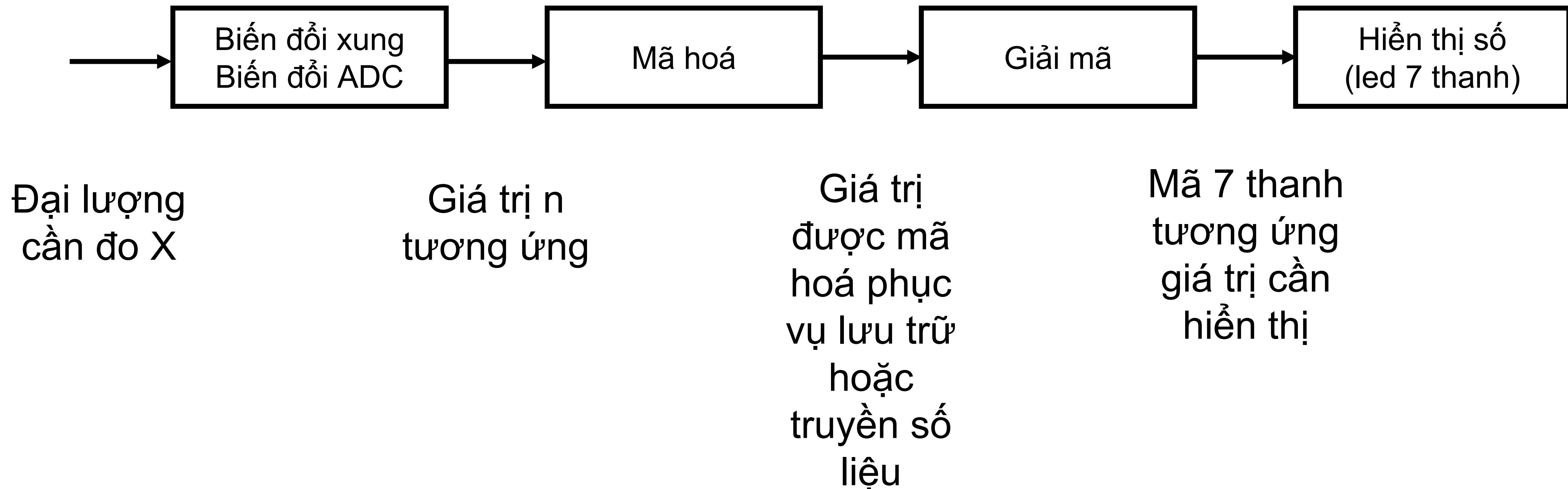
# Cơ cấu chỉ thị số

- Chỉ thị số là thiết bị đo mà kết quả được hiển thị dưới dạng số

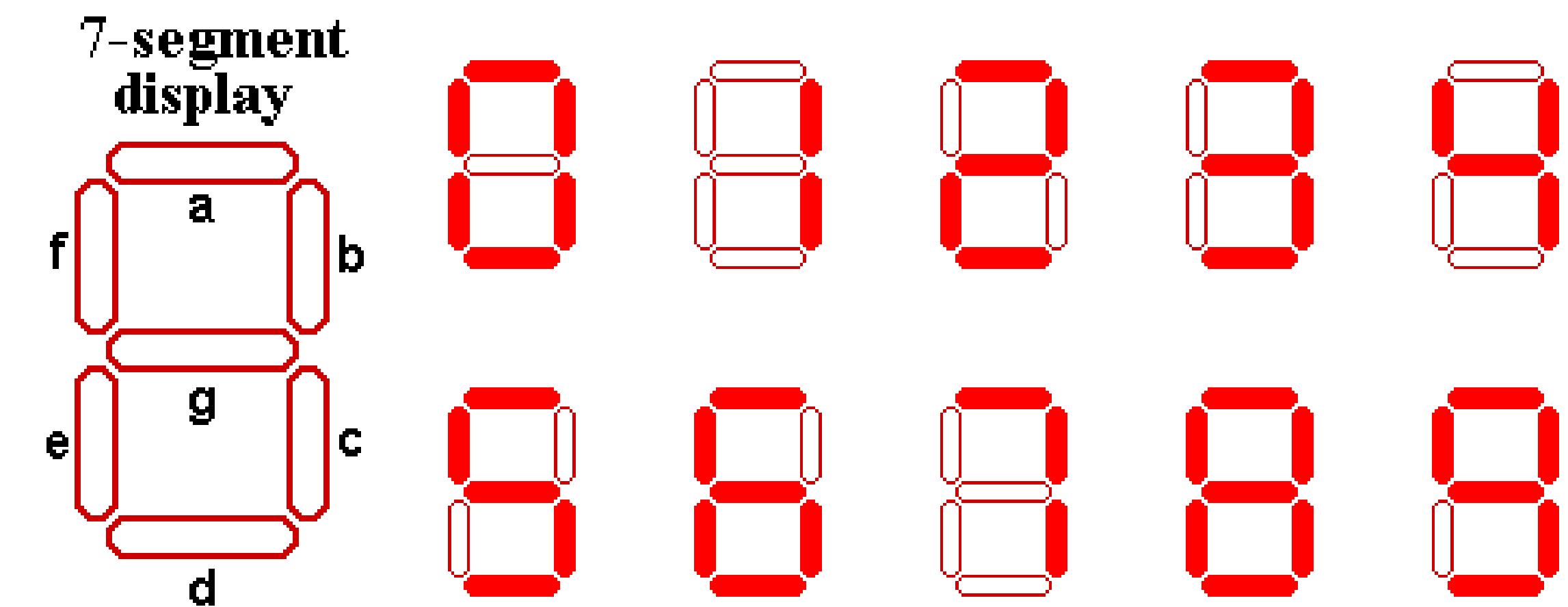
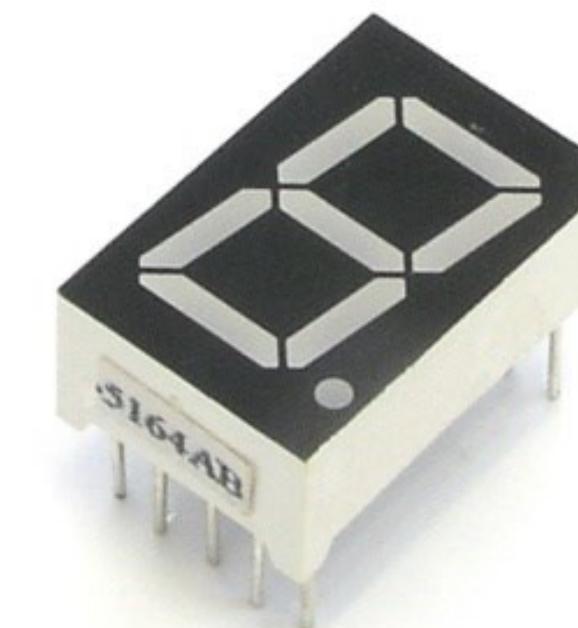
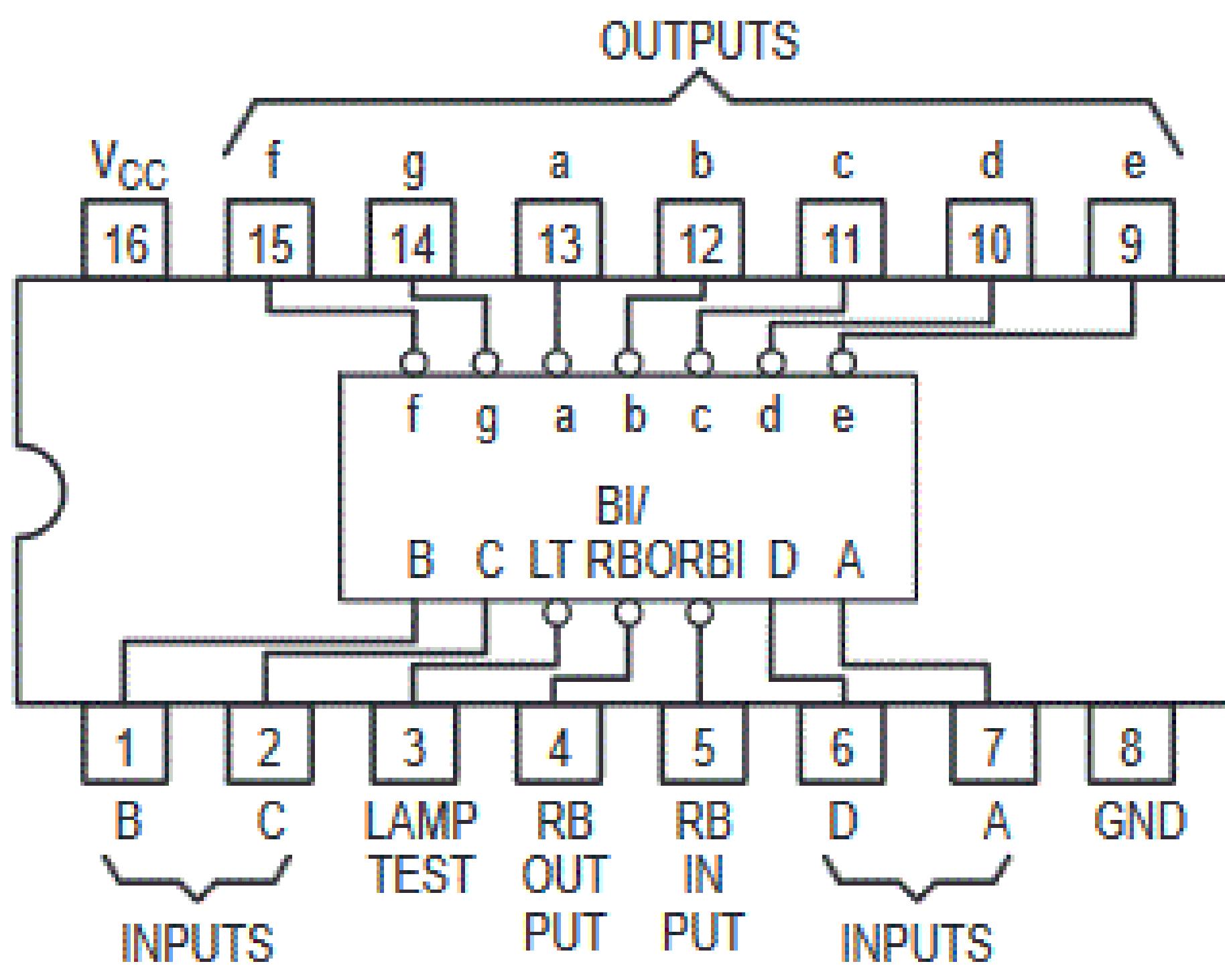
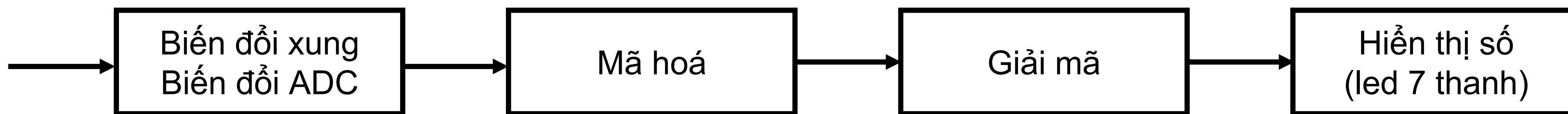


# Chỉ thị số

- Nguyên lý chung



# Chỉ thị số



# Lưu ý

- Dụng cụ chỉ thị số được sử dụng để đo dòng điện
- Cơ cấu chỉ thị số, về nguyên lý hiển thị tín hiệu điện áp. Do vậy, khi đo dòng điện cần có bộ chuyển đổi tín hiệu dòng/áp tương ứng