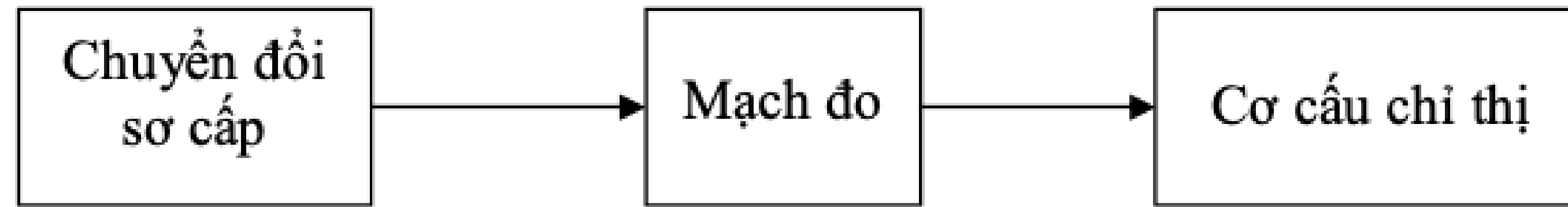


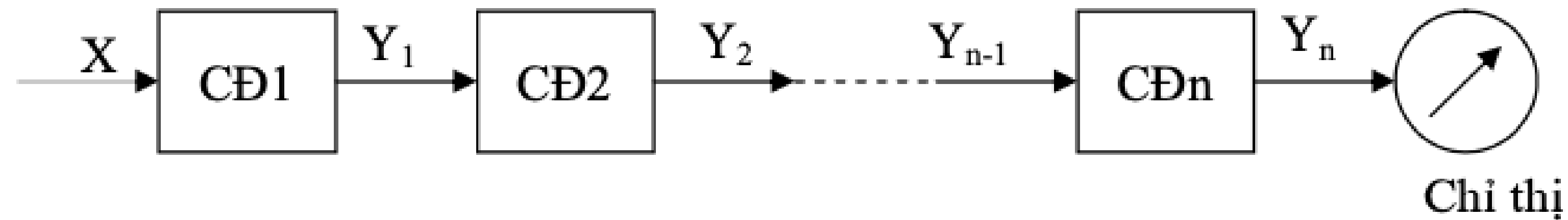
Sơ đồ cấu trúc thiết bị đo



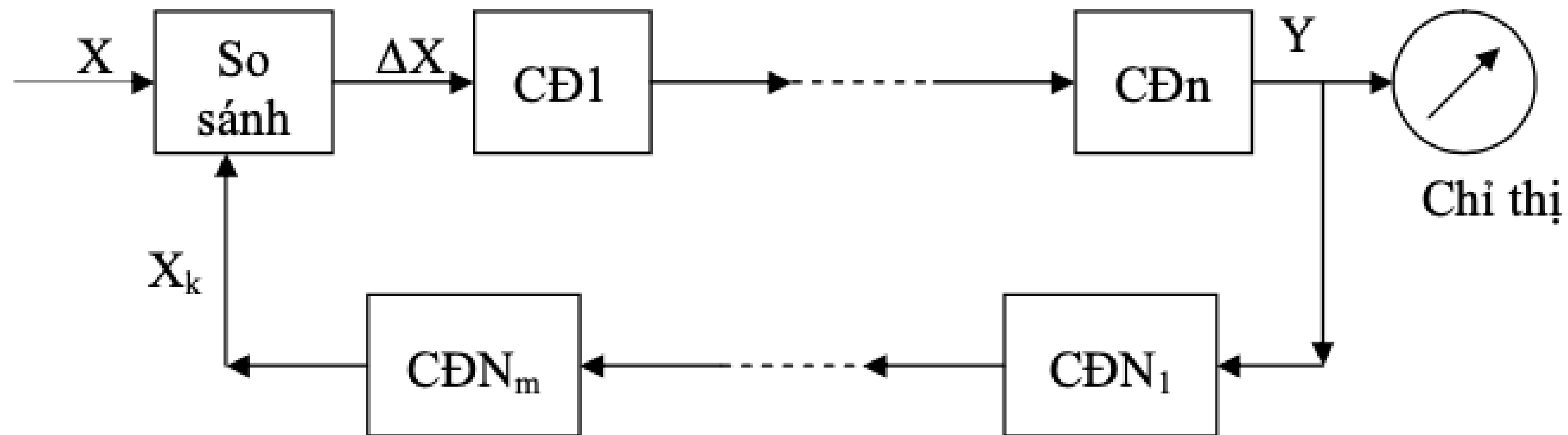
- Chuyển đổi sơ cấp: làm nhiệm vụ biến đổi các đại lượng đo thành tín hiệu điện. Đây là khâu quan trọng nhất của thiết bị đo
- Mạch đo: là khâu thu thập gia công thông tin đo sau chuyển đổi sơ cấp, làm nhiệm vụ tính toán và thực hiện các phép tính trên sơ đồ mạch
- Cơ cấu chỉ thị: là khâu cuối cùng của 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

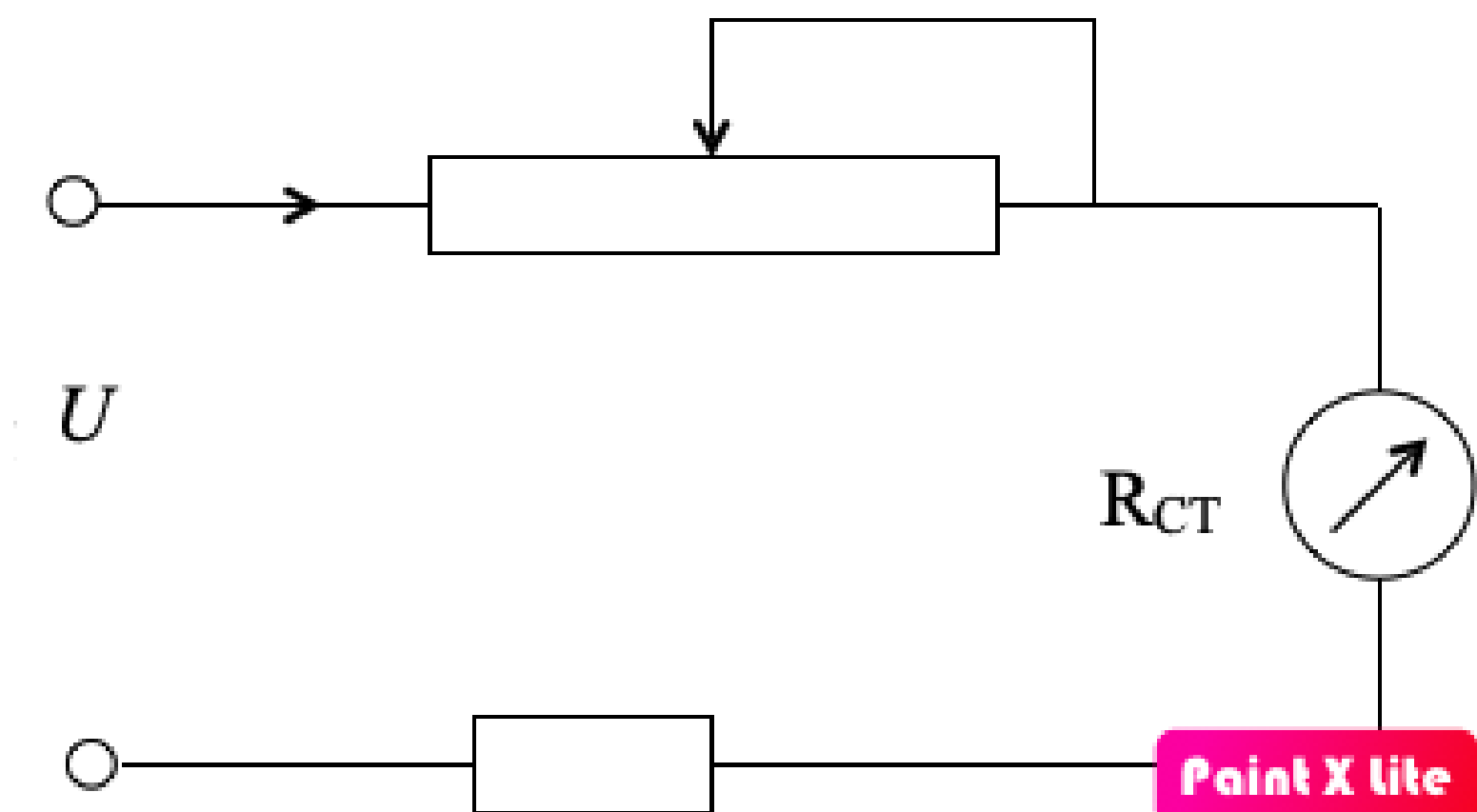
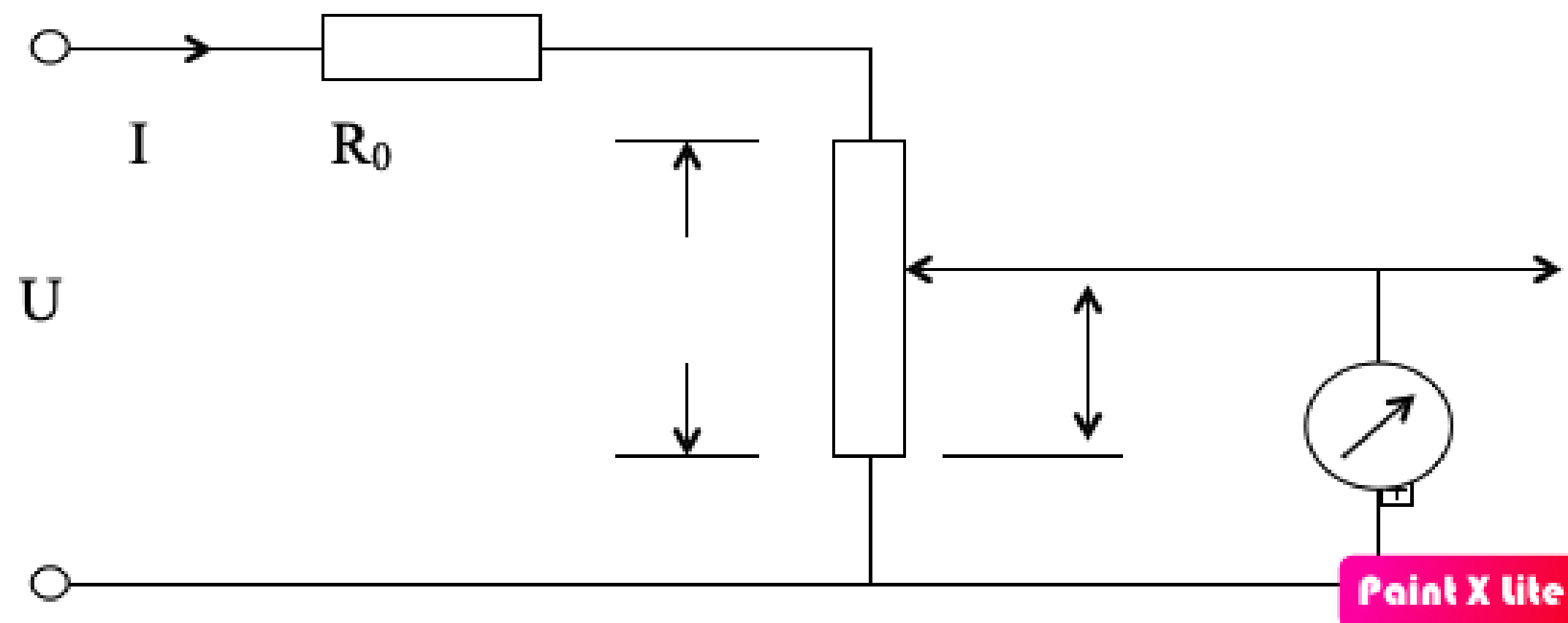
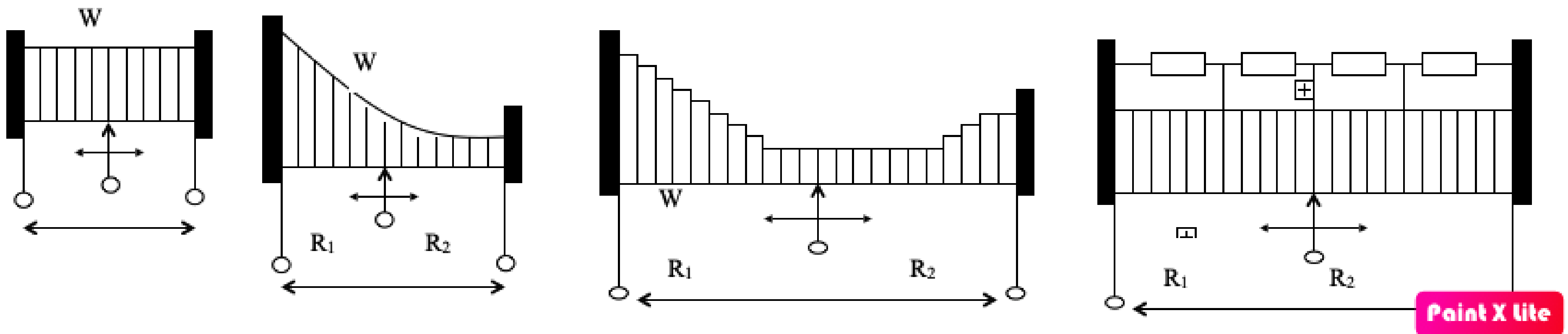
- Các nguyên lý cơ bản của bộ chuyển đổi
- Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của bộ chỉ thị kim
- Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của bộ chỉ thị số

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 nhiệt trở
 - ▶ Chuyển đổi điện từ
 - ▶ Chuyển đổi quang điện
 - ▶ Chuyển đổi tĩnh 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

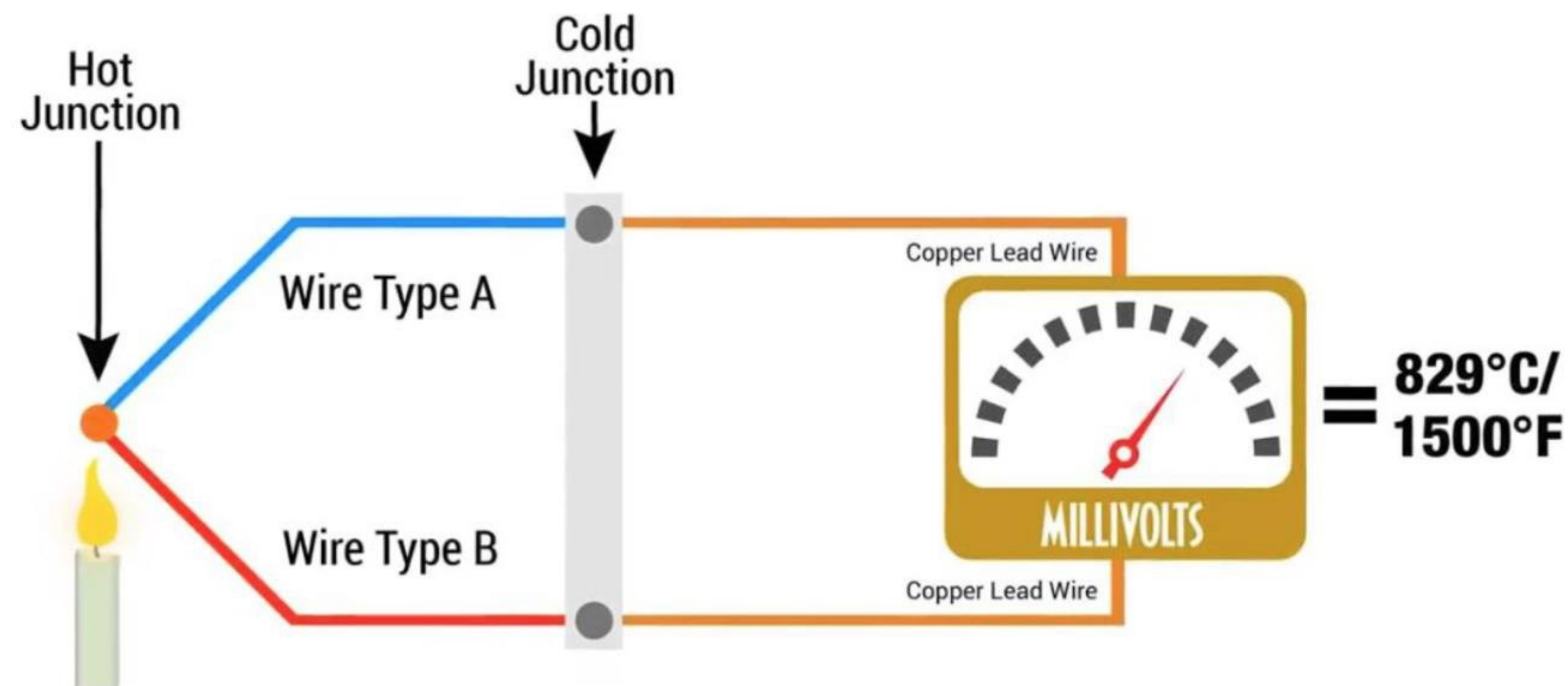


Can nhiệt điện Pt100

Làm từ Platinum
Giá trị 100Ω ở 0°C
Nhiệt độ đo max là 850°C

Cặp nhiệt điện

- Được chế tạo từ hiệu ứng nhiệt điện

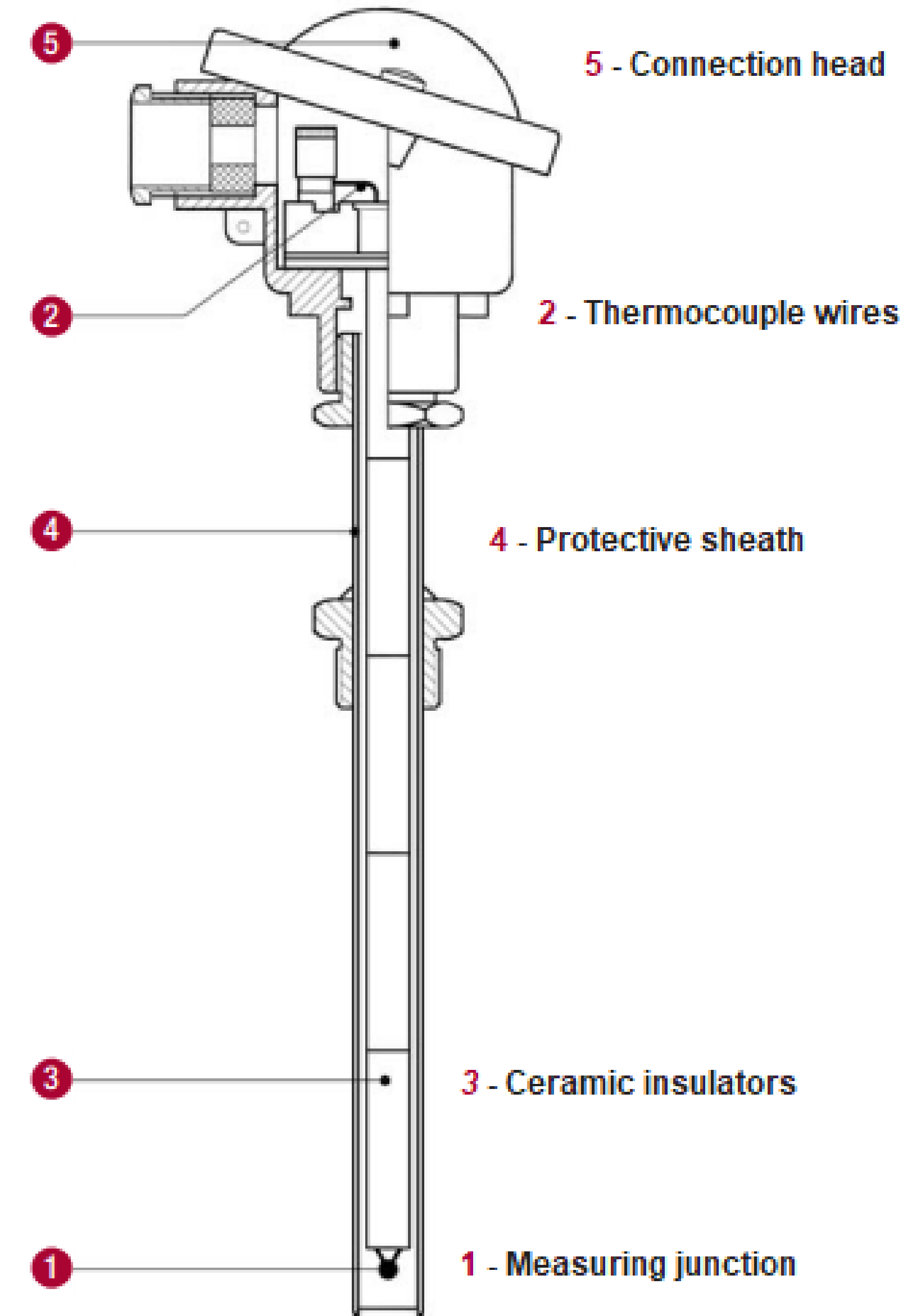


Hiệu ứng Seebeck

Chênh lệch nhiệt độ giữa hai đầu nóng và lạnh

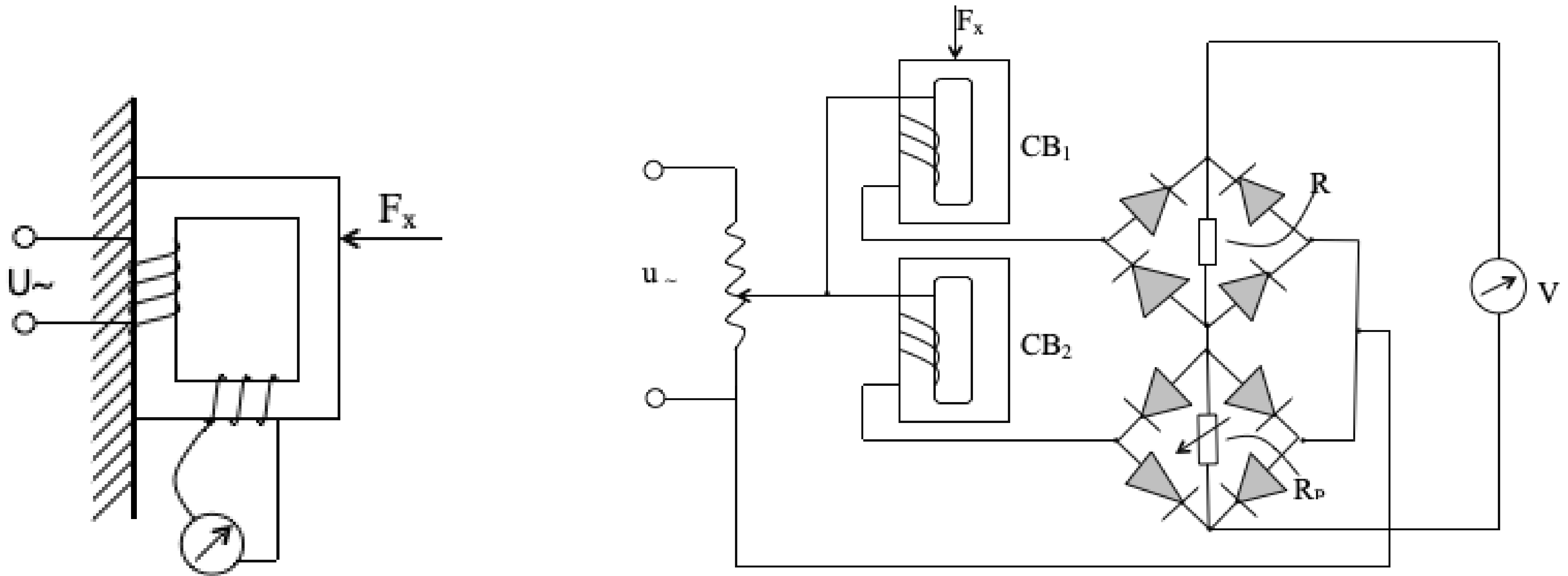
Xuất hiện suất điện động ở trong mạch kín

Hiệu ứng Peltier
Hiệu ứng Thomson



Cảm biến áp từ

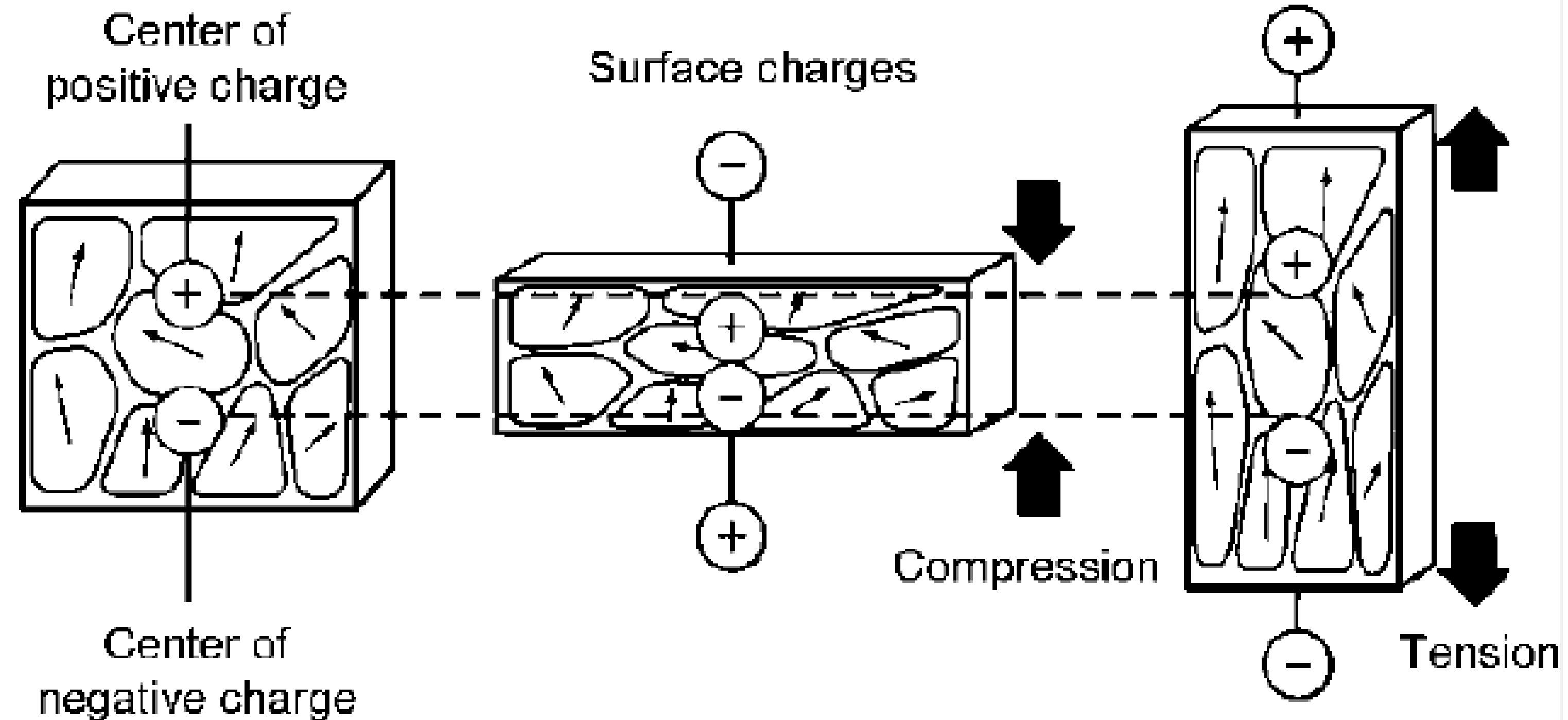
- Áp lực chuyển đổi thành tín hiệu từ trường thay đổi



Cảm biến áp điện

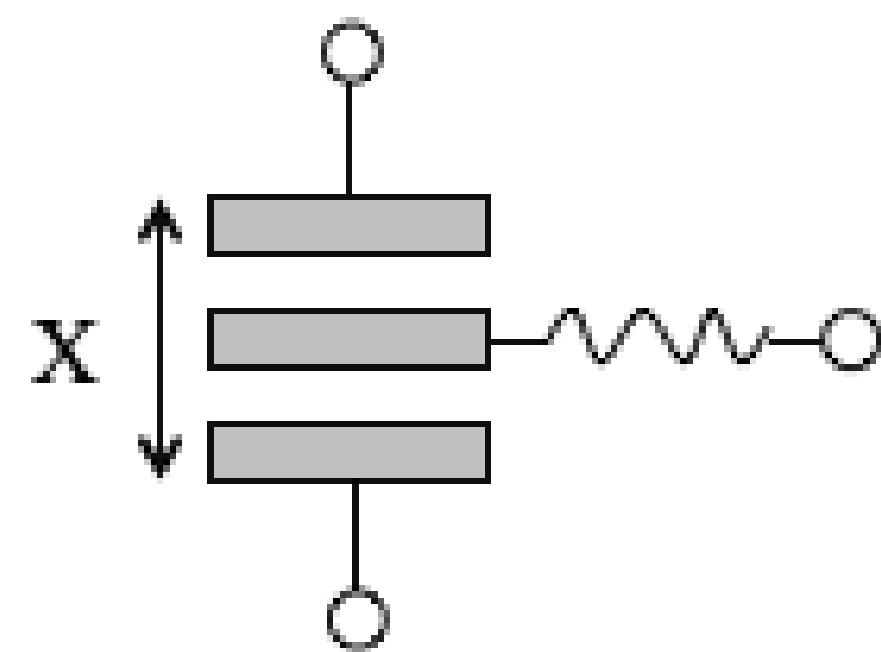
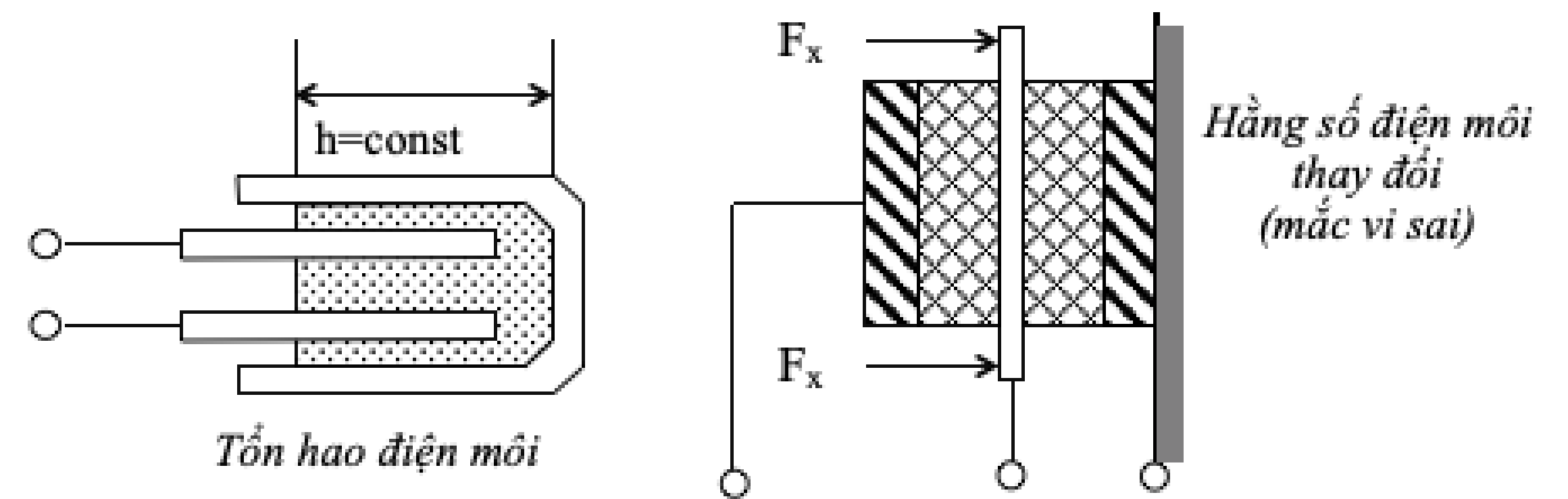
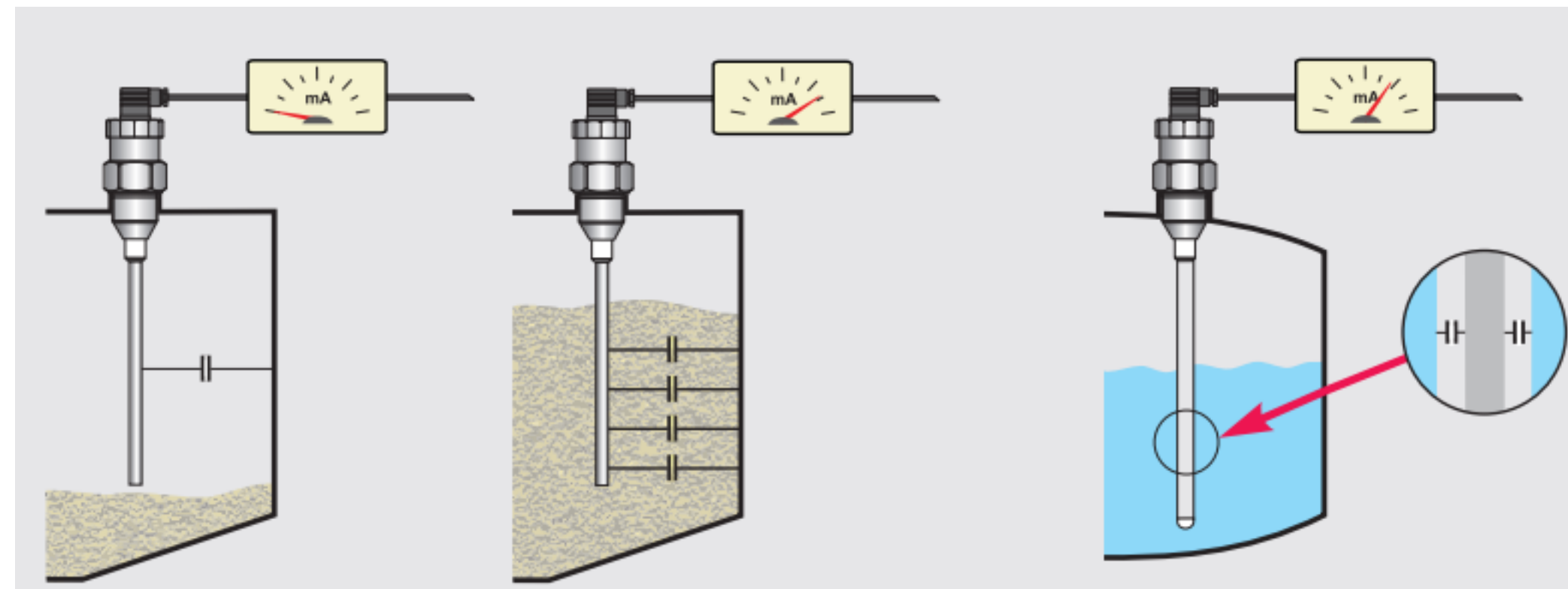
- Tín hiệu về lực, áp lực chuyển đổi thành điện áp

Cân điện tử

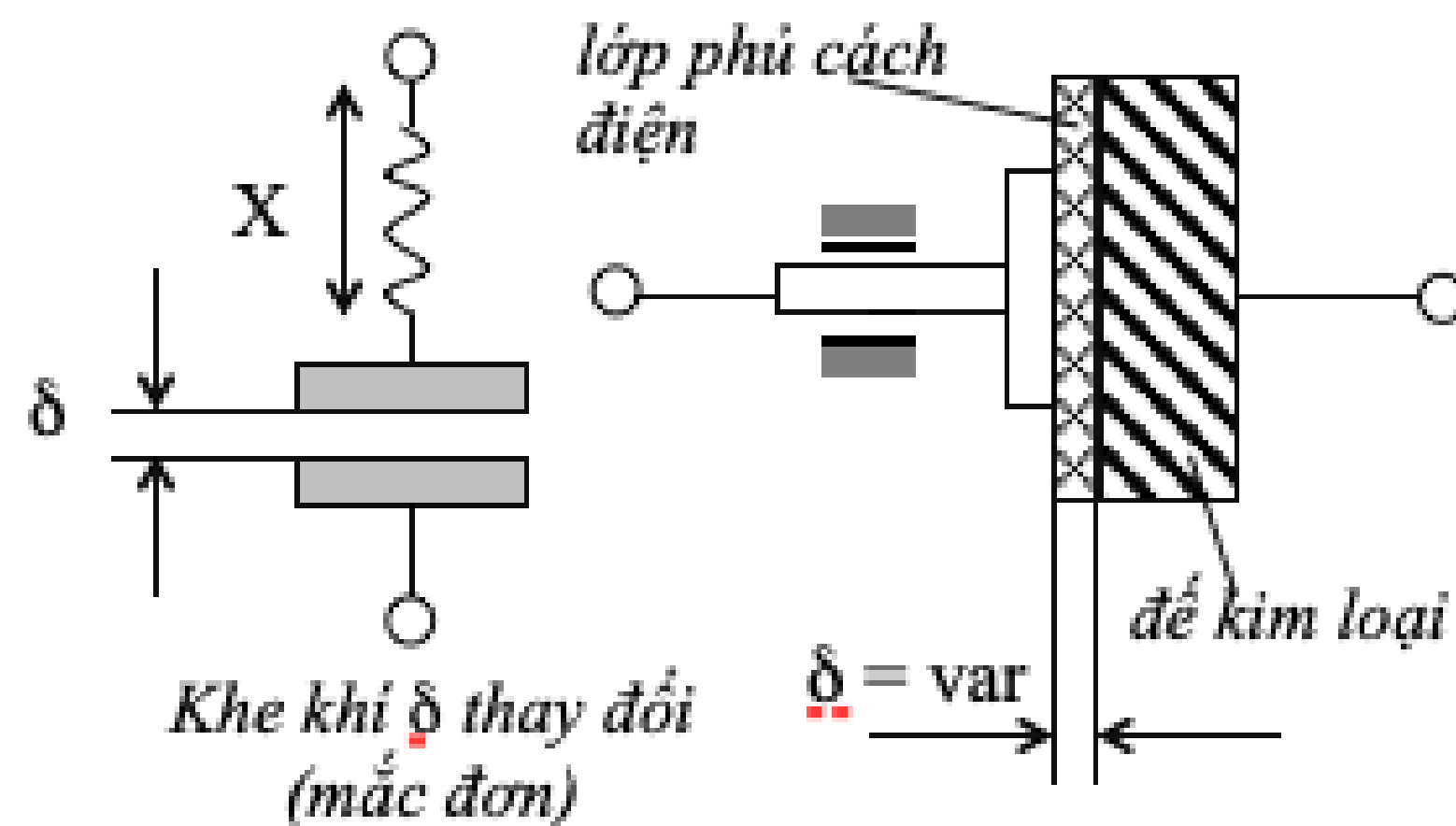


Cảm biến điện dung

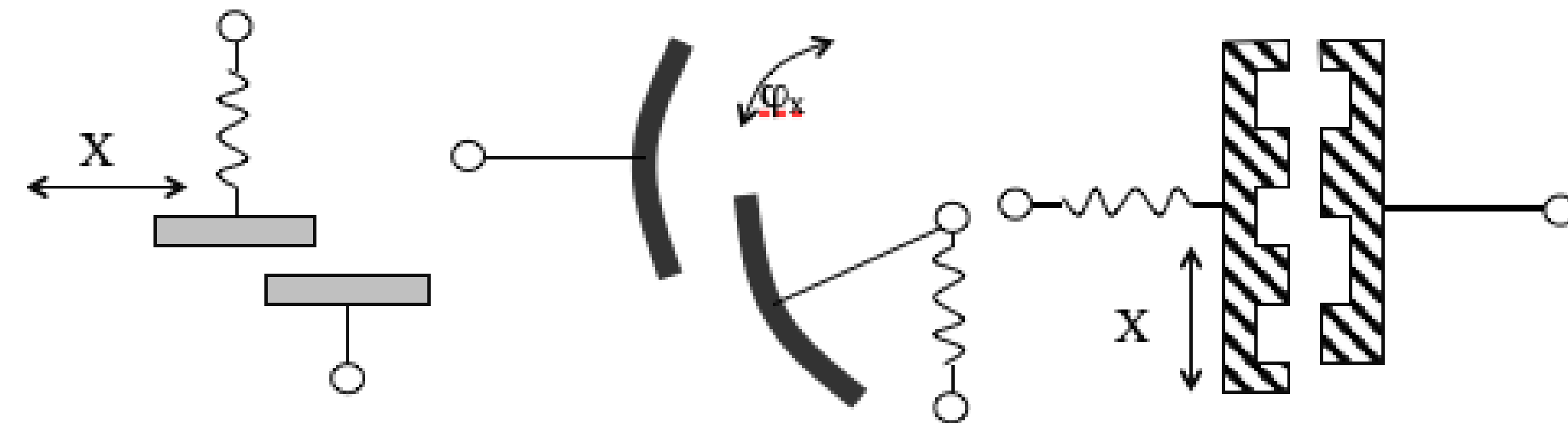
- Sự thay đổi của đại lượng cần đo làm thay đổi điện dung của cảm biến



Khe khí δ thay đổi
(mắc vì sai)



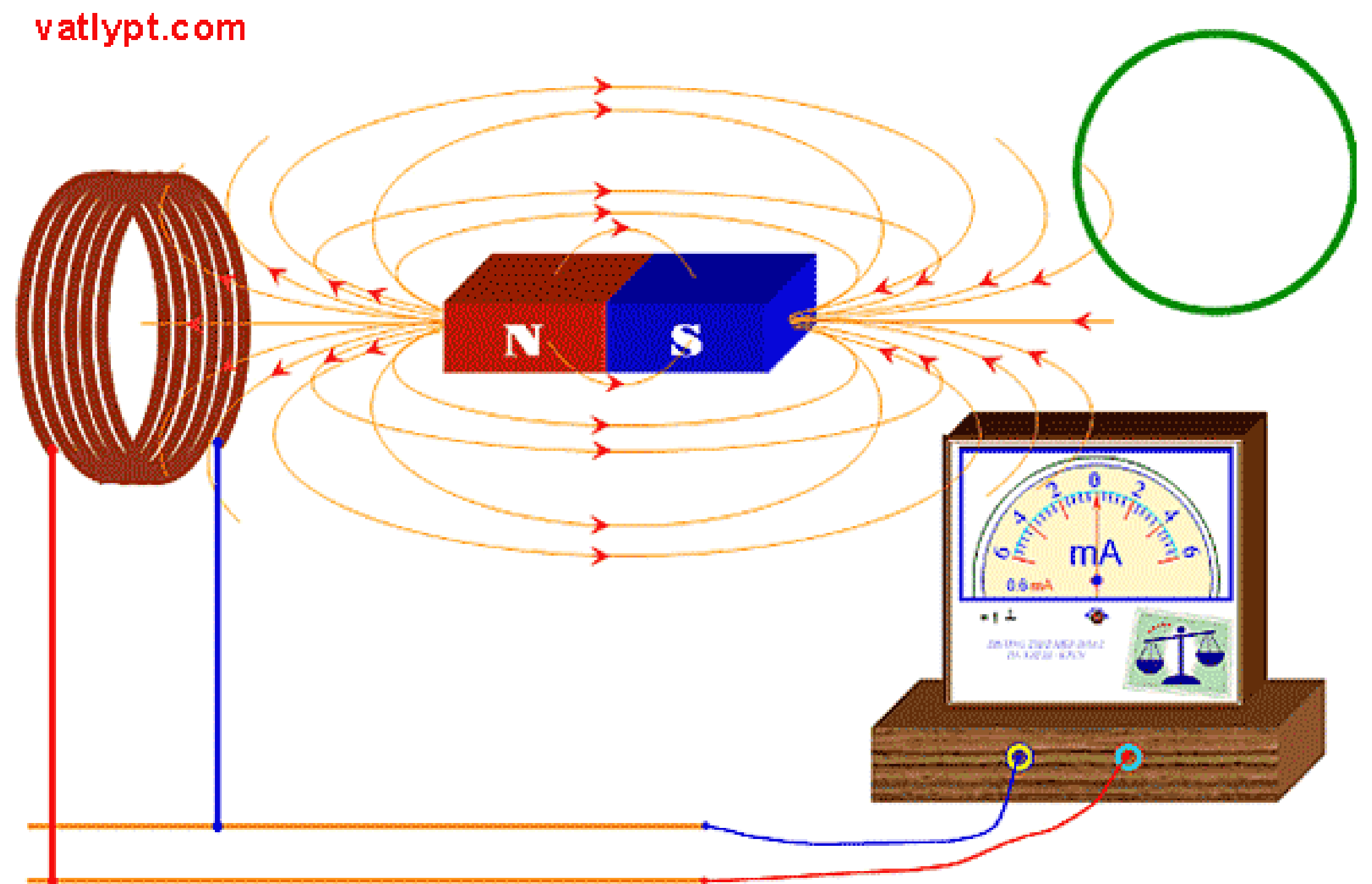
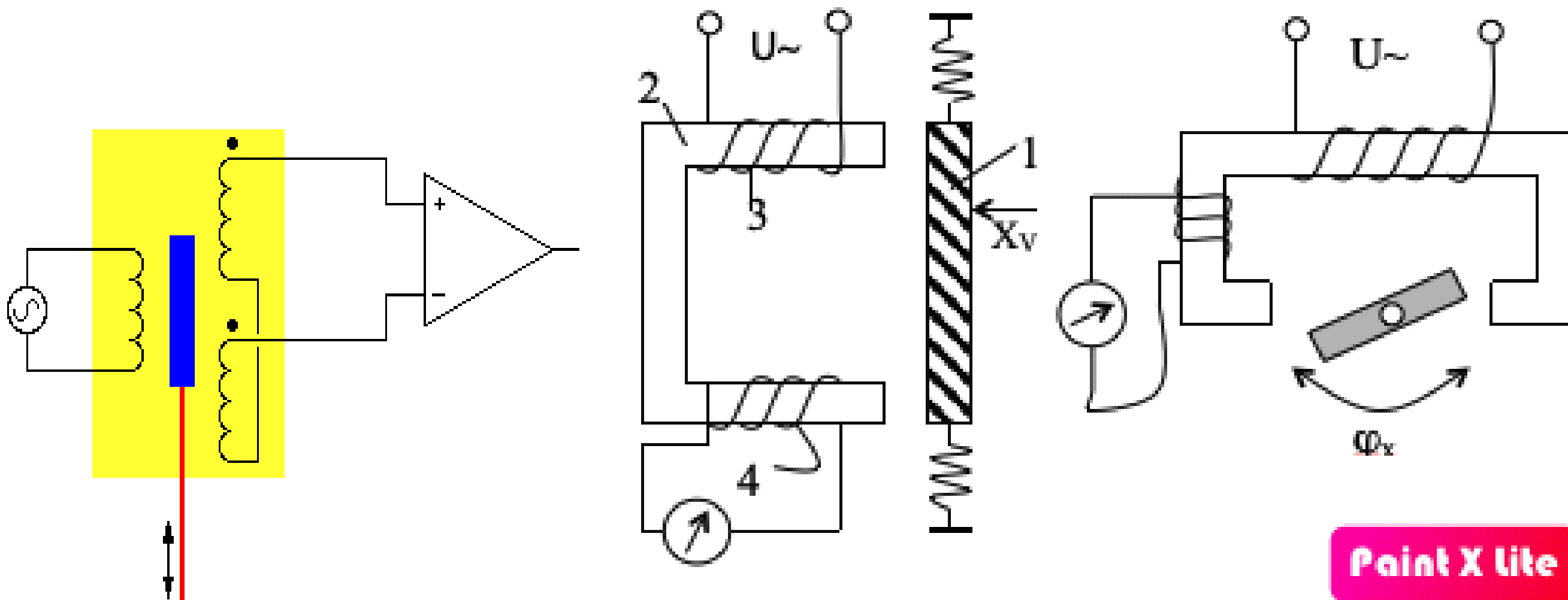
Khe khí δ thay đổi
(mắc đơn)



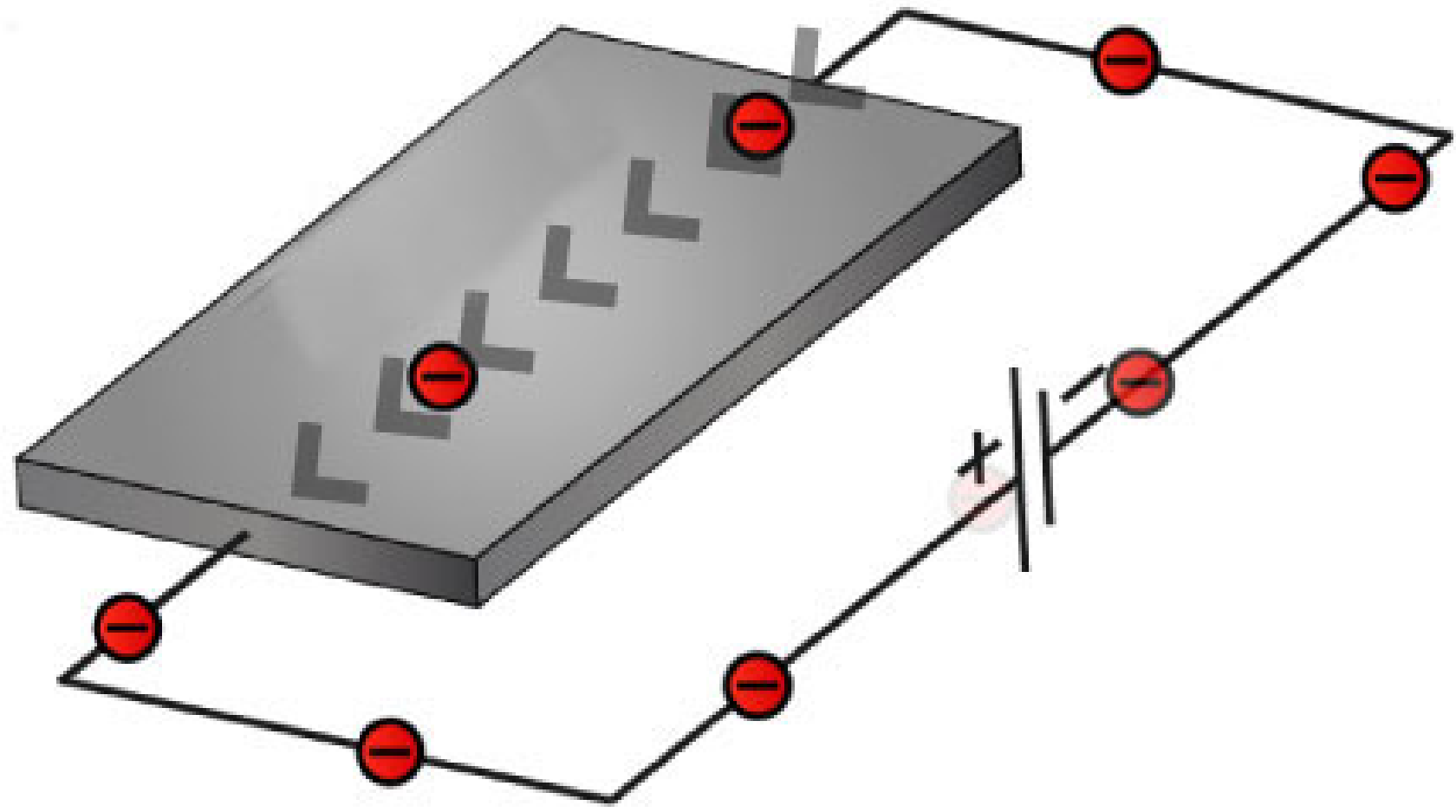
Tiết diện s thay đổi (mắc đơn)

Cảm ứng điện từ

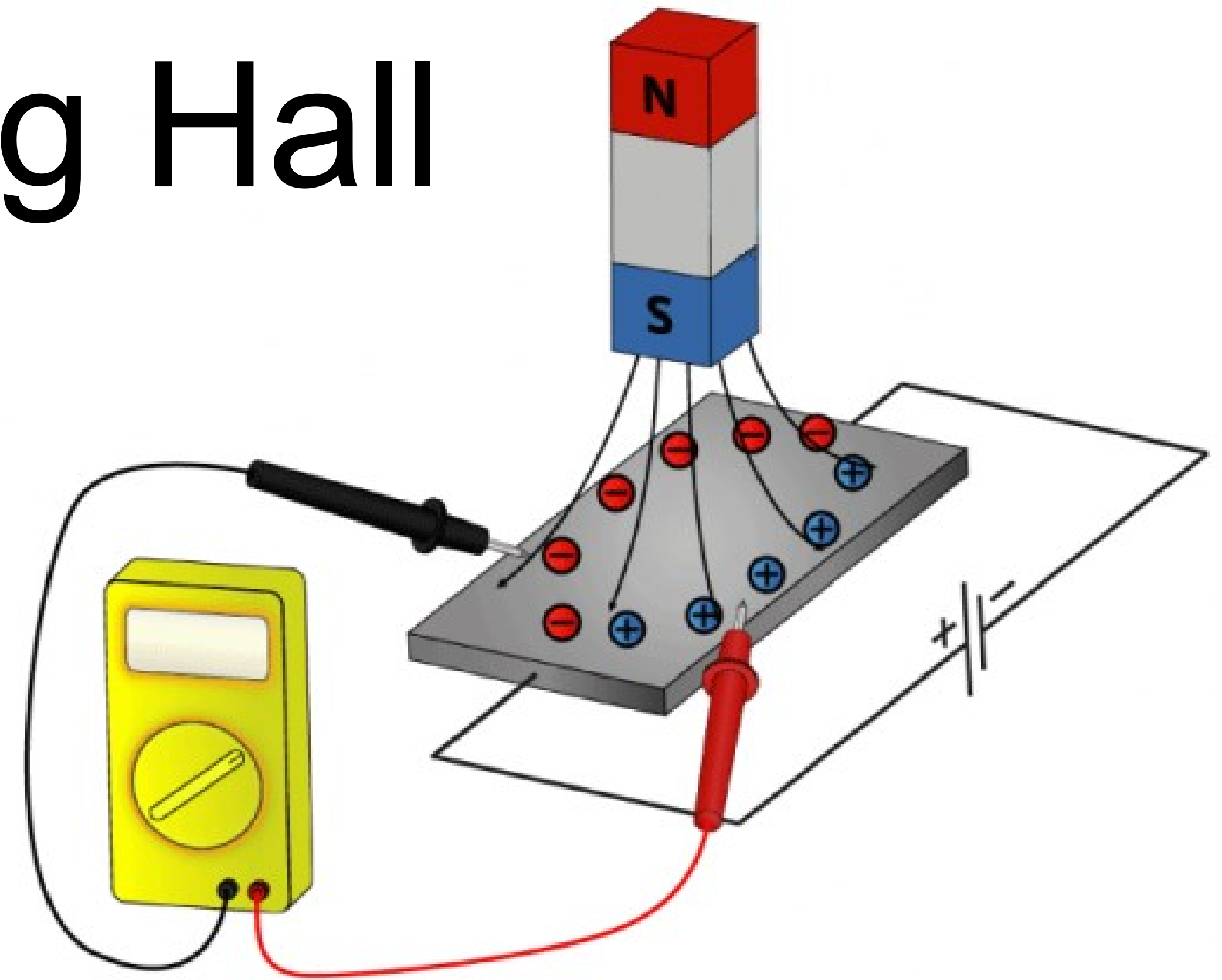
- Cuộn dây kín đặt trong từ trường biến thiên sẽ phát sinh dòng điện
- Dòng điện biến thiên sẽ tạo ra từ trường biến thiên



Hiệu ứng Hall

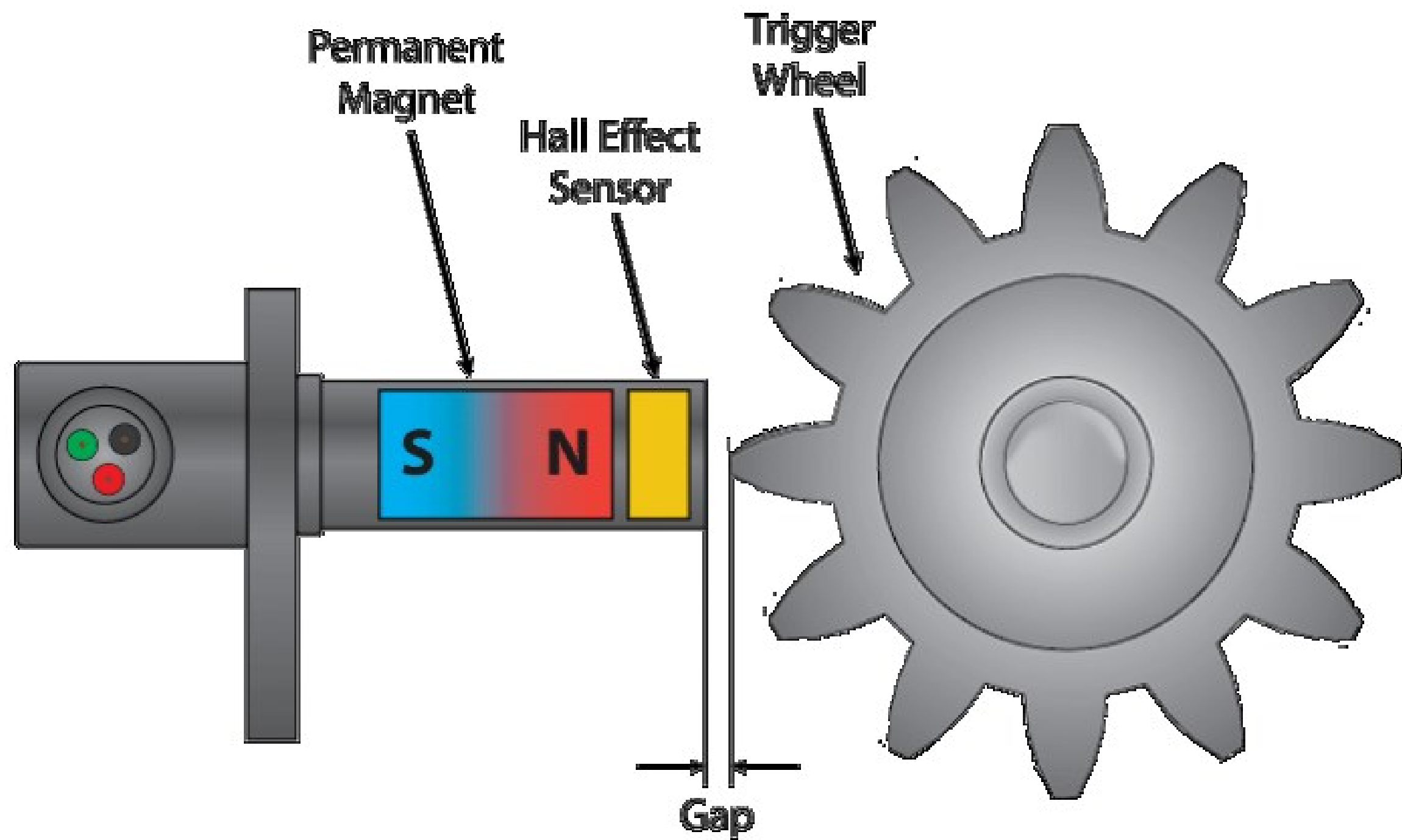


- Cấp nguồn cho thanh kim loại → có dòng chuyển động của các điện tử



- 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

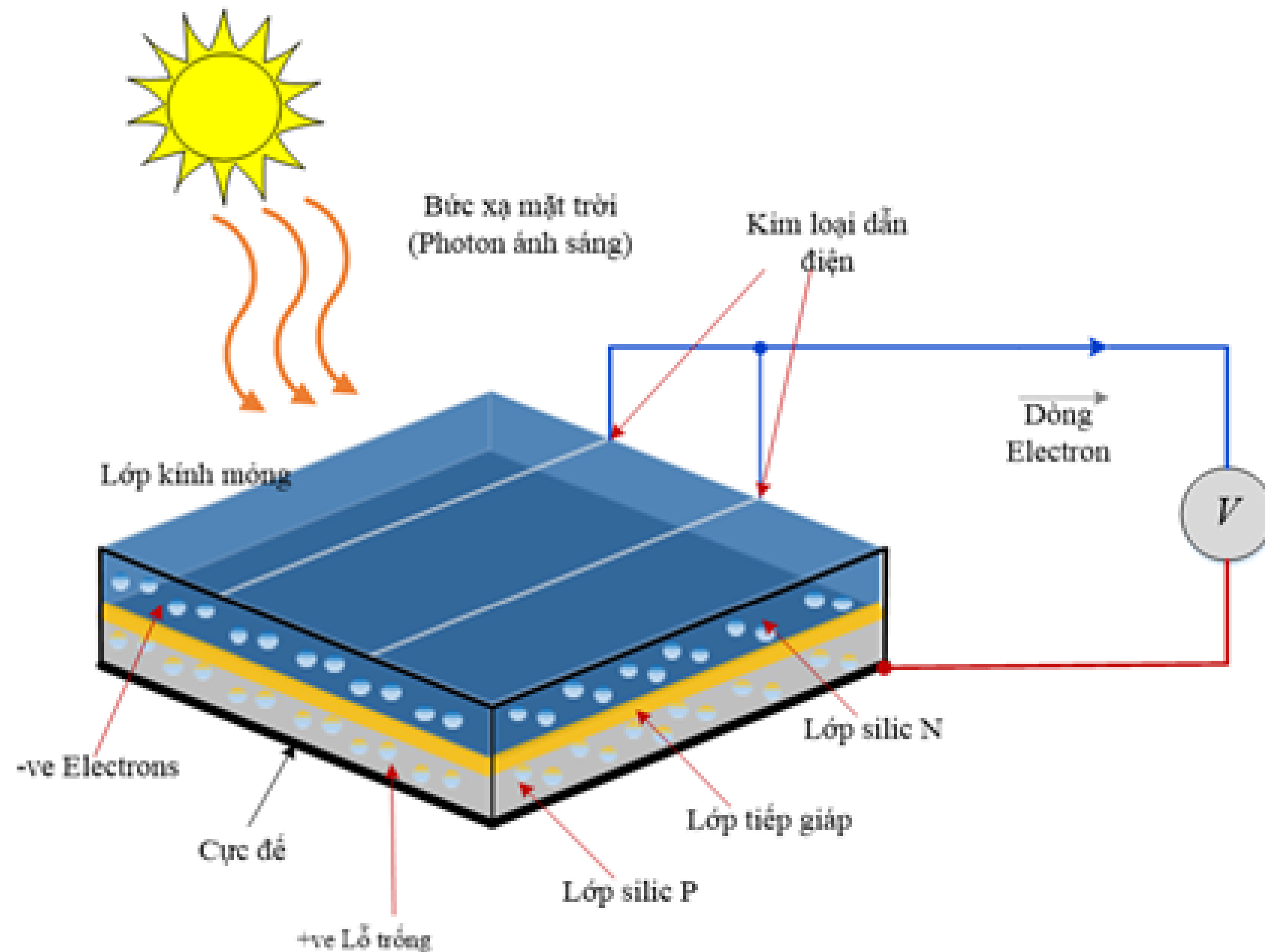
Hiệu ứng Hall



Đo tốc độ quay

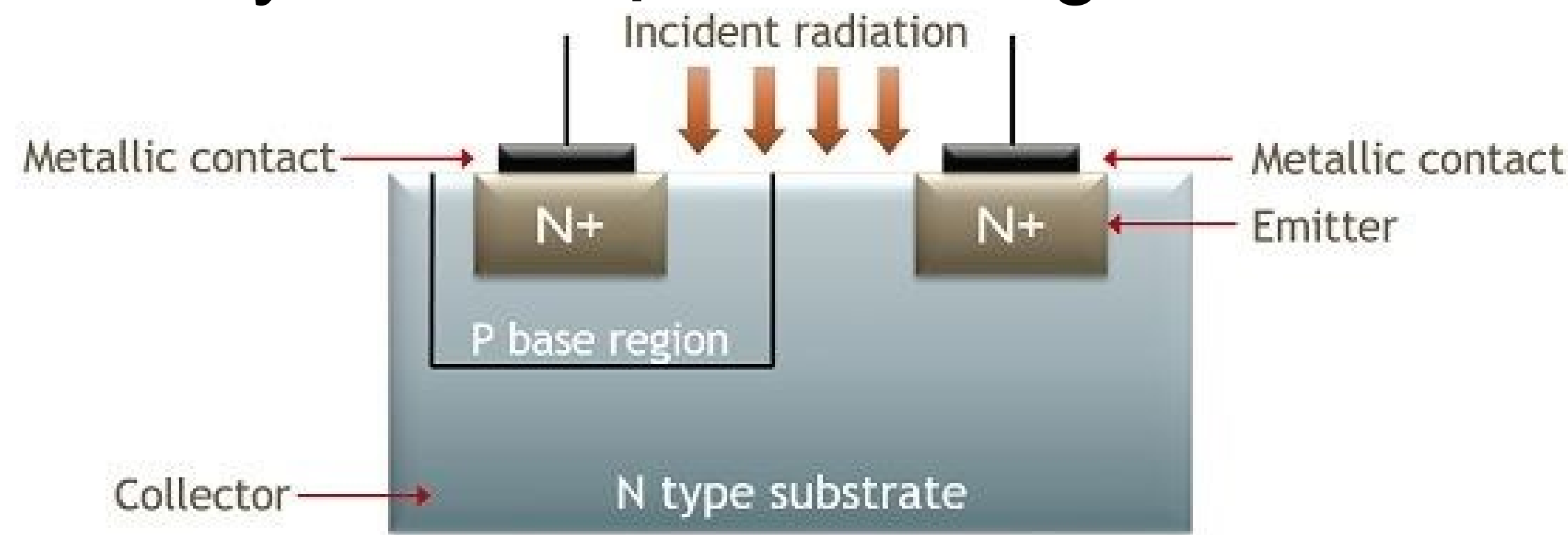
Tế bào quang điện

- Chuyển tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu điện



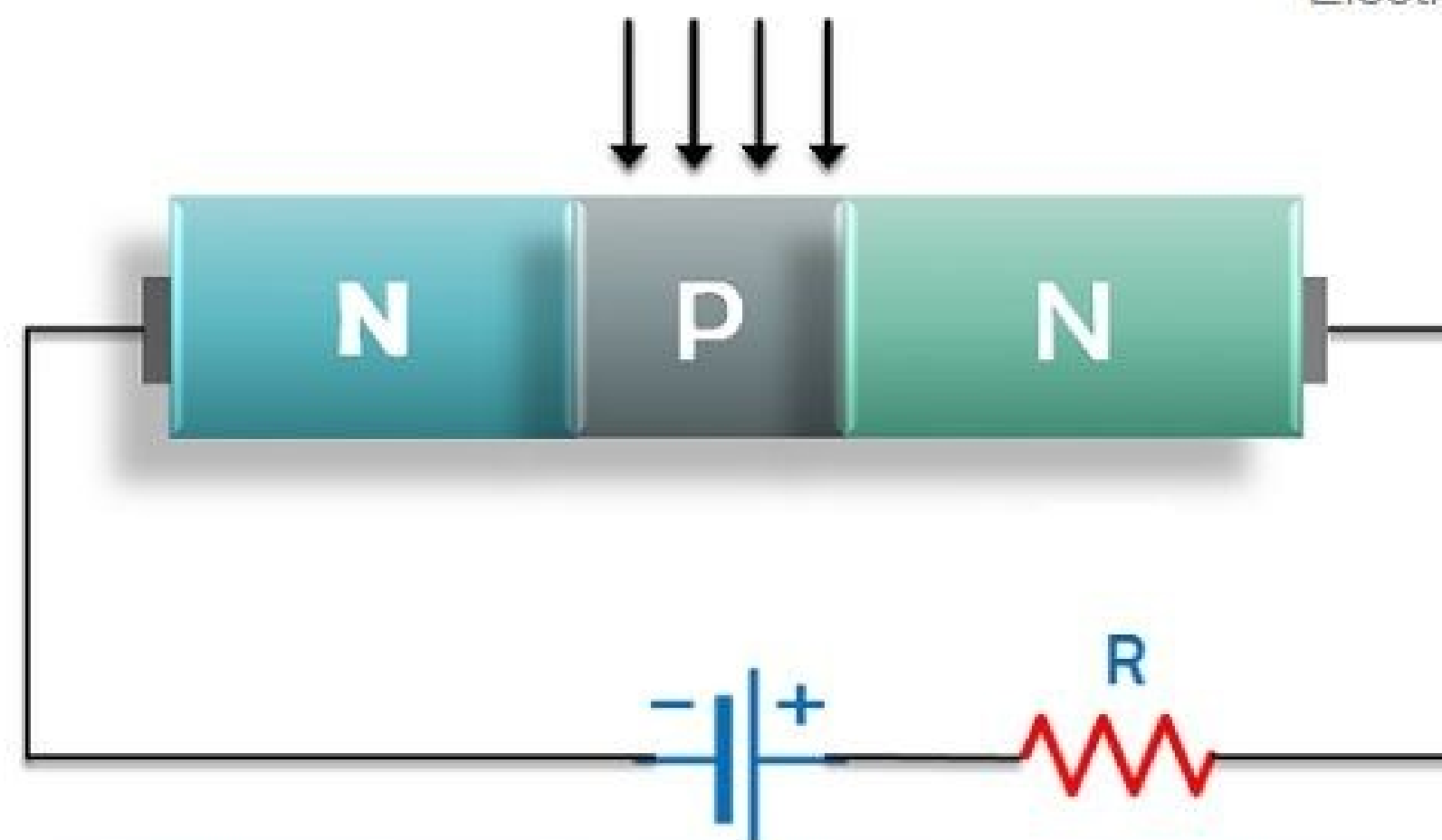
Tế bào quang điện

- Chuyển tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu điện

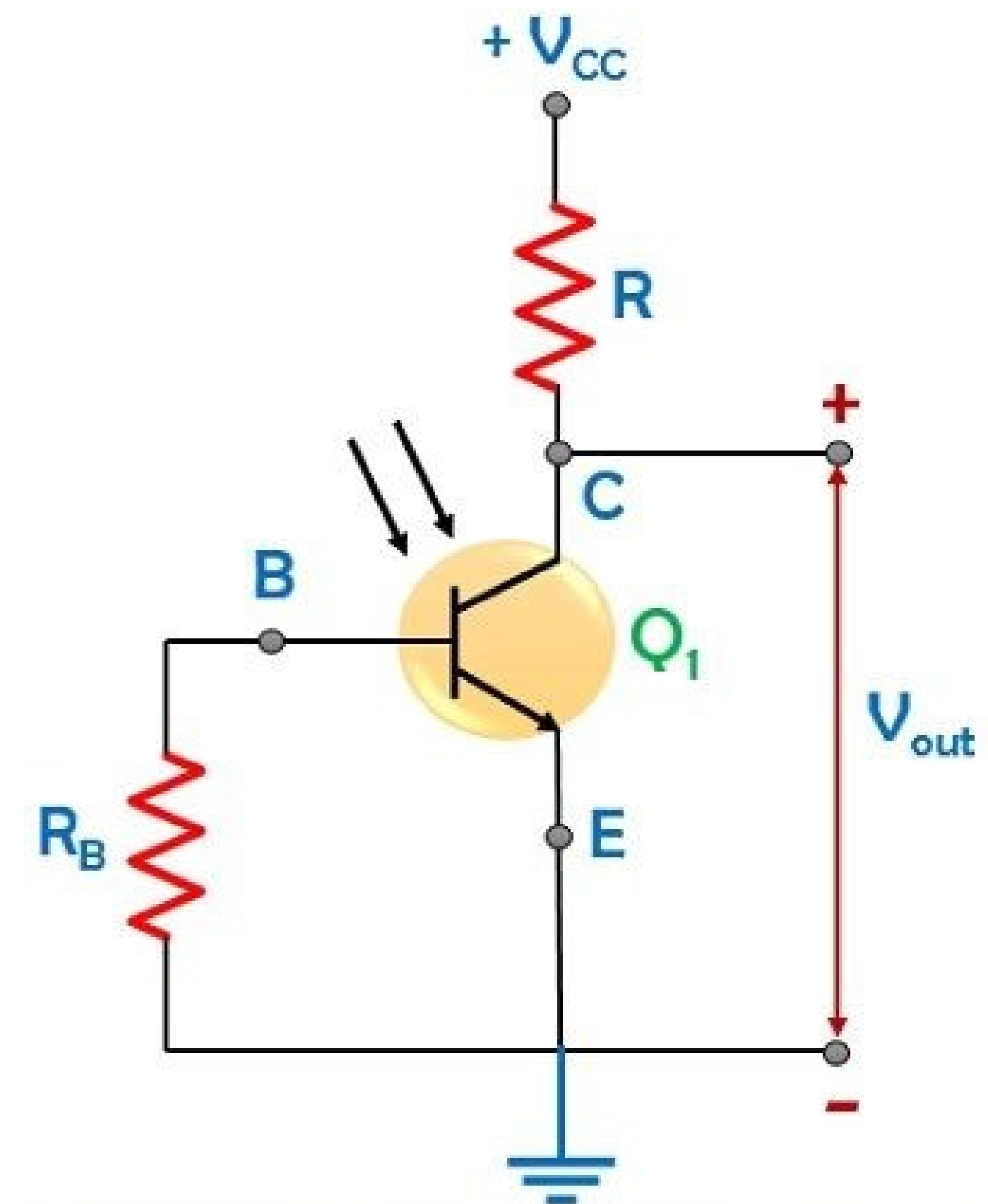


Structure of Phototransistor

Electronics Desk



Working structure of Phototransistor

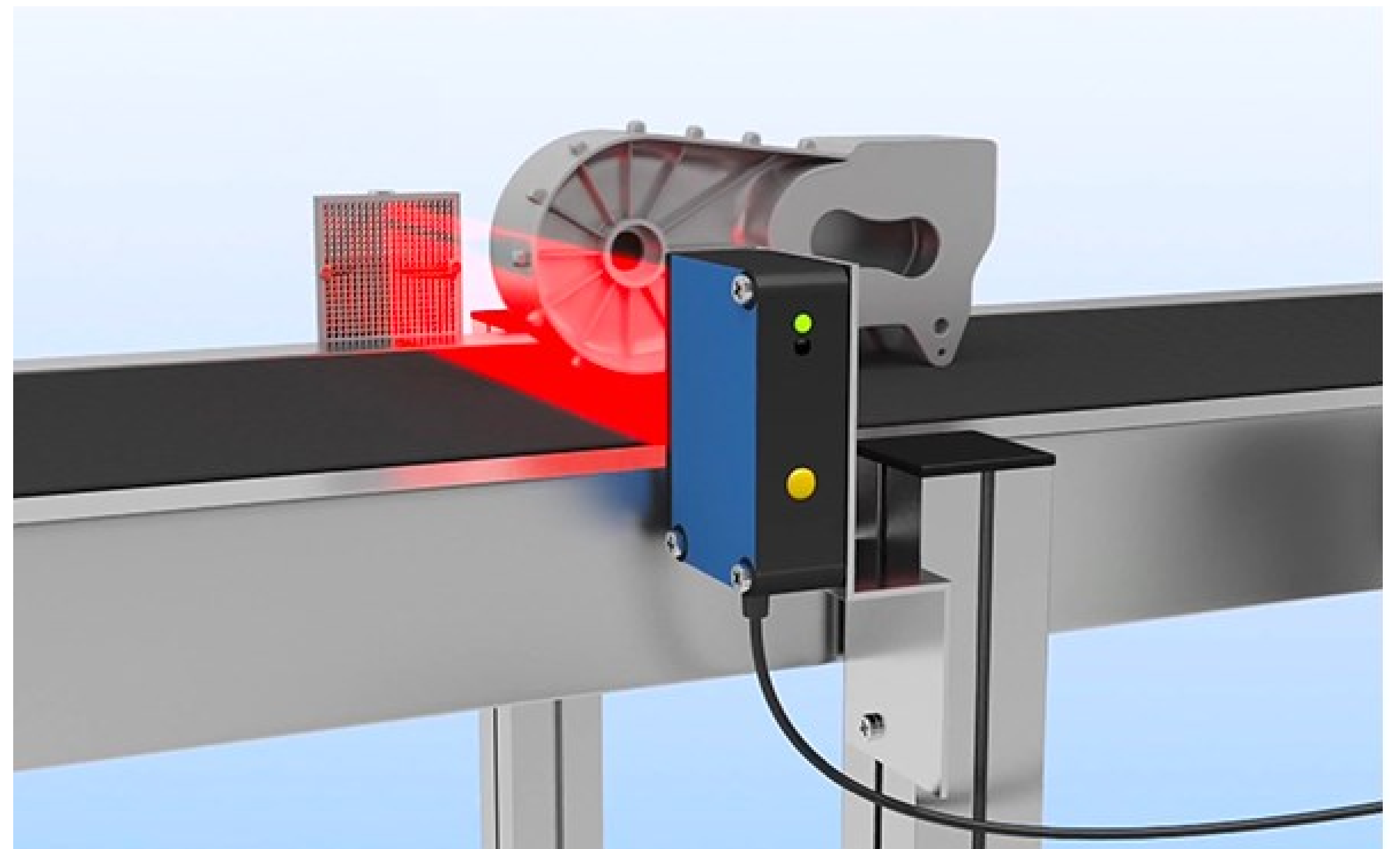


Circuit of Phototransistor

Electronics Desk

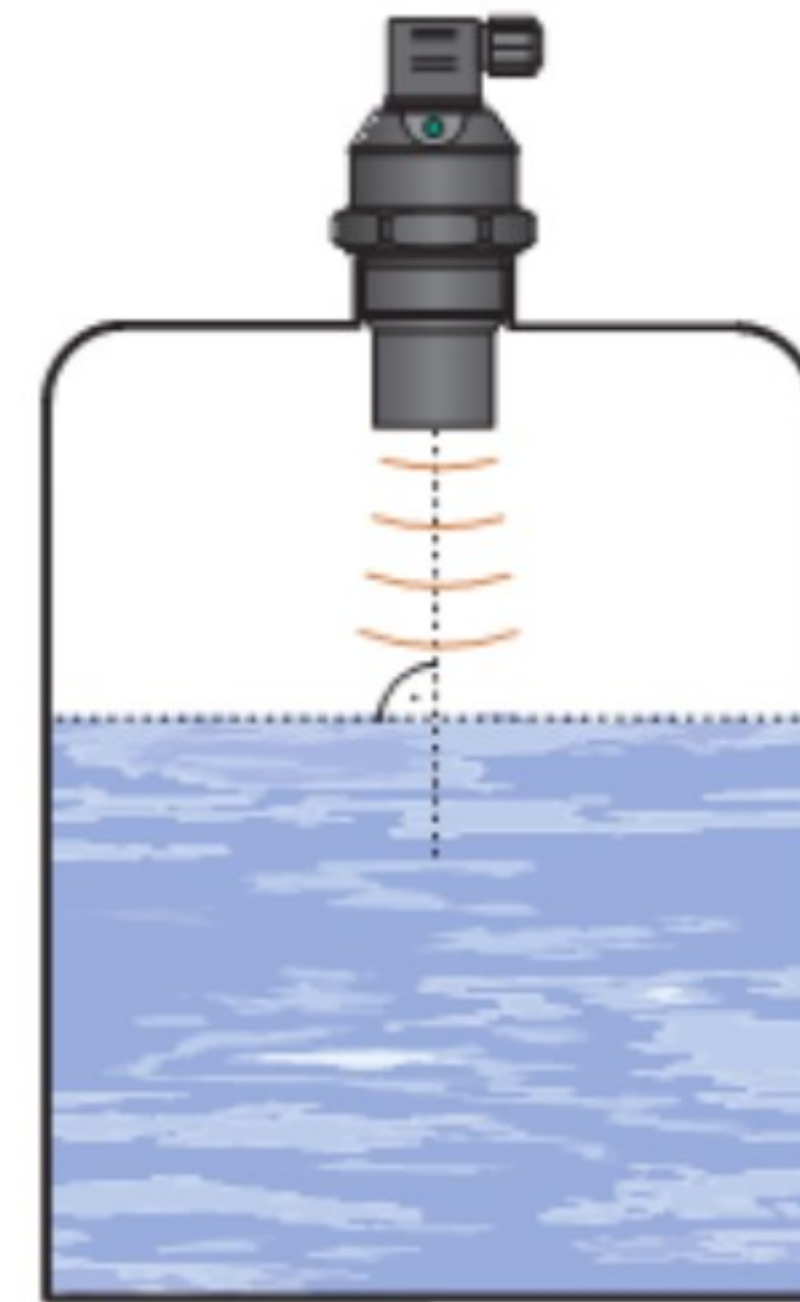
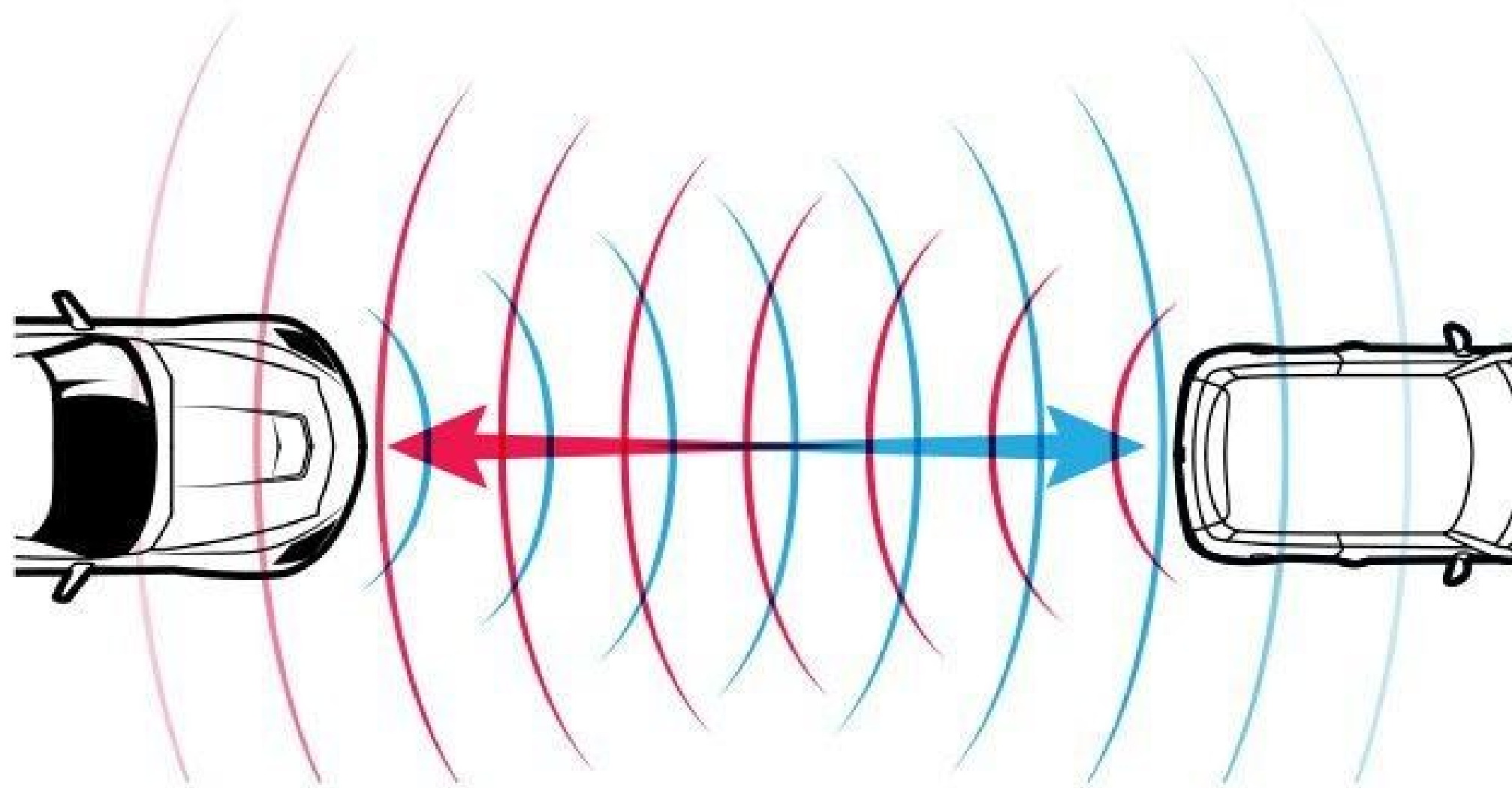
Tế bào quang điện

- 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

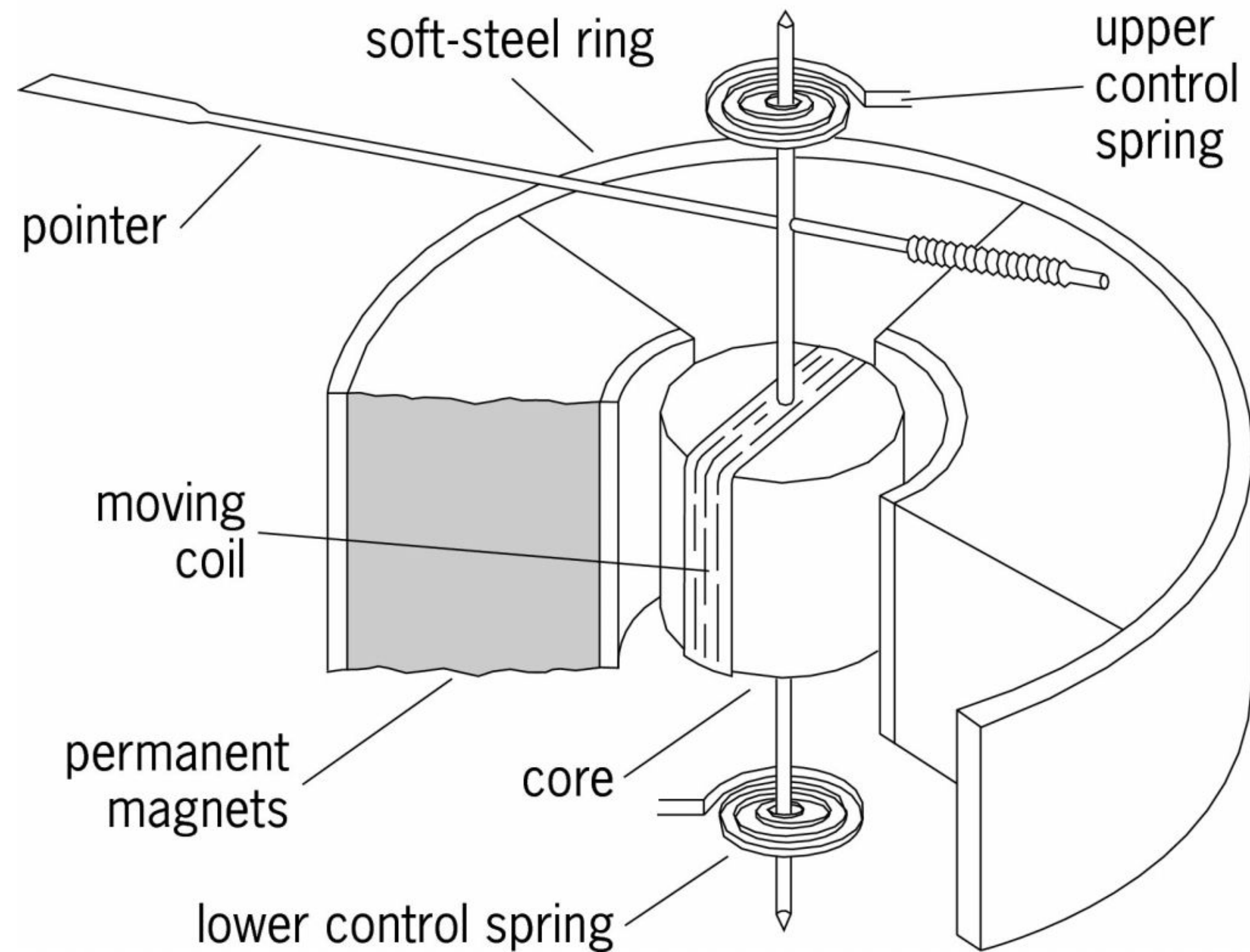
- Cơ cấu chỉ thị cơ điện - chỉ thị kim (analog meter)
 - Cơ cấu từ điện (moving-coil meter)
 - Cơ cấu điện từ (moving-iron meter)
 - Cơ cấu điện động (electrodynamic meter)
- Cơ cấu chỉ thị tự ghi
- Cơ cấu chỉ thị số

Cơ cấu chỉ thị cơ điện

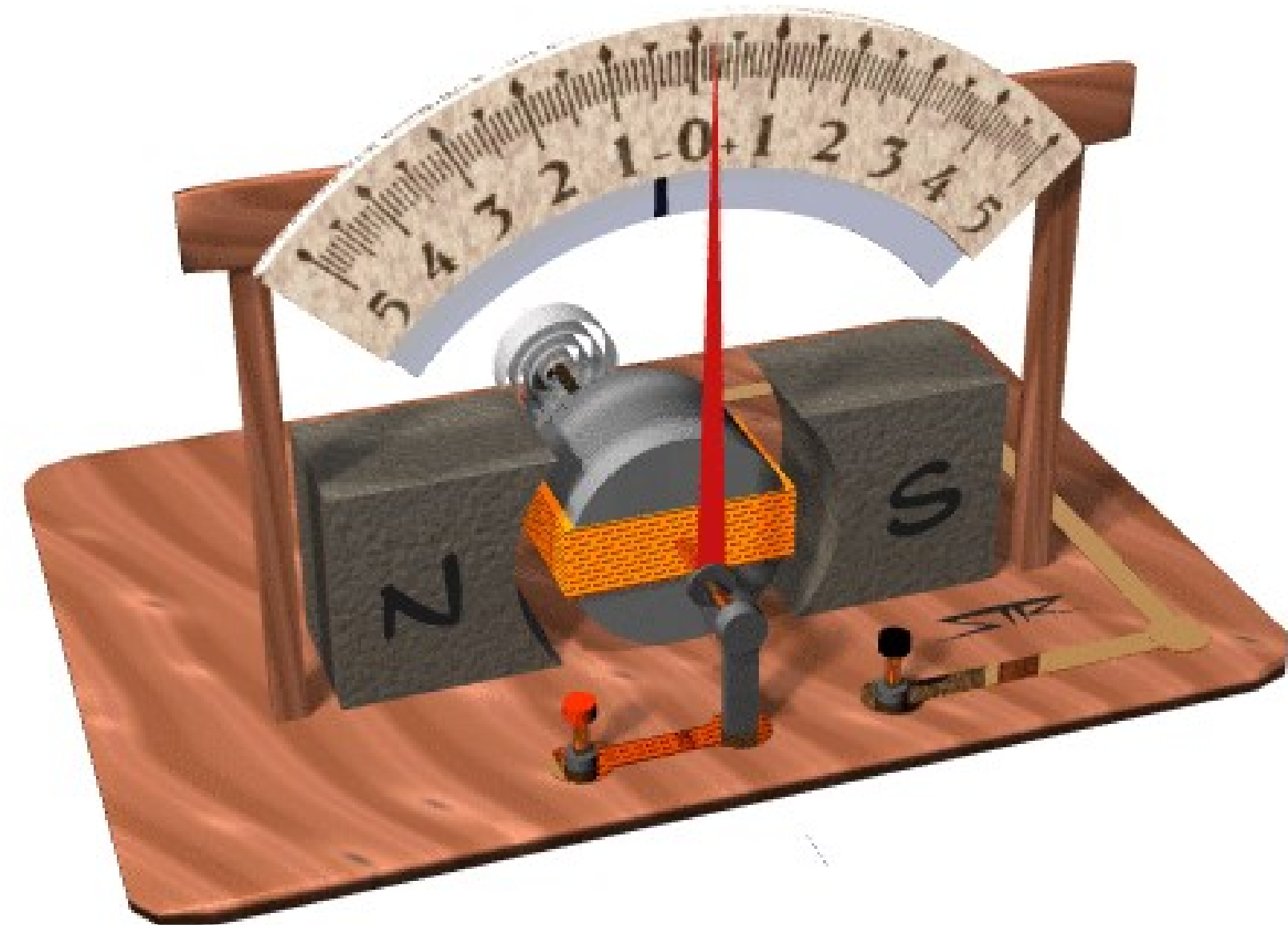
- Là cơ cấu chỉ thị có đại lượng vào là dòng điện, đại lượng ra là góc quay của kim chỉ thị



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

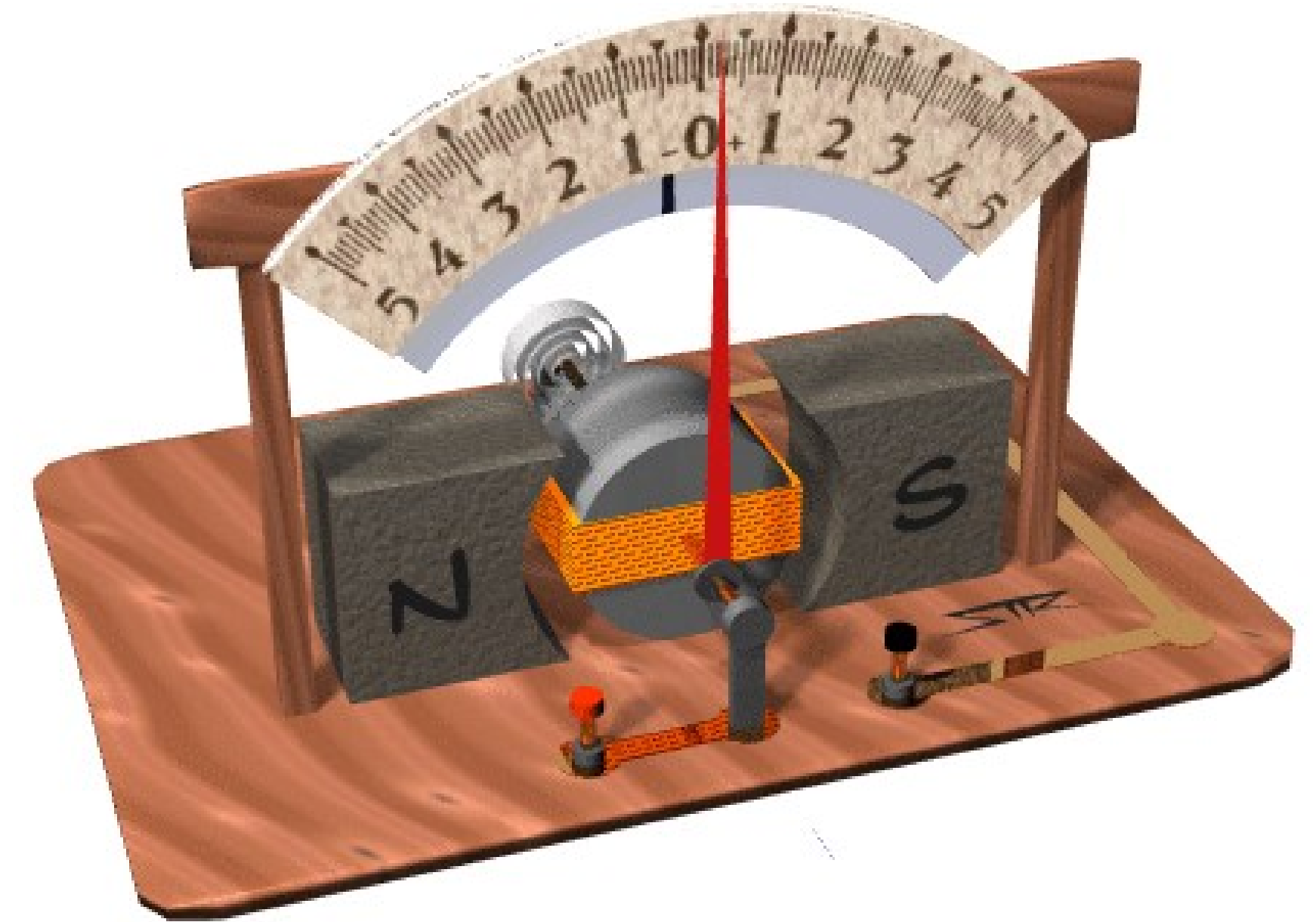
$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha}$$

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

W_e là năng lượng điện từ
 α là góc quay
 Φ từ thông của nam châm

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

B Mật độ từ thông gây ra bởi nam châm
 S tiết diện khung dây
 ω 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

$$M_c = D \cdot \alpha$$

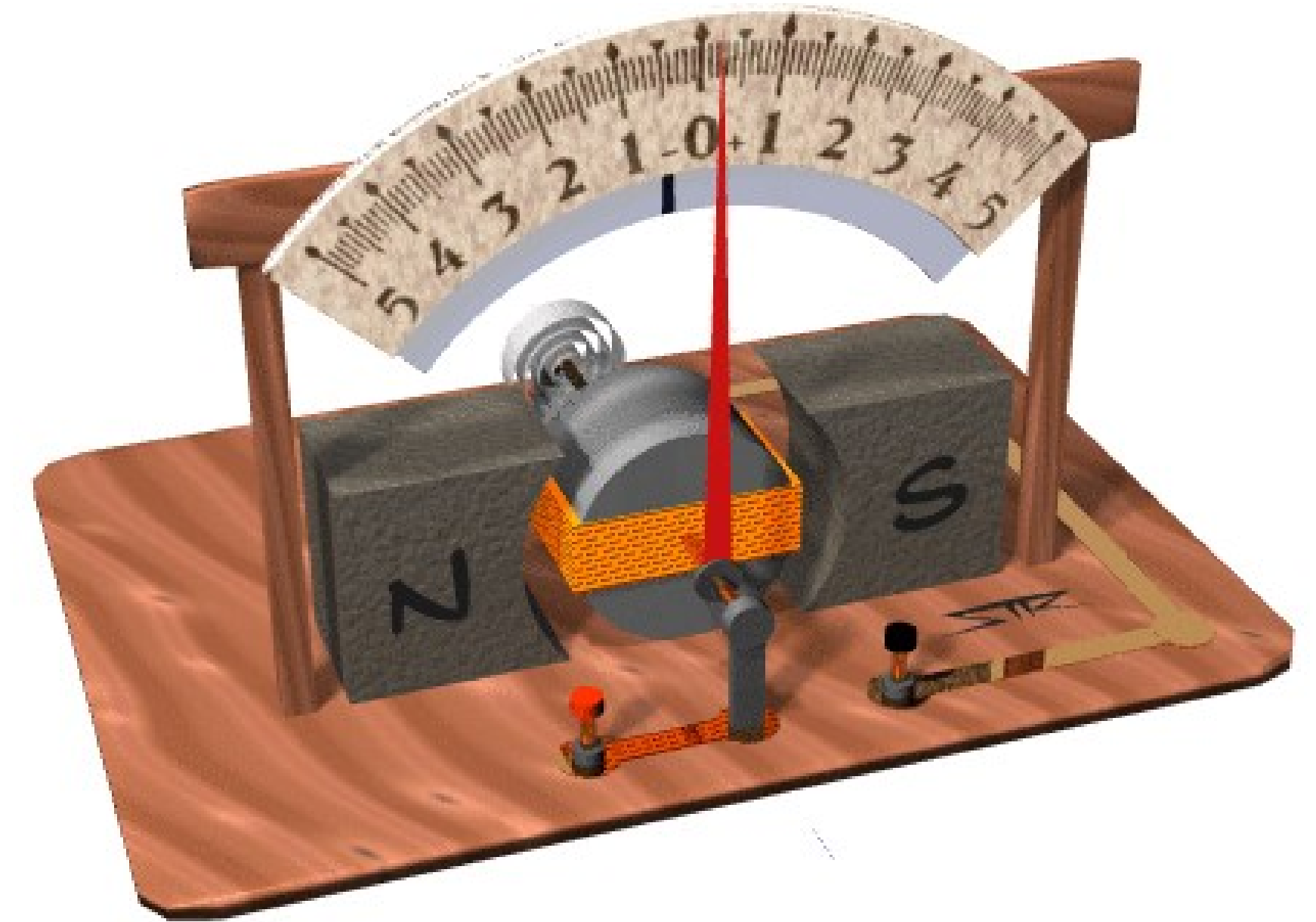
D là độ cứng của lò xo

- Trạng thái cân bằng $M_q = M_c$

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

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

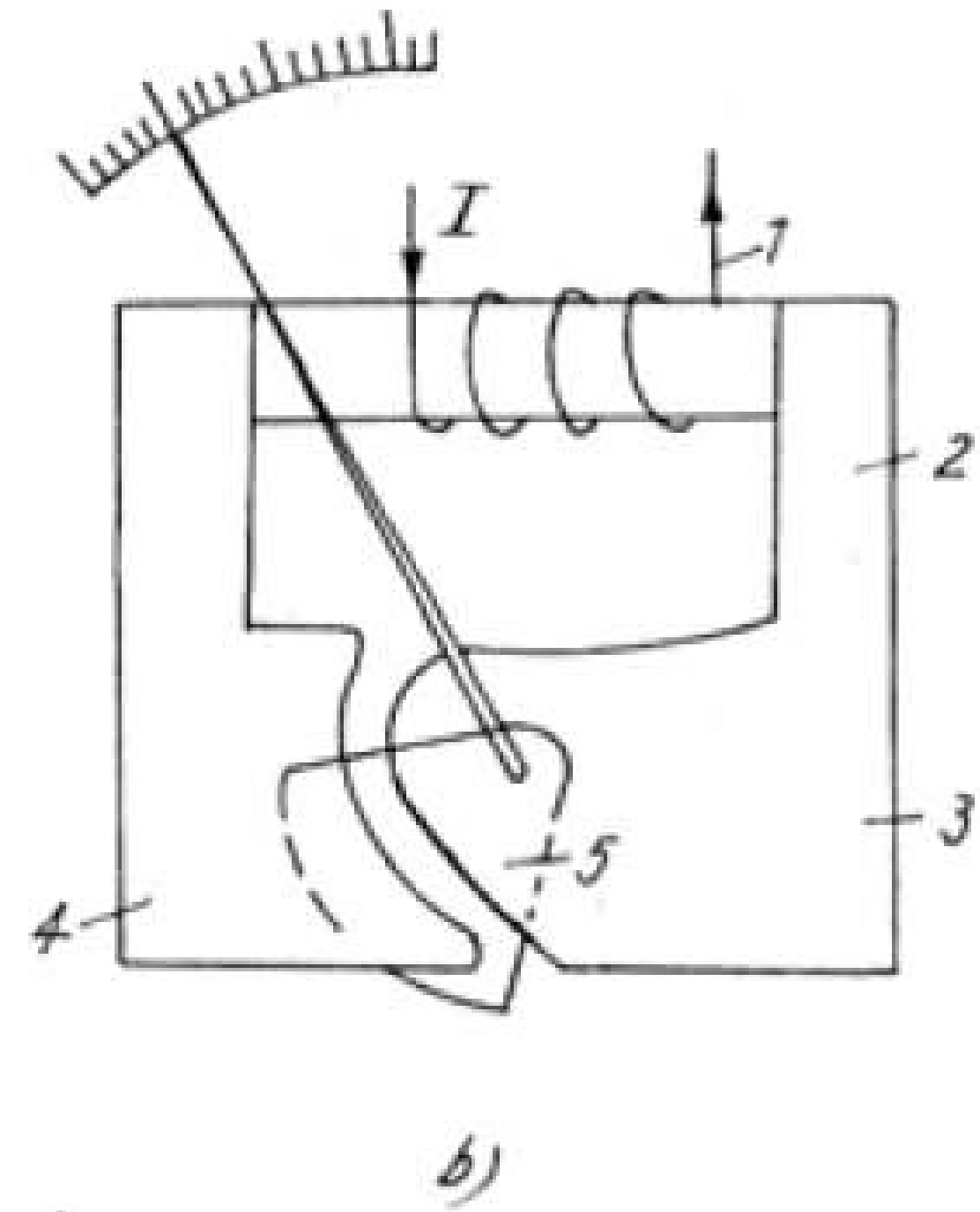
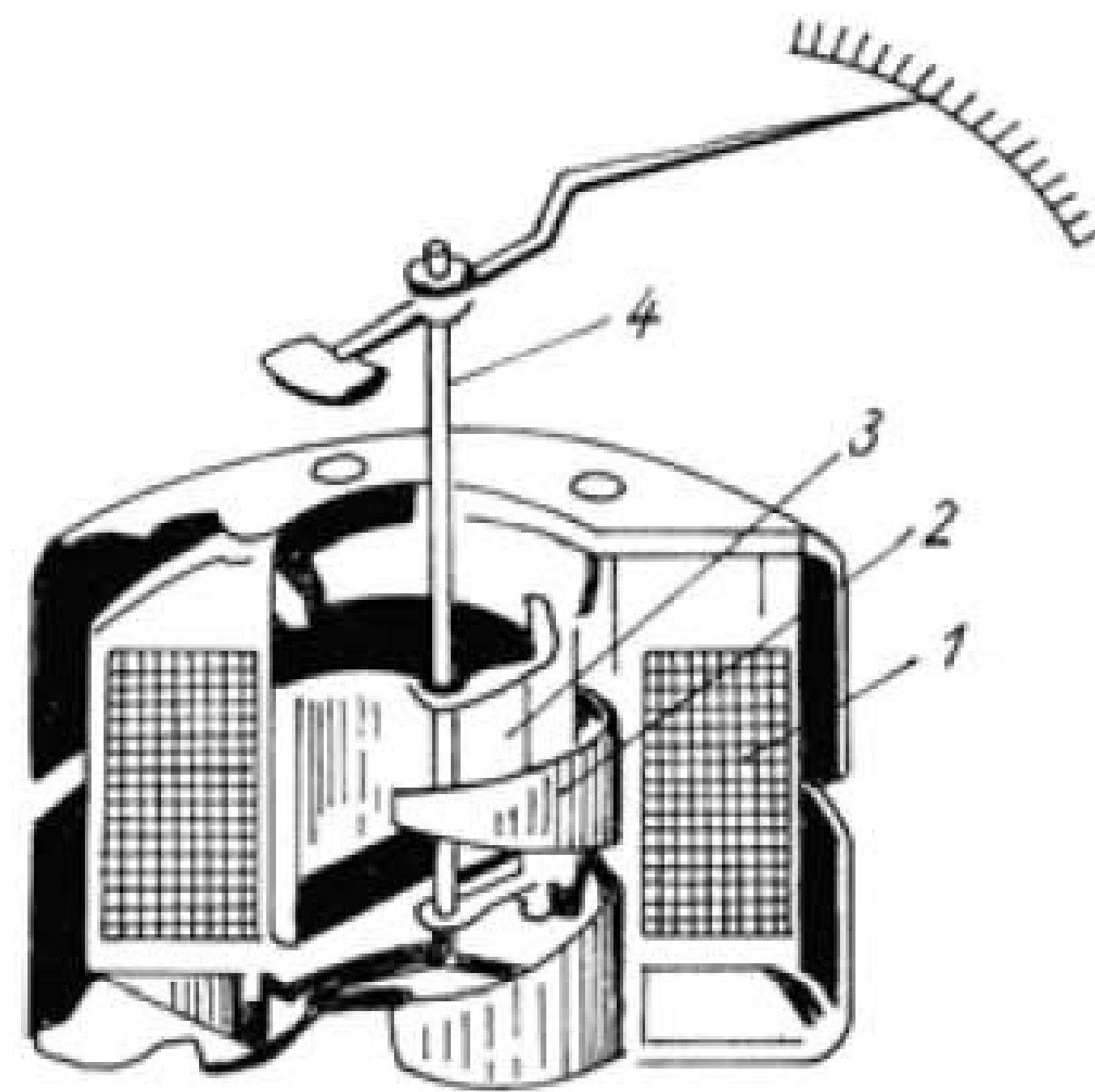
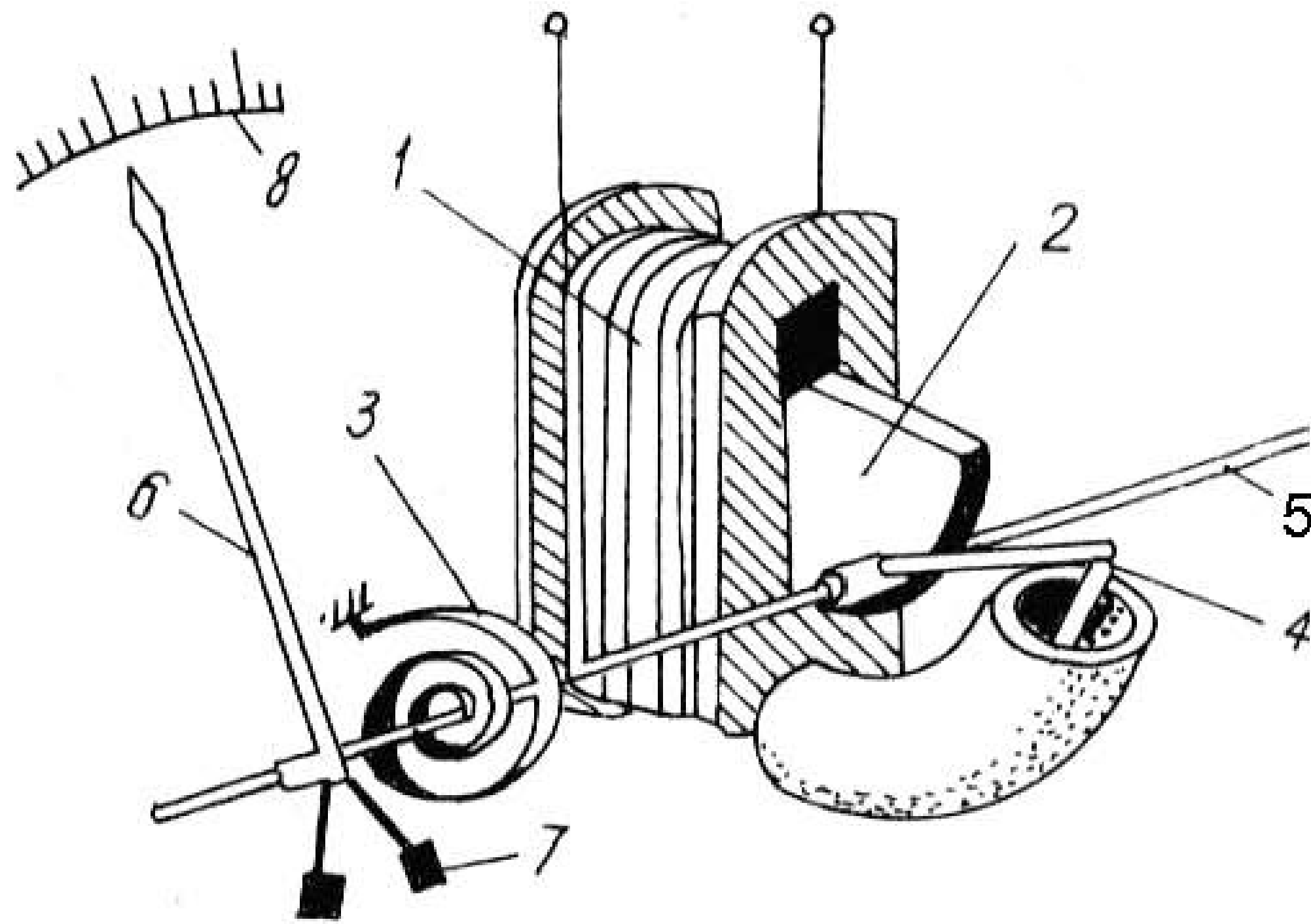
Phương trình thang đo của cơ cấu từ điện



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 α 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 từ



- 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 dộ 4, kim CT 6, đối trọng 7, lò xo cản 3 và bảng chia độ 8

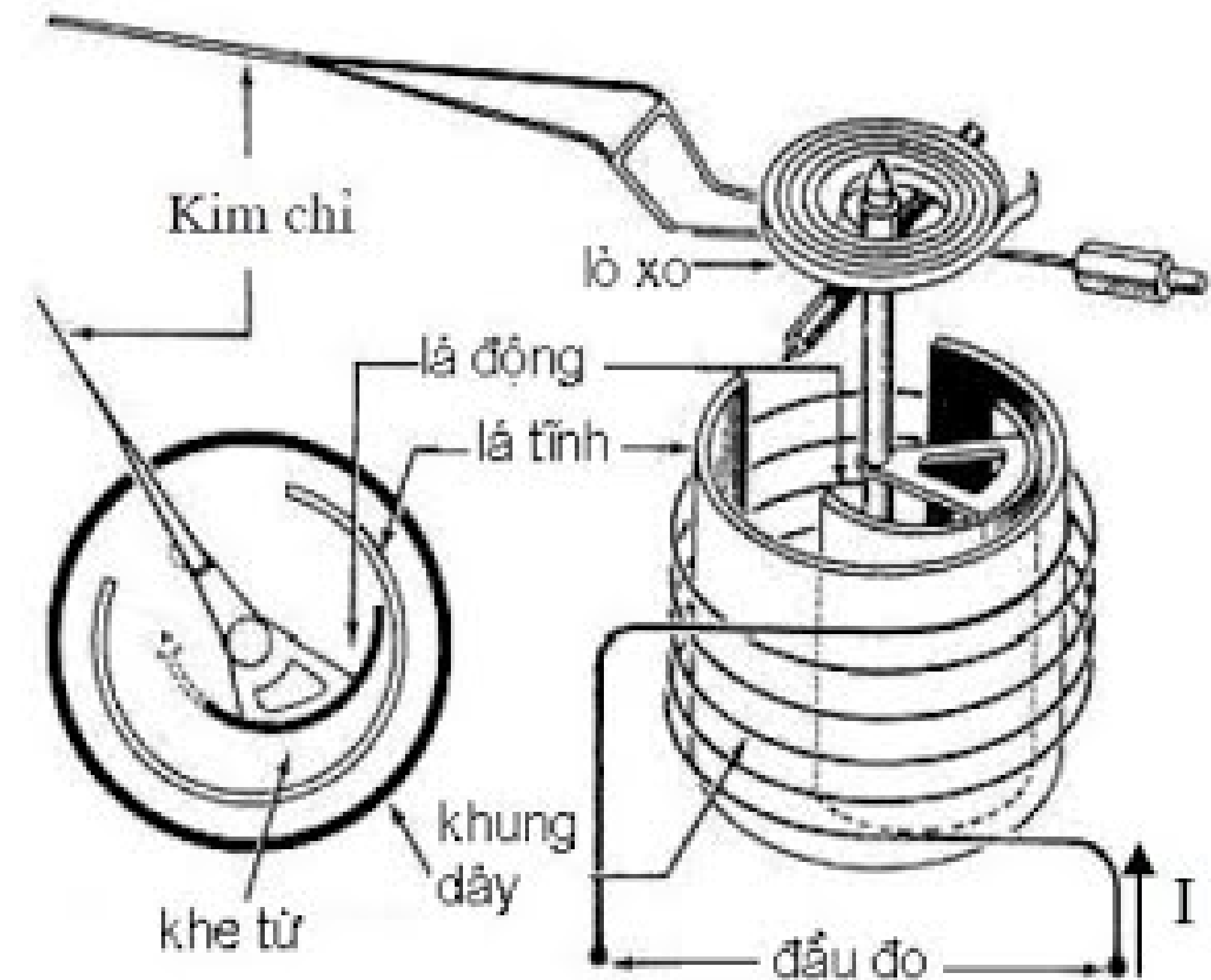
Chỉ thị điện từ

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

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

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot LI^2$$

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



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

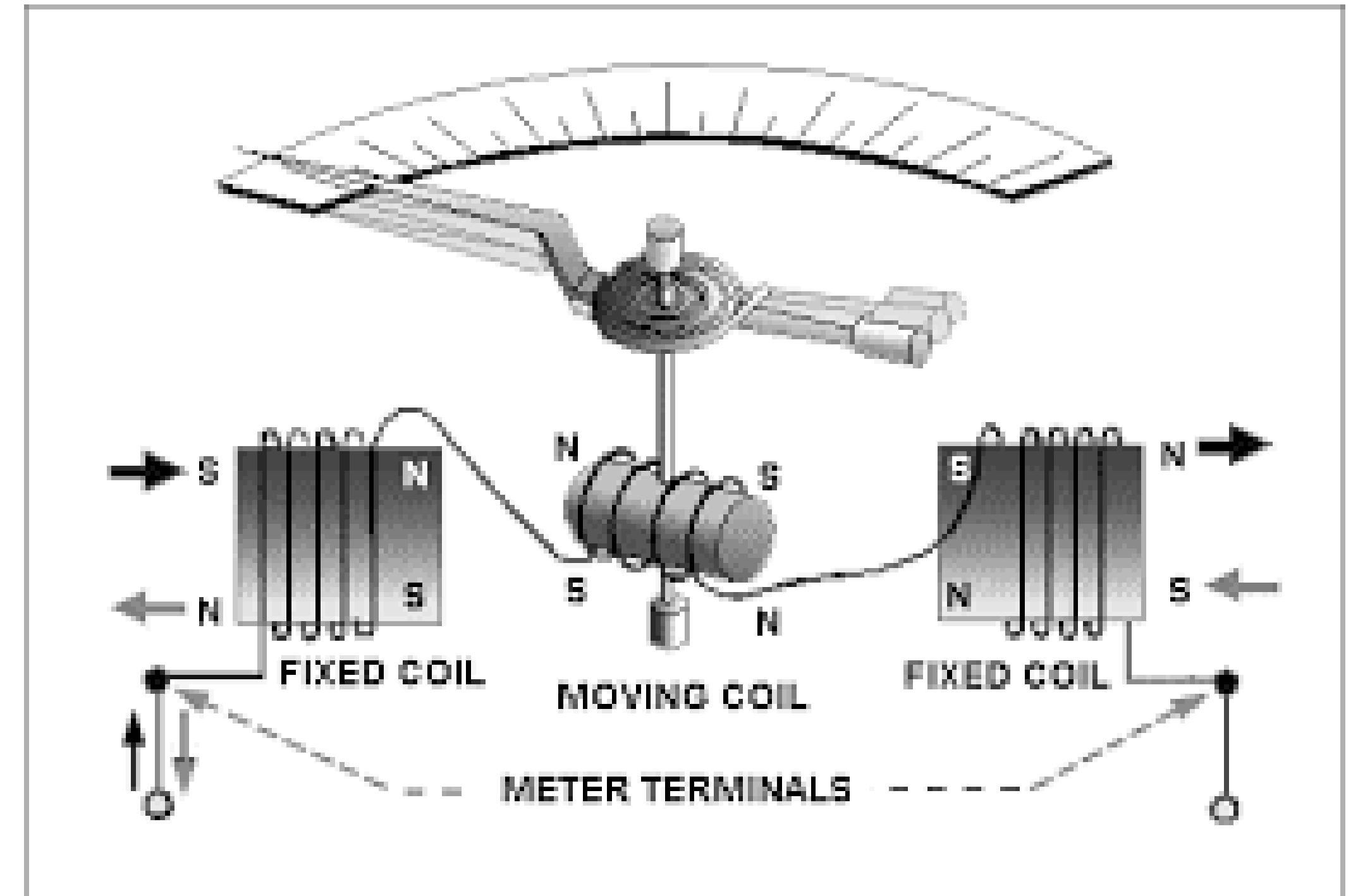
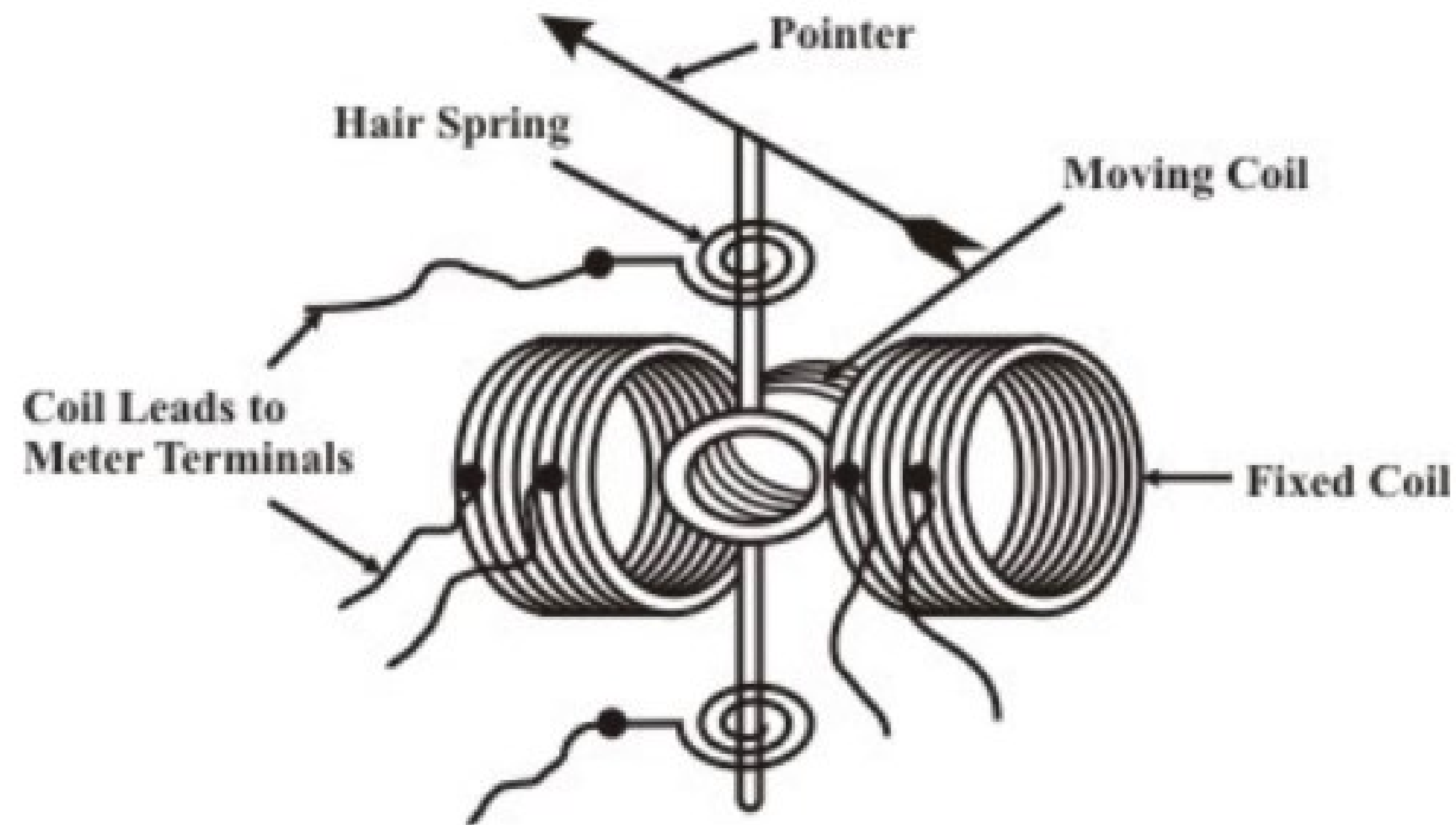
- Ưu điểm

- Cuộn dây ở phần tĩnh nên có thể cuốn 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 hồ cảm giữa cuộn tĩnh và cuộn động

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

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

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

- Đo dòng xoay chiều

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

I_1, I_2 là giá trị dòng điện hiệu dụng

Ψ 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 α 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 α tỉ lệ bậc nhất với I nên thang chia độ của cơ cấu là đều

- Nhược điểm

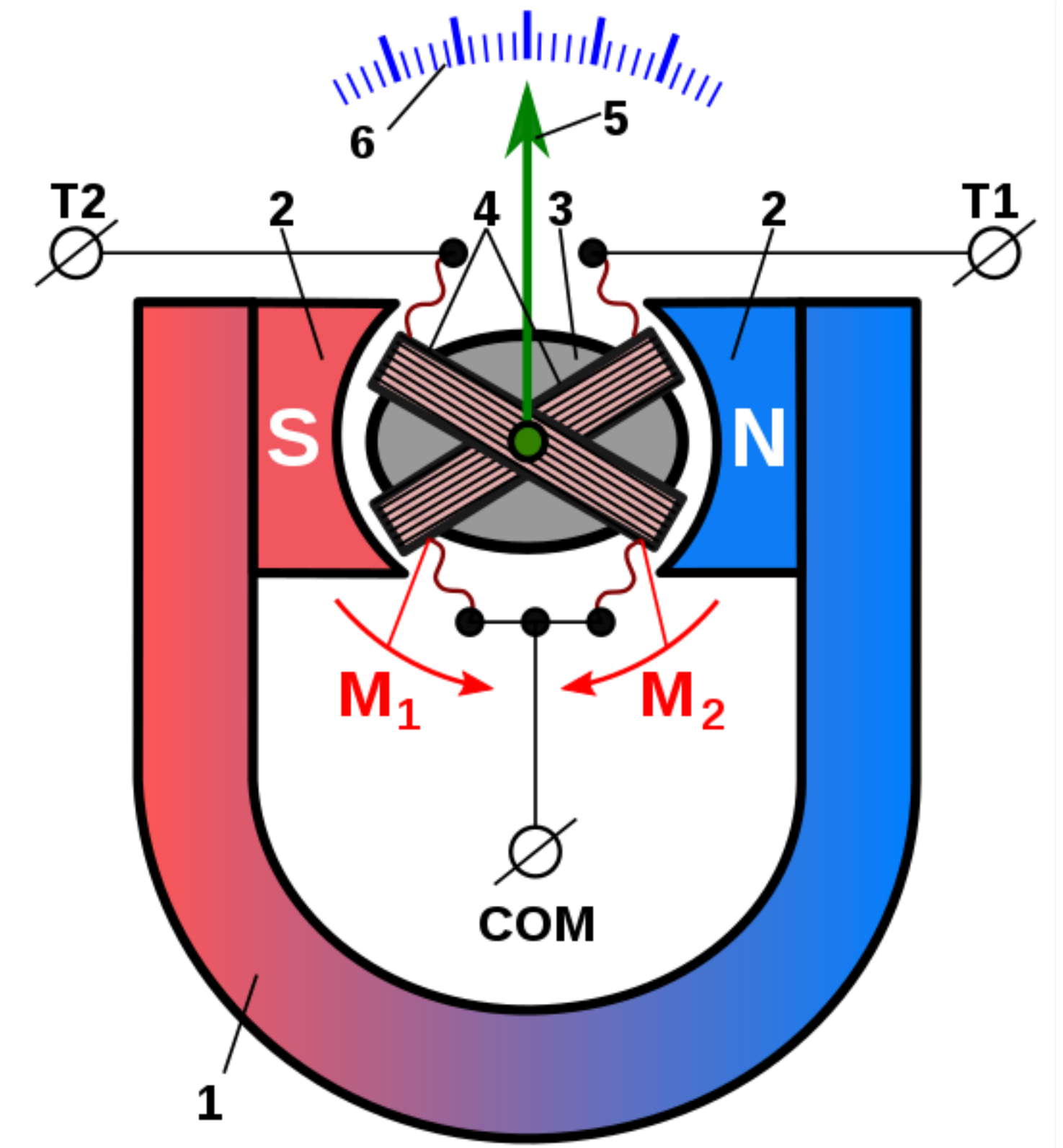
- Chế tạo khó, giá thành đắt
- Khung dây ở phần động phải có kích thước nhỏ nên giá trị dòng đo được không lớn
- Chỉ đo được dòng một chiều

Logometer

- Lò xo cân 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

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

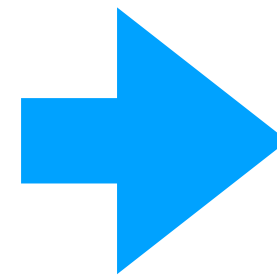
$$M_2 = \frac{dW_2}{d\alpha} = B_2(\alpha) \cdot S_2 \cdot \omega_2 \cdot I_2$$



Logometer

- Cân bằng

$$M_1 = M_2$$



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

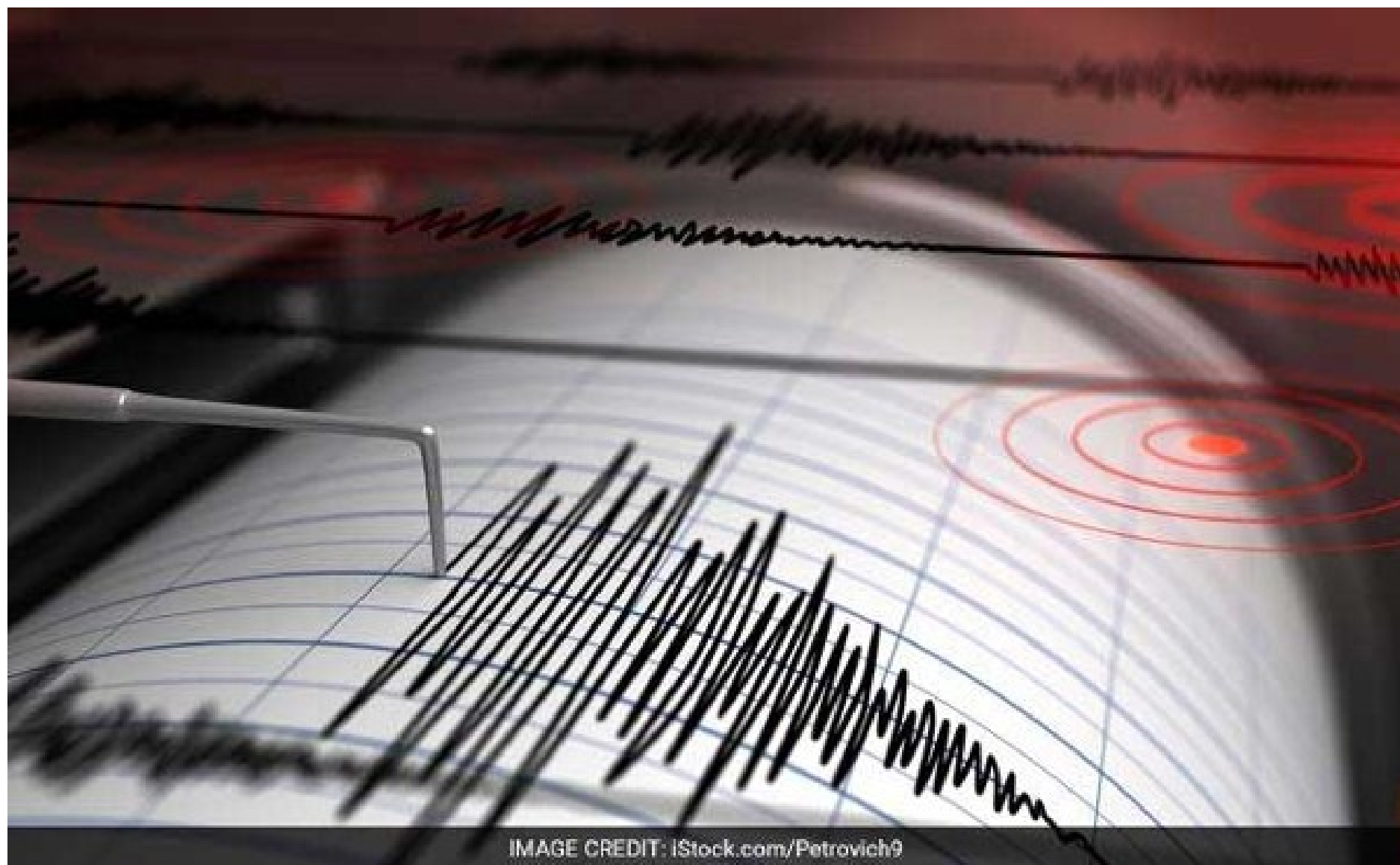
- Giải phương trình trên ta có

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

- 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

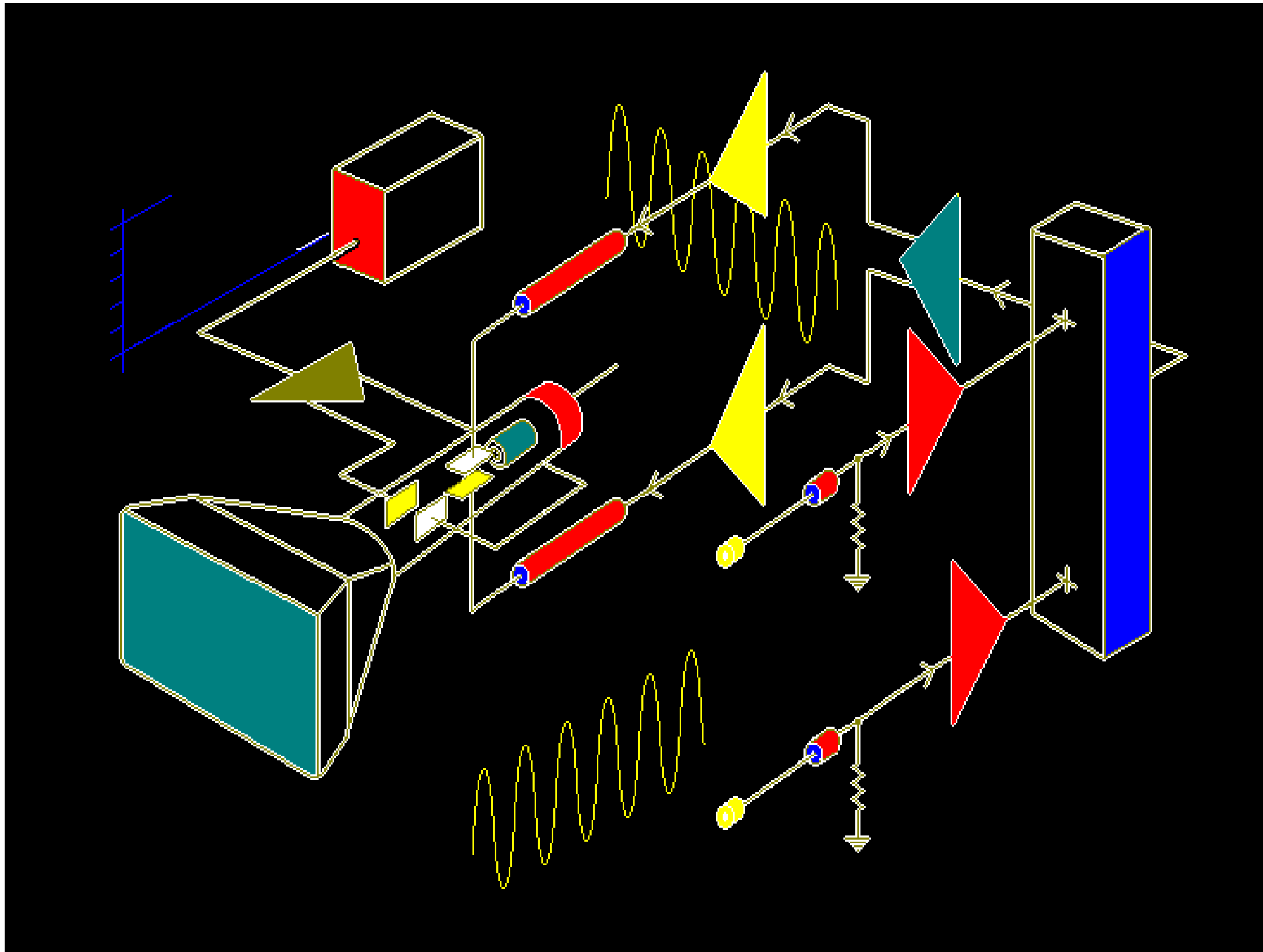


Ghi dữ liệu điện tử

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

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



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

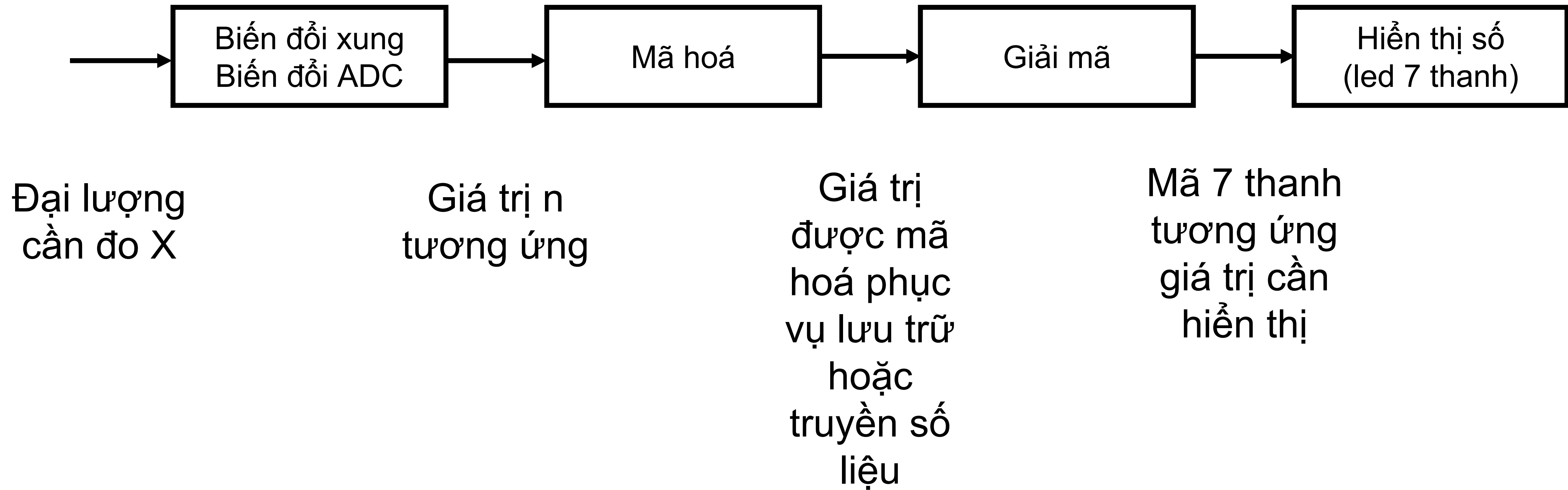
Cơ cấu chỉ thị số

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

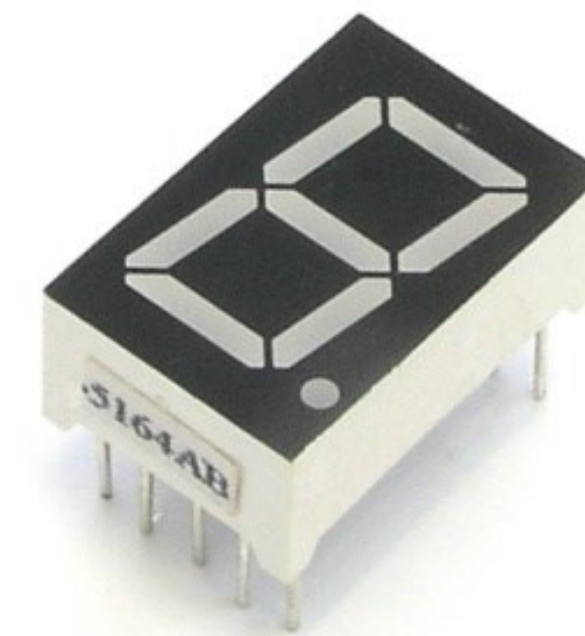
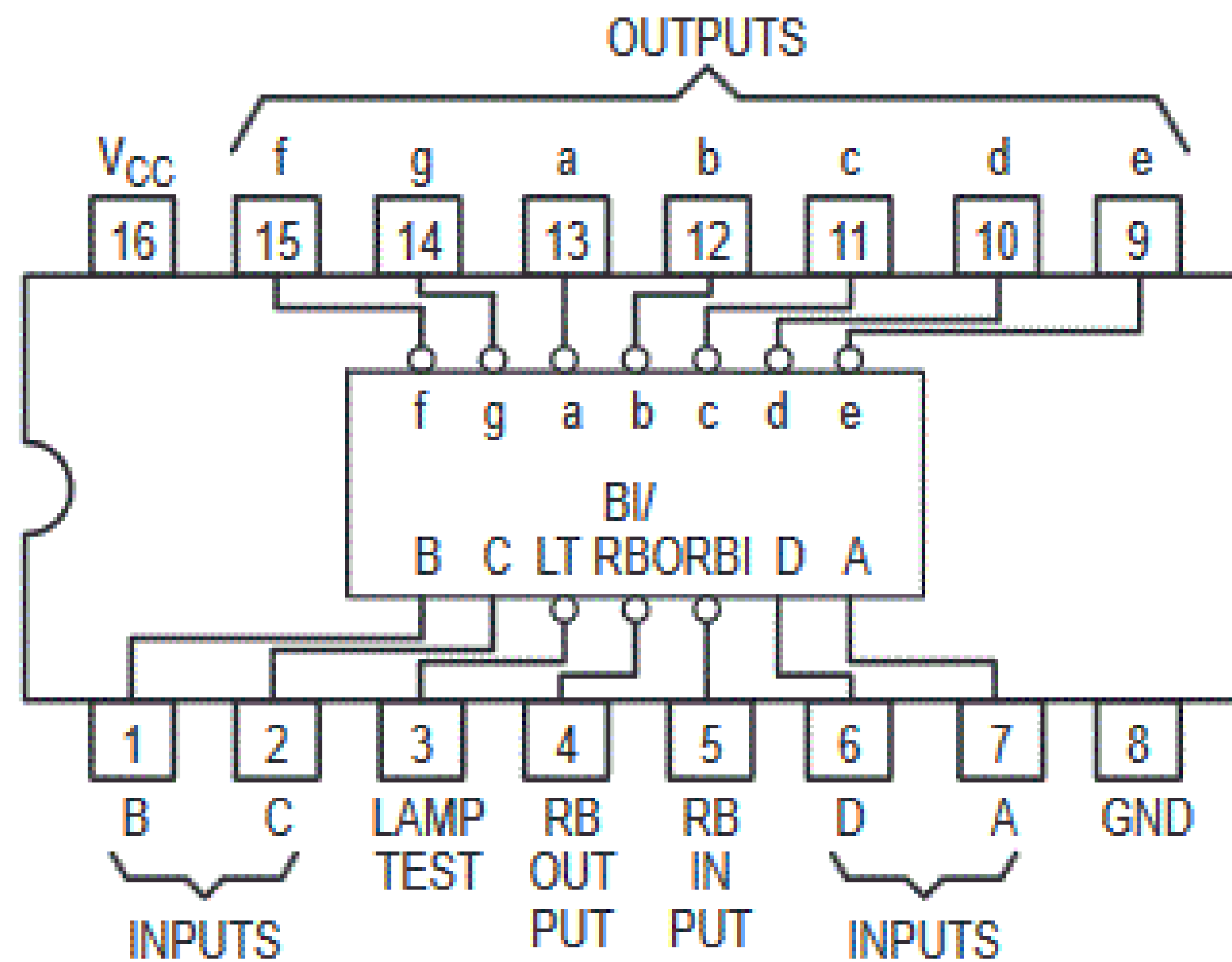
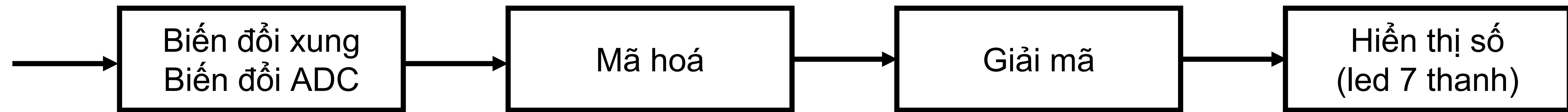


Chỉ thị số

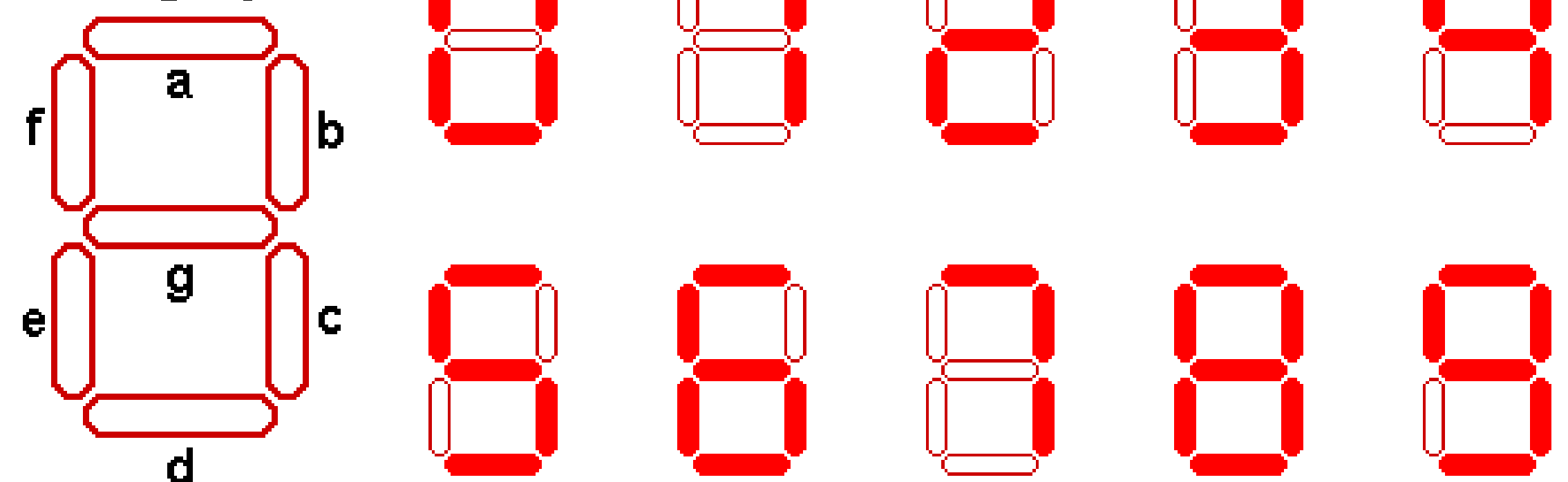
- Nguyên lý chung



Chỉ thị số



7-segment display



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