

TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT



KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG
ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

TS. Lưu Thế Vinh

MỤC LỤC

MỤC LỤC	2
Lời nói đầu	7
<i>Chương I: TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG</i>	8
§1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN.....	8
1.1. Khái niệm về đo lường:	8
1.2. Đơn vị, hệ đơn vị đo lường.....	8
§2. PHƯƠNG PHÁP THIẾT BỊ ĐO.....	9
2.1. Hệ thống đo kiểu biến đổi thẳng.....	10
2.1.1. Véc tơ lượng vào và véc tơ lượng ra có cùng số chiều (n).....	11
2.1.2. Véc tơ lượng vào n chiều, véc tơ lượng ra 1 chiều.....	11
2.1.3. Véc tơ lượng vào n chiều, véc tơ lượng ra m chiều.....	11
2.2. Hệ thống đo kiểu so sánh.	11
2.2.1. Phương pháp so sánh cân bằng.....	12
2.2.2. . Phương pháp so sánh vi sai.....	12
2.2.3. Phương pháp mã hóa thời gian.....	12
2.2.4. Phương pháp mã hóa tần số xung.....	13
2.2.5. Phương pháp mã hóa số xung.....	13
2.2.6. Phương pháp mã hóa số xung ngược.....	14
2.2.7. Phương pháp đếm xung.....	14
2.2.8. Phương pháp trùng phùng.....	15
§ 3. CHỈ THỊ KẾT QUẢ ĐO LƯỜNG.....	15
3.1. Chỉ thị dạng tương tự.....	16
3.2. Chỉ thị dạng số.....	17
3.3. Chỉ thị bằng đèn ống tia âm cực	22
3.3.1. Súng điện tử.....	22
3.3.2. Hệ thống điều tiêu.....	22
3.3.3. Hệ thống lái tia điện tử.....	23
3.3.4. Màn huỳnh quang.....	24
3.3.5. Điều chỉnh độ chói.....	24
3.4. Chỉ thị bằng âm thanh và ánh sáng.....	24
3.5. Lưu trữ kết quả đo lường.....	25
3.5.1. Ghi liên tục:.....	25
3.5.2. Ghi gián đoạn:.....	25
4. DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN, SAI SỐ, CẤP CHÍNH XÁC	25
4.2. Sai số.....	27
4.2.1. Sai số tuyệt đối:	27
4.2.2. Sai số tương đối:.....	27
4.3. Cấp chính xác của đồng hồ đo điện.....	27
4.4. Các cách tính sai số.....	28
4.4.1. Sai số của phép đo với các thang đo khác nhau:	28

4.4.2. Sai số tương đối của tổng 2 đại lượng.....	28
4.4.3. Sai số tương đối của tích 2 đại lượng.....	28
4.4.4. Sai số tương đối của một thương.....	28
ChươngII: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN.....	29
§ 1. KHÁI NIỆM CHUNG.....	29
§ 2. ĐỒNG HỒ ĐO ĐIỆN VẠN NĂNG.....	29
2.1. Các chỉ tiêu chất lượng của đồng hồ vạn năng.....	29
2.1.1. Độ nhạy γ	29
2.1.2. Cấp chính xác.....	30
2.1.3. Tính thẳng bằng.....	30
2.2. Mạch đo trong đồng hồ đo điện vạn năng.....	30
2.2.1. Mạch đo dòng điện một chiều.....	30
2.2.2. Mạch đo điện áp một chiều.....	33
2.3. Đo dòng điện và điện áp xoay chiều.....	35
2.4. Mạch đo điện trở.....	36
2.4.1. Ôm kế có điện trở đo mắc nối tiếp.....	36
2.4.2 Ôm kế có điện trở đo mắc song song.....	37
2.5. Thang đo đề xi ben.....	38
§ 3. ĐO ĐIỆN ÁP BẰNG CÁC VÔN MÉT TƯƠNG TỰ.....	38
3.1. Đặc tính chung.....	38
3.2. Các vôn mét điện tử đo điện áp một chiều.....	41
3.2.1. Vôn kế transistor tải emiter.....	41
3.2.2. Mạch vôn kế tải emiter thực tế.....	42
3.3. Kế đầu vào JFET.....	45
3.3.1. Ta có.....	46
3.3.2. Ở khoảng đo 10V, khi điện áp vào là 7,5V thì:.....	46
3.4.Vôn kế transistor khuếch đại.....	46
3.4.1.. Mạch vôn kế dùng khuếch đại vi sai.....	46
3.4.2. Mạch vôn kế dùng khuếch đại hồi tiếp.....	48
3.5.Vôn kế sử dụng mạch khuếch đại thuật toán (OP- AMP).....	50
3.5.1. Vôn kế dùng mạch khuếch đại lặp lại.....	50
3.5.2. Vôn kế khuếch đại trên OP-AMP.....	50
3.5.3. Vôn kế sử dụng mạch biến đổi điện áp thành dòng điện.....	52
3.6. Đo điện áp xoay chiều.....	52
3.6.1. Các mạch tách sóng đỉnh.....	53
3.6.3. Vôn kế tách sóng hiệu dụng.....	58
§ 4. ĐO ĐIỆN ÁP BẰNG CÁC VÔN MÉT SỐ.....	61
4.1. Khái niệm chung.....	61
4.2. Phương pháp biến đổi điện áp sang tần số.....	62
4.2.1. Nguyên tắc.....	62
4.2.2. Sơ đồ nguyên lý.....	62
4.2.3. Bộ biến đổi điện áp sang tần số (V/F).....	63
4.2.4. Phân tích khả năng chống nhiễu của sơ đồ.....	64

4.2.5. Đo điện áp 2 dấu nhờ bộ đếm lên xuống.....	65
4.3. Phương pháp biến đổi điện áp sang khoảng thời gian (V-T).....	66
4.3.1. Phương pháp tạo hàm dốc.....	66
4.3.2. Phương pháp tích phân 2 sườn dốc (dual slope intergrator)	67
4.3.3. Phương pháp tạo hàm bậc thang.....	72
§ 5. BỘ ĐẾM ĐIỆN TỬ.....	73
5.1. Hệ đếm nhị phân.....	73
5.2. Mã hóa các số thập phân.....	74
5.3. Bộ đếm.....	76
5.4. Bộ giải mã.....	76
§ 6. ĐO CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN NĂNG.....	78
6.1. Đo công suất điện một chiều.....	78
6.2. Đo công suất điện một pha. Woát mét điện động.....	78
6.3. Đo công suất điện 3 pha.....	79
6.3.1. Mạch 3 pha 4 dây.....	79
6.3.2. Mạch 3 pha 3 dây.....	79
6.4. Đo điện năng.....	80
6.4.1. Cơ cấu đo cảm ứng.....	80
6.4.2. Công tơ cảm ứng một pha.....	81
6.4.3. Đo điện năng trong mạch điện 3 pha.....	82
6.5. Biến dòng và biến áp đo lường.....	85
6.5.1. Khái niệm chung.....	85
6.5.2. Biến dòng TI.....	85
6.5.3. Biến áp đo lường TU.....	86
<i>Chương III: QUAN SÁT VÀ GHI DẠNG TÍN HIỆU.....</i>	<i>88</i>
1. DAO ĐỘNG KÝ ĐIỆN TỬ.....	88
§ 2. TẦNG KHUẾCH ĐẠI KÊNH Y.....	89
§ 3. HIỆN HÌNH DẠNG SÓNG.....	90
§ 4. BỘ TẠO GỐC THỜI GIAN.....	92
4.1. Bộ tạo dao động quét răng cưa.....	92
4.2. Bộ tạo gốc thời gian tự động.....	94
§ 5. DAO ĐỘNG KÝ NHIỀU KÊNH.....	96
§ 6. ĐẦU DÒ CỦA DAO ĐỘNG KÝ.....	98
6.1. Đầu dò 1:1.....	98
6.2. Đầu dò suy giảm.....	99
6.3. Đầu dò chủ động (Active probe).....	100
§ 7. DAO ĐỘNG KÝ CÓ NHỚ.....	101
7.1. Dao động ký có nhớ dạng tương tự.....	101
7.2. Dao động ký có nhớ dạng số.....	102
§ 8. DỤNG CỤ GHI BIỂU ĐỒ.....	102
8.1. Máy ghi biểu đồ trên băng kiểu điện kế.....	102
8.2. Máy ghi biểu đồ trên băng kiểu chiết áp.....	104
8.3. Máy ghi biểu đồ trên băng dùng điện cực rắn.....	106

8.4. Máy ghi theo tọa độ xy.....	107
§ 9. KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG BẰNG ĐẠO ĐỘNG KÝ	108
9.1. Đo biên độ, tần số và pha của điện áp tín hiệu.....	109
9.2. Đo các tham số xung.....	110
9.3. Phương pháp hình Lissajou.....	112
Chương IV: MÁY TẠO SÓNG ĐO LƯỜNG.....	115
§ 1. KHÁI NIỆM CHUNG.....	115
§ 2. MÁY TẠO SÓNG SIN TẦN THẤP LF	115
§ 3. MÁY TẠO HÀM.....	118
3.1. Tầng dao động chủ.....	118
3.2. Bộ tạo hàm sin.....	120
§ 4. MÁY PHÁT XUNG.....	122
4.1. Đa hài phiếm định.....	122
4.2. Đa hài đơn ổn.....	124
4.3. Bộ suy giảm và dịch mức DC lối ra.....	126
§ 5. MÁY TẠO TÍN HIỆU RF	126
5.1. Sơ đồ khối của máy tạo tín hiệu RF.....	126
5.2. Mạch dao động RF.....	127
5.3. Mạch điều biến biên độ và điều biến tần số.....	128
5.3.1. Điều biến biên độ.....	128
5.3.2. Điều biến tần số.....	129
5.4. Tải của máy tạo sóng.....	130
Chương V : ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG KHÔNG ĐIỆN	131
§ 1. KHÁI NIỆM CHUNG.....	131
§ 2. CHUYỂN ĐỔI CƠ ĐIỆN.....	132
2.1. Chuyển đổi điện trở R.....	132
2.1.1. Nguyên tắc.....	132
2.1.2. Cảm biến loại biến trở.....	132
2.1.3. Cảm biến điện trở biến dạng.....	133
2.2. Chuyển đổi điện cảm.....	134
2.2.1. Cảm biến kiểu điện cảm L.....	134
2.2.2. Cảm biến kiểu hồ cảm M.....	136
2.2.3. Cảm biến cảm ứng.....	136
2.3. Chuyển đổi điện dung.....	138
2.4. Chuyển đổi áp điện.....	141
§ 3. CHUYỂN ĐỔI NHIỆT ĐIỆN	142
3.1. Cặp nhiệt điện.....	142
3.2. Nhiệt điện trở.....	143
3.3. Cảm biến nhiệt dùng tiếp giáp P-N bán dẫn.....	144
§ 4 CHUYỂN ĐỔI HÓA ĐIỆN.....	145
4.1. Cảm biến điện trở dung dịch.....	145
4.2. Cảm biến suất điện động ganvanic.....	146
4.2.1. Khái niệm về độ pH.....	146

4.2.2.Điện thế điện cực.....	146
4.2.3.Cảm biến suất điện động Galoa.....	147
§ 5 . CHUYỂN ĐỔI QUANG ĐIỆN.....	148
5.1. Tế bào quang điện.	148
5.2. Quang trở.....	149
5.3. Pin quang điện.....	150
5.4. Photo diode.....	150
5.4.1.Chế độ photo-ganvanic (hình 5-24, b).....	151
5.4.2. Chế độ photo diode (hình 5-24, c).....	151
5.5. Photo transistor.....	152
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	154

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình “*Kỹ thuật đo lường điện – điện tử*” nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức cơ bản về phương pháp và kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý; phương pháp và kỹ thuật xây dựng một hệ đo từ đơn giản đến phức tạp; xử lý kết quả đo lường; khảo sát và thiết kế các mạch đo điện, điện tử để đo các đại lượng điện; Các thiết bị quan sát và ghi dạng tín hiệu; Phương pháp đo các đại lượng không điện bằng phương pháp điện.

Tài liệu được chia làm 5 chương:

Chương 1. Tổng quan về kỹ thuật đo lường

Chương 2. Đo các đại lượng điện

Chương 3. Quan sát và ghi dạng tín hiệu

Chương 4. Máy tạo sóng đo lường.

Chương 5. Đo các đại lượng không điện

Yêu cầu đối với học sinh sau khi học xong học phần: “*kỹ thuật đo lường điện – điện tử*” phải biết sử dụng thành thạo các dụng cụ đo và thiết bị đo điện tử quan trọng nhất trong thực nghiệm vật lý. Có được kỹ năng phân tích và thiết kế các mạch đo đơn giản, từ đó có cơ sở để phân tích và thiết kế các mạch đo và các hệ thống đo lường phức tạp.

Giáo trình là tài liệu học tập và tham khảo cho sinh viên vật lý chuyên ngành vật lý kỹ thuật.

Đà Lạt 2002
TS. LƯU THẾ VINH

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG

§1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. Khái niệm về đo lường:

Trong Vật lý học, các định luật vật lý phản ánh mối quan hệ mang tính quy luật giữa các hiện tượng của tự nhiên, chúng được biểu diễn bằng các công thức toán học thông qua các đại lượng vật lý.

Các đại lượng vật lý đặc trưng cho những tính chất khác nhau của các vật thể, cũng như các hiện tượng xảy ra theo thời gian. Việc đánh giá định lượng tính chất của các vật thể (đối tượng) nghiên cứu được thực hiện bằng cách đo các đại lượng vật lý.

Quá trình đo lường là một thực nghiệm vật lý, thực hiện phép so sánh đại lượng vật lý đó với một đại lượng cùng loại chọn làm đơn vị. Phép đo đôi khi chỉ là một thực nghiệm đơn giản, nhưng đôi khi hết sức phức tạp. Kết quả của phép đo luôn có thể biểu diễn dưới dạng một con số với đơn vị kèm theo. Phương trình của phép đo có thể viết dưới dạng (1.1)

$$A = \frac{X}{Y} \quad (1.1)$$

Trong đó: X - Đại lượng đo

Y - Đơn vị đo

A - Giá trị bằng số.

Hay : $X = A.Y$; Giá trị đại lượng đo sẽ bằng A lần đơn vị đo.

Như vậy ta có thể định nghĩa:

Đo một đại lượng vật lý là quá trình đánh giá định lượng đại lượng đo để có kết quả bằng số so với đơn vị.

1.2. Đơn vị, hệ đơn vị đo lường.

Để biểu diễn các đại lượng vật lý dưới dạng một con số, phải chọn “cỡ” cho nó, nghĩa là lượng hóa nó, ta phải chọn đơn vị đo. Về mặt nguyên tắc, theo (1.1) ta có thể chọn đơn vị là một lượng tùy ý. Tuy nhiên giá trị của nó phải phù hợp với thực tế và tiện lợi khi sử dụng.

Năm 1832, nhà toán học Đức K. Gauss đã chỉ ra rằng, nếu như chọn 3 đơn vị độc lập để đo chiều dài (L), khối lượng (M), thời gian (T) - thì trên cơ sở 3 đại lượng này nhờ các định luật vật lý, có thể thiết lập được đơn vị đo của tất cả các đại lượng vật lý. Tập hợp các đơn vị đo theo nguyên tắc Gauss đã đưa ra hợp thành hệ đơn vị đo.

Những đơn vị đo được chọn một cách độc lập và chúng thể hiện những tính chất cơ bản của thế giới vật chất (khối lượng, thời gian, độ dài,...) được gọi là những đơn vị cơ bản. Các đơn vị được thành lập trên cơ sở các đơn vị cơ bản nhờ các công thức biểu diễn các định luật vật lý được gọi là các đơn vị dẫn suất. Phần lớn các đơn

vi trong vật lý là đơn vị dẫn suất. Phương trình biểu diễn mối liên hệ giữa các đơn vị dẫn suất và các đơn vị cơ bản gọi là công thức thứ nguyên. Đơn vị của một đại lượng cơ bất kỳ có thể biểu diễn qua phương trình thứ nguyên (1.2)

$$\dim X = L^p M^q T^r \quad (1.2)$$

(dim = dimension)

Ví dụ, thứ nguyên của vận tốc được biểu diễn qua công thức $v = l/t$:

$$[v] = \frac{[l]}{[t]} = \frac{L}{T} = LT^{-1} \quad (1.3)$$

* Hệ SI (System International).

Năm 1960, Ủy ban quốc tế về đo lường đã chính thức thông qua hệ đơn vị quốc tế SI. Trong hệ SI có 7 đơn vị cơ bản, 2 đơn vị bổ trợ, 27 đơn vị dẫn suất

* Các đơn vị cơ bản là :

- Chiều dài : mét (m)
- Khối lượng : kilôgram (kg)
- Thời gian : giây (s)
- Nhiệt độ : độ kelvin (°K)
- Cường độ dòng điện : Ampe (A)
- Cường độ sáng : candela (nến) (Cd)
- Khối lượng phân tử gam : mol

* Hai đơn vị bổ trợ là:

- Đơn vị đo góc phẳng : radian (rad)
- Đơn vị đo góc khối : steradian (sr)

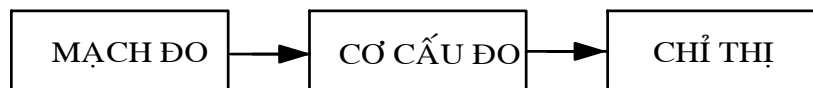
Ngoài hệ SI (còn gọi là hệ MKS hay hệ mét), các nước Anh, Mỹ và một số nước nói tiếng Anh dùng phổ biến hệ UK .

§2. PHƯƠNG PHÁP THIẾT BỊ ĐO

Đo lường là quá trình so sánh đại lượng đo với đơn vị. Phép đo phải thực hiện 3 thao tác chính:

- Biến đổi tín hiệu và tin tức
- So sánh đại lượng đo với đơn vị (hay với mẫu)
- Chỉ báo kết quả

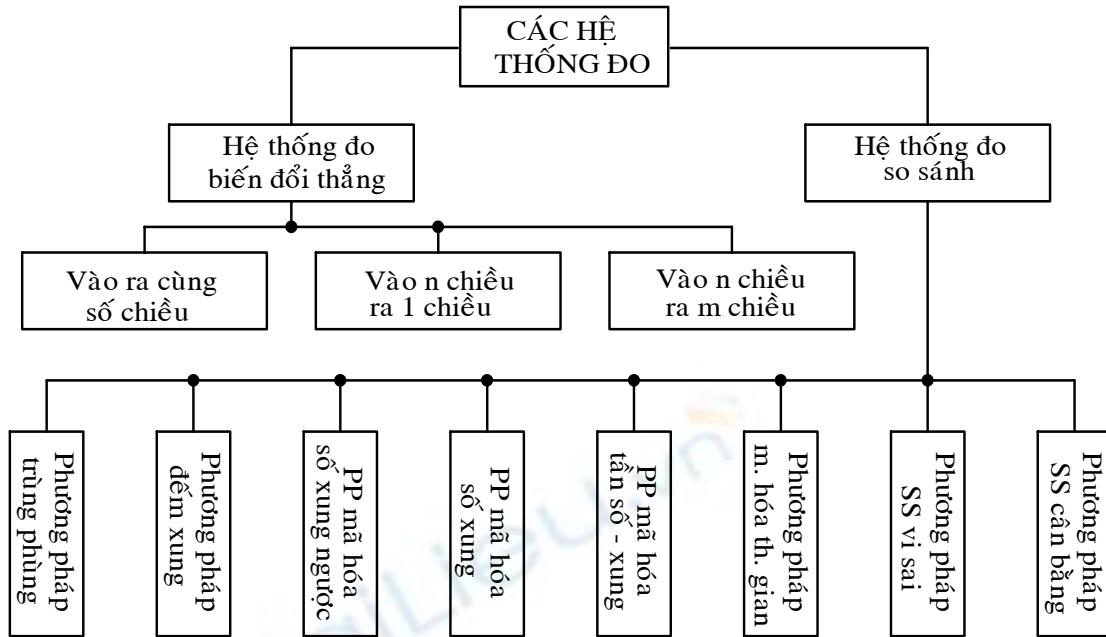
Thiết bị cho phép thực hiện quá trình so sánh đại lượng đo với đơn vị (hay với mẫu) gọi là dụng cụ đo. Sơ đồ cấu trúc của một dụng cụ đo bao gồm 3 khối chức năng cơ bản : mạch đo, cơ cấu đo và khối chỉ thị (hình 1-1).



Hình 1-1

Tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật cũng như cách thức tổ chức các thiết bị đo mà ta có các phương pháp đo khác nhau. Để có kết quả bằng số so với đơn vị, thiết bị đo phải thực hiện một phép so sánh. Nếu việc so sánh với đơn vị thông qua quá trình

khắc độ thiết bị sẽ tạo nên hệ thống đo biến đổi thẳng. Nếu là so sánh với mẫu hay với đại lượng bù ta có hệ thống đo kiểu so sánh hay kiểu bù. Trên hình 1-2 là bảng



phân loại các hệ thống đo lường.

Hình 1-2. Các hệ thống đo lường cơ bản

Thiết bị đo là một hệ thống trong đó đại lượng đo là lượng vào, lượng ra là đại lượng chỉ thị trên thang độ (thiết bị đo Analog - loại tác động liên tục) hoặc một con số kèm đơn vị đo (thiết bị đo Digital - loại chỉ thị số).

2.1. Hệ thống đo kiểu biến đổi thẳng.

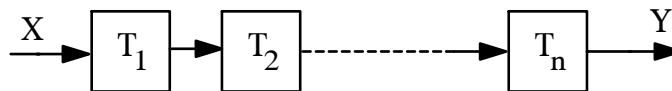
Hệ thống đo biến đổi thẳng thực hiện theo nguyên tắc (1.4)

$$Y = SX \tag{1.4}$$

Ở đây, X là lượng vào, qua các khâu biến đổi trung gian thành đại lượng ra Y, còn S là toán tử thể hiện cấu trúc của thiết bị đo. Nếu các khâu biến đổi là nối tiếp, ta có thể biểu diễn (1.4) thành:

$$Y = T_n \cdot T_{n-1} \dots T_1 \cdot X \tag{1.5}$$

Trong đó: $T_n \dots T_1$ là hàm truyền đạt của từng khâu biến đổi (hình 1-3).



Hình 1-3

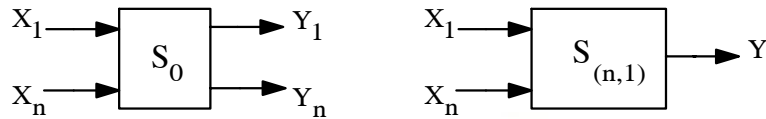
Căn cứ vào véc tơ lượng vào và véc tơ lượng ra ta có các hệ thống sau :

2.1.1. Véc tơ lượng vào và véc tơ lượng ra có cùng số chiều (n).

Các kênh biến đổi không liên quan nhau (ma trận biến đổi S là chéo), ta có hệ thống đo kênh biến đổi độc lập (hình 1-4).

2.1.2. Véc tơ lượng vào n chiều, véc tơ lượng ra 1 chiều.

Hệ thống này cho phép xác định một đại lượng có liên quan tới nhiều đại lượng vào theo một quan hệ xác định, ta có hệ thống đo kiểu gián tiếp (hình 1-5).

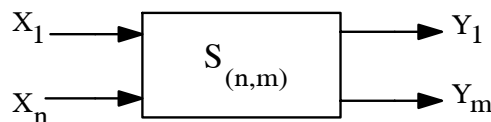


Hình

Hình

2.1.3. Véc tơ lượng vào n chiều, véc tơ lượng ra m chiều.

Hệ thống đo là một mô hình giải một hệ phương trình. Ta có hệ thống đo hợp bộ (hình 1-6). Trong hệ thống này kết quả đo sẽ được đưa ra cùng một lúc với nhau khi giải hệ phương trình trên.



Hình

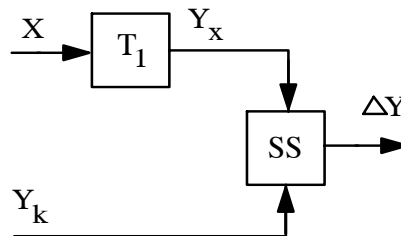
2.2. Hệ thống đo kiểu so sánh.

Trong hệ thống đo kiểu so sánh, đại lượng đo X được biến đổi thành đại lượng trung gian Y_X qua một phép biến đổi T:

$$Y_X = T.X$$

Sau đó Y_X được so sánh với đại bù Y_K thực hiện thông qua một mạch trừ (hình 1-7):

$$Y_X - Y_K = \Delta Y$$



Hình 1-7

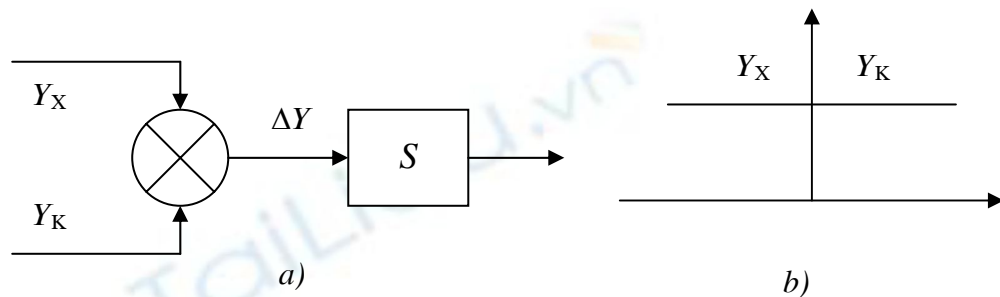
Căn cứ vào cách thực hiện thao tác so sánh, ta có các phương pháp đo khác nhau:

- Phương pháp so sánh cân bằng

- Phương pháp so sánh vi sai
- Phương pháp mã hóa thời gian
- Phương pháp mã hóa tần số xung
- Phương pháp mã hóa số xung
- Phương pháp mã hóa số xung ngược
- Phương pháp đếm xung
- Phương pháp trùng phùng.

2.2.1 Phương pháp so sánh cân bằng.

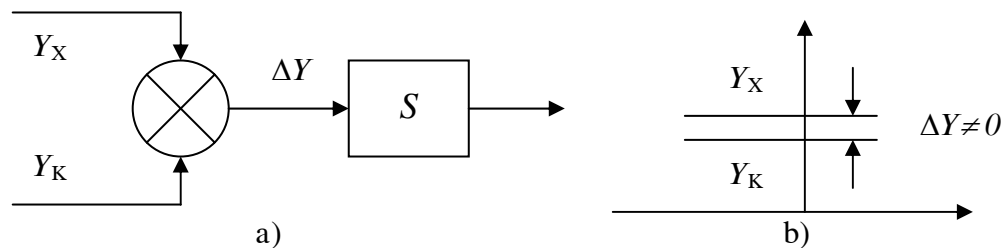
Trong phương pháp này, đại lượng vào so sánh $Y_X = \text{const}$, đại lượng bù $Y_K = \text{const}$. Phép so sánh thực hiện $\Delta Y = Y_X - Y_K = 0$, và $Y_X = Y_K$ (hình 1-8).



Hình 1-8

2.2.2. . Phương pháp so sánh vi sai.

Trong phương pháp này, đại lượng vào so sánh $Y_X = \text{const}$, đại lượng bù $Y_K = \text{const}$. Độ sai khác giữa 2 đại lượng rất nhỏ nhưng $\Delta Y = Y_X - Y_K \neq 0$ (hình 1-9).



Hình 1-9

2.2.3. Phương pháp mã hóa thời gian.

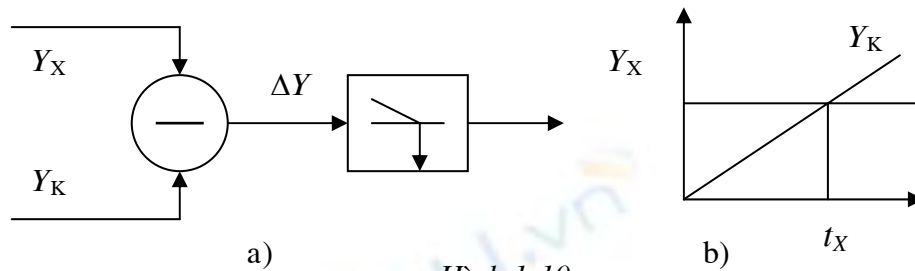
Trong phương pháp này thì $Y_x = \text{const}$, còn đại lượng bù Y_k là một lượng tỉ lệ với thời gian: $Y_k = Y_{0t}$.

Tại thời điểm t_x xảy ra cân bằng : $Y_k = Y_{0t_x} = Y_x$.

$$t_x = \frac{Y_x}{Y_0} \quad (1-6)$$

Như vậy đại lượng đo Y_x đã được biến ra khoảng thời gian t_x . Phép so sánh thực hiện một bộ ngưỡng (hình 1-10):

$$\Delta Y = \text{Sign}(Y_x - Y_k) = \begin{cases} 1 & \text{khi } Y_x - Y_k > 0 \\ 0 & \text{khi } Y_x - Y_k \leq 0 \end{cases} \quad (1-7)$$



Hình 1-10

2.2.4. Phương pháp mã hóa tần số xung.

Trong phương pháp này đại lượng Y_x tỉ lệ với thời gian và lượng vào X : $Y_x = X t$, còn đại lượng bù $Y_k = Y_0 = \text{const}$.

Ngưỡng so sánh:

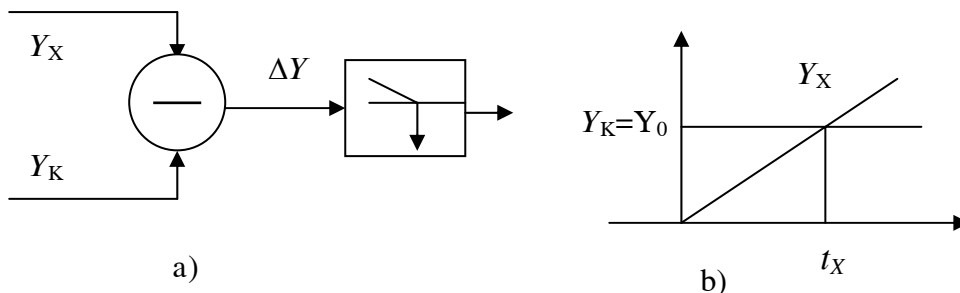
$$\Delta Y = \text{Sign}(Y_x - Y_k).$$

Lúc cân bằng ta có: $Y_k = X t_x$

$$t_x = \frac{Y_k}{X},$$

Hay
$$f_x = \frac{1}{t_x} = \frac{X}{Y_k} \quad (1-8)$$

Như vậy đại lượng đo X được biến đổi ra tần số f_x (hình 1-11)



Hình 1-11

2.2.5. Phương pháp mã hóa số xung.

Trong phương pháp này đại lượng $Y_x = \text{const}$, còn đại lượng bù Y_k là một hàm bậc thang đều:

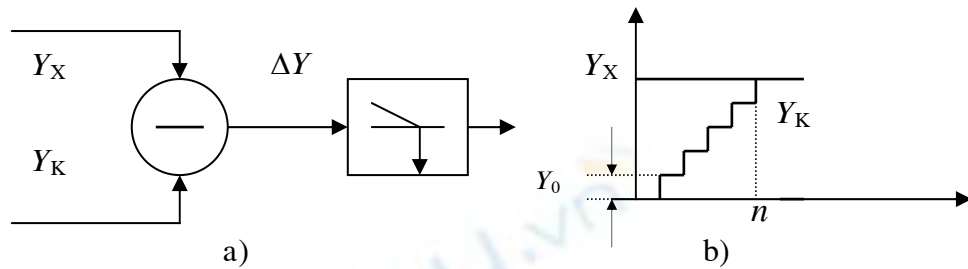
$$Y_K = Y_0 \sum_0^n 1(t - i\tau) \quad (1-9)$$

Ngưỡng so sánh cũng có dạng:

$$\Delta Y = \text{Sign}(Y_X - Y_K). \quad (1-10)$$

Y_X và Y_K sẽ cân bằng nhau sau n xung bước nhảy (H. 1-12):

$$n = \frac{Y_X}{Y_0} \quad (1-11)$$



Hình 1-12

2.2.6. Phương pháp mã hóa số xung ngược.

Trong trường hợp này đại lượng bù $Y_K = \text{const}$, còn lượng vào so sánh được biến đổi thành một hàm bậc thang:

$$Y_X = Y_0 \sum_0^n 1(t - i\tau) \quad (1-12)$$

Ngưỡng so sánh:

$$\Delta Y = \text{Sign}(Y_X - Y_K).$$

Y_X và Y_K sẽ cân bằng nhau sau n xung bước nhảy:

$$n = \frac{Y_K}{Y_0} \quad (1-13)$$

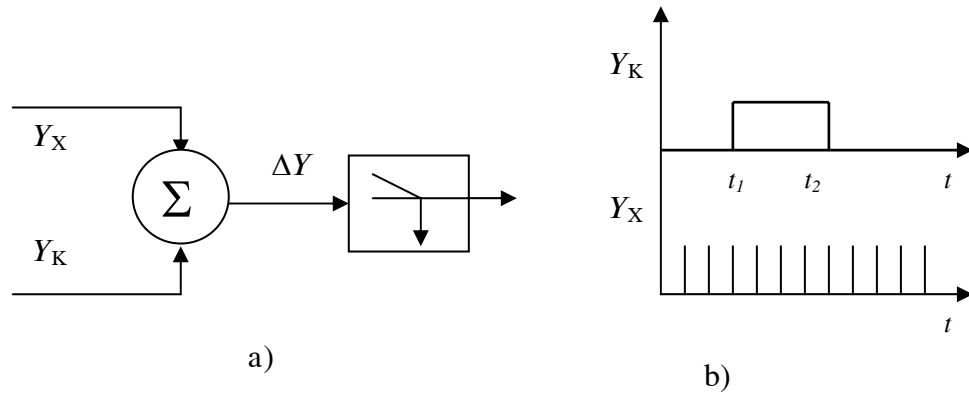
2.2.7. Phương pháp đếm xung

Trong phương pháp này đại lượng vào so sánh có dạng là một dãy xung hẹp:

$$Y_X = Y_0 \sum_0^n \delta(t - iT) \quad (1-14)$$

và $Y_K = Y_0 = \text{const}$ trong khoảng thời gian (t_1, t_2) . Bộ so sánh là một bộ ngưỡng tổng $\Delta Y = \text{Sign}(Y_X + Y_K)$, ta có phương pháp đếm xung hay phép so sánh khoảng thời gian (t_1, t_2) với khoảng thời gian T (H. 1-13).

$$n = \frac{t_2 - t_1}{T} \quad (1-15)$$



Hình 1-13

2.2.8. Phương pháp trùng phùng.

Phương pháp trùng phùng thường được dùng để đo các khoảng thời gian nhỏ, hoặc các khoảng di chuyển nhỏ. Trong phương pháp này đại lượng vào so sánh là một dãy xung hẹp:

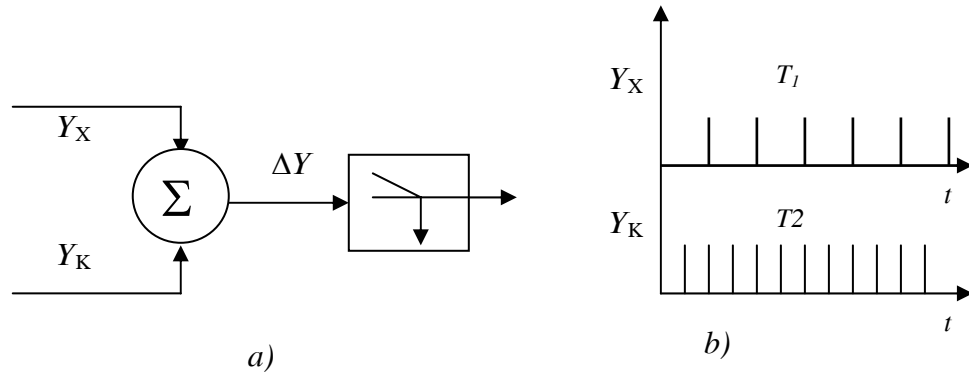
$$Y_X = Y_0 \sum_0^n \delta(t - iT_1) \tag{1-16}$$

Đại lượng bù cũng có dạng là một dãy xung hẹp:

$$Y_K = Y_0 \sum_0^n \delta(t - iT_2) \tag{1-17}$$

Bộ so sánh là một bộ ngưỡng tổng $\Delta Y = \text{sign}(Y_X + Y_K)$ (hình 1-14). Thời gian lặp lại trùng phùng được xác định từ hệ thức:

$$T = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \tag{1-18}$$



Hình 1-14

§ 3. CHỈ THỊ KẾT QUẢ ĐO LƯỜNG

Kết quả đo lường được thể hiện trên bộ phận chỉ thị của dụng cụ đo. Tùy thuộc vào cơ cấu đo và nguyên lý tác dụng của thiết bị đo mà bộ phận chỉ thị được thể hiện dưới dạng tương tự hoặc dạng số.

3.1. Chỉ thị dạng tương tự.

Các dụng cụ đo tương tự thường biểu diễn giá trị của đại lượng đo theo góc lệch của kim chỉ thị trên thang độ. Việc khắc độ thang đo của dụng cụ phụ thuộc vào cơ cấu đo (xem bảng 1-1) và phương trình đặc tính của thang đo tương ứng. Thang độ là đều nếu hàm truyền đạt thể hiện đặc tính của thang đo là tuyến tính (đối với hầu hết các thang độ đo điện áp, đo dòng điện), và thang độ không đều nếu hàm truyền đạt là phi tuyến (chẳng hạn thang độ đo điện trở). Hiện nay trong các dụng cụ đo cơ điện thì cơ cấu đo từ điện được dùng phổ biến do những ưu điểm nổi bật về độ nhạy và độ chính xác cao; thang đo đều và tiêu thụ năng lượng ít. Cơ cấu từ điện được dùng trong các cầu đo, trong các điện thế kế chỉ thị không. Kết hợp với các mạch chỉnh lưu và các mạch điện tử hỗ trợ cơ cấu từ điện được dùng như một cơ cấu chỉ thị vạn năng.

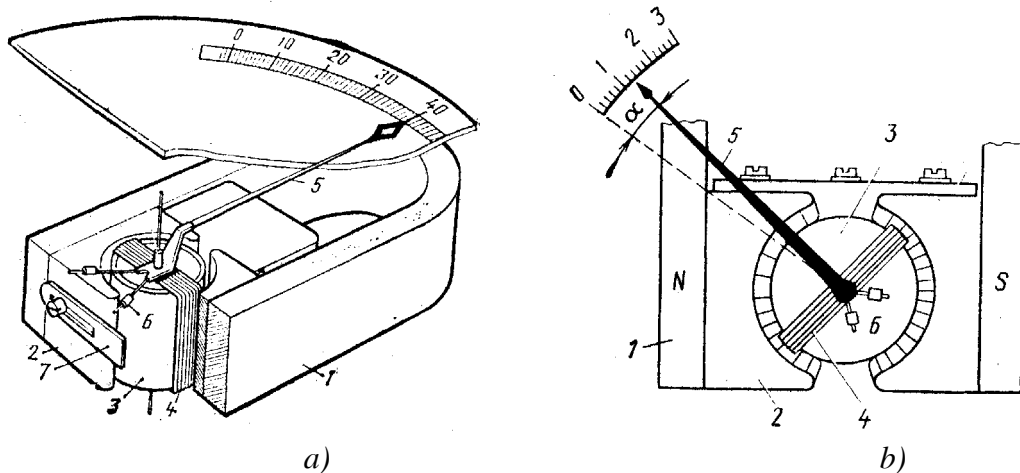
Sơ đồ cấu trúc của một cơ cấu đo từ điện được trình bày trên hình 1-15 a, b. Cấu tạo của cơ cấu đo được hình thành từ các chi tiết chính sau:

- Nam châm vĩnh cửu 1 với cực từ 2 tạo ra một khe từ hình trụ;
- Khung dây 4 quấn trên lõi sắt non 3;
- Kim chỉ thị 5 gắn chặt với trục của khung dây có đối trọng 6;
- Sun từ 7 để điều chỉnh mạch từ.

Khi khung dây có dòng điện chạy qua, dưới tác dụng của từ trường trong khe lên dòng điện trong khung sẽ phát sinh lực từ F và hình thành mômen quay:

$$M = BSWI \quad (1-19)$$

Trong đó B – độ lớn cảm ứng từ trong khe; S – diện tích khung dây; W – số vòng dây; I – cường độ dòng điện chạy trong khung dây.



Hình 1-15. Cơ cấu đo từ điện.

- 1- Nam châm vĩnh cửu; 2 - Cực từ; 3 - Lõi sắt non; 4 - Khung dây;
5 - Kim chỉ thị; 6 - Đối trọng; 7 - Sun từ.

Dưới tác dụng của mômen quay M khung dây có gắn trục quay và kim chỉ thị sẽ lệch đi một góc α (xem hình 1-15,b) được xác định từ hệ thức:

$$M = M_C = K \alpha$$

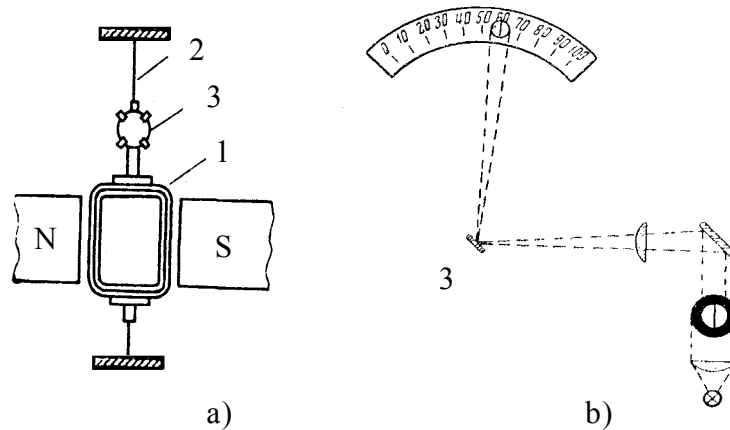
Trong đó M_C là mômen cản; K là hệ số phụ thuộc vào tính chất đàn hồi của lò xo xoắn. Mômen cản phụ thuộc tuyến tính vào góc lệch phần động. Khi cân bằng giữa mômen quay và mômen cản kim chỉ thị sẽ dừng lại ở vị trí góc lệch α :

$$K\alpha = BSWI \quad (1-20)$$

$$\text{Hay } \alpha = \frac{BSWI}{K} = GI \quad (1-21)$$

Trong đó G được gọi là độ nhạy của cơ cấu đo. Công thức (1-21) cho thấy góc lệch α tỉ lệ với dòng điện đi vào cơ cấu đo. Hàm truyền đạt của cơ cấu đo là tuyến tính, do đó dụng cụ sẽ có thang đo tuyến tính.

Trong các điện kế từ điện, để tăng độ nhạy và độ chính xác của phép đo, khung dây phần động 1 (xem hình 1-16, a) được gắn bằng dây treo 2, góc lệch phần động được chỉ thị trên thang độ bằng ánh sáng phản chiếu trên gương 3 gắn với dây treo nhờ một hệ thống quang học (hình 1-16, b).



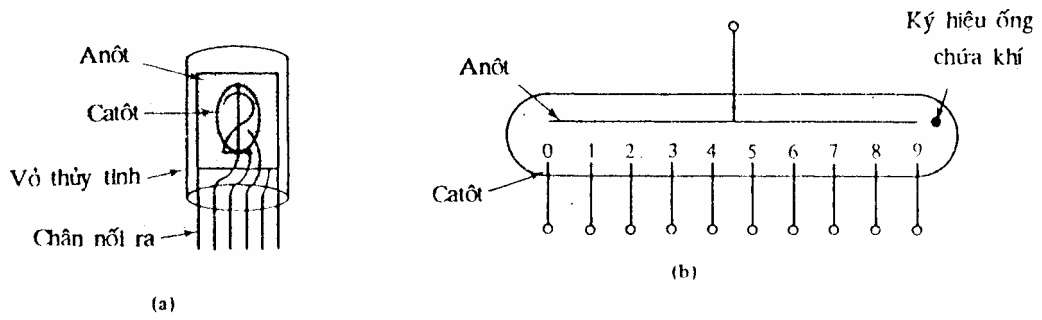
Hình 1-16. Chỉ thị bằng ánh sáng nhờ hệ thống quang học

3.2. Chỉ thị dạng số.

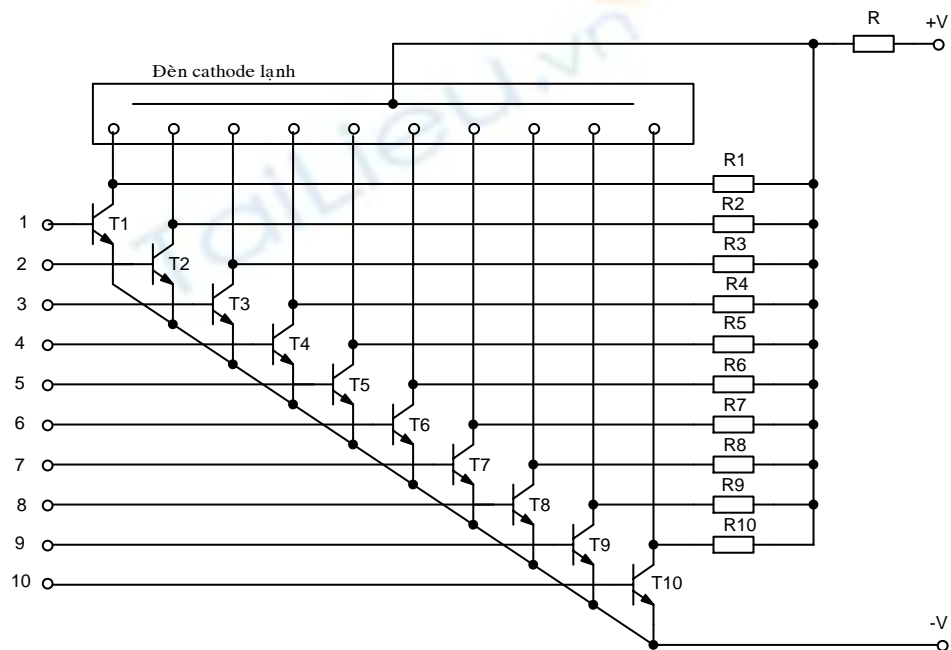
Để có thể dễ dàng đọc kết quả đo người ta đã sử dụng các bộ chỉ thị số để hiển thị kết quả đo lường. Có nhiều cách khác nhau để tổ chức bộ chỉ thị số:

- Chỉ thị số dạng cơ điện: dùng đèn neon hoặc đèn đốt tim để chiếu sáng một bảng panel có khắc các chữ số.

- Dùng đèn cathode lạnh. Trong đèn này chứa đầy khí neon, có 1 anode chung và 10 cathode riêng rẽ. Các cathode được uốn thành hình các chữ số ả rập từ 0 đến 9. Khi xuất hiện điện áp giữa anode và một cathode nào đó do bộ giải mã đưa tới thì sẽ xảy ra sự phóng điện giữa chúng và gây ra quá trình ion hóa do va chạm. Các nguyên tử bị ion hóa do mất electron nên tích điện dương và được điện trường gia tốc chuyển động về phía cathode, khi đập vào cathode chúng làm phát xạ ra các electron thứ cấp, các electron thứ cấp này lại tiếp tục gây ion hóa và tái hợp trở lại với các ion dương. Quá trình tái hợp giải phóng ra năng lượng dưới dạng ánh sáng và quanh cathode nào được kích hoạt sẽ sáng lên hiện hình chữ số tương ứng. Cấu tạo của một trong các loại đèn này như trên hình 1-17 và sơ đồ mạch chỉ thị bằng mạch bán dẫn chỉ ra trên hình 1-18.



Hình 1-17. Cấu tạo và ký hiệu đèn hiện số cathode lạnh



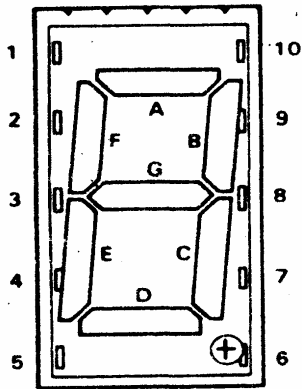
Hình 1-18. Mạch chỉ thị bằng đèn cathode lạnh

– Bộ chỉ thị số là một hệ thống các khe chiếu sáng. Mỗi chữ số được cấu tạo từ tổ hợp các khe. Thông thường hệ thống này gồm 7 hoặc 9 khe. Khi các bộ chỉ thị cần kích thước lớn thì các khe này được chiếu sáng nhờ các đèn đốt tim hoặc đèn neon (các bộ chỉ báo giờ và nhiệt độ tại các nơi công cộng, chỉ thị quang báo trên các bảng panel lớn, v.v...).

– Với các bộ chỉ thị vừa và nhỏ thường dùng các diode quang (LED) để chiếu sáng và thường được chế tạo công nghiệp dưới dạng thương phẩm. Chẳng hạn một số bộ chỉ thị số dùng các đèn LED 7 đoạn họ FND350, FND357, FND360, FND367 (hình 1-19, a).

– Để chỉ thị dấu (+) và dấu (-) dùng các đèn họ FND501, FND531, FND541, FND551, FND561(H. 1-19, b). Trên thị trường có cả loại đèn kép cho phép sử dụng để chỉ thị hai số trên một đèn như họ FND6710, FND6740 (H. 1-19,c).

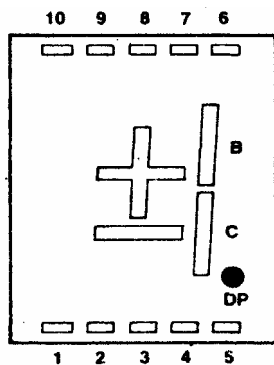
– Bộ chỉ thị số dùng đèn tinh thể lỏng (Liquid Crystal Display - LCD) 7 đoạn cũng bố trí tương tự như các bộ chỉ thị LED 7 đoạn. Ở đây mỗi đoạn được thay bằng một ô tinh thể lỏng. Mặt cắt của ô tinh thể lỏng kiểu hiệu ứng trường được minh họa trên hình 1-20, a. Tinh thể lỏng được đặt thành lớp giữa 2 bề mặt thủy tinh và các điện cực trong suốt kết tủa ở mặt trong. Một điện thế xoay chiều được áp vào giữa đoạn (đã phủ kim loại) cần hiển thị và mặt phản (Back Plane). Khi không có hiệu điện thế tác động thì đoạn phủ kim loại phản xạ ánh sáng tới, đồng thời do tinh thể lỏng trong suốt nên ánh sáng cũng phản xạ từ mặt phản làm đoạn bị hòa lẫn vào nền phản, ta chỉ thấy toàn mặt của bộ hiển thị một màu sáng bạc yếu.



a)

PIN FND350/357/360/367

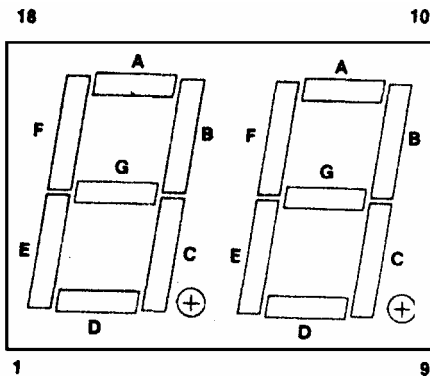
- 1 Common-Cathode
- 2 Segment F
- 3 Segment G
- 4 Segment E
- 5 Segment D
- 6 Common-Cathode
- 7 Decimal Point
- 8 Segment C
- 9 Segment B
- 10 Segment A



b)

PIN FND501/531/541/551/561

- 1 Minus
- 2 Cathode ±
- 3 Segment C
- 4 Cathode 1/DP
- 5 Decimal Point
- 6 Segment B
- 7 Cathode 1/DP
- 8 Cathode ±
- 9 Plus NC



c)

PIN PND6710

- 1 E Cath. Digit 1
- 2 D Cath. Digit 1
- 3 C Cath. Digit 1
- 4 DP Cath. Digit 1
- 5 E Cath. Digit 2
- 6 D Cath. Digit 2
- 7 G Cath. Digit 2
- 8 C Cath. Digit 2
- 9 DP Cath. Digit 2
- 10 B Cath. Digit 2
- 11 A Cath. Digit 2
- 12 F Cath. Digit 2
- 13 Digit 2 Anode
- 14 Digit 1 Anode
- 15 B Cath. Digit 1
- 16 A Cath. Digit 1
- 17 G Cath. Digit 1
- 18 F Cath..Digit 1

FND6740

- C Cath. Digit 1
- D Cath. Digit 1
- B Cath. Digit 1
- DP Cath. Digit 1
- E Cath. Digit 2
- D Cath. Digit 2
- G Cath. Digit 2
- C Cath. Digit 2
- DP Cath. Digit 2
- B Cath. Digit 2
- A Cath. Digit 2
- F Cath. Digit 2
- Digit 2 Anode
- Digit 1 Anode
- A Cath. Digit 1
- NC
- NC
- NC

Hình 1-19. Một vài dạng đèn hiện số dùng diode quang