

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

-----!□□-----



**Đỗ Mạnh Hà**

**BÀI GIẢNG**  
**CƠ SỞ ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ**

**Hà Nội 2011**

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

TaiLieu.vn

# MỤC LỤC

<b>MỤC LỤC</b> .....	<b>i</b>
<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	<b>v</b>
<b>CHƯƠNG 1 - GIỚI THIỆU CHUNG VỀ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ</b> .....	<b>8</b>
1.0. GIỚI THIỆU CHUNG.....	8
1.1 CÁC KHÁI NIỆM VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ.....	9
1.2 ĐỐI TƯỢNG CỦA ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ.....	11
1.3 PHÂN LOẠI PHÉP ĐO.....	12
1.4 CHỨC NĂNG VÀ PHÂN LOẠI THIẾT BỊ ĐO.....	15
1.5 ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG, CHUẨN, MẪU.....	20
1.5.1 Đơn vị đo lường.....	20
1.5.2 Cấp chuẩn hóa.....	21
1.6 ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA THIẾT BỊ ĐO.....	22
1.6.1 Đặc tính tĩnh.....	22
1.6.2 Đặc tính động.....	24
1.7. ĐẶC TÍNH ĐIỆN CỦA THIẾT BỊ ĐO ĐIỆN TỬ.....	26
1.7.1. Các tham số giới hạn.....	27
1.7.2. Ảnh hưởng do quá tải.....	28
1.7.3. Can nhiễu ở phép đo.....	29
1.7.4. Vỏ bảo vệ.....	31
1.7.5. Nối đất.....	32
1.8. SO SÁNH THIẾT BỊ ĐO TƯƠNG TỰ VÀ THIẾT BỊ ĐO SỐ.....	33
1.9. CHỌN KHOẢNG ĐO TỰ ĐỘNG VÀ ĐO TỰ ĐỘNG.....	35
1.10. ĐO TRONG MẠCH (ICT).....	36
1.11. KỸ THUẬT SỬ DỤNG THIẾT BỊ ĐO ĐIỆN TỬ.....	36
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP.....	40
<b>CHƯƠNG 2 – ĐÁNH GIÁ SAI SỐ ĐO LƯỜNG</b> .....	<b>41</b>
2.1. KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ.....	41
2.2. NGUYÊN NHÂN GÂY SAI SỐ.....	41
2.3. PHÂN LOẠI SAI SỐ.....	42
2.3.1. Phân loại sai số theo nguồn gốc gây ra sai số.....	42
2.3.2. Phân loại theo sự phụ thuộc của sai số vào đại lượng đo.....	44
2.3.3. Phân loại theo vị trí sinh ra sai số.....	44
2.4. BIỂU THỨC BIỂU DIỄN SAI SỐ.....	45
2.5. PHÂN TÍCH THÔNG KÊ ĐO LƯỜNG.....	47
2.5.1. Hàm phân bố chuẩn sai số.....	47
2.5.2. Hệ quả của hàm phân bố chuẩn sai số.....	49
2.5.3. Chuẩn hóa hàm phân bố sai số.....	50

2.5.4. Các đặc số phân bố ứng dụng trong đo lường.....	52
2.5.5. Ứng dụng các đặc số phân bố để xác định kết quả đo từ nhiều lần đo.....	56
2.6. ĐÁNH GIÁ SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO GIÁN TIẾP.....	59
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	62
BÀI TẬP.....	64
<b>CHƯƠNG 3 – CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ.....</b>	<b>66</b>
3.0. GIỚI THIỆU CHƯƠNG.....	66
3.1. CẤU TRÚC CƠ BẢN CỦA MÁY ĐO.....	66
3.1.1. Máy đo tham số và đặc tính của tín hiệu:.....	67
3.1.2. Máy đo tham số và đặc tính của mạch điện:.....	70
3.1.3. Máy tạo tín hiệu đo lường.....	71
3.1.4. Các linh kiện đo lường.....	73
3.2. CẤU TRÚC CHUNG CỦA MÁY ĐO SỐ.....	73
3.2.1. Sự tiến triển trong công nghệ chế tạo thiết bị đo.....	73
3.2.1. Sơ đồ cấu trúc chung của máy đo số.....	74
3.2.3. Ưu điểm của máy đo số.....	77
3.3. THIẾT BỊ ĐO GHEP NỐI VỚI MÁY TÍNH.....	80
3.4. MỘT SỐ MẠCH ĐO LƯỜNG VÀ GIA CÔNG TÍN HIỆU ĐO CƠ BẢN.....	86
3.5. CƠ CẤU CHỈ THỊ ĐO LƯỜNG.....	87
3.5.1 Cơ cấu chỉ thị kim (Cơ cấu đo điện cơ bản - CCD).....	88
3.5.2 Thiết bị chỉ thị dùng LED.....	101
3.5.3 Thiết bị chỉ thị dùng LCD - Liquid Crystal Display.....	108
3.5.4 Ống tia điện tử - CRT.....	118
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	130
<b>CHƯƠNG 4 - MÁY HIỆN SỐNG (Ô-XI-LÔ).....</b>	<b>131</b>
4.1 GIỚI THIỆU CHUNG.....	131
4.1.1 Khái niệm chung về quan sát dạng tín hiệu.....	131
4.1.2 Các ưu điểm và khả năng ứng dụng của ô-xi-lô.....	133
4.1.3 Phân loại ô-xi-lô.....	134
4.2 Ô-XI-LÔ TƯƠNG TỰ.....	135
4.2.1 Sơ đồ khối và nguyên lý làm việc của ô-xi-lô tương tự 1 kênh.....	135
4.2.2 Ô-xi-lô nhiều kênh.....	149
4.3 ĐÂY ĐO DÙNG CHO Ô-XI-LÔ.....	154
4.3.1 Dây đo thụ động trở kháng cao.....	155
4.3.2 Dây đo tích cực.....	156
4.4 Ô-XI-LÔ SỐ.....	158
4.4.1 Khả năng của ôxilô số.....	158
4.4.2 Cấu trúc ô-xi-lô số.....	159
4.5 ỨNG DỤNG ĐO LƯỜNG DÙNG Ô-XI-LÔ.....	162
4.5.1 Đo tham số tín hiệu điện áp.....	165

4.5.2 Đo tần số bằng phương pháp Lissajous.....	166
4.5.3 Đo góc lệch pha.....	169
4.5.4. Vẽ đặc tuyến Von-Ampe của điốt.....	171
4.5.5. Vẽ đặc tuyến ra của BJT.....	172
<b>CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP.....</b>	<b>172</b>
<b>CHƯƠNG 5 – CÁC PHÉP ĐO ĐIỆN CƠ BẢN .....</b>	<b>175</b>
5.1 GIỚI THIỆU CHUNG.....	175
5.2 ĐO DÒNG ĐIỆN.....	176
5.2.1 Ampe mét can thiệp .....	176
5.2.2. Ampe mét không can thiệp.....	181
5.3. ĐO ĐIỆN ÁP.....	185
5.3.1. Các trị số điện áp.....	185
5.3.2. Giới thiệu về dụng cụ đo điện áp.....	186
5.3.3. Đo điện áp sử dụng cơ cấu đo từ điện.....	189
5.3.4. Von mét điện tử.....	191
5.4. ĐO ĐIỆN TRỞ .....	197
5.5. THIẾT BỊ ĐO ĐIỆN TỬ VẠN NĂNG (MULTIMETERS).....	200
5.5.1. Đồng hồ vạn năng tương tự - VOM.....	200
5.5.2. Đồng hồ vạn năng số - DMM.....	202
<b>CHƯƠNG 6 - ĐO TẦN SỐ, KHOẢNG THỜI GIAN VÀ GÓC LỆCH PHA.....</b>	<b>207</b>
6.0. GIỚI THIỆU CHUNG.....	207
6.1. ĐO TẦN SỐ.....	209
6.1.1. Đo tần số bằng phương pháp đếm xung.....	210
6.1.2. Đo tần số bằng phương pháp dùng mạch cộng hưởng.....	221
6.2. ĐO GÓC LỆCH PHA.....	224
6.2.1. Khái quát các phương pháp đo góc lệch pha.....	224
6.2.2. Pha mét số.....	227
<b>CÂU HỎI ÔN TẬP.....</b>	<b>230</b>
<b>CHƯƠNG 7 – ĐO CÔNG SUẤT.....</b>	<b>231</b>
7.1. KHÁI NIỆM VỀ ĐO CÔNG SUẤT.....	231
7.1.1 Các thành phần công suất.....	231
7.1.2. Đơn vị công suất.....	233
7.1.3 Các nguyên lý đo công suất.....	234
7.2. ĐO CÔNG SUẤT Ở TẦN SỐ THẤP VÀ TẦN SỐ CAO.....	236
7.2.1 - Phương pháp cơ điện.....	237
7.2.2. Phương pháp điện.....	238
7.2.3. Phương pháp so sánh.....	243
7.3. ĐO CÔNG SUẤT Ở DẢI SIÊU CAO TẦN.....	244
7.3.1. Oát met sử dụng cảm biến điện trở nhiệt.....	246
<b>CHƯƠNG 8 – PHÂN TÍCH PHỔ TÍN HIỆU.....</b>	<b>252</b>

8.1. GIỚI THIỆU CHUNG PHÂN TÍCH TÍN HIỆU.....	252
8.1.1 Giới thiệu chung về máy phân tích tín hiệu.....	252
8.1.2. Đồ thị phổ của tín hiệu.....	253
8.2. MÁY PHÂN TÍCH PHỔ.....	255
8.2.1. Ứng dụng đo lường của máy phân tích phổ.....	255
8.2.2. Các nguyên lý máy phân tích phổ.....	256
8.2.3. Máy phân tích phổ song song.....	257
8.2.4. Máy phân tích phổ nối tiếp.....	259
<b>CHƯƠNG 9 - ĐO THAM SỐ CỦA MẠCH ĐIỆN TỬ.....</b>	<b>265</b>
9.0. GIỚI THIỆU CHUNG.....	265
9.1. CÁC THAM SỐ VÀ ĐẶC TÍNH MẠCH ĐIỆN.....	266
9.1.1. Các tham số, đặc tính của mạch điện có các phần tử tập chung.....	266
9.1.2. Các tham số và đặc tính của mạch điện có phần tử phân bố.....	269
9.2 ĐO TRỞ KHÁNG CỦA MẠCH VÀ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ.....	272
9.2.1 Sai số của phép đo trở kháng.....	272
9.2.2. Mô hình mạch tương đương của các linh kiện.....	278
9.2.3. Tổng quan các phương pháp đo trở kháng.....	279
9.2.2. So sánh các phương pháp đo.....	285
9.3. ỨNG DỤNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO TRỞ KHÁNG.....	289
9.3.1. Phương pháp cầu 4 nhánh cân bằng.....	289
9.3.2. Phương pháp cộng hưởng.....	296
9.3.3. Phương pháp cầu tự cân bằng.....	297
9.3.4. Phương pháp biến đổi thời gian - xung.....	297
9.4. ĐO THAM SỐ VÀ ĐẶC TÍNH CỦA LINH KIỆN VÀ MẠCH PHI TUYẾN.....	300
9.4.1. Vẽ đặc tuyến Von-Ampe.....	300
9.4.2. Vẽ đặc tuyến biên độ tần số của mạng 4 cực.....	301
9.5. ĐO LƯỜNG, KIỂM NGHIỆM CÁC MẠCH ĐIỆN TỬ SỐ VÀ VI XỬ LÝ.....	302
9.5.1. Khái niệm và đặc tính chung của mạch số.....	302
9.5.2. Các phương pháp phân tích.....	304
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>317</b>

# LỜI NÓI ĐẦU

Với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và công nghệ, Kỹ thuật đo lường nói chung, kỹ thuật đo lường điện tử nói riêng đang có một vai trò quan trọng trong đời sống kinh tế kỹ thuật và công nghệ. Các máy đo lường điện tử ngày càng được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Để sử dụng chúng có hiệu quả, việc nghiên cứu về lý thuyết và nguyên lý đo lường điện tử là rất quan trọng, nhất là đối với kỹ sư làm việc trong các lĩnh vực điện, điện tử, viễn thông. Bài giảng này nhằm trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về đo lường điện tử như: Cơ sở kỹ thuật đo lường điện tử, đánh giá sai số và xử lý kết quả đo, các phương pháp đo, nguyên lý xây dựng, cấu trúc, cũng như ứng dụng đo lường của các thiết bị đo tham số và đặc tính của tín hiệu và mạch điện tử.

Bài giảng gồm các nội dung chính như sau:

Chương 1 - Cơ sở lý thuyết về đo lường điện tử

Chương 2 - Sai số trong đo lường

Chương 3 - Cơ sở kỹ thuật đo lường điện tử

Chương 4 - Máy hiện sóng (Ô-xi-lô)

Chương 5 - Các phép đo điện cơ bản

Chương 6 - Đo tần số, khoảng thời gian và góc lệch pha

Chương 7 - Phân tích tín hiệu

Chương 8 - Đo công suất

## **Chương 9 - Đo các tham số và đặc tính của mạch điện tử**

Bài giảng được thực hiện trong một thời gian ngắn, nên khó tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp các đồng nghiệp để bài giảng được hoàn thiện hơn. Mọi góp ý xin vui lòng gửi về Bộ môn kỹ thuật điện tử - Khoa Kỹ thuật Điện tử 1- Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông hoặc email: [hadm@ptit.edu.vn](mailto:hadm@ptit.edu.vn). Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp đã đóng góp các ý kiến quý báu; xin chân thành cảm ơn lãnh đạo Học viện, Phòng Đào tạo và NCKH, Khoa Kỹ thuật Điện tử 1, 2 đã tạo điều kiện để chúng tôi hoàn thành bài giảng này.

Hà nội, tháng 9 năm 2010

**Tác giả**



Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

TaiLieu.vn

# CHƯƠNG 1 - GIỚI THIỆU CHUNG VỀ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ

- Các khái niệm về đo lường điện tử
- Đối tượng của đo lường điện tử
- Phân loại phép đo
- Chức năng và phân loại thiết bị đo
- Đơn vị đo lường, chuẩn, mẫu
- Đặc tính cơ bản của thiết bị đo
- Đặc tính điện của thiết bị đo điện tử
- So sánh thiết bị đo tương tự và thiết bị đo số
- Chọn khoảng đo tự động và đo tự động
- Đo trong mạch
- Kỹ thuật sử dụng thiết bị đo điện tử

## 1.0. GIỚI THIỆU CHUNG

Chương này sẽ trình bày khái quát về kỹ thuật đo lường nói chung, kỹ thuật đo lường điện tử nói riêng. Những khái niệm trong đo lường, phép đo, phương pháp đo, thiết bị đo, đặc tính của thiết bị đo, và đặc biệt là sai số đo lường, phân loại số số, tính toán sai số ... sẽ được làm sáng tỏ trong chương này. Đó là những cơ sở để có thể học các chương tiếp theo.

- Sau khi học chương này sinh viên có thể hiểu được những vấn đề sau:
- Thế nào là đo lường, đo lường điện tử.
- Khái niệm về phép đo, phương pháp đo.

- Phân biệt được các phương pháp đo khác nhau.
- Hiểu chức năng của thiết bị đo, và phân loại được các thiết bị đo.
- Biết các đặc tính cơ bản của một thiết bị đo.
- Phân biệt được Đơn vị đo, chuẩn, mẫu.

## **1.1 CÁC KHÁI NIỆM VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ**

Đo lường học (Metrology) là lĩnh vực khoa học ứng dụng liên ngành nghiên cứu về các đối tượng đo, các phép đo, các phương pháp thực hiện và các công cụ đảm bảo cho chúng, kỹ thuật đo, các phương pháp để đạt được độ chính xác mong muốn.

Các hướng nghiên cứu chính của đo lường bao gồm:

- Các lý thuyết chung về phép đo.
- Các đơn vị vật lý và hệ thống của chúng.
- Các phương pháp và công cụ đo.
- Kỹ thuật đo
- Phương pháp xác định độ chính xác của phép đo.
- Cơ sở bảo đảm cho việc thống nhất giữa phép đo và rất nhiều công cụ thực hiện nó.
- Công cụ đo chuẩn và barem.
- Các phương pháp để chuyển đơn vị đo từ công cụ chuẩn hoặc gốc ra công cụ làm việc.

Ngành kỹ thuật chuyên nghiên cứu và áp dụng các thành quả của đo lường học vào phục vụ sản xuất vào đời sống gọi là kỹ thuật đo lường

Phần này sẽ trình các khái niệm cơ bản về đo lường điện tử.

- **Đo lường (Measurement)** là gì? Đo lường là quá trình thực nghiệm vật lý nhằm đánh giá được tham số, cũng như đặc tính của đối tượng chưa biết. Thông thường đo lường là quá trình so sánh đối tượng chưa biết với một đối tượng làm chuẩn (đối tượng chuẩn này thường là đơn vị đo), và có kết quả bằng số so với đơn vị đo.

+ Ví dụ đo điện áp: Điện áp của một nguồn đo được là 5V nghĩa là điện áp của nguồn đó gấp 5 lần điện áp của một nguồn chuẩn 1V.

- **Đo lường điện tử (Electronic Measurement)** : là đo lường mà trong đó đại lượng cần đo được chuyển đổi sang dạng tín hiệu điện mang thông tin đo và tín hiệu điện đó được xử lý và đo lường bằng các dụng cụ và mạch điện tử.

+ Nếu kết hợp đo lường điện tử và các bộ biến đổi phi điện - điện (sensor - các bộ cảm biến) cho phép đo lường được hầu hết các đại lượng vật lý trong thực tế.

- **Đại lượng đo (Measurand)**: là các đại lượng vật lý chưa biết cần xác định tham số và đặc tính nhờ phép đo.

- **Tín hiệu đo (Measuring Signal)**: Tín hiệu điện mang thông tin đo.

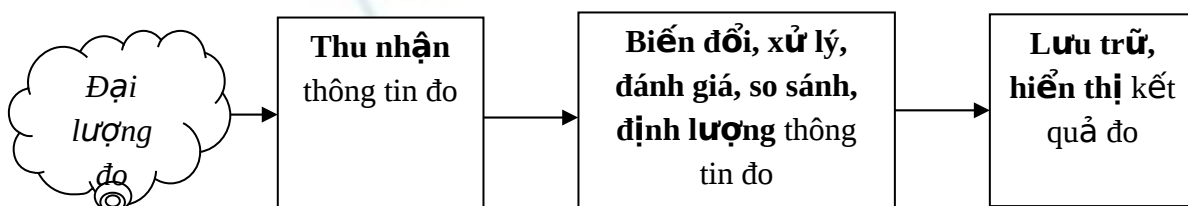
- **Phép đo (Measurement)**: Là quá trình xác định tham số và đặc tính của đại lượng vật lý chưa biết bằng các phương tiện kỹ thuật đặc biệt - hay còn được gọi là thiết bị đo.

- **Thiết bị đo (Instrument)**: là phương tiện kỹ thuật để thực hiện phép đo có chức năng biến đổi tín hiệu mang thông tin đo thành dạng phù hợp cho việc sử dụng và nhận kết quả đo, chúng có những đặc tính đo lường cơ bản đã được qui định. Trong thực tế Thiết bị đo thường được hiểu là máy đo (ví dụ: Máy hiện sóng, Vôn mét số, Máy đếm tần ...).

- **Kỹ thuật đo (Instrumentation):** là một nhánh khoa học về các phương pháp kỹ thuật công nghệ ứng dụng trong đo lường và điều khiển.

- **Phương pháp đo (Measuring method) :** Là cách thức thực hiện quá trình đo lường để xác định được tham số và đặc tính của các đại lượng đo. Phương pháp đo phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Phương pháp nhận thông tin đo từ đại lượng đo, Phương pháp xử lý thông tin đo, Phương pháp đánh giá, so sánh thông tin đo, Phương pháp hiển thị, lưu trữ kết quả đo ... Mỗi loại máy đo có thể coi là một thiết bị đo hoàn chỉnh thực hiện theo một hay một vài phương pháp đo cụ thể nào đó.

Về cơ bản quá trình đo lường có thể được chia thành các



bước khác nhau và được minh họa như hình vẽ sau:

Hình 1.1 – Quá trình đo lường

## 1.2 ĐỐI TƯỢNG CỦA ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ

Đo lường điện tử có phạm vi ứng dụng rất rộng rãi, đối tượng đo rất rộng. Tuy nhiên trong lĩnh vực điện tử - viễn thông, đối tượng của đo lường tập chủ yếu vào đối tượng: Hệ thống tham số và đặc tính của tín hiệu và của mạch điện tử.

- **Hệ thống tham số và đặc tính của tín hiệu điện tử:**

+ Tham số về cường độ tín hiệu điện tử gồm: Cường độ dòng điện, Cường độ điện áp, Công suất tác dụng của tín hiệu...

+ Tham số về thời gian gồm: Chu kỳ, tần số của tín hiệu, góc lệch pha giữa 2 tín hiệu cùng tần số, độ rộng phổ tín hiệu, độ rộng xung, độ rộng sườn trước, sườn sau ...

+ Đặc tính tín hiệu gồm: Phổ của tín hiệu, độ méo dạng của tín hiệu, hệ số điều chế tín hiệu...

+ Tín hiệu số gồm các tham số: Mức logic, tần số, chu kỳ...

**- Hệ thống tham số và đặc tính của mạch điện tử:**

+ Các tham số về trở kháng: Trở kháng tương đương, dẫn nạp tương đương, điện trở, điện dung, điện kháng tương đương, trở kháng sóng, hệ số phản xạ, hệ số tổn hao, hệ số phẩm chất của mạch...

+ Đặc tính của mạch: Đặc tuyến Vôn-Ampe, Đặc tuyến biến độ - tần số, đặc tuyến Pha - tần số của mạch...

**Chú ý:** Tùy theo dải tần và hệ thống tham số và đặc tính của tín hiệu và của mạch điện tử cần đo cũng khác nhau.

### **1.3 PHÂN LOẠI PHÉP ĐO**

Phép đo là công việc thực hiện chính của đo lường, đó là việc tìm ra giá trị vật lý bằng cách thí nghiệm với sự trợ giúp của các công cụ kỹ thuật đặc biệt. Giá trị tìm được gọi là kết quả của phép đo. Hoạt động thực hiện trong quá trình đo để cho ta kết quả là một đại lượng vật lý gọi là quá trình ghi nhận kết quả. Tùy thuộc vào đối tượng nghiên cứu, vào tính chất của công cụ đo và người ta cần thực hiện phép đo ghi nhận một lần hay nhiều lần. Nếu như có một loại ghi nhận thì kết quả phép đo nhận được là kết quả khi xử lý các kết quả từ các ghi nhận đó.

Phép đo có bản chất là quá trình so sánh đại lượng vật lý cần đo với một đại lượng vật lý được dùng làm đơn vị. Kết quả

của phép đo được biểu diễn bằng một số là tỷ lệ của đại lượng cần đo với một đơn vị đó. Như vậy để thực hiện phép đo, ta cần thiết lập đơn vị đo, so sánh giá trị của đại lượng cần đo với đơn vị và ghi nhận kết quả so sánh được. Thông thường người ta thường biến đổi tín hiệu đến dạng thuận tiện nhất cho việc so sánh.

Như vậy, ta có thể tóm tắt lại thành bốn bước chính của phép đo là: thiết lập đơn vị vật lý, biểu diễn tín hiệu đo, so sánh tín hiệu đo với đơn vị được lấy làm chuẩn và ghi nhận kết quả so sánh.

Có nhiều cách phân loại phương pháp đo, tùy thuộc vào phương pháp nhận kết quả đo, phương pháp xử lý thông tin đo, dải trình đo, điều kiện đo, sai số...

+ **Đo trực tiếp** : Là phương pháp đo mà kết quả đo nhận được trực tiếp trên thiết bị đo từ một lần đo duy nhất. Thông thường dùng các thiết bị đo tương ứng cho chính đối tượng cần đo.

- VD: đo điện áp bằng vôn-mét, đo tần số bằng tần số-mét, đo công suất bằng oát-mét,...

Đặc điểm của phép đo trực tiếp là quá trình thực hiện đơn giản về biện pháp kỹ thuật, tiến hành đo được nhanh chóng và loại trừ được các sai số do tính toán.

+ **Đo gián tiếp** : Là phương pháp đo mà kết quả đo nhận được từ biểu thức tính toán các kết quả của phép đo trực tiếp các đại lượng vật lý khác nhau.

- VD: Đo công suất một chiều:  $P=U.I$  - đo điện áp và dòng điện bằng Vôn-mét và Ampe-mét.

- Đặc điểm: nhiều phép đo và thường không nhận biết ngay được kết quả đo

Trong kỹ thuật đo lường, thông thường người ta muốn tránh phương pháp đo gián tiếp, vì trước hết nó yêu cầu tiến hành nhiều phép đo (ít nhất là hai phép đo) và thường là không nhận biết ngay được kết quả đo. Song trong một số trường hợp thì không thể tránh được phương pháp này.

+ **Đo thống kê:** Là phương pháp thực hiện đo nhiều lần một đại lượng đo với cùng thiết bị đo và trong cùng điện kiện đo, kết quả đo được tính là giá trị trung bình thống kê của các lần đo đo.

Đặc điểm: Phương pháp này cho phép loại trừ các sai số ngẫu nhiên và thường dùng khi kiểm chuẩn thiết bị đo.

Hiện nay, kỹ thuật đo lường đã phát triển nhiều về phương pháp **đo tương quan**. Nó là một phương pháp riêng, không nằm trong phương pháp đo trực tiếp hay phương pháp đo gián tiếp. Phương pháp tương quan dùng trong những trường hợp cần đo các quá trình phức tạp, mà ở đây không thể thiết lập một quan hệ hàm số nào giữa các đại lượng là các thông số của một quá trình nghiên cứu. Ví dụ: tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra của một hệ thống nào đó.

Khi đo một thông số của tín hiệu nào bằng phương pháp đo tương quan, thì cần ít nhất là hai phép đo mà các thông số từ kết quả đo của chúng không phụ thuộc lẫn nhau. Phép đo này được thực hiện bởi cách xác định khoảng thời gian và kết quả của một số thuật toán có khả năng định được trị số của đại lượng thích hợp. Độ chính xác của phép đo tương quan được xác định bằng độ dài khoảng thời gian của quá trình xét. Khi đo trực tiếp thật ra là người đo đã phải giả thiết hệ số tương quan giữa đại lượng đo và kết quả rất gần 1, mặc dù có sai số do quy luật ngẫu nhiên của quá trình biến đổi gây nên.



Ngoài các phép đo cơ bản nói trên, còn một số các phương pháp đo khác thường được thực hiện trong quá trình tiến hành đo lường như sau:

**Phép đo thay thế:** Phép đo được tiến hành hai lần, một lần với đại lượng cần đo và một lần với đại lượng đo mẫu. Điều chỉnh để hai trường hợp đo có kết quả chỉ thị như nhau.

**Phép đo hiệu số:** Phép đo được tiến hành bằng cách đánh giá hiệu số trị số của đại lượng cần đo và đại lượng mẫu.

**Phép đo vi sai,** phương pháp **chỉ thị không,** phương pháp **bù,** cũng là những trường hợp riêng của phương pháp hiệu số. Chúng thường được dùng trong các mạch cầu đo hay trong các mạch bù.

**Phép đo thẳng:** kết quả đo được định lượng trực tiếp trên thanh độ của thiết bị chỉ thị. Tất nhiên sự khắc độ của các thang độ này đã được lấy chuẩn trước với đại lượng mẫu cùng loại với đại lượng đo.

**Phép đo rời rạc hóa** (chỉ thị số): đại lượng cần được đo được biến đổi thành tín tức là các xung rời rạc. Trị số của đại lượng cần đo được tính bằng số xung tương ứng này.

## **1.4 CHỨC NĂNG VÀ PHÂN LOẠI THIẾT BỊ ĐO**

Hầu hết các thiết bị đo có chức năng cung cấp cho chúng ta kết quả đo được đại lượng đang khảo sát. Kết quả này được chỉ thị hoặc được ghi lại trong suốt quá trình đo, hoặc được dùng để tự động điều khiển đại lượng đang được đo.

*Ví dụ:* trong hệ thống điều khiển nhiệt độ, máy đo nhiệt độ có nhiệm vụ đo và ghi lại kết quả đo của hệ thống đang hoạt động và giúp cho hệ thống xử lý và điều khiển tự động theo thông số nhiệt độ.

Nói chung thiết bị đo lường có chức năng quan trọng là kiểm tra sự hoạt động của hệ thống tự điều khiển, nghĩa là *đo lường quá trình* trong công nghiệp (Industrial process measurements). Đây cũng là môn học trong ngành tự động hóa.

- **Phân loại thiết bị đo:** Gồm 2 nhóm chính

Thiết bị đo đơn giản: mẫu, thiết bị so sánh, chuyển đổi đo lường.

Thiết bị đo phức tạp: máy đo, thiết bị đo tổng hợp và hệ thống thông tin đo lường.

+ **Thiết bị chuẩn:** Chuẩn là mẫu có cấp chính xác cao nhất. Chuẩn là phương tiện đo đảm bảo việc sao và giữ đơn vị đo tiêu chuẩn.

+ **Thiết bị mẫu:** là thiết bị đo dùng để sao lại đại lượng vật lí có giá trị cho trước với độ chính xác cao.

+ **Thiết bị so sánh:** thiết bị đo dùng để so sánh 2 đại lượng cùng loại.

+ **Thiết bị chuyển đổi đo lường:** Thiết bị đo dùng để biến đổi tín hiệu mang thông tin đo lường về dạng thuận tiện cho việc truyền tiếp, biến đổi tiếp, xử lí tiếp và giữ lại, nhưng người quan sát chưa thể nhận biết trực tiếp được kết quả đo (VD: bộ KĐ đo lường; bộ biến dòng, biến áp đo lường; sensor, quang điện trở, nhiệt điện trở, ADC ...)

+ **Máy đo (Instrument) :** Thiết bị đo dùng để biến đổi tín hiệu mang thông tin đo lường về dạng mà người quan sát có thể nhận biết trực tiếp được (VD: vôn mét, ampe mét,...)

+ Thiết bị đo tổng hợp: là các thiết bị đo phức tạp, đa năng dùng để kiểm tra, kiểm chuẩn đo lường, đo lường các tham số phức tạp.

+ Hệ thống thông tin đo lường: Hệ thống mạng kết nối của nhiều thiết bị đo, cho phép đo lường và điều khiển từ xa, đo lường phân tán...

Với nhiều cách thức đo đa dạng khác nhau cho nhiều đại lượng có những đặc tính riêng biệt, một cách tổng quát chúng ta có thể phân biệt 2 dạng thiết bị đo phụ thuộc vào đặc tính.

*Ví dụ:* để đo độ dẫn điện chúng ta dùng thiết bị đo dòng điện thuần túy điện là micro ampe kế hoặc mili ampe kế. Nhưng nếu chúng ta dùng thiết bị đo có sự kết hợp mạch điện tử để đo độ dẫn điện thì lúc bấy giờ phải biến đổi dòng điện đo thành điện áp đo. Sau đó mạch đo điện tử đo dòng điện dưới dạng điện áp. Như vậy chúng ta có đặc tính khác nhau giữa *thiết bị đo điện* và *thiết bị đo điện tử*. Hoặc có những thiết bị đo chỉ thị kết quả bằng *kim chỉ thị* (thiết bị đo dạng analog), hiện nay thiết bị đo chỉ thị bằng *hiện số* (thiết bị đo dạng digital). Đây cũng là một đặc tính phân biệt của thiết bị đo.

Ngoài ra thiết bị đo lường còn mang đặc tính của một thiết bị điện tử (nếu là thiết bị đo điện tử) như: tổng trở vào cao, độ nhạy cao, hệ số khuếch đại ổn định và có độ tin cậy đảm bảo cho kết quả đo. Còn có thêm chức năng, truyền và nhận tín hiệu *đo lường từ xa* (telemetry). Đây cũng là môn học quan trọng trong lĩnh vực *đo lường điều khiển từ xa*.

Bảng phân loại tổng quan thiết bị đo như :

## Chương 1 – Giới thiệu chung về kỹ thuật đo lường điện tử

