

## KỸ THUẬT ĐO CÔNG SUẤT ĐIỆN

Công suất là yếu tố để xác định mức độ hoạt động của các thiết bị năng lượng mặt trời nói riêng và các thiết bị điện nói chung. Hay nói cách khác, công suất là đại lượng cho biết lượng điện năng tiêu thụ của một thiết bị trong một khoảng thời gian nhất định. Công suất có vai trò vô cùng quan trọng trong việc đo lường mức độ làm việc của các thiết bị. Đây cũng chính là khái niệm hoàn hảo để người dùng hiểu và sử dụng tốt thiết bị điện năng và các nguồn năng lượng trên thế giới hiện nay.

Người sử dụng từ “Điện” đầu tiên là Thomas Brown năm 1646. Đến giữa những năm 1700 bình Leyden đã được phát triển như một thiết bị lưu trữ tĩnh điện và người ta đã phát hiện ra rằng sức điện có thể được truyền xuống một kim loại dẫn điện. Năm 1752, Benjamin Franklin và William Watson đã phát hiện ra ý tưởng về điện thế và thiết lập quy ước về điện tích dương, điện tích âm. Thế kỷ 18 kết thúc với việc phát hiện ra nguyên lý điện một chiều sau khi Luigi Galvani đã tạo ra dòng điện thông qua việc sử dụng các kim loại khác nhau. Ông đã tạo ra một loại pin yếu có thể khiến chân ếch nhảy lên). Thực tế dòng điện một chiều đã không được tạo ra cho đến đầu thế kỷ 19. Năm 1800 Alessandro Volta đã tạo ra Pin dòng điện lớn đầu tiên. Đến năm 1809, các loại Pin công suất lớn đã được chế tạo, đèn điện ARC đã được phát triển và các nguyên tố kim loại mới được phát hiện bằng cách tinh chế các Oxit bằng dòng điện. Vào giữa thế kỷ này, phần lớn lý thuyết khoa học về điện một chiều và mối liên hệ giữa điện và từ đã được thiết lập.

Ý tưởng về máy phát điện (máy phát điện một chiều) được phát minh vào những năm 1860 và những cải tiến đã được thực hiện nhanh chóng bởi Varley, Siemens và Wheatstone. Về cơ bản, cùng lúc đó máy phát điện xoay chiều cũng được tạo ra. Cũng trong thập kỷ này, Maxwell, Hertz và Tesla đã đạt được những tiến bộ to lớn trong lý thuyết về điện và từ. Đến những năm 1870 các nhà máy phát điện thương mại đầu tiên đã xuất hiện ở Paris. Lò hồ quang đã được sử dụng để sản xuất kim loại. Đèn hồ quang được sử dụng rộng rãi. Năm 1879, Edison phát minh ra bóng đèn điện. Đến năm 1880, ông đã thành lập công ty chiếu sáng điện Edison ở New York City. Nikola Tesla, người từng làm việc cho Edison đã được cấp bằng sáng chế cho động cơ cảm ứng xoay chiều và máy biến áp năm 1888. Bằng sáng chế cho hai phát minh này, vốn là nền tảng của cuộc cách mạng điện, đã được bán cho Westinghouse. Edison ủng hộ phân phối hệ thống điện một

chiều còn Westinhouse hỗ trợ phân phối hệ thống điện xoay chiều. Năm 1886, Westinghouse triển khai hệ thống điện xoay chiều đầu tiên sử dụng máy biến áp nâng và hạ áp. Ở Great Barington. Cùng năm đó Westinghouse trúng thầu xây dựng hệ thống điện của thành phố Buffalo. Năm 1887 chứng kiến sự phát triển của máy phát điện ba pha ở Mỹ và châu Âu. Năm 1888 động cơ ba pha thực tế đầu tiên được phát triển. Vào những năm 1890, hệ thống ba pha được lắp đặt ở California. Vào cuối thế kỷ này, các hệ thống điện xoay chiều được thiết lập như một tiêu chuẩn trên toàn thế giới.

Trong thời kỳ đầu phát triển nguồn điện xoay chiều, mọi hệ thống điện đều có tần số riêng. Chúng nằm trong khoảng từ  $16^{2/3}$  Hz đến 133 Hz. Hệ thống chiếu sáng hoạt động tốt nhất ở tần số cao hơn. Động cơ nhỏ hoạt động tốt hơn ở tần số thấp và khó chế tạo trên 60 Hz. Các động cơ rất lớn làm việc tốt ở các tần số thấp từ  $16^{2/3}$  đến 25 Hz. Nhà máy điện đầu tiên ở thác Niagara tạo ra tần số 25 Hz. Các nhà máy đầu tiên ở châu Âu hoạt động ở tần số 40 Hz;  $41^{2/3}$  Hz và 42 Hz. Trong thời gian tương đối ngắn, các nhà sản xuất hàng đầu đã thiết lập các tần số tiêu chuẩn: 50 Hz ở châu Âu và 60 Hz ở Hoa Kỳ.

Công suất là một yếu tố quan trọng trong việc đo lường và tối ưu hóa hiệu suất các hệ thống điện:

- Đo lường hiệu suất: Công suất cho biết mức độ hoạt động và hiệu suất của một hệ thống hoặc máy móc. Bằng cách đo lường công suất, chúng ta có thể biết được lượng công việc mà một hệ thống hay máy móc có thể thực hiện trong một đơn vị thời gian. Điều này giúp đánh giá hiệu suất hoạt động của hệ thống và tìm hiểu về mức độ sử dụng và tiêu thụ năng lượng.

- Tối ưu hóa hiệu suất: Công suất cũng cho phép chúng ta tối ưu hóa hiệu suất của các hệ thống điện. Bằng cách đo và xác định công suất tiêu thụ của các thiết bị và máy móc, chúng ta có thể tìm cách tối ưu hoá nguồn cung cấp điện và tăng cường hiệu suất sử dụng điện năng. Việc tối ưu hóa công suất giúp giảm thiểu lãng phí, tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí hoạt động.

- Đảm bảo an toàn: Kiểm soát và theo dõi công suất cũng đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an toàn cho các hệ thống điện. Bằng cách giám sát công suất tiêu thụ và hiệu suất hoạt động, chúng ta có thể phát hiện sớm các vấn đề kỹ thuật, hao mòn thiết bị và nguy cơ gây cháy nổ, từ đó đảm bảo an toàn và duy trì hoạt động ổn định của hệ thống.

- Quản lý tài nguyên: Việc quản lý và tối ưu hóa công suất cũng liên quan đến việc quản lý tài nguyên. Bằng cách làm việc với công suất hiện có và tối ưu

hóa sử dụng tài nguyên, chúng ta có thể giữ cân bằng giữa nhu cầu tiêu thụ và khả năng cung ứng, từ đó ngăn ngừa các tình trạng thiếu hụt điện và tối ưu hoá nguồn cung cấp tài nguyên.

Tóm lại, công suất là một yếu tố quan trọng trong việc đo lường và tối ưu hóa hiệu suất các hệ thống điện. Việc quản lý công suất không chỉ giúp tăng cường hiệu suất hoạt động, tiết kiệm năng lượng mà còn đảm bảo an toàn và tạo điều kiện cho quản lý tài nguyên hiệu quả.

Với vai trò và ý nghĩa như vậy, chúng tôi mong muốn tài liệu “Kỹ thuật đo công suất điện” sẽ trình bày cho người đọc một số kiến thức về các khái niệm cơ bản về kỹ thuật đo công suất điện, cấu tạo và nguyên lý của các phương tiện đo, chuẩn đo lường đang được sử dụng rộng rãi, các phương pháp thực hiện việc hiệu chuẩn, tính toán và xử lý kết quả đo đối với phương tiện đo/chuẩn đo công suất điện... Tài liệu được sử dụng là tài liệu tham khảo cho các cán bộ mới, cho các giảng viên xây dựng nội dung đào tạo kiểm định/ hiệu chuẩn viên và các sinh viên, cán bộ nghiên cứu quan tâm đến kỹ thuật đo công suất điện.

Các nội dung chính trình bày trong tài liệu như sau:

## **Chương I: Tổng quan về lĩnh vực đo công suất điện**

Giới thiệu quá phát triển công suất điện, khái niệm về công suất điện, đại lượng và đơn vị đo công suất điện và phương pháp đo công suất điện.

Công suất điện được chia làm hai loại sau:

- Công suất điện một chiều:

Oát là công suất mà một dòng điện 1A sản xuất ra trong một đoạn mạch có hiệu điện thế hai đầu là 1V.

- Công suất điện xoay chiều:

Được chia thành ba thành phần công suất dưới đây:

+ Công suất tác dụng

$$P = U.I.\cos\varphi \text{ [W]}$$

Oát là công suất tác dụng của một đoạn mạch có hiệu điện thế hiệu dụng 1V, cường độ dòng điện 1A, khi độ lệch pha giữa u và i là zêro.

+ Công suất phản kháng:

$$Q = U.I.\sin\varphi \text{ [var]}$$

Var là công suất phản kháng trong một đoạn mạch thuần tự cảm (hoặc thuần điện dung) đặt dưới hiệu điện thế hiệu dụng 1V và có cường độ dòng điện hiệu dụng 1A chạy qua.

+ Công suất biểu kiến:

$$S = U.I [V \cdot A]$$

Vôn-ampe là công suất biểu kiến trong một đoạn mạch đặt dưới hiệu điện thế hiệu dụng 1V, cường độ dòng điện 1A chạy qua.

Phương pháp đo công suất bao gồm:

Phương pháp cặp nhiệt ngẫu - watt mét nhiệt

Phương pháp điều chế tín hiệu

Phương pháp hiệu ứng Hall

Phương pháp kỹ thuật số

## **Chương 2: Phương tiện đo và mạch đo công suất điện**

Nội dung về các loại phương tiện đo công suất điện được trình bày trong chương này, đó là cấu tạo, nguyên lý hoạt động của một số phương tiện đo công suất điện và mạch đo công suất phổ biến.

- Phương tiện đo tương tự (Analog)

Phương tiện đo công suất kiểu tương tự được sử dụng rộng rãi và phổ biến dựa trên cơ cấu chỉ thị kiểu điện động. So với cơ cấu từ điện và điện từ thì cơ cấu điện động sử dụng một nam châm điện thay vì một nam châm vĩnh cửu. Cấu tạo của cơ cấu điện động bao gồm hai phần là phần động và phần tĩnh. Cuộn dây cố định được chia thành hai nửa bằng nhau và cuộn dây động được đặt giữa hai phần của cuộn dây cố định. Cả hai cuộn dây tĩnh và động đều có lõi không khí vì vậy hiệu ứng từ của mạch từ gần như bằng không. Chỉ thị kim được gắn với trục xoay và gắn trên cuộn dây động. Lò xo xoắn thường được sử dụng để tạo lực cản đối với trục xoay. Đối với những dụng cụ đo có độ nhạy cao có thể sử dụng dây tóc đàn hồi cao. Cơ cấu chỉ thị thường dạng kim chỉ hoặc dạng quang học đối với dụng cụ đo có độ nhạy và độ chính xác cao. Cơ cấu cản dục thường sử dụng dạng ma sát không khí.

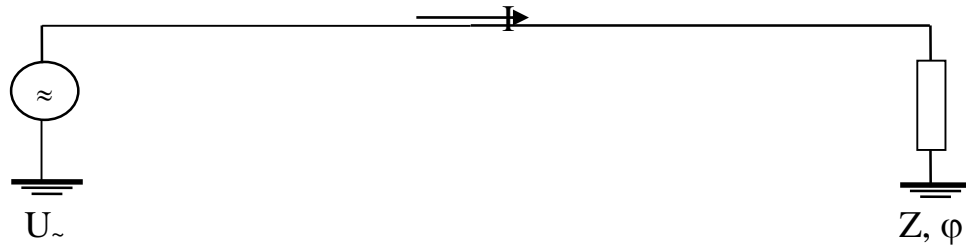
- Phương tiện đo hiện số (Digital)

Cũng tương tự đối với các phương tiện đo hiện số khác, phương tiện đo công suất hiện số chủ yếu sử dụng bộ nhân (Multiplier) và được biến đổi tương tự số (ADC) để đưa đến bộ hiển thị số. Trước khi tín hiệu đầu vào được đưa đến

bộ nhân, tín hiệu được xử lý biến đổi tỷ lệ để phù hợp với đầu vào bộ nhân. Đối với tín hiệu xoay chiều, bộ xác định pha được sử dụng trước khi được đưa vào bộ nhân.

- Mạch đo công suất 1 pha

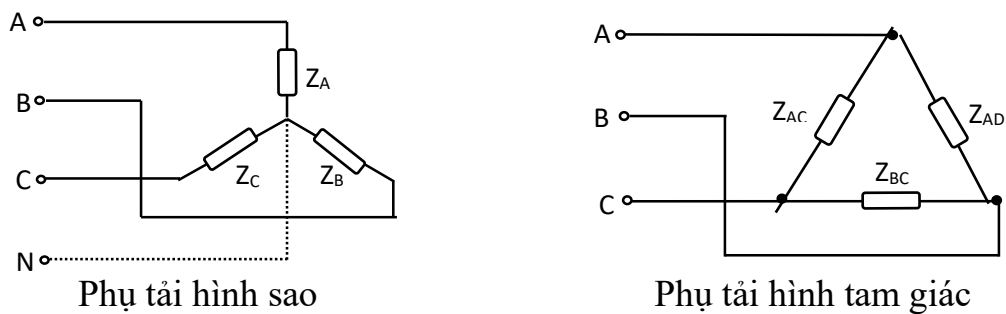
Mạch điện xoay chiều hình sin 1 pha gồm nguồn phát điện áp xoay chiều hình sin và phụ tải  $Z$  (Hình 1).



**Hình 1: Mạch điện xoay chiều hình sin 1 pha**

- Mạch đo công suất 3 pha

Mạch điện xoay chiều hình sin 3 pha trình bày trên Hình 2.



**Hình 2: Mạch điện xoay chiều hình sin 3 pha**

### **Chương 3: Chuẩn và liên kết chuẩn lĩnh vực công suất điện**

Chương này trình bày về sơ đồ liên kết chuẩn và các chuẩn đo công suất: chuẩn chuyển đổi công suất 1 pha C1-2 và cầu so công suất điện năng 3 pha KOM200.3.

Các chuẩn đo công suất sẽ được giới thiệu về cấu tạo, nguyên lý hoạt động, đặc trưng kỹ thuật đo lường chính của chuẩn.

### **Chương 4: Hiệu chuẩn phương tiện đo/chuẩn đo công suất điện**

Nội dung chương 4 trình bày về các yêu cầu chung, các bước hiệu chuẩn, đánh giá độ không đảm bảo đo đối với việc hiệu chuẩn phương tiện đo/chuẩn đo

công suất kiểu analog và hiệu chuẩn phương tiện đo/chuẩn đo công suất kiểu điện tử (Digital Power Meter – DPM).

Chúng tôi đã cố gắng để có được một tài liệu tổng quan về đo công suất điện, tài liệu có thể sử dụng như một tài liệu tham khảo cho những người những người muốn tìm hiểu hay làm việc tại lĩnh vực này.

*Hà Nội, tháng 3/2024*

Phòng đo lường Điện, Viện Đo lường Việt Nam

**Nguyễn Anh Sơn và cộng sự**

*(Lưu ý: Nếu Quý độc giả quan tâm bản đầy đủ tài liệu kỹ thuật đo xin liên hệ theo số điện thoại 0906998188)*