

MÁY ĐO CÔNG SUẤT SIÊU CAO TẦN M3 - 22ACT01

KS. NGUYỄN BẰNG HIẾN¹, NGUYỄN THỊ LAN HƯƠNG²

¹Trung tâm Đo lường, Cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng, ²Viện Điện - Trường ĐH Bách khoa Hà Nội

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy đo công suất siêu cao tần kiểu đầu cuối M3 - 22A (được chế tạo tại Liên xô cũ) có độ chính xác cao, được dùng trong đo - kiểm công suất tín hiệu liên tục, tín hiệu điều chế xung của các phương tiện đo hoặc vũ khí tài quân sự. Do M3 - 22A được chế tạo từ những năm 1980 nên đã lạc hậu, xuống cấp, hư hỏng, khó sửa chữa khôi phục do mạch có độ phức tạp cao, khó chỉnh định và linh kiện vật tư không sẵn có. Mặt khác, việc sử dụng các máy đo công suất xuất xứ phương tây trong đo - kiểm phương tiện đo, vũ khí, khí tài cũng không thực hiện được do việc không tương thích ghép nối đường truyền cao tần. Do vậy, việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy đo công suất M3 - 22ACT01 có tính năng tương đương với M3 - 22A là cần thiết để đảm bảo đo lường cho phương tiện đo, vũ khí, khí tài và cũng là để đặt nền móng cho việc chủ động chế tạo máy đo này trong nước.



Hình 1: Máy đo công suất siêu cao tần M3 - 22ACT01

2. NỘI DUNG

2.1. Công dụng máy đo công suất siêu cao tần M3 - 22ACT01

Máy đo công suất M3 - 22ACT01 được dùng để đo công suất trung bình của các dao động điện từ liên tục và dao động được điều chế xung với các bộ biến đổi công suất tương ứng (cảm biến thermistor).

2.2. Đặc tính kỹ thuật cơ bản cần đạt được của M3 - 22ACT01

Máy đo công suất M3 - 22ACT01 được nghiên cứu thiết kế chế tạo thử có tính năng tương đương với M3 - 22A (do Liên Xô cũ chế tạo). Đặc tính kỹ thuật cơ bản như sau:

Dải đo công suất rất nhỏ đến 10 mW. Các thang đo 10μW, 100μW, 1mW, 10 mW.

Máy đo có cấp chính xác 6,0 với các đầu biến đổi M5 - 29, M5-30, M5 - 31, M5-32, M5 - 45 đối với tất cả

Máy đo công suất siêu cao tần được chia thành hai loại máy đo công suất đầu cuối và máy đo công suất truyền qua. Bài báo trình bày giải pháp thiết kế máy đo công suất đầu cuối M3 - 22ACT01 là máy đo công suất chính xác dùng thay thế cho dùng máy M3-22A của Liên Xô cũ, sử dụng các bộ biến đổi công suất kiểu M5-29/30/31/32, tần số từ (0.03 ÷ 10) GHz, trở kháng công tác của thermistor 75Ω 100Ω; 150Ω, hoặc 240Ω.

các thang đo, ngoại trừ thang đo 10μW.

Máy đo có cấp chính xác 15,0 ở thang đo 10μW đối với tất cả các đầu đo đã kể ở trên

Máy đo có cấp chính xác 15,0 đối với đầu đo M5 - 49 ở tất cả các thang đo, ngoại trừ thang đo 10μW.

2.3. Giải pháp sử dụng cầu cân bằng làm mạch biến đổi điện cho các bộ biến đổi công suất kiểu M5

Trong các bộ biến đổi công suất dùng phương pháp tỏa

nhệt của dây dẫn M5 có 2 thermistor với đặc tính gần giống nhau. Một thermistor được dùng làm cảm biến công suất cao tần (thermistor công tác), thermistor còn lại được dùng làm cảm biến nhiệt độ môi trường (thermistor bù) để bù giá trị điện trở của thermistor công tác bị trôi do nhiệt độ môi trường. Phép đo biến đổi trở kháng của thermistor công tác (khi có tác dụng của công suất cao tần) được tiến hành để tính toán công suất cần đo.

Mạch cầu hay được sử dụng nhất để đo công suất cao tần nhờ các tính năng độ nhạy cao, dễ điều chỉnh, dễ phát hiện sự thay đổi tín hiệu nhỏ. Trong thiết kế này sử dụng mạch cầu đơn cân bằng cho cả thermistor công tác và thermistor bù vì nhờ có mạch tự động điều khiển nên khi có công suất siêu cao tần tác động hay không có mạch luôn ở trạng thái cân bằng. Do vậy, thermistor luôn có một giá trị trở kháng nhất định nên đặc tính làm việc của thermistor ổn định và tuyến tính. Khi sử dụng cầu không cân bằng thì đặc tính của thermistor là không tuyến tính. Giải pháp cầu đơn cân bằng được lựa chọn để thiết kế mạch đo công suất cao tần và mạch bù nhiệt độ cho máy đo M3 - 22ACT01.

Nguyên lý tự động thay thế công suất siêu cao tần được hấp thụ bởi thermistor (tương đương với tác động nhiệt) bằng công suất dòng một chiều được lựa chọn và thực hiện bởi mạch tự động điều khiển làm cho cầu luôn cân bằng (xem hình 2).

Giải pháp sử dụng 2 cầu đo đồng dạng loại cầu cân bằng tự động, một trong 2 cầu có mắc thermistor công tác (Thermistor chịu tác động trực tiếp của công suất cao tần), còn ở cầu kia có mắc thermistor được dùng để bù biến thiên nhiệt độ môi trường (xem hình 2).

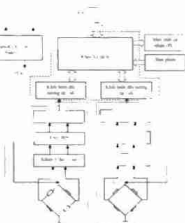
Khi chưa có công suất cao tần, điện áp U_x là điện áp vào của cầu bù và U_p là điện áp vào của cầu công tác có giá trị bằng nhau. Khi xuất hiện công suất siêu cao tần ở

đầu vào bộ biến đổi thì thermistor công tác hấp thụ công suất này, nóng thêm lên, trở kháng của nó thay đổi giảm xuống tương ứng với giá trị công suất vào, lúc này cầu có xu hướng mất cân bằng, nhưng dưới tác động điều chỉnh của hệ điều khiển theo dõi, cầu sẽ được xác lập trạng thái cân bằng mới, bằng cách giảm giá trị điện áp một chiều cấp tới đầu vào cầu công tác. Lúc này công suất siêu cao tần sẽ được tính qua công suất một chiều như sau:

$$P_{dc} = P_2 = \left(\frac{U_1}{4R_p K_p} \right) \cdot \left(\frac{U_1}{4R_p K_p} \right) = \left(\frac{U_1}{4R_p K_p} \right)^2 \cdot \left(\frac{K_1}{K_2} - 1 \right) \quad (1)$$

ở đây: R_p - giá trị trở kháng của Thermistor công tác của bộ biến đổi.

Khối cầu bù nhiệt độ môi trường cũng hoạt động tương tự như cầu công tác, chỉ khác biệt là, thay vì đầu nối thermistor công tác vào 1 trong những vai cầu thì người ta đầu nối thermistor bù nhiệt độ. Thermistor bù nhiệt độ này sẽ chịu tác động của nhiệt độ môi trường



Hình 2 - Sơ đồ khối chức năng của M3-22ACT01

mà không chịu tác động của công suất siêu cao.

Tại thời điểm ban đầu, khi không có công suất siêu cao tần tới cầu công tác, cần điều chỉnh sao cho $U_k = U_p$. Vì cả thermistor công tác và thermistor bù đều chịu tác động của nhiệt độ môi trường như nhau, nên khi có công suất siêu cao tần tác động thì U_k chính là giá trị điện áp trên đầu vào của cầu công tác ở thời điểm cân bằng lần thứ nhất khi không có công suất siêu cao tần. Các giá trị điện áp U_k và U_p của 2 cầu công tác và cầu bù cần được xác định bằng các bộ biến đổi tương tự - số đo chính xác cao. Để điều khiển các bộ biến đổi tương tự - số, thu thập dữ liệu đo, xử lý dữ liệu đo, điều hành hệ thống, cần chọn hệ vi xử lý có đủ số lượng cổng vào ra và có các chức năng điều khiển linh hoạt, có bộ nhớ Ram và Flash Rom bên trong đủ lớn. Vi xử lý sẽ tiến hành lọc nhiễu kết quả đo, tính công suất và tính hiệu chỉnh giá trị công suất đo được. Giá trị công suất đo sẽ được hiển thị trên màn hình tinh thể lỏng, mặt khác các giá trị điện áp U_k và U_p đo được sẽ được truyền tới máy tính cá nhân PC để có thể được xử lý, tính toán, hiển thị, vẽ đồ thị và lưu giữ trong tệp dữ liệu một cách độc lập với hệ vi xử lý. Lúc này PC đóng vai trò như một máy đo công suất ảo (các hệ số hiệu chuẩn được nhớ tại PC).

2.4. Giải pháp xây dựng máy đo công suất ảo M3 - 22ACT01 trên máy tính PC

Máy đo công suất ảo M3 - 22ACT01 là giải pháp nhằm mục đích xử lý dữ liệu đo mềm dẻo hơn bằng chương trình ngôn ngữ bậc cao Visual basic, M3 - 22ACT01 ảo

trên PC có thể lưu trữ dữ liệu đo, vẽ đồ thị, tính sai số đo M3 - 22ACT01, hệ số hiệu chuẩn hoặc hệ số hiệu dụng của bộ biến đổi công suất khi được truyền chuẩn bởi hệ thống bộ chuẩn công suất họ KMC/R2M xuất xứ từ Nga hoặc khi dùng M3 - 22ACT01 để kiểm tra công suất đầu ra của các máy phát cao tần. Lúc này chỉ cần nhập các giá trị công suất đo được trên hệ thống chuẩn công suất và nhập giá trị tần số và hệ số truyền α của KMC/R2M vào PC, các phương trình tính toán sẽ được thực hiện và kết quả được thông báo trên màn hình máy tính. Điều này tiết kiệm được thời gian truyền chuẩn và tránh được nhầm lẫn khi tính các phương trình sai số có nhiều tham số.

Giải pháp kết nối thông dụng, đơn giản được chọn là truyền nối tiếp không đồng bộ RS232 giữa M3 - 22ACT01 và máy tính PC. Bộ ghép nối được chọn là MAX232, là vi mạch chuyên dụng truyền nối tiếp và phối hợp được các mức tín hiệu 5V của vi xử lý và $\pm 12V$ của máy tính.

3. KẾT LUẬN

Máy đo M3 - 22ACT01 đã được thiết kế, chế tạo và đã được đánh giá đo lường tại TTĐL quân đội và Viện Đo lường Việt Nam, đạt được tính năng kỹ thuật tương đương và vượt trội hơn so với M3 - 22A cũ xuất xứ từ Nga với các ưu điểm mới như:

- Sử dụng kỹ thuật tính toán số học trên cơ sở vi xử lý thay vì tính toán bằng kỹ thuật tương tự và kỹ thuật điều chỉnh xung, do đó loại trừ được sai số tính toán của kỹ thuật tính toán tương tự.
- Ghép nối máy đo với máy tính, biến máy tính thành máy đo công suất ảo và cũng là nơi xử lý, lưu trữ kết quả đo.
- Sử dụng thuật toán phần mềm để chỉnh điểm "0" thay vì chỉnh "0" bằng "Cơ - Điện" như ở M3 - 22A.
- Sử dụng một thang đo duy nhất thay cho 4 thang đo, do đó loại trừ được sai số đo lớn khi đo các giá trị công suất nhỏ hơn 1/3 giá trị cuối thang đo như ở M3 - 22A.
- Sử dụng màn hình tinh thể lỏng (LCD) để lựa chọn và thông báo cấu hình đo, do đó tăng tiện ích sử dụng, tránh nhầm lẫn trong quá trình đo.

Với những giải pháp cơ bản nêu trên, M3 - 22ACT01 là cơ sở để có thể chủ động thiết kế, chế tạo máy đo công suất trên cơ sở sử dụng các bộ biến đổi công suất góp phần chủ động vật tư, đảm bảo đo lường khi chưa thể ghép nối một cách chính xác các máy đo công suất phương tây vào vũ khí - khí tài Nga.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Thuyết minh kỹ thuật và hướng dẫn sử dụng máy đo công suất M3 - 22A.
- Thuyết minh kỹ thuật và hướng dẫn sử dụng các bộ biến đổi công suất M5 - 29/30/31/32.
- Thuyết minh kỹ thuật và hướng dẫn sử dụng các bộ chuẩn công suất KMC - 17A/23A//28A/35A.
- Fundamental of RF and Microwave power measurement (Agilent, application note 1449-1).
- Voltage and power Measurement (Rohde&Schwarz).