**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**BÁO CÁO TÌM HIỂU**

**Máy VNA và Oscilloscope**

|  |  |
| --- | --- |
| **Giảng viên hướng dẫn:** | TS. Lê Minh Thùy |
| **Bộ môn:** | Kỹ thuật đo và tin học công nghiệp |
| **Sinh viên thực hiện:** | **MSSV:** |
| Nguyễn Văn Dũng | 20160690 |
| Vũ Hồng Tiến | 20164838 |
| **HÀ NỘI, 27/12/2019** | |

**LỜI NÓI ĐẦU**

Việc đo lường, từ lâu đã gắn liền với lịch sử phát triển của con người, đóng vai trò quan trọng không chỉ trong đời sống hằng ngày mà còn trong cả lĩnh vực khoa học và công nghệ. Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học, công nghệ cùng cách mạng công nghiệp 4.0, vai trò đó ngày càng trở nên rõ rệt.

Trước bối cảnh đó, là các kỹ sư tương lai chuyên ngành kỹ thuật đo và tin học công nghiệp, việc trang bị nền tảng lý thuyết vững chắc và kiến thức thực tế về kỹ thuật đo lường cũng như về thiết bị đo lường điện tử là điều không thể thiếu.

Qua môn học thiết bị đo lường điện tử cùng những buổi học thực hành, chúng em thực sự đã cảm nhận được tầm quan trọng của những kiến thức nền tảng về điện tử, thiết bị đo, kỹ thuật đo lường và tích lũy thêm cho mình những kiến thức cũng như trải nghiệm thực tế vô cùng quý báu. Chúng em muốn dành tới cô, TS. Lê Minh Thùy lời cảm ơn chân thành nhất vì đã dành tâm huyết để đem những hiểu biết, trải nghiệm đó tới cho chúng em.

Chúng em cũng muốn gửi lời cảm ơn tới công ty R&S Việt Nam vì những sự giúp đỡ quý báu về mặt kỹ thuật cũng như tài trợ trang thiết bị phục vụ cho buổi học thực hành này.

Trong báo cáo này, chúng em sẽ trình bày những hiểu biết cũng như kết quả thực hành của mình với hai loại thiết bị đo lường điện tử được giới thiệu trong buổi thực hành là máy phân tích mạng vector (VNA) và máy hiện sóng Oscilloscope.

**MỤC LỤC**

[CHƯƠNG 1. Máy phân tích mạng vector VNA 4](#_Toc28396523)

[1.1 Giới thiệu chung: 4](#_Toc28396524)

[1.2 Thông số đo của máy: 4](#_Toc28396525)

[1.3 Nguyên lý hoạt động và thiết kế: 6](#_Toc28396526)

[1.3.1 Nguyên lý hoạt động: 7](#_Toc28396527)

[1.3.2 Thiết kế: 7](#_Toc28396528)

[1.4 Sử dụng máy thực tế: 9](#_Toc28396529)

[1.4.1 Về máy sử dụng cho bài đo: 9](#_Toc28396530)

[1.4.2 Tiến hành bài đo: 10](#_Toc28396531)

[CHƯƠNG 2. Máy hiện sóng Oscilloscope 11](#_Toc28396532)

[2.1 Giới thiệu chung 11](#_Toc28396533)

[2.2 Thông số đo, phân loại máy: 11](#_Toc28396534)

[2.3 Nguyên lý hoạt động và thiết kế: 11](#_Toc28396535)

[2.3.1 Nguyên lý hoạt động: 11](#_Toc28396536)

[2.3.2 Thiết kế: 12](#_Toc28396537)

[2.4 Sử dụng máy thực tế: 12](#_Toc28396538)

[2.4.1 Về máy sử dụng cho bài đo: 12](#_Toc28396539)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 14](#_Toc28396540)

# Máy phân tích mạng vector VNA

## Giới thiệu chung:

Trong ngành điện tử, để các thiết bị, mạch điện đó có thể hoạt động được trong thực tế và tới đươc với tay người sử dụng, việc đo kiểm luôn phải đi đôi với việc thiết kế. Ngày nay, việc thiết kế điện tử ngày càng phát triển, các mạch điện tử ngày càng được đấy tới giới hạn về tần số hoạt động( mạch tương tự) và tốc độ( mạch số) và trong lĩnh vực cao tần RF. Và để đáp ứng nhu cầu đó, máy VNA đã được tạo ra với mục đích đo kiểm và phân tích các mạch điện tử hoạt động tần số cao( RF).

Máy được sử dụng rất nhiều trong

* Quy trình thiết kế, chế tạo mạch cao tần tại các phòng thí nghiệm, trung tâm nghiên cứu, phát triển,
* Các trung tâm đo kiểm mạch quy mô công nghiệp (đo kiểm số lượng lớn mạch với quy mô sản xuất công nghiệp),
* Là công cụ cho các nhân viên bảo trì cơ sở vật chất viễn thông (cáp, anten)

## Thông số đo của máy:

Máy được sử dụng để đo kiểm các mạch cao tần theo mô hình mạng vector, nhằm cung cấp cho ta thông tin hữu ích về thông số của trong mô hình mạng của mạch như S- parametter (Scattering parameters), tỉ số sóng đứng SWR, trở kháng của mạch.

#### Về S-parameter:

Là tham số mô tả hành đặc tính của các mạng điện tuyến tính tổng quát n cổng khi trải qua các kích thích tại trạng thái xác lập khác nhau bằng tín hiệu đầu vào (sóng sin). Các thông số rất hữu ích cho một số ngành kỹ thuật điện, bao gồm điện tử, thiết kế hệ thống truyền thông và đặc biệt là kỹ thuật cao tần.

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.1 Mạng tổng quát N cổng* |

Thông thường, các mạch điện tần số cao thường được mô hình dưới dạng các mạng một hoặc hai cổng với các tham số S (S- parametter) được định nghĩa dưới dạng toán học như sau:

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.2 Mạng hai cổng* |

|  |  |
| --- | --- |
| * Hệ số phản xạ điện áp cổng 1: |  |
| * Hệ số truyền qua từ cổng 1 sang cổng 2: |  |
| * Hệ số truyền qua từ cổng 2 sang cổng 1: |  |
| * Hệ số phản xạ điện áp cổng 2: |  |

#### Về công cụ Smith chart:

Là công cụ được thiết kế cho các kỹ sư điện tử chuyên về cao tần( RF) để hỗ trợ phân tích, giải quyết các bài toán về mạch cao tần. Trong máy VNA, các thông số của mạch được hiện thị bằng smith chart đem lại cái nhìn trực quan, mang hiệu quả cao trong việc phân tích và đánh giá mạch.

Ta có thể thu được trên cùng một đồ thị Smith các thông tin cơ bản sau của mạch:

|  |  |
| --- | --- |
| * Hệ số phản xạ dạng phức: |  |
| * Trở kháng phức: |  |
| * Tỉ số sóng đứng |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Hình 1.3 Đồ thị Smith và hệ tọa độ* | |

## Nguyên lý hoạt động và thiết kế:

Là một thiết bị đo lường điện tử, một máy VNA sẽ có cấu tạo theo sơ đồ khối chức năng như sau:

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.4 Sơ đồ khối chung cho thiết bị đo lường điện tử* |

### Nguyên lý hoạt động:

***Nguyên lý đo:***

Với mục đích cung cấp thông tin về các thông số của mạng vector S-parameter (các thông số khác như SWR, trở kháng cần hiển thị đều có thể tính toán ra được từ thông số mạng này) máy VNA cần có khả năng đo đạc và đưa ra được số liệu về S-parameter của mạch.

Theo định nghĩa về S-parameter:

* Ta cần phải kích thích lần lượt các cổng của mạng bằng sóng thích hợp (sóng sin với phổ tần lý tưởng là 1 vạch duy nhất)
* Sau đó thu các sóng đáp ứng trên các cổng ra.
* Các thông số về pha, biên độ thu được sẽ được so sánh và tính toán để đưa ra được tỉ số giữa biên độ điện áp truyền qua và phản xạ ở cùng một tần số phát (cũng như độ lệch pha giữa điện áp truyền qua và phản xạ) trên các cổng.
* Các bộ tỉ số tính toán được chính là các tham số S của mạch (S-parameter).

Vậy mạch đo cơ bản sẽ là mạch so gain và phase của sóng tới và sóng phản xạ

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.5 Quy trình đo của máy VNA* |

### Thiết kế:

Máy VNA có cấu tạo như sơ đồ khối của một thiết bị đo lường điện tử nói chung (Hình 4) và với ứng dụng và nguyên lý đo riêng mà phần cứng của máy sẽ có sơ đồ khối cụ thể như sau:

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.6 Sơ đồ khối chức năng của máy VNA hai cổng* |

Vậy phần cứng bao gồm:

* Tạo kích thích: Mạch tạo sóng có thể thay đổi tần số phát
* Thu sóng phản xạ và đo sóng phát, so sánh gain, phase: mạch trích sóng và mạch so biên độ, pha
* Bộ xử lý và hiển thị.

Chu trình đo:

Phát sóng vào cổng tại 1 tần số và thay đổi dần tới tần số cuối của dải, mỗi lần phát sẽ thu tỉ số biên độ và độ lệch pha của sóng. Sau đó tính toán và xử lý các số liệu này

Phần tử cơ bản là các reflectometer (thu được tỉ số gain and phase trên mỗi port):

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.7 Sơ đồ khối của một reflectometer* |
|  |
| *Hình 1.8 Sơ đồ khối của một reflectometer và nguồn sóng* |

Tổng quát lên n cổng:

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 1.9 Sơ đồ khối của một máy VNA 4 cổng* |

**Phân loại:**

* ***Cấu tạo:***
  + Dựa trên số reflectormet sẽ cho ta số cổng của máy. Các máy thông dụng có từ 1 tới 4 cổng cấu tạo từ reflectometer thực. Với nhu cầu đo công nghiệp, các bộ ghép cổng được sử dụng để tăng số cổng ra của các máy lên tới 64 cổng (chỉ tăng số cổng ra, số reflectometer không đổi)
  + Việc có hay không khối phát tín hiệu kích thích sẽ cho ta hai loại máy phân tích mạng là ***Scalar*** ***Network Analyser*** và ***VNA***.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Hình 1.10 Scalar Network Analyser* | *Hình 1.11 Vector Network Analyser* |

* ***Kích thước:*** phân ra loại máy cầm tay và máy để bàn

|  |  |
| --- | --- |
|  | Kết quả hình ảnh cho vna portable r&S |
| *Hình 1.12 Máy VNA cầm tay* | *Hình 1.13 Máy VNA để bàn* |

### Các thông số cần quan tâm của máy VNA :

* Loại máy: SNA hoặc VNA
* Số port: thông thường từ 1 tới 4 cổng
* Dải đo: dải tần số đo của máy có thể từ DC cho tới hàng chục GHz
* Công suất phát: dải công suất có thể phát ra bởi bộ tạo tín hiệu kích thích của máy
* Số điểm dữ liệu: số điểm đo theo tần số
* Tốc độ lấy mẫu

## Sử dụng máy cho bài thực hành:

### Về máy sử dụng cho bài đo:

#### Thông số kỹ thuật:

* Máy VNA cầm tay ZPH\_V2 (1-port) của Rohde & Schwarz
* Dải đo: 2 MHz to 4 GHz
* Độ phân dải tần số trong dải đo: 1 Hz
* Số điểm dữ liệu: 101 đến 2501
* Công suất phát tối đa: 30dBm
* Sai số: 0.01dB (với S11)
* Chuẩn connector: 50ohm type N
* Tốc độ đo: 3ms/ mẫu
* Trọng lượng: 2,5 kg
* Các bài đo hỗ trợ:
  + Đo hệ số phản xạ, tỉ số sóng đứng của anten
  + Đo lỗi cáp
  + Đo tìm điểm lỗi trên sợi cáp
  + Đo công suất

#### Hiệu chỉnh máy:

Máy có chế độ hiệu chỉnh tay bằng kit sử dụng phương pháp SOLT, với máy có một cổng, sẽ tiến hành với các mẫu:

* **S**hort
* **O**pen
* **L**oad

### Tiến hành bài đo:

#### Tiến hành:

Do hệ số phản xạ S11 của Anten:

***Mẫu anten vi dải:***

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Hình 1.14 Mẫu Anten vi dải sử dụng cho bài đo của Lab RF3i* | |

***Thao tác:***

* Bật máy
* Kết nối anten vào đầu SMA của cáp đo
* Chọn chế độ đo, dải tần đo: S11, từ 300MHz đến 2.7GHz
* Nhập số điểm dữ liệu: 2500
* Lưu lại file số liệu dưới định dạng .set

#### Kết quả

File dữ liệu dạng .set được chuyển đổi về dạng csv thông dụng bằng phần mềm InstrumentView của nhà sản xuất. Tiến hành vẽ đồ thị

|  |
| --- |
|  |
| *Đồ thị 1.1 Hệ số phản xạ S11 vẽ bằng phần mềm InstrumentView R&S* |

|  |
| --- |
|  |
| *Đồ thị 1.2 Hệ số phản xạ S11 vẽ từ file số liệu CSV* |

# Máy hiện sóng Oscilloscope

## Giới thiệu chung

Thiết kế điện tử chủ yếu phục vụ cho truyền nhận, xử lý tín hiệu. Và trên các mạch điện thì tín hiệu sẽ chính là các loại sóng, xung điện. Vậy để có thể đánh giá được chất lượng của các mạch này, chúng ta cần quan sát, phân tích các dạng tín hiệu đó. Các phương pháp phân tích phổ biến là:

* Quan sát, phân tích trong miền thời gian (máy hiện sóng)
* Quan sát, phân tích trong miền tần số (máy phân tích phổ)

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 2.1 Phân tích tín hiệu trong miền tần số và miền thời gian* |

Trong khuôn khổ môn học này, thiết bị đo lường tiếp theo được giới thiệu là máy hiện sóng oscilloscope. Máy giúp chúng ta quan sát, phân tích tín hiệu qua những đặc trưng của nó trong miền thời gian (với mạch số, mạch tương tự):

* Kiểm tra các test point
* Kiểm tra đặc tính tín hiệu
* Kiểm tra “nội dung” tín hiệu

## Thông số đo, phân loại máy:

### Thông số đo của máy:

* Kiểm tra các test point

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.2 Đồ thị Smith và hệ tọa độ* | |

* Kiểm tra đặc tính tín hiệu
* Kiểm tra “nội dung” tín hiệu

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.3 Kiểm tra nội dung bản tin* | |

### Phân loại máy:

Hiển thị dạng sóng theo thời gian và có thể phân ra hai loại tùy theo mục đích của người sử dụng

* real-time sampling scope (over-sampling method)
* sampling scope (under-sampling method)

## Nguyên lý hoạt động và thiết kế:

Là một thiết bị đo lường điện tử, một máy hiện sóng oscilloscope sẽ có cấu tạo theo sơ đồ khối chức năng như sau:

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 2.4. Sơ đồ khối chung cho thiết bị đo lường điện tử* |

### Nguyên lý hoạt động:

ADC analog to digital, sampling method

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| |  | | --- | | *Hình 2.5. Nguyên lý đơn giản của oscilloscope* | | |  | | --- | | *Hình 2.6 Nguyên lý lấy mẫu* | |

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.7 Sơ đồ nguyên lý máy Oscilloscope* | |

### Thiết kế:

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 2.8 Sơ đồ khối chức năng của máy Oscilloscope* |

* Đầu đo
* ADC
* Trigger
* Processing
* Bộ nhớ
* Hiển thị

### Thông số cần quan tâm của máy:

#### Bandwith

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.9 Băng thông* | |

#### Noise performance

#### Bộ nhớ:

#### Trigger

#### Probe

#### Thông số của bộ ADC:

* Sampling

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.10 Sai số lấy mẫu* | |

* Resolution
* ENOB

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.11 Lượng tử hóa ADC* | |

* Input range
* Aliasing

|  |
| --- |
|  |
| |  | | --- | | *Hình 2.12 Sai số khi khôi phục tín hiệu* | |

## Sử dụng máy cho bài thực hành:

### Máy sử dụng cho bài đo:

#### Thông số kỹ thuật:

Máy RTA4004

Dải tần số hoạt động: 200 MHz – 1 GHz

Tốc độ lấy mẫu: 5 Gsample/s

Bộ nhớ: 200 Msample/s

Độ phân giải ADC: 10-bit

Hiển thị: màn hình 10.1” cảm ứng điện dung.

### Thao tác

***\*) Kết nối với tín hiệu:***

|  |
| --- |
|  |
| *Hình 2.13 Sơ đồ khối của một reflec* |

- Trở kháng đầu vào có thể lựa chọn giữa 50 và 1 .

- Điện áp đầu vào không đươc quá 400 V (đỉnh) và 300 V (RMS) đối với trở kháng 1 ; 30 (đỉnh) và 5 (RMS) đối với trở kháng 50 .

- Máy có 4 kênh đầu vào.

***\*) Quan sát tín hiệu:***

|  |  |
| --- | --- |
| - Chọn chế độ Autoset để tự động căn chỉnh hiển thị.  - Quan sát dạng sóng trên màn hình. |  |
| *Hình 2.14 Sơ đồ khối của một reflec* |

***\*) Phân tích tín hiệu:***

|  |  |
| --- | --- |
| - Chọn chế độ FFT để quan sát phổ tần số biến đổi Fourier của nó.  - Để phóng to thu nhỏ và di chuyển thì có thể dùng các nút ở bên phải hoặc dùng ngón tay lên màn hình. |  |
| *Hình 2.15 Sơ đồ khối của một reflec* |

***\*) Lưu số liệu:*** *định dạng file .set*

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

|  |  |
| --- | --- |
|  | Lê Minh Thùy, Bài giảng "Thiết bị đo lường điện tử EE3676".  Lê Minh Thùy, Bài giảng "Giới thiệu các loại Oscilloscope". |
|  | Rohde-Schwarz, Network Analyzer Basic*, 2019*.  Rohde-Schwarz, Oscilloscope Basics*, 2014*. |
|  | Rohde-Schwarz, Hướng dẫn sử dụng nhanh R&S ZPH*, 2019*. |