

Nghiên cứu thiết kế chế tạo bộ phát dữ liệu không dây ở dải sóng UHF

Hoàng Minh Hải

Trường Đại học Công nghệ

Luận văn Thạc sĩ ngành: Kỹ thuật điện tử; Mã số: 60 52 70

Người hướng dẫn: PGS.TS Bạch Gia Dương

Năm bảo vệ: 2012

Abstract: Tìm hiểu về hệ thống thông tin vô tuyến. Nghiên cứu về lý thuyết siêu cao. Phân tích về (bộ dao động điều khiển bằng điện áp) VCO và chế tạo thành công một bộ VCO có tần số từ 847-860MHz. Tìm hiểu sâu về kỹ thuật phối hợp trở kháng và chế tạo thành công một khối khuếch đại công suất 1W, hoạt động ở dải tần 847MHz – 860MHz, hệ số khuếch đại trên 15dB. Đánh giá kết quả đã đạt được.

Keywords: Kỹ thuật điện tử; Truyền thông không dây; Mạng truyền thông không dây

Content

Ngày nay cùng với sự phát triển mạnh mẽ của thông tin vô tuyến thì thiết bị vô tuyến đã đóng một vai trò rất quan trọng trong việc truyền tải tin tức đi xa. Truyền dẫn thông tin vô tuyến là phương thức dùng không gian làm môi trường truyền tin, với các ưu điểm về khoảng cách, tốc độ truyền tin và sự cơ động, thông tin vô tuyến hiện nay đang là giải pháp tối ưu cho các hệ thống viễn thông. Ngoài ra, miền ứng dụng của các hệ thống thông tin vô tuyến cũng rất rộng, nó có thể sử dụng cho các hệ truyền dẫn thông tin di động, thông tin vệ tinh, phát thanh, truyền hình, các đài radar quân sự và dân sự phục vụ cho an ninh quốc phòng, an sinh xã hội và phát triển kinh tế đất nước.

Đề tài khóa luận tập trung giải quyết vấn đề chế tạo máy phát cao tần dải băng UHF. Tại máy phát, tín hiệu sau khi được điều chế sẽ được đưa vào bộ trộn tần với sóng dao động nội có tần số thích hợp để tín hiệu cuối cùng có sóng mang ở băng UHF. Sóng mang cao tần được tạo ra bởi mạch tạo dao động điều khiển bằng điện áp có khả năng điều khiển tần số linh hoạt với dải điều chỉnh rộng, phát tín hiệu đã được điều chế đi với khoảng cách xa nhờ một bộ khuếch đại đệm trước khi đưa vào khuếch đại công suất và phát đi bởi anten.

LUẬN VĂN ĐƯỢC CHIA LÀM 3 CHƯƠNG:

MỤC THỨ NHẤT: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THU PHÁT TÍN HIỆU KHÔNG DÂY

A. Hệ thống thu phát thông tin vô tuyến: tổng quan về hệ thống thu phát vô tuyến và tầm quan trọng của nó trong hệ thống thông tin.

B. Các phương pháp điều chế tương tự: giới thiệu sơ qua về các phương pháp điều chế biên độ, điều chế tần số và pha.

Điều chế là quá trình ghi tin tức vào một dao động cao tần nhờ biến đổi một thông số nào đó như biên độ, tần số, pha, độ rộng xung ... của dao động cao tần theo tin tức. Tin tức được gọi là tín hiệu điều chế, dao động cao tần gọi là sóng mang. Dao động cao tần mang tin tức là dao động cao tần đã được điều chế.

Mục đích của điều chế là chuyển phổ tín hiệu tin tức ở phổ tần số thấp không có khả năng bức xạ đi xa lên tần số cao để có thể thực hiện được yêu cầu đó. Khi tới nơi thu có quá trình giải điều chế để loại bỏ tải tin, lấy lại tin tức ban đầu.

Trong điều chế tương tự, việc điều chế được thực hiện liên tục theo tín hiệu thông tin tương tự. Các phương pháp điều chế tương tự thông dụng là:

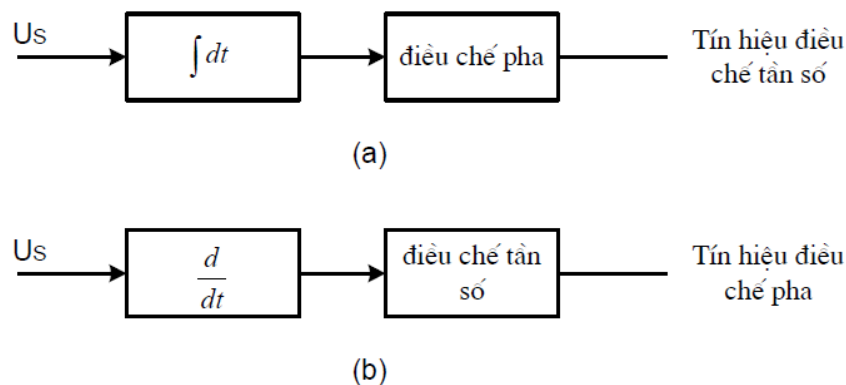
❖ **Điều biên (Amplitude modulation) :** Điều chế biên độ hay còn gọi là điều biên (AM) là một kỹ thuật được sử dụng trong điện tử viễn thông, phổ biến nhất là dùng để truyền thông tin qua một sóng mang vô tuyến. AM làm việc bằng cách thay đổi biên độ của tín hiệu sóng mang theo biên độ của tín hiệu thông tin cần gửi đi, hay nói cách khác là điều chế sóng mang theo tín hiệu mang tin.

- Điều chế hai băng (DSB-Double-sideband modulation)
 - Điều chế hai băng không triệt sóng mang (DSB-WC)
(dùng trong radio băng AM)
 - Điều chế hai băng triệt sóng mang (DSB-SC)
 - Điều chế hai băng nén sóng mang (DSB-RC)
- Điều chế đơn băng
 - Điều chế đơn băng (SSB hoặc SSB-AM), rất giống với
 - Điều chế đơn băng triệt sóng mang (SSB-SC)
- Điều chế Vestigial sideband (VSB hoặc VSB-AM)
- Quadrature amplitude modulation (QAM)

❖ **Điều chế góc (Angle modulation) :**

- Điều tần-Frequency modulation (FM): Điều tần là quá trình ghi tin tức vào tải tin, làm cho tần số của tải tin biến đổi theo dạng tín hiệu điều chế.

- Điều pha-Phase modulation (PM): điều pha là quá trình ghi tin tức vào tải tin, làm pha tức thời của tải tin biến đổi theo dạng tín hiệu điều chế.



Hình 1.3. Quan hệ giữa tín hiệu điều tần và tín hiệu điều pha

- ❖ Sơ đồ khối mạch điều chế tần số thông qua mạch điều chế pha
- ❖ Sơ đồ khối mạch điều chế pha thông qua mạch điều chế tần số
-

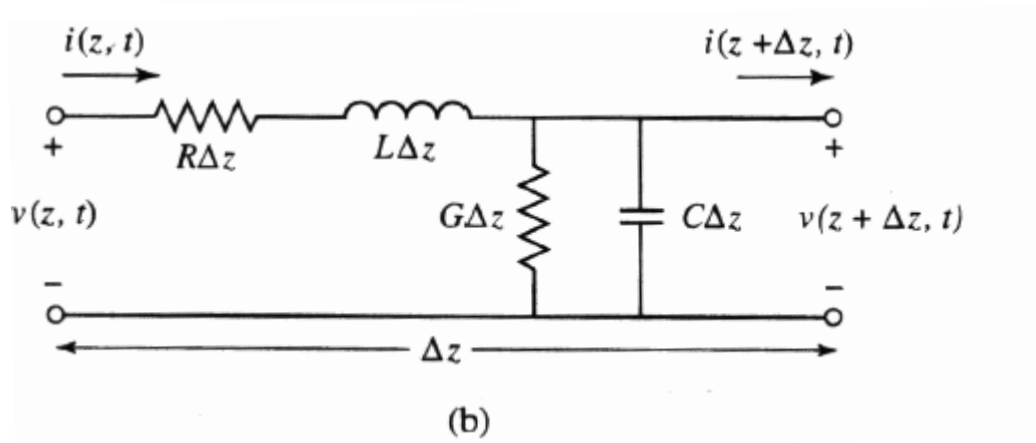
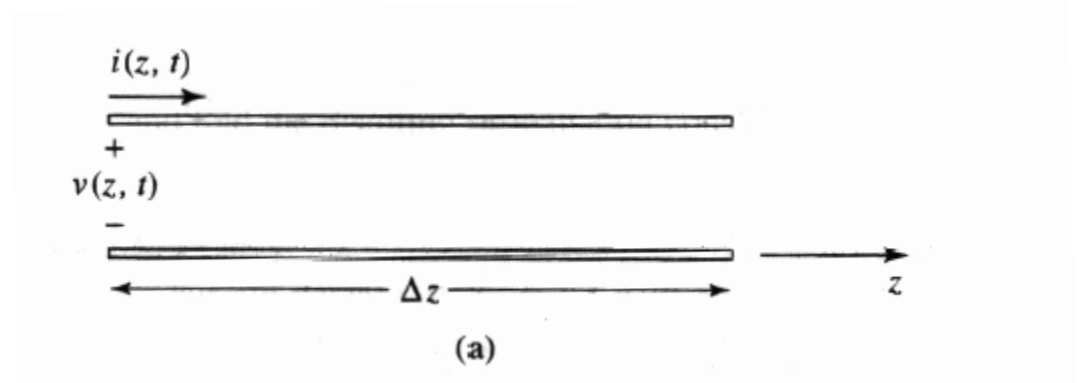
C. Tổng quan về siêu cao tần: giúp có cái nhìn tổng quan về siêu cao tần, hiểu về các thông số đặc trưng của siêu cao tần và các lý thuyết liên quan:

▪ **Lý thuyết đường truyền:**

- Khi nghiên cứu đường truyền đối với các tín hiệu tần thấp, ta thường coi các đường dây nối (hay đường truyền) là ngắn mạch. Điều này chỉ đúng khi kích thước của mạch là nhỏ hơn bước sóng của tín hiệu. Còn đối với tín hiệu cao tần và đặc biệt đối với tín hiệu siêu cao thì ta phải có những nghiên cứu đặc biệt về đường truyền.

- Trong các hệ thống siêu cao tần và sóng milimet, bước sóng của tín hiệu có thể bằng hoặc nhỏ hơn kích thước của các bộ phận và đường truyền của chúng. Điều này có nghĩa là có thể diễn ra những thay đổi quan trọng về pha tín hiệu dọc theo đường truyền và có sự biến đổi trở kháng danh định của một thiết bị hoặc một thành phần mà tín hiệu đi qua. Những sự biến đổi trở kháng này gây ra các sóng phản xạ trên đường truyền. Điều này sẽ dẫn đến sự tổn hao năng lượng trên đường truyền do năng lượng bị phản xạ. Lượng năng lượng bị phản xạ được xác định bởi hệ số phản xạ Γ , có quan hệ với trở kháng.

- Mô hình tương đương tham số tập trung của đường truyền



Hình 1.4. Dây dẫn song song và sơ đồ tương đương.

- Nhìn chung, các đường truyền đều có dạng một cặp dây dẫn song song để tín hiệu điện áp truyền qua.
- Trước hết chúng ta khảo sát một đường truyền gồm một cặp dây dẫn song song như hình vẽ. Hai dây dẫn này được mô hình hoá bằng:
 - Điện dung song song tính theo chiều dài đơn vị của dây dẫn C [F/m]
 - Điện dẫn song song tính theo đơn vị dài [S/m]
 - Một dòng điện dọc theo chiều dài dây dẫn sẽ tạo ra một dòng điện trong dây dẫn theo chiều ngược lại, đó là thành phần cảm ứng. cũng sẽ có một điện trở hữu hạn nối tiếp trong các dây dẫn.
 - Điện cảm nối tiếp tính theo chiều dài đơn vị [H/m]
 - Điện trở nối tiếp tính theo chiều dài đơn vị [Ω /m]
- Một đoạn ngắn Δz của đường truyền được biểu diễn trên sơ đồ tương đương như hình vẽ... Điện áp và dòng điện là các hàm của thời gian.

◆ Đồ thị Smith nằm trong phạm vi của vòng tròn đơn vị vì hệ số phản xạ Γ có modun nhỏ hơn hoặc bằng 1.

◆ Các đường đẳng r là họ các vòng tròn có tâm nằm trên trục hoành của đồ thị và luôn đi qua điểm có $\Gamma_r=1$. Giá trị r của mỗi vòng tròn đẳng r được ghi dọc theo trục hoành, từ $0 \rightarrow \infty$ (điểm bên trái ứng với giá trị $r = 0$, điểm bên phải ứng với giá trị $r = \infty$).

◆ Các đường đẳng x là họ các vòng tròn có tâm nằm trên trục vuông góc với trục hoành tại $\Gamma_r=1$. Có hai nhóm đường tròn đẳng x :

➤ Nhóm các đường đẳng x với $x > 0$ (cảm kháng) là các đường nằm ở phía trên của trục hoành. Giá trị x tăng dần từ 0 đến ∞ và được ghi trên mỗi đường.

➤ Nhóm các đường đẳng x với $x < 0$ (dung kháng) là các đường nằm ở phía dưới của trục hoành. Giá trị x giảm dần từ 0 đến $-\infty$ và được ghi trên mỗi đường

◆ Các đường đẳng r và các đường đẳng x là họ các đường tròn trực giao với nhau. Giao điểm của một đường đẳng r và một đường đẳng x bất kỳ sẽ biểu thị cho một trở kháng $z = r+ix$, đồng thời cũng biểu thị cho hệ số phản xạ tại điểm có trở kháng z .

◆ Tâm điểm của đồ thị Smith là giao điểm của đường đẳng $r = 1$ và đường đẳng $x = 0$ (nằm trên trục hoành), do đó điểm này đại biểu cho trở kháng thuần trở $z = 1$ (nghĩa là $Z = R_0$). Đây là điểm tượng trưng cho điện trở chuẩn R_0 , cho phép thực hiện phối hợp trở kháng trên đường dây. Thật vậy, đây chính là điểm có hệ số phản xạ $\Gamma = 0$ và hệ số sóng đứng $S = 1$.

◆ Điểm tận cùng bên trái của trục hoành là giao điểm của đường đẳng $r=0$ và đường đẳng $x=0$, do đó biểu thị cho trở kháng $z = 0$ (tức $Z = 0$), nghĩa là ứng với trường hợp ngắn mạch. Tại đây ta có hệ số phản xạ $\Gamma=-1$.

◆ Điểm tận cùng bên phải của trục hoành là điểm đặc biệt mà tất cả các đường đẳng r và đẳng x đều đi qua. Tại đây ta có $r=\infty$, $x=\infty$, do đó $z=\infty$ (tức $Z=\infty$), nghĩa là ứng với trường hợp hở mạch. Tại đây ta có hệ số phản xạ $\Gamma=1$.

◆ Hệ số phản xạ tại vị trí l trên đường truyền có thể được xác định

khi biết hệ số phản xạ Γ tại vị trí tải, dựa vào công thức: $\Gamma(l) = \frac{V_0^-}{V_0^+} e^{-2i\beta l}$

$$\Gamma(l) = \Gamma e^{-2i\beta l} \quad (1.3.35)$$

Đồ thị Smith cho phép thực hiện phép tính này khi quay vectơ Γ trên đồ thành một góc quay ứng với một độ dịch chuyển bằng $2\beta l$, trong

$$\text{đó. } \beta = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Góc quay này có thể xác định theo độ (từ -180° đến 180°), hoặc theo số bước sóng (từ 0 đến $0,5\lambda$ cho mỗi vòng quay).

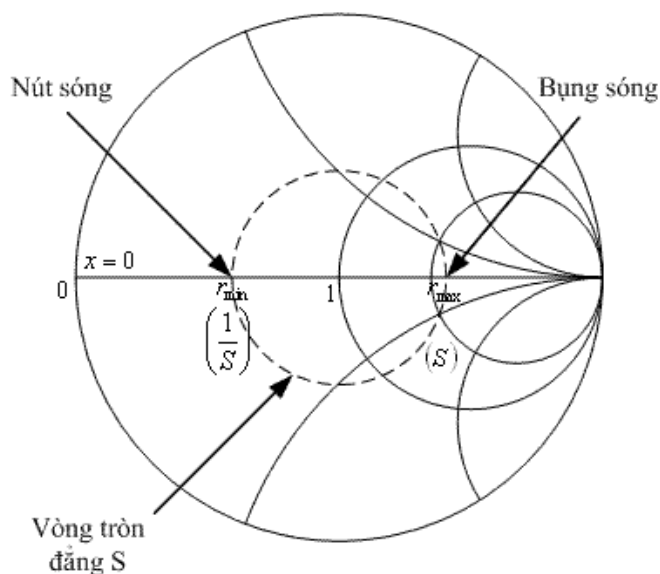
Theo quy định của đồ thị Smith:

Chiều quay từ tải hướng về nguồn là thuận chiều kim đồng hồ.

Chiều quay từ nguồn hướng về tải là ngược chiều kim đồng hồ.

Trên mỗi chiều quay, có một vòng đánh số theo độ và một vòng đánh số theo số bước sóng để tiện sử dụng.

◆ Khi vẽ đường tròn đẳng S trên đồ thị Smith thì đường tròn này sẽ cắt trục hoành tại 2 điểm. Giao điểm nằm phía bên phải của tâm biểu đồ biểu thị cho vị trí trên đường dây có $z = r_{\max} + i0$, với $r_{\max} = S$. Đây chính là điểm bụng của sóng đứng. Ngược lại, giao điểm nằm phía trái của tâm biểu đồ biểu thị cho vị trí trên đường dây có $z = r_{\min} + i0$, với $r_{\min} = 1/S$. Đây chính là điểm nút của sóng đứng (hình 1.9). Trên biểu đồ Smith cũng nhận thấy ngay khoảng cách giữa bụng sóng và nút sóng bằng $0,25\lambda$.



Hình 1.10. Biểu diễn điểm bụng và điểm nút của sóng đứng trên biểu đồ Smith

- Các kỹ thuật phối hợp trở kháng
 - **Kỹ thuật phối hợp trở kháng dựa trên các nhân tố tác động trở lại rời rạc**

♦ Các nhân tố rời rạc của một đơn vị phối hợp trở kháng được đặt nối tiếp hoặc song song.

➤ **Điện dẫn trên biểu đồ Smith.**

➤ Trên biểu đồ Smith, hệ số phản xạ ρ phụ thuộc vào trở kháng chuẩn hoá z .

➤ Điện dẫn chuẩn hoá là: $y = \frac{1}{z} \frac{y-1}{y+1} = \frac{1-z}{1+z} = -\rho$; vì vậy

$-\rho$ phụ thuộc vào điện dẫn chuẩn hoá.

➤ **Liên kết nối tiếp (Serial association):**

$$Z_L = R_L + jX_L \text{ và } Z_S = jX_S; \quad z' = r_L + j(x_L + x_S) \quad (1.3.37)$$

➤ Điểm trên biểu đồ Smith dịch chuyển trên đường tròn không đổi với phần thực là trở kháng chuẩn hoá ($r_L = Cst$)

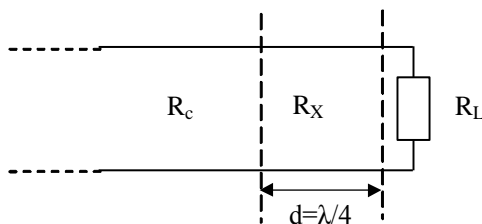
➤ **Liên kết song song (Parallel association)**

$Z_L = R_L + jX_L$ dẫn đến $z_L, \rho, -\rho$ và y_L ; điện dẫn chuẩn hoá; đối với yếu tố mắc song song: $Y_P = jB_P; y' = g_L + j(b_L + b_P)$

➤ Điểm trên biểu đồ Smith dịch chuyển trên đường tròn không đổi với phần thực là điện dẫn chuẩn hoá ($g_L = Cst$)

- **Phối hợp trở kháng với đoạn dây một phần tư bước sóng**

Kỹ thuật này thường sử dụng với các tải có trở kháng thực.



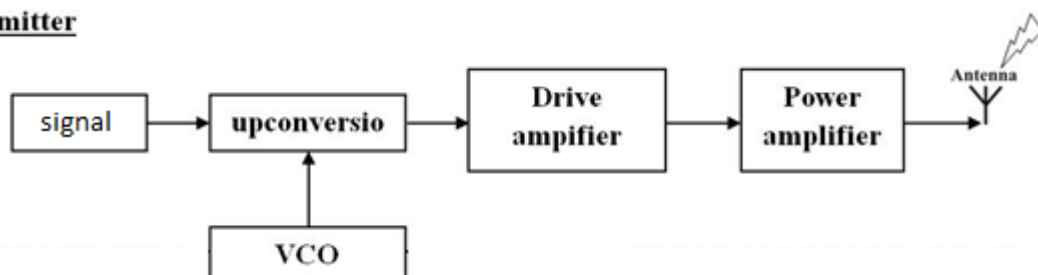
- **Phối hợp trở kháng với các đoạn dây chêm**

Một đoạn dây chêm là một phần của đường truyền, nó có chiều dài l và thường được kết thúc bằng mạch hở hoặc ngắn mạch.

MỤC THỨ HAI: HỆ THỐNG PHÁT TÍN HIỆU DÀI BĂNG UHF

A. Cấu trúc hệ thống thu phát tín hiệu băng UHF:

Transmitter



B. Bộ tạo dao động điều khiển bằng điện áp (VCO)

Mạch tạo ra điện áp xoay chiều có dạng theo yêu cầu là mạch tạo dao động. Các mạch tạo dao động được sử dụng trong hệ thống thông tin liên lạc, có dải tần hoạt động từ vài Hz cho tới hàng GHz. Để tạo dao động có thể sử dụng các phần tử tích cực như đèn điện tử, transistor, các bộ khuếch đại thuật toán...

Các tham số cơ bản của mạch dao động:

- Tần số dao động
- Biên độ điện áp ra
- Độ ổn định tần số lối ra
- Công suất của mạch
- Hiệu suất của mạch

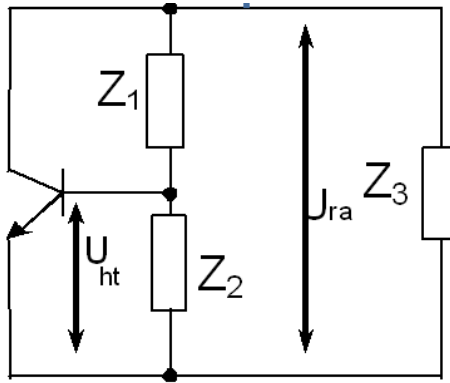
Có thể tạo dao động điều hòa theo 2 nguyên tắc sau:

- Tạo dao động bằng mạch khuếch đại có hồi tiếp dương.
- Mạch tạo dao động bằng phương pháp tổng hợp mạch

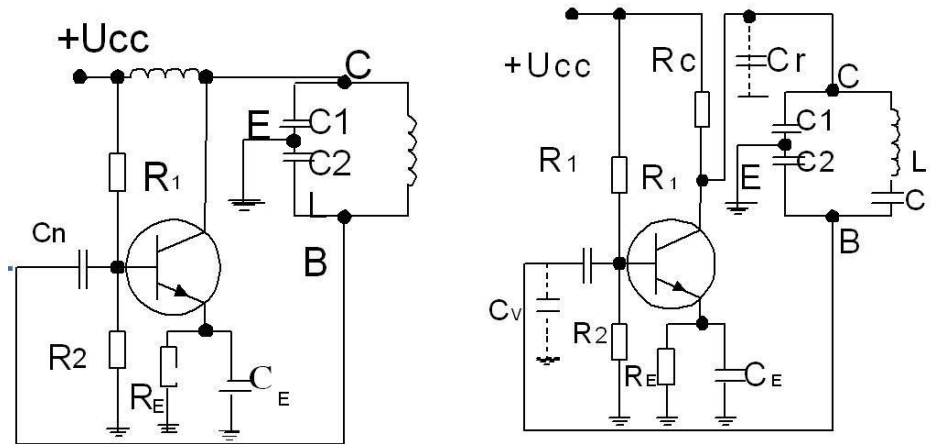
Để tạo được mạch dao động cần thỏa mãn 2 điều kiện là

- Thỏa mãn điều kiện cân bằng biên độ
- Thỏa mãn điều kiện cân bằng pha

1. Mạch tạo dao động 3 điểm



2. Mạch tạo dao động 3 điểm điện dung



C. Mạch vòng bám pha:

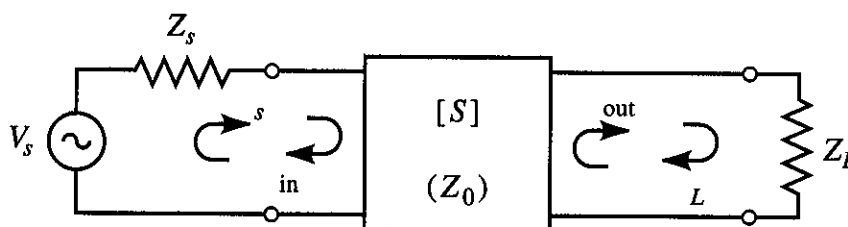
Bộ tạo dao động siêu cao tần chiếm một vai trò rất căn bản trong các hệ thống thông tin vì nó tạo ra các sóng tham chiếu sử dụng trong việc điều chế và giải điều chế... Trong các hệ thống như vậy, tính chính xác và ổn định của các bộ tạo dao động luôn phải được quan tâm nhằm đảm bảo chất lượng của hệ thống.

Cho đến nay đã có nhiều phương pháp để tăng tính ổn định của bộ tạo dao động, trong đó đáng chú ý là kỹ thuật vòng bám pha PLL (phase locked loop) và kỹ thuật tổng hợp số trực tiếp DDS (direct digital synthesis). Mỗi kỹ thuật đều có những điểm mạnh và yếu riêng. Kỹ thuật DDS là một hệ thống hở, sử dụng máy tính số và các bộ biến đổi DA (digital to analog) để tạo ra các tín hiệu mong muốn. Đây là kỹ thuật tổng hợp tần số trực tiếp. Kỹ thuật này có ưu điểm nổi bật là thời gian thiết lập tần số rất nhanh, độ phân giải tần số rất nhỏ. Tuy nhiên nhược điểm của nó là tiêu thụ nhiều năng lượng và chỉ thích hợp với dải tần cỡ vài trăm MHz. Trong khi đó, kỹ thuật PLL lại sử dụng hệ thống hồi tiếp kín, trong đó độ ổn định của hồi tiếp là quan trọng

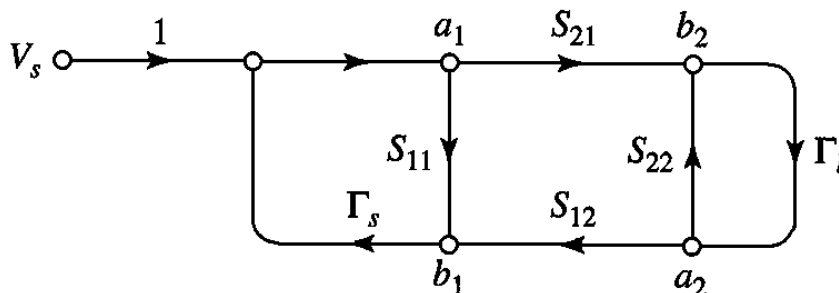
nhất. Đây là kỹ thuật tổng hợp tần số gián tiếp. Kỹ thuật này yếu hơn DDS ở thời gian thiết lập tần số, tuy nhiên, nó lại có ưu điểm là tiêu thụ rất ít năng lượng, và rất thích hợp với dải tần siêu cao, là dải tần số từ 300MHz đến 3GHz.

D. Mạch khuếch đại công suất:

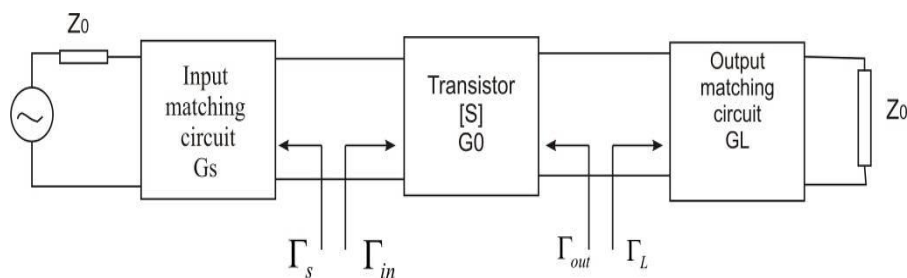
- Ở các tần số cao, không thể đo trở kháng và dẫn nạp của transistor một cách trực tiếp. Trong khi đó, có thể đo được ma trận tán xạ [S] của nó. Vì vậy, phương pháp thiết kế sử dụng ma trận tán xạ luôn được sử dụng rộng rãi. Các tham số S_{ij} của transistor đo được bằng cách chèn transistor vào một mạch test với các đường truyền 50Ω , đặt đúng thiên áp cần hoạt động và đo các tham số S_{ij} dùng máy phân tích mạng.



Hình 2.15. Mạng 2 cửa của transistor



Hình 2.16. Đồ thị luồng tín hiệu của mạng 2 cửa

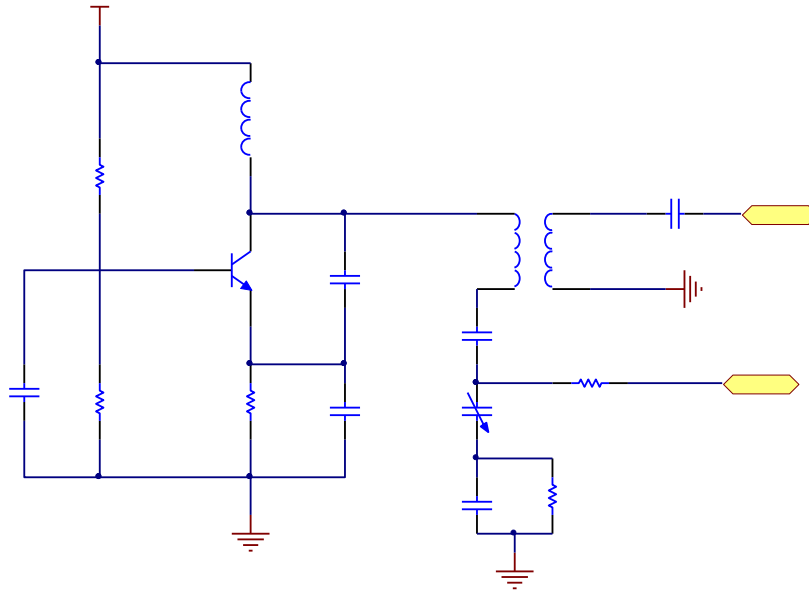


Hình 2.17. Mạch khuếch đại công suất

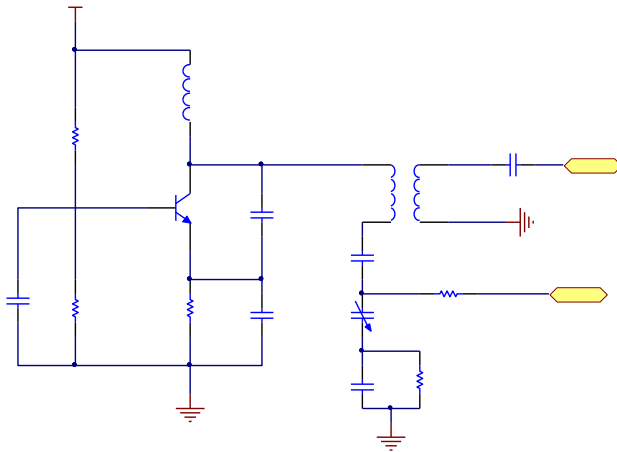
MỤC THỨ BA: CÁC KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

A. Thiết kế, chế tạo VCO dùng 2SC3355:

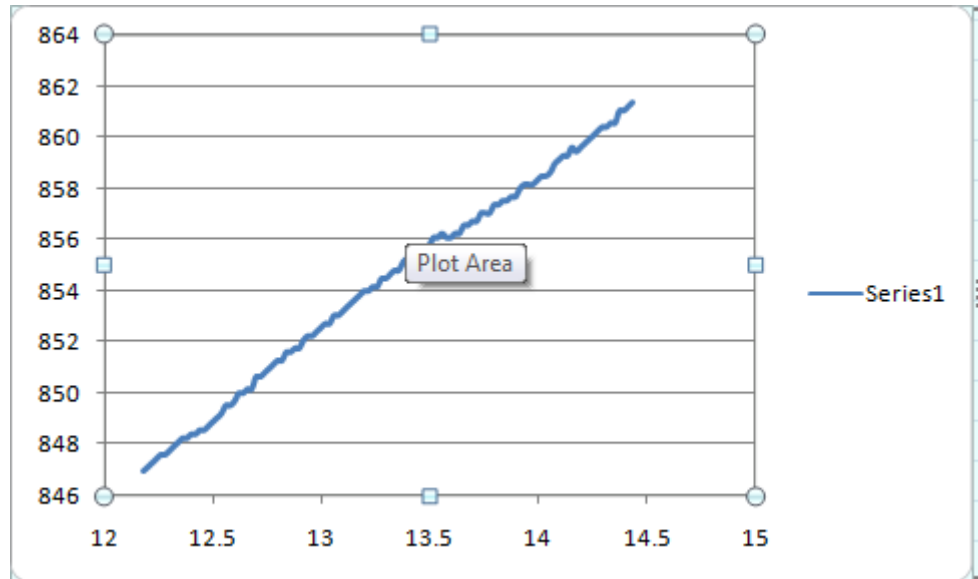
- trình bày nguyên lý và các kết quả thực nghiệm đo được trên máy phân tích phổ Rohde & Schwarz và nhận xét kết quả đạt được.



Hình 3.2 Sơ đồ nguyên lý mạch VCO sử dụng 2sc3355

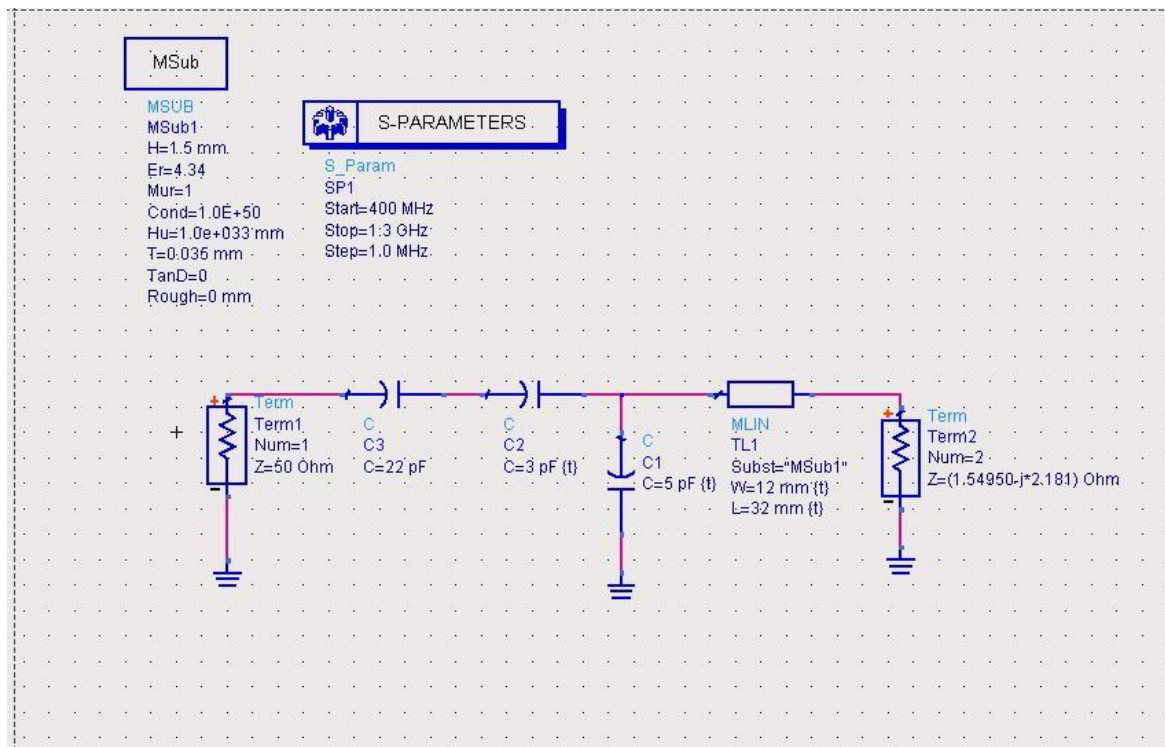


Hình 3.4 Sơ đồ hoàn chỉnh

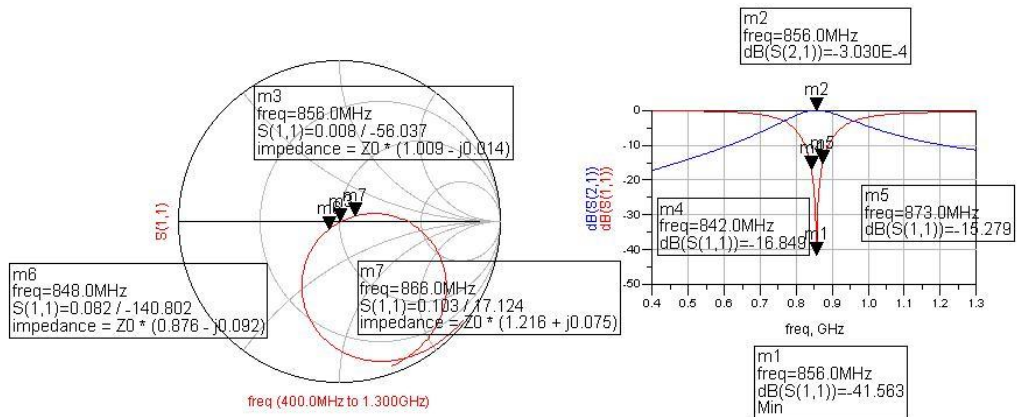


Sự phụ thuộc của tần số lối ra vào điện áp điều khiển VCO

B. Chế tạo mạch khuếch đại công suất 1W: trình bày nguyên lý, các kết quả mô phỏng bằng phần mềm ADS và các kết quả mạch thực tế. Nhận xét kết quả nhận được



Sơ đồ nguyên lý mô phỏng lối vào



Kết quả mô phỏng lỗi vào

MỤC THỨ 4: KẾT LUẬN

Đánh giá kết quả đạt được, nêu hướng nghiên cứu phát triển tiếp tục từ đề tài.

References

Tài liệu tiếng Việt:

- [1] GS.TSKH Phan Anh. *Trường điện từ và truyền sóng*, NXB Đại Học Quốc Gia Hà Nội, Hà Nội.
- [2] Phạm Minh Việt. *Kỹ thuật siêu cao tần*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] PGS.TS Trần Quang Vinh – Ths. Chử Văn An, *Nguyên lý kỹ thuật điện tử*, NXB giáo dục, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh:

- [1] W. Alan Davis, *Radio Frequency Circuit Design*, John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Jeremy Everard, *Fundamentals of RF Circuit Design with Low Noise Oscillators*, John Wiley & Sons.
- [3] Chris Bowick, *RF CIRCUIT DESIGN*, Newnes.
- [4] David M. Pozar, *Microwave Engineering*, John Wiley & Sons, Inc.