

Kỹ sư NGUYỄN TRỌNG ĐỨC

# 120 Sơ đồ MẠCH ĐIỆN TỬ thực dụng cho chuyên viên **điện tử**



NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

Kỹ sư NGUYỄN TRỌNG ĐỨC

# 120

## **SƠ ĐỒ MẠCH ĐIỆN TỬ THỰC DỤNG**

**CHO CHUYÊN VIÊN ĐIỆN TỬ**

NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

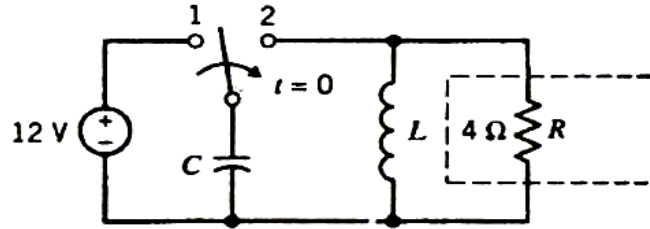
# ĐÁP TUYẾN HOÀN CHỈNH CỦA CÁC MẠCH CÓ HAI THÀNH PHẦN LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG.

## 1.1 GIỚI THIỆU CHUNG

Chúng ta đã xác định đáp tuyến tự nhiên và đáp tuyến bắt buộc của các mạch có một thành phần lưu trữ năng lượng. Trong chương này, chúng ta tiếp tục xác định đáp tuyến hoàn chỉnh  $x(t)$  của một mạch có hai thành phần lưu trữ năng lượng. Một mạch có hai thành phần lưu trữ năng lượng được mô tả bởi một phương trình vi phân bậc hai dưới dạng  $x(t)$ .

Chúng ta mô tả ba phương pháp để đạt được phương trình vi phân bậc hai: (1) phương pháp trực tiếp, (2) phương pháp toán tử, (3) phương pháp biến đổi trạng thái. Sau đó, bằng cách sử dụng phương trình vi phân, chúng ta tiếp tục tìm đáp tuyến tự nhiên  $x_n$  và đáp tuyến bắt buộc  $x_f$ .

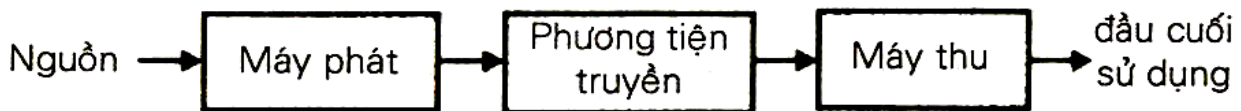
Mặc dù chúng ta tập trung vào các mạch có hai thành phần lưu trữ năng lượng, nhưng các phương pháp được mô tả có thể được sử dụng cho các mạch có ba hoặc nhiều hơn các thành phần lưu trữ năng lượng.



Hình 1.1.1

## 1.2 CÁC GIAO TIẾP VÀ CÁC HỆ THỐNG CÔNG SUẤT.

Mục tiêu của một mạch điện đó là truyền một tín hiệu điện hoặc công suất điện. Một hệ thống điện là một sự liên nối kết các thành phần điện và các mạch nhằm đạt được mục tiêu mong muốn. Hãy xem xét hệ thống điện được minh họa ở hình 1.2.1. Hệ thống này có một nguồn và truyền công suất nguồn hoặc tín hiệu đến một máy thu và sau cùng đến người dùng đầu cuối.



Hình 1.2.1

Trong một hệ thống giao tiếp, nguồn là một tín hiệu đầu vào chẳng hạn như một tín hiệu điện áp. Máy phát chuyển tín hiệu này thành một dạng thích hợp cho phương tiện truyền. Sau đó đầu ra của máy phát tiếp tục đi vào phương tiện truyền cho đến khi nó đi đến máy thu, nó sẽ được chuyển đổi thành một dạng mà người dùng đầu cuối có thể sử dụng được.

Một ví dụ về một hệ thống giao tiếp được giới thiệu đó là máy điện báo của ngành đường sắt trước đây dùng để giao



tiếp từ một trạm đường sắt này đến một trạm khác. Thông điệp được chuyển thành mã Morse, và khoá của máy phát được mở và đóng để tạo ra một chuỗi các xung dài và ngắn. Các xung điện này di chuyển dọc theo đường dây điện báo cho đến khi chúng đến máy thu điện báo tại một trạm đường sắt khác, ở đây chúng được nhận và được giải mã để người đọc có thể sử dụng được.

Một ví dụ khác về hệ thống giao tiếp đó là radiô, radiô chuyển đổi các lời nói thành các dạng sóng điện. Sau đó máy phát sẽ kết hợp với các dạng sóng này vào phương tiện truyền, trong trường hợp này đó là khí quyển của trái đất. Tại máy thu, một anten kết hợp phương tiện truyền này với máy thu và sau cùng chuyển đổi các dạng sóng điện đó trở lại thành các tín hiệu audio cho người nghe.

Mục tiêu của một hệ thống giao tiếp có hiệu quả đó là phải đạt được sự truyền và thu tín hiệu ban đầu tốt nhất để người dùng có thể nhận thức chính xác nhất của thông điệp. Như vậy mục tiêu đó là cung cấp cho người dùng một dạng sóng đầu ra trung thực, không bị biến dạng chính xác như với tín hiệu đầu vào. Bảng niên đại về sự phát triển của giao tiếp điện đã được trình bày ở bảng 1.2.1.

Bây giờ chúng ta xem xét mục tiêu của hệ thống công suất điện. Một nhà máy điện, chẳng hạn như một trạm công suất thuỷ điện, tạo ra nhiều số lượng công suất điện. Thông thường nó tạo ra từ 30MW đến 70MW liên tục tại nhà máy thuỷ điện. Bởi vì các nhà máy này thường ở cách xa những người tiêu dùng ở trong các thành phố, cho nên công suất điện phải được truyền trên các cặp dây điện dài trên các máy thu (xem hình 1.2.1). Trong trường hợp này, máy truyền phải kết hợp công suất với phương tiện truyền (các dây điện) một cách hiệu quả. Tương tự, máy thu cũng phải kết hợp công suất với các mạch phân phối cục bộ một cách hiệu quả để người dùng đầu cuối có thể sử dụng được.

Như vậy, mục tiêu của hệ thống giao tiếp đó là truyền trung thực và không bị biến dạng, trong khi mục tiêu của hệ thống công suất điện đó là truyền năng lượng một cách hiệu quả, với sự thất thoát năng lượng tối thiểu trong phương tiện truyền, với sự có mặt của các thành phần lưu trữ năng lượng, thì cần phải xem xét các mạch vốn có cả hai thành phần đó và xác định các đáp tuyến tự nhiên và các đáp tuyến bắt buộc của các mạch đó. Đó là mục đích của chương này nhằm xem xét các hoạt động của các mạch.

### **Bảng 1.2.1**

|            |  |
|------------|--|
| 1920       | KDKA, Pittsburgh, trạm truyền phát radio đầu tiên.   |
| 1923-1938: | sự ra đời của truyền hình, Philo T. Farnworth và Vladimir Zworykin đề nghị các hệ thống truyền hình. Các cuộc thử nghiệm được bắt đầu. |
| 1939:      | truyền phát hình thương mại đầu tiên ở thành phố New York.   |
| 1938-1945: | Chiến tranh thế giới thứ hai. Các hệ thống radar và vi sóng đã được phát triển.  |
| 1955:      | John R. Pierce đề nghị các hệ thống giao tiếp vệ tinh.   |
| 1962:      | Telstar đã phóng vệ tinh giao tiếp đầu tiên.   |
| 1983:      | Hệ thống giao tiếp điện thoại sợi quang được đặt ở Chicago.  |
| 1984:      | Các hệ thống điện thoại di động được giới thiệu.   |
| 1995:      | Internet được thiết lập.   |

## 1.3 PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN DÀNH CHO CÁC MẠCH CÓ HAI THÀNH PHẦN LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG.

Trong phần này, chúng ta xem xét sự mô tả các mạch có hai thành phần lưu trữ năng lượng không rút gọn được và được mô tả bằng phương trình vi phân bậc hai. Sau đó chúng ta có thể xem xét các mạch có ba hoặc nhiều hơn các thành phần lưu trữ năng lượng không thể rút gọn được mô tả bằng phương trình vi phân bậc ba (hoặc cao hơn). Chúng ta sử dụng thuật ngữ “không thể rút gọn” được để cho biết rằng tất cả các kết nối song song hoặc nối tiếp hay các kết hợp có thể rút gọn khác của các thành phần lưu trữ tương tự đều được rút gọn sang một dạng không thể rút gọn. Vì vậy, ví dụ như tất cả các tụ điện song song đều được rút gọn thành một tụ điện  $C_p$ .

Trong các phần sau, chúng ta sẽ sử dụng hai phương pháp để tìm phương trình vi phân bậc hai cho các mạch có hai thành phần lưu trữ năng lượng. Sau đó trong phần kế tiếp chúng ta sẽ tìm nghiệm của các phương trình bậc hai này.

Đầu tiên, chúng ta hãy xem xét mạch được minh họa ở hình 1.3.1, mạch này gồm có một sự kết hợp song song gồm một điện trở, một cuộn cảm và một tụ điện. Bằng cách viết phương trình nodal ở node trên cùng, chúng ta có

$$\frac{v}{R} + i + C \frac{dv}{dt} = i_s \quad (1.3.1)$$



Sau đó chúng ta có công thức dành cho cuộn cảm như sau:

$$v = \frac{L di}{dt} \quad (1.3.2)$$

Thay thế phương trình 1.3.2 vào phương trình 1.3.1, ta được:

$$\frac{L}{R} \frac{di}{dt} + i + CL \frac{d^2 i}{dt^2} = i_s \quad (1.3.3)$$

Đây là phương trình vi phân bậc hai mà chúng ta tìm kiếm. Hãy giải phương trình này để tìm  $i(t)$ . Nếu  $v(t)$  được yêu cầu, thì hãy sử dụng phương trình 1.3.2 để tìm nó.

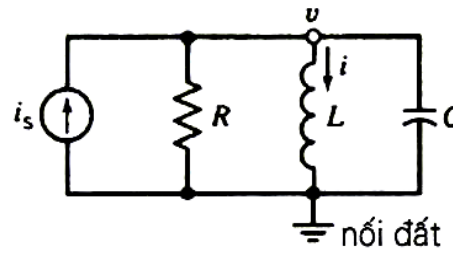
Phương pháp tìm phương trình vi phân bậc hai này có thể được gọi là phương pháp trực tiếp và được tóm tắt trong bảng 1.3.1.

Trong bảng 1.3.1, các biến của mạch được gọi là  $x_1$  và  $x_2$ . Trong một ví dụ bất kỳ  $x_1$  và  $x_2$  sẽ là các dòng điện hoặc điện áp hoặc thành phần cụ thể. Khi chúng ta phân tích mạch ở hình 1.3.1, chúng ta đã sử dụng  $x_1 = v$  và  $x_2 = i$ . Ngược lại, để phân tích mạch ở hình 1.3.2 chúng ta sẽ sử dụng  $x_1 = i$  và  $x_2 = v$ , ở đây  $i$  là dòng điện của cuộn cảm và  $v$  là điện áp của tụ điện.

Bây giờ chúng ta hãy xem xét mạch nối tiếp RLC được minh họa ở hình 1.3.2 và sử dụng phương pháp trực tiếp để tìm phương trình vi phân bậc hai. Chúng ta đã chọn  $x_1 = i$  và  $x_2 = v$ . Trước tiên chúng ta phải tìm một phương trình để tính  $dx_1/dt = di/dt$ . Bằng cách viết phương trình của định luật điện áp Kirchoff, qua mạch ta có

$$L \frac{di}{dt} + v + Ri = v_s \quad (1.3.4)$$





**Hình 1.3.1** Mạch RLC mắc song song.

**Bảng 1.3.1** phương pháp trực tiếp để tìm phương trình vi phân bậc hai của một mạch.

- Bước 1: xác định các biến thứ nhất và thứ hai,  $x_1$  và  $x_2$ . Các biến này là các điện áp của tụ điện và/hoặc các dòng điện của cuộn cảm.
- Bước 2: Viết một phương trình vi phân bậc nhất, tính được  $\frac{dx_1}{dt} = f(x_1, x_2)$  (phương trình 1)
- Bước 3: Tìm phương trình vi phân bậc nhất để bổ sung dưới dạng  $\frac{dx_2}{dt} = Kx_1$  hoặc  $x_1 = \frac{1}{K} \frac{dx_2}{dt}$  (phương trình 2).
- Bước 4: Thay thế phương trình của bước 3 và phương trình của bước 2, như vậy tìm được phương trình vi phân bậc hai dưới dạng  $x_2$ .

Trong đó  $v$  là điện áp của tụ điện. Phương trình này có thể được viết như sau:

$$\frac{di}{dt} + \frac{v}{L} + \frac{R}{L}i = \frac{v_s}{L} \quad (1.3.5)$$

Hãy nhớ lại rằng  $v = x_2$ , và tìm được phương trình dưới dạng  $\frac{dx_2}{dt}$  Bởi vì:

$$C \frac{dv}{dt} = i \quad (1.3.6)$$

hoặc

$$C \frac{dx_2}{dt} = x_1 \quad (1.3.7)$$

Thay thế phương trình 1.3.6 vào phương trình 1.3.5 để tìm phương trình vi phân bậc hai mong muốn:

$$C \frac{d^2v}{dt^2} + \frac{v}{L} + \frac{RC}{L} \frac{dv}{dt} = \frac{v_s}{L} \quad (1.3.8)$$

Phương trình 1.3.8 có thể được viết lại như sau:

$$\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dv}{dt} + \frac{1}{LC} v = \frac{v_s}{LC} \quad (1.3.9)$$

Một phương pháp khác để tìm phương trình vi phân bậc hai mô tả một mạch được gọi là phương pháp toán tử. Trước tiên, chúng ta tìm các phương trình vi phân mô tả các điện áp node hoặc các dòng điện lưới và sử dụng các toán tử để tìm phương trình vi phân của mạch.

Tương tự hơn về một mạch có hai thành phần lưu trữ năng lượng được mô tả ở hình 1.3.3. Mạch này có hai cuộn cảm và có thể được mô tả bằng các dòng điện lưới như được minh họa ở hình 1.3.3. các phương trình lưới này là:

$$L_1 \frac{di_1}{dt} + R(i_1 - i_2) = v_s \quad (1.3.10)$$

và