

25

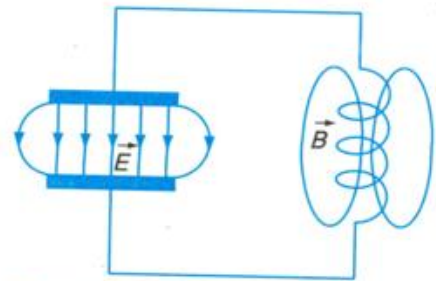
TRUYỀN THÔNG BẰNG SÓNG ĐIỆN TỬ

Ngày nay, mọi người ở thành thị, nông thôn, núi cao, biển xa đều có thể sử dụng điện thoại, nghe đài phát thanh, xem truyền hình một cách dễ dàng với đủ loại dịch vụ như điện thoại di động, truyền hình vệ tinh, truyền hình cáp, internet không dây... Phải chăng những thành tựu ấy đều là những ứng dụng của sóng điện tử?

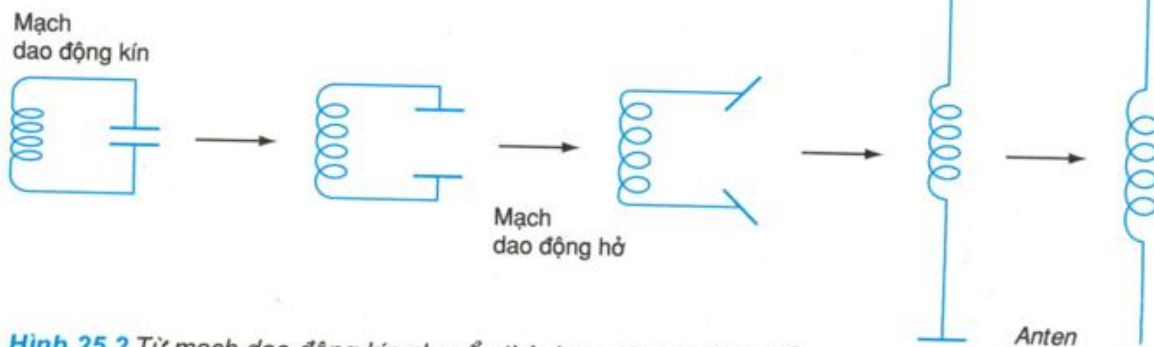
1. Mạch dao động hở. Anten

Trong quá trình dao động điện từ diễn ra ở mạch dao động LC thì điện trường biến thiên tập trung hầu hết trong tụ điện, còn từ trường biến thiên tập trung hầu hết trong cuộn dây. Do đó, điện từ trường hầu như không bức xạ ra bên ngoài (Hình 25.1). Mạch dao động như vậy gọi là *mạch dao động kín*.

Nếu ta tách xa hai bản cực của tụ điện C, đồng thời tách xa các vòng của cuộn cảm L thì vùng không gian có điện trường biến thiên và từ trường biến thiên được mở rộng dần (Hình 25.2). Khi đó mạch dao động trở thành một *mạch dao động hở*. Điện từ trường không còn bị giới hạn trong khuôn khổ mạch LC nữa mà lan toả trong không gian thành sóng điện từ và có khả năng đi rất xa.

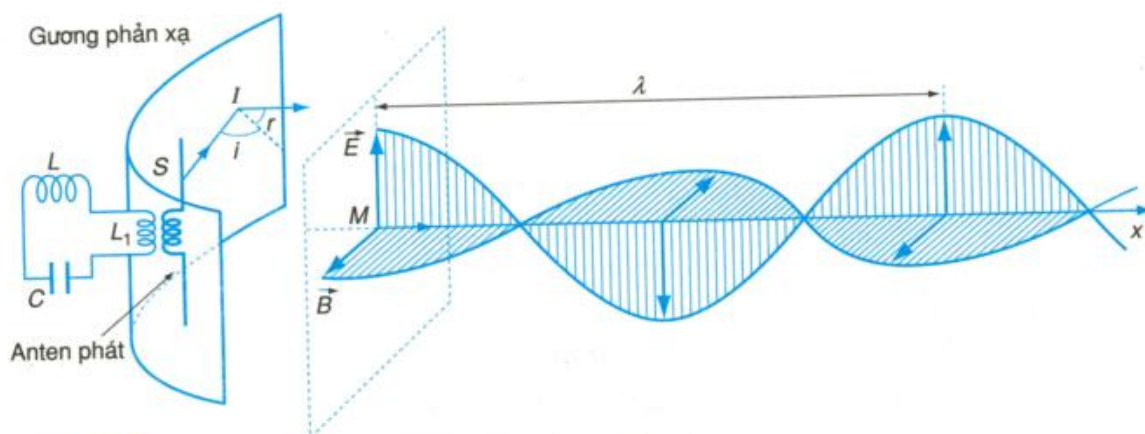


Hình 25.1



Hình 25.2 Từ mạch dao động kín chuyển thành mạch dao động hở.

Anten chính là một dạng mạch dao động hở, là một công cụ hữu hiệu để bức xạ sóng điện từ. Anten có rất nhiều dạng khác nhau tùy theo tần số sóng và nhu cầu sử dụng, ví dụ như : hệ thống anten với dây trời và dây đất, anten với chấn tử phát sóng là thanh kim loại, anten có gương phản xạ bằng kim loại để định hướng truyền sóng (Hình 25.3)...



Hình 25.3 Một loại anten ghép với mạch dao động LC.

Có loại anten dùng để *phát sóng*, có loại dùng để *thu sóng* điện từ. Trên đường truyền, nếu sóng điện từ gặp anten thu thì nó tạo ra trong anten thu một dòng điện cảm ứng biến thiên cùng tần số với sóng điện từ đó. Khi đó, một phần năng lượng của điện từ trường biến thành năng lượng của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong anten thu.

Anten thu thông thường là loại cảm ứng mạnh với thành phần điện trường \vec{E} của sóng điện từ. Cũng có loại cảm ứng mạnh với thành phần từ trường \vec{B} của sóng điện từ như anten ferit.

Các dao động điện từ được truyền từ mạch dao động ra anten bằng cách ghép qua cuộn cảm. Trong Hình 25.3, ta thấy nguyên lí cấu tạo của một hệ thống anten gồm mạch dao động LC, cuộn cảm L_1 ở giữa LC và anten, chấn tử phát sóng và gương phản xạ định hướng truyền sóng điện từ theo phương Ox.

2. Nguyên tắc truyền thông bằng sóng điện từ

Để truyền được các thông tin như âm thanh, hình ảnh... đến những nơi xa, người ta đều áp dụng một quy trình chung là :

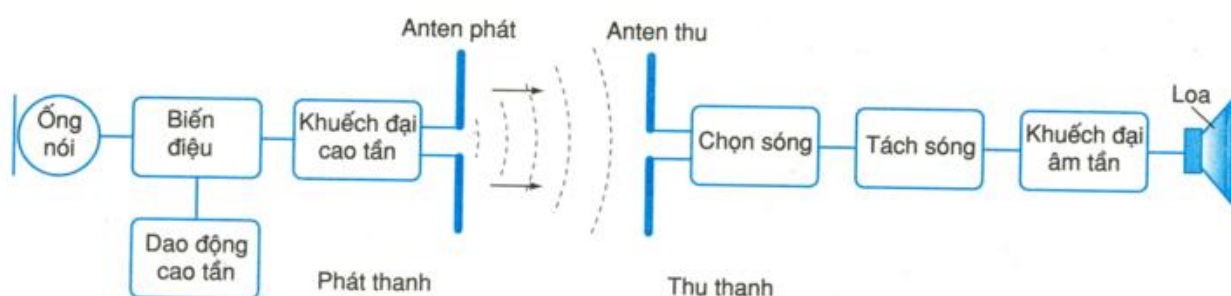
- Biến các âm thanh (hoặc hình ảnh...) muốn truyền đi thành các dao động điện gọi là các tín hiệu âm tần (hoặc thị tần).
- Dùng sóng điện từ tần số cao (cao tần), gọi là *sóng mang*, để truyền các tín hiệu âm tần (hoặc thị tần) đi xa qua anten phát.

– Dùng máy thu với anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần.

– Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần rồi dùng loa để nghe âm thanh đã truyền tới (hoặc dùng màn hình để xem hình ảnh).

Ví dụ sơ đồ khối của một hệ thống phát thanh và thu thanh dùng sóng điện từ được vẽ trên Hình 25.4.

Sóng âm không truyền được xa trong không khí. Sóng điện từ có tần số cao từ cỡ MHz trở lên có thể lan truyền đi những khoảng cách rất lớn. Vì vậy, người ta gửi tín hiệu âm tần vào sóng điện từ cao tần bằng cách biến điệu, để nhờ sóng điện từ cao tần làm nhiệm vụ sóng mang, đưa tín hiệu âm tần đi xa.



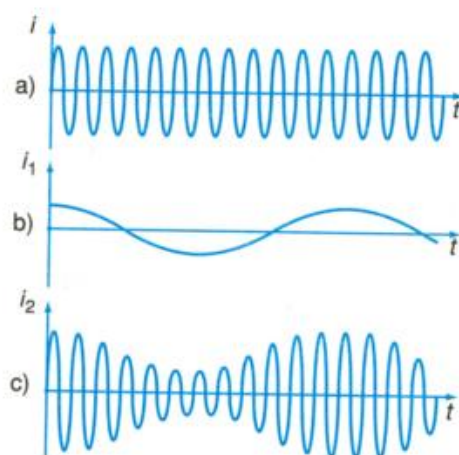
Hình 25.4 Sơ đồ khối của hệ thống phát thanh và thu thanh dùng sóng điện từ.

• **Hệ thống phát thanh gồm :**

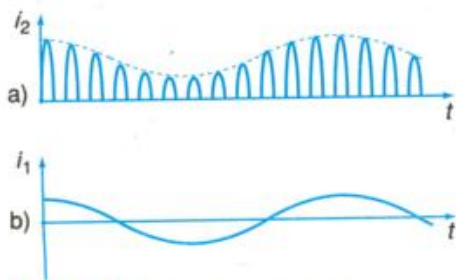
- Dao động cao tần : tạo ra sóng mang (Hình 25.5a) ;
- Ống nói (microphôn) : biến âm thanh thành dao động điện âm tần (Hình 25.5b) ;
- Biến điệu : trộn dao động âm tần và dao động cao tần thành dao động cao tần biến điệu (trên Hình 25.5c là dạng sóng cao tần biến điệu có biên độ biến đổi phù hợp với tín hiệu âm tần) ;
- Khuếch đại cao tần : khuếch đại dao động cao tần biến điệu để đưa ra anten phát ;
- Anten phát : phát xạ sóng cao tần biến điệu ra không gian.

• **Hệ thống thu thanh gồm :**

- Anten thu : cảm ứng với nhiều sóng điện từ ;
- Chọn sóng : chọn lọc sóng muốn thu nhờ mạch cộng hưởng ;



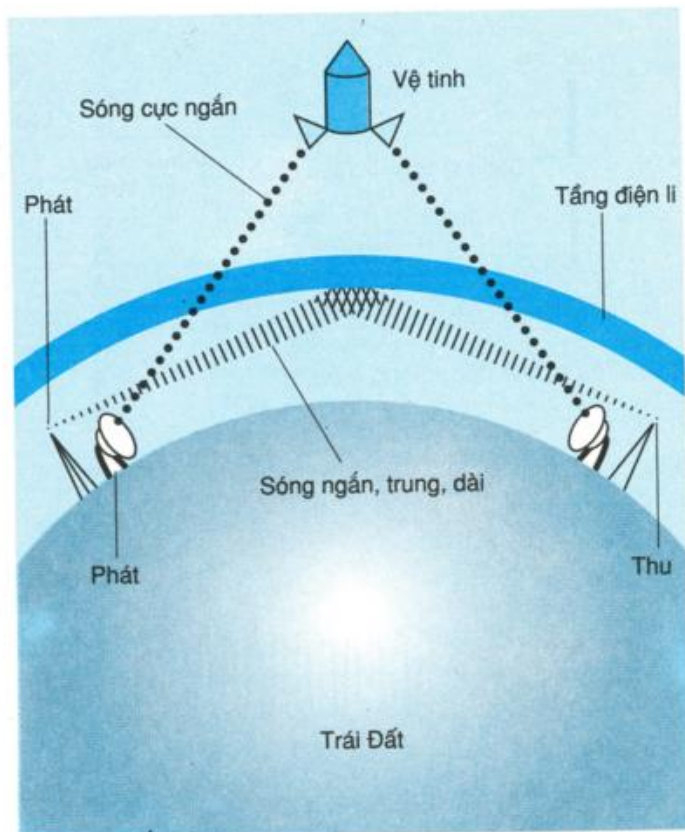
Hình 25.5 Sóng mang (a), tín hiệu âm tần (b) và sóng cao tần biến điệu biên độ (c).



Hình 25.6 Quá trình tách sóng.

– Tách sóng : lấy ra dao động âm tần từ dao động cao tần biến điệu đã thu được (Hình 25.6a, b) ;

– Khuếch đại âm tần : làm cho dao động âm tần mạnh lên, rồi đưa ra loa tái lập âm thanh.



Hình 25.7 Truyền sóng điện từ trên Trái Đất.

3. Sự truyền sóng điện từ quanh Trái Đất

Các quá trình truyền sóng điện từ trong thông tin quanh Trái Đất có đặc điểm rất khác nhau, tùy thuộc vào độ dài bước sóng, điều kiện môi trường trên mặt đất và tính chất của bầu khí quyển. Trong các tầng, đặc biệt quan trọng là tầng điện li ở độ cao khoảng $80 \div 800$ km, có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình truyền sóng điện từ (Hình 25.7). Tầng điện li là tầng khí quyển, ở đó các phân tử khí bị ion hoá do các tia Mặt Trời hoặc các tia vũ trụ. Nó có khả năng dẫn điện, nên có thể phản xạ sóng điện từ như một mặt kim loại.

Người ta thường căn cứ vào bước sóng để chia sóng điện từ thành các dải sóng như trong Bảng 25.1.

- Các loại sóng dài, trung và ngắn đều bị tầng điện li phản xạ với mức độ khác nhau, do đó các sóng này có thể đi vòng quanh Trái Đất qua nhiều lần phản xạ giữa tầng điện li và mặt đất.

Bảng 25.1

Tên sóng	Bước sóng λ
Sóng dài	$> 1\,000$ m
Sóng trung	$1\,000$ m \div 100 m
Sóng ngắn	100 m \div 10 m
Sóng cực ngắn	10 m \div $0,01$ m

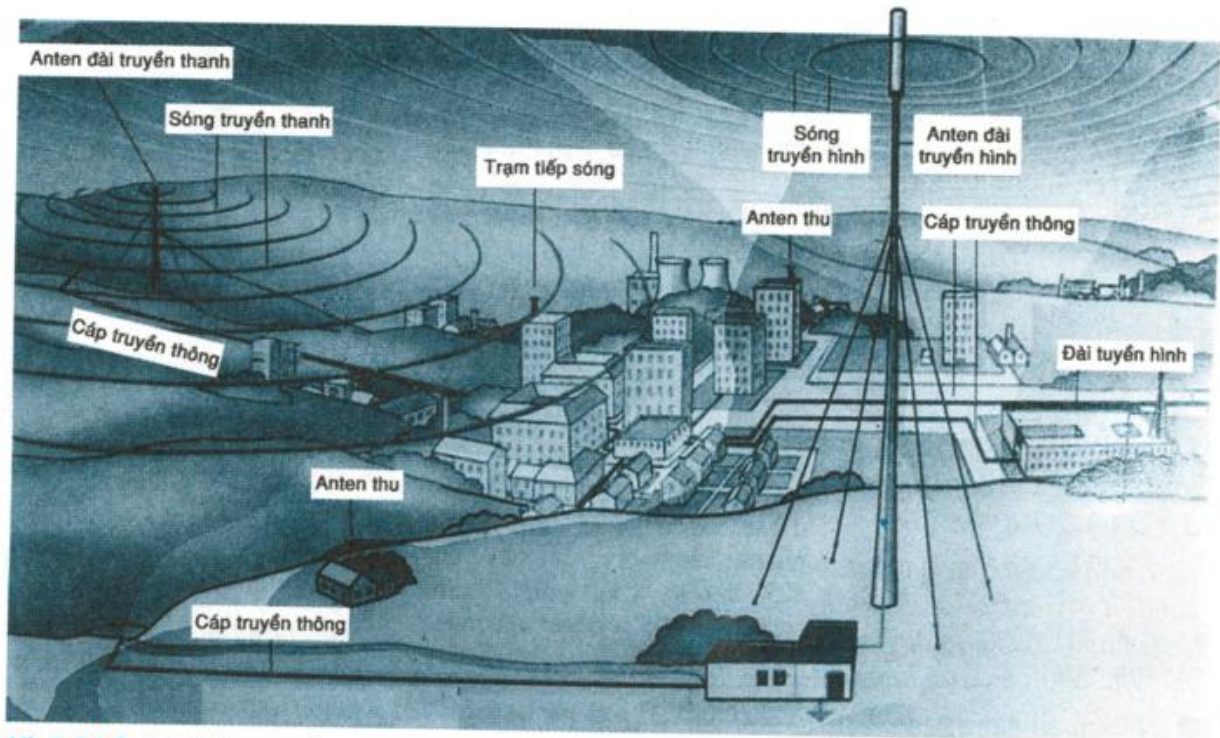
Vì vậy, người ta hay dùng các loại sóng này trong truyền thanh, truyền hình trên mặt đất.

- Riêng sóng cực ngắn thì không bị phản xạ mà đi xuyên qua tầng điện li, hoặc chỉ có khả năng truyền thẳng từ nơi phát đến nơi thu. Vì vậy sóng cực ngắn hay được dùng để thông tin trong cự li vài chục kilômét, hoặc truyền thông qua vệ tinh.

4. Truyền thông bằng cáp

Ngày nay, ngoài việc sử dụng sóng điện từ truyền tin trong không gian mà không dùng dây dẫn (trước đây hay gọi là vô tuyến điện), người ta còn sử dụng nhiều loại dây dẫn để truyền sóng điện từ như trong các kỹ thuật truyền hình cáp, internet cáp, các cáp truyền thông dẫn ngầm qua biển giữa các châu lục... (Hình 25.8).

Đây là một bước tiến mới về khoa học kỹ thuật truyền thông, nhằm hạn chế tối đa việc mất mát năng lượng sóng trong những vùng không gian không sử dụng sóng và cũng là hạn chế gây



Hình 25.8. Hệ thống truyền thông dùng dây cáp và không dùng dây (vô tuyến).

ô nhiễm môi trường vì sóng điện từ. Đồng thời, việc truyền sóng điện từ qua cáp đã nâng chất lượng truyền thông lên nhiều do ít bị nhiễu bởi môi trường ngoài. Trong cáp truyền thông, những dây dẫn sóng điện từ có thể làm bằng kim loại hoặc vật liệu quang học (cáp quang) mà ta đã biết sơ lược ở lớp 11.

CÂU HỎI

1. Tại sao người ta có thể dùng mạch dao động LC để chọn sóng trong các máy thu ?
2. Nếu mạch dao động hở không có điện trở thuần thì dao động điện từ tự do trong đó có bị tắt dần không? Tại sao ?

BÀI TẬP

1. Với mạch dao động hở thì ở vùng không gian
 - A. quanh dây dẫn chỉ có từ trường biến thiên.
 - B. quanh dây dẫn chỉ có điện trường biến thiên.
 - C. bên trong tụ điện không có từ trường biến thiên.
 - D. quanh dây dẫn có cả từ trường biến thiên và điện trường biến thiên.
2. Mạch chọn sóng của một máy thu có một cuộn cảm $L = 1 \text{ mH}$ và một tụ điện biến thiên từ $9,7 \text{ pF}$ đến 92 pF . Hỏi máy thu này có thể thu được các sóng điện từ có bước sóng trong khoảng nào ?