

TRUYỀN DẪN TÍN HIỆU TƯƠNG TỰ DỒN KÊNH

PHÍ MẠNH LỢI

I - MỞ ĐẦU

Trong thông tin liên lạc ta thường phải truyền dẫn các tín hiệu tương tự như tín hiệu ảnh (Video signal), tín hiệu thoại (Voice signal)... Chúng có thể được truyền dẫn một cách trực tiếp dưới dạng tương tự hoặc được dạng số sau khi đã số hóa. Truyền dẫn tín hiệu dưới dạng số có nhiều ưu điểm như chính xác, có khả năng chống nhiễu cao... và nhất là quá trình truyền tin có thể dễ dàng tự động hóa trên các thiết bị tin học thông qua các thủ tục truyền tin. Tuy nhiên việc truyền dẫn các tín hiệu tương tự dưới dạng số chưa thể áp dụng ở những nơi đòi hỏi tính thời gian thực cao nếu không mở rộng dải thông kênh truyền.

Kỹ thuật tin học ngày nay xâm nhập vào nhiều lĩnh vực khác nhau trong đó có thông tin liên lạc cũng như bảo vệ thông tin truyền dẫn trên mạng lưới truyền thông. Ở đây tồn tại nhu cầu về dồn kênh (Multiplexage) các tín hiệu tương tự với cùng bản chất tần phổ và truyền dẫn chúng trên cùng một kênh thông tin.

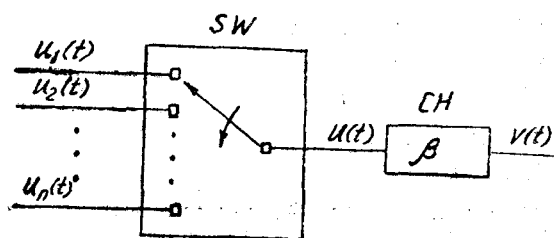
Việc xử lý dồn kênh ở đây có thể được thực hiện trên nhiều thiết bị khác nhau với các nguyên lý dồn kênh khác nhau. Tuy nhiên một tham số cần được quan tâm ở đây là thời gian giữa hai lần chuyển mạch, gọi tắt là thời gian chuyển mạch.

Thời gian chuyển mạch nếu được coi là quá chậm so với sự biến thiên của tín hiệu không gây trở ngại gì cho xử lý truyền tin. Tuy nhiên ta cần tăng tốc độ chuyển mạch. Thời gian chuyển mạch nếu giảm tới một mức nào đó sẽ làm chất lượng tín hiệu tái tạo được ở phía thu thấp tới mức không thể chấp nhận được.

Bài báo này giới thiệu khả năng xác định giá trị tới hạn của thời gian chuyển mạch trong quan hệ với phẩm chất tín hiệu cũng như dải thông của kênh truyền (Bandwidth).

II-CHUYỀN MẠCH TRỰC TIẾP CÁC TÍN HIỆU.

Hình 1 mô tả việc chuyển mạch các tín hiệu một cách trực tiếp. Ta có $u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t)$ là các tín hiệu cần chuyển mạch. SW là chuyển mạch điện tử với lối vào là các tín hiệu $u_i(t)$ và với lối ra là tín hiệu $u(t)$. Tín hiệu $u(t)$ được đưa tới kênh truyền CH với dải thông β . Ta có tín hiệu $v(t)$ ở phía thu. Các tín hiệu $u_i(t), u(t)$ và $v(t)$ được biểu diễn dưới dạng điện áp và đều là hàm của biến số độc lập thời gian t .



Hình 1. Chuyển mạch trực tiếp.

Ta biết rằng muốn truyền dẫn trung thực một tín hiệu với độ rộng phổ Δf , cần có một kênh truyền với dải thông tần ít nhất phải bằng Δf . Để tiết kiệm dải thông bao giờ ta cũng thiết kế kênh truyền sao cho :

$$\beta = \Delta f \quad (1)$$

Giả sử rằng các tín hiệu $u_i(t)$ đều có cùng bản chất tần phổ với độ rộng Δf . Tín hiệu $u(t)$ trên hình 1 thực chất là sự chắp nối các đoạn với độ dài khác nhau của các tín hiệu $u_i(t)$. Ta mô tả điều này trên hình 2.

Từ hình 2 ta thấy rằng tín hiệu $u(t)$ được đưa lên kênh truyền với hình dạng không liên tục tại các thời điểm chuyển mạch. Đó là các đột biến tín hiệu. Khi đã đi qua kênh truyền CH với dải thông hữu hạn, tín hiệu này sẽ không còn trung thực.

Nếu quan niệm kênh truyền như một mạch 4 cực với hàm truyền nhất định, ta hoàn toàn có thể xác định được dạng của $v(t)$ tại các thời điểm chuyển mạch. Tại

đây, $v(t)$ thực chất là kết quả của phép nội suy mà tính chất của nó phụ thuộc vào tính chất của hàm truyền kênh.

Nếu ta không biết gì hơn về kênh CH ngoài dải thông tần mà thực tế thường và chỉ cần như vậy, trong trường hợp xấu nhất các đột biến tín hiệu tại các thời điểm chuyển mạch sẽ gây ra quá trình quá độ (Transsission process) mà thời gian tồn tại của nó tỉ lệ nghịch với dải thông kênh truyền :

$$T_{qđ} = 1/\Delta f = 1/\beta \quad (2)$$

Trong đó $T_{qđ}$ là độ dài thời gian quá độ.

Tuy nhiên ở đây ta quan tâm tới ảnh hưởng của quá trình quá độ lên phẩm chất của tín hiệu ở phía thu hơn là dạng của tín hiệu. Có thể quan niệm rằng quá trình quá độ ở đây đã gây ra một lượng nhiễu nhất định làm giảm phẩm chất tín hiệu thu. Phẩm chất này càng giảm khi thời gian giữa hai lần chuyển mạch càng giảm, tức là khi tốc độ chuyển mạch càng lớn. Ta chỉ có thể bỏ qua lượng nhiễu này khi thời gian giữa hai lần chuyển mạch được chọn nhiều lần lớn hơn $T_{qđ}$. Ta có :

$$t_{i+1} - t_i \gg T_{qđ} \quad (3)$$

trong đó $t_{i+1} - t_i$ là thời gian giữa hai lần chuyển mạch.

Để mọi chu kì của tín hiệu $u_i(t)$ dồn kênh trên tín hiệu $u(t)$ có thể được nhận dạng ở phía thu, thời gian giữa hai lần chuyển mạch cũng cần chọn lớn hơn chu kì lớn nhất của $u_i(t)$. Ta có :

$$t_{i+1} - t_i > T_{max}$$

trong đó T_{max} là chu kì lớn nhất, ứng với tần số thấp nhất có thể có trong $u_i(t)$ và :

$$T_{max} = 1/f_{min} \quad (4)$$

Như vậy để có thể bỏ qua lượng nhiễu sinh ra do quá trình quá độ tại các thời điểm chuyển mạch, cần thỏa mãn đồng thời hai biểu thức (3) và (4). Tuy nhiên f_{min} và β trong thực tế là hai giá trị độc lập với nhau dẫn tới T_{max} và $T_{qđ}$ độc lập với nhau. Do đó trong từng trường hợp cụ thể chỉ cần thỏa mãn một trong hai biểu thức trên.

Ta nêu một ví dụ cụ thể của kênh thoại với $f_{min} = 300\text{Hz}$ và $f_{max} = 3400\text{Hz}$. Ta có :

* $\beta = \Delta f = f_{max} - f_{min} = 3400 - 300 = 3100\text{ Hz}$.

* $T_{max} = 1/f_{min} = 1/300 = 3,33\text{ [msec]}$.

* $T_{qđ} = 1/\beta = 1/\Delta f = 1/3100 = 0,232\text{ [}\mu\text{sec]}$

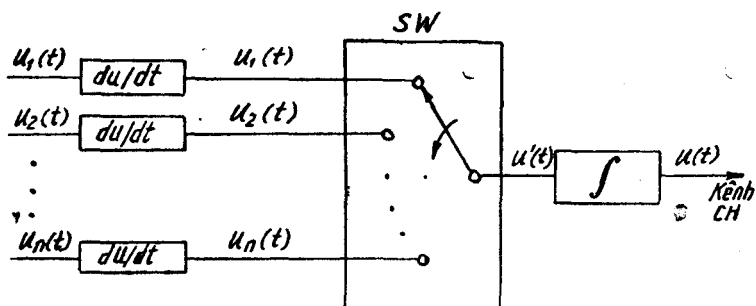
Do $T_{max} > T_{qđ}$ nên chỉ cần thỏa mãn $t_{i+1} - t_i > T_{max}$. Ta có :

$$t_{i+1} - t_i > 3,33\text{ msec.}$$

Như vậy việc chuyển mạch trực tiếp các tín hiệu và truyền dẫn chúng gắn liền với việc hi sinh chất lượng tín hiệu ở phía thu ở mức độ nhất định. Phẩm chất càng giảm khi thời gian giữa hai lần chuyển mạch càng giảm và giới hạn dưới của nó được xác định bởi biểu thức (3) và (4).

III—CHUYÊN MẠCH TÍN HIỆU ĐÃ XỬ LÝ

Tồn tại một khả năng khác để chuyên mạch các tín hiệu mà ở đó phẩm chất tín hiệu



Hình 3. Chuyên mạch gián tiếp các tín hiệu.

được cải thiện đáng kể. Ở đây ta đạo hàm tín hiệu vào, theo thời gian, trước khi chuyên mạch và tích phân trở lại trước khi gửi lên kênh truyền. Xem hình 3.

Đương nhiên ở đây phải giả thiết rằng các tín hiệu $u_i(t)$ là khả vi. Tín hiệu thoạt hoàn toàn thỏa mãn điều kiện này. Từ hình 3 ta thấy trong khoảng thời gian giữa hai lần chuyên mạch từ t_i tới t_{i+1} , tín hiệu $u(t)$ được biểu diễn như sau :

$$u(t) = \int_{t_i}^t u'(t) dt \quad (5)$$

$$\forall t \in (t_i, t_{i+1})$$

Ta có :

$$u(t) = u_i(t) + K_i \quad (6)$$

Trong đó $u_i(t)$ là tín hiệu vào thứ i trong khoảng thời gian từ t_i tới t_{i+1} , và K_i là $u(t)$ tức là giá trị của $u(t)$ tại t_i . Ta thấy ngay rằng K_i ở đây cũng chính là giá trị của tín hiệu $u_{i-1}(t)$ tại thời điểm t_i . Như vậy tại các thời điểm chuyên mạch, tín hiệu mới bao giờ cũng bắt đầu tại giá trị kết thúc của tín hiệu trước đó. Xem hình 4.

Ta thấy rằng tại các thời điểm chuyên mạch tín hiệu vẫn không tron tuyệt đối. Nhưng ở đây không còn các đột biến, độ tron của tín hiệu đã được cải thiện một cách đáng kể. Điều đó dẫn tới chất lượng tín hiệu tái tạo được ở phía thu cũng được cải thiện.

Quan sát trên hình 4 ta cũng thấy rằng đột biến tín hiệu tại các thời điểm chuyên mạch bị triệt tiêu do các đoạn tín hiệu đã bị dịch đi một giá trị

nhất định. Điều này làm cho việc truyền dẫn tín hiệu trên kênh, vốn chỉ dành cho các tín hiệu không chứa thành phần một chiều, gặp khó khăn. Tuy nhiên điều này có thể được giải quyết một cách đơn giản là phân cách thành phần một chiều bằng tụ điện ghép tầng.

Yêu cầu phải đặt ra ở đây làm sao cho tới thời điểm chuyên mạch tiếp theo giá trị một chiều của tín hiệu phải tiến dần về 0 và phải đúng cho mọi tần số có thể có trong tín hiệu vào. Có nghĩa là thời gian chuyên mạch phải được chọn lớn hơn chu kì lớn nhất có thể có trong tín hiệu :

$$t_{i+1} - t_i > T_{max}$$

Đây chính là biểu thức (4).

Như vậy ta thấy rằng việc xác định tốc độ chuyên mạch ở đây không khác so với trường hợp chuyên mạch tín hiệu một cách trực tiếp; tuy nhiên bằng cách này, phẩm chất tín hiệu tái tạo ở phía thu sẽ được cải thiện đáng kể.

(Xem tiếp bìa 3)

DẪN TRUYỀN TÍN HIỆU...

(Tiếp theo trang 29)

IV - KẾT LUẬN

Việc truyền dẫn tín hiệu dồn kênh là nhu cầu do thực tế đặt ra. Các biểu thức (3) và (4) cho phép xác định giới hạn của thời gian giữa hai lần chuyển mạch theo hai phương thức chuyển mạch khác nhau. Chúng đã được kiểm nghiệm qua các mạch mô phỏng cụ thể.

Cùng với các kết quả khác, việc xác định thời gian chuyển mạch cho phép xây dựng một loại thiết bị bảo vệ thông tin. Các thiết bị mẫu kiểu này đã được xây dựng cũng như áp dụng có kết quả tại Viện Khoa học Tính toán và Điều khiển và các cơ quan có liên quan.

Nhận ngày 8-1-1988

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Jindrich Cermák, Kamil Jurkovic, Návrh a konstrukce nízkofrekvenčních transisťorových zesilovačů. SNTL, Praha, 1972.

[2]. R. Fontenay, Numerique-analogique, analogique-numerique convertisseurs. Les meilleurs schémas d'application. Collection dirigée par H. Lilen. Editions radio. Paris 1979

[3]. Jacques Max, Methodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques. Masson et compagnie, Editeurs. Paris, 1977.

[4]. H.Lilen, Interface pour microprocesseurs et micro-ordinateurs. Pratiques - Circuits - Applications, Edition Radio, Paris, 1981.