

ĐẶC TÍNH CHUNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP SỐ TRONG TRUYỀN TIN THE GENERAL CHARACTERISTIC OF DIGITAL METHODS IN INFORMATION TRANSMISSION

TS. TRẦN ĐỨC INH
Khoa Điện – ĐTTB, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Phương pháp số trong truyền tin là một phương pháp hiện đại và ngày càng phát triển bởi những đặc tính nổi trội của nó. Để có thể truyền tin bằng phương pháp số, nguồn tin cần truyền phải được số hóa. Lượng tử hóa tín hiệu là một khâu quan trọng của quá trình này. Chất lượng và tốc độ của hệ thống truyền tin phụ thuộc rất nhiều vào khâu lượng tử hóa tín hiệu. Người ta thường dùng trị phương sai (RMS) của quá trình gán mức, hay còn được gọi là tạp âm lượng tử để đánh giá hệ thống truyền tin. Bài báo này đã chứng minh giá trị đó phụ thuộc như thế nào vào số mức và giá trị bước lượng tử.

Abstract:

A Digital method in information transmission is a modern method with dynamic expansion, because of its outstanding characteristics. To apply the digital method in transmission, the original information has to be changed to digital form (digital signal). The most important step of digital processing is signal quantization, which determines quality and speed of transmission by system. The RMS (Rate Means Square) is useful to evaluate the system by approximating a level of quantization. This paper presents the relation among RMS and number of steps or number of level of quantization.

Khoa học và kỹ thuật ngày nay, đặc trưng bởi số lượng và độ phức tạp ngày càng tăng của các công trình nghiên cứu, các dự thảo, dẫn đến sự gia tăng về khối lượng các nguồn tin. Bài toán truyền số lượng tin ngày càng lớn được giải quyết bằng con đường hiện đại hóa các hệ thống truyền tin sẵn có và phát triển các hệ thống mới, đặc biệt các hệ thống truyền tin dải rộng và truyền tin vệ tinh. Truyền tin bằng vệ tinh ngày nay là dạng truyền tin quốc tế và nội địa cơ bản nhất. Truyền tin dưới dạng số đã nâng cao chất lượng và khẳng định tính trội của phương pháp này trong nguyên tắc thiết lập các hệ thống vô tuyến điện. Những tính trội đó là:

- Trong các hệ thống truyền tin số, các thuật toán tính toán dựa trên các thuật toán logic “và”, “hoặc”, “phủ định” và các tổ hợp của chúng (and, or, nand, nor)... Vì vậy những phép biến đổi quan trọng trong biến đổi thông tin và tín hiệu như rời rạc hóa, lượng tử hóa, mã hóa, ghép và phân kênh, lọc đều được thực hiện với độ chính xác cao. Đặc tính này đảm bảo khả năng thực hiện mềm mỏng các thiết bị số, xử dụng các vi mạch tích hợp cao, các mạch vi xử lý mức độ tối thiểu hay mức độ cao, các thiết bị tích nạp thông tin ...

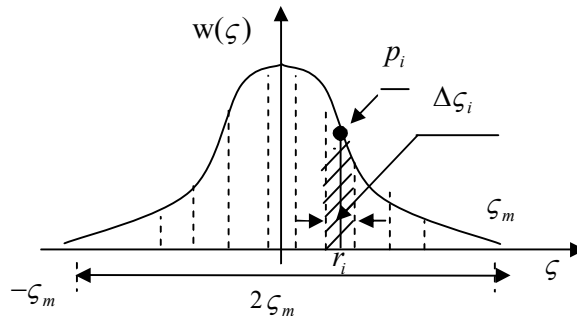
- Sự kém nhạy cảm của các kênh số trước hiện tượng tích lỗi (méo) trong truyền dẫn nhờ khả năng lượng tử thứ cấp (tái lượng tử) các chuỗi bit.

- Hiện thực hóa các phương pháp và nguyên tắc nâng cao các tính chống nhiễu của hệ thống, đặc biệt sử dụng các mã chống nhiễu tốt, đó là các quá trình giả ngẫu nhiên PRN (Pseudo Random Noise).

- Sử dụng các thuật toán, các thiết bị xử lý số tín hiệu, các mạch lọc số, tìm ra hàng loạt các thuật toán tính nhanh như Fourie. Tính vạn năng và độ chính xác cao đã trở thành lợi ích sử dụng của phương pháp.

- Tính vạn năng của cách biểu diễn tin dưới dạng số cho phép sử dụng cùng một dạng kênh truyền cho rất nhiều tin có dạng tự nhiên khác nhau như: điện thoại, truyền hình, phát thanh, số liệu, lệnh điều khiển ... , đồng thời đảm bảo tự động hóa xử lý thông tin trong cùng một hệ thống máy tính hiệu xuất cao.

Cuối cùng, cho thấy trong các hệ thống truyền tin số người ta thường sử dụng các dạng điều biến xung ở giai đoạn



Hình 1. Mô hình xác suất trong quá trình lượng tử hóa tín hiệu.

đầu như: Xung mã PCM, xung mã vi sai DPCM, hay đặc biệt gần đây nhất: xung mã vi sai thích ứng ADPCM [1,2].

Qua phân tích trên cho thấy, một trong những khâu căn bản trong các hệ thống truyền tin số là khâu biến đổi tương tự - số. Ở khâu này có hai bước chính là rời rạc hóa tín hiệu thành tập hợp các mẫu và lượng tử hóa biên độ các mẫu đó theo mức. Quá trình lấy mẫu (rời rạc hóa tín hiệu) được thực hiện dựa trên tiêu chuẩn Nyquist. Để đi sâu hơn về khái niệm lượng tử hóa, mà cụ thể là tìm ra biểu thức tính giá trị trung bình nhân của sai số bước lượng tử, người ta giả thiết trị các mẫu cần lượng tử của tin truyền $s(t)$, nằm trong miền $(-\zeta_m, \zeta_m)$ với mật độ xác suất $w(\zeta)$ như trong hình vẽ H.1. Quá trình lượng tử hóa được tiến hành như sau: toàn bộ miền giá trị của các mẫu được chia thành L mức lượng tử. Thông thường số mức được xác định $L = 2^n$, n - bậc của mã nhị phân, hay độ dài từ mã. Nếu tại thời điểm t_i tin có giá trị $\zeta_i = \zeta(t_i)$ và nằm trong khoảng $(r_i - \Delta\zeta_i/2, r_i + \Delta\zeta_i/2)$, sẽ tiếp nhận giá trị r_i . Đương nhiên, giá trị sai số tức thời (sai số lượng tử) $\varepsilon_q = (\zeta_i - r_i)$ có giá trị cực đại bằng $\Delta\zeta_i/2$. Tuy nhiên đây chỉ là giá trị hữu hạn. Giá trị đầy đủ hơn là phương sai của tập âm lượng tử ở mức thứ i :

$$\sigma_i^2 = \int_{-\zeta_i/2}^{\zeta_i/2} (\zeta_i - r_i)^2 w(\zeta) d\zeta = 1/12 w(r_i) \Delta\zeta_i^2 \quad (0.1)$$

Trong khoảng $\Delta\zeta_i$, người ta đã coi $w(\zeta) = \text{constant}$, tổng giá trị phương sai của toàn bộ quá trình lượng tử được tính bằng:

$$\sigma_q^2 = \sum_{i=1}^L 1/12 w(r_i) \Delta\zeta_i^2 = \sum_{i=1}^L \frac{\Delta\zeta_i^2}{12} p_i, \quad (0.2)$$

Ở đây $p_i = w(r_i) \Delta\zeta_i$. Nếu quá trình lượng tử là đều, hay còn gọi là tuyến tính, nghĩa là $\Delta\zeta_i = \text{constant} = \Delta\zeta$

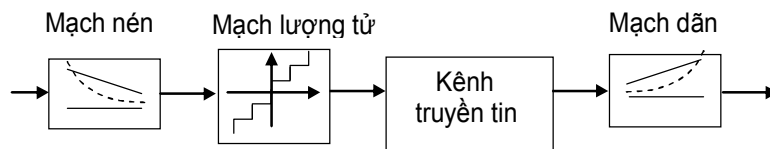
$$\sigma_q^2 = \frac{\Delta\zeta^2}{12} \sum_{i=1}^L p_i = \frac{\Delta\zeta^2}{12} = \frac{\zeta_m^2}{3L^2} \quad (0.3)$$

Trong trường hợp lượng tử không đều, cần chọn đúng mức bước lượng tử phụ thuộc vào luật phân bố xác suất $w(\zeta)$. Từ bản chất vật lý của phương pháp tiệm cận cho thấy, khi $w(\zeta)$ tăng thì nhất thiết bước lượng tử $\Delta\zeta$ cần giảm và ngược lại. Điều này dẫn đến, thường giá trị tin tức được truyền có sai số tổng nhỏ và rất ít trường hợp sai số tổng lớn, kết quả là sai số lớn ít có khả năng nhất. Trong công trình [3], người ta chỉ ra rằng, cách lượng tử tối ưu đảm bảo sai số nhỏ nhất:

$$\sigma_{q,\min}^2 = \left[\int_{-\zeta_m}^{\zeta_m} \sqrt[3]{w(\zeta)} d\zeta \right]^3 / 12L^2 \int_{-\zeta_m}^{\zeta_m} \zeta^2 \cdot w(\zeta) d\zeta \quad (0.4)$$

Cách phân bước lượng tử tối ưu $\Delta\zeta_i$ theo quy luật phân bố xác suất $w(\zeta)$ được xác định:

$$\Delta\zeta_{i,\text{opt.}} = \int_{-\zeta_m}^{\zeta_m} \sqrt[3]{w(\zeta)} d\zeta / L \cdot \sqrt[3]{w(\zeta)} \quad (0.5)$$



Hình 2. Sơ đồ chức năng cơ cấu lượng tử tối ưu

Như vậy, cách phân bước lượng tử $\Delta\zeta_i$ trở thành tối ưu, khi mật độ phân bố xác suất $w(\zeta)$ có tính chất đều. Hiện thực hóa kỹ thuật lượng tử hóa không đều rất phức tạp, vì thế để thực hiện lượng tử hóa không đều (tối ưu) người ta tiến hành theo sơ đồ đặc biệt như trên hình vẽ H. 2.

Mạch nén là một phần tử phi tuyến, có nhiệm vụ nén vùng động của tín hiệu cần lượng tử, khi đó ở cửa ra tín hiệu sau nén sẽ có quy luật biến đổi đều hoặc gần đều. Đặc tính biên độ của mạch dẫn là đảo ngược của mạch nén và thông thường chúng có dạng logarit và nghịch đảo logarit (đường đứt nét trên hình 2).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Piliptuc N.I., Jakovlev V.P. Adaptive puls – code Modulation, Radio and Communications, 1996.
- [2]. Cpilker J.F. Digital satellite communications, 1979
- [3]. Raymond Steel. Mobile Radio Communications. London 1992

Người phân biện: TS. Phạm Văn Phước