

PGS. TS. NGUYỄN QUỐC TRUNG

# XỬ LÝ TÍN HIỆU VÀ LỌC SỐ

Tập 1

CHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN

Thu Vien DHKTCN-TN



MGT09057687



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT





PGS. TS. NGUYỄN QUỐC TRUNG

# XỬ LÝ TÍN HIỆU VÀ LỌC SỐ

TẬP 1

(CHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI



## LỜI GIỚI THIỆU

Cuộc cách mạng khoa học và công nghệ đang diễn ra một cách sôi động chưa từng thấy như hiện nay trên toàn thế giới thúc đẩy loài người nhanh chóng bước sang một kỷ nguyên mới. Đó là kỷ nguyên của nền văn minh dựa trên cơ sở công nghiệp trí tuệ. Mở đầu cho cuộc cách mạng khoa học và công nghệ lần này có thể được đánh dấu bằng sự ra đời và phát triển ồ ạt của máy tính cũng như các phương tiện xử lý thông tin khác, đặc biệt là các hệ thống xử lý song song với tốc độ ngày càng cao. Cùng với sự phát triển nhanh chóng các công cụ xử lý tín hiệu số cũng như các nhu cầu ứng dụng các công cụ này vào mọi lĩnh vực hoạt động của xã hội loài người đòi hỏi sự phát triển đồng bộ các phương pháp xử lý tín hiệu hiện đại. Đặc biệt phương pháp xử lý số này phải áp dụng có hiệu quả trong các lĩnh vực thông tin liên lạc, phát thanh truyền hình, tự động điều khiển và các ngành công nghệ khác.

Để giúp tìm hiểu một cách cơ bản vấn đề này, chúng tôi xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc cuốn sách **“Xử lý tín hiệu và lọc số”** của PGS.TS. Nguyễn Quốc Trung. Cuốn sách đã được trình bày một cách hệ thống từ những kiến thức cơ bản về tín hiệu và các phương pháp tổng hợp phân tích các hệ thống rời rạc đến những phương pháp xử lý số tín hiệu dựa trên các công cụ toán học và vật lý hiện đại. Đặc biệt cuốn sách dành phần lớn cho việc phân tích và tổng hợp các bộ lọc số làm cơ sở cho việc ứng dụng trong các ngành công nghệ khác nhau.

Chúng tôi hy vọng rằng cuốn sách **“Xử lý tín hiệu và lọc số”** không những giúp ích tốt cho sinh viên các ngành công nghệ mà cũng là tài liệu tham khảo tốt cho NCS cũng như các chuyên gia đang hoạt động trong các lĩnh vực có liên quan.

**GS. TS. Nguyễn Xuân Quỳnh**

Viện trưởng Viện Điện tử - Tin học và Tự động hóa.



## LỜI NÓI ĐẦU

Ngay sau khi xuất bản cuốn “Vi điện tử số” tập 1, “Trung tâm nghiên cứu phát triển Điện tử - Tin học - Viễn thông” - hợp tác giữa trường Đại học Bách khoa Hà Nội và Tổng công ty Điện tử - Tin học Việt Nam đã nhận được lời mời cùng xây dựng chương trình hiện đại hóa giáo trình và giáo cụ ngành Điện tử - Tin học - Viễn thông của Trung tâm Đào tạo Bưu chính Viễn thông I thuộc Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và khoa Thông tin Tin học trường Đại học dân lập Đông Đô. Chúng tôi đã tổ chức Hội thảo khoa học về chương trình số hóa kỹ thuật Điện tử - Viễn thông, trước hết trong lĩnh vực giảng dạy của trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông... và khoa Thông tin Tin học trường Đại học dân lập Đông Đô. Trong buổi hội thảo chúng tôi đã nhận được nhiều ý kiến quý báu của các giảng viên và các nhà khoa học giàu kinh nghiệm. Hội thảo đã khẳng định việc hiện đại hóa trong lĩnh vực giảng dạy là cần thiết và rất cấp bách.

Ba cuốn sách: “Vi điện tử số” và “Xử lý tín hiệu và lọc số” tập 1 và tập 2 nằm trong bộ sách “Xử lý thông tin” nhằm mục đích này.

Chúng ta đều biết rằng việc số hóa các thiết bị Điện tử - Viễn thông đã và đang được thực hiện rất mạnh mẽ trên toàn thế giới cũng như ở Việt Nam. Chính vì vậy mà xử lý tín hiệu và lọc số đã trở thành một ngành khoa học và kỹ thuật. Sự phát triển rất nhanh chóng này khởi đầu từ sự ra đời của các mạch vi điện tử cỡ lớn VLSI (Very - Large - Scale Integration) là nền tảng cho sự phát triển đến chóng mặt của các phần cứng số (Digital hardware) chuyên dụng cũng như máy tính số (Digital Computer) với giá thành rẻ hơn, kích thước nhỏ hơn, tốc độ cao hơn.

Để tiếp cận với ngành khoa học hiện đại này chúng ta cần phải được trang bị những kiến thức cơ bản không thể thiếu được của xử lý tín hiệu và lọc số.

Giáo trình (XỬ LÝ TÍN HIỆU VÀ LỌC SỐ) này đã được dùng để giảng dạy nhiều năm cho học sinh chính khóa, cao học, nghiên cứu sinh của trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Học viện Viễn thông ORAN (Institut des Télécommunication d'ORAN), Đại học Tổng hợp thành phố Hồ Chí Minh, Đại học Bách khoa Đà Nẵng, Trung tâm đào tạo Bưu chính Viễn thông I và II, Viện Khoa học kỹ thuật Bưu điện thuộc Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, Cục tác chiến Điện tử Bộ Quốc phòng, Đại học dân lập Đông Đô, Đại học dân lập Phương Đông...

Cuốn sách (XỬ LÝ TÍN HIỆU VÀ LỌC SỐ) chia thành 4 tập.

Tập 1: đề cập những vấn đề cơ bản của xử lý tín hiệu bao gồm biểu diễn tín hiệu và hệ thống rời rạc trong miền biến số  $n$ , trong miền  $z$ , trong miền tần số liên tục  $\omega$ , trong miền tần số rời rạc  $\omega$  ( $\omega = 2\pi f$ ) và trong miền tần số rời rạc  $\omega_k$  (hoặc miền  $k$ ).

Tập 2: gồm các vấn đề về tổng hợp và thiết kế các loại bộ lọc số đáp ứng xung chiều dài hữu hạn (FIR) và đáp ứng xung chiều dài vô hạn (IIR).

Tập 3: bao gồm các kiến thức về cấu trúc và độ nhạy của các hệ thống số, biểu diễn hệ thống rời rạc trong không gian trạng thái lọc số nhiều nhịp, biến đổi Fourier nhanh và

cuối cùng là biến đổi Hilbert và hệ thống pha tối thiểu.

Tập 4: gồm các vấn đề về biểu diễn tín hiệu và hệ thống trong miền sóng con (Wavelet), hiệu ứng lượng tử hóa trong xử lý tín hiệu và lọc số, các phương pháp đánh giá phổ, các bộ lọc số thích nghi, tiên đoán tuyến tính và cuối cùng là xử lý đồng cấu.

**Địa chỉ liên hệ:**

*Cơ quan:* PGS. TS. Nguyễn Quốc Trung, Trưởng khoa Điện tử Viễn thông.

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1 Đại Cồ Việt, Hà Nội.

Tel: 04 8692242, 04 8694957, 04 6623166, 04 6623266.

*Nhà riêng:* Nhà A2 - 109B Trung Tự, Đống Đa, Hà Nội.

Tel: 04 8528934; DD: 0913231914.

E-mail: nqtrung@fpt.vn.

Tác giả xin chân thành cảm ơn những lời chỉ giáo quý giá của GS. TS Nguyễn Xuân Quỳnh, Viện trưởng Viện Điện tử, Tin học và Tự động hóa và GS. TS Phan Anh, Giám đốc Trung tâm nghiên cứu và phát triển Điện tử - Tin học - Viễn thông, để cuốn sách được hoàn thành với chất lượng cao hơn.

Tác giả

**Nguyễn Quốc Trung**



# Chương 1. TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG RỜI RẠC

## 1.1. NHẬP MÔN

### 1.1.1. CÁC ĐỊNH NGHĨA

#### a) Định nghĩa tín hiệu

Tín hiệu là biểu diễn vật lý của thông tin.

Ví dụ 1.1.1.1 :

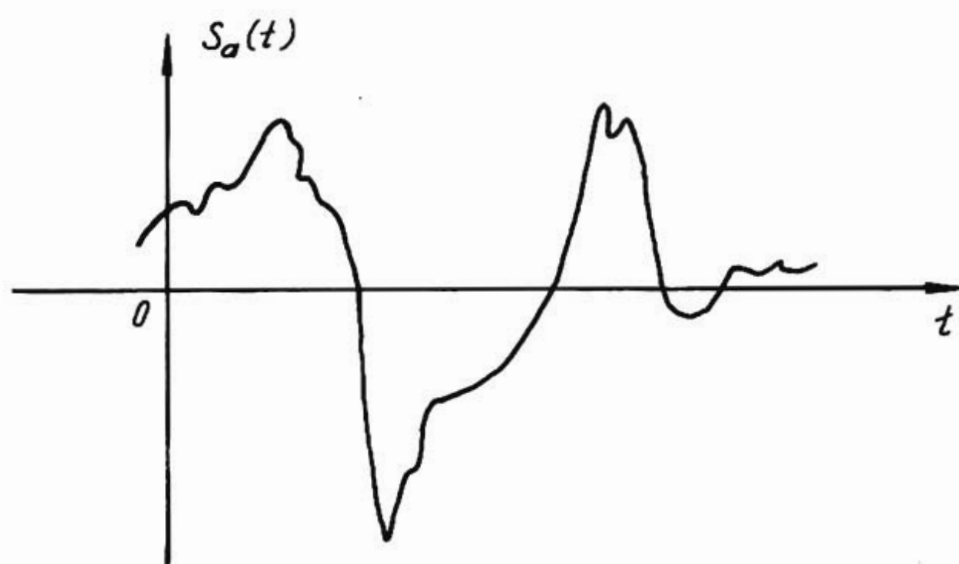
- Các tín hiệu nhìn thấy là các sóng ánh sáng mang thông tin tới mắt của chúng ta.
- Các tín hiệu nghe thấy là các sự biến đổi của áp suất không khí truyền thông tin tới tai chúng ta.

#### b) Biểu diễn toán học của tín hiệu

Về mặt toán học, tín hiệu được biểu diễn bởi hàm của một hoặc nhiều biến số độc lập.

Ví dụ 1.1.1.2 :

Ta có tín hiệu microphone  $S_a(t)$  được biểu diễn trên hình 1.1.1.1.



Hình 1.1.1.1

Từ hình 1.1.1.1 ta thấy  $S_a(t)$  là hàm một biến số, và biến số này là thời gian  $t$ .

Vì là hàm của một biến nên ta còn gọi là tín hiệu một chiều.

Ví dụ 1.1.1.3

Trong xử lý số ta chỉ xét ảnh tĩnh.

Một ảnh được đặc trưng bởi một cường độ sáng phụ thuộc hai biến số  $x$  và  $y$  :  $i_a(x, y)$ ,  $x$  và  $y$  biểu diễn hệ tọa độ trong mặt phẳng ảnh.  $i_a(x, y)$  là tín hiệu hai chiều.  $i_a(x, y)$  được biểu diễn trên hình 1.1.1.2.

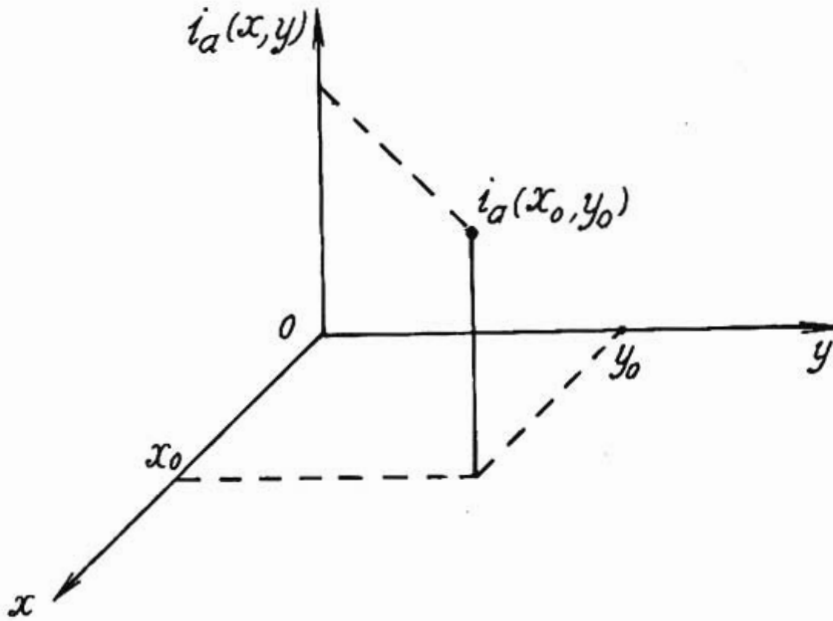


Chúng ta chia tín hiệu ra làm 2 nhóm lớn : tín hiệu liên tục và tín hiệu rời rạc.

**c) Định nghĩa tín hiệu liên tục**

- Nếu biến độc lập của sự biểu diễn toán học của một tín hiệu là liên tục, thì tín hiệu đó được gọi là tín hiệu liên tục.

- **Nhận xét :** Theo định nghĩa tín hiệu liên tục, thì từ liên tục ở đây được hiểu là liên tục theo biến số.



Hình 1.1.1.2.

Nếu dựa vào hàm số, chúng ta có thể phân loại tín hiệu liên tục ra làm hai loại :

- Tín hiệu tương tự
- Tín hiệu lượng tử hóa.

**Định nghĩa tín hiệu tương tự**

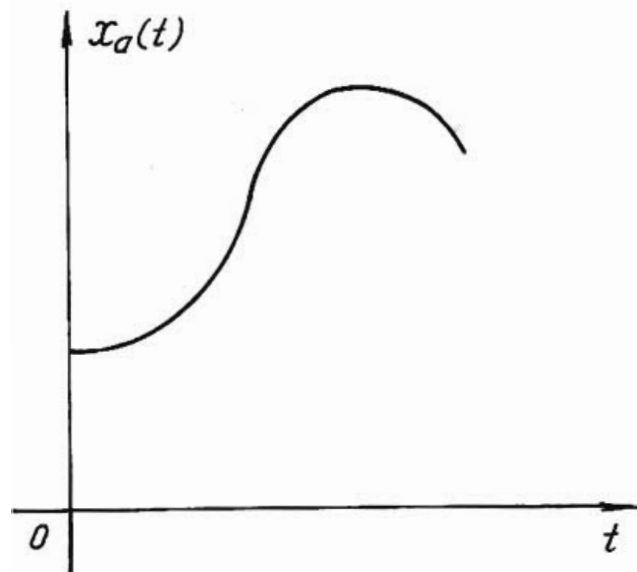
Nếu hàm của tín hiệu liên tục là liên tục thì tín hiệu đó được gọi là tín hiệu tương tự.

**Định nghĩa tín hiệu lượng tử hoá**

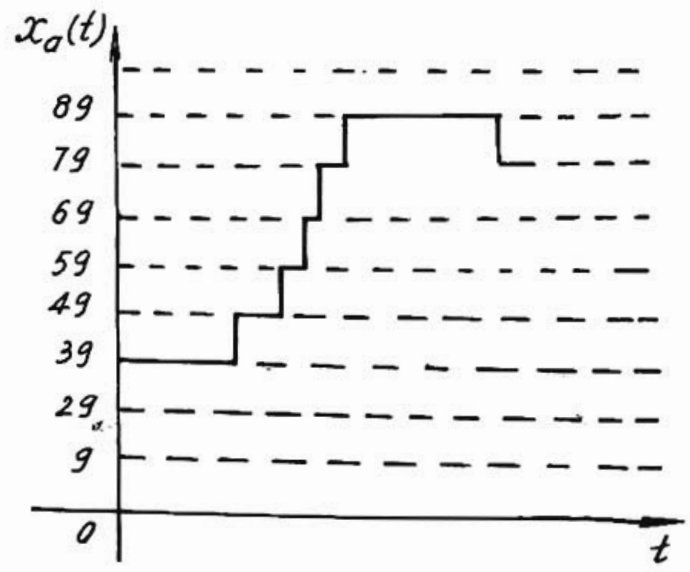
Nếu hàm của tín hiệu liên tục là rời rạc, thì tín hiệu đó được gọi là tín hiệu lượng tử hóa.

**Ví dụ 1.1.1.4 :**

Chúng ta có hai tín hiệu liên tục có biến số là thời gian  $t$  được biểu diễn trên hình 1.1.1.3 a là tín hiệu tương tự và hình 1.1.1.3 b là tín hiệu lượng tử hóa.



(a)



(b)

Hình 1.1.1.3.