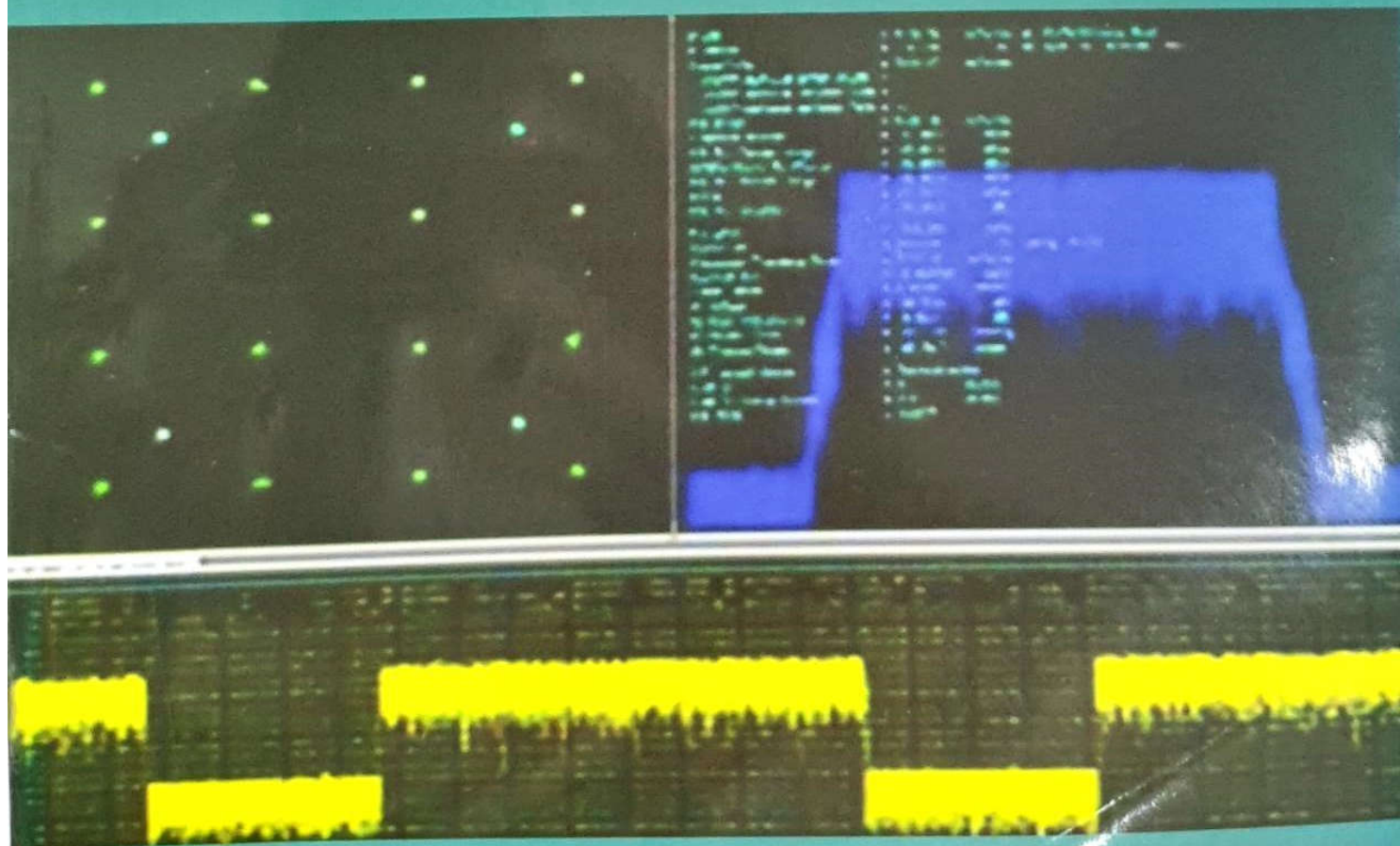




TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Giáo trình **XỬ LÝ SỐ TÍN HIỆU**

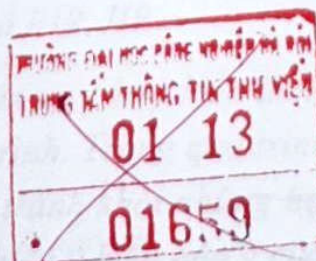
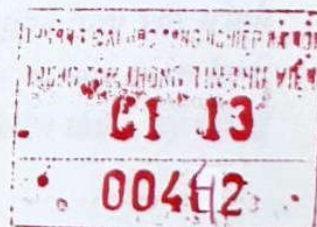


NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
TS. Kiều Xuân Thực (Chủ biên)

Giáo trình **XỬ LÝ SỐ TÍN HIỆU**



NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ - 2017

LỜI NÓI ĐẦU

Xử lý số tín hiệu là môn học cơ sở rất quan trọng trong các chương trình đào tạo thuộc nhóm ngành Điện, điện tử và truyền thông. Với mong muốn giúp cho sinh viên nắm được những kiến thức cơ bản về môn học, tập thể giảng viên Khoa Điện tử - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội đã tổ chức biên soạn giáo trình “Xử lý số tín hiệu”.

Giáo trình được biên soạn dựa trên các tài liệu giảng dạy trong những năm gần đây tại Khoa, có bổ sung, chỉnh sửa nội dung cho phù hợp với trình độ và chuyên ngành đào tạo, bám sát mục tiêu và chuẩn đầu ra của môn học, giúp sinh viên đào tạo theo học chế tín chỉ dễ dàng nắm bắt kiến thức, kỹ năng cần thiết.

Nội dung giáo trình bao gồm sáu chương như sau:

Chương 1: Tín hiệu và hệ thống rời rạc

Chương 2: Biểu diễn tín hiệu và hệ thống rời rạc trong miền Z

Chương 3: Biểu diễn tín hiệu và hệ thống rời rạc trong miền tần số liên tục

Chương 4: Biểu diễn tín hiệu và hệ thống rời rạc trong miền tần số rời rạc

Chương 5: Cấu trúc bộ lọc số FIR, IIR

Chương 6: Tổng hợp bộ lọc số FIR, IIR

Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn các ý kiến đóng góp quý báu của bạn bè, đồng nghiệp về nội dung giáo trình. Trong quá trình biên soạn, mặc dù đã có nhiều cố gắng, tuy nhiên không tránh khỏi những hạn chế, thiếu sót. Nhóm tác giả mong tiếp tục nhận được nhiều ý kiến góp ý của bạn đọc để cuốn giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn.

TẬP THỂ TÁC GIẢ

MỤC LỤC

Lời nói đầu 3

CHƯƠNG 1: TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG RỜI RẠC 11

1.1. Tín hiệu	11
1.2. Phân loại tín hiệu	11
1.2.1. Tín hiệu liên tục	11
1.2.2. Tín hiệu rời rạc	12
1.2.3. Tín hiệu số	12
1.3. Quá trình số hóa tín hiệu liên tục	13
1.4. Xử lý tín hiệu	14
1.4.1. Hệ xử lý tín hiệu	14
1.4.2. Phân loại hệ xử lý tín hiệu	14
1.4.3. Các hoạt động của xử lý số tín hiệu	16
1.5. Tín hiệu rời rạc	18
1.5.1. Biểu diễn tín hiệu rời rạc	18
1.5.2. Các dãy số cơ bản	19
1.6. Một số định nghĩa khác về tín hiệu	28
1.6.1. Độ dài của tín hiệu số	28
1.6.2. Giá trị trung bình của tín hiệu số	28
1.6.3. Dãy tuần hoàn	29
1.6.4. Dãy có chiều dài hữu hạn	29
1.6.5. Năng lượng và công suất của dãy	30
1.7. Một số phép toán cho dãy số	33
1.7.1. Trễ (dịch)	33
1.7.2. Phép đảo (phép chuyển vị)	34
1.7.3. Tổng của hai dãy	34
1.7.4. Tích của hai dãy	36
1.7.5. Tích với hằng số	37

1.8. Các hệ thống tuyến tính bất biến	37
1.8.1. Các hệ thống tuyến tính	37
1.8.2. Hệ thống tuyến tính bất biến	40
1.8.3. Sự tương quan giữa hai tín hiệu	53
1.9. Hệ thống tuyến tính bất biến và nhân quả	55
1.9.1. Một số khái niệm cơ bản	55
1.9.2. Đáp ứng xung của hệ thống tuyến tính bất biến và nhân quả.	61
1.9.3. Dây nhân quả	64
1.9.4. Tín hiệu và hệ thống phản nhân quả	64
1.10. Hệ thống tuyến tính bất biến ổn định	65
1.11. Phương trình sai phân tuyến tính hệ số hằng	67
1.11.1. Phương trình sai phân tuyến tính	67
1.11.2. Phương trình sai phân tuyến tính hệ số hằng	68
1.12. Các hệ thống đệ quy và không đệ quy	76
1.12.1. Hệ thống số không đệ quy	76
1.12.2. Hệ thống đệ quy	78
1.12.3. Hệ thống đệ quy thuần túy	80
1.13. Các phân tử thực hiện hệ thống tuyến tính bất biến	80
1.13.1. Phân tử cộng	80
1.13.2. Phân tử nhân	81
1.13.3. Phân tử nhân với hằng số	81
1.13.4. Phân tử trễ đơn vị	81
1.13.5. Phân tử vượt trước đơn vị	82
1.14. Thực hiện các hệ thống rời rạc	82
1.14.1. Sơ đồ cấu trúc của hệ xử lý số có phương trình sai phân bậc 0	83
1.14.2. Sơ đồ cấu trúc của hệ xử lý số có phương trình sai phân bậc N	84
BÀI TẬP CHƯƠNG 1	87
CHƯƠNG 2: BIỂU DIỄN TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG RỜI RẠC TRONG MIỀN Z	92
2.1. Biến đổi Z thuận	93
2.2. Biến đổi Z một phía	96

2.3. Sự tồn tại của biến đổi Z	97
2.3.1. Định nghĩa miền hội tụ	97
2.3.2 Tiêu chuẩn hội tụ Cauchy	98
2.4. Biến đổi Z ngược (IZT)	102
2.4.1. Điểm cực và điểm không	102
2.4.2. Biến đổi Z ngược	104
2.5. Các tính chất của biến đổi Z	121
2.5.1. Tính chất tuyến tính	121
2.5.2. Tính chất trễ	121
2.5.3. Nhân với dãy hàm mũ	122
2.5.4. Đạo hàm của biến đổi Z	123
2.5.5. Tích chập của hai dãy	123
2.6. Biểu diễn và phân tích hệ thống rời rạc trong miền Z	126
2.6.1. Các phân tử thực hiện hệ thống	127
2.6.2. Phân tích hệ thống trong miền Z	128
2.6.3. Tìm hàm truyền đạt hệ thống $H(z)$ từ phương trình sai phân	134
2.6.4. Tìm phản ứng $y(n)$ của hệ xử lý số qua biến đổi Z	136
2.7. Giải phương trình sai phân dùng biến đổi Z.	140
2.8. Sự ổn định của hệ thống tuyến tính bất biến.	145
2.8.1. Điều kiện ổn định của hệ xử lý số TTBBNQ theo $H(Z)$	145
2.8.2. Tiêu chuẩn ổn định Jury	148
BÀI TẬP CHƯƠNG 2	154
CHƯƠNG 3: BIỂU DIỄN TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG RỜI RẠC TRONG MIỀN TẦN SỐ LIÊN TỤC	159
3.1. Biến đổi Fourier của tín hiệu rời rạc.	161
3.1.1. Định nghĩa biến đổi Fourier (FT)	161
3.1.2. Các phương pháp biểu diễn $X(e^{j\omega})$	162
3.2. Sự tồn tại của biến đổi Fourier	167
3.3. Biến đổi Fourier ngược (IFT: Inverse Fourier Transform)	168
3.4. Quan hệ giữa biến đổi Fourier và biến đổi Z	170

3.5. Các tính chất của FT	171
3.5.1. Tính chất tuyến tính	171
3.5.2. Tính chất trễ	172
3.5.3. Vi phân trong miền tần số	174
3.5.4. Trễ tần số	175
3.5.5. Tính chất ngược thời gian	177
3.5.6. Tích chập của hai dãy	178
3.5.7. Hàm tần số của tích hai dãy	179
3.5.8. Công thức Parseval tính năng lượng của tín hiệu theo hàm phổ	180
3.5.9. Phổ tần số của hàm tương quan $r_{xy}(m)$	181
3.5.10. Phổ tần số của hàm tự tương quan $r_x(m)$	182
3.5.11. Hàm tần số của tích hai dãy	183
3.6. Phổ của tín hiệu số	183
3.6.1. Các đặc trưng phổ của tín hiệu số	183
3.6.2. Phổ của tín hiệu liên tục $x(t)$ và tín hiệu lấy mẫu $x(nT)$	185
3.7. Đặc tính tần số và hàm truyền đạt phức của hệ xử lý số tuyến tính bất biến nhân quả	189
3.7.1. Đặc tính tần số và hàm truyền đạt phức $H(e^{j\omega})$	189
3.7.2. Phân tích hệ xử lý số theo hàm truyền đạt phức $H(e^{j\omega})$	194
3.8. Các bộ lọc số lý tưởng	198
3.8.1. Bộ lọc thông thấp lý tưởng	199
3.8.2. Bộ lọc thông cao lý tưởng	201
3.8.3. Bộ lọc thông dải lý tưởng	205
3.8.4. Bộ lọc chắn dải lý tưởng	207
BÀI TẬP CHƯƠNG 3	211
CHƯƠNG 4: BIỂU DIỄN TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG RỜI RẠC TRONG MIỀN TẦN SỐ RỜI RẠC	214
4.1. Biến đổi Fourier rời rạc	215
4.2. Biến đổi Fourier rời rạc dãy không tuần hoàn có độ dài hữu hạn (DFT)	220
4.2.1. Biến đổi Fourier rời rạc (DFT)	220
4.2.2. Quan hệ giữa DFT với FT và ZT	227

4.3. Phép dịch vòng, tích chập vòng và các tính chất của DFT	230
4.3.1. Phép dịch vòng và tích chập vòng của DFT	230
4.3.2. Các tính chất của DFT	237
4.4. Tính trực tiếp DFT và IDFT	243
4.4.1. Số lượng phép toán khi tính trực tiếp DFT và IDFT	243
4.4.2. Tính DFT và IDFT của dãy $x(n)_N$ thực, đối xứng, N lẻ	245
4.4.3. Tính DFT và IDFT của dãy $x(n)_N$ thực, đối xứng, N chẵn	251
4.4.4. Tính DFT và IDFT của dãy $x(n)_N$ thực, phản đối xứng, N lẻ	254
4.4.5. Tính DFT và IDFT của dãy $x(n)_N$ thực, phản đối xứng, N chẵn	258
4.5. Các thuật toán tính DFT nhanh (FFT)	262
4.5.1. Cơ sở của thuật toán FFT phân chia theo thời gian	263
4.5.2. Thực hiện thuật toán FFT phân chia theo thời gian	267
4.6. Một số ứng dụng của DFT	269
4.6.1. Xấp xỉ hàm tần số của dãy vô hạn hoặc có độ dài rất lớn	269
4.6.2. Một số hàm cửa sổ thường dùng	271
4.6.3. Ứng dụng DFT để tìm phản ứng $y(n)$ của hệ xử lý số FIR	278
BÀI TẬP CHƯƠNG 4	282
CHƯƠNG 5: CẤU TRÚC CÁC BỘ LỌC SỐ FIR, IIR	286
5.1. Tổng quan về bộ lọc số	286
5.1.1. Các thông số của hệ thống ở miền thời gian	289
5.1.2. Các thông số của hệ thống trong miền tần số	290
5.2. Các bộ lọc thông thấp, thông cao, thông dải, và chắn dải	292
5.3. Cấu trúc căn bản của các bộ lọc số	296
5.3.1. Bộ lọc FIR	296
5.3.2. Một số dạng cấu trúc bộ lọc số FIR	297
5.4. Cấu trúc bộ lọc số IIR	306
5.4.1. Cấu trúc bộ lọc số IIR dạng trực tiếp	306
5.4.2. Cấu trúc bộ lọc số IIR dạng nối tiếp	308
5.4.3. Cấu trúc bộ lọc số IIR dạng song song	310
5.4.4. Cấu trúc bộ lọc số IIR dạng dàn	311
BÀI TẬP CHƯƠNG 5	318

CHƯƠNG 6: TỔNG HỢP BỘ LỌC SỐ FIR, IIR.

6.1. Bộ lọc số FIR

6.1.1. Đặc điểm của bộ lọc số FIR pha tuyến tính

6.1.2. Đáp ứng tần số của các bộ lọc FIR pha tuyến tính

6.1.3. Tổng hợp bộ lọc số FIR theo phương pháp cửa sổ

6.3. Tổng hợp bộ lọc số IIR

6.3.1. Phương pháp bất biến xung

6.3.2. Phương pháp biến đổi song tuyến

6.3.3. Phương pháp tương đương vi phân

6.3.4. Bộ lọc tương tự Butterworth

6.3.5. Bộ lọc tương tự Chebyshev

6.3.6. Bộ lọc tương tự Elip (Cauer)

BÀI TẬP CHƯƠNG 6