

Đề thi kết thúc môn học: Học kỳ II, năm học 2020-2021

Môn thi: ELT3144 - Xử lý tín hiệu số

Hình thức thi: Tự luận

Thời gian làm bài: 120 phút, không kể thời gian phát đề

Sinh viên không được phép sử dụng tài liệu

Sinh viên làm bài trên giấy

Ngày thi: 24/08/2021

Điểm: 11/10.

Số hóa tín hiệu tương tự

1. [$\frac{1}{2}$ điểm] Tín hiệu rời rạc thu được khi lấy mẫu tín hiệu $x(t) = \cos(200\pi t) + \sin(500\pi t)$ với tần số 5000 samples/sec là
 - A. $\cos(0.8\pi n) + \sin(0.2\pi n)$
 - B. $\cos(2.5\pi n)$
 - C. Không đáp án nào đúng
 - D. $\cos(0.04\pi n) + \sin(0.1\pi n)$

Tín hiệu và hệ thống rời rạc

2. [$\frac{1}{2}$ điểm] Cho hệ thống TTBB được xác định bởi phương trình sai phân

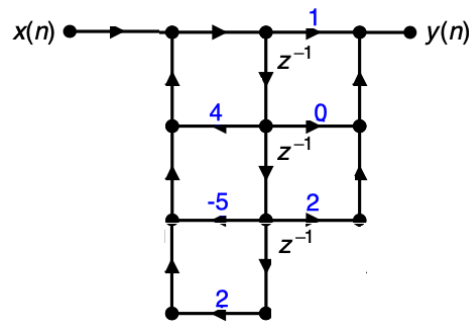
$$y(n) - \frac{5}{2}y(n-1) + y(n-2) = x(n-1).$$

Các nhận xét sau đây, nhận xét nào đúng:

- A. Hệ thống không thể đồng thời vừa ổn định vừa nhân quả
- B. Hệ thống không thể ổn định
- C. Hệ thống sẽ ổn định nếu nó nhân quả
- D. Hệ thống sẽ ổn định nếu nó phản nhân quả

Cấu trúc hệ thống

3. [$\frac{1}{2}$ điểm] Bộ lọc nào mà tính ổn định của nó tùy thuộc vào phương pháp thiết kế?
 - A. Không đáp án nào đúng
 - B. IIR
 - C. FIR
 - D. Cả FIR và IIR
4. [$1\frac{1}{2}$ điểm] Cho hệ thống LTI nhân quả, được biểu diễn dạng cấu trúc như hình vẽ bên dưới.
 - a) Xác định hàm truyền của hệ thống? Hệ thống có ổn định không? Tại sao?



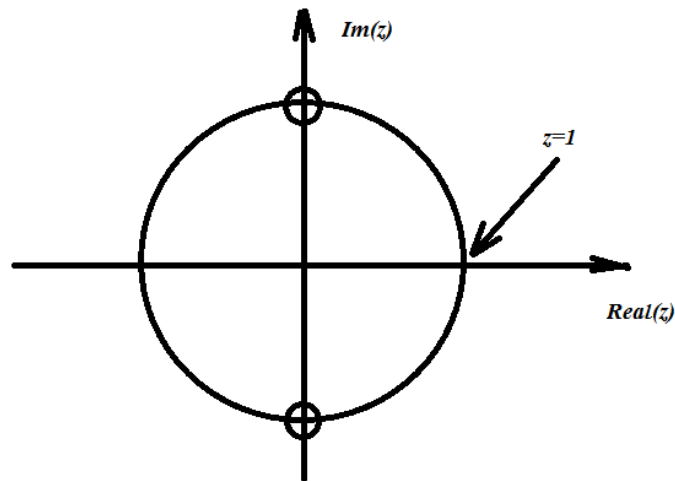
- b) Vẽ cấu trúc tối ưu Loại II (bậc của các hệ thống thành phần ≤ 2) kiểu song song cho hệ thống trên?

Thiết kế bộ lọc IIR

5. [$\frac{1}{2}$ điểm] Để thiết kế bộ lọc số IIR thông cao, có thể thực hiện:
- Có thể thực hiện thiết kế từ bộ lọc tương tự thông thấp, chuyển đổi sang thông cao sau đó chuyển sang bộ lọc số thông cao, hoặc từ bộ lọc tương tự thông thấp sang bộ lọc số thông thấp rồi chuyển đổi sang bộ lọc số thông cao
 - Không có cách nào
 - Chỉ thực hiện thiết kế được từ bộ lọc tương tự thông cao
 - Thực hiện thiết kế trực tiếp bộ lọc thông cao trong miền thời gian rời rạc
6. [2 điểm] Thiết kế bộ lọc số thông thấp Butterworth bậc 3 với tần số cắt 0.2π , tần số lấy mẫu $F_s = 8$ kHz theo phương pháp bất biến đáp ứng xung và phương pháp song tuyến tính (hệ số C cố định đáp ứng tần số tương tự và tần số số bằng nhau tại tần số cắt tương tự và số tương ứng).
- Từ bảng tra $H(s)$ với tần số cắt chuẩn hóa, tính $H(s)$ của bộ lọc tương tự.
 - Tính hàm truyền $H(z)$ của bộ lọc số dựa trên bộ lọc tương tự trên, theo 2 phương pháp bất biến đáp ứng xung và biến đổi song tuyến tính.

Thiết kế bộ lọc FIR

7. [$\frac{1}{2}$ điểm] Cần tối đa bao nhiêu hệ số khác nhau để có thể thiết kế một bộ lọc FIR có đáp ứng xung đối xứng và có chiều dài M ?
- $(M + 1)/2$ với M lẻ và $M/2$ với M chẵn
 - $(M - 1)/2$ với M chẵn và $M/2$ với M lẻ
 - $(M - 1)/2$ với M lẻ và $M/2$ với M chẵn
 - $(M + 1)/2$ với M chẵn và $M/2$ với M lẻ
8. [2 điểm] Cho một bộ lọc có giản đồ điểm cực – điểm không (pole-zero plot) như hình vẽ.



- Xác định hàm truyền $H(z)$ của bộ lọc trên và vẽ phác thảo đáp ứng biên độ của bộ lọc.
- Xác định đáp ứng xung $h(n)$.
- Bộ lọc này là bộ lọc loại gì: thông thấp, thông cao, thông dải hay triệt tần? Giải thích vì sao?

Thực hành

- [$\frac{1}{2}$ điểm] Hàm `subplot(3,4,n)` có thể vẽ tối đa bao nhiêu hình nhỏ trên một hình lớn?
 - 12
 - 7
 - $3n$
 - $4n$
- [$\frac{1}{2}$ điểm] Trong hàm `impz(b,a)`, `a` bằng 1 thể hiện điều gì?
 - Bộ lọc luôn không ổn định
 - Bộ lọc có pha không tuyến tính
 - Bộ lọc luôn luôn ổn định
 - Bộ lọc là lý tưởng
- [2 điểm] Cho đoạn code sau đây

```

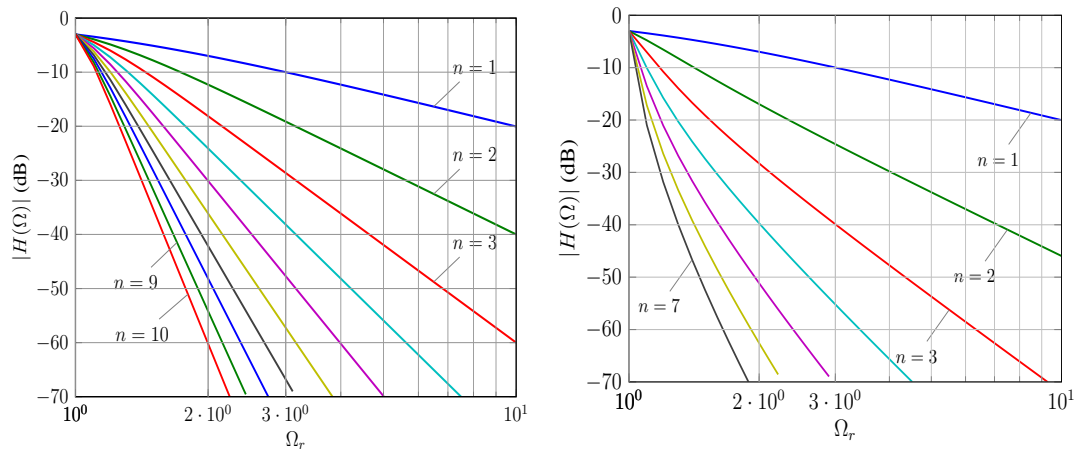
Fs = 30; Fs2=50;
L = 400;
T = .....; % line 3
Amp = 1; amp2=0.5;
x = amp*sin(2*pi*Fs*t) + amp2*sin(2*pi*Fs2*t);
figure(1)
subplot(2,1,1)
.....; % line 8
xlabel('Time')

```

```
ylabel('Amplitude')
title('Time-Domain 30 Hz and 50 Hz tone signal')
nfft = L/2;
.....;% line 13
X = X(1:nfft/2);
mx = .....;% line 15
subplot(2,1,2);
tt = [0:1:length(X)-1];
plot(tt,mx);
title('Frequency domain Fourier spectrum of 30 Hz and 50 Hz signal');
xlabel('Frequency (Hz)');
ylabel('Magnitude');
```

- a) Tạo véc-tơ tuyến tính gồm L phần tử bắt đầu tại 0 và kết thúc tại 1 ở dòng lệnh số 3.
- b) Hoàn thành dòng lệnh số 8 để vẽ liên tục tín hiệu x .
- c) Thực hiện biến đổi Fourier tín hiệu x ở dòng lệnh 13.
- d) Lấy độ lớn của tín hiệu X ở dòng lệnh 15.
- e) Vẽ hình được thực hiện bởi 6 câu lệnh cuối (yêu cầu hình phải thể hiện đầy đủ nhãn, tiêu đề, giá trị bắt đầu và kết thúc của x-axis)

MỘT SỐ THÔNG TIN HỮU ÍCH



(a) Bộ lọc Butterworth với n nghiệm cực

(b) Bộ lọc Chebyshev, gợn sóng 3 dB

Hình 1: Đáp ứng tần số của các bộ lọc Butterworth và Chebyshev theo bậc.

Bảng 5.1: Đa thức Butterworth chuẩn hóa

n	1/H(s)
1	$s + 1$
2	$s^2 + 1.4142s + 1$
3	$(s + 1)(s^2 + s + 1)$
4	$(s^2 + 0.7654s + 1)(s^2 + 1.8478s + 1)$
5	$(s + 1)(s^2 + 0.6180s + 1)(s^2 + 1.6180s + 1)$
6	$(s^2 + 0.5176s + 1)(s^2 + 1.4142s + 1)(s^2 + 1.9319s + 1)$

Bảng 5.2: Đa thức Chebyshev

n	$C_n(x)$
1	x
2	$2x^2 - 1$
3	$4x^3 - 3x$
4	$8x^4 - 8x^2 + 1$
5	$15x^5 - 20x^3 + 5x$
6	$32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$

Bảng 6.1: Các hàm cửa sổ thông dụng

Tên cửa sổ	$w_0(n), -(L-1)/2 \leq n \leq (L-1)/2$	$w(n) = w_0\left(n - \frac{L-1}{2}\right), 0 \leq n \leq L-1$
Chữ nhật	1	1
Tam giác	$1 - \frac{2 n }{L-1}$	$\begin{cases} \frac{2n}{L-1}, & \text{với } 0 \leq n \leq \frac{L-1}{2} \\ 2 - \frac{2n}{L-1}, & \text{với } \frac{L-1}{2} < n \leq (L-1) \end{cases}$
Cosine	$\cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right)$	$\cos\left(\frac{\pi n}{L-1} - \frac{\pi}{2}\right)$
Reimann	$\text{sinc}^L\left(\frac{2n}{L-1}\right)$	$\text{sinc}^L\left(\frac{2n}{L-1} - 1\right)$
Hanning	$0,5 + 0,5 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right)$	$0,5 - 0,5 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right)$
Hamming	$0,54 + 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$	$0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$
Blackman	$0,42 + 0,5 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right) + 0,08 \cos\left(\frac{4\pi n}{L-1}\right)$	$0,42 - 0,5 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right) + 0,08 \cos\left(\frac{4\pi n}{L-1}\right)$
Kaiser	$\frac{I_0\left(\beta\sqrt{1 - \left(\frac{2n}{L-1}\right)^2}\right)}{I_0(\beta)}$	$\frac{I_0\left(\beta\sqrt{1 - \left(\frac{2n}{L-1} - 1\right)^2}\right)}{I_0(\beta)}$

Bảng 6.2: Bảng tra giá trị của các cửa sổ thông dụng

Cửa sổ	A_p (dB)	A_s (dB)	$\delta_p = \delta_s$	C
Chữ nhật	0,742	21	0,0819	0,60
Hanning	0,055	44	0,0063	3,21
Hamming	0,019	53	0,0022	3,47
Blackman	0,0015	75,3	0,00017	5,71