

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 $x(t) = \cos(80\pi t)$ được lấy mẫu với tần số 200 Hz, tín hiệu thu được là
- A. $\cos(2/5\pi n)$ B. $\cos(4/5\pi n)$ C. $\cos(\pi n)$ D. $\cos(1/5\pi n)$

Tín hiệu và hệ thống rời rạc

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

$$y(n) - 0.5y(n-1) = x(n).$$

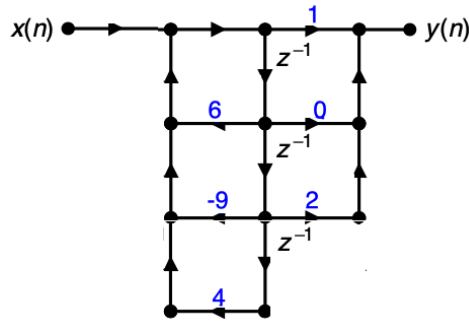
Cho tín hiệu $x(n) = u(n)$ đi qua hệ thống, thì tín hiệu ra là? (Điều kiện đầu bằng 0)

- A. $(2 - 2^n)u(n)$
B. $(\frac{1}{2} - 2^n)u(n)$
C. $(2 - (\frac{1}{2})^n)u(n)$
D. $(\frac{1}{2} - (\frac{1}{2})^n)u(n)$

Cấu trúc hệ thống

3. [$\frac{1}{2}$ điểm] Để thu được cấu trúc nối tiếp, đa thức tử số và mẫu số của hàm truyền của hệ thống được phân tách thành:
- A. Tích các đa thức có bậc 1 hoặc 2 hệ số thực
B. Tổng các phân thức bậc bé hơn hoặc bằng 2
C. Tích các đa thức bậc 1
D. Tổng các đa thức bậc 1 và 2
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



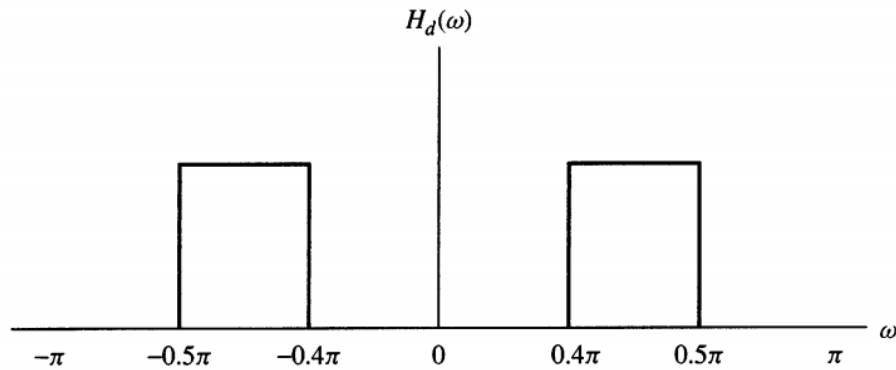
5. [$\frac{1}{2}$ điểm] Ưu điểm chính của bộ lọc số có đáp ứng xung vô hạn IIR là gì?
- Yêu cầu tài nguyên bộ nhớ phần cứng ít
 - Có thể mô tả chính xác đáp ứng tần số của bộ lọc tương tự
 - Luôn cho đáp ứng xung ổn định
 - Dễ dàng thiết kế pha tuyến tính
6. [2 điểm] Cho bộ lọc tương tự thông thấp Butterworth bậc 5, tần số cắt 2 kHz.
- Không sử dụng bảng, biểu diễn điểm cực, xác định hàm truyền $H(s)$ của bộ lọc biết bộ lọc nhân quả và ổn định
 - Tính hàm truyền $H(z)$ của bộ lọc số biết chu kỳ lấy mẫu là 0.1 ms, sử dụng phương pháp song tuyến tính để chuyển đổi bộ lọc.
 - Xác định tính ổn định của bộ lọc số.

Thiết kế bộ lọc FIR

7. [$\frac{1}{2}$ điểm] Trong thiết kế bộ lọc FIR sử dụng phương pháp **Parks–McClellan**, vì sao tác giả thêm hàm $W(\omega)$ vào hàm lỗi $W(\omega)[A_{dr}(\omega) - A_r(\omega)]$?
- Để giới hạn bề rộng của dải chuyển tiếp
 - Để biểu thức nhìn cho đẹp, giảm đi độ đơn điệu
 - Để kiểm soát mức độ quan trọng của từng dải thông và dải triệt
 - Để cho quá trình tối ưu minmax nhanh hội tụ
8. [2 điểm] Cho bộ lọc thông dải lý tưởng $h_d(n)$ có đáp ứng tần số $H_d(\omega)$ của một bộ lọc lý tưởng, không nhân quả này được mô tả như hình vẽ:
- Xác định đáp ứng xung không nhân quả $h_d(n)$ của bộ lọc thông dải lý tưởng thông qua phép biến đổi Fourier ngược.
 - Cho cửa sổ Hamming có biểu thức như sau:

$$w(n) = 0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{M-1}\right), \quad -\frac{M-1}{2} \leq n \leq \frac{M-1}{2}.$$

Hãy sử dụng hàm cửa sổ Hamming để có thể thiết kế được bộ lọc thông dải FIR $h(n)$ nhân quả với $0 \leq n \leq 200$ (với $M = 201$).



- c) Vẽ phác thảo phổ biên độ $|Y(\omega)|$ của tín hiệu đầu ra khi tín hiệu đầu vào là tín hiệu nhiễu trắng có phổ biên độ $|X(\omega)| = 1$ với mọi ω .

Thực hành

9. [$\frac{1}{2}$ điểm] Trong lệnh `subplot(a,b,c)`, tham số c thể hiện điều gì?
- Kích thước hình vẽ
 - Tổng số hình vẽ
 - Màu của hình vẽ
 - Vị trí của hình vẽ
10. [$\frac{1}{2}$ điểm] Hàm `stem(n,x)` được dùng để làm gì?
- Vẽ tín hiệu liên tục
 - Vẽ tín hiệu rời rạc
 - Tính đáp ứng tần số
 - Tính đáp ứng xung
11. [2 điểm] Cho đoạn code sau đây

```
clear; clc;
Fs = 8192;
Ts = 1/Fs;
t1 = [0:Ts:3];
t2 = [1:Ts:3];
t3 = [2:Ts:3];
f1 = 220;
f2 = 300;
f3 = 440;
tone_f1 = sin(2*pi*f1*t1);
tone_f2 = zeros(1,length(tone_f1));
signal_f2 = sin(2*pi*f_2*t2);
```

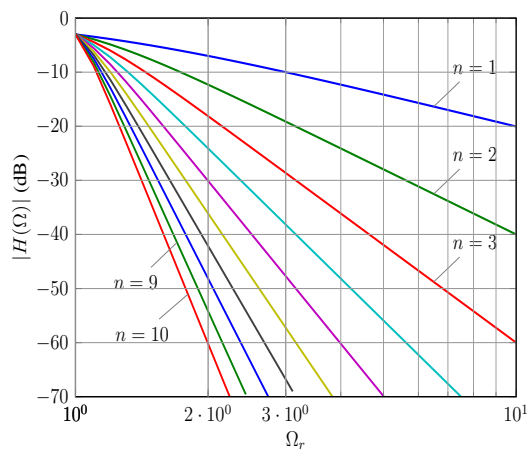
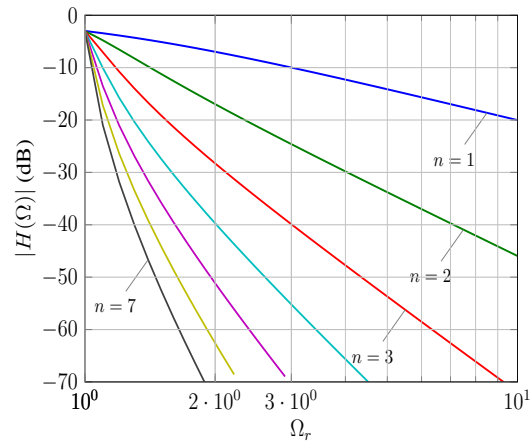
```

for i = length(tone_f1) - length(signal_f2)+1: length(tone_f1)
    tone_f2(i) = signal_f2(i - (length(tone_f1) - length(signal_f2)));
end
tone_f3 = zeros(1,length(tone_f1));
signal_f3 = sin(2*pi*f_3*t3);
for i = length(tone_f1) - length(signal_f3)+1: length(tone_f1)
    tone_f3(i) = signal_f3(i - (length(tone_f1) - length(signal_f3)));
end
sum = .....; % line 21
noise = .....; % line 22
tone_noise = sum + noise;
sound(tone_noise, Fs); % line 24
pause(3);
[b,a] = .....; % line 26
tone_filtered = .....; % line 27
sound(tone_filtered, Fs);
pause(3);

```

- Dòng lệnh 24 thực hiện việc gì?
- Gộp 3 tín hiệu có tần số f_1 , f_2 , f_3 lại với nhau (dòng lệnh 21)
- Tạo nhiễu dạng sóng sin có tần số 1500 Hz theo t_1 (dòng lệnh 22)
- Tạo bộ lọc butterworth bậc 6 loại bỏ được thành phần tần số f_2 và noise với tần số cắt tùy chọn (dòng lệnh 26)
- Lọc tín hiệu (dòng lệnh 27)

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	$16x^5 - 20x^3 + 5x$
6	$32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$

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

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	$0,54 + 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right)$	$0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right)$
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	$\frac{I_0\left(\beta \sqrt{1 - \left(\frac{2n}{L-1}\right)^2}\right)}{I_0(\beta)}$	$\frac{I_0\left(\beta \sqrt{1 - \left(\frac{2n}{L-1} - 1\right)^2}\right)}{I_0(\beta)}$