
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

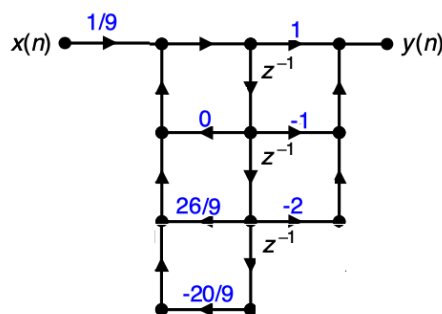
1. [$\frac{1}{2}$ điểm] Tín hiệu tương tự có tần số cực đại là 10 kHz được lấy mẫu tại tần số Nyquist. Khoảng cách giữa 2 mẫu liên tiếp trong tín hiệu rời rạc là :
A. $50\mu s$ B. $100\mu s$ C. $5\mu s$ D. $100\mu s$

Tín hiệu và hệ thống rời rạc

2. [$\frac{1}{2}$ điểm] Cho tín hiệu $x(n) = \{1, 1, -1, -1^*\}$, (* là gốc thời gian). $X(z)$ là biến đổi Z của $x(n)$. Tính $X(z)$ tại $z = 1/2$:
A. 15 B. 1.975 C. 9 D. -1.125

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. Cả FIR và IIR
B. IIR
C. Không đáp án nào đúng
D. FIR
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 nối tiếp cho hệ thống trên?

Thiết kế bộ lọc IIR

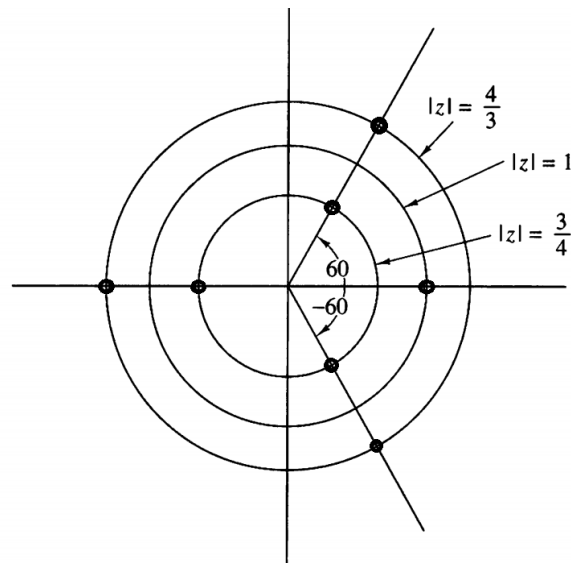
5. [$\frac{1}{2}$ điểm] Ưu điểm chính của bộ lọc số có đáp ứng xung vô hạn IIR là gì?
 - A. Yêu cầu tài nguyên bộ nhớ phần cứng ít
 - B. Luôn cho đáp ứng xung ổn định
 - C. Có thể mô tả chính xác đáp ứng tần số của bộ lọc tương tự
 - D. Dễ dàng thiết kế pha tuyến tính
6. [2 điểm] Bộ lọc số thông thấp Butterworth có đặc tả: độ rộng dải thông 0.2π , dải chặn từ 0.5π đến π với đáp ứng biên độ tại tần số chặn nhỏ hơn -35 dB.
 - a) Xác định bậc của bộ lọc tương tự, sử dụng đồ thị.
 - b) Tính hàm truyền của bộ lọc số cần thiết kế biết bộ lọc tương tự là nhân quả và ổn định.
 - c) Vẽ cấu trúc loại 2 của bộ lọc trên.

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 $W(\omega)[A_{dr}(\omega) - A_r(\omega)]$?
 - A. Để cho quá trình tối ưu minmax nhanh hội tụ
 - B. Để giới hạn bề rộng của dải chuyển tiếp
 - C. Để kiểm soát mức độ quan trọng của từng dải thông và dải triệt
 - D. Để biểu thức nhìn cho đẹp, giảm đi độ đơn điệu
8. [2 điểm] Cho một bộ lọc có giản đồ Điểm cực-điểm không (Pole-zero plot) như hình vẽ:
 - a) Xác định hàm truyền $H(z)$ của bộ lọc trên. Đây là bộ lọc FIR hay IIR?
 - b) Xác định đáp ứng xung $h(n)$ của bộ lọc.
 - c) Bộ lọc này có thỏa mãn điều kiện pha tuyến tính không? Vì sao?

Thực hành

9. [$\frac{1}{2}$ điểm] Hàm `subplot(3,4,n)` có thể vẽ tối đa bao nhiêu hình nhỏ trên một hình lớn?
 - A. 7 B. 12 C. $3n$ D. $4n$
10. [$\frac{1}{2}$ điểm] Cho lệnh `[x n] = delta_sig(n0,n1,n2)`. Đây là câu lệnh tạo xung Dirac tại $n0$?
 - A. `n = [n1:n2]; x = [(n-n0) >= 0];`



B. $n = [n1:n2]; x = [(n-n0) \leq 0];$

C. $n = [n1:n2]; x = [(n-n0) \neq 0];$

D. $n = [n1:n2]; x = [(n-n0) == 0];$

11. [2 điểm] Cho đoạn code sau

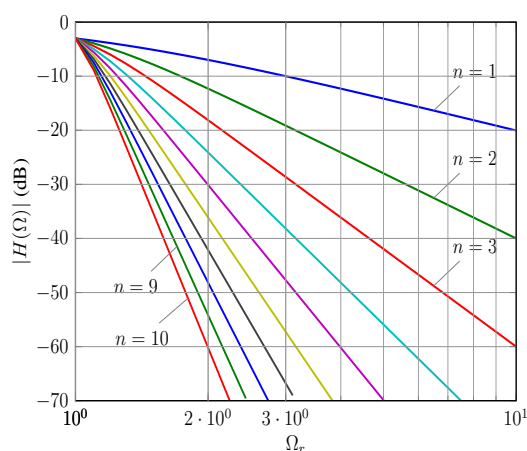
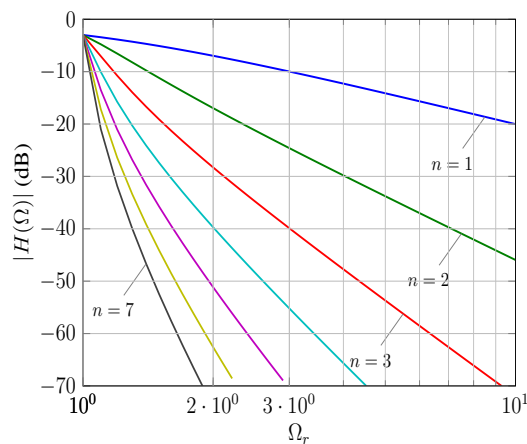
```
f1 = 100; f2 = 200;
fs = 2000;
m = (0.3*f1)/(fs/2);
M = round(8/m);           % line 4
N = M-1;                  % line 5
b = fir1(N,0.5*f2/(fs/2));
[h,f] = .....;           % line 7
plot(f*fs/(2*pi),20*log10(abs(h)))
xlabel('frequency/Hz');
ylabel('gain/dB');
title('The gain response of lowpass filter');
figure(2)
subplot(2, 1, 1)
t = 0:1/fs:0.2;
s = .....;               %line 15
plot(t,s);
xlabel('time/s');
ylabel('amplitude');
title('Time-domain diagram before filtering');
axis([0 0.1 -2 2]);
subplot(2, 1, 2)
Fs = fft(s);              % line 22
Afs = abs(Fs);
```

```
F = (0:255)*fs/512;  
plot(f, AFs(1:256));  
xlabel('frequency/Hz');  
ylabel('amplitude');  
title('Frequency-domain diagram before filtering');  
figure(3)  
sf = .....; % line 30
```

Chú thích: $b = \text{fir1}(n, Wn)$ dùng cửa sổ Hamming để thiết kế bộ lọc FIR có pha tuyến tính.

- a) Dòng lệnh số 4 và 5 dùng để làm gì?
- b) Hoàn thành dòng lệnh số 7 để tính đáp ứng tần số của bộ lọc FIR
- c) Tạo tín hiệu là tổng hợp của 2 tín hiệu hình sin có tần số f_1 và f_2 ở dòng lệnh 15.
- d) Dòng lệnh 22 thực hiện chức năng gì?
- e) Hoàn thành dòng lệnh cuối cùng (dòng lệnh 30) để lọc tín hiệu s bằng bộ lọc FIR

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	$\frac{I_0\left(\beta \sqrt{1 - \left(\frac{2n}{L-1}\right)^2}\right)}{I_0(\beta)}$	$\frac{I_0\left(\beta \sqrt{1 - \left(\frac{2n}{L-1} - 1\right)^2}\right)}{I_0(\beta)}$