

ĐỀ THI KẾT THÚC MÔN HỌC

Năm học: **2018-2019**; Học kỳ: **II**; Môn học: **Xử lý tín hiệu số (ELT3144)**
Lớp môn học: **ELT3144-1, ELT3144-2, ELT3144-23**

TIẾNG VIỆT

- Thời gian làm bài: 120 phút.
- Không sử dụng tài liệu và các thiết bị điện tử trừ máy tính tay (calculator).
- Kết quả tối đa: 10 điểm (trên tổng số 12).

ENGLISH

- Exam duration: 120 minutes.
- Closed-book exam, no electronic devices allowed except a calculator.
- Maximum result: 10 marks (out of 12).

1. [3 điểm] Cho một hệ thống nhân quả LTI có hàm truyền như sau:

$$H(z) = \frac{2 - 3z^{-1} + 1,8z^{-2}}{1 - 2z^{-1} + 1,8z^{-2} - 0,8z^{-3}}$$

- Xác định và vẽ cấu trúc thực thi trực tiếp loại II của hệ thống.
- Trong thực tiễn thiết kế bộ lọc số IIR, tại sao các hệ thống IIR bậc 2 (có 2 điểm cực) được dùng làm các khối căn bản để thực thi cấu trúc của bộ lọc bậc cao (bậc hơn 2)?

2. [3 điểm] Một bộ lọc số Chebyshev thông thấp có những đặc tả sau đây: độ gợn sóng dải thông $A_p \leq 3$ dB, tần số cắt $F_c = 1$ kHz, độ suy giảm dải triệt $A_s \geq 20$ dB với các tần số lớn hơn 3,0 kHz, tần số lấy mẫu $F_s = 8,0$ kHz, độ khuếch đại tại d.c. là 1.

- Xác định hàm truyền $H(z)$ của bộ lọc số khi sử dụng phương pháp song tuyến tính.
- Toán tử nào dưới đây được sử dụng để chuyển đổi bộ lọc từ thông thấp sang thông dải và vì sao như vậy?

$$\lambda = \frac{\Omega^2 - \Omega_2^2}{\Omega}, \quad \lambda = \frac{\Omega_2^2 \Omega}{\Omega_2^2 - \Omega^2}, \quad \lambda = -\frac{\lambda_r \Omega_r}{\Omega}$$

1. [3 marks] Consider a causal LTI system whose transfer function is

$$H(z) = \frac{2 - 3z^{-1} + 1.8z^{-2}}{1 - 2z^{-1} + 1.8z^{-2} - 0.8z^{-3}}$$

- Determine and draw the direct-form II realization of the system.
- In practical design of digital IIR filters, why do we use 2nd-order IIR systems (with 2 poles) as building blocks for realizing the structure of a higher-order IIR system (order greater than 2)?

2. [3 marks] A digital lowpass Chebyshev filter has the following specifications: passband ripple $A_p \leq 3$ dB, passband cutoff frequency $F_c = 1$ kHz, stopband attenuation $A_s \geq 20$ dB beyond 3 kHz, sampling frequency $F_s = 8.0$ kHz, unity gain at d.c.

- Determine the transfer function $H(z)$ of the digital filter using the method of bilinear transformation.
- Which of the following operators is used to convert a lowpass filter into a bandpass filter and why is it so?

$$\lambda = \frac{\Omega^2 - \Omega_2^2}{\Omega}, \quad \lambda = \frac{\Omega_2^2 \Omega}{\Omega_2^2 - \Omega^2}, \quad \lambda = -\frac{\lambda_r \Omega_r}{\Omega}$$

3. [3 điểm] Một bộ lọc số FIR thông cao có những đặc tả sau: tần số cắt dải triệt là $0,4\pi$ và độ suy giảm dải triệt $A_s \geq 40$ dB, tần số cắt dải thông là $0,6\pi$ và độ gợn dải thông $A_p \leq 0,5$ dB, tần số lấy mẫu $F_s = 10$ kHz.

- Xác định hàm truyền $H(z)$ của bộ lọc khi dùng phương pháp cửa sổ.
- Tại sao độ gợn trong dải thông và dải triệt lại như nhau khi dùng phương pháp của cửa sổ?
- Một bộ lọc số FIR thông thấp có đáp ứng xung $h_{lp}(n)$ được cho trên hình 1(a) và đáp ứng tần số biên độ trên hình 1(b). Hình 1(c-d) và hình 1(e-f) mô tả 2 phương pháp biến đổi từ thông thấp sang thông cao của bộ lọc này. Hãy xác định công thức của đáp ứng xung của mỗi bộ lọc thông cao được tạo ra từ 2 phương pháp biến đổi này.

4. [3 điểm] Cho chương trình Matlab sau:

```
1: Fs = 500;
2: T = 1/Fs;
3: L = 1000;
4: t = [0:L-1]*T;
5: x = 0.7*sin(2*pi*50*t)+sin(2*pi*120*t);
6: N = 512;
7: Fc = 100;
8: Wc = 2*Fc/Fs;
9: ... ; % Tính thông số bộ lọc
10: y = filter(...);
```

- Dòng lệnh số 8 làm gì?
- Hãy thiết kế bộ lọc Butterworth thông thấp bậc 6 bằng dòng lệnh số 9.
- Hoàn thiện dòng lệnh số 10.
- Vẽ phác thảo đáp ứng tần số biên độ của tín hiệu trước và sau khi lọc.

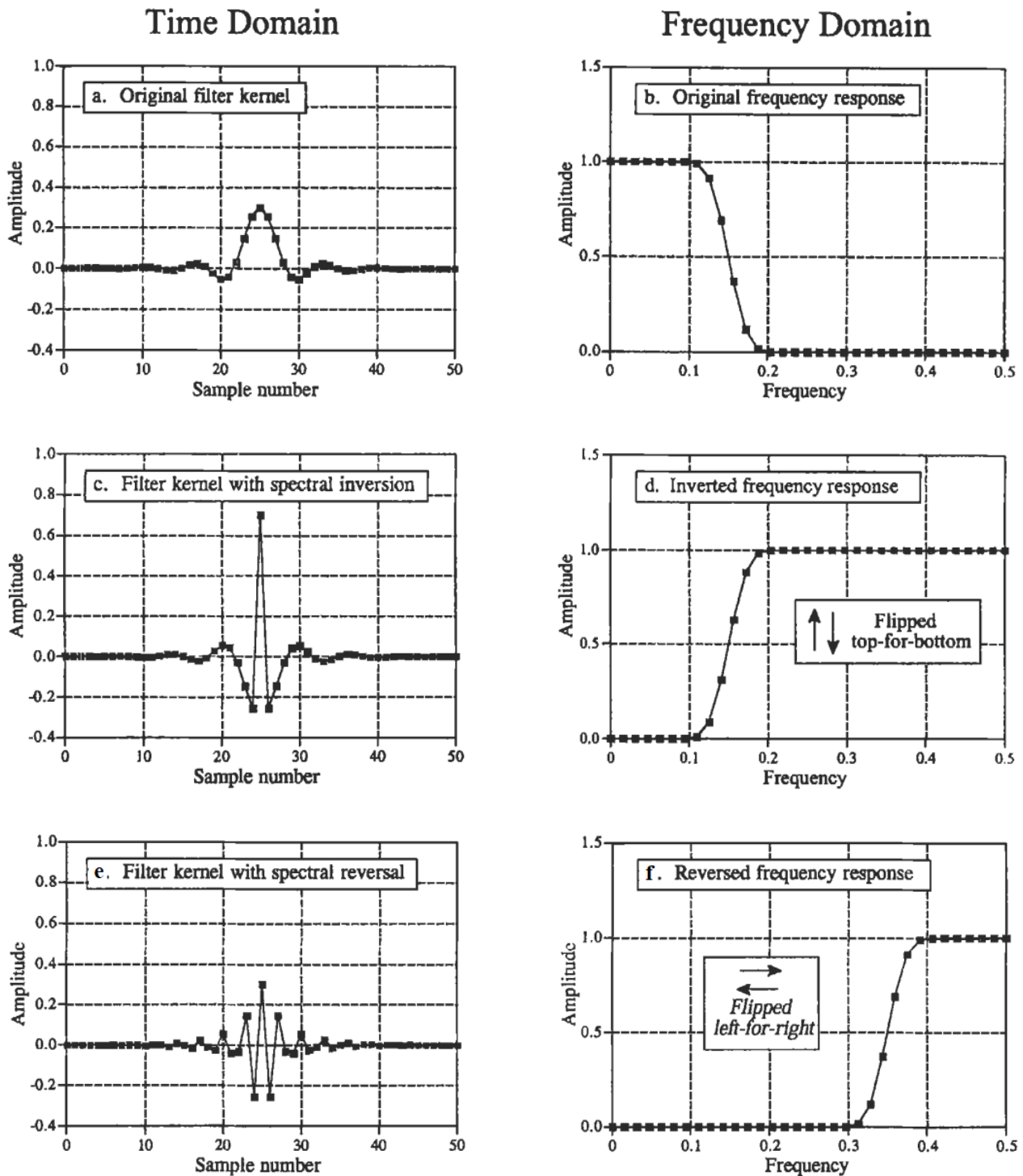
3. [3 marks] A digital highpass FIR filter has the following specifications: stopband cut-off frequency of 0.4π and stopband attenuation $A_s \geq 40$ dB, passband cutoff frequency of 0.6π and passband ripple $A_p \leq 0.5$ dB, sampling frequency $F_s = 10$ kHz.

- Determine the transfer function $H(z)$ of the filter using the window method.
- Why are the two ripples in the stopband and the passband equal to each other when using the window method?
- A digital lowpass FIR filter has the impulse response $h_{lp}(n)$ as given in Figure 1(a) and its magnitude frequency response in Figure 1(b). Two methods of highpass transformation are illustrated in Figure 1(c-d) and Figure 1(e-f). Determine the formula of the impulse response of the corresponding highpass FIR filter obtained by each of these 2 transformation methods.

4. [3 marks] Given a Matlab code:

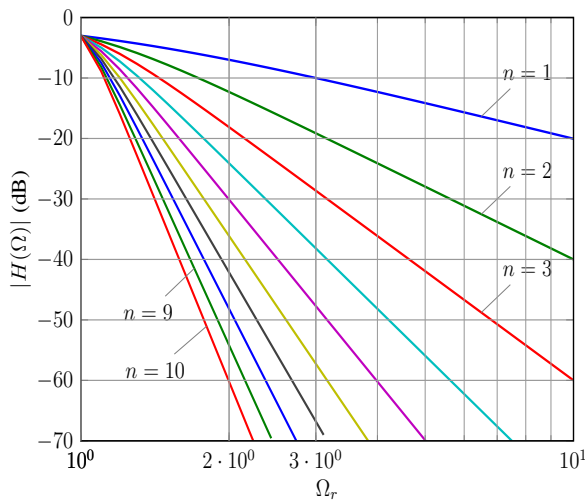
```
1: Fs = 500;
2: T = 1/Fs;
3: L = 1000;
4: t = [0:L-1]*T;
5: x = 0.7*sin(2*pi*50*t)+sin(2*pi*120*t);
6: N = 512;
7: Fc = 100;
8: Wc = 2*Fc/Fs;
9: ... ; % Compute filter coefficients
10: y = filter(...);
```

- What does the command line 8 do?
- Design a lowpass Butterworth filter with order of 6 via the command line 9.
- Complete the command line 10.
- Draw the magnitude frequency response of the signal before and after filtering.

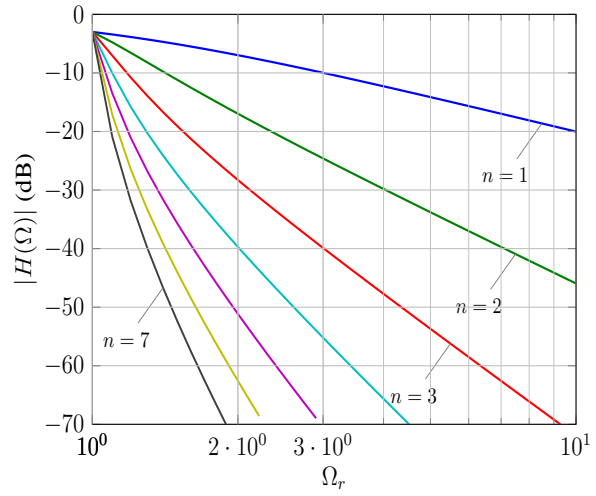


Hình 1: Chuyển đổi từ thông thấp lên thông cao

MỘT SỐ THÔNG TIN HỮU ÍCH



(a) Bộ lọc Butterworth với n nghiệm cực



(b) Bộ lọc Chebyshev, gợn sóng 3 dB

Hình 2: 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 ≤ n ≤ (L-1)/2	w(n) = w ₀ (n - (L-1)/2), 0 ≤ n ≤ L-1
Chữ nhật	1	1
Tam giác	1 - 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(πn / (L-1))	cos(πn / (L-1) - π/2)
Reimann	sinc ^L (2n / (L-1))	sinc ^L (2n / (L-1) - 1)
Hanning	0,5 + 0,5 cos(2πn / (L-1))	0,5 - 0,5 cos(2πn / (L-1))
Hamming	0,54 + 0,46 cos(2πn / (N-1))	0,54 - 0,46 cos(2πn / (N-1))
Blackman	0,42 + 0,5 cos(2πn / (L-1)) + 0,08 cos(4πn / (L-1))	0,42 - 0,5 cos(2πn / (L-1)) + 0,08 cos(4πn / (L-1))
Kaiser	I ₀ (β√(1 - (2n / (L-1)) ²)) / I ₀ (β)	I ₀ (β√(1 - (2n / (L-1) - 1) ²)) / I ₀ (β)

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

Cửa sổ	A _p (dB)	A _s (dB)	δ _p = δ _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