

BÀI 20

ĐẶC ĐIỂM VÀ ỨNG DỤNG CỦA TỪNG LOẠI BỘ LỌC FIR

TS. Nguyễn Hồng Quang

PGS. TS. Trịnh Văn Loan

TS. Đoàn Phong Tùng

Khoa Kỹ thuật máy tính

❑ Nội dung bài học

1. Bộ lọc FIR loại 1.
2. Bộ lọc FIR loại 2.
3. Bộ lọc FIR loại 3.
4. Bộ lọc FIR loại 4.

❏ Mục tiêu bài học

Sau khi học xong bài này, các em sẽ nắm được những vấn đề sau:

- Các đặc điểm của từng loại bộ lọc FIR.
- Ứng dụng của từng loại bộ lọc FIR.

1. Bộ lọc FIR loại 1

- $h(n)$ đối xứng, N lẻ
- Ví dụ:

$$H(z) = h(0) + h(1)z^{-1} + h(2)z^{-2} + h(3)z^{-3} + h(4)z^{-4} + h(5)z^{-5} + h(6)z^{-6}$$
$$h(0) = h(6), h(1) = h(5), h(2) = h(4)$$

$$H(e^{j\omega})$$
$$= h(0)[1 + e^{-6j\omega}] + h(1)[e^{-j\omega} + e^{-5j\omega}] + h(2)[e^{-2j\omega} + e^{-4j\omega}] + h(3)e^{-3j\omega}$$
$$= e^{-3j\omega}\{h(0)[e^{3j\omega} + e^{-3j\omega}] + h(1)[e^{2j\omega} + e^{-2j\omega}] + h(2)[e^{j\omega} + e^{-j\omega}] + h(3)\}$$

$$H(e^{j\omega}) = e^{-j3\omega}\{2h(0)\cos(3\omega) + 2h(1)\cos(2\omega) + 2h(2)\cos(\omega) + h(3)\}$$
$$= e^{j\theta(\omega)}[H_R(\omega)]$$

- Trễ nhóm bằng hằng số và bằng $\frac{N-1}{2}$

2. Bộ lọc FIR loại 2

- $h(n)$ đối xứng, N chẵn
- Ví dụ:

$$H(z) = h(0) + h(1)z^{-1} + h(2)z^{-2} + h(3)z^{-3} + h(4)z^{-4} \\ + h(5)z^{-5} + h(6)z^{-6} + h(7)z^{-7}$$

$$h(0) = h(6), h(1) = h(5), h(2) = h(4), h(3) = h(3)$$

$$H(e^{j\omega})$$

$$= h(0)[1 + e^{-7j\omega}] + h(1)[e^{-j\omega} + e^{-5j\omega}] + h(2)[e^{-2j\omega} + e^{-4j\omega}] + h(3)[e^{-3j\omega} + e^{-4j\omega}]$$

$$H(e^{-j\omega})$$

$$= e^{-j3.5\omega} \{2h(0) \cos(3.5\omega) + 2h(1) \cos(2.5\omega) + 2h(2) \cos(1.5\omega) + 2h(3) \cos(0.5\omega)\} \\ = e^{j\theta(\omega)} [H_R(\omega)]$$

Đặc điểm bộ lọc FIR loại 2

- $h(n)$ đối xứng, N chẵn
- Trễ nhóm bằng hằng số và bằng $\frac{N-1}{2}$
- Do tại $\omega = \pi$ thì $H(\omega) = 0$: bộ lọc FIR loại 2 không thích hợp cho thiết kế bộ lọc thông cao và chặn dải mà chỉ thích hợp cho bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông dải.

3. Bộ lọc FIR loại 3

- $h(n)$ phản đối xứng, N lẻ

- Ví dụ:

$$H(z^{-1}) = h(0) + h(1)z^{-1} + h(2)z^{-2} + h(3)z^{-3} + h(4)z^{-4} + h(5)z^{-5} + h(6)z^{-6}$$
$$h(0) = -h(6), h(1) = -h(5), h(2) = -h(4), h(3) = 0$$

$$H(e^{j\omega}) = h(0)[1 - e^{-6j\omega}] + h(1)[e^{-j\omega} - e^{-5j\omega}] + h(2)[e^{-2j\omega} - e^{-4j\omega}]$$
$$= e^{-3j\omega}\{h(0)[e^{3j\omega} - e^{-3j\omega}] + h(1)[e^{2j\omega} - e^{-2j\omega}] + h(2)[e^{j\omega} - e^{-j\omega}]\}$$

$$H(e^{-j\omega}) = j \cdot e^{-j3\omega}\{2h(0)\sin(3\omega) + 2h(1)\sin(2\omega) + 2h(2)\sin(\omega)\}$$
$$= e^{j\theta(\omega)}[H_R(\omega)]$$

- Trễ nhóm bằng hằng số và bằng $\frac{N-1}{2}$
- Do tại $\omega = 0$ và $\omega = \pi$ thì $H(\omega) = 0$, do vậy bộ lọc FIR loại 3 thích hợp cho thiết kế bộ lọc thông dải, không thích hợp cho thông thấp, thông cao và chặn dải.

4. Bộ lọc FIR loại 4

- $h(n)$ phản đối xứng, N chẵn
- Ví dụ:

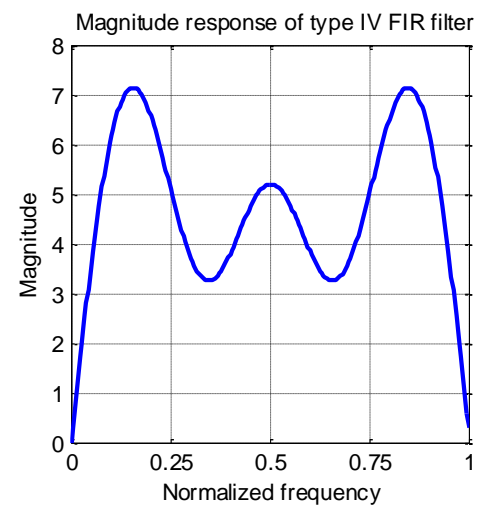
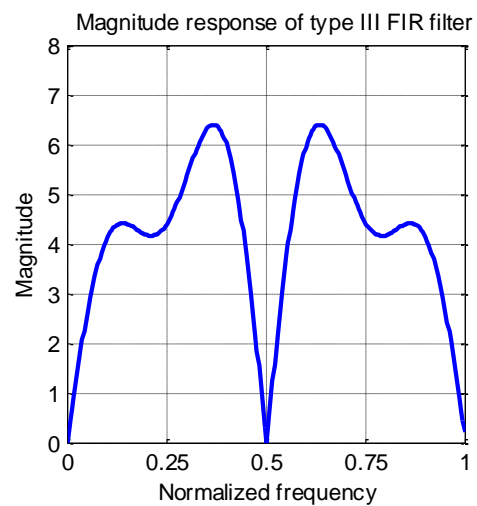
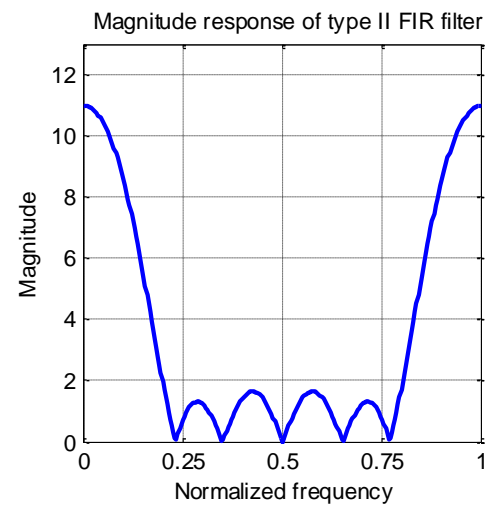
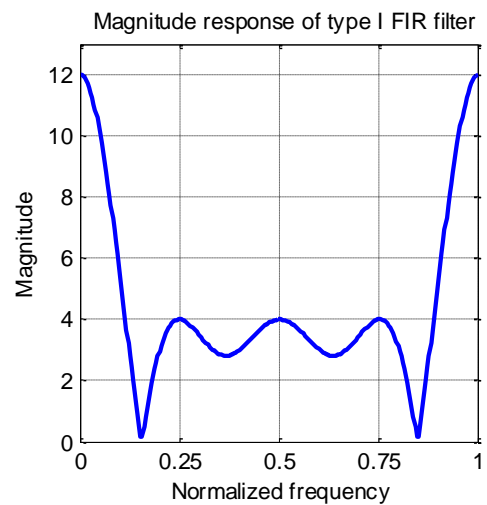
$$H(z^{-1}) = h(0) + h(1)z^{-1} + h(2)z^{-2} + h(3)z^{-3} + h(4)z^{-4} + h(5)z^{-5}$$
$$h(0) = -h(5), h(1) = -h(4), h(2) = -h(3)$$

$$H(e^{j\omega}) = h(0)[1 - e^{-5j\omega}] + h(1)[e^{-j\omega} - e^{-4j\omega}] + h(2)[e^{-2j\omega} - e^{-3j\omega}]$$
$$= e^{-2.5j\omega} \{ h(0)[e^{2.5j\omega} - e^{-2.5j\omega}] + h(1)[e^{1.5j\omega} - e^{-1.5j\omega}] + h(2)[e^{0.5j\omega} - e^{-0.5j\omega}] \}$$

$$H(e^{-j\omega}) = j \cdot e^{-j2.5\omega} \{ 2h(0)\sin(2.5\omega) + 2h(1)\sin(1.5\omega) + 2h(2)\sin(0.5\omega) \}$$
$$= e^{j\theta(\omega)} [H_R(\omega)]$$

- Trễ nhóm bằng hằng số và bằng $\frac{N-1}{2}$
- Do tại $\omega = 0$ thì $H(\omega) = 0$, bộ lọc FIR loại 4 thích hợp cho thiết kế bộ lọc thông dải và thông cao, không thích hợp cho thông thấp và chắn dải.

Ví dụ



4. Tổng kết

- Bộ lọc FIR loại 2 không thích hợp cho thiết kế bộ lọc thông cao và chặn dải mà chỉ thích hợp cho bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông dải.
- Bộ lọc FIR loại 3 thích hợp cho thiết kế bộ lọc thông dải, không thích hợp cho thông thấp, thông cao và chặn dải.
- Bộ lọc FIR loại 4 thích hợp cho thiết kế bộ lọc thông dải và thông cao, không thích hợp cho thông thấp và chặn dải.

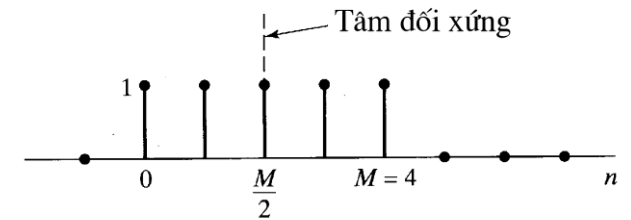
5. Bài tập

- Bài tập 1
 - Hãy chứng minh bộ lọc FIR loại 4 thích hợp cho thông dải và thông cao, không thích hợp cho thông thấp và chắn dải.

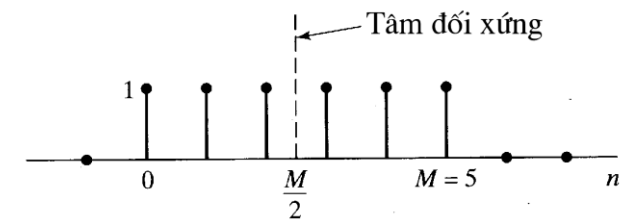
Bài tập về nhà

- Bài tập 2

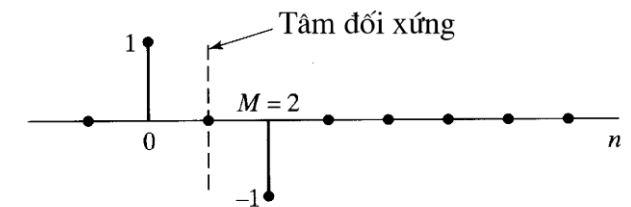
□ Hãy xác định đáp ứng biên độ, đáp ứng pha và nhận xét đặc điểm của từng loại bộ lọc.



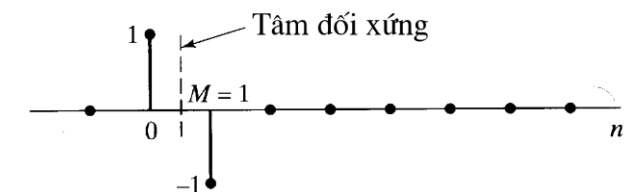
(a)



(b)



(c)



(d)

Bài học tiếp theo. BÀI **21**

TỔNG HỢP BỘ LỌC FIR PHA TUYẾN TÍNH SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP CỦA SỔ

Tài liệu tham khảo:

- **Nguyễn Quốc Trung (2008), Xử lý tín hiệu và lọc số, Tập 1, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Chương 1 Tín hiệu và hệ thống rời rạc.**
- **J.G. Proakis, D.G. Manolakis (2007), Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications, 4th Ed, Prentice Hall, Chapter 1 Introduction.**



TRƯỜNG CÔNG NGHỆ THÔNG
TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

Chúc các bạn học tốt!