

XỬ LÝ TÍN HIỆU SỐ

Tuần 6

Giảng viên: Lê Ngọc Thúy

Nội dung

CHƯƠNG 3: BIẾN ĐỔI FOURIER

- ☐ Biến đổi Fourier
- ☐ Biến đổi Fourier ngược
- ☐ Tính chất của biến đổi Fourier
- ☐ Ứng dụng của biến đổi Fourier
- ☐ Hệ thống trong miền tần số

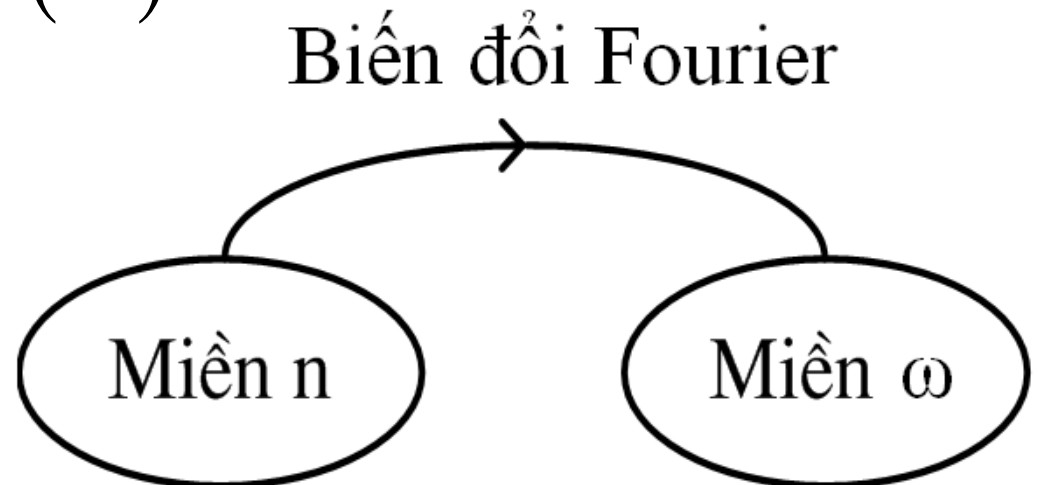
Biến đổi Fourier

Biến đổi Fourier

✓ Biến đổi Fourier: biểu diễn tín hiệu dựa trên các tín hiệu hình sin \Rightarrow biểu diễn trong miền tần số

$$X(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) e^{-j\omega n}$$

$$FT[x(n)] = X(\omega)$$



Sự tồn tại của biến đổi Fourier

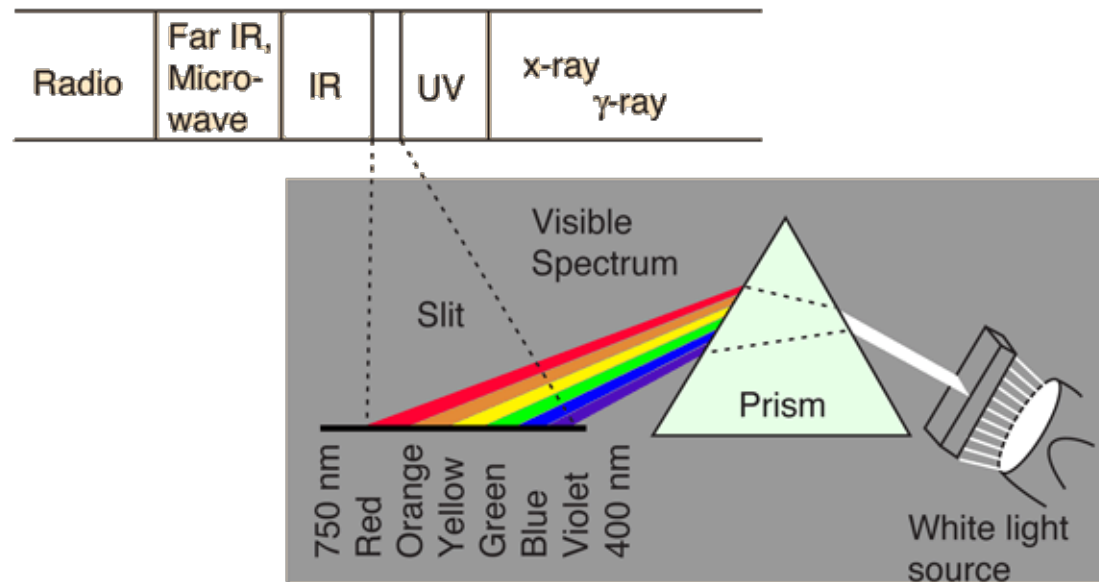
✓ Điều kiện tồn tại của biến đổi Fourier là:

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-j\omega n}$$

$$|X(e^{j\omega})| = \left| \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-j\omega n} \right| \leq \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|e^{-j\omega n} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]| < \infty$$

Biến đổi Fourier

✓ Phổ của tín hiệu (spectrum): $X(\omega)$



✓ Phổ biên độ $|X(\omega)|$

✓ Phổ pha $\varphi(\omega) = \arg[X(\omega)]$

Biến đổi Fourier

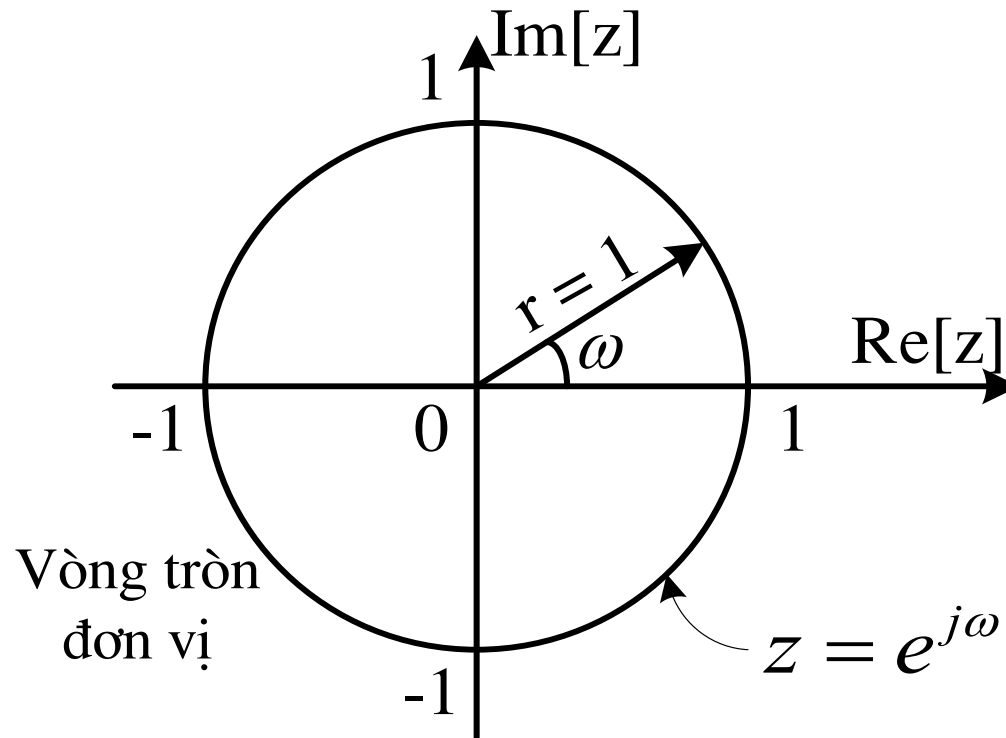
Ví dụ:

Vẽ phổ tín hiệu (phần thực & phần ảo), phổ biên độ, phổ pha của biến đổi Fourier sau:

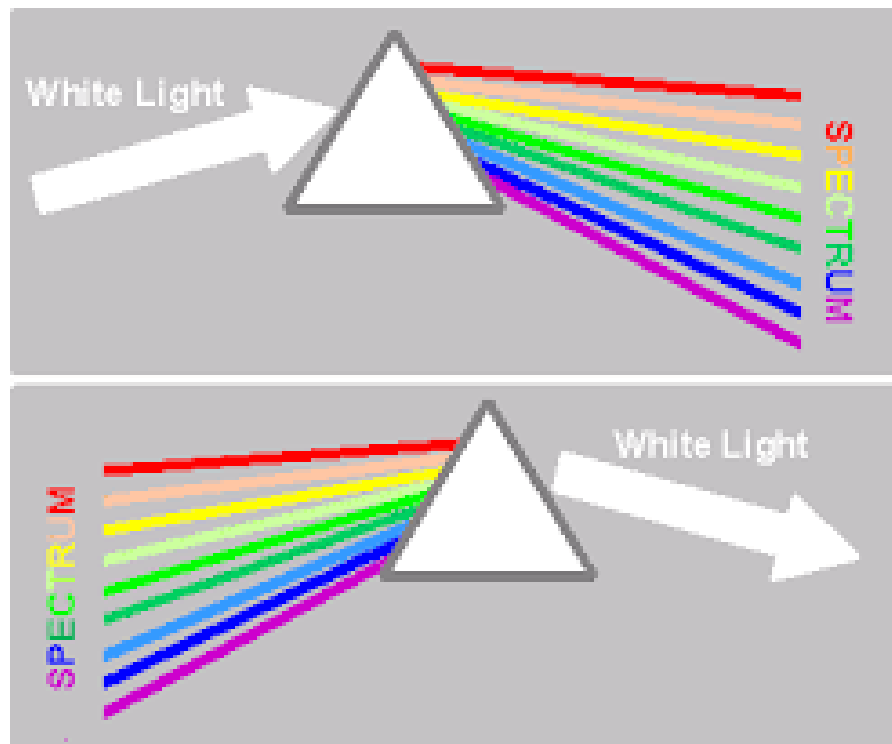
$$X(\omega) = \frac{1}{1 - ae^{-j\omega}}, \quad -1 < a < 1$$

Biến đổi Fourier và biến đổi Z

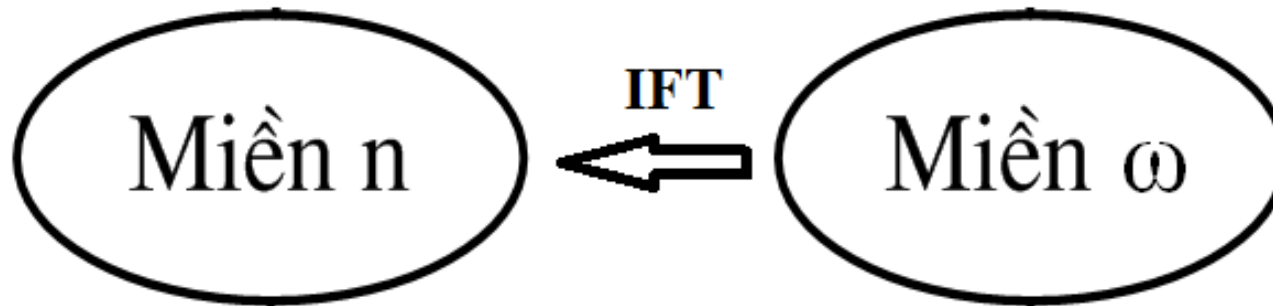
$$X(\omega) = X(Z) \Big|_{Z=e^{j\omega}} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) \cdot Z^{-n} \Big|_{Z=e^{j\omega}} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) \cdot e^{-j\omega n}$$



Biến đổi Fourier ngược



Biến đổi Fourier ngược (IFT)



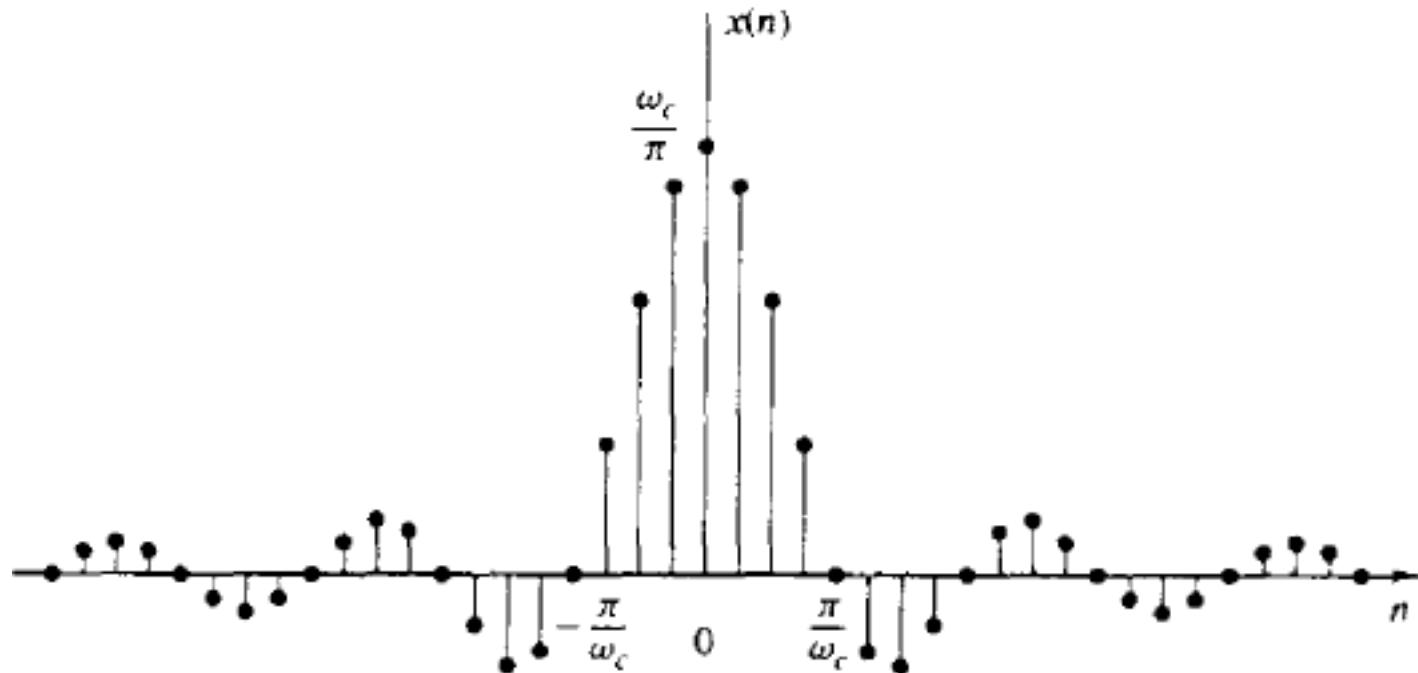
✓ Biến đổi Fourier ngược (IFT):

$$x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega \quad IFT[X(\omega)] = x(n)$$

Ví dụ

Tìm biến đổi Fourier ngược đối với phổ như sau:

$$X(\omega) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq \omega_c \\ 0, & \omega_c < |\omega| \leq \pi \end{cases}$$



Tính chất của biến đổi Fourier

Các tính chất của biến đổi Fourier

TT	Tính chất	Miền n	Miền ω
1	Định nghĩa	$x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega$	$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) e^{-j\omega n}$
2	Tuyến tính	$ax_1(n) + bx_2(n)$; (a, b: hằng số)	$aX_1(e^{j\omega}) + bX_2(e^{j\omega})$
3	Trễ trong miền thời gian n	$x(n - n_0)$	$e^{-j\omega n_0} X(e^{j\omega})$
4	Tính đối xứng	x(n) là thực (tính chất đối xứng)	$X^*(e^{j\omega}) = X(e^{-j\omega})$
			$\text{Re}[X(e^{j\omega})] = \text{Re}[X(e^{-j\omega})]$
			$-\text{Im}[X(e^{j\omega})] = \text{Im}[X(e^{-j\omega})]$
			$ X(e^{j\omega}) = X(e^{-j\omega}) $
	Tính đối xứng	$x^*(n)$	$X^*(e^{-j\omega})$
		$x(-n)$	$X(e^{-j\omega})$
5	Tích chập trong miền n	$x_1(n) * x_2(n)$	$X_1(e^{j\omega}) X_2(e^{j\omega})$

Các tính chất của biến đổi Fourier

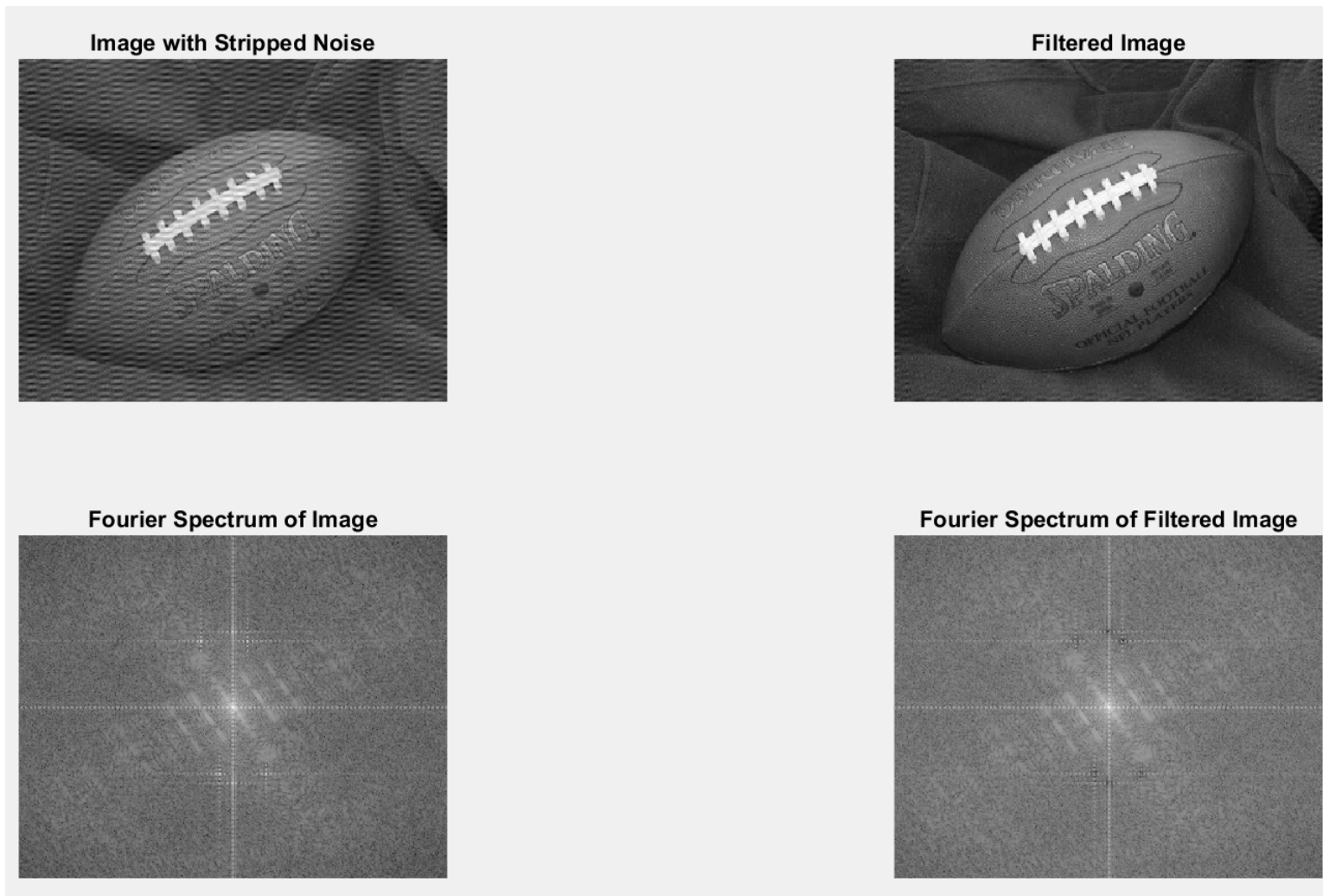
TT	Tính chất	Miền n	Miền ω
6	Tích chập trong miền tần số	$x_1(n) \cdot x_2(n)$	$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X_1(e^{j(\omega-\omega')}) \cdot X_2(e^{j\omega'}) d\omega'$
7	Vi phân trong miền tần số	$n x(n)$	$j \frac{dX(e^{j\omega})}{d\omega}$
8	Dịch tần số	$e^{j\omega_0 n} x(n)$	$X[e^{j(\omega-\omega_0)}]$
9	Tính chất điều chế	$x(n) \cos \omega_0 n$	$\frac{1}{2} X[e^{j(\omega-\omega_0)}] + \frac{1}{2} X[e^{j(\omega+\omega_0)}]$
10	Định lý Weiner Khinchine	$\sum_{n=-\infty}^{\infty} x_1(n) \cdot x_2^*(n)$	$\frac{1}{2} \int_{-\pi}^{\pi} X_1(e^{j\omega}) \cdot X_2^*(e^{j\omega}) d\omega$
11	Quan hệ Parseval	Quan hệ Parseval $\sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) ^2$	$\frac{1}{2} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) ^2 d\omega$

Ứng dụng của biến đổi Fourier

Trong phân tích tín hiệu

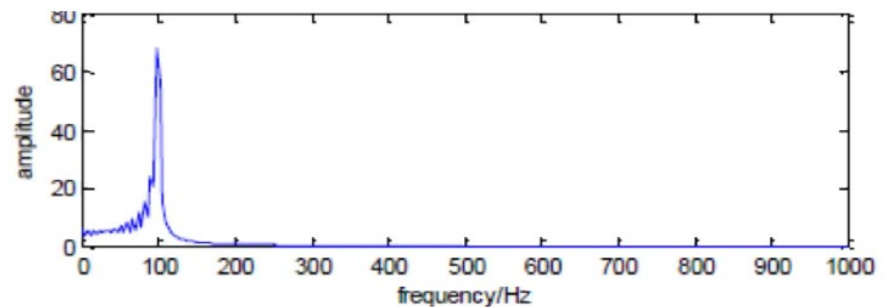
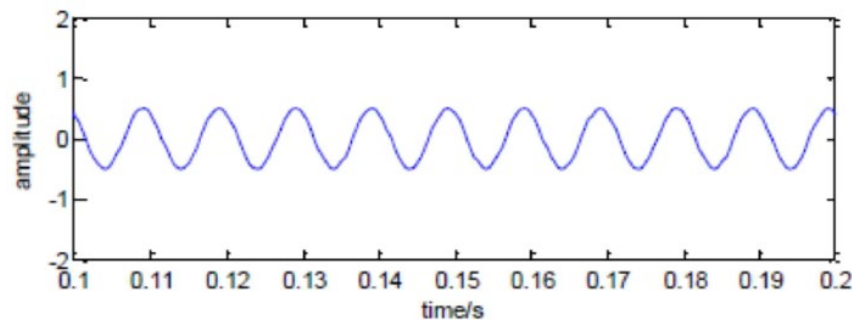
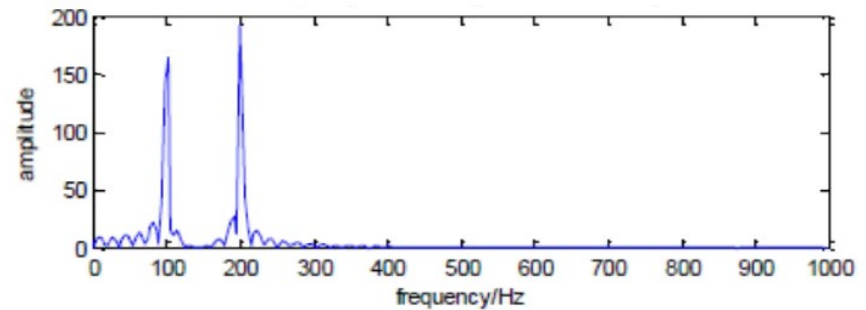
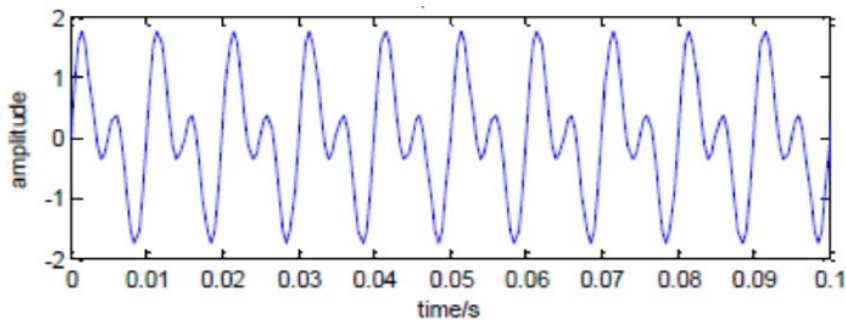
Ứng dụng của biến đổi Fourier

- Loại bỏ nhiễu trong phân tích hình ảnh:



Ứng dụng của biến đổi Fourier

- Nhận dạng tiếng nói
- Loại bỏ nhiễu trong tiếng nói
- Loại bỏ nhiễu trong truyền thông vô tuyến
-



Tổng kết

- ❑ Biến đổi Fourier
- ❑ Biến đổi Fourier ngược
- ❑ Tính chất của biến đổi Fourier
- ❑ Ứng dụng của biến đổi Fourier
- ❑ Bài tập: 2.1 – 2.7 (2.8-2.15)