Introduction to Communications Engineering

IT4593E

Đỗ Công Thuần, Ph.D.

Dept. of CE, SoICT, HUST

Email: thuandc@soict.hust.edu.vn

ONE LOVE. ONE FUTURE.

Exercise Session 01

Exercise 1

Given a system with bandwidth B = 10 [MHz] and signal-to-noise ratio SNR = 15 [dB]. Calculate the channel capacity.

Exercise 2

A transmission channel uses a bandwidth of B = 5 [MHz] with a transmit signal power of P = 10 [mW]. The white noise has a power spectral density of N0 = 10^{-9} [W/Hz]. Calculate the channel capacity using Shannon's formula.

Exercise 3

A student is researching a 5G network with an expected data rate of 1 [Gbps]. Assuming SNR = 30 [dB], calculate the minimum bandwidth required to achieve this rate.

Exercise 4

Signal $x(t) = Ae^{-at}$ with $A > 0$, $a > 0$. Determine whether this signal is an energy signal or a power signal. Calculate the energy or power (if applicable).

Exercise 5

Show that the following signal is power signal and determine its power content.

$$x(t) = Ae^{j(2\pi f_0 t+\theta)}$$

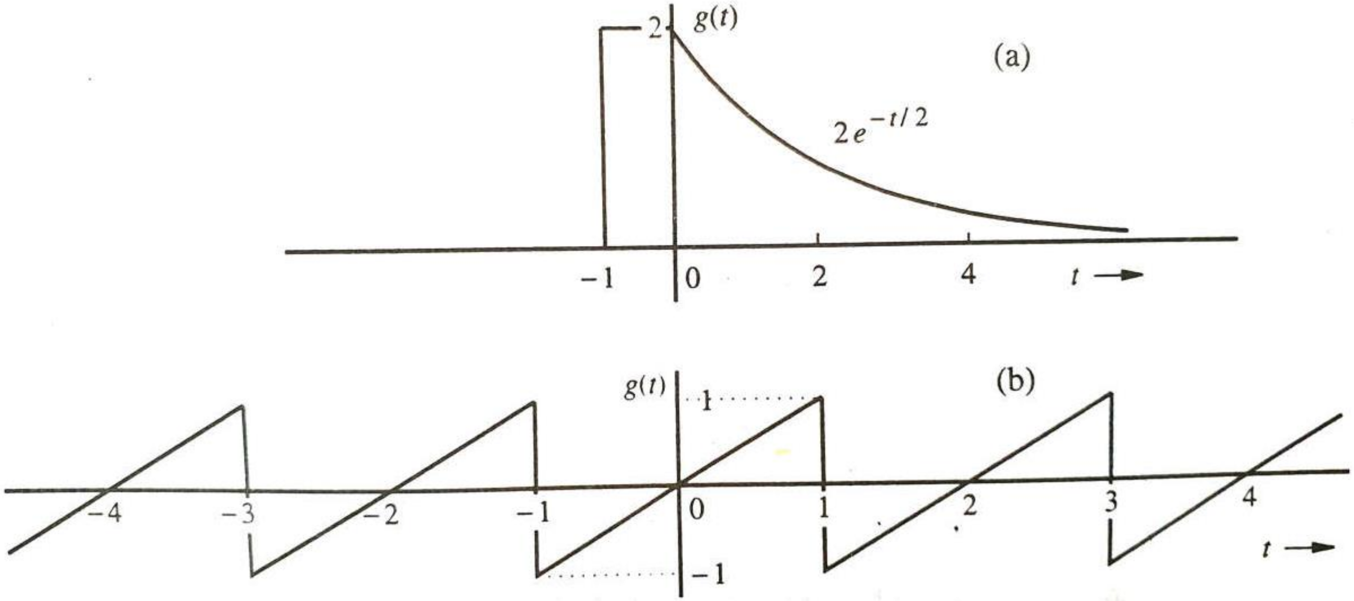
Exercise 6

Is the following signal an energy signal or a power signal?

$$x(t) = \begin{cases} Kt^{-1/4} & t > 0 \\ 0 & t \le 0 \end{cases}$$

Exercise 7

Determine the appropriate measure (energy or power) for given signals:



Exercise 8

Among the following signals, which ones are energy signals?

A $x_1(t) = \sin(2\pi t)$

B $x_2(t) = \sin(2\pi t)e^{-|t|}$

C $x_3(t) = e^{-t\hat{}2}$

D $x_4(t) = te^{-|t|}$

SOICT

Exercise 9

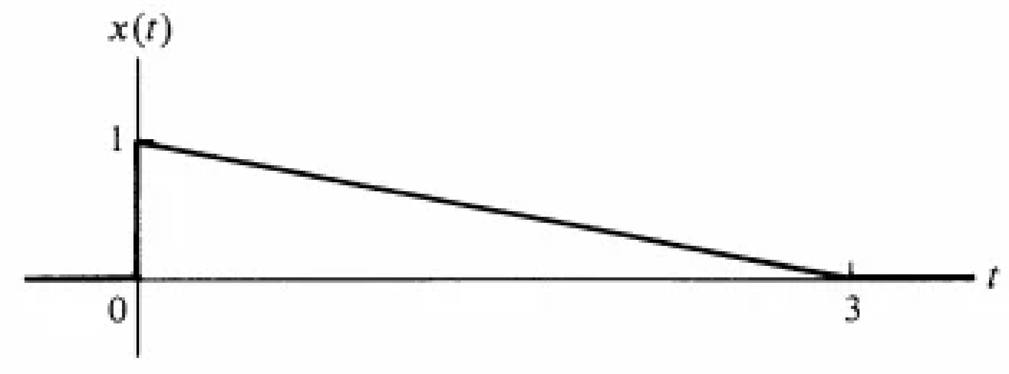
Find the autocorrelation function of

$$x(t) = A cos(2\pi f_0 t + \varphi).$$

Find the average normalized power of $x(t)$, using $P_x = R_0$.

Exercise 10

Given a signal x(t) as shown in the figure:



Draw the form of the following signal:

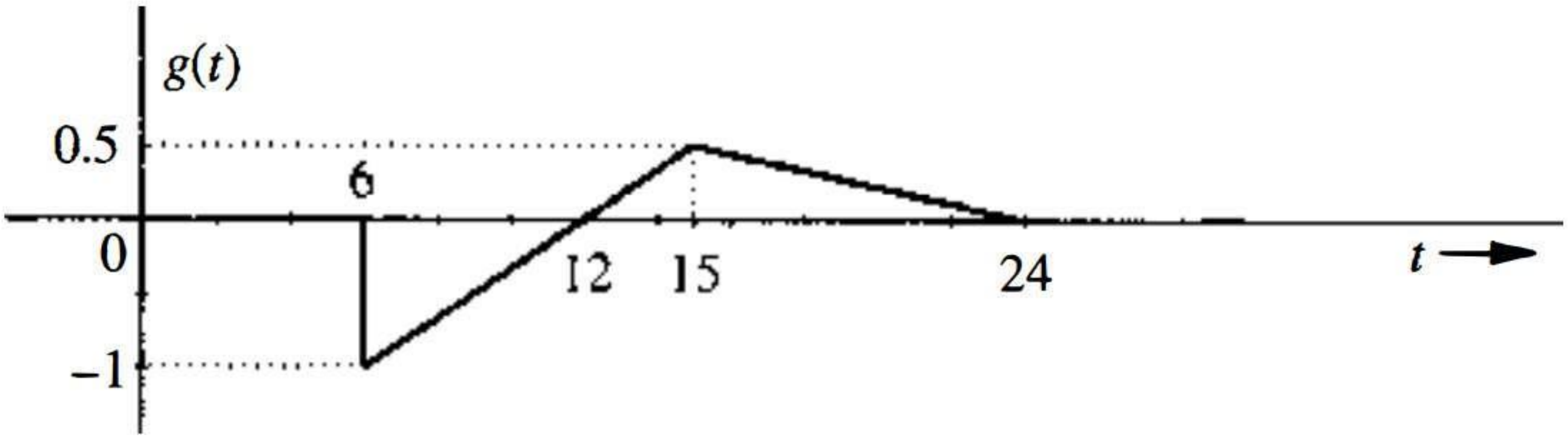
a) x(-t)

b) x(t+2)

c) x(2t+2)

d) x(1-3t)

Exercise 11



Given a signal g(t), draw the following transformed versions:

a) g(t-4)

b) g(t+6)

c) g(3t)

d) g(6-t)

Exercise 12

$\underline{\boldsymbol{u}}_{\mathrm{T}}$=(10011100...) R_b=1 Mbps

Draw the waveform of all the signal sets: Bi-NRZ, Uni-NRZ, Bi-NZ, Uni-RZ, 4-ASK, 2-PSK, 4-PSK, 2-FSK.

Bài tập mô phỏng

Sử dụng các hàm của MATLAB (bao gồm randn, plot, hist, trapz, conv, flipud, chol, repmat, fft, fftshift, mean) để thực hiện các bước thực hành:

1. Vẽ hàm mật độ xác suất (PDF) của phân phối Gaussian với các đặc tính thống kê bao gồm kỳ vọng $\mu = 0$ và phương sai $\sigma^2 = 2$.
2. Tạo $N = 100000$ mẫu $(X_1, \ldots, X_N)$ theo phân phối Gaussian với $\mu = 0$ và $\sigma^2 = 2$. Từ N mẫu, kiểm tra ngược lại kỳ vọng và phương sai bằng thực nghiệm sử dụng công thức:

$$\mu = \frac{X_1 + \ldots + X_N}{N},$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \mu)^2}{N}.$$

3. Vẽ hàm mật độ xác suất theo thực nghiệm và lý thuyết. Nhận xét kết quả thực nghiệm và lý thuyết bằng cách thay đổi giá trị $N \in \{10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6\}$.
4. Tìm hiểu về hàm tự tương quan và tính giá trị tự tương quan với N mẫu dữ liệu Gaussian. Vẽ kết quả.
5. Sinh mẫu dữ liệu theo phân phối Gaussian và vẽ hàm mật độ phổ công suất.

(Sinh viên sử dụng mã nguồn tham khảo trong lecture note, run code và giải thích kết quả thu được.)

Bài tập về nhà

So sánh phân phối Gaussian với các phân phối khác, ví dụ:

```
mu = 0; sigma = 1; N = 100000;
% Tạo dữ liệu cho các phân phối
X_gaussian = sigma*randn(N,1) + mu;
X_uniform = rand(N,1)*sqrt(12) - sqrt(12)/2; % μ=0, σ²=1
X_rayleigh = raylrnd(1/sqrt(2), [N,1]); % σ²=1
```

Yêu cầu:

1. Vẽ PDF của cả 3 phân phối trên cùng đồ thị.
2. So sánh hình dạng PDF, tính đối xứng.
3. Tính và so sánh hàm tự tương quan của chúng.
4. Nhận xét về PSD của các quá trình ngẫu nhiên khác nhau.

(Sinh viên cần nộp báo cáo gồm mã nguồn + chú thích và giải thích kết quả thu được.)