



به نام خدا

# تمرین اول

سیگنال‌ها و سیستم‌ها – بهار ۱۴۰۱

## توضیحات

- پاسخ به تمرین‌ها باید به صورت انفرادی صورت گیرد و در صورت مشاهده هرگونه **تقلب** نمره **صفر** برای کل تمرین منظور خواهد شد.
- پاسخ‌ها مرتب و خوانا باشند.
- مهلت ارسال پاسخ‌ها تا ساعت **۲۳:۵۹** **جمعه ۱۳** اسفند می‌باشد.
- پاسخ‌های بخش تئوری را به صورت pdf و پاسخ‌های بخش عملی را به صورت zip با قالب نامگذاری HW?\_Name\_StudentNumber بارگذاری نمایید. (مثال: HW5\_FarzadRadnia\_9831024)
- در صورت بروز هرگونه ابهام، سوال خود را از طریق ایمیل [SS.2022Spring@gmail.com](mailto:SS.2022Spring@gmail.com) یا شناسه‌ی تلگرامی [@AUTSS](https://t.me/AUTSS) با تدریس‌یاران درس مطرح کنید. موضوع ایمیل را "تمرین تئوری/عملی X: سوال Y" قرار دهید. همچنین برای سوالات خارج از تمرین از موضوع "سوال از فصل X" استفاده نمایید.

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر



## بخش اول - تمرین تئوری

۱. انرژی کل و توان متوسط در بازه بی‌نهایت سیگنال‌های زیر را به دست آورید.

a)  $x_1[n] = e^{j\left(\frac{\pi n}{5} + \frac{\pi}{6}\right)}$

b)  $x_2[n] = \cos(\pi n) u[-n^2 - n - 6]$

c)  $x_3[n] = \sum_{i=0}^{100} \left(\frac{1}{2}\right)^i \delta[n - i]$

d)  $x_4(t) = e^{5t} u(-t)$

e)  $x_5(t) = \sin\left(\frac{\pi}{4}t\right)$



۲. متناوب بودن سیگنال‌های زیر را مشخص کنید. در صورت متناوب بودن سیگنال، دوره تناوب اساسی<sup>۱</sup> آن را به دست آورید در غیر اینصورت با استدلال کافی نامتناوب بودن سیگنال را توضیح دهید.

a)  $x_1(t) = \sin\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{8}\right)$

b)  $x_2(t) = \cos^2\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{5\pi}{6}\right)$

c)  $x_3(t) = e^{j\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{\sqrt{3}}}$

d)  $x_4(t) = \mathcal{E}v\left\{\cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)u(-t)\right\}$

e)  $x_5[n] = \sin\left(6n - \frac{\pi}{6}\right)$

f)  $x_6[n] = 2\cos\left(\frac{\pi}{3}n\right)\cos\left(\frac{\pi}{5}n\right)$

g)  $x_7[n] = e^{j\frac{5\pi}{6}n} + e^{j\frac{2\pi}{3}n}$

---

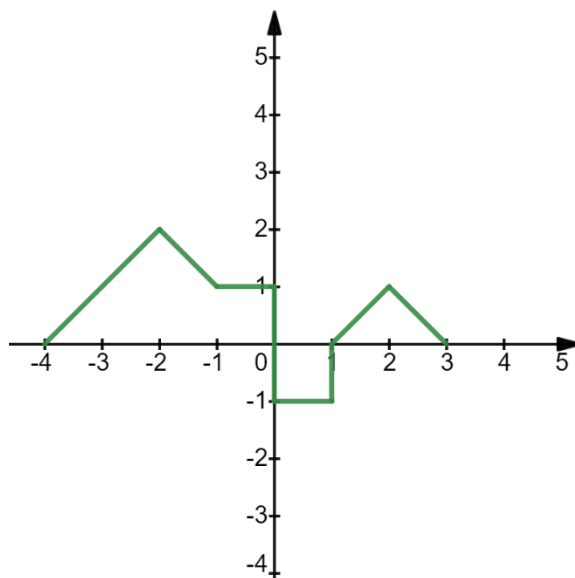
<sup>1</sup> Fundamental Period



## تمرین اول



۳. الف) سیگنال  $x(t)$  را به صورت زیر تعریف می شود. موارد خواسته شده را رسم کنید.



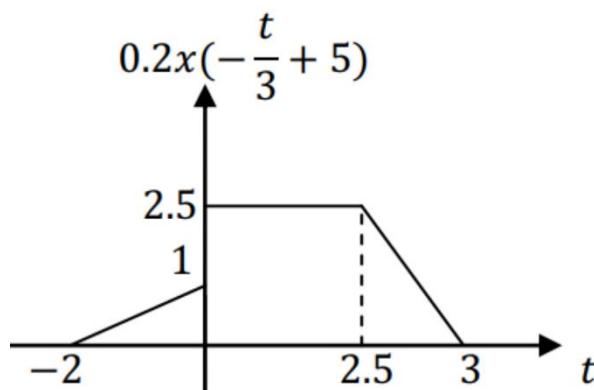
a)  $x(2 - t)$

b)  $x\left(\frac{t}{2} + 1\right)$

c)  $x(1 - 2t)$

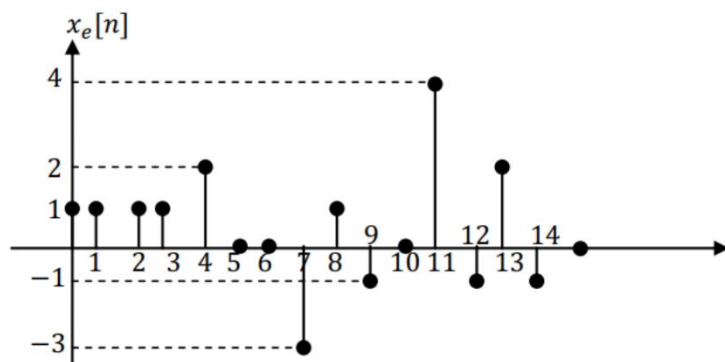
d)  $x\left(\frac{t}{2}\right) [\delta(t + 3) - \delta(t - 3)]$

ب) سیگنال  $0.2x\left(-\frac{t}{3} + 5\right)$  به صورت زیر می باشد. سیگنال  $x(t)$  را رسم کنید.





۴. شکل زیر، مربوط به  $\mathcal{E}\mathcal{U}\{x(t)\}$  می باشد. می دانیم برای  $n < 0$ ،  $x[n] = 0$  می باشد.



الف) انرژی سیگنال  $x[n]$  را محاسبه کنید.

ب) نمودار  $x[-n^2]$  را رسم کنید.



۵. ویژگی های مطرح شده برای هر یک سیستم های زیر را بررسی کنید.

a)  $y_1(t) = \int_{-\infty}^t x(\tau) d\tau$  (Causality, Linearity, Memoryless, Stability)

b)  $y_2[n] = \sin^2 n x[n - 1]$  (Causality, Linearity, Memoryless, Stability, Time-Invariance)

c)  $y_3[n] = x[n - 1] + 2x[2n + 1]$  (Causality, Linearity, Memoryless, Stability, Time-Invariance)

d)  $y_4(t) = \frac{1}{2} x\left(\frac{t}{2}\right) + \sin(t)$  (Causality, Linearity, Memoryless, Stability, Time-Invariance)

e)  $y_5(t) = \cos(x(t))$  (Causality, Linearity, Memoryless, Stability, Time-Invariance)



۶. وارون پذیری سیستم‌های زیر را بررسی کنید. در صورت وارون پذیر بودن سیستم، معادله صریح سیستم وارون را محاسبه کنید.

a)  $y_1(t) = \frac{x(t-2)}{2+\cos t}$

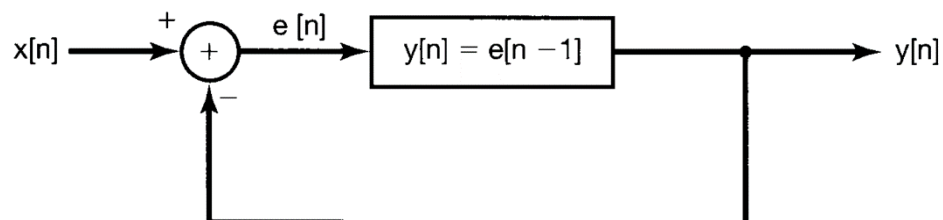
b)  $y_2[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[n]\delta[n-k]$

c)  $y_3(t) = (x(t))^2 + 10x(t) + 25$

d)  $y_4[n] = \begin{cases} x\left[\frac{n}{3}\right] & n = 3k \\ 0 & n \neq 3k \end{cases}$



۷. سیستم بازخورد زیر را در نظر بگیرید.



اگر  $y[n] = 0$  for  $n < 0$ ، آنگاه خروجی سیستم را به ازای ورودی‌های زیر رسم کنید.

- $x[n] = \delta[n]$
- $x[n] = u[n]$





۸. یک سیستم در ازای ورودی  $x[n]$ ، خروجی  $y[n]$  را به صورت زیر تولید می‌کند. موارد خواسته شده را اثبات یا رد کنید.

$$y[n] = x[n]\{g[n] + g[n - 1]\}$$

- اگر  $g[n] = 1$  for all  $n$ ، آنگاه سیستم نامتغیر زمانی<sup>۲</sup> است.
- اگر  $g[n] = n$ ، آنگاه سیستم متغیر زمانی<sup>۳</sup> است.
- اگر  $g[n] = 1 + (-1)^n$ ، آنگاه سیستم نامتغیر زمانی است.

---

<sup>۲</sup> Time-Invariant

<sup>۳</sup> Time-Variant



## بخش دوم - تمرین شبیه سازی

برای ارسال این بخش، فایل های شبیه سازی را به همراه فایل pdf از تصاویر سیگنال های رسم شده، در قالب یک فایل با فرمت zip در سامانه بارگذاری نمایید.

## رسم سیگنال های پیوسته زمان و گسسته زمان

۱. سیگنال های زیر را با استفاده از کتابخانه [numpy](#) و [matplotlib](#) در پایتون، یا با استفاده از متلب رسم کنید. برای سیگنال های پیوسته اندازه گام (step) ۰.۰۱ فرض شود.

- a.  $x_1(t) = \sin(t)$   $interval = [-\pi, \pi]$
- b.  $x_2[n] = \begin{cases} -n - 1, & n < 0 \\ n^2, & n \geq 0 \end{cases}$   $interval = [-5, 5]$
- c.  $x_3[n] = e^{3n}u[n + 2] + 2\delta[n]$   $interval = [-5, 10]$
- d.  $x_4(t) = u(t - 2) - u(t + 2)$   $interval = [-5, 5]$
- e.  $x_5[n] = \cos(3n)$   $interval = [-10, 10]$
- f.  $x_7[n] = \cos(3\pi n)$   $interval = [-10, 10]$

۲. با استفاده از سیگنال های به دست آمده در سوال یک، سیگنال های زیر را رسم کنید.

- a.  $x_8(t) = x_1(2t - 3)$
- b.  $x_9[n] = -2x_3[-5n - 7]$
- c.  $x_{10}(t) = x_1(-t + 3)$