

بنام خدا

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

درس سیگنال و سیستم‌ها

تمرین کامپیوتری 3

استاد : دکتر اخایی

مهلت تحویل : 3 بهمن

### سر فصل مطالب

- سوال 1 : Expression manipulation ..... 2
- سوال 2 : Laplace Analysis/Transform ..... 3
- سوال 3 : Networks ..... 5
- سوال 4 : Discrete time signals ..... 6
- 6..... Discrete analysis/ Sequences ⌚
- 7..... Discrete Transforms ⌚
- سوال 5 : Difference Equation ..... 8
- 6..... Discrete time linear time invariant filter(DTLTI) ⌚
- نکات تحویل..... 9

## سوال 1 :

سیگنال  $x(t) = A_1 e^{-\alpha t} u(t) + A_2 e^{-\beta t} \sin(\omega_0 t + \theta) u(t)$  را در نظر بگیرید :

( الف )

سیگنال فوق را به کمک کتابخانه "Lcapy" ایجاد کنید.

( ب )

تبدیل لاپلاس سیگنال داده شده را به صورت پارامتری هم در پایتون و هم به صورت تئوری محاسبه کنید.

( ج )

به کمک آموزش داده شده ، تابع تبدیل بدست آمده را به شکل  $G(s) = \frac{A(s)}{B(s)}$  درآورید .

( د )

به کمک آموزش داده شده ، تابع تبدیل بدست آمده در قسمت قبل را به صورت جمع ترم های مجزا درآورید که هر ترم دارای یک قطب از تابع تبدیل باشد . بنظر شما استفاده از این نوع نمایش چه برتری دارد ؟

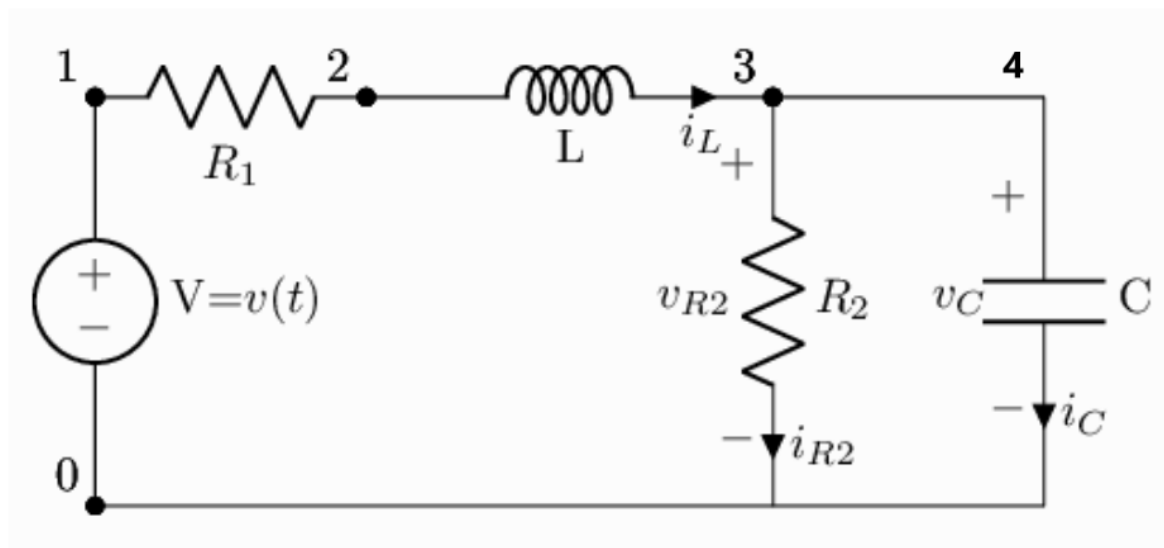
( ه )

به کمک آموزش داده شده ،  $B(s)$  را به قطب های تابع تبدیل تجزیه کنید و هر قطب را اعلام کنید . ناحیه مجاز برای  $S$  را بدست آورید .

## سوال 2 :

### Laplace Analysis

مدار زیر را در نظر بگیرید :



( الف )

به کمک تابع Circuit ، مدار بالا را پیاده سازی کنید ( در این مرحله نیازی به مقداردهی به المان های مدار نیست )

( ب )

به کمک آموزش داده شده ، تابع تبدیل پارامتری را هنگامی که  $v(t)$  ورودی و  $v_C(t)$  خروجی باشد را بدست آورید .

( ج )

با بدست آوردن قطب های تابع تبدیل به صورت پارامتری ، شرطی را تعیین کنید که پاسخ پله سیستم دارای ترم های سینوسی و کسینوسی نباشد .

( د )

پاسخ پله سیستم را با مقادیر داده شده در زیر ، هم در پایتون و هم به صورت تئوری بدست آورید و همراه با ورودی رسم کنید :

$$\begin{cases} R_1 = 4\Omega & , R_2 = 2\Omega \\ L = 2.5H & , C = 0.25F \end{cases}$$

(هـ)

مراحل بالا را برای جریان خازن  $i_C(t)$  به عنوان خروجی مدار تکرار کنید .

### ☛ Laplace Transform:

سیگنال  $x(t)$  زیر را بر حسب فرکانس  $f_0$  در نظر بگیرید :

$$(3 - 2f_0) \delta(t) + \left( \frac{f_0^2}{2} + \left( \frac{f_0^2}{2} - 6f_0 - 2 \right) \cos(2t) + \left( \frac{3f_0^2}{2} + 2f_0 - 6 \right) \sin(2t) \right) u(t) + \delta^{(1)}(t)$$

(الف)

تبدیل لاپلاس سیگنال داده شده را هم به صورت تئوری و هم در پایتون بدست آورید .

(ب)

به کمک دستور **subs** ، مقدار  $f_0 = 2$  را در تابع تبدیل بدست آمده جایگذاری کنید .

(ج)

نمودار قطب ها و صفر های سیگنال داده شده را بر حسب محور های موهومی و حقیقی در پایتون رسم کنید .

### سوال 3 :

فرض کنید impedance یک مدار به صورت  $Z(s) = 4 * \frac{15s^2+112s+80}{s*(15s^2+138s+136)}$  باشد :

( الف )

به کمک آموزش های داده شده ، یک تحقق برای این مدار پیدا کنید و شکل مدار را رسم کنید . همچنین از روی مقادیر المان های بدست آمده ، امپدانس مدار را به صورت تئوری محاسبه کرده و با مقدار داده شده در بالا مقایسه کنید.

( ب )

یک مدار RL سری با المان های  $R = 10\Omega, L = 10^{-2}H$  ایجاد کنید ( \* از تابع Circuit استفاده نکنید ). سپس مقدار امپدانس مدار را بر حسب فرکانس که  $v_f = \text{logsapce}(0,5,400)$  می باشد را رسم کنید.

( ج )

حال به مدار قسمت قبل ، یک منبع ولتاژ با اندازه 20 ولت اضافه کنید و جریان اتصال کوتاه  $(I_{short-circuit})$  و ولتاژ مدار باز  $(V_{open-circuit})$  را تا 0.01 ثانیه و برای 1000 نقطه رسم کنید.

#### سوال 4 :

#### Discrete analysis

سیگنال گسسته زمان  $x_n = 5 * e^{-\frac{j\pi n}{4}} u[n] + 10 * e^{-\frac{j\pi n}{3}} u[n]$  را در نظر بگیرید :

( الف )

با دستور plot() ، سیگنال بالا را در بازه [0,30] رسم کنید و دوره تناوب آن را بدست آورید .

( ب )

با دستور plot(polar=True) ، مختصات قطبی سیگنال بالا برای بازه [0,30] رسم کنید . بیشترین اندازه و بیشترین فاز مربوط به کدام مقدار n خواهد بود ؟

#### Sequences

سیگنال های گسسته زیر را به ابتدا به سری (Sequence) تبدیل کنید :

$$x_1 = e^{-\frac{j\pi n}{2}} u[n] \quad , \quad x_2 = n u[n] , n \in (0,5)$$

در ادامه می خواهیم Circular convolution را بین دو سری  $x_1$  و  $x_2$  انجام دهیم .

( الف )

در مورد این نوع کانولوشن تحقیق کنید .

( ب )

برای این منظور سری  $x_3$  را از کنار هم قرار دادن دو سری  $x_1$  ایجاد کنید . حال برای مقادیر  $m \in [0,5]$  ، عنصر m ام سری جدید  $x_4$  را برابر حاصل ضرب دو سری  $x_2$  و  $x_3[5 - m: 10 - m]$  قرار دهید .

( الف )

سری  $x_4$  را گزارش دهید .

( ب )

کانولوشن بالا را به صورت تئوری نیز انجام داده و نتایج را مقایسه کنید.

## Discrete Transforms

سیگنال گسسته زمان  $x[n] = (0.5 - a)^n u[n] + 10 * \left(a + \frac{1}{3}\right)^n u[n]$  را در نظر بگیرید :

( الف )

به کمک دستور subs. ، سه مقدار مختلف  $a = 1, 1.5, 3$  را در سیگنال فوق جایگزین کنید و نمایش صفر و قطب در حوزه Z رسم و تحلیل کنید.

( ب )

سیگنال  $x[n] = n * a^n u[n]$  را در نظر بگیرید :

1. تبدیل Z سیگنال فوق را هم به صورت تئوری و هم در پایتون بدست آورید.
2. عکس تبدیل Z بدست آمده را در پایتون بدست آورید .
3. DFT سیگنال فوق را هم به صورت تئوری و هم در پایتون بدست آورید.
4. DFTF سیگنال فوق را هم به صورت تئوری و هم در پایتون بدست آورید.
5. DTFT بدست آمده در بالا را بر حسب Normalized Frequency و Normalized Angular Frequency بازنویسی کرده و در پایتون بدست آورید.
6. در نهایت اندازه و فاز DTFT بدست آمده را بر حسب Normalized Angular Frequency و برای  $a = 3$  رسم کنید.

سوال 5 :

معادله تفاضلی زیر را بر حسب پارامترهای  $a, b, c, d$  در نظر بگیرید :

$$y(n) = ax(n) + bx(n-1) - cy(n-1) - dy(n-2)$$

( الف )

معادله تفاضلی بالا را به کمک DLTIFilter در پایتون ایجاد کنید.

( ب )

تابع تبدیل Z سیستم داده شده در بالا را به صورت پارامتری در پایتون بدست آورید .

( ج )

پاسخ فرکانسی گسسته سیستم را به صورت پارامتری بدست آورید .

( د )

به ازای  $a = 1, b = 1, c = -3, d = 2$  ، معادله تفاضلی عددی را به کمک دستور difference equation\_ ایجاد کنید.

( ه )

بلوک دیاگرام سیستم داده شده را برای حالت Direct form ( iir ) ، هم به صورت تئوری و هم به کمک پایتون بدست آورده و رسم کنید.

( و )

پاسخ سیستم را به ورودی  $x[n] = 2^n * u[n], n = 1, 2, 3$  را هم به صورت تئوری و هم در پایتون بدست آورید .



## نکات تحویل :

1. زدن پروژه در IDE های مختلف ( Pycharm , jupyter , colab , ... ) به شرط استفاده از زبان پایتون مجاز است . پیشنهاد می شود که در Jupyter و یا Colab کد های خود را بنویسید که قابلیت Markdown کردن هم داشته باشید .
  2. در صورت استفاده از هر تابع آماده به غیر موارد ذکر شده در پروژه ، آن را در گزارش کار خود ذکر کنید. ( **حتما برای پروژه خود گزارش تهیه کنید** ).
  3. هر کدام از سوال ها در فایل های جداگانه ipynb یا py زده شود و اسم آن فایل را مطابق صورت سوال قرار دهید و در نهایت بصورت فایل zip به فرمت CA\_num-Last\_name-std\_num در صفحه درس آپلود کنید .
  4. تمامی شکل های خروجی خواسته شده در هر سوال را با زیرنویس مربوط به آن سوال ( به شکل های در صورت پروژه دقت کنید ) مشخص کرده و در گزارش خود قرار دهید.
  5. هدف از تمرین های کامپیوتری کمک به یادگیری شماسست. بنابراین در صورت مشابهت بیش از حد در بخش های پروژه ، از شما نمره کسر خواهد شد .
  6. در صورتی که نسبت به پروژه سوال یا ابهامی داشتید ، از طریق ایمیل [sh.vassef@ut.ac.ir](mailto:sh.vassef@ut.ac.ir) یا در گروه تلگرامی با من در ارتباط باشید.
- موفق باشید .