



باسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

۲۵۷۶۵ گروه ۱ – پردازش سیگنال‌های دیجیتال – پائیز ۱۳۹۸ – ۹۹

## تمرین متلب سری اول

موعد تحویل: جمعه ۳ آبان ساعت ۱۲ شب

## توجه:

تحويل تلکلیف کامپیوتری به شکل گزارش است. گزارش را با word یا Latex تهیه کنید. شکل‌های لازم را از MATLAB با استفاده از گزینه metafile به فایل word یا آن‌ها را با فرمت eps ذخیره کرده و به فایل tex انتقال دهید. در انتهای هر تمرین، برنامه آن تمرین را به صورت text انتقال داده و در انتها گزارش خود را به فرمت PDF ذخیره کنید. گزارشی که مطابق این فرمت نباشد قابل قبول نخواهد بود. در صورت لزوم توضیحات شفاهی نیز از شما خواسته خواهد شد. تمامی محورها و نمودارها را توسط دستوره‌های xlabel، ylabel و title نام‌گذاری کنید.

## ۱ پاسخ حوزه زمان معادله تفاضلی

## ۱.۱

معادله تفاضلی مربوط به یک فیلتر IIR به صورت زیر است:

$$y[n] + 0.9y[n-2] = 0.3x[n] + 0.6x[n-1] + 0.3x[n-2] \quad (1)$$

حال به صورت تحلیلی، پاسخ  $y[n]$  را به ورودی  $x[n] = \delta[n]$  حساب کنید. این پاسخ را به ازای  $n=128$  رسم کنید.

## ۲.۱

## ۱.۲.۱

با استفاده از تابع filter متلب، پاسخ ضربه  $h[n]$  متناظر با معادله تفاضلی زیر را به ازای  $-10 \leq n \leq 100$  رسم کنید.

$$y[n] - 1.8 \cos\left(\frac{\pi}{8}\right)y[n-1] + 0.81y[n-2] = x[n] + \frac{1}{2}x[n-1] \quad (2)$$

## ۲.۲.۱

همچنین این پاسخ ضربه را به صورت تحلیلی حساب کنید و نتایج قسمت قبلی را تأیید کنید.

## ۳.۱ فرکانس‌های طبیعی

همانطور که میدانید، پاسخ ضربه معادله‌های ۱ و ۲ از چند فرکانس طبیعی تشکیل شده‌اند. این فرکانس‌ها به وسیله‌ی ریشه‌های مخرج تابع تبدیل  $(H(z))$  محاسبه می‌شوند. هر ریشه‌ی این چندجمله‌ای  $p_k$  به صورت یک عبارت  $p_k^n u[n]$  در

خروجی ظاهر می‌شود. در این قسمت از شما خواسته می‌شود که ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  موجود در عبارت زیر را با نوشتن یک دستگاه معادلات در متلب حساب کنید و سپس، پاسخ ضربه نهایی را رسم کنید و نتیجه را با نتیجه‌ی قسمت ۲.۱ مقایسه کنید.

$$h[n] = (\alpha p_1^n + \beta p_2^n)u[n] \quad (3)$$

برای محاسبه ریشه یک چند جمله‌ای می‌توانید از تابع root متلب استفاده کنید.

## ۲ تبدیل فوریه زمان گسسته

### ۱.۲

تابعی بنویسید که تبدیل فوریه زمان گسسته سیگنال M نقطه‌ای ورودی را در بازه‌ی  $[\pi, \pi]$  به عنوان خروجی تولید کند. (راهنمایی: از توابع fft و fftshift استفاده کنید.)

## ۲.۲ تبدیل فوریه یک پالس

### ۱.۲.۲

پالس با طول متناهی زیر را در نظر بگیرید.

$$r[n] = 1 \quad 0 \leq n < L$$

و در باقی نقاط  $r[n] = 0$  است. حال با استفاده از تابعی که در قسمت قبل نوشته‌اید، به ازای  $L = 12$  و  $L = 15$  تبدیل فوریه این پالس را حساب کنید. سپس قسمت موهومی و حقیقی و اندازه تبدیل فوریه را رسم نمایید. برای راحتی نمایش از دستور subplot استفاده نمایید. تعدادی نمونه‌های فرکانسی را نیز بین ۵ تا ۱۰ برابر طول پالس در نظر بگیرید. به صورت کلی مشاهدات خود را توضیح دهید.

### ۲.۲.۲

حال فاز تبدیل فوریه را به ازای هر دو مقدار L رسم کنید. تعداد نمونه‌های فرکانسی را دلخواه انتخاب نمایید. سپس در مورد توابع unwrap متلب مطالعه کنید و سپس در این تمرین از آن استفاده نمایید.

## ۳.۲

مجدداً با استفاده از تابعی که در این تمرین نوشتید، اندازه‌ی تبدیل فوریه توابع زیر را حساب کنید. و سپس ارتباط آن‌ها را توضیح دهید.

$$(a) \quad x_1[n] = \frac{\sin^2(\frac{\pi}{10}n)}{(\frac{\pi}{10}n)^2}$$

$$(b) \quad x_2[n] = \frac{\sin(\frac{\pi}{10}n)}{(\frac{\pi}{10}n)}$$

$$(c) \quad y_1[n] = x_2[2n]$$

$$(d) \quad y_2[n] = x_2[\frac{n}{2}] \quad n \text{ is even}; \quad y_2[n] = 0 \quad n \text{ is odd}$$

$$(e) \quad y_3[n] = x_2[n] \times \sin(2\pi \times 0.3 \times n)$$

تعداد نمونه‌های فرکانسی را ۱۰۰۰ در نظر بگیرید.

### ۳ کار با داده‌ی واقعی

در این قسمت به شما یک سیگنال EEG چهار کاناله داده می‌شود و از شما خواسته می‌شود که توان سیگنال را برحسب زمان در برخی از باندهای فرکانسی رسم کنید. با توجه به اینکه قسمت مرتبط با فیلتر کردن سیگنال‌ها را هنوز در کلاس درس بررسی نکرده‌اید، کدهای به همراه فایل تمرین برای راحتی کار شما ضمیمه شده است.

به صورت خلاصه کد eeg.m دو کانال اول با نام‌های Fpz و Oz را در باندهای فرکانسی مورد نظر، فیلتر می‌کند. حال از شما خواسته می‌شود در ادامه‌ی این کد، برای ۸ سیگنال بدست آمده، Fpz\_alpha, Fpz\_beta, Fpz\_theta, Fpz\_delta، و برای Oz نیز به همین صورت، توان سیگنال را در پنجره‌هایی به طول ۲۰۰ و با همپوشانی ۵۰ رسم کنید. در نهایت از شما ۸ نمودار از شما خواسته می‌شود.

همچنین در مورد این باندهای فرکانسی در سیگنال EEG تحقیق کنید و با توجه به نتایج تحقیق، برای مشاهده‌ی خود از نمودارها، توجیه کلی (نه لزوماً دقیق) بیاورید.