

## بخش اول: آشنایی با توابع و ترسیم آنها

۱- یک دنباله سینوسی بصورت  $x(n) = A \cos(\omega n + \varphi)$  مشخص و توسط دامنه، فرکانس و فلز مشخص میگردد:  
الف) برنامه ای بنویسید که دنباله های زیر را تولید و ترسیم نماید:

$$x_2(n) = \cos\left(\frac{\pi}{17}n\right), -15 \leq n \leq 25 \quad \text{و} \quad x_1(n) = \cos\left(\frac{\pi}{17}n\right), 0 \leq n \leq 25$$

$$x_4(n) = \cos\left(\frac{\pi}{\sqrt{23}}n\right), 0 \leq n \leq 50 \quad \text{و} \quad x_3(n) = \cos\left(3\pi n + \frac{\pi}{2}\right), -10 \leq n \leq 10$$

## بخش دوم: فیلتر پایین گذر ایده ال

پاسخ یک سیستم LSI به ورودی  $x(n)$  و پاسخ ضربه  $h(n)$  توسط جمع کانولوشن بصورت زیر محاسبه می گردد:

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} h(n)x(n-k)$$

$$h(n) = \begin{cases} \frac{1}{7}, & 0 \leq n \leq 6 \\ 0 & \end{cases}$$

یک فیلتر پایین گذر ساده ( و البته با عملکرد بد!) دارای پاسخ ضربه بصورت روبرو می باشد:

۱- اگر ورودی این سیستم  $x(n) = u(n)\cos(\omega_0 n)$  باشد. برنامه ای بنویسید که شکل موجهای ورودی و خروجی را بر روی یک

شکل بازا فرکانس ورودی  $\omega_0 = \frac{\pi}{10}$  در فاصله  $-10 \leq n \leq 70$  محاسبه و ترسیم نماید. همچنین بعد از گذشت حالت گذرا

دامنه و فاز سیگنال خروجی را با سیگنال خروجی مقایسه نمایید.

۲- قسمت قبل را با افزایش فرکانس ورودی برای فرکانسهای  $\omega_0 = \frac{\pi}{5}$ ,  $\omega_0 = 4\frac{\pi}{5}$  انجام داده و دامنه خروجی را با افزایش

فرکانس ملاحظه نمایید.

۳- بند (۱) را بکمک دستورات Conv و filter انجام داده و نتایج را با برنامه خودتان مقایسه نمایید.

## بخش سوم: پاسخ فرکانسی ۱

۱- به کمک دستور exp دنباله  $x(n) = u(n)e^{j\omega_0 n}$  برای  $\omega_0 = \frac{\pi}{10}$  و در فاصله  $-10 \leq n \leq 70$  محاسبه و ترسیم نماید.

۲- در صورتی که این دنباله ورودی فیلتر پایین گذر قبل ( $h(n)$ ) باشد. با کمک برنامه قبل شکل موجهای ورودی و خروجی را بر روی یک شکل ترسیم نموده میزان تضعیف دامنه و نیز اختلاف فاز آنها را مشخص کنید. (بخشهای حقیقی و موهومی ورودی و خروجی را بعد از گذشت حالت گذرا بر روی یک شکل ترسیم نمایید).

۳- از آنجا که این ورودی نمایی یک تابع ویژه سیستم می باشد پاسخ خروجی پس از گذشت حالت گذرا بصورت

$$\frac{y(n)}{x(n)} = A e^{j\varphi}$$

بکمک نتایج بند (۲) مقادیر  $A, \varphi$  را محاسبه نمایید. (توجه شود که  $\frac{y(n)}{x(n)} = A e^{j\varphi} e^{j\omega_0 n}$  خواهد بود.)

۴- بند قبل (۳) را برای فرکانسهای  $\omega_0 = \frac{\pi}{5}$ ,  $\omega_0 = 4\frac{\pi}{5}$  تکرار نموده و چگونگی عملکرد فیلتر فوق را با افزایش فرکانس

توضیح دهید. نتایج حاصله (مقادیر  $A, \varphi$ ) برای هر سه فرکانس را در یک جدول بنویسید

### بخش چهارم: پاسخ فرکانسی ۲

۱- میدانیم پاسخ یک سیستم LSI به تابع ویژه  $x(n) = e^{j\omega n}$  برابر با  $y(n) = H(e^{j\omega})e^{j\omega n}$  بوده بطوریکه  $H(e^{j\omega})$

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} h(n)e^{-j\omega n}$$

پاسخ فرکانسی سیستم با پاسخ ضربه  $h(n)$  بوده و برابر است با:

برنامه ای بنویسید که پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر قبل  $\{h(n) = \frac{1}{7}, 0 \leq n \leq 6\}$  را برای فرکانسهای

$\omega = 4\frac{\pi}{5}, \frac{\pi}{5}, \frac{\pi}{10}$  محاسبه نماید. نتایج حاصله را با نتایج حاصله در بند ۳ و ۴ بخش قبل مقایسه نمایید.

۲- با بکارگیری دستور  $(H = \text{FREQRESP}(h,W))$  اندازه و فاز پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر را بازای

$\omega = 0, 0.01, 0.02, \dots, 4\pi$  محاسبه و در دو شکل مختلف ترسیم نمایید. در صورتی که ورودی یک دنباله نمایی با

فرکانس  $\omega = \frac{\pi}{2}$  باشد خروجی را بدست آورید.

۳- به نظر شما چرا فیلتر پایین گذر فوق چندان مناسب نیست؟ (به لوبهای فرعی پاسخ فرکانسی دقت نمایید)

$$h_m(n) = \begin{cases} \frac{n+1}{16}, & 0 \leq n \leq 3 \\ \frac{7-n}{16}, & 4 \leq n \leq 6 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

۴- اگر یک فیلتر پایین گذر با پاسخ ضربه  $h_m(n)$  در نظر بگیریم. بند ۲ بخش قبل را در خصوص

این فیلتر تکرار نموده و نتیجه حاصل را مقایسه نمایید. به نظر شما عملکرد کدام فیلتر مناسبتر است؟

### بخش پنجم: فیلتر کردن نویز

۱- به کمک دستور  $n = \text{randn}(100, 1)$  یک دنباله نویز سفید گوسی با متوسط صفر تولید نموده و ترسیم نمایید.

۲- با عبور این نویز از فیلتر پایین گذر  $(h(n))$  پاسخ را محاسبه و ترسیم نموده با ورودی مقایسه کنید.

۳- یک دنباله آغشته به نویز بصورت  $s = \sin(t'/10) + n$  و  $t=1:100$  تولید نمایید. با عبور آن از فیلتر پایین گذر  $(h(n))$

شکل موجهای ورودی - خروجی را بر روی یک منحنی ترسیم نمایید. آیا نسبت سیگنال به نویز در خروجی افزایش یافته است؟

۴- با بکارگیری فیلتر پایین گذر با پاسخ ضربه  $h_m(n)$  بند ۳ را تکرار و نتیجه هر دو را مقایسه نمایید. عملکرد کدام فیلتر در

کاهش سطح نویز بهتر بوده است؟