

به نام خدا



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها

تمرین شماره دو

محمدهادی عطاریه

۸۱۰۱۹۵۴۳۳

بهار ۹۷

فهرست مطالب

سوال 1	4
پیدا کردن فرکانس صدای آزار دهنده	4
طراحی فیلتر میان گذر	4
سوال 2	7
بدست آوردن سیستم معکوس	7
روش یک	7
روش دوم	7
حذف اکو با تبدیل z	9
حذف اکو دوم با تبدیل z	10
سوال 3	12
بازسازی سیگنال اصلی	13
پیوست 1: روند اجرای برنامه	15

چکیده

در این تمرین با طراحی فیلتر با متلب آشنا می‌شویم و یک نمونه صدا را از فیلتر عبور می‌دهیم و نویز صدا رو حذف می‌کنیم. در سوال دوم با نحوه ایجاد اکو در صدا آشنا می‌شویم سپس با دو روش اکو را از صدا حذف می‌کنیم. در سوال سوم از سیگنال نمونه برداری می‌کنیم و بعد با داشتن بخشی از سیگنال اصلی به سراغ باز سازی سیگنال اصلی می‌رویم.

سوال 1

پیدا کردن فرکانس صدای آزار دهنده

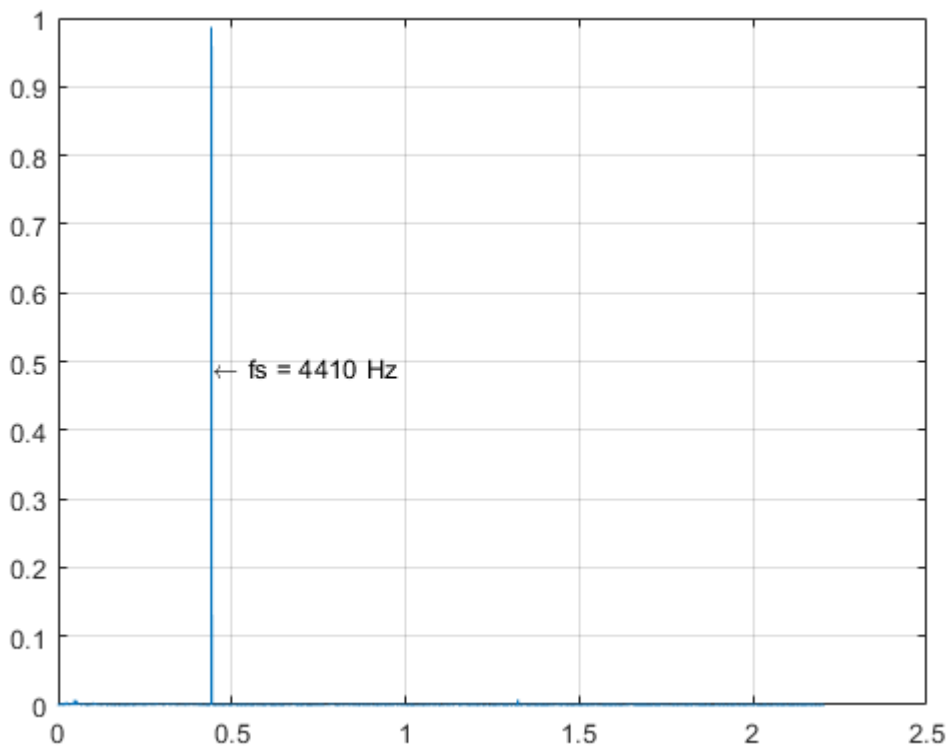


Figure1 . FFT of sound_noisy.wav

مشاهده می‌شود فرکانس صدای آزاردهنده در ۴۴۱۰ هرتز قرار دارد.

طراحی فیلتر میان گذر

با استفاده از ابزار طراحی فیلتر متلب فیلتر میان گذر با مشخصات زیر طراحی شد.

$f_{pass1} = 4250 \text{ Hz}$

$f_{stop1} = 4300 \text{ Hz}$

$f_{stop2} = 4515 \text{ Hz}$

$f_{pass2} = 4550 \text{ Hz}$

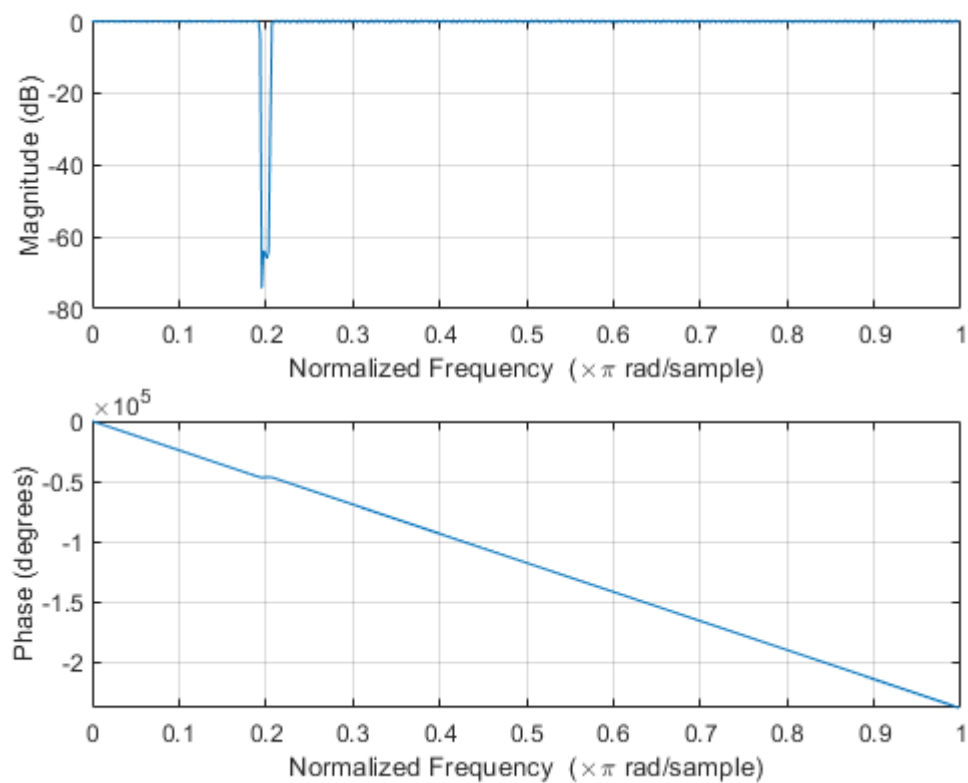


Figure2 . Magnitude and Phase of BandStop Filter

سیگنال عبور داده شده از فیلتر میان نگذر را از فیلتر پایین گذر عبور دادیم نتیجه به صورت زیر است:

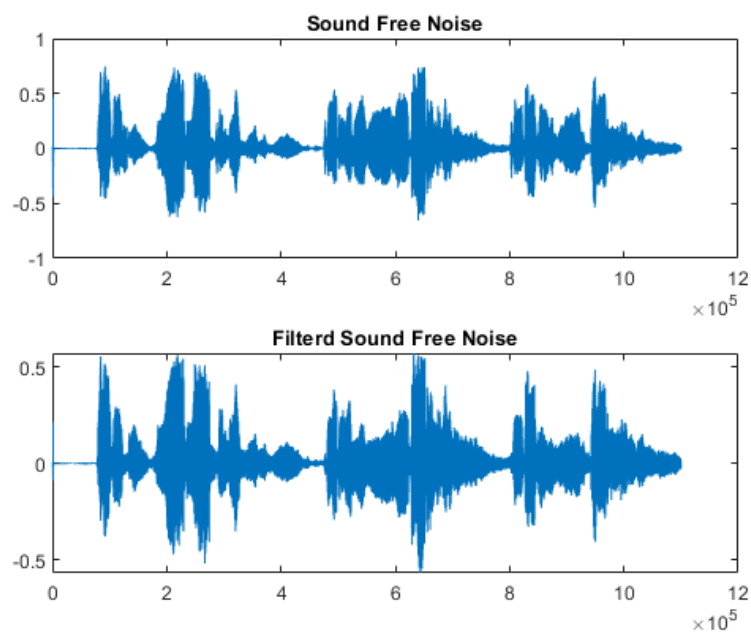


Figure3 . Compare Filtered and non-Filtered sound

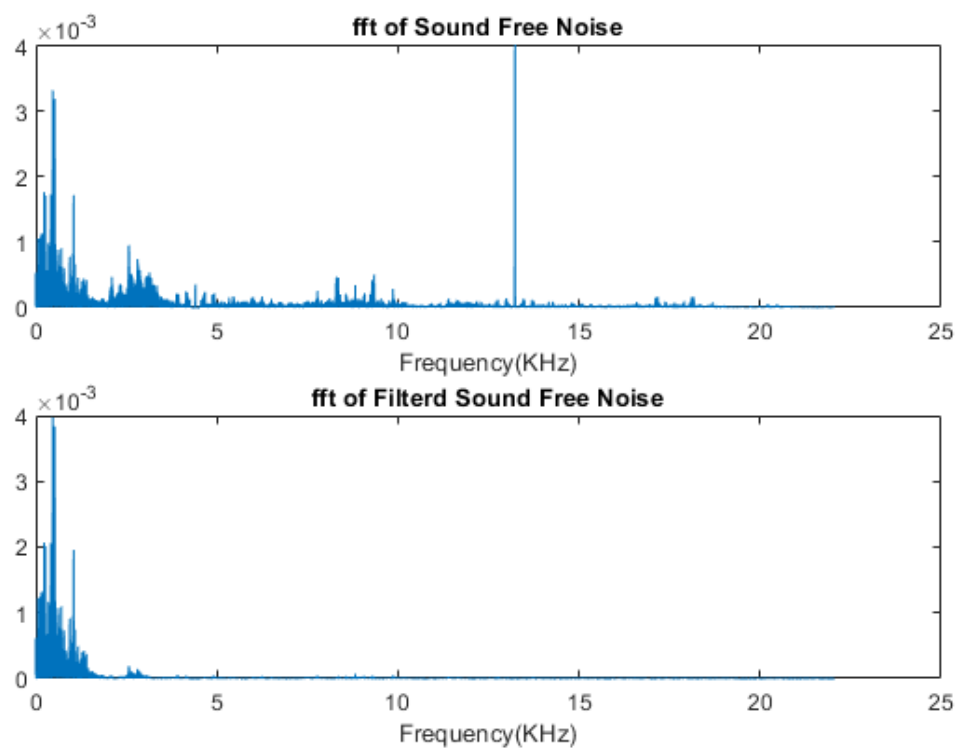


Figure4 . FFT of Filtered and non-Filtered with lowpass

دامنه سیگنال قبل و پس از فیلتر به در شکل fig4 رسم شده است.

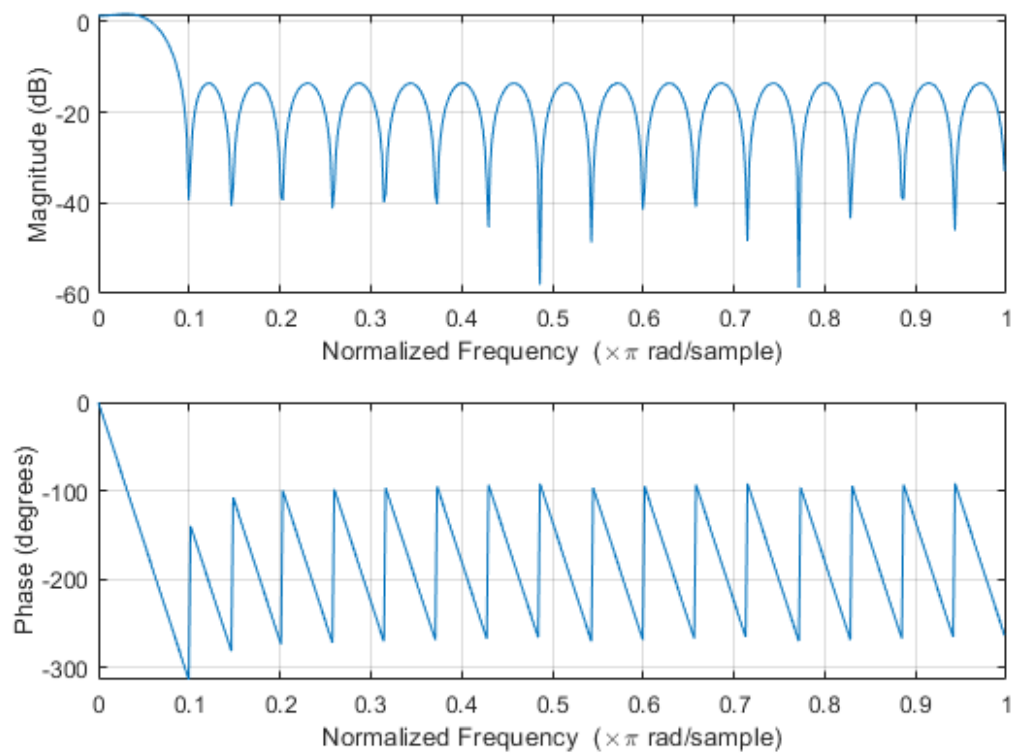


Figure5 . Magnitude and Phase of Lowpass filter

سوال 2

بدست آوردن سیستم معکوس

روش یک

با توجه به اینکه سیگنال را ۲۲۰۵۰ واحد شیفت دادیم و سپس با خودش جمع کردیم، ۲۲۰۵۰ مقدار اول سیگنال اکو همان مقادیر سیگنال اصلی است. بنابراین با کم کردن ضربی این مقادیر از ۲۲۰۵۰ مقدار دوم سیگنال اکو، میتوانیم به مقادیر اصلی قبلی برسیم. این کار را تا انتها میتوانیم انجام دهیم تا کاملاً سیگنال باز سازی گردد.

روش دوم

به توجه به زمان تاخیر و فرکانس نمونه برداری صدا، برای ایجاد اکو سیگنال را به اندازه ۲۲۰۵۰ واحد شیفت داده و سپس با خودش جمع کردیم.

$$h[n] * g[n] = 1$$

سیستم معکوس را با معادلات دیفرانسیل توصیف می‌کنیم:

$$y[n] + \alpha y[n-1] = x[n]$$

$$y[n] = 0; n < 0$$

برای به دست آوردن پاسخ ضربه:

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

$$n = 0$$

$$y[0] + \alpha y[0-1] = x[0]$$

$$y[0] = \delta[0] = 1$$

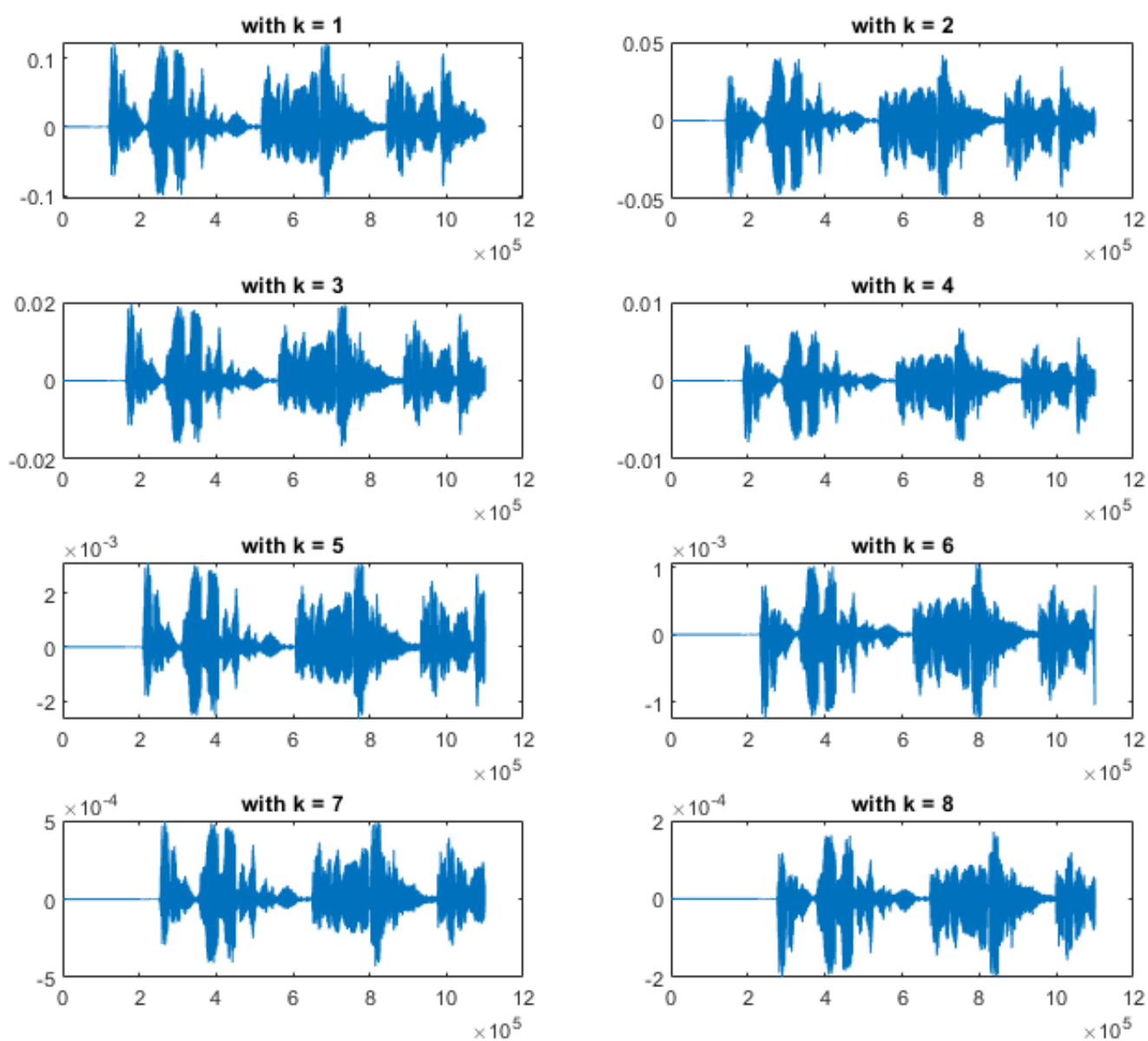
$$y[n1] + \alpha y[n1-1] = \delta[n1]$$

$$y[n1] = -\alpha y[0]$$

$$y[k * n1] = h[k * n1] = (-\alpha)^k$$

مقادیر پاسخ ضربه سیستم معکوس تا $k=3$ محاسبه شد و با استفاده از کانولوشن مقادیر سیگنال اصلی باز سازی گردید.

با افزایش تعداد ضرایب، تفاوت سیگنال بدست آمده و سیگنال اصلی کاهش یافت.



نمودار تفاضلی به ازای k های متفاوت در fig5 رسم شده است.

Figure6 . Differential chart between original and no echo

مشاهده می شود با افزایش تعداد ضرایب مقدار تفاضل سیگنال اصلی با سیگنال بدست آمده، از مقدار ۰,۱ به حدود ۰,۰۰۰۲ کاهش یافت.

حذف اکو با تبدیل z

به روش تبدیل z فیلتری طراحی شد که پاسخ فرکانسی آن در زیر رسم شده است.

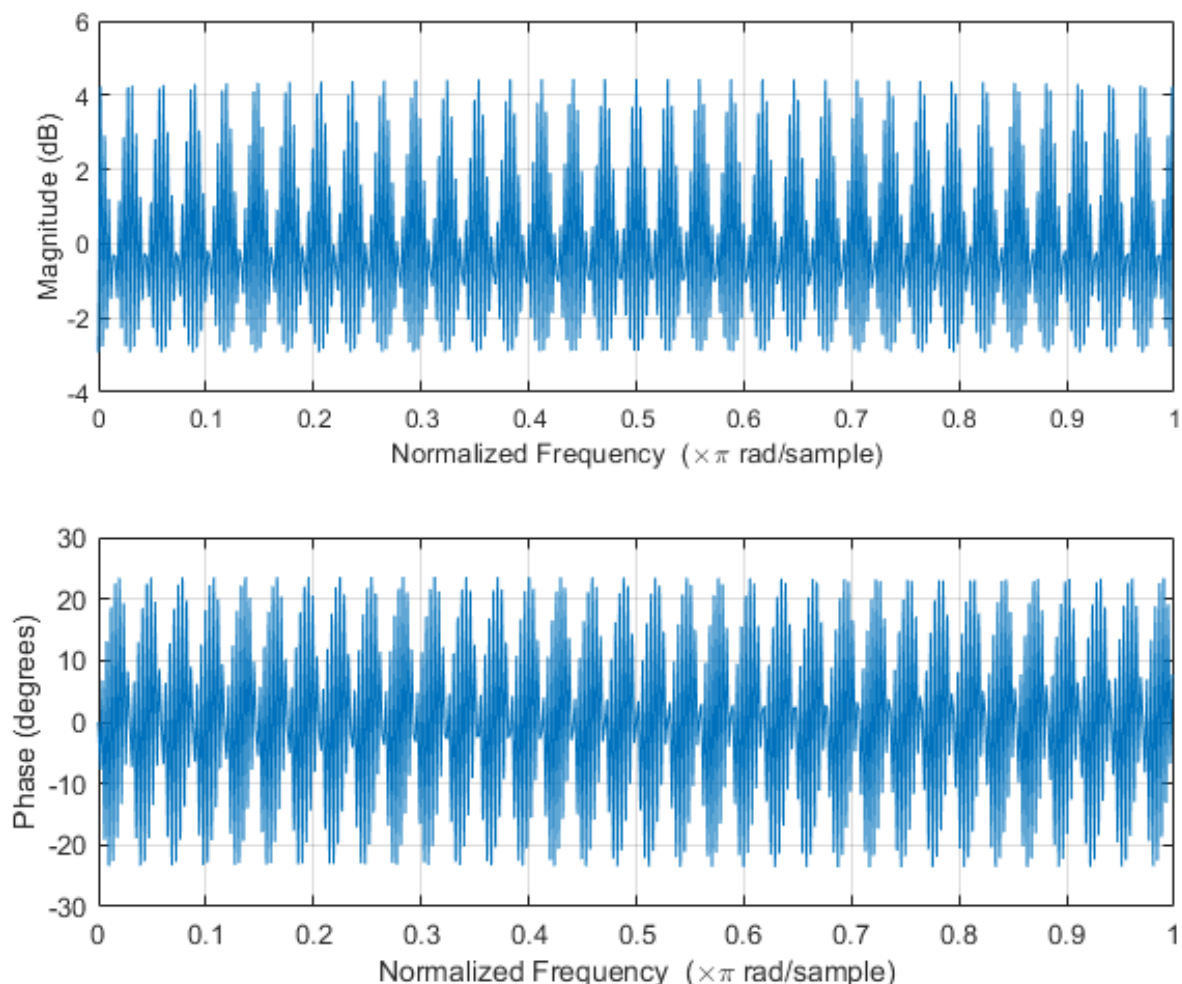


Figure7 . Magnitude and Phase of Echo Remover Filter

برای توضیح اینکه چرا پاسخ فرکانسی به این صورت در آمده است ابتدا رابطه ریاضی پاسخ فرکانسی را می نویسیم.

$$H(e^{j\omega}) = \frac{1}{1 + \alpha e^{-j\omega n_1}}$$

$$|H(e^{j\omega})| = \frac{1}{1 + \alpha^2 + 2\alpha \cos \omega n_1}$$

دوره تناوب تابع اندازه پاسخ فرکانسی برابر است با: $T = \frac{2\pi}{n_1}$ بنابراین در نمودار اندازه پاسخ فرکانسی تناوب مشاهده می شود.

سیگنال دارای اکو را از این فیلتر عبور دادیم. مقدار تفاضل سیگنال اصلی و سیگنال به دست آمده در نمودار زیر رسم شده است.

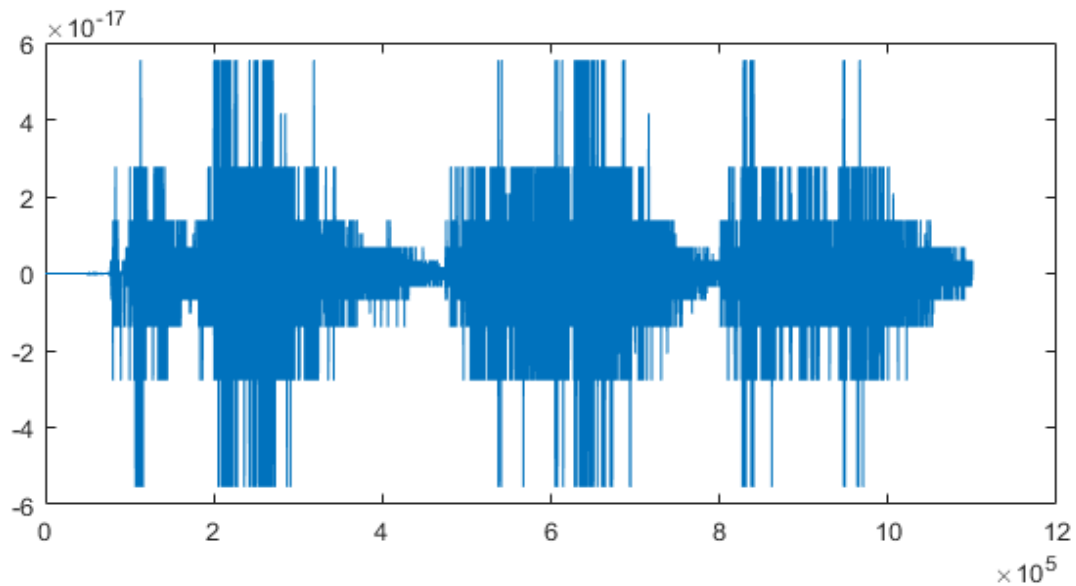


Figure8 . Different between original sound and filtered echo

حذف اکو دوم با تبدیل z

به روش تبدیل z فیلتری طراحی شد که پاسخ فرکانسی آن در زیر رسم شده است.

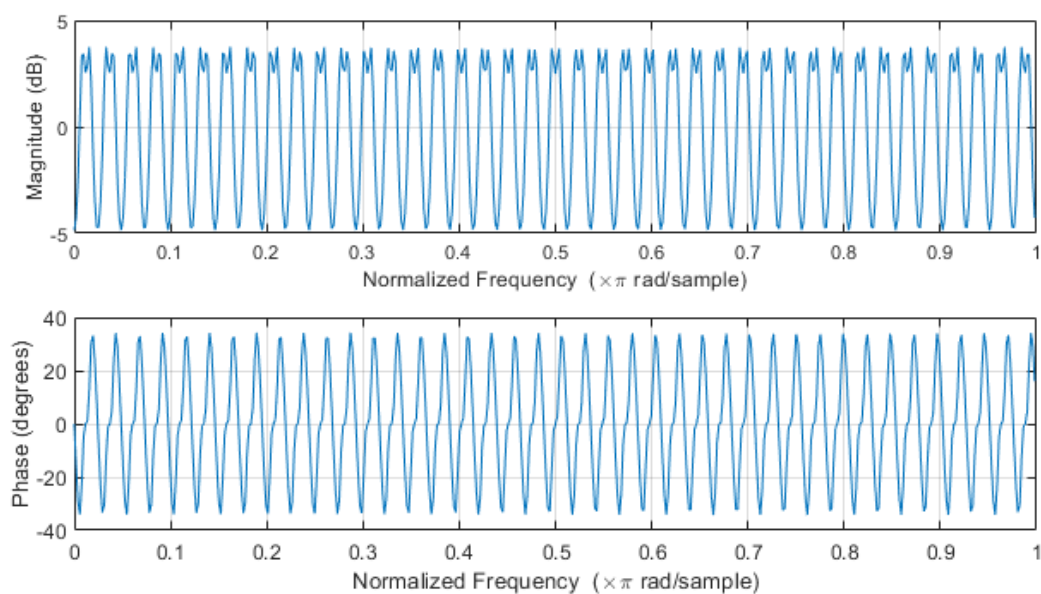


Figure9 . Magnitude and Phase of Echo2 Remover Filter

برای توضیح اینکه چرا پاسخ فرکانسی به این صورت در آمده است ابتدا رابطه ریاضی پاسخ فرکانسی را می نویسیم.

$$H(e^{j\omega}) = \frac{1}{1 + \alpha_1 e^{-j\omega n_1} + \alpha_2 e^{-j\omega n_2}}$$

$$|H(e^{j\omega})| = \frac{1}{1 + \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + 2\alpha_1 \cos \omega n_1 + 2\alpha_2 \cos \omega n_2 + 2\alpha_1 \alpha_2 \cos(\omega(n_1 - n_2))}$$

چون داریم: $n_1 = n_2$ بنابراین دوره تناوب مانند فیلتر قبل برابر $T = \frac{2\pi}{n_1}$ است.

سیگنال دارای اکو را از این فیلتر عبور دادیم. مقدار تفاضل سیگنال اصلی و سیگنال به دست آمده در نمودار زیر رسم شده است.

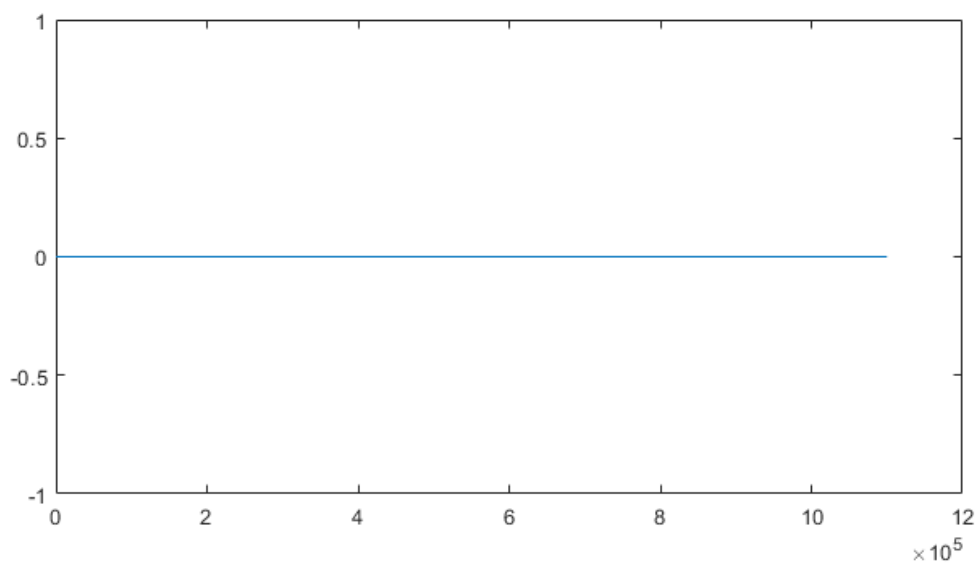


Figure10. Different between original sound and filtered echo 2

####تحلیل فاز فیلتر ها...

سوال ۳

فایل صوتی خوانده شد. فرکانس نمونه برداری برابر ۴۴۱۰۰ هرتز می‌باشد.

از این فایل صوتی با فرکانس ۴۰۰۰ هرتز نمونه برداری شد. برای نمونه برداری با فرکانس ۴۰۰۰ هرتز از سیگنال اصلی را با گام ۱۱ خواندم. به عبارت دیگر از هر ۱۱ نمونه از سیگنال اصلی یک نمونه را انتخاب کردم. ابتدا این صدا با فرکانس ۴۴۱۰۰ هرتز شنیده شد که بسیار سریع بود. و بعد با فرکانس ۴۰۰۰ هرتز شنیده شد که این صدا غیر واضح بود.

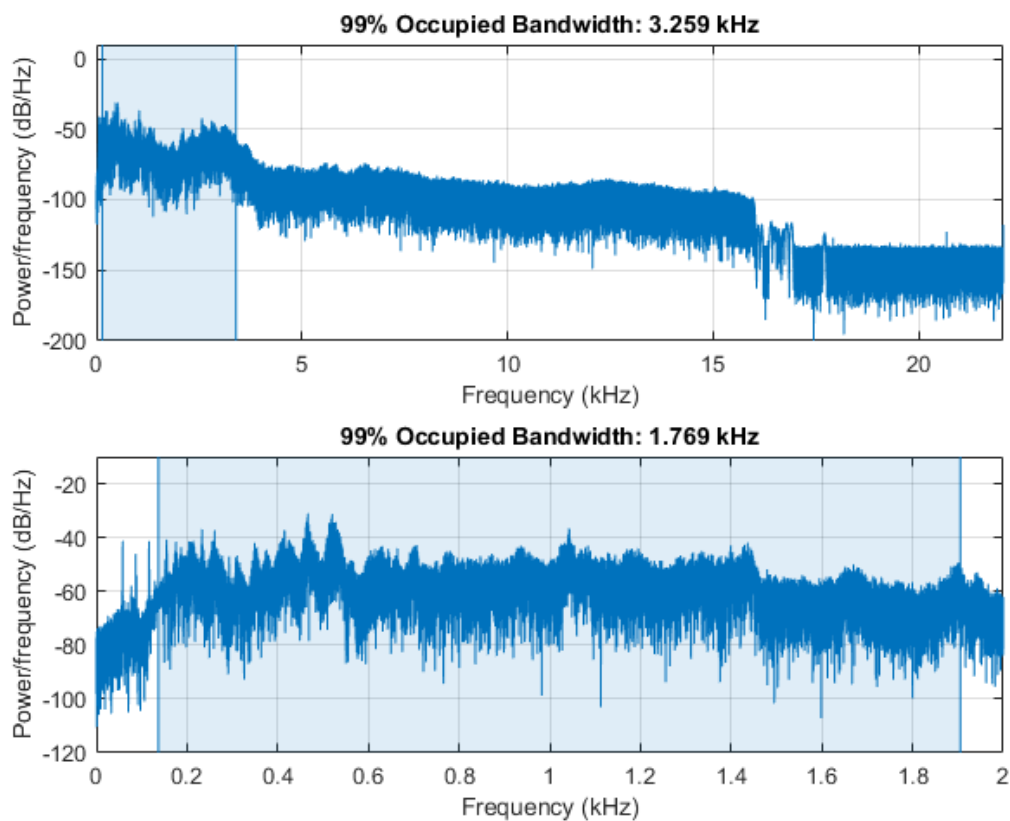


Figure 11 Occupied Bandwidth of original and sampled sound

بازسازی سیگنال اصلی

سیگنال اصلی را با استفاده از تابع `reconst` از روی سیگنال نمونه برداری شده بازسازی نمودیم. صدای بازسازی شده صدای بد کیفیتی بود که نشان می‌دهد فرکانس نمونه برداری کم بوده است. با توجه به اینکه پهنای باند حدود ۳۲۵۹ هرتز می‌باشد. با توجه به اینکه قانون نایکوست پیشنهاد می‌کند که فرکانس نمونه برداری باید دو برابر پهنای باند باشد نتیجه گرفته می‌شود که ۶۵۱۸ فرکانس نمونه برداری مناسب می‌باشد.

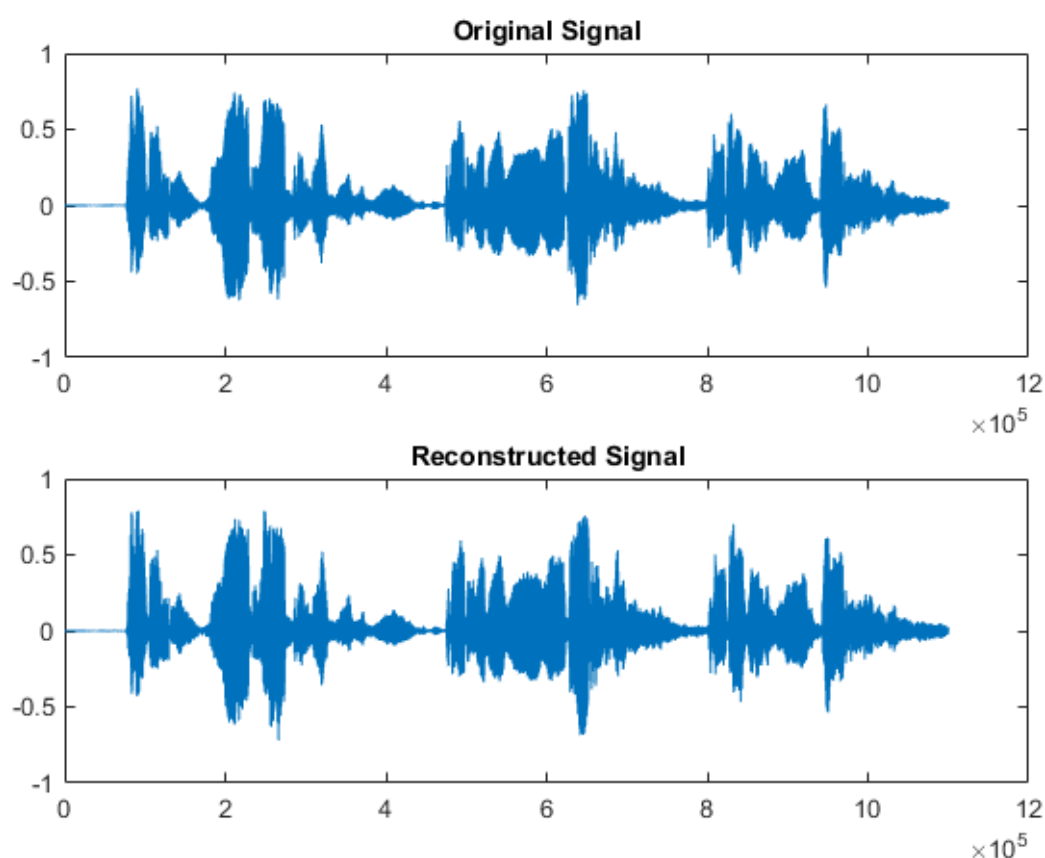


Figure12 . Compare original and reconstructed signal

مشاهده می‌شود سیگنال اصلی و سیگنال بازسازی شده به لحاظ بصری تفاوت زیادی با هم ندارند. سیگنال اصلی و سیگنال بازسازی شده از نظر طیف سیگنال در شکل fig12 مورد بررسی قرار داده شد.

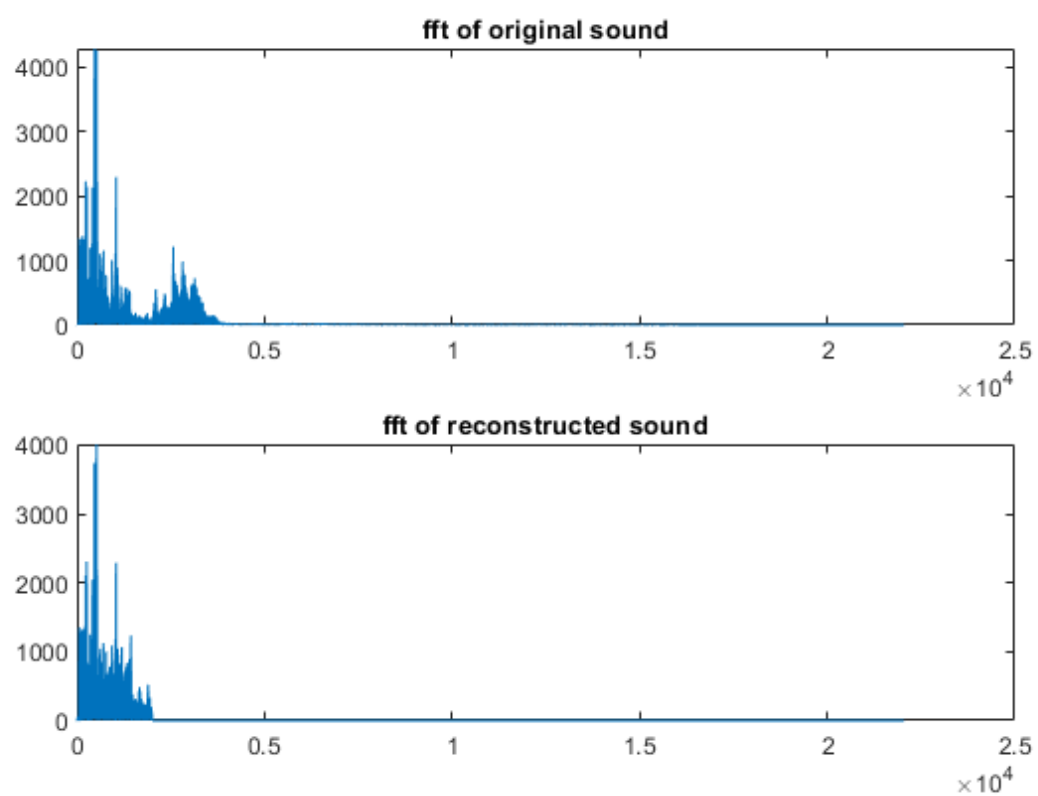


Figure13 .fft of original and reconstructed signal

مشاهده می شود طیف سیگنال باز سازی شده بخشی از طیف سیگنال اصلی را دارد.

پیوست 1: روند اجرای برنامه

برای اجرای کد ها نیاز به کار خاصی نیست فقط کافی است قسمت به قسمت اجرا کنید و نتیجه را مشاهده کنید.