

## بخش اول

۱ - با استفاده از دستور زیر صدا را می‌خوانیم

`[y , Fs] = audioread ('sound.wav')`

چون در مطلب داده‌ها گسسته هستند همان‌گونه که در صورت پروژه گفته شده باید برای کارهای پیوسته، نمونه‌های زیاد بگیریم. حال در این جا  $F_s$  فرکانس نمونه‌برداری ما خواهد بود. با استفاده از دستور `sound` هم آن را پخش می‌کنیم.

مقدار  $F_s$  برابر می‌شود با 8000

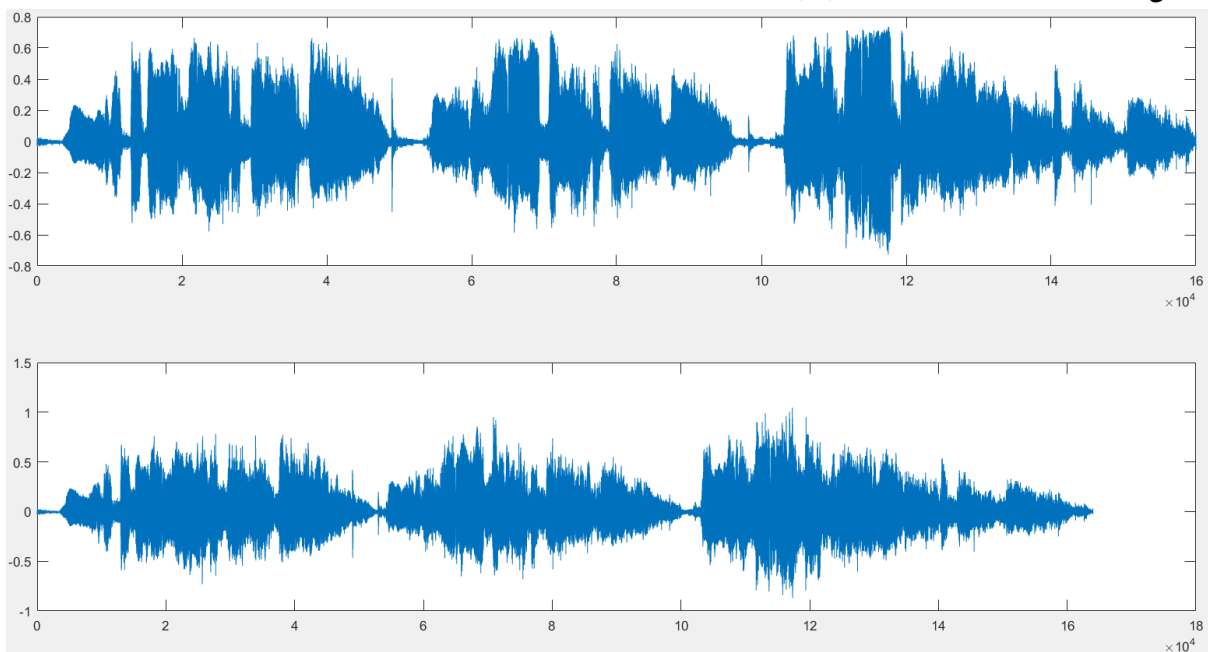
۲ - برای اکو دادن به صدای ورودی به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$[n] = x[n] + \alpha_1 x[n - n_1]$$

با توجه به راهنمایی موجود در صورت پروژه، برای پیدا کردن  $n_1$  و  $a$  به این صورت عمل می‌کنیم:  $a$  را همان‌طور که در صورت گفته شده معادل  $0.5$  قرار می‌دهیم.

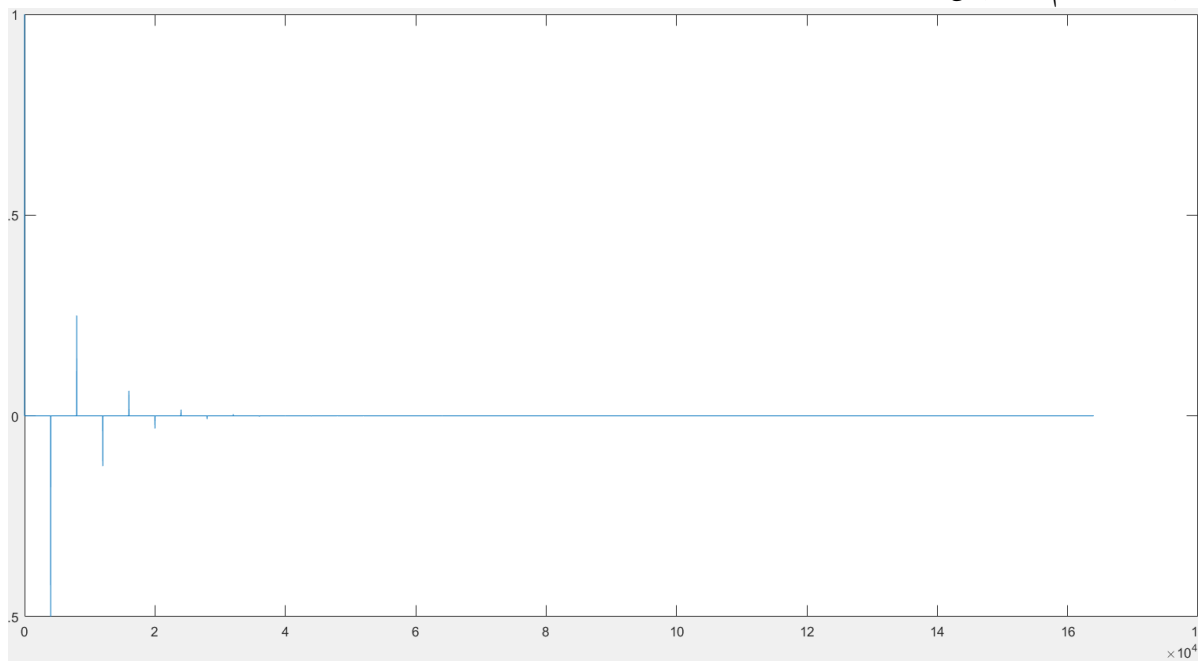
برای یافتن  $n_1$ : چون تاخیر زمانی  $500$  میلی ثانیه است،  $n_1$  باید چیزی باشد که به اندازه‌ی نیمی از تعداد نمونه‌های هر ثانیه عقب‌تر باشد. چون فرکانس نمونه‌برداری  $8000$  است، در هر ثانیه  $8000$  سمپل داریم، پس  $n_1$  برابر  $4000$  است!

شکل صدای بدون اکو و با اکو برابر است با:



۳ - برای حذف اکو نیازمند سیستم معکوس هستیم.

نحوه‌ی به دست آوردن سیستم معکوس: با چند بار ضرب رابطه‌ی اولیه در  $0.5$  و انتقال به اندازه‌ی  $n1$ ، مقدار سیستم معکوس را می‌توان مانند یک چند معادله چند مجهول حل کرد و به دست آورد. (چون ضریب‌های انتهایی  $0$  می‌شوند). برای حساب کردن سیستم، استفاده از چند ضریب اول کافی است چون از یه جایی به بعد دیگر عددها همگی به صفر میل می‌کنند. حال که سیستم معکوس را به دست آورده‌ایم، می‌توانیم صدای اکودار را به صدای بدون اکو تبدیل کنیم. نمودار سیستم معکوس:

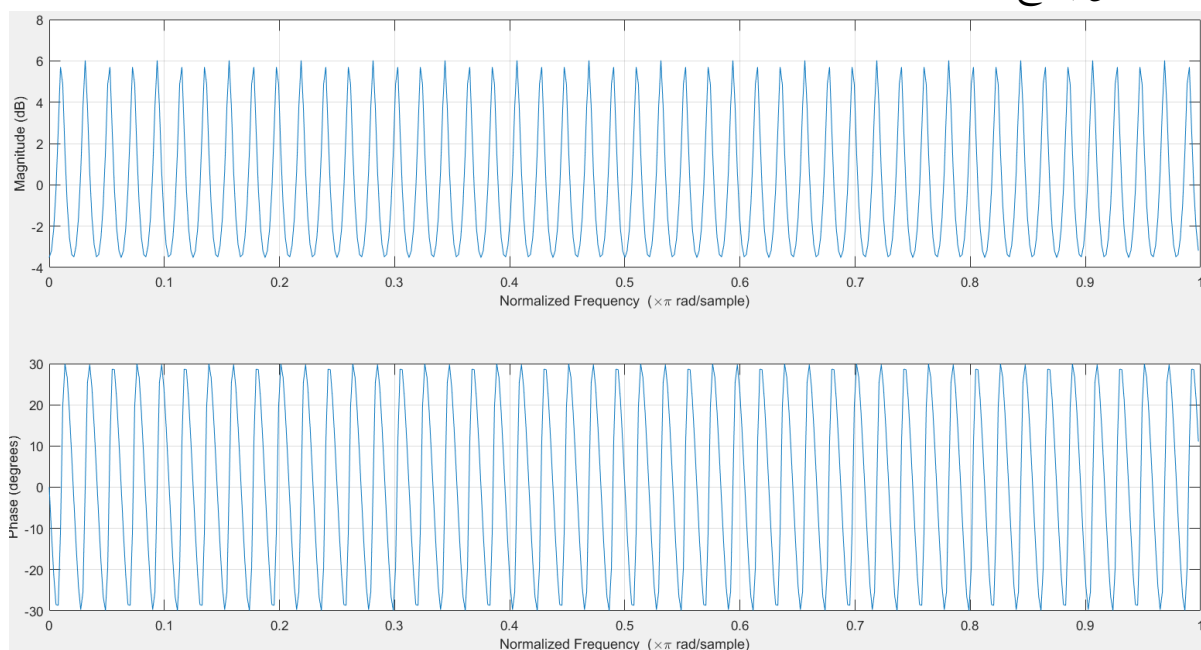


۵- خیر نمی‌توان اکو را به صورت کامل حذف کرد. چون تعداد ضرایب مورد نیاز برای حذف اکو بی‌نهایت است و ما تعداد محدودی می‌توانیم این کار را انجام دهیم.

بخش دوم در صفحه‌ی بعد

## بخش دوم

۶- شکل پاسخ فرکانسی فیلتر ساخته شده با استفاده از دستور freqz:



طراحی فیلتر نیز مانند همان که در صورت پروژه گفته شده انجام شده است.

ans =

$$\frac{1}{1 + 0.5 z^{-4000}}$$

پاسخ سوال: عبارت ما یک رابطه‌ی متناوب است، برای همین مقدار و فاز آن نیز متناوب کسینوسی درآمده است.

۸- این جا با استفاده از دستور بخش قبل، با استفاده از filter صدای بدون اکو را ایجاد می‌کنیم.

۹- مانند بخش ۱ می‌توان اکو را ساخت اما این جا صدای ما ۲ تا اکو دارد. یک فیلتر می‌سازیم که هر ۲ اکو را شامل شود. حال مانند سوال ۸، می‌توان اکوی آن را حذف کرد.