

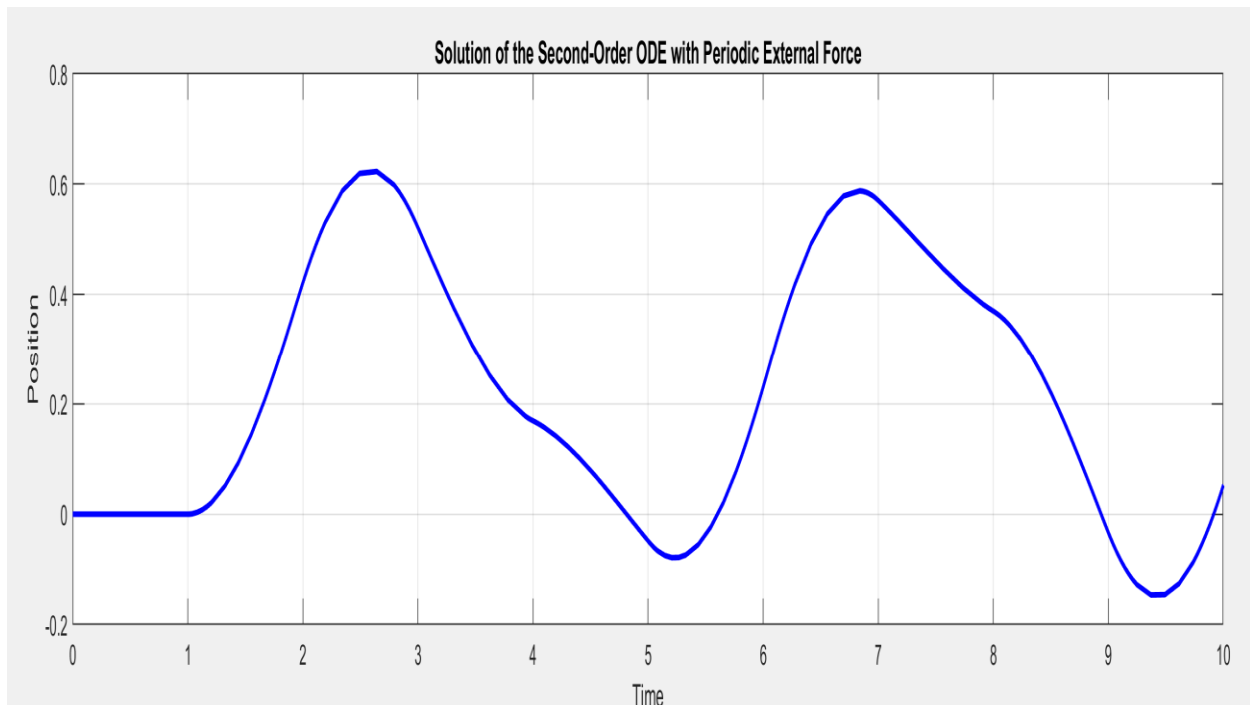
## Question 1

الف) برای بدست آوردن تابع مکان برحسب زمان از تابع `ode45` استفاده شده است که آرگومان های آن خروجی تابع `odefun` که خودمان تعریف کرده ایم، بازه زمانی 0 تا 10 ثانیه و درنهایت شرایط اولیه مساله که صفر در نظر گرفته شده است را شامل می شود.

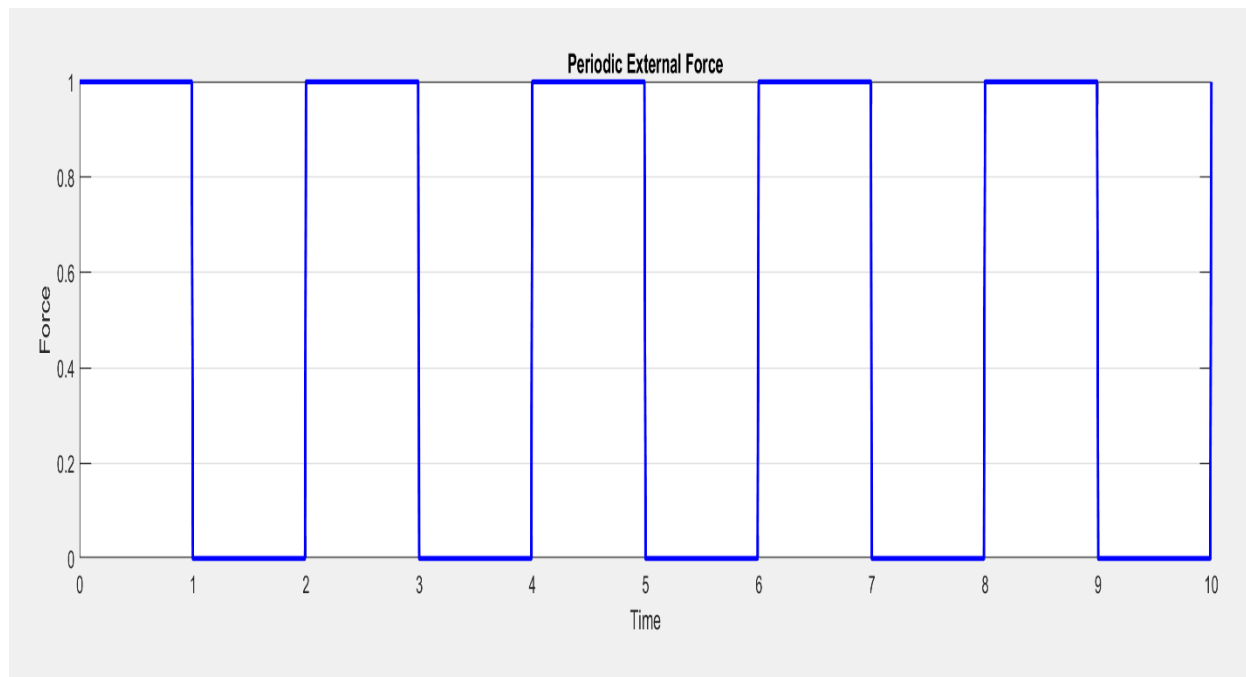
تابع `odefun` دو تا خروجی به ما پس می دهد که اولی  $y'$  یا سرعت بر حسب  $x(1)$  و دومی  $y''$  یا شتاب بر حسب  $x(1)$  و  $x(2)$  نوشته می شود. درحقیقت، چون معادله دیفرانسیل درجه 2 می باشد از دو متغیر حالت  $x(1)$  و  $x(2)$  استفاده کرده ایم که به صورت بردار حالت  $x$  به ورودی تابع داده می شود.

برای آنکه بتوانیم  $y''$  را برحسب دو متغیر حالت بنویسیم نیاز است ثابت های مسئله را نیز به این تابع بدهیم.

نمودار مکان برحسب زمان در شکل زیر قابل مشاهده است:



ب) چون که دوره تناوب تابع برابر با 2 ثانیه می باشد به طوری که 1 ثانیه از آن صفر و 1 ثانیه از آن 1 می باشد می توان برای ساختن چنین تابعی از روش باقی مانده بر 2 استفاده کرد و با دستور if مقادیر 0 و 1 را از هم جدا کرد. در شکل زیر تابع نیرو بر حسب زمان آورده شده است:



ج) چیزی که در نمودار مکان بر حسب زمان قابل مشاهده است، این است که رفتار آن در دنیای واقعی نیز به همین صورت است چرا که تا زمانی که نیروی ثابت فنر وارد می شود فنر هم جهت با نیرو شروع به حرکت می کند و زمانی که این نیرو قطع می شود به سر جای خود برمی گردد و حتی ممکن است کمی از مکان اولیه نیز عقب تر برود که شاهد پدیده انقباض فنر خواهیم بود.

## Question 2

ابتدا تابع  $f$  را در بازه مورد نظر تشکیل می دهیم و ضرایب  $a_0$  و  $a_n$  و  $b_n$  را طبق فرمول زیر بدست می آوریم:

Fourier series analysis

$$A_0 = \frac{1}{P} \int_P s(x) dx$$
$$A_n = \frac{2}{P} \int_P s(x) \cos\left(2\pi \frac{n}{P} x\right) dx \quad \text{for } n \geq 1$$
$$B_n = \frac{2}{P} \int_P s(x) \sin\left(2\pi \frac{n}{P} x\right) dx, \quad \text{for } n \geq 1$$

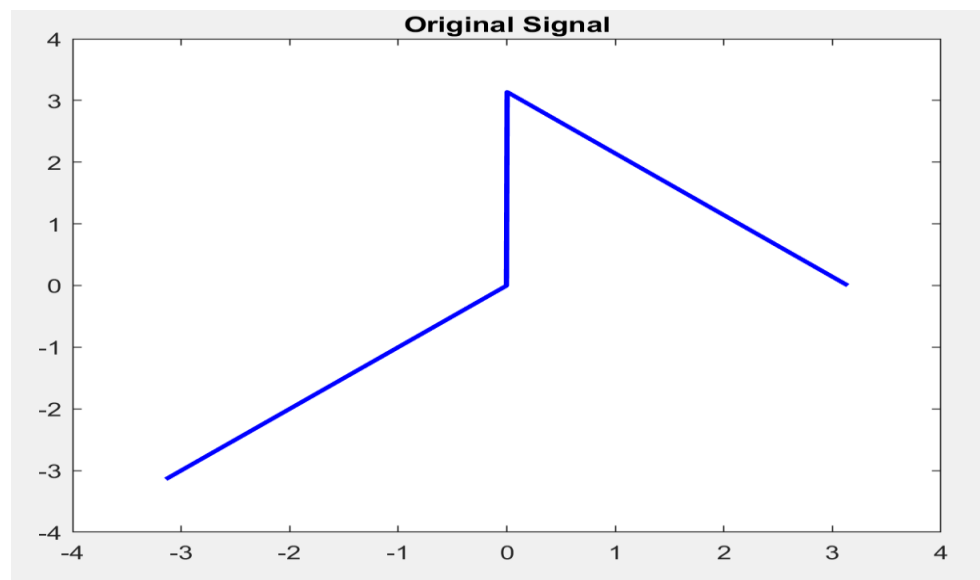
که در اینجا  $P$  یا دوره تناوب برابر با  $2\pi$  می باشد.

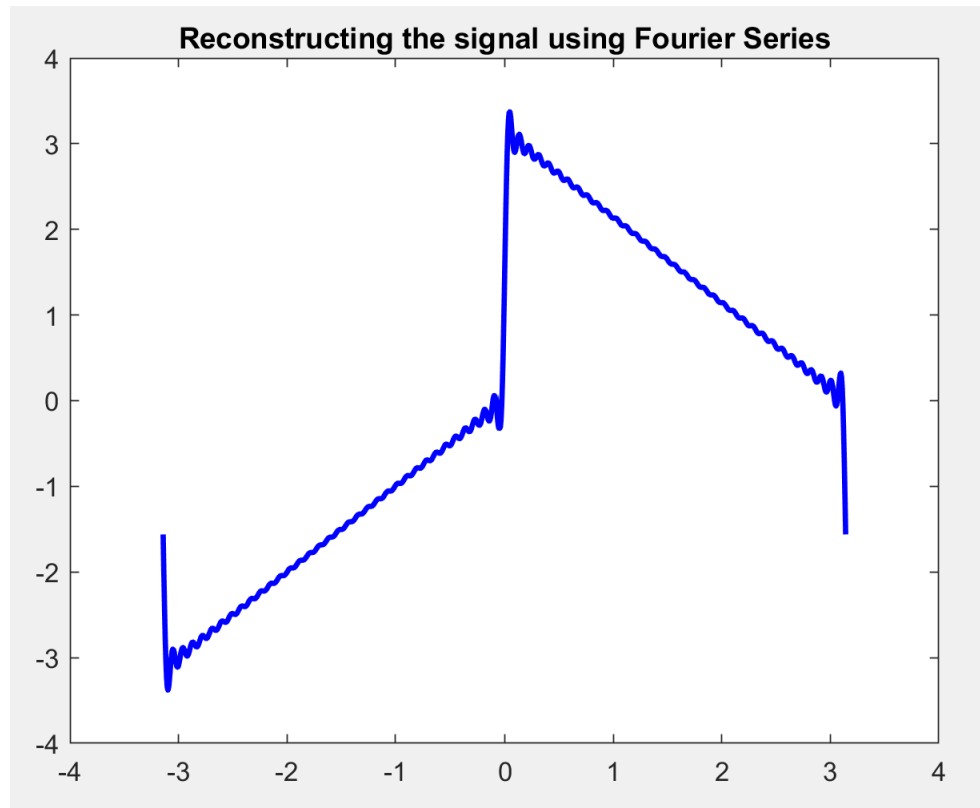
چون تابع  $f$  فرد می باشد انتظار داریم ضرایب  $a_0$  و  $a_n$  صفر باشند. بنابراین در سری فوریه فقط جمله سینوسی داریم و جمله کسینوسی نخواهیم داشت.

در ادامه با استفاده از حلقه `while` تا زمانی که خطا تا به مقدار مطلوب کاهش پیدا نکرده باشد به محاسبات ضرایب سری فوریه می پردازیم و در نهایت مقدار  $k$  مطلوب را نمایش می دهیم.

از آنجا که مقدار تفرانس  $0.001$  نیاز به زمان زیادی برای نشان دادن مقدار نهایی  $k$  دارد من مقدار تفرانس را  $1.58$  در نظر گرفتم که مقدار  $k$  برابر با  $69$  می باشد.

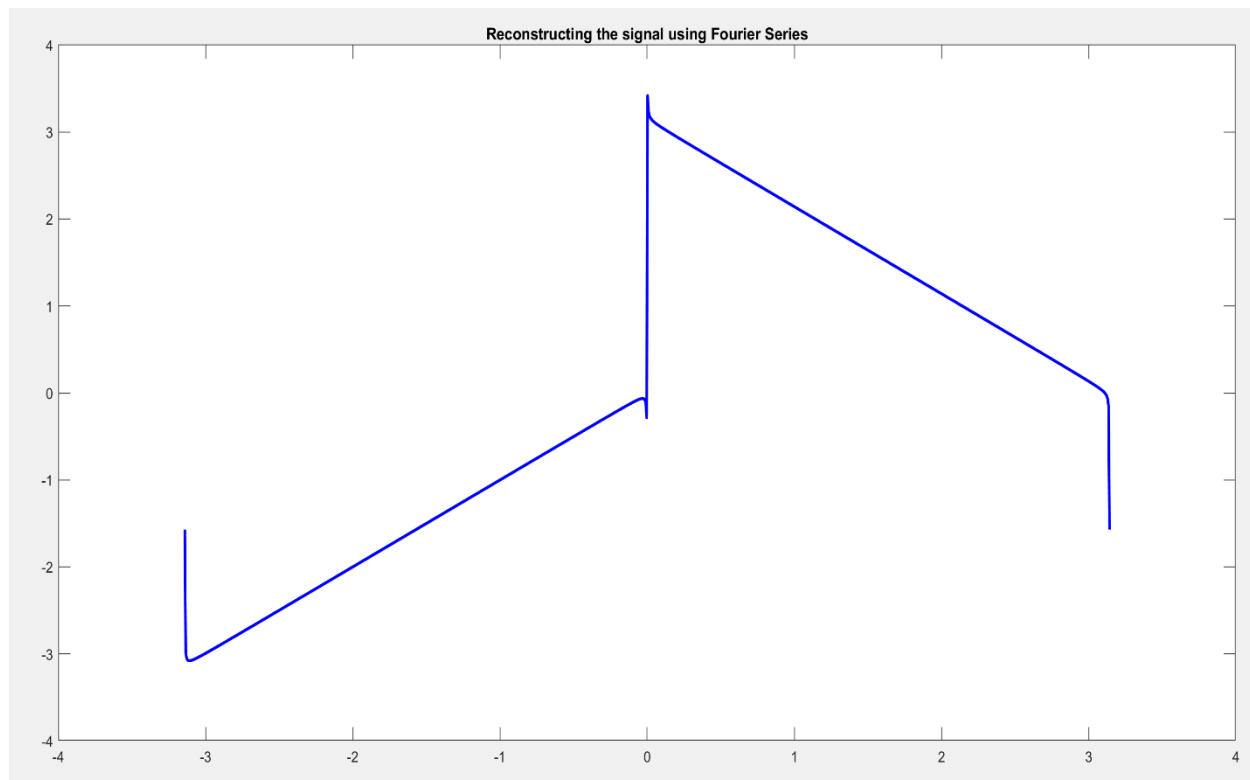
در شکل های زیر سیگنال اصلی و سیگنال بازیافت شده با استفاده از سری فوریه قابل مشاهده است:





همانطور که قابل مشاهده است در گوشه ها مقداری overshoot داریم که مانع از کاهش خطا می شود که به پدیده گیبز مشهور است.

برای  $k=1000$  شکل زیر مشاهده می شود:



همانطور که قابل ملاحظه است سیگنال اصلی بهتر از قابل ساخته شده است اما به دلیل پدیده گیبز خطا از 1.57 پایین تر نمی آید.

جهش ها در گوشه عامل اصلی کاهش نیافتن خطا از مقدار ذکر شده است.

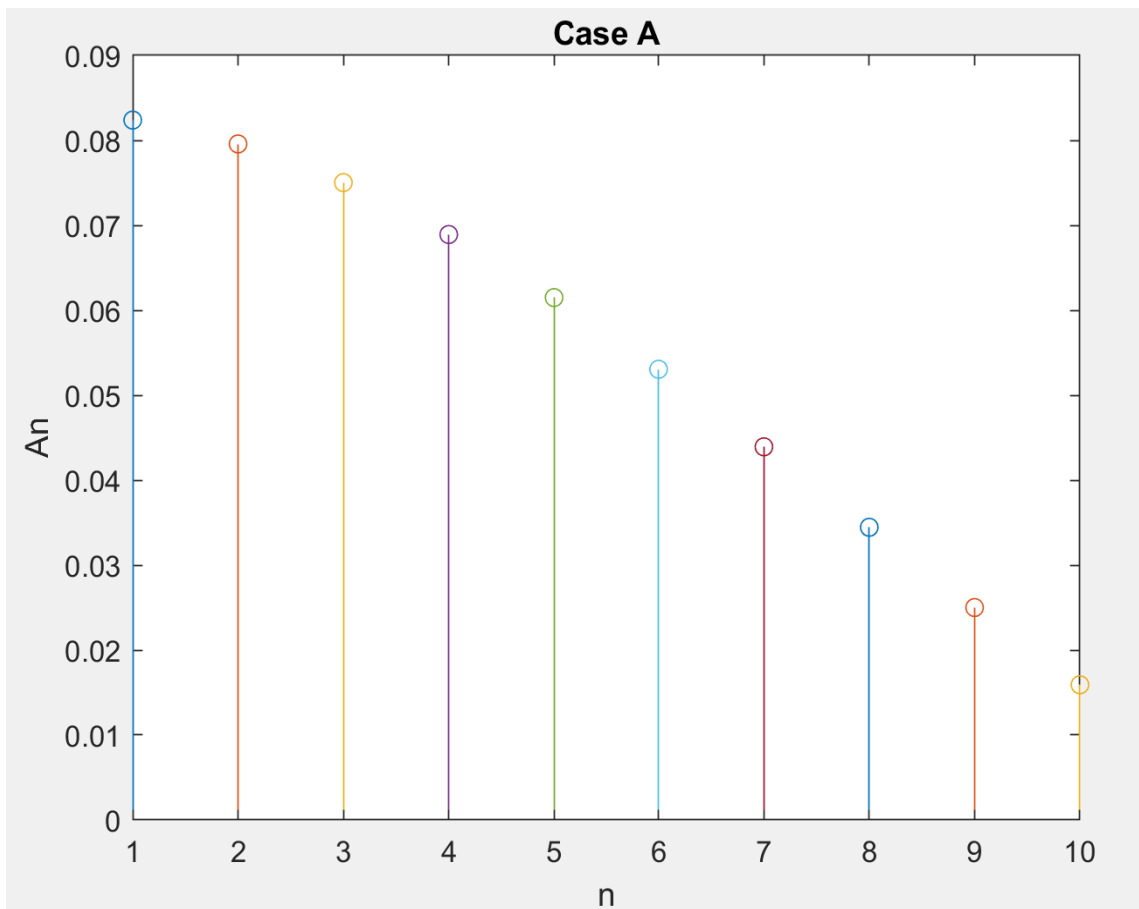
### Question 3

الف) در حالت اول در یک دوره تناوب یک پالس داریم که برای محاسبه ضرایب فوریه آن می توانیم آن را شیفต์ بدهیم به طوری که پالس از صفر شروع شده و به  $2\varepsilon$  ختم می شود.

برای محاسبه ضرایب فوریه فقط به یک دوره تناوب تابع نیاز است.

با استفاده از حلقه for با هر دور تکرار  $A_n$  محاسبه شده و در  $n$  متناظر برروی نمودار رسم می شود.

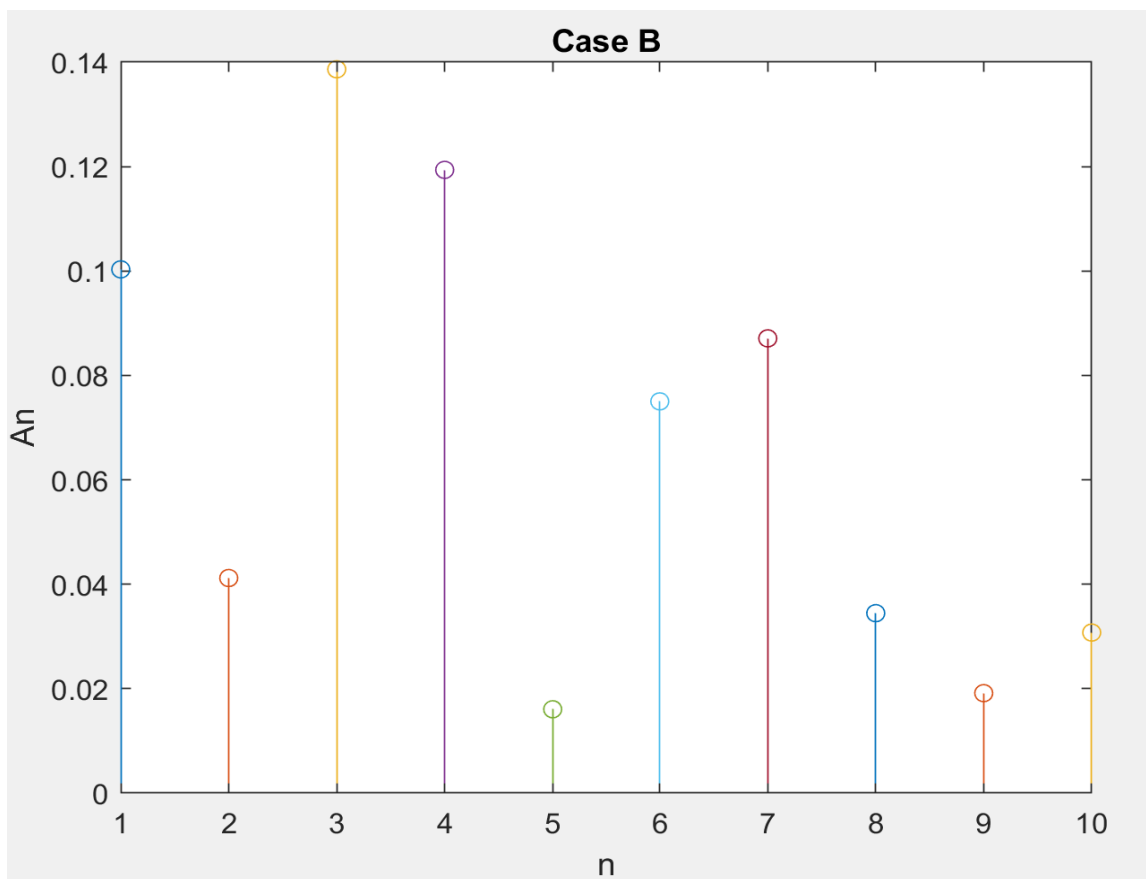
شکل پایین  $A_n$  را بر حسب  $n$  نمایش داده است: (10 تا  $A_n$  اول محاسبه شده است)



ب) در این حالت، در هر دوره تناوب دو تا پالس داریم که اولی از صفر شروع می شود و تا  $2\varepsilon$  ادامه دارد، دومین پالس از  $\frac{7\pi}{12}$  شروع شده و تا  $\frac{9\pi}{12}$  امتداد دارد.

با در نظر گرفتن این نکته تابع را می سازیم.

برای محاسبه  $A_n$  مثل حالت قبل پیش می رویم. نتیجه را در شکل زیر مشاهده می کنیم:



همانطور که قابل مشاهده است در حالت الف  $A_n$  ها سیر نزولی دارند، در حالی که در حالت ب حالت نوسانی پیدا می کنند.

## Question 4

ابتدا فایل صوتی را بارگذاری می کنیم. (باید در نظر داشت برای بارگذاری موفق لازم است فایل صوتی در محل اجرای برنامه متلب قرار گیرد و گرنه با ارور مواجه می شویم)

در مرحله بعد از سیگنال دریافت شده از فایل صوتی تبدیل فوریه می گیریم.

در گام بعد برای برعکس کردن صوت در حوزه فرکانس، المان ها را از آخر به اول درون متغیر جدید می ریزیم و از آن تبدیل فوریه وارون می گیریم.

در نهایت آن را به صورت یک فایل صوتی در محل اجرای برنامه اکسپورت می کنیم.

فایل صوتی اصلی و وارون شده آن همراه با گزارشکار و کد متلب قرار داده شده است.