



# **Project 1**

## **Signals & Systems**

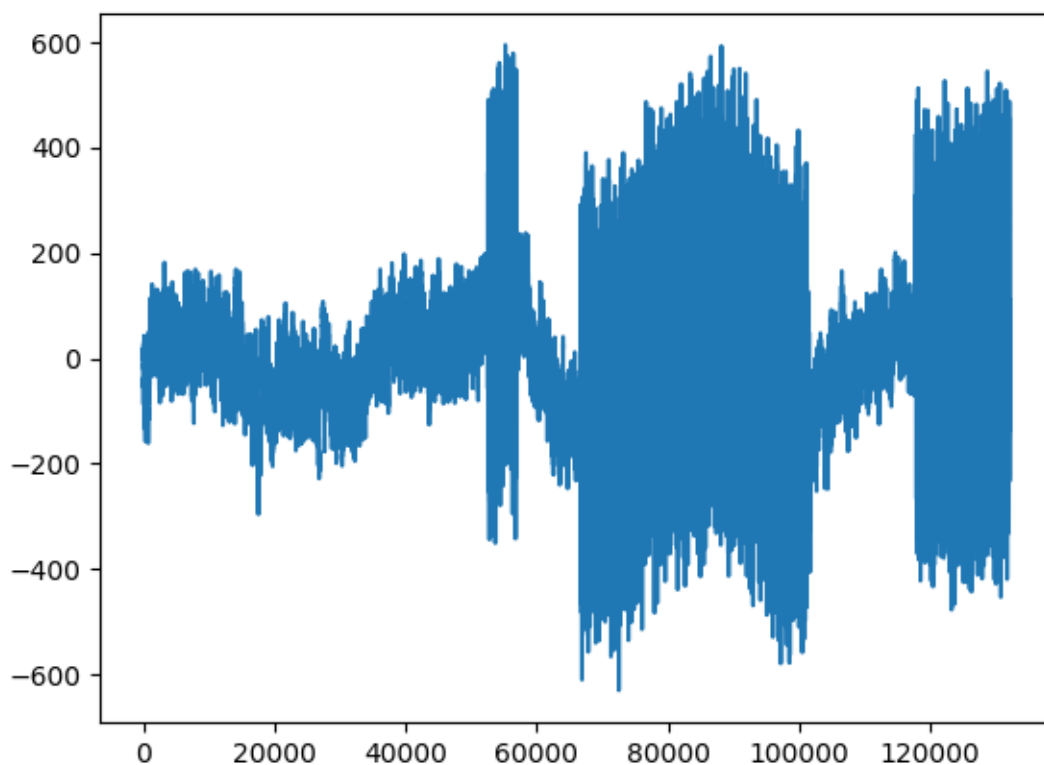
### Dual-Tone Multi-Frequency signaling

Written by Soheil Rastegar

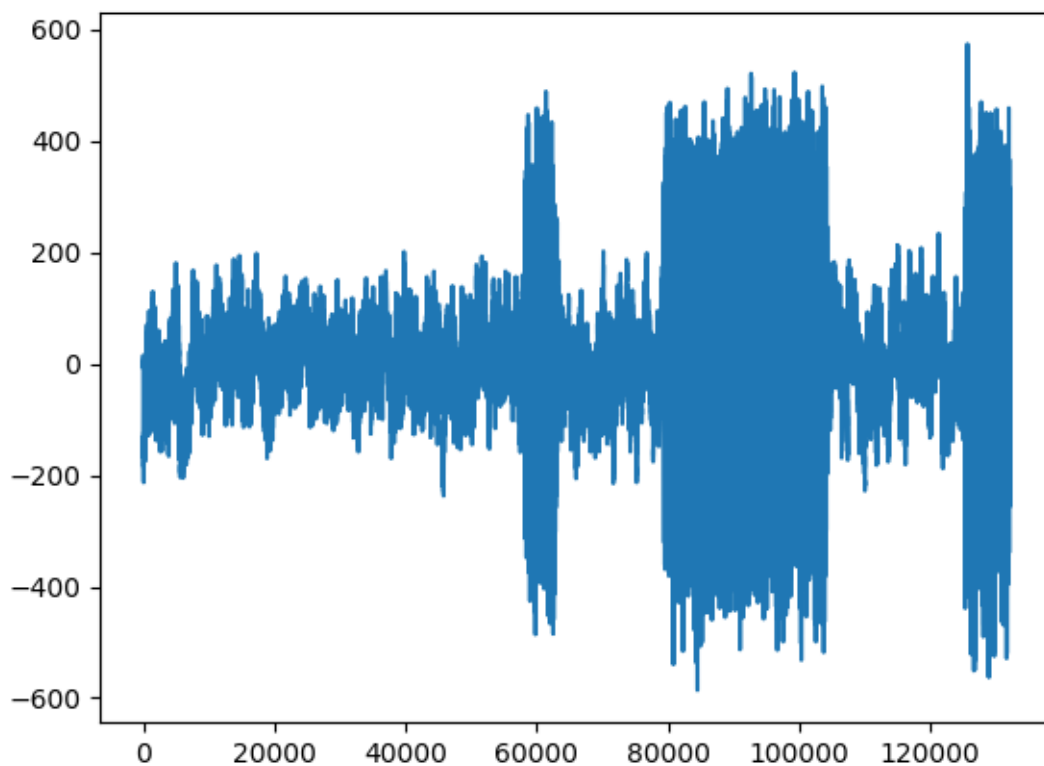
## توضیحات برنامه

در قسمت اولیه شی PyAudio ساخته می شود و طبق کد کمکی داده شده، جریانی از صوت ورودی باز می شود.

سپس برنامه در یک چرخه ی بی نهایت قرار می گیرد و در هر مرحله یک بازه ی نیم ثانیه ای از صورت ورودی مورد تحلیل قرار می گیرد.



سیگنال ورودی برای کلید ۱



سیگنال ورودی برای کلید ۲

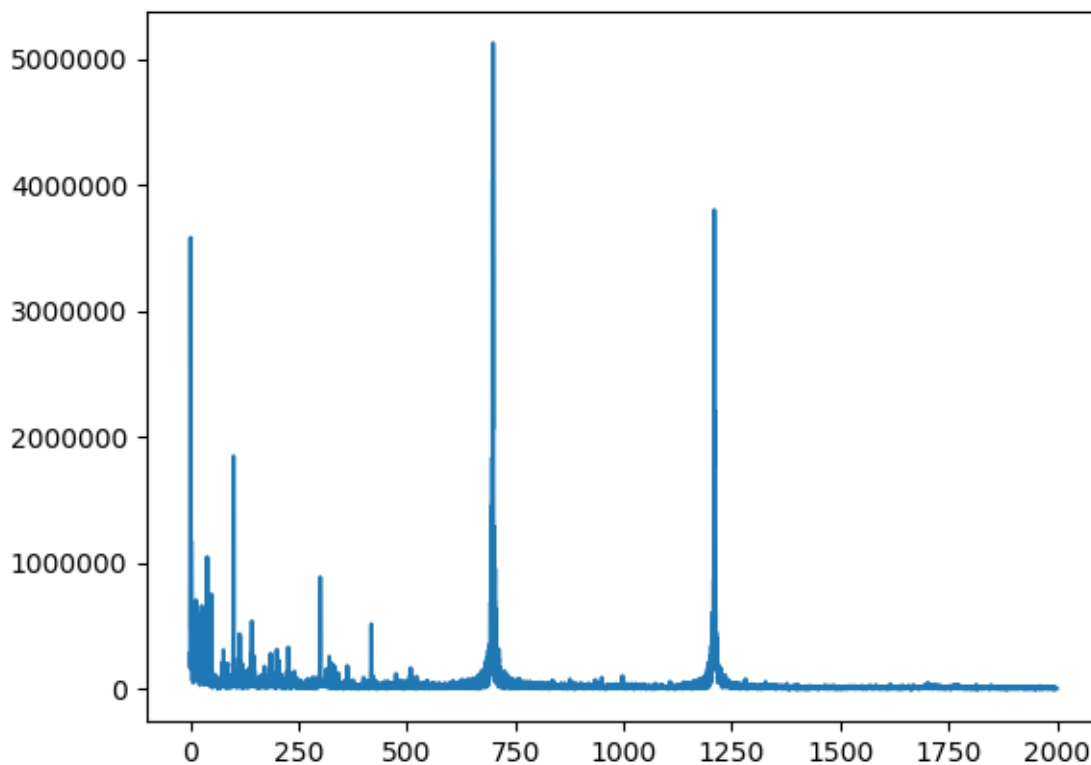
به کمک تابع `fft` در ماژول `numpy`، تبدیل فوریه این نیم ثانیه سیگنال صوتی گرفته شده و ذخیره می شود. از آنجایی که صوت ورودی یک سیگنال حقیقی است، و ما می‌خواهیم روی ورودی های سینوسی (که حاصل جمع دو نمایی مختلط با  $W$  مثبت و منفی است) بررسی انجام دهیم، پس کافی است تنها نیمی از سیگنال تبدیل فوریه مورد بررسی قرار بگیرد (از  $0$  تا  $\pi$ ) همینطور ما در واقع با اندازه ی تبدیل فوریه کار داریم، پس با استفاده از تابع `abs` اندازه ی تبدیل فوریه ی بدست آمده را حساب کرده و نام آن را `magnitude_spectrum` می گذاریم.

در  $W = \pi$  سیگنال در هر نمونه از مقدار مثبت به همان مقدار منفی و از منفی به مثبت می رود. پس در واقع در دو نمونه سیگنال تکرار می شود. پس در این حالت، فرکانس سیگنال برابر نصف فرکانس نمونه برداری ما است.

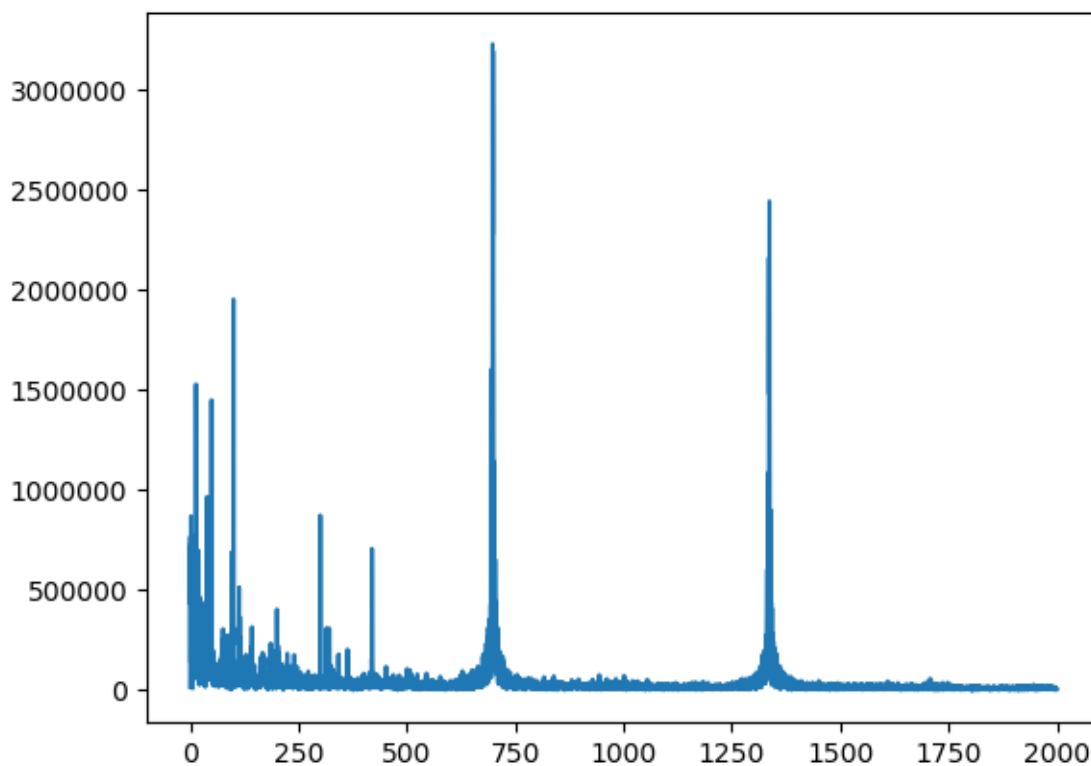
$w = \pi$  در واقع در وسط نمونه های تبدیل فوریه رخ می دهد. یعنی جایی که شماره ی نمونه، برابر نصف تعداد نمونه های تبدیل فوریه باشد. با استفاده از همین فرمول شماره ی نمونه را به معادل هرتز آن تبدیل می کنیم.

```
w = np.arange(0, len(magnitude_spectrum), 1)  
w = (w * RATE) / len(w)
```

پس از این صرفاً تا فرکانس ۲۰۰۰ هرتز را نگه می داریم، چون کار ما با فرکانس های کمتر از این مقدار است.



فرکانس های موجود در صوت مربوط به فشردن کلید ۱



فرکانس های موجود در صوت مربوط به فشردن کلید ۲

در مرحله ی بعد میانگین تبدیل فوریه برای فرکانس های مختلف در بازه ی ۲۰۰۰ هرتز گرفته می شود، اگر سینوسی هایی که دنبالشان هستیم با ضربی از این میانگین بزرگتر باشند، پی می بریم که آن سینوسی ها در سیگنال اولیه وجود داشته و مشخص بودند.

در مرحله ی آخر با استفاده از سینوسی هایی که در سیگنال ورودی بودند، دکمه ی فشار داده شده مشخص شده و چاپ می شود. و در نهایت همین سیکل برای نیم ثانیه ی بعدی سیگنال صوت ورودی تکرار می شود.