

به نام خدا



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده برق و کامپیوتر



## مخابرات بی سیم تمرین شبیه سازی ۱

فرزاد مهری

۸۱۰۱۹۴۴۱۰

## سوال ۱

(A)

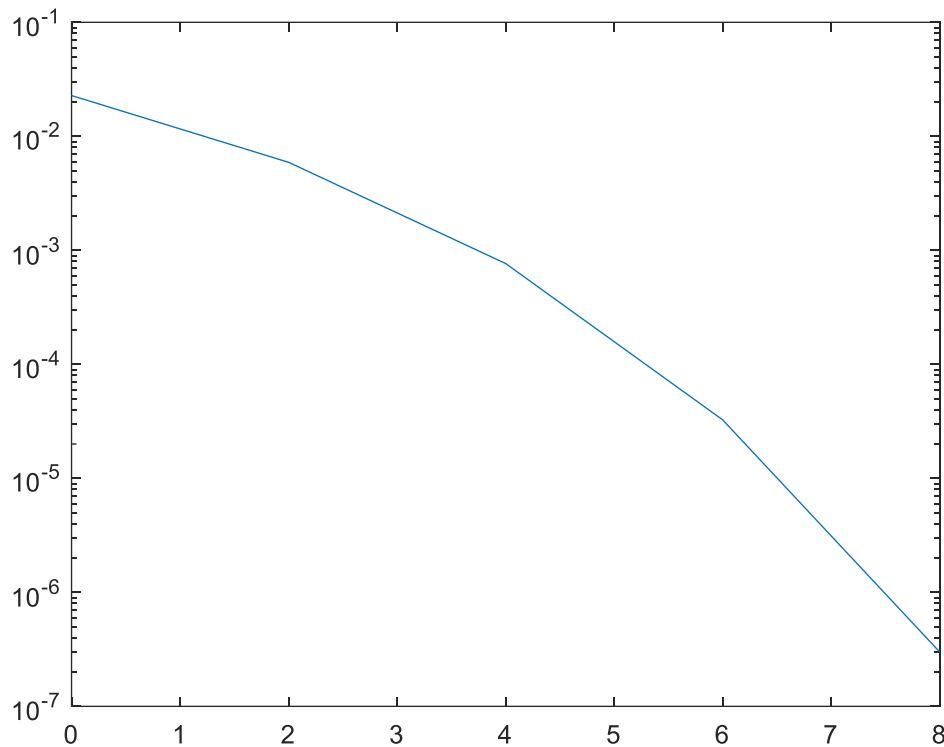
$$P_{noise} = \sigma_N^2 = 1$$

$$SNR = \frac{P_{signal}}{P_{noise}} \Rightarrow P_{signal} = (SNR)P_{noise}$$

$$P_{signal} = \frac{A^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{2P_{signal}} = \sqrt{2 * 10^{\frac{SNR_{db}}{10}}}$$

منحنی احتمال خطای کانال AWGN در شکل ۱ آمده است:

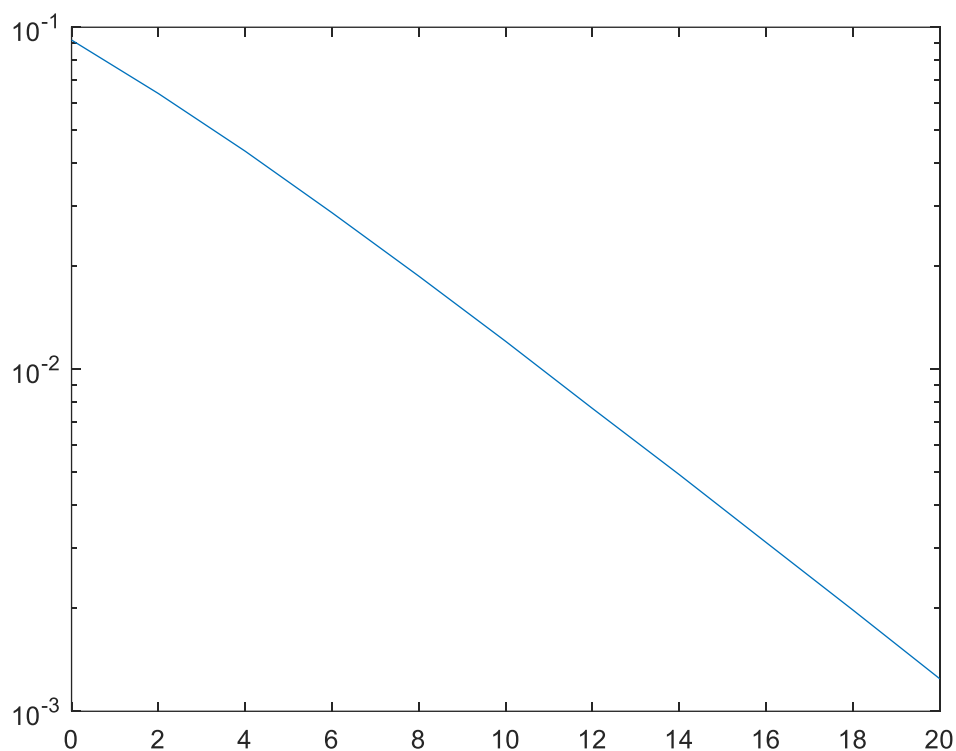
توجه شود که چون هر سمبل نشان دهنده ۱ بیت است، در اینجا:  $P_{es} = P_{eb}$



شکل ۱، منحنی احتمال خطای بیت کانال AWGN

با توجه به نمودار در SNR های بیشتر از ۸ احتمال خطا صفر است.

منحنی احتمال خطای کانال Flat fading در شکل ۲ آمده است:



شکل ۲، احتمال خطای کانال Flat fading

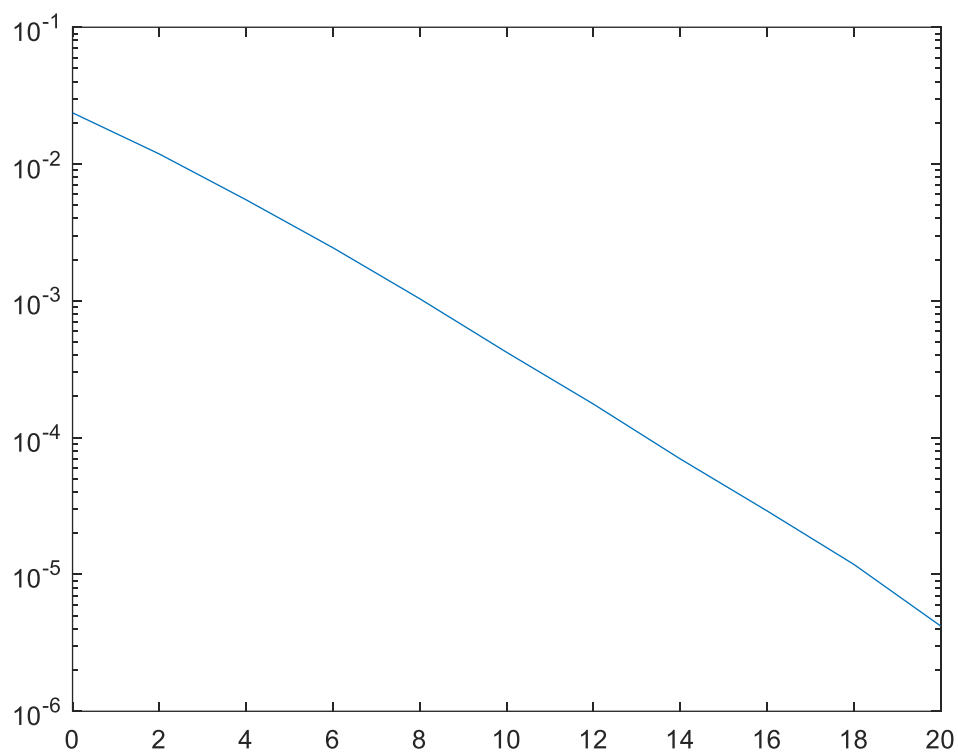
در کانال flat fading احتمال خطا از کانال awgn بیش‌تر است.

نمودار احتمال خطای پس از MRC equalizer در شکل ۳ آمده است. در این equalizer سیگنال‌های دریافتی به صورت زیر ترکیب می‌شوند:

$Y_i$ : سیگنال دریافتی آنتن  $i$ ام

$H_i$ : ضریب کانال در آنتن  $i$ ام

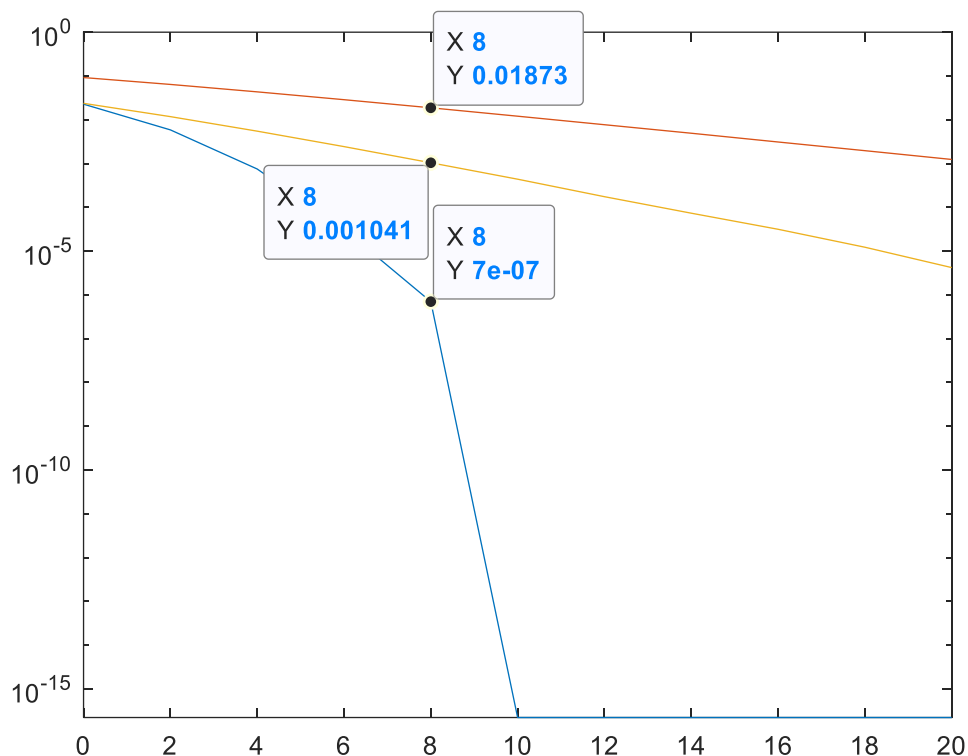
$$Y_{eq} = \frac{(H_1^* Y_1 + H_2^* Y_2)}{|H_1|^2 + |H_2|^2}$$



شکل ۳، نمودار احتمال خطای کانال **Flat fading** پس از **equalization**

با توجه به نمودار، مشخص است که احتمال خطا با equalization بهبود یافته است.

مقایسه احتمال خطا در یک نمودار در شکل ۴ آمده است:



شکل ۴، احتمال خطای سه کانال در یک نمودار

در یک SNR ثابت، برای مثال SNR برابر ۸dB، احتمال خطای کانال awgn از همه کمتر است:

$$P_{e,awgn} = 7 * 10^{-7}$$

$$P_{e,flat,equalized} = 0.001$$

$$P_{e,flat} = 0.019$$

## سوال ۲

پارامترها:

Ts: نرخ نمونه برداری سیگنال ورودی

fD: مقدار شیف داپلر حداکثر

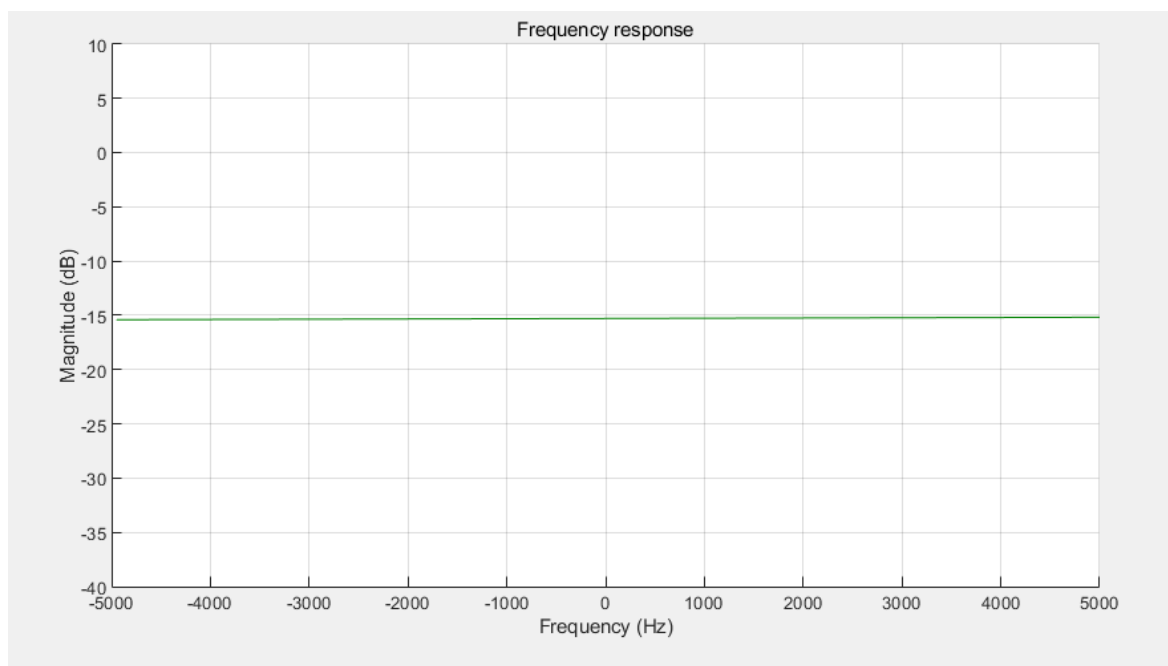
Tau: بردار تاخیر مسیرهای مختلف

Pdb: بردار بهره متوسط هر مسیر

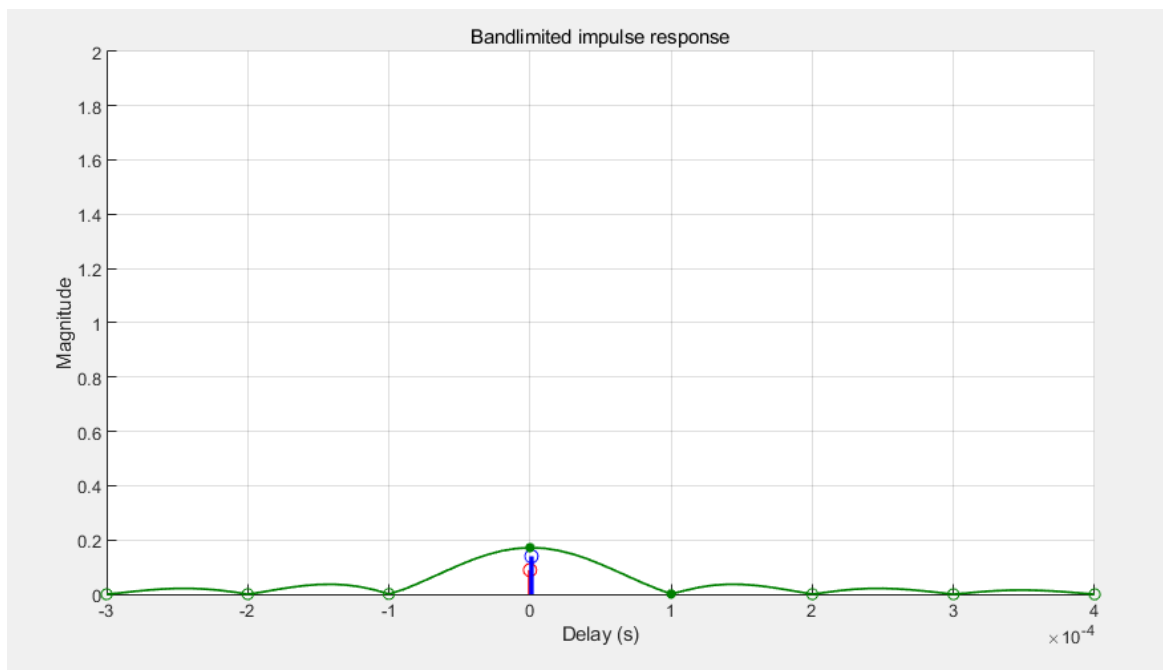
با توجه به نمودار ها، کانال اول یک کانال frequency flat و کانال های ۲ و ۳ انتخابگر فرکانسی هستند. با توجه به پاسخ فرکانسی، میتوان دید که اندازه آن در کانال اول ثابت است. همچنین با توجه به پاسخ ضربه، کانال اول را میتوان (بر خلاف کانال دوم و سوم) با یک ضربه مدل کرد.

کانال اول:

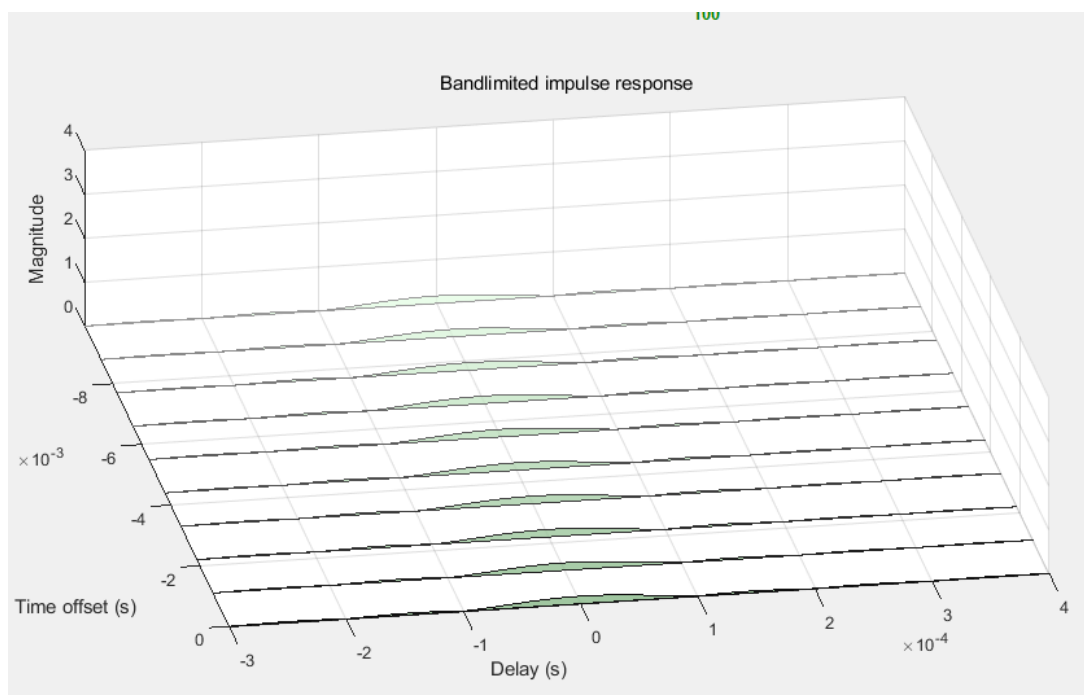
پاسخ فرکانسی، پاسخ ضربه و منحنی IR water fall کانال ۱ به ترتیب در شکل های ۵ تا ۷ آمده است:



شکل ۵، پاسخ فرکانسی کانال



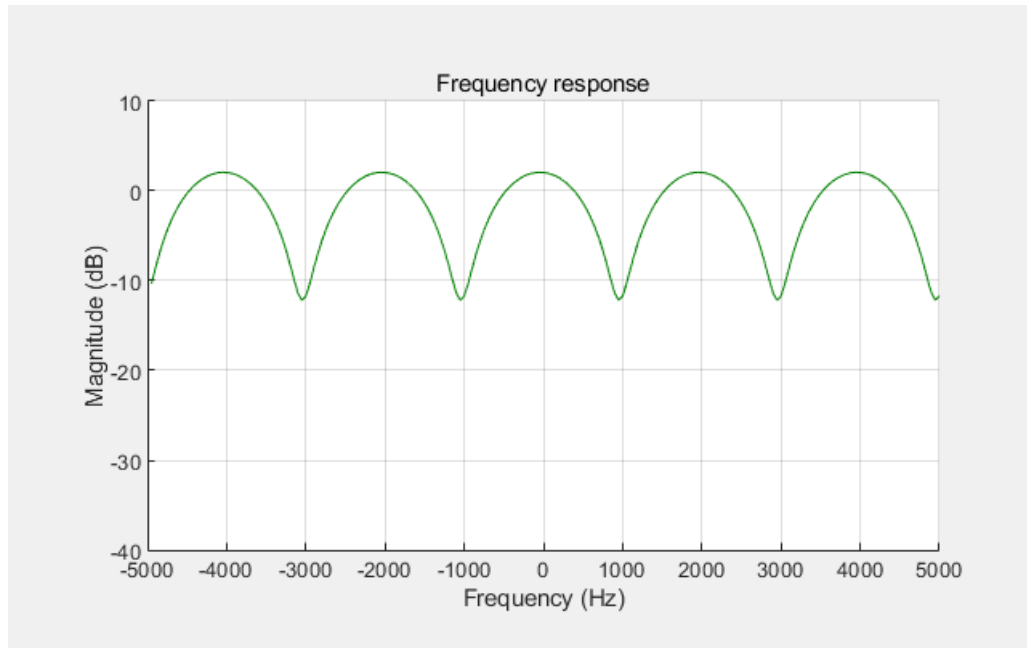
شکل ۶، پاسخ ضربه



شکل ۷، منحنی waterfall

کانال دوم:

منحنی های پاسخ فرکانسی، پاسخ ضربه و منحنی IR water fall کانال ۲ به ترتیب در شکل های ۸ تا ۱۰ آمده است:

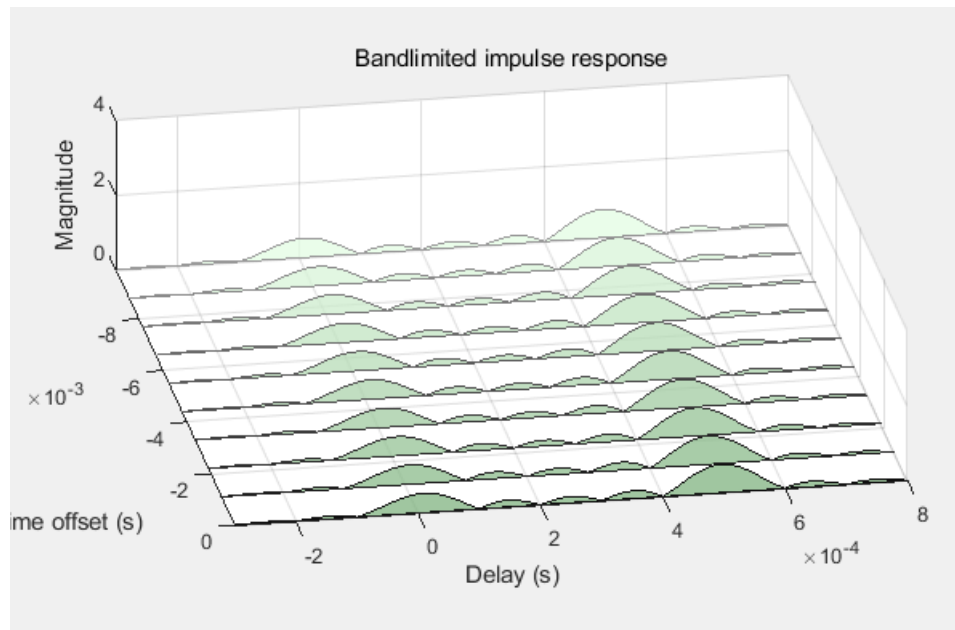


شکل ۸. پاسخ فرکانسی کانال ۲



شکل ۹. پاسخ ضربه کانال ۲

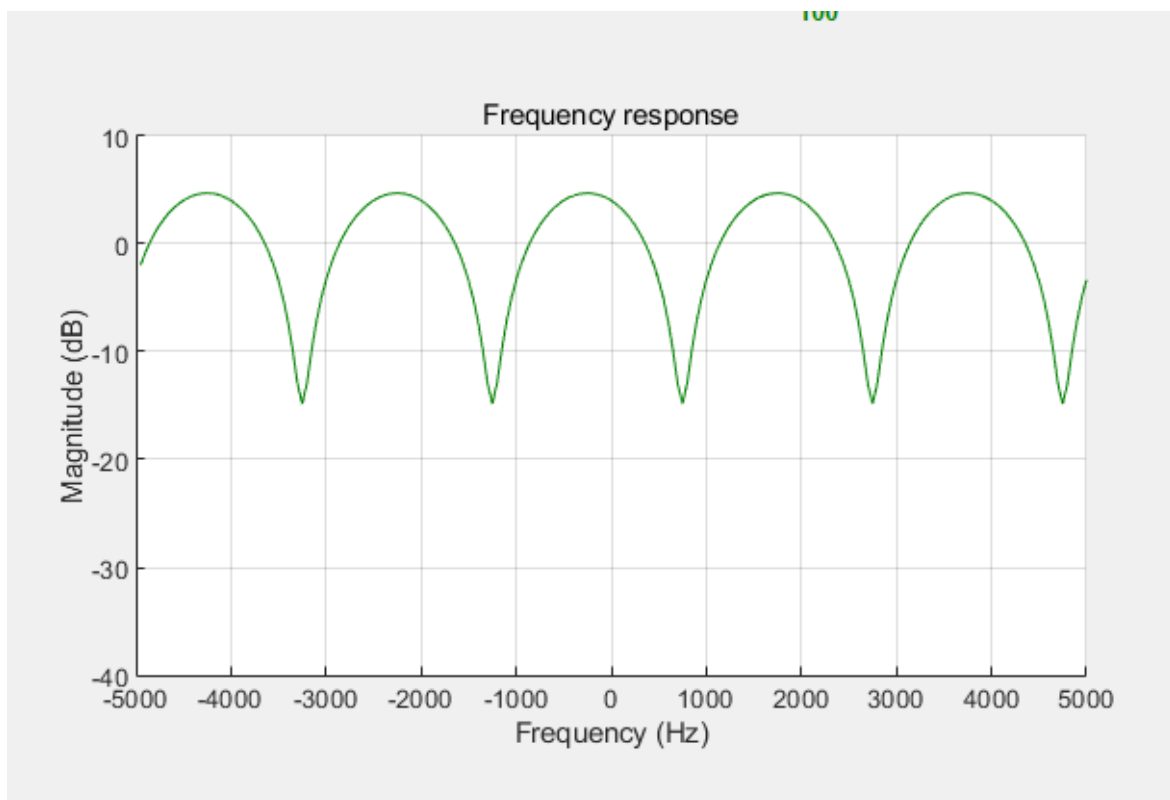




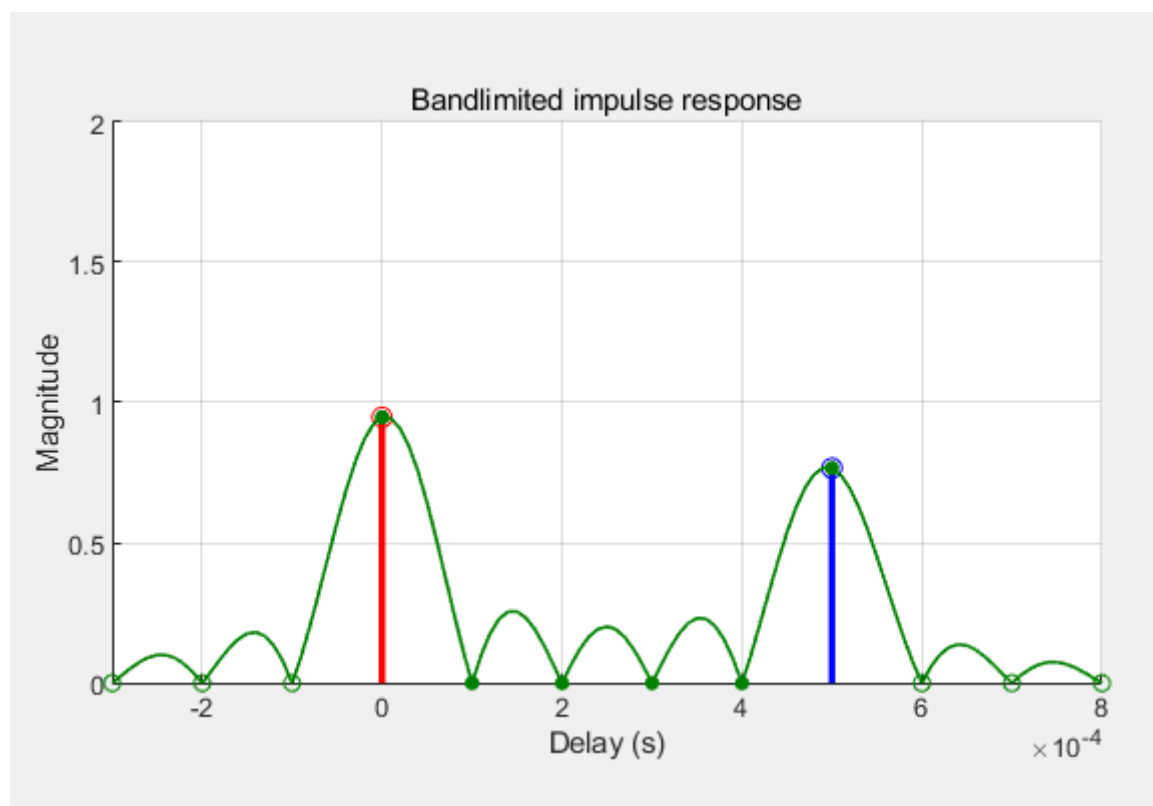
شکل ۱۰، نمودار **ir waterfall**

کانال سوم:

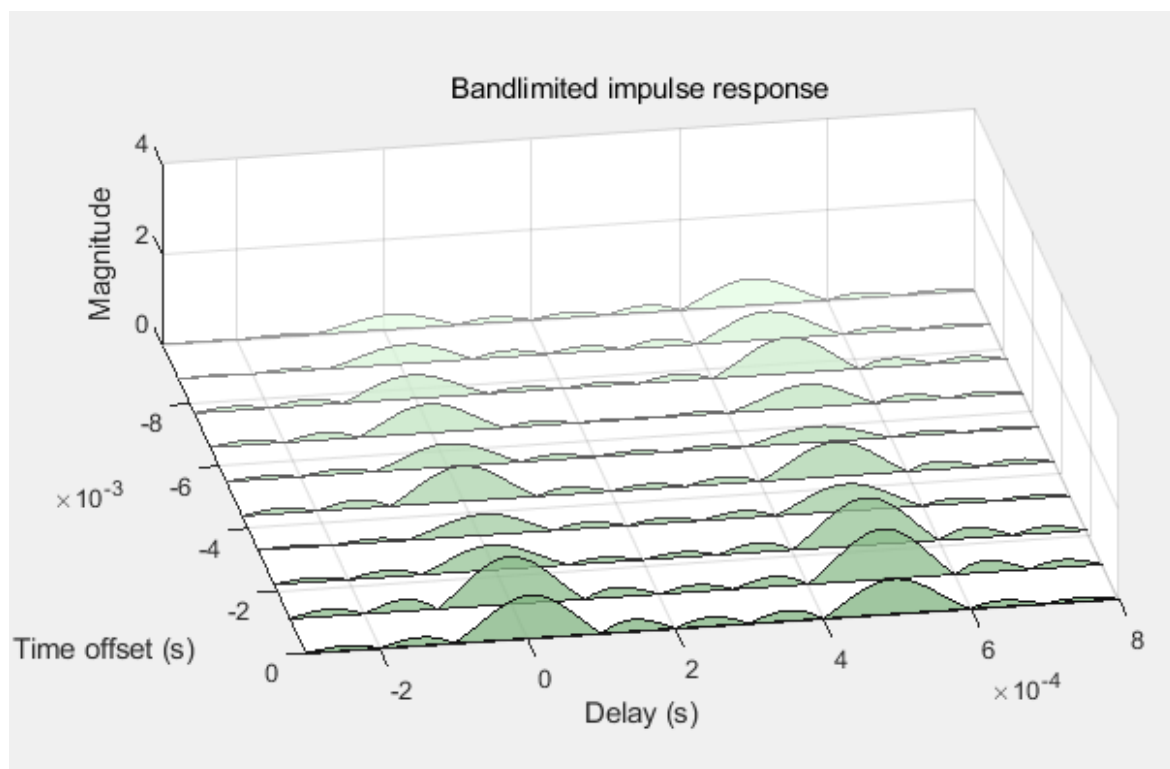
منحنی های پاسخ فرکانسی، پاسخ ضربه و منحنی IR water fall کانال ۲ به ترتیب در شکل های ۱۱ تا ۱۳ آمده است:



شکل ۱۱، پاسخ فرکانسی کانال ۳



شکل ۱۲، پاسخ ضربه کانال ۳



شکل ۱۳، منحنی **ir waterfall** کانال سوم