



تمرین دوم

درس مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال‌های پزشکی

نویسنده: حمیدرضا ابوئی

شماره دانشجویی: ۹۷۳۳۰۰۲

استاد:

دکتر مرادی

تدریس‌یار:

زهرا دیانی

ABR

$$x(t) = n_s(t) + n_n(t)$$

$$R_{sn} = 0 \quad \sigma_n^2 = \text{var}(n_n(t)) \quad \sigma_s^2 = \text{var}(n_s(t))$$

$$\text{cor}(n_s^{(i)}, n_s^{(j)}) = \rho \sigma_s^2$$

$$\bar{y} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i(t) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M n_{s_i}(t) + \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M n_{n_i}(t)$$

$$\text{var}\left(\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M n_{s_i}(t)\right) = \frac{1}{M^2} \text{var}\left(\sum_{i=1}^M n_{s_i}(t)\right)$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \text{var}(n_{s_i}(t))$$

$$\text{var}\left(\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M n_{n_i}(t)\right) = \frac{1}{M^2} \times M \sigma^2 = \frac{1}{M} \sigma^2$$

Subject: _____ Date: _____

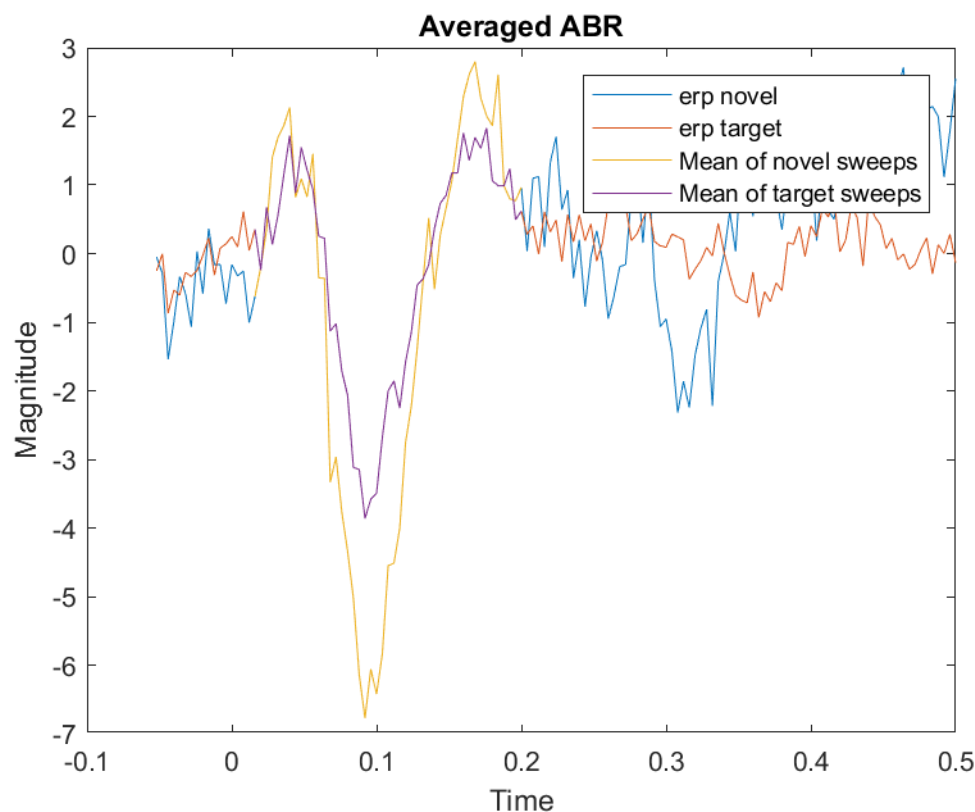
$$\text{SNR} = \frac{\sigma_s^2}{\sigma_n^2} = \frac{1}{\frac{1}{M}} = \sqrt{M}$$

$$\sqrt{M} = k \rightarrow M = k^2$$

برای حذف شیفت فاز، از روش زیر که در filtfilt نیز استفاده می‌شود استفاده می‌کنیم:

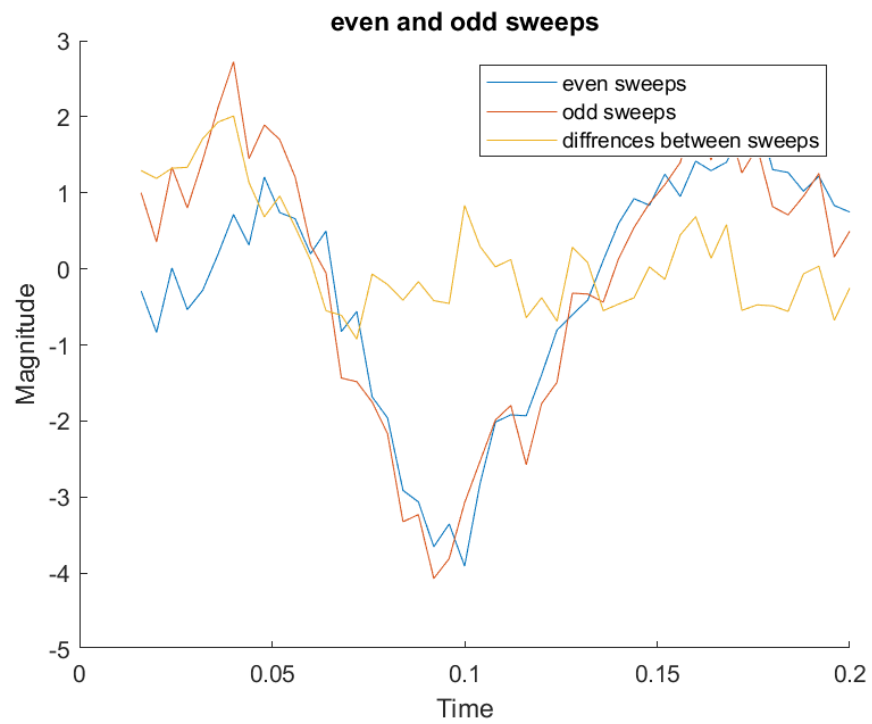
$$\begin{aligned}
 & \text{Signal } x[n] \xrightarrow[\text{فیلتر}]{h[n]} z[n] & z[n] &= x[n] * h[n] \\
 & & Z[e^{j\omega}] &= H[e^{j\omega}] X[e^{j\omega}] \\
 \\
 & z[n] \xrightarrow[\text{Reverse}]{\text{Time}} w[n] & w[n] &= z[-n] \\
 & & W[e^{j\omega}] &= Z^*[e^{j\omega}] = X^*[e^{j\omega}] H^*[e^{j\omega}] \\
 \\
 & w[n] \xrightarrow[\text{فیلتر}]{h[n]} v[n] & v[n] &= w[n] * h[n] \\
 & & V[e^{j\omega}] &= X^*[e^{j\omega}] |H[e^{j\omega}]|^2 \\
 \\
 & v[n] \xrightarrow[\text{Reverse}]{\text{Time}} y[n] & y[n] &= v[-n] \\
 & & Y[e^{j\omega}] &= X[e^{j\omega}] |H[e^{j\omega}]|^2 \quad \text{real}
 \end{aligned}$$

در مرحله اول، پس از نوشتن تابع Grand_Averaging، بدین صورت عمل می‌کنیم که از indd و indf، نقاط ابتدایی تحریک‌ها را استخراج می‌کنیم. سپس با توجه به فرکانس نمونه برداری که ۲۵۰ است، پنجره‌های زمانی بین -۵۰ تا ۵۰ میلی ثانیه را استخراج می‌کنیم و با هم جمع می‌کنیم که تصویر بعدی (erp novel, erp target) که novel در اینجا تحریکات نامنظم و target تحریکات منظم است.

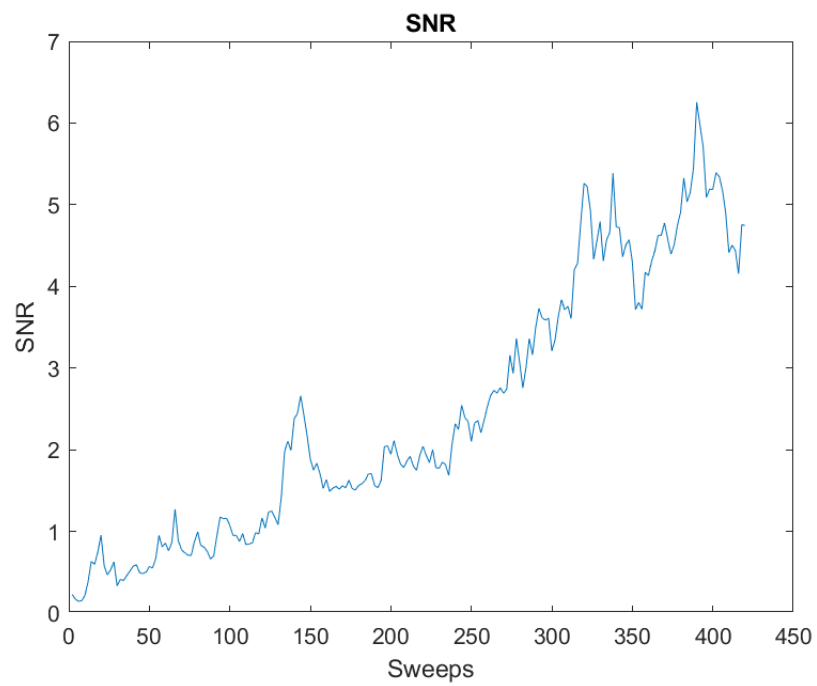


حال همان تابع قبلی را کمی گسترش می‌دهیم تا خروجی‌های دیگر مورد نیاز را از آن به دست آوریم. یعنی میانگین‌های زوج و فرد هر کدام از واکنش‌های تحریکات منظم و نامنظم. یک ورودی به این تابع اضافه شده است که نمایانگر تعداد sweep هایی است که قصد داریم میانگین آن تعداد sweep را به دست آوریم. برای مثال در صورتی که تمام sweep ها را بدهیم، تمام sweep های زوج و تمام sweep های فرد، میانگین گیری می‌شوند. حال برای بررسی صحت آن، میانگین این دو میانگین، باید با سیگنال میانگین گیری شده توسط کل sweep ها یکسان باشد. بنابراین، در مثال بالا ملاحظه می‌فرمایید که این اتفاق در دو نمودار Mean of novel sweeps , Mean of target sweeps نمایش داده شده است که برابر با سیگنال اصلی است.

قابل ذکر است که این sweep ها، از ۱۵ تا ۲۰۰ میلی ثانیه بررسی شده‌اند.



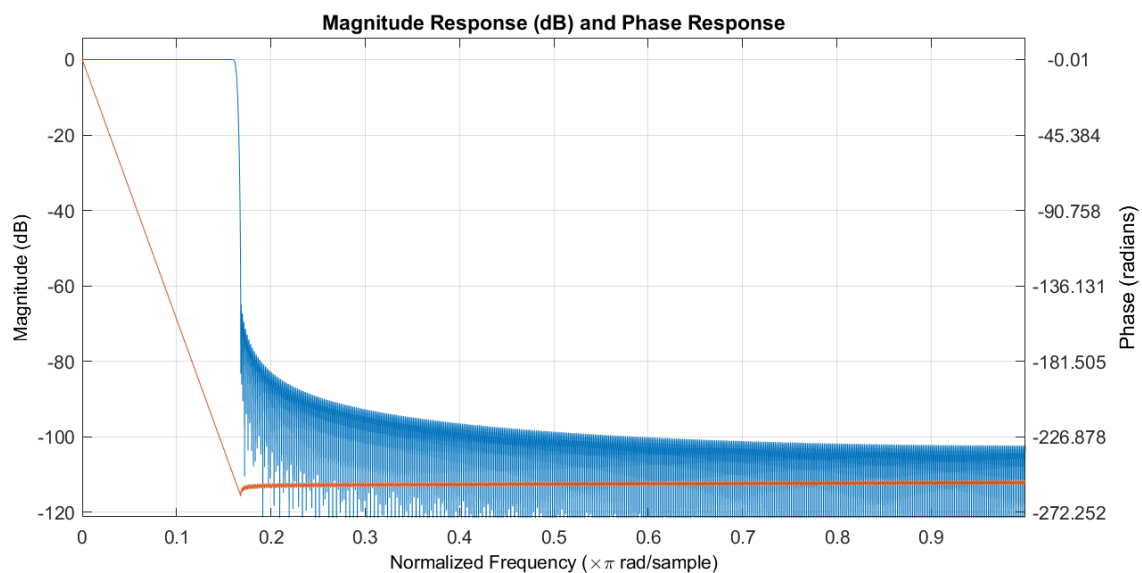
در شکل بالا، میانگین‌های sweep ها و تفاوت آنها نمایش داده شده است. در شکل زیر، میزان SNR در طی تعداد sweep های مورد استفاده محاسبه شده است.



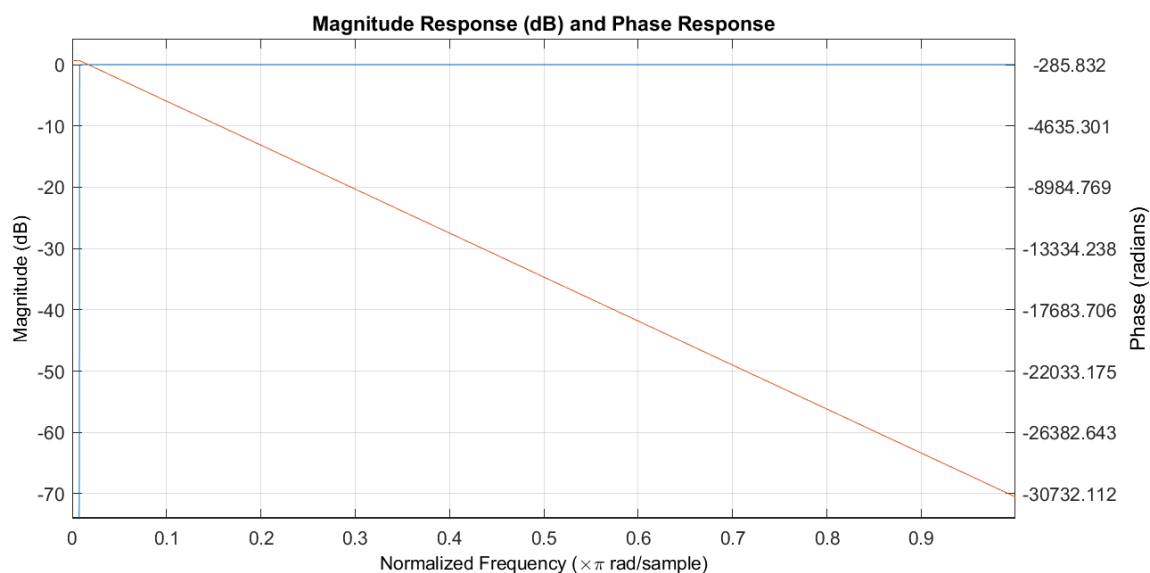
حال به سراغ طراحی فیلترهای پایین گذر و بالا گذر می‌رویم. از دستور `designfilt` و دادن مشخصات فیلترهای مورد نیاز، دو نوع فیلتر مطرح شده طراحی شده اند که در زیر با استفاده از `freqz` پاسخ فرکانسی این فیلترها بررسی شده اند.

ابتدا به سراغ فیلتر¹ FIR می‌رویم:

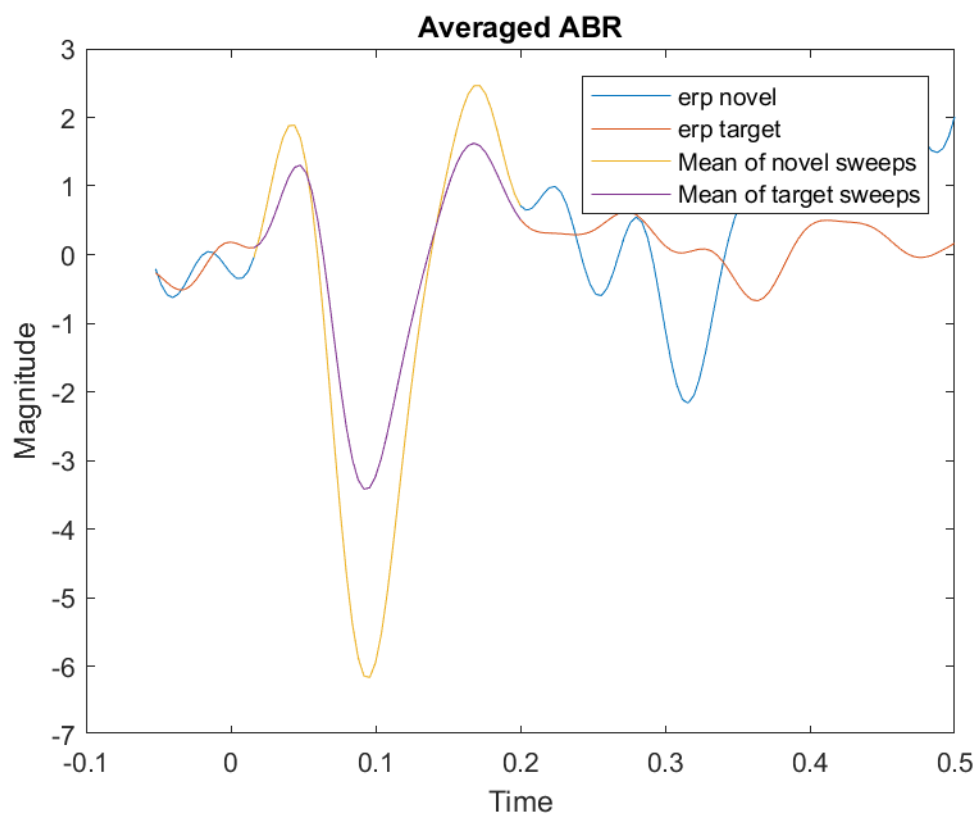
پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر به صورت زیر می‌باشد:



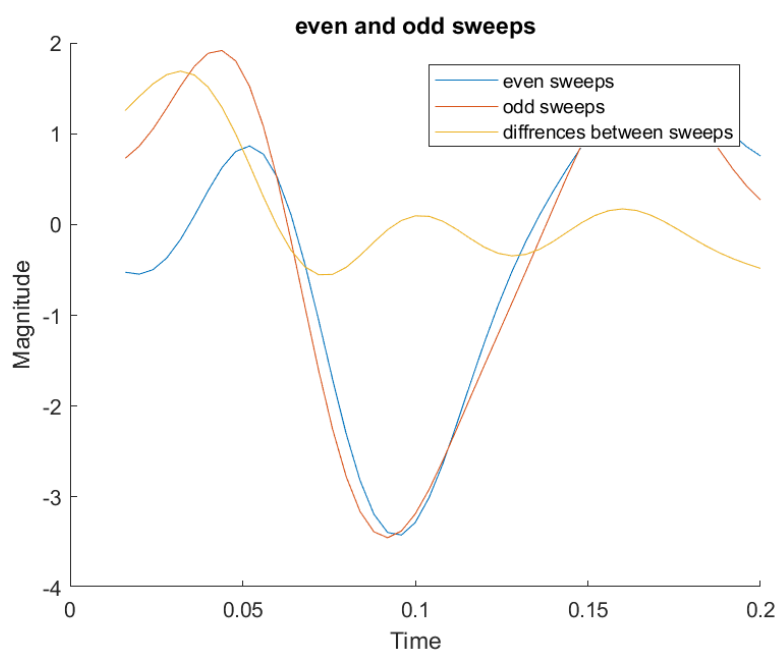
برای فیلتر بالاگذر نیز از فیلتر با پاسخ فرکانسی زیر استفاده شده است:



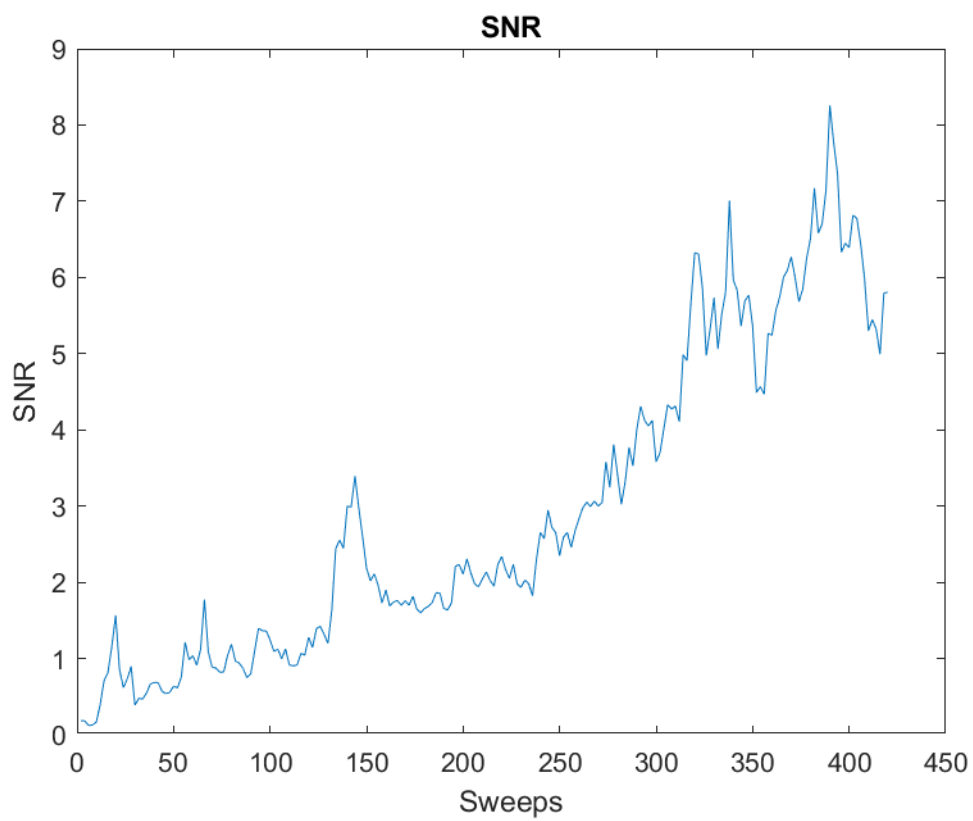
میانگین‌های کلی به صورت زیر می‌شوند:



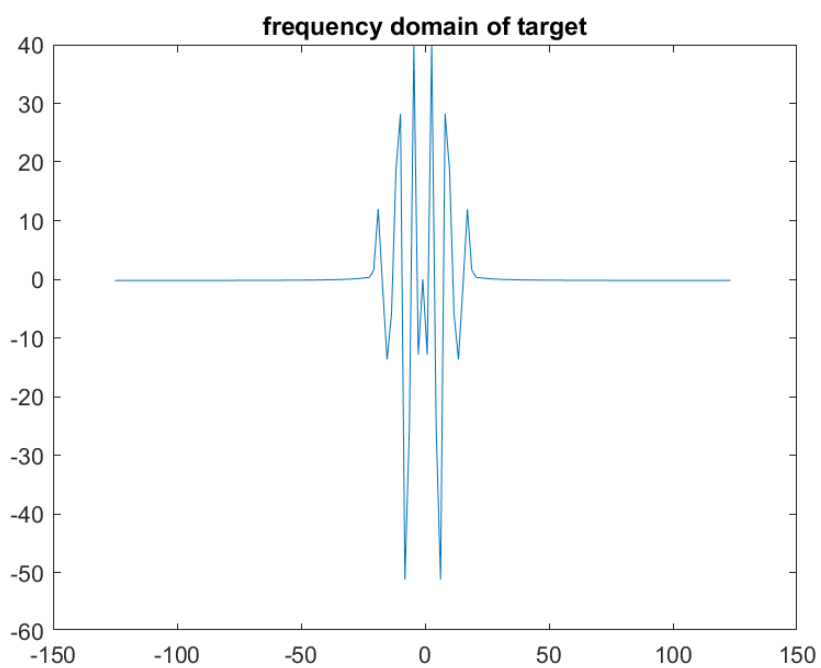
میانگین‌های زوج و فرد target به صورت زیر خواهند بود:



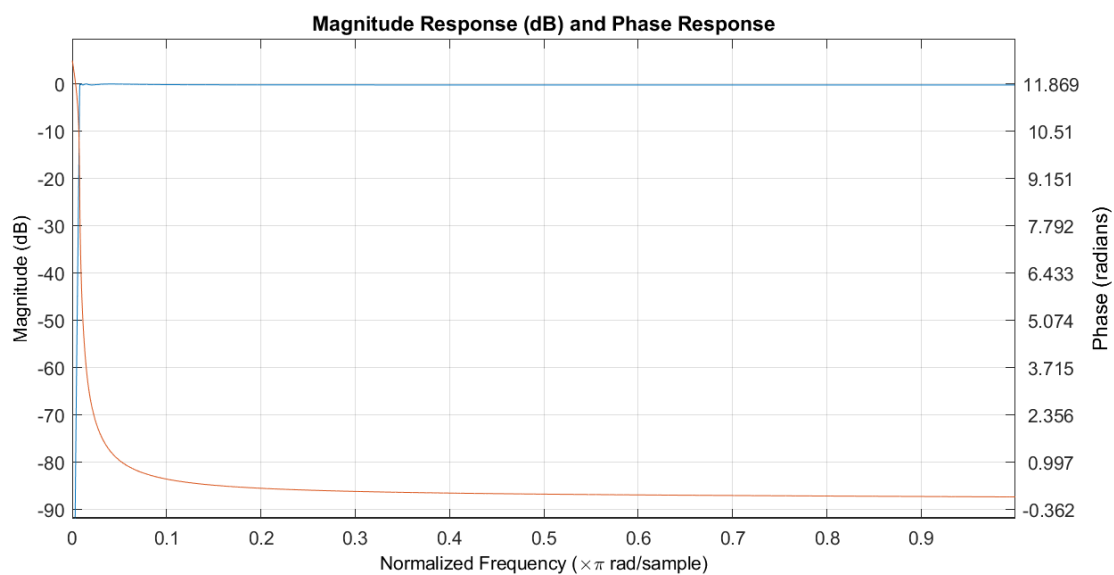
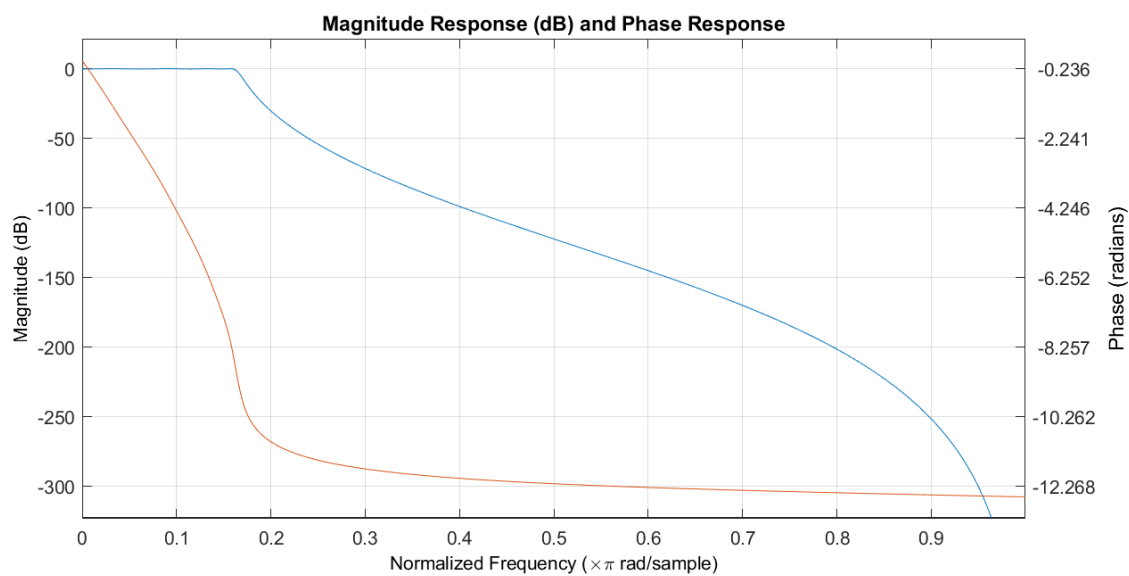
SNR نیز به صورت زیر تغییر می کند:

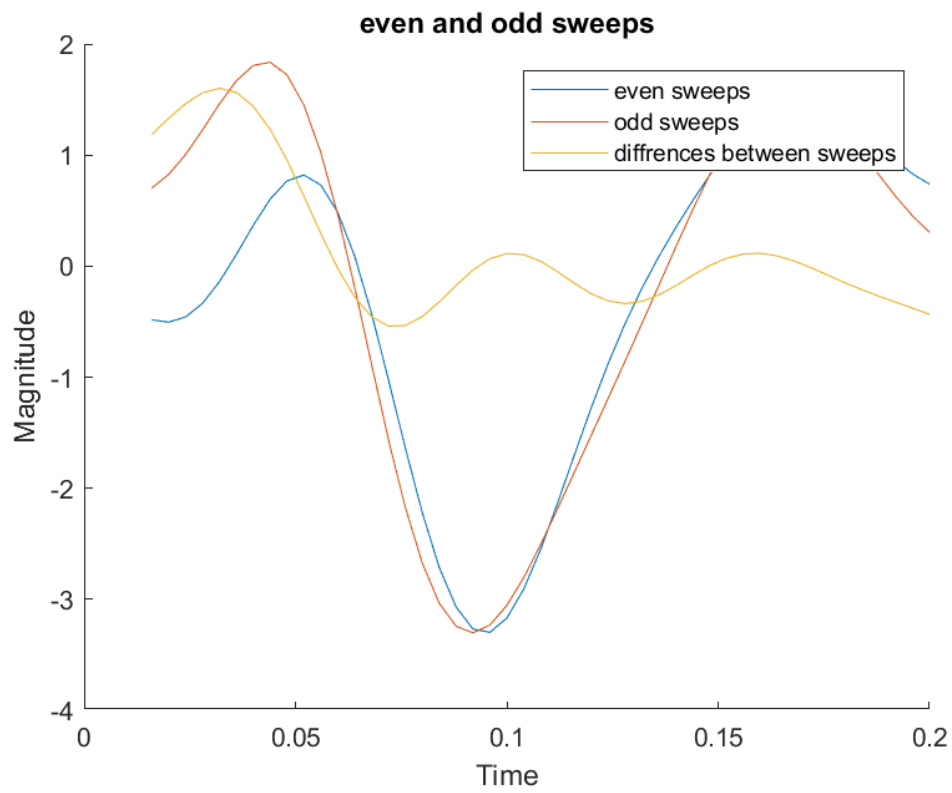
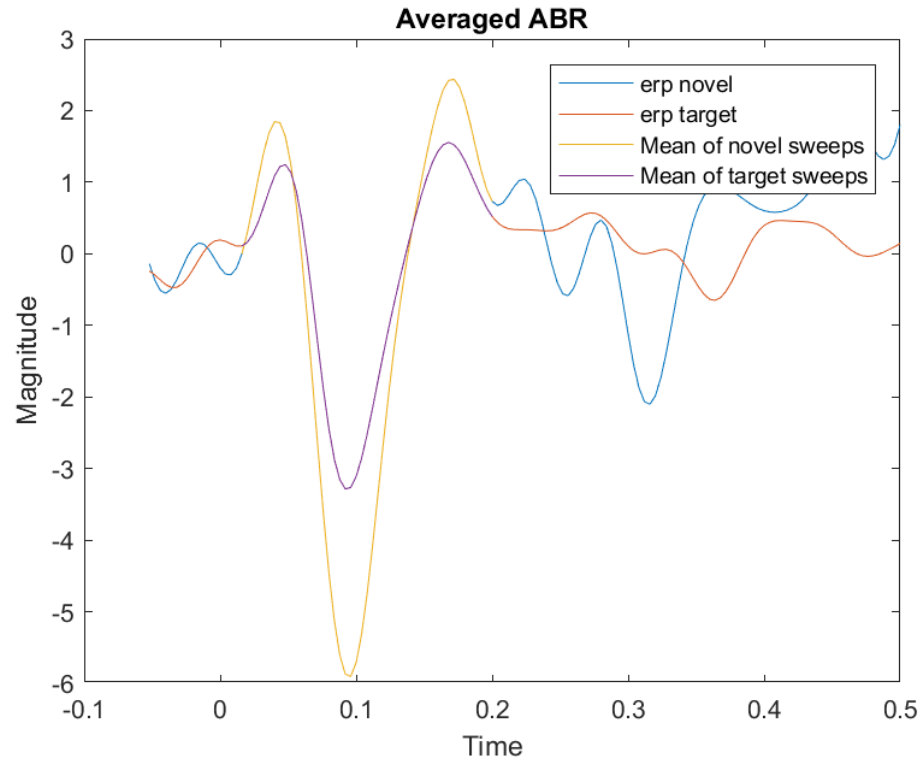


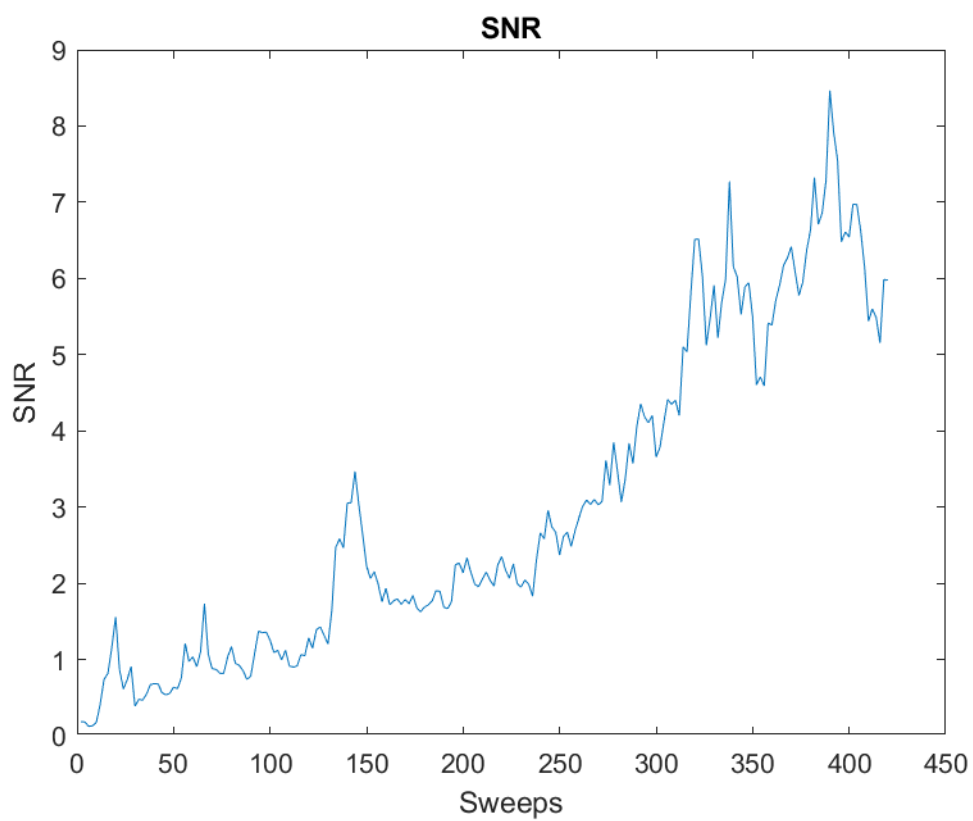
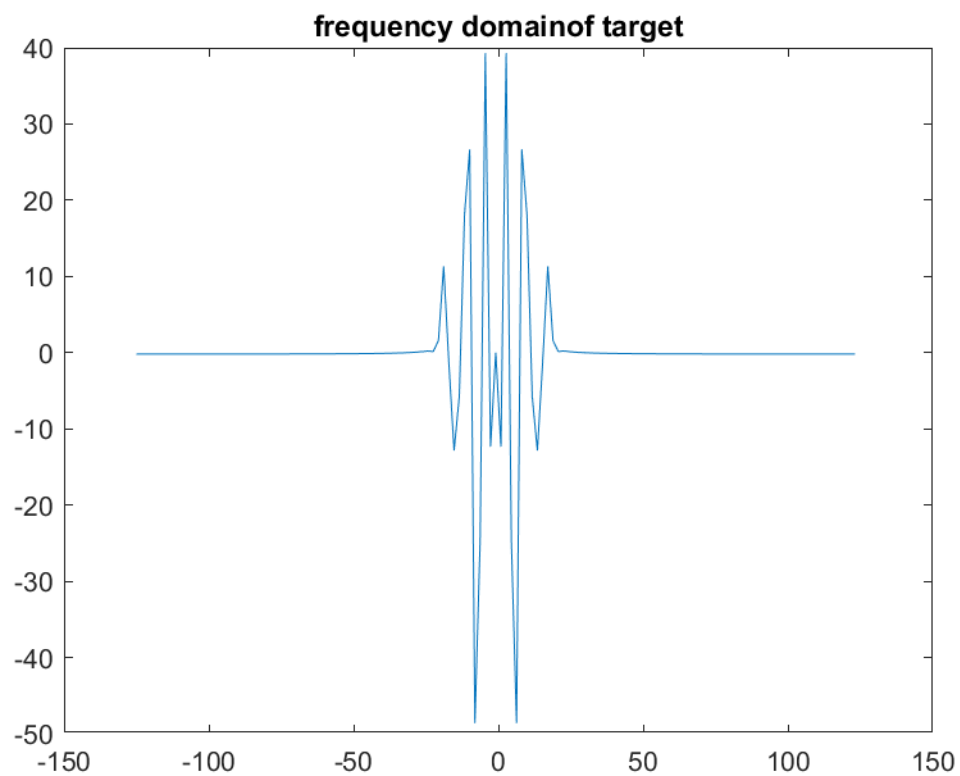
حال برای اطمینان از صحت اعمال فیلتر، معادل فرکانسی معدل target را رسم می کنیم :



حال دقیقاً همین مطالب را برای فیلتر^۲ IIR بررسی می‌کنیم :







حال برای ایجاد یک عامل برای مقایسه این سه حالت، روش پیشنهادی این است که در هر روش (بدون فیلتر، با فیلتر FIR و با فیلتر IIR) مقدار SNR تمام sweepهای اندازه گیری شده را با هم جمع می‌زنیم مقادیر به دست آمده عبارتند از :

Normal: 513.065

FIR: 612.9223

IIR: 624.4382

با توجه به این که در کل، فیلتر IIR مقادیر SNR بزرگ‌تری را به ما می‌دهد بنابراین نتیجه می‌گیریم که فیلتر IIR، مناسب‌تر است.

با تشکر.