به نام خدا

درس مخابرات پیشرفته
نیم‌سال دوم ۰۴-۰۵
استاد: دکتر بهروزی

دانشکده مهندسی برق

تمرین کامپیوتری سری سوم : پیاده سازی جبران سازهای مختلف

- فایل تحویلی شما باید یک فایل zip. با نام AdvComm_CA۰۳_StudentNumber باشد که در آن گزارش به فرمت PDF به همراه کدهای متلب مورد استفاده قرار داده شده باشد.
- بخشی از نمره تمرین مرتبط با شرح و تحلیل پاسخ بدست آمده می‌باشد.
- هرگونه مشابهت‌یابی در کد یا گزارش، منجر به از دست دادن نمره این تمرین‌کامپیوتری خواهد شد.
- در صورت داشتن سوال می‌توانید از طریق ایمیل با دستیاران آموزشی در ارتباط باشید: سید محمدمهدی حسینی بیوکی، احمدرضا شهسواری

---

۱. یک سیستم باند میانی با مدولاسیون BPSK و فرکانس مرکزی f_0 را در نظر بگیرید که معادل باند پایه شکل پالس $g(t)$ بصورت زیر است.

$$g(t) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T}}, & 0 \le t \le T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{۱}$$

سیگنال از یک کانال با پاسخ ضربه پایین گذر $c(t)$ عبور داده می شود.

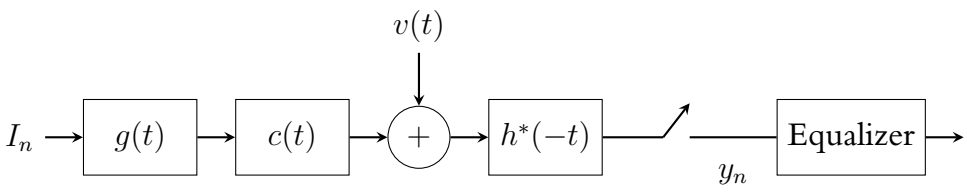
$$c(t) = \begin{cases} \sqrt{\frac{3}{2T}}\left(1 - \frac{t}{2T}\right), & 0 \le t \le 2T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{۲}$$

پس از اضافه کردن نویز سفید با چگالی $\frac{N_0}{2}$ به سیگنال دریافتی، معادل پایین گذر سیگنال از فیلتر منطبق $h^*(-t)$ عبور داده می شود ($h(t) = g(t) * c(t)$). سپس از خروجی فیلتر $y(t)$ در لحظات $t = nT$ نمونه برداری می شود که بصورت $y_n = y(nT)$ نمایش داده می شود. فرض کنید که T برابر یک می باشد. شمای کلی این سیستم در شکل ۱ نمایش داده شده است.

(آ) مدل گسسته سیستم شکل ۱ را بدست آورید.

(ب) دنباله y_n در شکل ۱ را با استفاده از مدل گسسته بدست آمده در قسمت قبل، تولید کنید. یک دنباله i.i.d با احتمال یکسان و متغیر تصادفی $I_n \in \{-1, +1\}$ و یک نویز گوسی مناسب ایجاد کنید.

دقت داشته باشید که در شکل ۱، دنباله y_n وارد یک جبران ساز شده و خروجی آن برای آشکارسازی سمبل به سمبل استفاده می شود. باتوجه به این مورد به سوالات زیر جواب دهید.



شکل ۱: سیستم مخابراتی سوال ۱

(ج) جبران ساز ZF با تعداد ضرایب برابر ۵ و ۹ و ۱۳ را بدست آورید. احتمال خطا را مشخص کنید (بصورت دقیق). سپس، با استفاده از شبیه سازی، احتمال خطا را برای SNR های در بازه ۰dB تا ۱۵dB بدست آورید. نتایج بدست آمده را با نتایج تئوری با استفاده از رسم احتمال خطا مقایسه کنید ($SNR = \frac{E\{|I_n|^2\}}{2N_0}$). همچنین SINR را در خروجی جبران ساز رسم کنید (نسبت به SNR)

(د) در این قسمت جبران ساز MMSE با تعداد ضرایب ۵ و ۹ و ۱۳ را بدست آورید و خواسته های قسمت قبل را مشابها برای این جبران ساز انجام دهید.

(ه) در این قسمت جبران ساز DFE با تعداد ضرایب برابر ۵ و ۹ و ۱۳ را بدست آورید و مجددا خواسته های قبلی را بطور مشابه برای این جبران ساز انجام دهید. فرض کنید که تعداد ضرایب Feedforward یک عدد بیشتر از تعداد ضرایب Feedback است (یعنی $K_1 = K_2$).

(و) در این قسمت جبران ساز MLSE با استفاده از الگوریتم ویتربی باید پیاده سازی شود. گیرنده بهینه با استفاده از الگوریتم ویتربی با عمق $6L$ برای داده تولید شده در قسمت های قبل و SNR های در بازه صفر تا ۱۵dB را شبیه سازی کنید. منحنی احتمال خطا را رسم کنید.

(ز) نتایج بدست آمده را با یکدیگر مقایسه کنید.