



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده برق و کامپیوتر



# اصول سیستم های مخابراتی

دکتر صباغیان

## تمرین کامپیوتری شماره ۲

طراح:

حمیدرضا صادقی

زمستان ۱۴۰۳

- ۱- در یک سیستم FM سیگنال پیام  $m(t) = \begin{cases} \text{sinc}(100t) & |t| \leq t_0 \\ 0 & \text{o.w.} \end{cases}$  را توسط حامل  $c(t) = \cos(2\pi f_c t)$  با  $f_c = 250\text{Hz}$  و  $t_0 = 0.1$  می فرستیم. ثابت انحراف فرکانس  $k_f = 100$  است. بنابراین سیگنال مدوله شده ی فرکانس به صورت زیر خواهد بود:

$$u(t) = \cos(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_{-\infty}^t m(\tau) d\tau)$$

الف) سیگنال پیام و انتگرال آن را در دو نمودار مجزا رسم نمایید. بازه ی نمونه برداری  $t_s = 0.0001$  است.

ب) سیگنال FM،  $u(t)$ ، را رسم نمایید.

- ج) با استفاده از تبدیل فوریه طیف های  $m(t)$  و  $u(t)$  را تعیین و هر یک را به صورت مجزا رسم نمایید.
- د) سیگنال FM،  $u(t)$ ، را به منظور بازیابی سیگنال پیام به صورتی که در ادامه توضیح داده شده دمدوله کنید و حامل را با سیگنال پیام اصلی مقایسه کنید. ابتدا فاز  $u(t)$  یعنی انتگرال  $m(t)$  را به دست آورده و سپس از آن مشتق گرفته و حاصل را بر  $2\pi k_f$  تقسیم کرده تا سیگنال پیام به دست آید. می توانید با استفاده از تابع `unwrap.m` در متلب اثر تاخوردگی فاز به میزان  $2\pi$  را برطرف کنید. (برای اطلاعات بیشتر درباره این تابع مذکور می توانید از `help` متلب کمک بگیرید)
- درباره میزان شباهت سیگنال پیام دمدوله شده با سیگنال پیام اصلی  $m(t)$  توضیح دهید.

- ۲- در این تمرین قصد داریم که خطای کوانتیزه کردن در کمی سازی یک منبع گاوسی با استفاده از PCM یکنواخت را ارزیابی کنیم. برای این منظور ۵۰۰ متغیر تصادفی گاوسی با میانگین صفر و واریانس واحد تولید کنید و با استفاده از کوانتایزر PCM یکنواخت ۶۴ سطحی آنها را کوانتایز کنید.
- الف) دنباله ۵۰۰ نقطه ای ایجاد شده را رسم کنید.
- ب) SQNR را برای کوانتایزر ۶۴ سطحی تعیین کنید.
- ج) پنج مقدار اول دنباله، مقادیر کوانتیزه مربوطه و کلمات کد PCM مربوطه را تعیین کنید.
- د) خطای کوانتیزاسیون را که به صورت تفاوت بین مقدار ورودی و مقدار کوانتیزه شده تعریف می شود، برای دنباله ۵۰۰ نقطه ای ترسیم کنید.

## \* نکات مربوط به تمرین کامپیوتری و گزارش آن:

- ۱- مهلت تحویل این تمرین ۱۴۰۳/۱۰/۲۸ است.
- ۲- انجام این تمرین بصورت انفرادی است و تنها مجاز به استفاده از MATLAB هستید.
- ۲- در هر بخش از گزارش، روابط مورد نیاز و توضیحات مربوط به پیاده‌سازی (کد) به کامل بودن گزارش شما کمک می‌کند.
- ۳- تمامی نتایج را تحلیل و توضیحات لازم را ارائه کنید. (حتی اگر در صورت تمرین خواسته نشده باشد!)
- ۴- نیازی به قرار دادن کدها در گزارش نیست ولی حتما در فایل کدهای خود کامنت به مقدار کافی گذاشته که به راحتی قسمت‌های مختلف کد شما قابل فهم باشد و پارامترهای مختلف مورد استفاده کاملا مشخص باشند.
- ۵- برای انجام تمرین کامپیوتری می‌توانید در صورت نیاز با دوستان خود مشورت کنید و یا از مطالب مربوط در سایت‌های مرتبط کمک بگیرید ولی حتما خودتان باید کد را نوشته (به سبک خودتان) و کامنت به خوبی گذاشته باشید و در گزارش تحلیل خودتان را ارائه کنید. در صورت مشاهده تقلب نمره تمرین کامپیوتری تمامی افراد شرکت کننده در آن صفر می‌گردد.
- ۶- فایل کد متلب تمرین به همراه گزارش آن (و تمامی فایل‌های مورد نیاز) را در یک پوشه (با فرمت نام ذکر شده) قرار داده و در قالب یک فایل زیپ با فرمت نام "CA#2\_your name\_student number" در ایلرن بارگذاری کنید. در صورت رعایت نکردن هر یک از این موارد نمره کسر می‌گردد.
- ۷- توجه داشته باشید فقط از توابع آماده متلب که در صورت تمرین‌ها ذکر می‌شود می‌توانید استفاده کنید. سایر موارد خواسته شده را باید خودتان پیاده‌سازی کنید. (در غیر این صورت نمره نخواهد داشت)
- ۸- پس از اتمام مهلت تحویل این تمرین تا یک هفته دیگر می‌توانید بارگذاری کنید ولی نمره شما بصورت خطی (هر ساعت) کاهش پیدا میکند و پس از یک هفته صفر می‌شود.
- ۹- متون فارسی با فونت 14 – B Nazanin و متون انگلیسی با فونت 13 – Times New Roman نوشته شود.
- ۱۰- در صورت وجود هر گونه ابهام یا مشکل می‌توانید در گروه تلگرام با طراح پروژه در تماس باشید:
- ۱۱- جهت ارتباط با بنده هم می‌توانید از طریق تلگرام یا ایمیل با آدرس‌های زیر استفاده نمایید:

Email: [hamidreza.sadeghi@ut.ac.ir](mailto:hamidreza.sadeghi@ut.ac.ir)

Telegram: @Hamid77sadeghi