



دانشکده فنی دانشگاه تهران

دانشکده برق و کامپیوتر

پروژه ۱ سیستم های مخابرات

Analog Modulation

رایانامه

yasamin.1998@gmail.com

طراح:

یاسمین نیکنام

نیم سال اول ۹۹-۰۰

دانشجویان عزیز، قبل از پاسخ‌گویی به سوالات به نکات زیر توجه کنید:

۱. شما باید کدها و گزارش خود را با الگوی *CA2_StudentNumber.zip* در محل تعیین شده آپلود کنید.
۲. گزارش کار شما جزو معیار های ارزیابی خواهد بود؛ در نتیجه زمان کافی برای تکمیل آن اختصاص دهید.
۳. گزارش خود را در قالب قرار داده شده در صفحه درس بنویسید.
۴. قسمت اصلی کد شما باید در محیط Matlab Live Editor نوشته شود و نمودار ها علاوه بر گزارش کار باید در کد اصلی نیز قرار داشته باشند.
۵. شما می‌توانید سوالات خود را از طریق ایمیل yasamin.1998@gmail.com بپرسید.

در این تمرین به شبیه سازی مدولاسیون های آنالوگ دامنه ، فاز و فرکانس می پردازیم. همچنین روش های مختلف دمدولاسیون و خطای ناشی از اختلاف فرکانس کار در فرستنده و گیرنده را بررسی می کنیم.

۱. ساده ترین نوع مدولاسیون دامنه ، Conventional AM است. $x_c(t) = A_c (1 + \mu x_m(t)) \cos(2\pi f_c t)$

تابعی بنویسید که سیگنال پیام $x_m(t)$ ، دامنه موج حامل A_c ، اندیس مدولاسیون μ و فرکانس موج حامل f_c را ورودی بگیرد و سیگنال مدوله شده را باز گرداند.

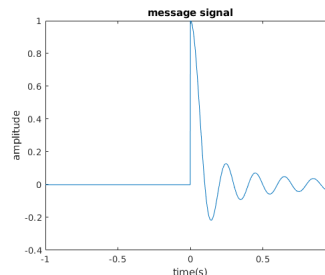
$$m(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t < \frac{t_0}{3} \\ -2 & \frac{t_0}{3} \leq t < \frac{2t_0}{3} \\ 0 & o.w \end{cases}$$

(آ) سیگنال پیام را با فرکانس $f_c = 250Hz$ ، $\mu = 0.85$ و $t_0 = 0.15$ مدوله کنید و سیگنال مدوله شده را رسم نمایید.

(ب) طیف مربوط به سیگنال پیام و سیگنال مدوله شده را رسم کنید.

(ج) اگر سیگنال پیام پریودیک با دوره تناوب t_0 باشد، power و modulation efficiency را برای سیگنال مدوله شده محاسبه کنید.

۲. در این تمرین می خواهیم سیگنال پیام شکل ۱ را مدوله کنیم. از سیگنال پیام در بازه $[-1, 1]$ با $f_s = 600$ نمونه برداری کنید. سیگنال حاصل و تبدیل فوری آن را رسم کنید. (نمودار حوزه زمان باید برحسب ثانیه و نمودار حوزه فرکانس بر حسب Hz باشد)



شکل ۱: سیگنال $m(t)$

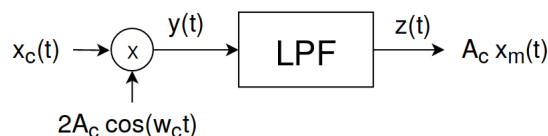
مدولاسیونی که در این بخش پیاده سازی می کنیم DSB است.

تابعی بنویسید که سیگنال پیام $x_m(t)$ ، دامنه موج حامل A_c و فرکانس موج حامل f_c را ورودی بگیرد و سیگنال مدوله شده را باز گرداند.

(آ) سیگنال پیام را با فرکانس های $f_c = \{10, 50, 100\}$ مدوله کنید و سیگنال های مدوله شده را رسم نمایید. همچنین سیگنال پیام را با فرکانس های $f_c = \{600, 1200\}$ مدوله کنید و سیگنال های مدوله شده را رسم نمایید. بالا ترین فرکانس موج حامل که قابل استفاده می باشد چه مقداری است؟

(ب) سیگنال پیام را با $f_c = 100Hz$ مدوله کنید و تبدیل فوری سیگنال مدوله شده را بر حسب Hz رسم کنید.

(ج) تابعی بنویسید که سیگنال مدوله شده $x_c(t)$ ، دامنه موج حامل A_c و فرکانس موج حامل f_c را ورودی بگیرد و سیگنال پیام را از آن استخراج کند. برای دمدولاسیون پیام می توانید از دیاگرام شکل ۲ استفاده کنید. در نرم افزار متلب برای اعمال فیلتر پایین گذر می توانید از تابع `lowpass()` استفاده کنید.



شکل ۲: دیاگرام دمدولاسیون برای DSB

(د) سیگنال های $y(t)$ و $z(t)$ در شکل ۲ را در حوزه زمان و فرکانس رسم نمایید. پیام استخراج شده و $x_m(t)$ را در یک نمودار رسم نمایید و با استفاده از معیار میانگین مجذور خطا MSE اختلاف آن ها را بدست آورید.

(ه) نمودار خطا MSE نسبت به فرکانس موج حامل $f_c = [-500, +500]$ را رسم کنید و توضیح دهید بهترین انتخاب برای هاپر پارامتر f_c چیست.