



## بسمه تعالی

### سری اول تمرین های شبیه سازی درس سیگنال ها و سیستم ها

(1) سیگنال  $x(t) = \sin(t)$  را در بازه  $[-\pi, \pi]$  ایجاد کنید و نمایش دهید. سیگنال های زیر با ایجاد تغییر در متغیر هایی که دارید ایجاد نمایید و هر کدام را نمایش دهید.

الف)  $x(2t)$  ب)  $x(-t)$  ج)  $x(-2t + 1)$  د)  $4x(t)$  ه)  $x_o(t)$

(2) سیستم  $y(t) = 2x(t) - 1$  را در نظر بگیرید.

دو سیگنال  $x_1(t) = \sin(t)$  و  $x_2(t) = \cos(t)$  را در بازه  $[-\pi, \pi]$  ایجاد کنید و نمایش دهید. سیگنال  $x_1(t)$  و  $x_2(t)$  را جداگانه به سیستم بدهید و خروجی ها را به ترتیب  $y_1(t)$  و  $y_2(t)$  بنامید و نمایش دهید. حال  $y_1(t)$  را در ضرب دلبخواه برای مثال 2 ضرب کرده و  $y_2(t)$  را در ضرب دلبخواه 3 برای مثال ضرب کرده و با هم جمع کنید و نتیجه را نمایش دهید و داشته باشید.

حال همان ضرب 2 را در  $x_1(t)$  ضرب کرده و ضرب 3 را در  $x_2(t)$  ضرب کنید و با هم جمع شان کنید و نتیجه را به سیستم بدهید و خروجی را در نظر بگیرید. این خروجی را با خروجی نهایی بار اول مقایسه کنید؟ آیا یکی هستند؟ این مسئله به کدام یک از خواص این سیستم برمی گردد؟

(3) تمام کارهای سوال 2 را برای سیستم  $y(t) = x(t)^2$  انجام دهید و باز هم دو نتیجه را مقایسه کنید. آیا یکی هستند؟ این مسئله مربوط به کدام خاصیت این سیستم است؟

(4) در مخابرات، سیگنال های پیام عموماً در باند پایه قرار دارند، به دلایل متعددی از جمله محدودیت پهنای باند، کوتاه شدن طول آنتن و... می خواهیم آن ها را به فرکانس بالاتر یعنی باند میانی منتقل کنیم. به این کار راجع مدولاسیون می گویند. مدولاسیون ها هم در مخابرات آنالوگ و هم در مخابرات دیجیتال انجام می شوند.

حال فرض کنید که یک رشته بیت 11100001 به شما داده شده است و شما می خواهید این رشته را از سمت چپ ارسال کنید و می خواهید از یک مدولاسیون ساده ی PAM چهارتایی استفاده کنید.

مدولاسیون PAM (Pulse Amplitude Modulation) به این معنا است که شما از تفاوت در دامنه برای تشخیص سیگنال در گیرنده استفاده می کنید. یعنی به هر دو بیت می خواهید یک سطح سیگنال را اختصاص دهید که با توجه به اینکه دو بیت را با یک سمبل می خواهید نشان دهید، چهار حالت برای دو بیت دارید که معادل چهار سمبل یا چهار سطح سیگنال است.

یعنی چهار حالت مختلف سطح ثابت سیگنال را برای دو بیت در نظر می گیریم. با استفاده از کدینگ بهینه ی گری (gray) برای 00 دامنه ی ثابت -3، برای 01 دامنه ی -1، برای 11 دامنه ی 1 و برای 10 دامنه ی 3 استفاده می شود. سیگنال ها پشت سر هم می آیند و هر سیگنال زمان  $T_s$  را به خود اختصاص می دهد، فرض کنید  $T_s = 0.1$  باشد. از لحظه ی 0 شروع کنید. شکل موج ارسالی را نمایش دهید.

این مدولاسیون PAM در باند پایه بود. حالا می خواهیم به دلایلی که گفته شد سیگنال را به فرکانس های بالاتر منتقل کنیم. با استفاده از امپلایر می توان این کار را انجام داد که در عمل ضرب سیگنال در یک سیگنال کسینوسی در زمان است. یعنی باید سیگنال را در  $\cos(2\pi f_c t)$  ضرب کنیم که از لحاظ فرکانسی به فرکانس های میانی برود.  $f_c$  را اصطلاحاً فرکانس کریئر (carrier) گویند که فرض بگیرید  $f_c = 100\text{hz}$  (در عمل خیلی خیلی بیشتر از این حدود است و به این دلیل این عدد را فرض بگیرد که سیکل ها در شکل مشخص باشند)، سیگنال مدوله شده ی نهایی را در زمان نمایش دهید.