

# پیش آزمایش چهارم

## معرفی مدولاسیون دیجیتال خطی

### شیوهی گزارش نویسی



تمرین های قبل از آزمایشگاه می بایست به خوبی سلول بندی شده و دارای توضیحات مناسب باشد. صحت عملکرد M-file های تابعی می بایست در قالب یک مثال ارائه شود و خواسته های تمرین ها نیز انجام شود. در صورت نیاز توضیحاتی مختصر در قالب فایل word همراه فایل ها اضافه شود.

### تمرین های قبل از آزمایشگاه



#### تمرین ۱-۴: ملزومات پیاده سازی فرستنده

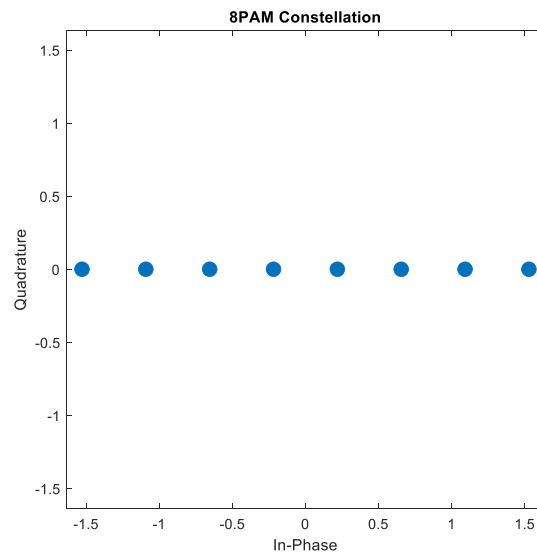
۱. تولید منظومه ی سیگنالی: تابعی بنویسید که برای سه مدولاسیون M-PAM، M-PSK و M-QAM، با دریافت آرگومان M، منظومه ی سیگنالی مربوط به آن را تولید کند. سطر اول این تابع می بایست به صورت زیر باشد.

```
function [cons, symbolAverageEnergy] = constellation(M, modulation)
```

در این تابع **modulation** یکی از سه حالت 'pam'، 'psk' و 'qam' را اختیار می کند. **cons** برابر با سمبل های منظومه مورد نظر و **symbolAverageEnergy** نیز برابر با متوسط انرژی سیگنال های این منظومه ی سیگنالی خواهد بود. دقت نمایید، انرژی متوسط منظومه ی سیگنالی می بایست به هنجار شده <sup>۱</sup> و برابر با ۱ باشد به عبارتی  $E_{s,avg} = 1$  می باشد.

می توان با استفاده از دستور **scatterplot**، منظومه ی سیگنالی مدولاسیون های مختلف را مشاهده کرد. منظومه ی سیگنالی مدولاسیون های 4-PAM، 8-PAM و 16-PAM را رسم نمایید. برای نمونه، در زیر منظومه ی سیگنالی مربوط به 8-PAM رسم شده است.

```
>> [cons, symbolAverageEnergy] = constellation(8, 'pam');
>> scatterplot(cons)
```



شکل ۱ منظومه‌ی سیگنالی مربوط به 8-PAM

## تمرین ۲-۴: ملزومات پیاده‌سازی گیرنده

۱. محاسبه‌ی احتمال خطای بیت:

گام ۱. محاسبه‌ی دستی احتمال خطای بیت: احتمال خطای بیت مربوط به مدولاسیون PSK را به دست آورید.

گام ۲. رسم نتیجه‌ی محاسبات دستی احتمال خطای بیت: نتایج محاسبات دستی احتمال خطای بیت را برای نسبت انرژی متوسط بیت به نویز  $(\frac{E_{b,avg}}{N_0})$  بین 0-10dB و برای مدولاسیون‌های 4PSK، 8PSK و 16PSK و بر روی یک نمودار رسم نمایید.

گام ۳. نمودار احتمال خطای بیت با دستور نرم‌افزار MATLAB: گام قبل را با دستور **berawgn** نرم‌افزار MATLAB تکرار نمایید و نتایج هر مدولاسیون را به صورت خط‌چین و با رنگ مشابه گام ۲ به نمودار اضافه نمایید.

نکته: در درس‌های مخابرات ۲ و مخابرات پیشرفته معمولاً تقریب‌هایی برای محاسبه‌ی احتمال خطای بیت به کار می‌رود. علت اختلاف نمودارهای شما با نمودارهای به دست آمده از نرم‌افزار MATLAB را بیان نمایید. محور عمودی نمودارها به صورت لگاریتمی رسم شود.