

# پیش آزمایش چهارم

## معرفی مدولاسیون دیجیتال خطی

### شیوه‌ی گزارش‌نویسی

تمرین‌های قبل از آزمایشگاه می‌بایست به خوبی سلول‌بندی شده و دارای توضیحات مناسب باشد. صحت عملکرد M-file‌های تابعی می‌بایست در قالب یک مثال ارائه شود و خواسته‌های تمرین‌ها نیز انجام شود. در صورت نیاز توضیحاتی مختصر در قالب فایل word همراه فایل‌ها اضافه شود.



### تمرین‌های قبل از آزمایشگاه

#### تمرین ۱-۴: ملزومات پیاده‌سازی فرستنده

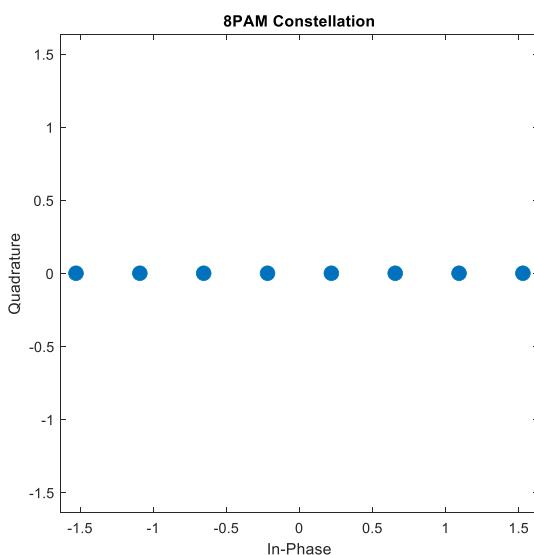
۱. تولید منظومه‌ی سیگنالی: تابعی بنویسید که برای سه مدولاسیون M-PAM، M-QAM و M-PSK، با دریافت آرگومان  $M$ ، منظومه‌ی سیگنالی مربوط به آن را تولید کند. سطر اول این تابع می‌بایست به صورت زیر باشد.

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

در این تابع `modulation` یکی از سه حالت '`'pam'`', '`'qam'`' و '`'psk'`' را اختیار می‌کند. `cons` برابر با سمبول‌های منظومه مورد نظر و `symbolAverageEnergy` نیز برابر با متوسط انرژی سیگنال‌های این منظومه‌ی سیگنالی خواهد بود. دقیق نمایید، انرژی متوسط منظومه‌ی سیگنالی می‌بایست به هنگارشده<sup>۱</sup> و برابر با ۱ باشد به عبارتی  $E_{s,\text{avg}} = 1$  می‌باشد.

می‌توان با استفاده از دستور `scatterplot`، منظومه‌ی سیگنالی مدولاسیون‌های مختلف را مشاهده کرد. منظومه‌ی سیگنالی مدولاسیون‌های 4-PAM، 8-PAM و 16-PAM را رسم نمایید. برای نمونه، در زیر منظومه‌ی سیگنالی مربوط به 8-PAM رسم شده است.

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



شکل ۱ منظومه‌ی سیگنالی مربوط به 8-PAM

## تمرین ۴-۲: 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 ( $\frac{E_{b,\text{avg}}}{N_0}$ ) بین ۰-۱۰dB 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 عموماً 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.