

# مخابرات دیجیتال

## تمرین کامپیوتری شماره ۳

مهلت تحویل: جمعه ۶ بهمن ۱۴۰۲، ساعت ۲۳:۵۵

استاد: دکتر سید محمد کرباسی

### ۱ تولید سیگنال ارسالی

به کمک تابع randi برداری تصادفی به طول  $N = 10^6$  از صفرها و یک‌ها تولید کنید. این بردار را به ۲۰ بردار تقسیم کنید. هر یک از این بردارهای داده جدید قرار است تا با یکی از زیرحامل‌های ۲۰ گانه مدولاسیون OFDM ارسال شوند. با اعمال مدولاسیون QPSK بر روی هر دو بیت متوالی در هر بردار، سیگنال ارسالی را بدست بیاورید. برای تعیین مقادیر I و Q از شکل ۱ استفاده کنید.

$b(i), b(i+1)$	I	Q
00	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
01	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
10	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
11	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$

شکل ۱: جدول تناظر مدولاسیون QPSK

### ۲ کدینگ کانال

از turbo encoder استفاده کنید تا مقاومت سیگنال ارسالی در برابر خطای ناشی از کانال افزایش یابد. در این بخش نیازی به پیاده‌سازی تابع encoder نیست بلکه با ارائه توضیحات لازم درباره ورودی‌ها و خروجی‌ها، از تابع turboenc متلب استفاده کنید.

### ۳ مدولاسیون OFDM

با در نظر گرفتن Cyclic Prefix و مشخصات بیان‌شده مدولاسیون OFDM را بر روی داده ایجاد شده اعمال کنید. باند اشغال شده توسط همه زیرحامل‌ها را به اندازه  $1MHz$  در نظر بگیرید. به این صورت سیگنال ارسالی ایجاد می‌شود.

### ۴ مدل‌سازی کانال AWGN

در این مرحله می‌خواهیم احتمال خطای آشکارسازی را در یک کانال AWGN برای مقادیر  $SNR(dB) = 0, 1, \dots, 10dB$  با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری به دست آوریم. برای هر درایه از بردار  $SNR(dB)$  ابتدا باید توان نویز را محاسبه کنیم. سپس برای تولید نویز نرمال از دستور randn به نحوی استفاده کنید که توان‌های مورد نظر حاصل گردد.

### ۵ آشکارسازی سمبل‌ها

با دمدولاسیون OFDM، استفاده از تابع turbodec و دمدولاسیون QPSK سیگنال دریافتی را به داده اصلی تبدیل کنید. در این مرحله تک تک درایه‌های ماتریس حاصل شده را با آستانه بهینه مقایسه می‌کنیم و داده آشکار می‌شود.

## ۶ محاسبه احتمال خطا

برای محاسبه احتمال خطا مقادیر بردارهای بیت‌های بدست آمده در گیرنده و بیت‌های ارسالی را با یکدیگر مقایسه کنید. احتمال خطا را برای مقادیر مختلف  $SNR(dB)$  در یک نمودار رسم کنید. برای رسم نمودار محور عمودی را لگاریتمی قرار دهید.

## ۷ بررسی تاثیر کدینگ کانال

مراحل قبل را بدون کدینگ کانال انجام دهید و نمودار احتمال خطا را رسم کنید. توجه کنید که محور افقی نمودار  $\frac{E_b}{n_0}$  است و بیان کنید که چطور باید در حالت کدینگ و غیرکدینگ در نظر گرفته شود که امکان مقایسه صحیح بوجود بیاید.

## ۸ نگارش گزارش و توضیحات

در انجام تمرین و نگارش گزارش به موارد زیر دقت کنید:

۱. فایل فشرده نهایی و تمامی فایل‌های خود را به صورت انگلیسی نام‌گذاری کنید.
۲. فایل‌های خود را در پوشه‌ای که با شماره دانشجویی شما نام‌گذاری شده است قرار دهید و در قالب zip در سامانه درس بارگذاری کنید.
۳. این تمرین تحویل حضوری ندارد. بنابراین سعی کنید گزارش خود را کامل بنویسید.
۴. سوالات خود را از طریق ایمیل روبرو بپرسید: [a.aghaei.s@gmail.com](mailto:a.aghaei.s@gmail.com)

موفق و سلامت باشید