

گزارش 8 آزمایشگاه مخابرات دیجیتال

دانشگاه خلیج فارس

نام: محمد صالح رایانی شماره دانشجویی: 990291614

هدف: شبیه‌سازی رابطه‌ی نرخ خطای سمبل‌ و SNRدر مدولاسیون PSK با حضور محوشدگی رایلی

نرخ خطای سمبل‌ (*SER*) معیاری است که برای ارزیابی عملکرد سیستم های ارتباطی دیجیتال استفاده می شود. این کمیت، احتمال تشخیص یا رمزگشایی نادرست سمبل‌‌های ارسالی در حضور نویز، تداخل و اختلالات کانال را نشان می‌دهد. در ارتباطات دیجیتال، اطلاعات معمولاً به عنوان سمبل‌های مجزا از یک الفبای محدود، مانند سمبل‌های باینری (0ها و 1ها) یا سیستم‌های مدولاسیون مرتبه بالاتر مانند مدولاسیون دامنه تربیعی (QAM) منتقل می‌شوند. سمبل‌های دریافتی ممکن است به دلیل عوامل مختلفی مانند نویز وارد شده در حین انتقال، فیدینگ یا محو شدن، تداخل سیگنال های دیگر و اعوجاج در کانال ارتباطی خراب شوند.

هدف یک گیرنده در یک سیستم ارتباطی دیجیتال شناسایی و رمزگشایی صحیح سمبل‌های ارسالی است که امکان بازیابی اطلاعات اصلی را فراهم می‌کند. اما به دلیل وجود نویز و سایر اختلالات، ممکن است در سمبل‌های دریافتی خطا رخ دهد. *SER* احتمال این خطاهای سمبل‌ را اندازه‌گیری می کند.

به طور ریاضی، *SER* به عنوان نسبت تعداد خطاهای سمبل‌ به تعداد کل سمبل‌های ارسالی تعریف می‌شود و معمولاً به صورت کسری یا درصدی بیان می‌شود. فرمول محاسبه *SER* به صورت زیر است:  
*SER* = تعداد خطاهای سمبل‌ / تعداد کل سمبل‌های ارسالی

برای تعیین *SER*، باید سمبل‌های دریافتی را با سمبل‌های مورد انتظار در گیرنده مقایسه کرد. سمبل‌های مورد انتظار شناخته شده اند زیرا فرستنده و گیرنده یک روش مدولاسیون از پیش تعریف شده و الگوریتم های رمزگذاری/رمزگشایی مشترک دارند. گیرنده سمبل‌های دریافتی را تشخیص داده و آنها را با سمبل‌های مورد انتظار مقایسه می کند تا خطاها را شناسایی کند. برای محاسبه دقیق *SER*، داشتن دانش از سمبل‌های ارسالی در گیرنده ضروری است.

*SER* تحت بستگی به عوامل متعددی دارد از جمله نسبت سیگنال به نویز (*SNR*)، سیستم مدولاسیون، شرایط کانال، طراحی گیرنده و وجود تداخل. به طور کلی، با افزایش *SNR*، *SER* کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده عملکرد بهتر است.

مدولاسیون «کلیدزنی شیفت فاز» (Phase Shift Keying) یا مدولاسیون PSK یک تکنیک مدولاسیون دیجیتال است که داده‌ها را از طریق تغییر فاز سیگنال حامل به صورت متناسب با سیگنال پیام دیجیتال ارسال می‌کند. مدولاسیون کلیدزنی شیفت فاز یا مدولاسیون PSK دارای انواع مختلفی است که یکی از ساده‌ترین انواع آن کلیدزنی شیفت فاز باینری یا BPSK است. از سایر انواع آن می‌توان به مدولاسیون شیفت فاز «تربیعی» (Quadrature) یا QPSK، مدولاسیون کلیدزنی شیفت فاز ۸ نقطه‌ای یا 8 PSK و مدولاسیون کلیدزنی شیفت فاز ۱۶ نقطه‌ای 16 PSK اشاره کرد.

به میزان تغییرات تضعیف یک سیگنال مدوله شده مخابراتی که در هنگام عبور از یک محیط مشخص تجربه می‌کند، محوشدگی گفته می‌شود. محوشدگی ممکن است با زمان، مکان یا فرکانس تغییر کند و معمولاً به صورت یک [فرایند تصادفی](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D8%B1%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AF_%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D9%81%DB%8C) مدل می‌شود. کانال محوشده(فیدینگ) کانالی است که محوشدگی را تجربه می‌کند. در سیستم‌های [بی سیم](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%DB%8C%E2%80%8C%D8%B3%DB%8C%D9%85) محوشدگی ممکن است مربوط به انتشار چند مسیری (محو شدگی چند مسیری) یا در اثر سایه (موانعی که در [انتشار موج](https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%86%D8%AA%D8%B4%D8%A7%D8%B1_%D9%85%D9%88%D8%AC) اثر می‌گذارند) باشد.

کانال‌های دارای محوشدگی را توسط یک سری مدل‌های توزیع احتمالی نمایش می‌دهیم که مطرح‌ترین آنها:

* محوشدگی رایلی
* محوشدگی رایسیان
* محوشدگی ناکاگامی
* محوشدگی لگ نرمال

در این شبیه سازی، فرض شده است که کانال محوشدگی از مدل رایلی تبعیت می‌کند.

کد متلب:

clc;clear;close all;

syms phi

markers = 'sv\*po';

SNR = -10:20;

دستور syms برای اعلام متغیر سمبولیک phi نوشته می‌شود. *SNR* را با واحد dB تعریف می‌کنیم. در متغیر *markers* نام چند حرف را ذخیره می‌کنیم تا بعدا در نحوه کشیدن خطوط نمودار کمک کنند.

for n= 1:5

M= 2.^n;

gamma\_s = 10.^(SNR./10).\*log2(M);

حلقه for ایجاد می‌کنیم برای مقادیر مختلف تعداد پیام *M.* سپس *SNR* را به واحد خطی تبدیل می‌کنیم و در لگاریتم *M* و در *gamma\_s* ذخیره می‌کنیم.

g = sin(pi./M).^2;  
 f(phi) = (1+ (g.\*gamma\_s./(sin(phi)).^2)).^(-1)./pi;  
 SER = int(f, phi, 0, (M-1)./M.\*pi);  
 semilogy(SNR, SER, 'DisplayName', num2str(M)+"-PSK", 'Marker',markers(n), 'LineWidth', 1.5)  
 hold on   
end

تابع تحت انتگرال *f(phi)* را می‌نویسیم و با دستور int از آن انتگرال می‌گیریم و در *SER* ذخیره می‌کنیم. دستور semilogy محور عمودی نمودار را در مقیاس‌های 10 به توان اعداد صحیح رسم می‌کند. ویژگی DisplayName نام این نمودار را مشخص می‌کند و LineWidth و Markers ضخامت و فرم نمایش خط را مشخص می‌کنند. دستور hold on باعث می‌شود که نمودارهای بعدی روی فیگر حال حاضر نمایش داده شوند و نمودار قبلی پاک نشود.

legend('Location','southwest')

xlabel('SNR (dB)')

ylabel('SER')

با دستور legends اسم نمودار ها را در پایین سمت چپ نوشته می‌شوند، سپس محدوده محور *SER* و نام محور ها را مشخص می‌کنیم.



نتیجه‌گیری: اثر محوشدگی روی سیستم مخابراتی مخرب است و نرخ خطای سمبل را افزایش می‌دهد. نیاز به مصرف انرژی بیشتری داریم تا نرخ خطای سمبل تا حد قابل قبولی کاهش پیدا کند.