



گزارش 8 آزمایشگاه مخابرات دیجیتال

دانشگاه خلیج فارس

شماره دانشجویی: 990291614

نام: محمد صالح رایانی

هدف: شبیه‌سازی رابطه‌ی نرخ خطای سمبل و SNR در مدولاسیون PSK با

حضور محوشدگی رایلی

نرخ خطای سمبل (SE_R) معیاری است که برای ارزیابی عملکرد سیستم های ارتباطی دیجیتال استفاده می شود. این کمیت، احتمال تشخیص یا رمزگشایی نادرست سمبل های ارسالی در حضور نویز، تداخل و اختلالات کانال را نشان می دهد. در ارتباطات دیجیتال، اطلاعات معمولاً به عنوان سمبل های مجزا از یک الفبای محدود، مانند سمبل های باینری (0ها و 1ها) یا سیستم های مدولاسیون مرتبه بالاتر مانند مدولاسیون دامنه تربیعی (QAM) منتقل می شوند. سمبل های 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 سمبل های ارسالی است که امکان بازیابی اطلاعات اصلی را فراهم می کند. اما به دلیل وجود نویز و سایر اختلالات، ممکن است در سمبل های دریافتی خطا رخ دهد. SE_R احتمال این خطاهای سمبل را اندازه گیری می کند.

به طور ریاضی، SE_R به عنوان نسبت تعداد خطاهای سمبل به تعداد کل سمبل های ارسالی تعریف می شود و معمولاً به صورت کسری یا درصدی بیان می شود. فرمول محاسبه SE_R به صورت زیر است:

$$SE_R = \frac{\text{تعداد خطاهای سمبل}}{\text{تعداد کل سمبل های ارسالی}}$$

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

SE_R 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 ، SE_R کاهش می یابد که نشان دهنده عملکرد بهتر است.

مدولاسیون «کلیدزنی شیف فاز» (Phase Shift Keying) یا مدولاسیون PSK یک تکنیک مدولاسیون دیجیتال است که داده ها را از طریق تغییر فاز سیگنال حامل به صورت متناسب با سیگنال پیام دیجیتال ارسال می کند. مدولاسیون کلیدزنی شیف فاز یا مدولاسیون PSK دارای انواع مختلفی است که یکی از ساده ترین انواع آن کلیدزنی شیف فاز باینری یا BPSK است. از سایر انواع آن می توان به مدولاسیون شیف فاز «تربیعی»

(Quadrature) یا QPSK، مدولاسیون کلیدزنی شیفیت فاز ۸ نقطه‌ای یا PSK 8 و مدولاسیون کلیدزنی شیفیت فاز ۱۶ نقطه‌ای PSK 16 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 مدل می‌شود. کانال محوشده (فیدینگ) کانالی است که محوشدگی را تجربه می‌کند. در سیستم‌های بی سیم محوشدگی ممکن است مربوط به انتشار چند مسیری (محوشدگی چند مسیری) یا در اثر سایه (موانعی که در انتشار موج 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 بعداً در نحوه کشیدن خطوط نمودار کمک کنند.

```
for n= 1:5  
    M= 2.^n;  
    gamma_s = 10.^(SNR./10).*log2(M);
```

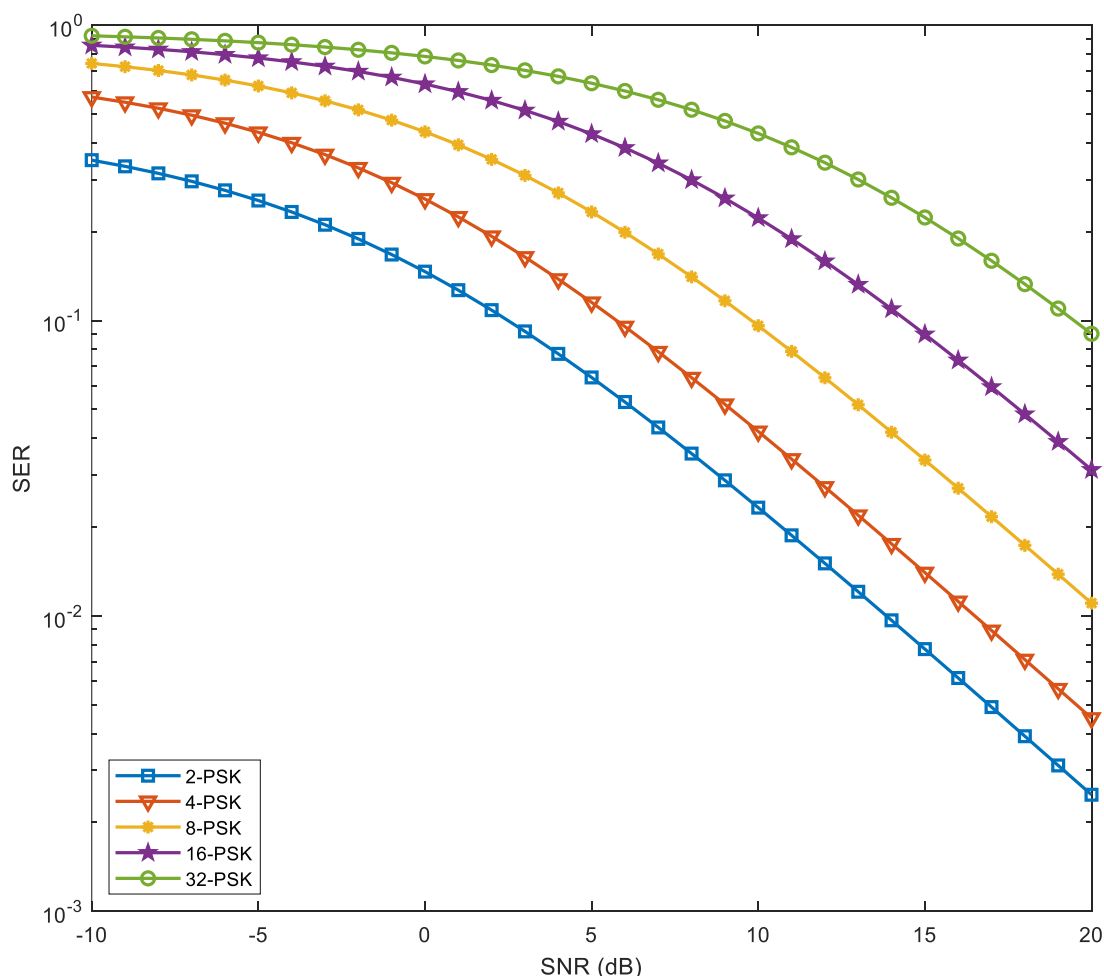
حلقه for ایجاد می‌کنیم برای مقادیر مختلف تعداد پیام M . سپس SNR را به واحد خطی تبدیل می‌کنیم و در لگاریتم M و در $gamma_s$ ذخیره می‌کنیم.

```
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 نمودارها را در پایین سمت چپ نوشته می‌شوند، سپس محدوده محور SER و نام محورها 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.