

# گزارش تمرین کامپیوتری 4 درس سیگنال‌ها و سیستم‌ها

بابک حسینی محتشم 810101408

محمّدسینا پرویزی مطلق 810101394

1403/8

۱- با استفاده از تابع `dec2bin` مپ ست خواسته شده را تشکیل می‌دهیم:

```
1 len=32;  
2 Mapset=cell(2,len);  
3 for i=1:len  
4     Mapset{1,i}=char('a'+i-1);  
5     Mapset{2,i}=dec2bin(i-1,ceil(log2(len)));  
6 end  
7 Mapset{1,27}=char(' ');  
8 Mapset{1,28}=char('.');  
9 Mapset{1,29}=char(',');  
10 Mapset{1,30}=char('!');  
11 Mapset{1,31}=char(';');  
12 Mapset{1,32}=char('"');  
13 save Mapset Mapset;
```

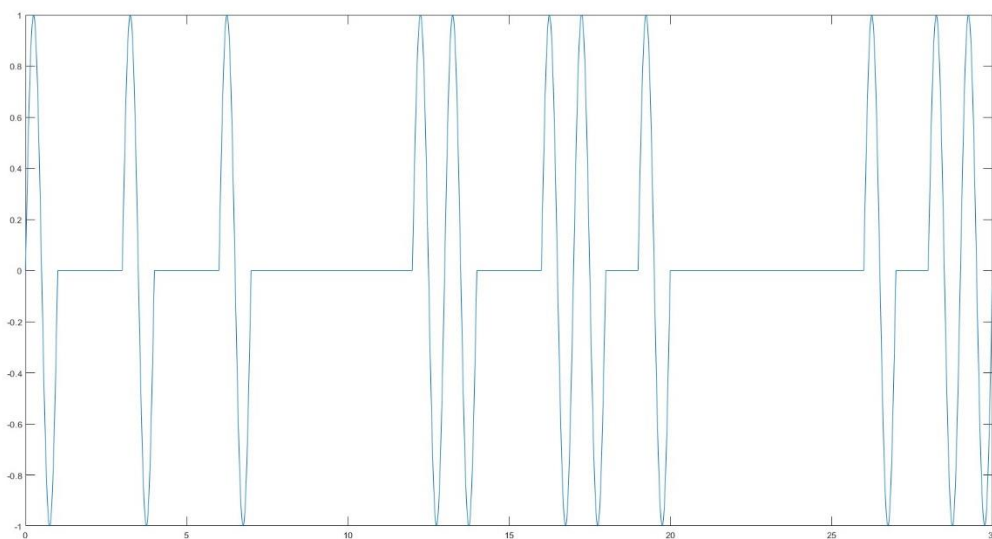
۲- تابع `coding_amp` متن تولید شده و سرعت ارسال اطلاعات را دریافت می‌کند. ابتدا `Mapset` را `load` می‌کنیم. سپس به ازای هر حرف پیام، رشته باینری متناظر را به رشته `bin` اضافه می‌کنیم. در نهایت به ازای هر `bit_rate` رقم متوالی در `bin`، ضربی از `sin` را به `coded_msg` اضافه می‌کنیم و در نهایت شکل آن را رسم می‌کنیم.

```

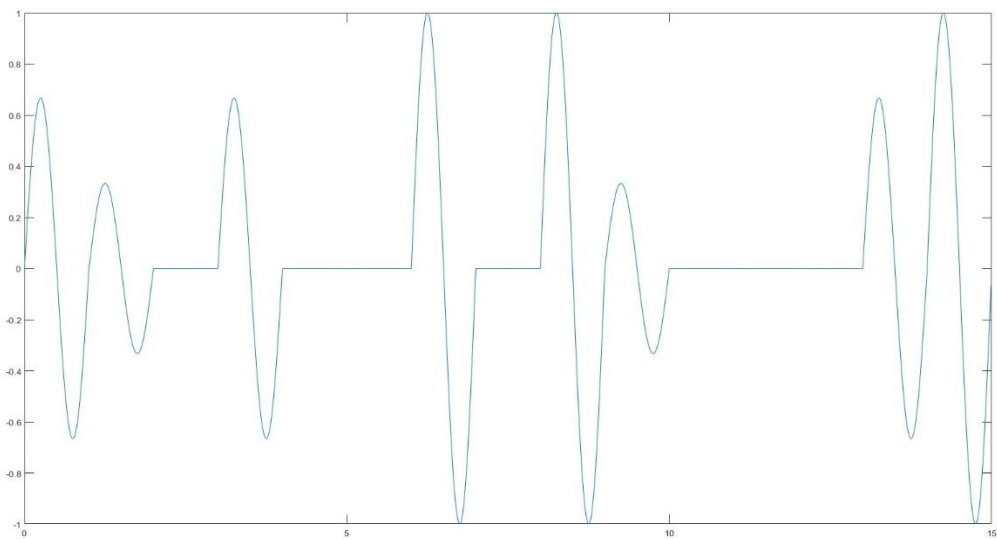
1 function coded_msg=coding_amp(msg,bit_rate)
2     load Mapset.mat Mapset
3     fs=100;
4     ts=1/fs;
5     bin='';
6     for i=1:strlength(msg)
7         c=extract(msg,i);
8         bin=strcat(bin,Mapset{2,strcmp(Mapset(1,:), c)});
9     end
10    t=0:ts:strlength(bin)/bit_rate-ts;
11    coded_msg=zeros(size(t));
12    i=1;
13    for j=1:bit_rate:length(bin)-bit_rate+1
14        tsin=0:ts:1-ts;
15        val=bin2dec(bin(j:j+bit_rate-1));
16        coded_msg((i-1)*fs+1:i*fs)=val*sin(2*pi*tsin)/(2^bit_rate-1);
17        i=i+1;
18    end
19    plot(t,coded_msg);
20 end

```

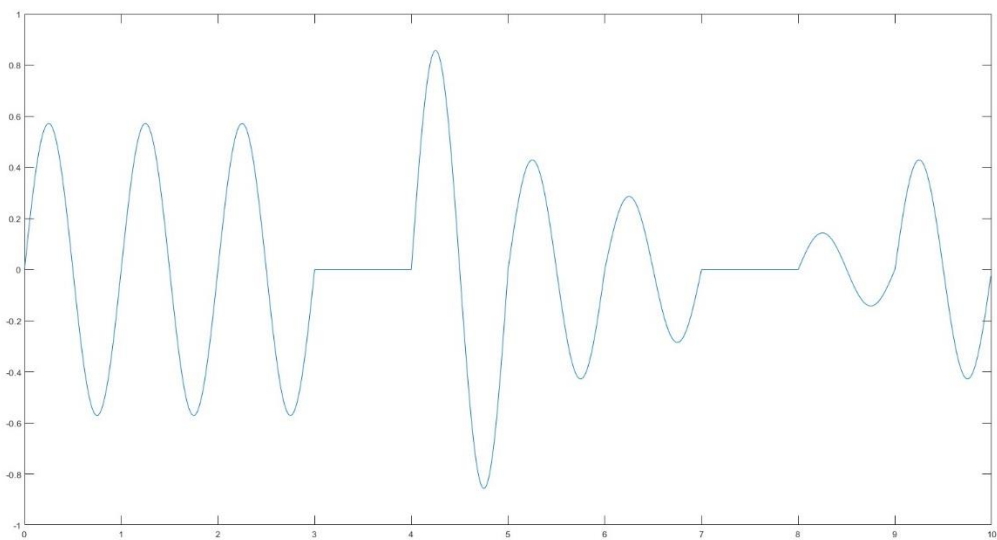
۳- سیگنال تولیدی با سرعت 1 بیت بر ثانیه:



سیگنال تولیدی با سرعت 2 بیت بر ثانیه:



سیگنال تولیدی با سرعت 3 بیت بر ثانیه:



۴- تابع `decoding_amp` سیگنال کد شده و سرعت ارسال اطلاعات را دریافت می‌کند. ابتدا `Mapset` را `load` می‌کنیم. سپس مقدار `correlation` سیگنال با `sin(2\pi t)` را به دست می‌آوریم و براساس مقدار `correlation` عدد کد شده را به دست می‌آوریم. در نهایت هم رشته باینری به دست آمده را با کمک `Mapset` تبدیل به حروف می‌کنیم و پیام را رمزگشایی می‌کنیم.

```
1 function decoded_msg=decoding_amp(coded,bit_rate)
2     load Mapset.mat Mapset
3     bit_len_map=strlength(Mapset{2, 1});
4     decoded_msg='';
5     fs=100;
6     ts=1/fs;
7     len=2^bit_rate;
8     tsin=0:ts:1-ts;
9     bin='';
10    for i=1:fs:length(coded)-fs+1
11        ro=round(ts*sum(coded(i:i+fs-1).*sin(2*pi*tsin),'all')*(len-1)*2);
12        bin=strcat(bin,dec2bin(ro,bit_rate));
13    end
14    index=1;
15    for i=1:bit_len_map:strlength(bin)-bit_len_map+1
16        decoded_msg=strcat(decoded_msg,Mapset{1,strcmp(Mapset(2, :), bin(i:i+bit_len_map-1))});
17        index=index+1;
18    end
19    end
```

می‌توان دید که در هر سه سیگنال پیام به درستی رمزگشایی می‌شود.

```
1 clc;
2 msg='signal';
3 coded=coding_amp(msg,1);
4 decoding_amp(coded,1)
5 coded=coding_amp(msg,2);
6 decoding_amp(coded,2)
7 coded=coding_amp(msg,3);
8 decoding_amp(coded,3)
```

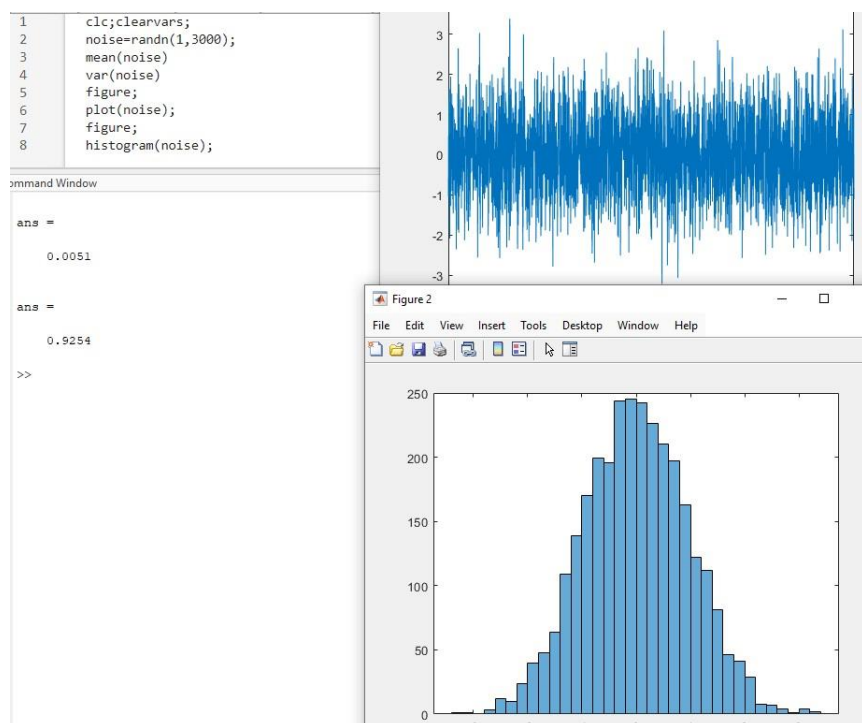
Command Window

```
ans =
    'signal'

ans =
    'signal'

ans =
    'signal'
```

۵- با رسم histogram نویز می‌توان شکل توزیع گوسی را در آن دید و همچنین می‌توان دید که مقدار میانگین نزدیک صفر و مقدار واریانس نزدیک یک است.



۶- با مقدار کمی نویز، رمزگشایی همچنان به درستی در هر سه سرعت صورت می‌گیرد.

```

1 clc;clearvars;
2 msg='signal';
3 coded=coding_amp(msg,1);
4 noise_std=0.01;
5 noise=noise_std*randn(1,length(coded));
6 decoding_amp(coded+noise,1)
7 coded=coding_amp(msg,2);
8 noise=noise_std*randn(1,length(coded));
9 decoding_amp(coded+noise,2)
10 coded=coding_amp(msg,3);
11 noise=noise_std*randn(1,length(coded));
12 decoding_amp(coded+noise,3)

```

Command Window

```

ans =

    'signal'

ans =

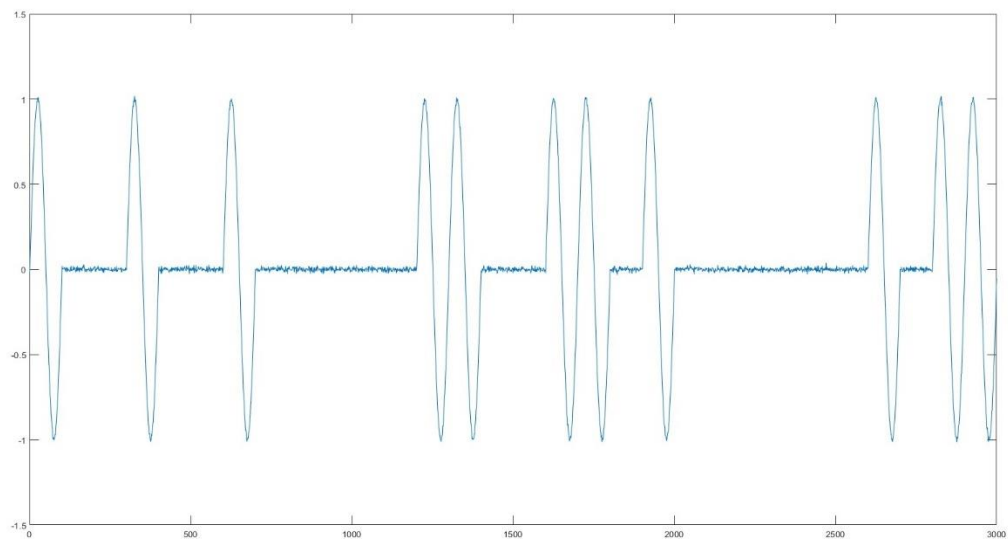
    'signal'

ans =

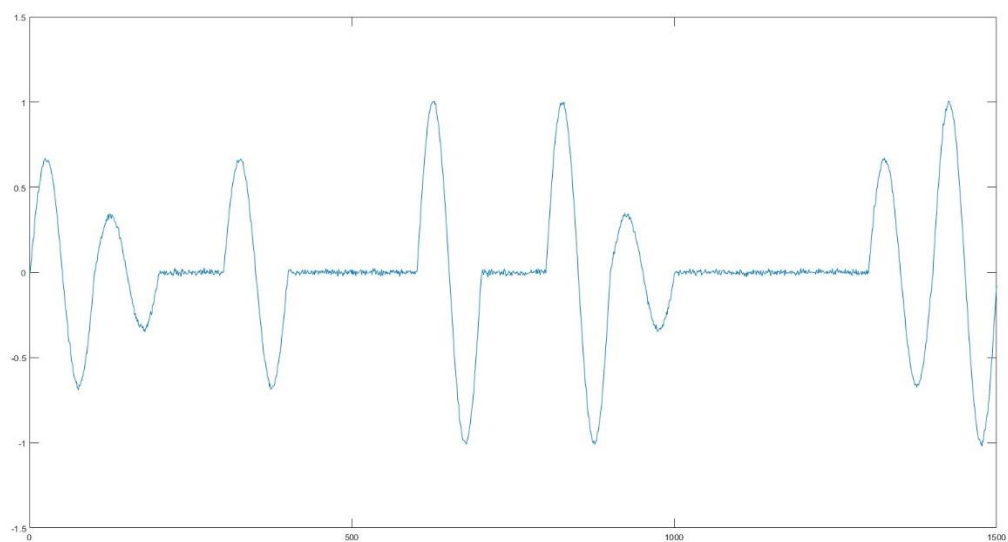
    'signal'

```

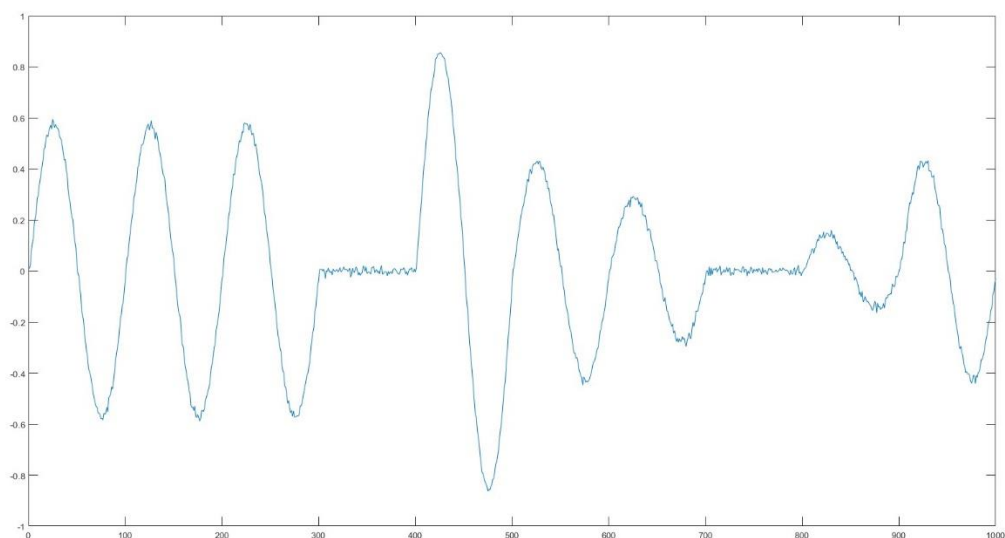
نمونه‌ای از سیگنال با سرعت ارسال 1 بیت بر ثانیه با انحراف معیار 0.01:



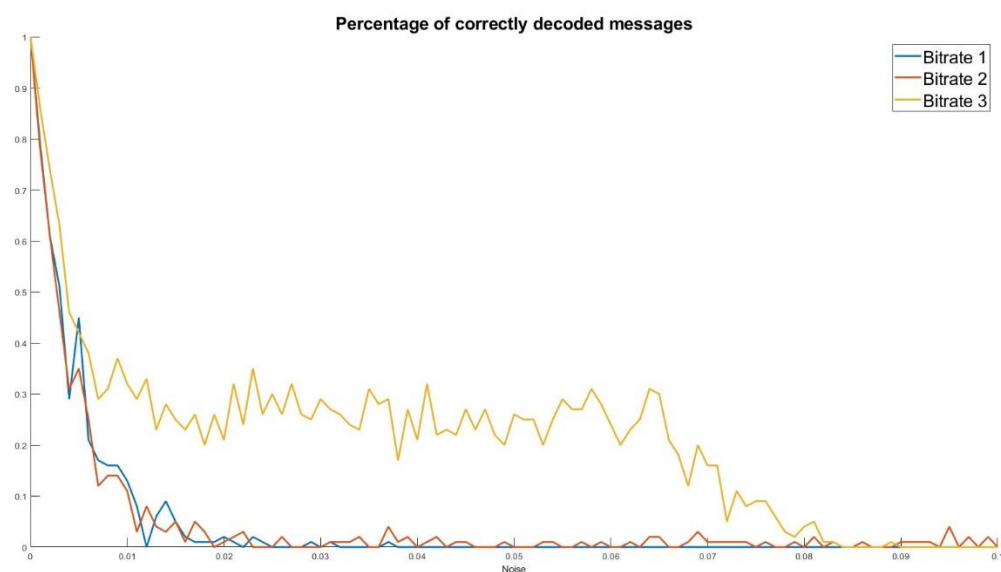
نمونه‌ای از سیگنال با سرعت ارسال 2 بیت بر ثانیه با انحراف معیار 0.01:



نمونه‌ای از سیگنال با سرعت ارسال 3 بیت بر ثانیه با انحراف معیار 0.01:



۷- در نمودار مشخص است که با افزایش نویز توانایی رمزگشایی متن با هر سرعتی کاهش میابد ولی درصد خطا در مدل با سرعت ارسال 1 بیت بر ثانیه بسیار دیرتر از سیگنال با سرعت 2 و درصد خطای مدل با سرعت 2 بیت بر ثانیه بسیار دیرتر از درصد خطای مدل با سرعت 3 بیت بر ثانیه کاهش میابد. پس bitrate یک بیت بر ثانیه نسبت به نویز مقاومتر است که این نتیجه با مقدمه‌ی ابتدای صورت تمرین همخوانی دارد.

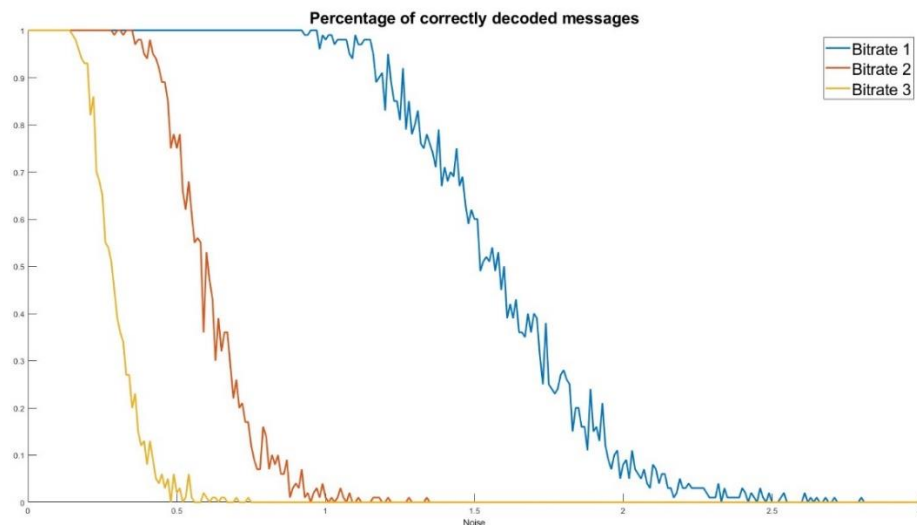


برای تولید نمودار نویز را هر دفعه به میزان 0.01 افزایش داده و برای 100 بار پیام را رمزنگاری و رمزگشایی می‌کنیم تا دقت را برای هر سرعت به دست آوریم:

```
1  clc;clearvars;
2  msg='signal';
3  t=0:0.01:10;
4  n_test=100;
5  correct_bit_rate1=zeros(size(t));
6  correct_bit_rate2=zeros(size(t));
7  correct_bit_rate3=zeros(size(t));
8  idx=0;
9  for noise_std=t
10     idx=idx+1;
11     for j=1:n_test
12         coded=coding_amp(msg,1);
13         noise=noise_std*randn(1,length(coded));
14         decoded_msg=decoding_amp(coded+noise,1);
15         if(strcmp(msg,decoded_msg))
16             correct_bit_rate1(idx)=correct_bit_rate1(idx)+1;
17         end
18         coded=coding_amp(msg,2);
19         noise=noise_std*randn(1,length(coded));
20         decoded_msg=decoding_amp(coded+noise,2);
21         if(strcmp(msg,decoded_msg))
22             correct_bit_rate2(idx)=correct_bit_rate2(idx)+1;
23         end
24         coded=coding_amp(msg,3);
25         noise=noise_std*randn(1,length(coded));
26         decoded_msg=decoding_amp(coded+noise,3);
27         if(strcmp(msg,decoded_msg))
28             correct_bit_rate3(idx)=correct_bit_rate3(idx)+1;
29         end
30     end
31 end
32 correct_bit_rate1=correct_bit_rate1/n_test;
33 correct_bit_rate2=correct_bit_rate2/n_test;
34 correct_bit_rate3=correct_bit_rate3/n_test;
```

۸- محور افقی نمودار نشان دهنده انحراف معیار نویز است. پس **bitrate** سه تا نویز با واریانس بیشتر 0.0784 از نیمی از اوقات به درستی رمزگشایی می‌کند. همچنین **bitrate** دو تا نویز با واریانس 0.58 و **bitrate** یک تا نویز با واریانس 1.56 اکثر اوقات به درستی رمزگشایی می‌کنند.





۹- به نظر ما می‌توان با افزایش اختلاف دامنه دو موج سینوس متوالی این مشکل را حل کرد که با توجه به محدود بودن دامنه به مقدار یک، شاید بتوان با تولید شکل‌های دیگری از سیگنال به جای  $\sin$  باعث اختلاف بیشتری در  $\text{correlation}$  شویم مثلاً شاید بتوان از موج‌های سینوسی با فازهای متفاوت استفاده کرد.

۱۰- به نظر ما با نبود نویز اگر محدودیت دیگری وجود نداشته باشد می‌توان هر قسمت را با موج‌هایی با دامنه هر مقدار حقیقی بین صفر تا یک رمزنگاری کرد پس می‌توان هر  $\text{bitrate}$  از یک بیت تا حداکثر تعداد بیت‌های پیامی که قصد داریم آن را رمزگشایی کنیم داشته باشیم که با توجه به اینکه هر حرف در Mapset ما پنج بیت دارد یعنی می‌توان  $\text{bitrate}$  را تا  $5k$  افزایش داد که  $k$  تعداد حروف پیام مورد نظر است مثلاً برای رمزنگاری  $\text{signal}$  می‌توان  $\text{bitrate}$  را تا  $30$  افزایش داد و کل پیام را در یک ثانیه ارسال کرد.

۱۱- خیر. همان طور که ذکر شد ضریب دو تنها برای یک کردن  $\text{correlation}$  است و تاثیر دیگری ندارد و اگر به جای ضریب دو، سینوس را ضربدر ده کنیم معادل این است که کل سیگنال را همراه با نویز  $\text{scale}$  کنیم که تاثیری روی دقت رمزگشایی ندارد.

۱۲- با انجام تست سرعت سرعت اینترنت خانگی در حال حاضر  $5$  مگابیت بر ثانیه است. ما در این تمرین با سرعت یک، دو و سه بیت بر ثانیه کار کردیم یعنی در واقعیت سرعت ارسال اطلاعات بیش از یک میلیون برابر مقدار مورد استفاده در این تمرین است و این درحالی است که به عنوان کاربر از دست دادن بیتی احساس نمی‌شود که این نشان‌دهنده مهندسی فوق‌العاده و ایده‌های جالبی است که به ما امکان ارسال با سرعت بالا را در عین از دست ندادن اطلاعات می‌دهد.