

بسم الله الرحمن الرحيم

قسمت اول: تاثیر AWGN بر روی تشکل

- 1- برای این که خطای بیت حد اقل شود باید از کد گری استفاده شود.
- 2- با استفاده از کد زیر بردار بیت ها را می سازیم:

```
clear;close;clc;  
StreamLength=4000;  
A=randi(2,1,StreamLength)-1;
```

- 3- با استفاده از کد زیر map را انجام می دهیم و تشکل را رسم می کنیم:

```
GraySymbols=strings(1,1000);  
for i=1:1000  
    GraySymbols(i)=strcat(num2str(A((i-1)*4+1)),  
                           num2str(A((i-1)*4+2)),  
                           num2str(A((i-1)*4+3)),  
                           num2str(A((i-1)*4+4)));  
end  
  
a=zeros(1,1000);  
b=zeros(1,1000);  
for i=1:1000  
    switch GraySymbols(i)  
        case '0000'  
            a(i)=-3;  
            b(i)=3;  
        case '0001'  
            a(i)=-3;  
            b(i)=1;  
        case '0100'  
            a(i)=-1;  
            b(i)=3;  
        case '0101'  
            a(i)=-1;  
            b(i)=1;  
        case '1100'  
            a(i)=1;  
            b(i)=3;  
        case '1000'  
            a(i)=3;  
            b(i)=3;  
        case '1101'  
            a(i)=1;  
            b(i)=1;  
        case '1001'  
            a(i)=3;  
            b(i)=1;  
        case '0011'  
            a(i)=-3;  
            b(i)=-1;  
        case '0111'  
            a(i)=-1;  
            b(i)=-1;  
        case '0010'  
            a(i)=-3;  
            b(i)=-3;
```

```

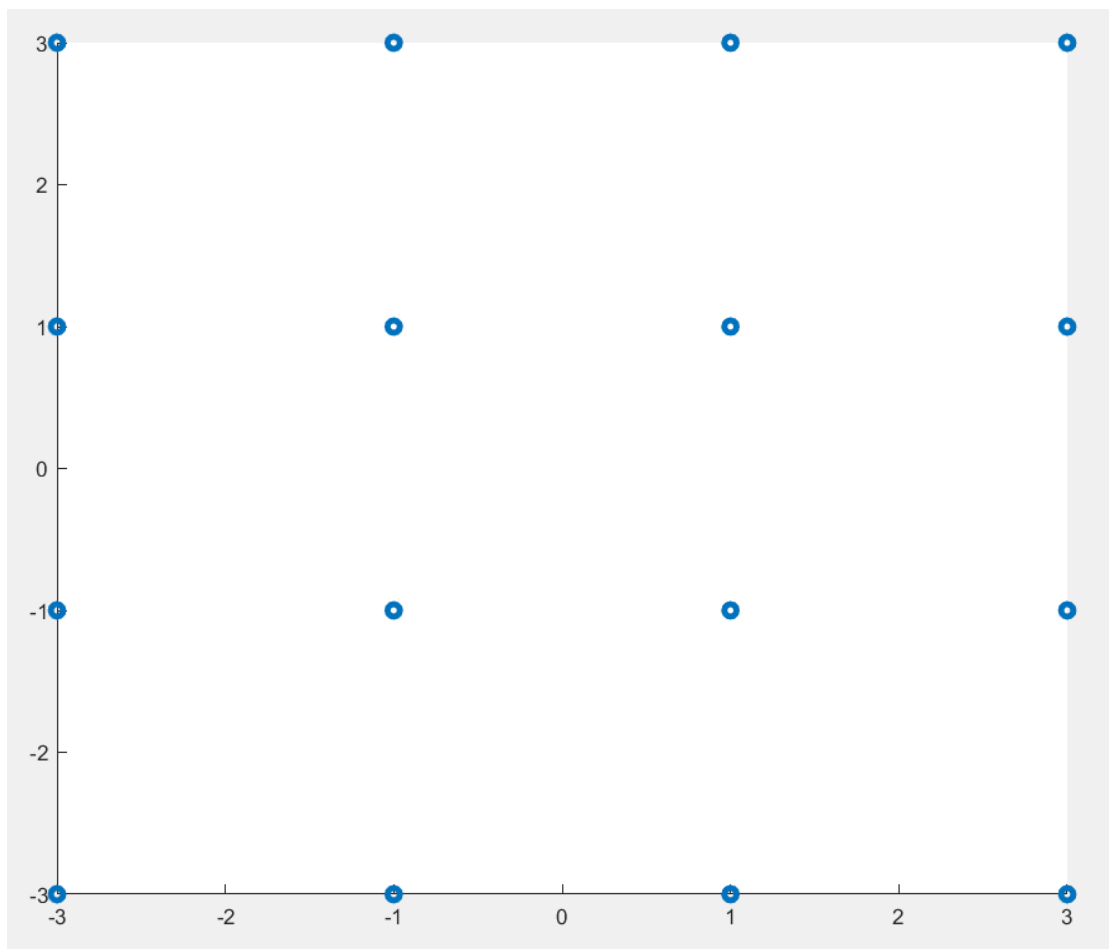
case '0110'
    a(i)=-1;
    b(i)=-3;
case '1111'
    a(i)=1;
    b(i)=-1;
case '1011'
    a(i)=3;
    b(i)=-1;
case '1110'
    a(i)=1;
    b(i)=-3;
case '1010'
    a(i)=3;
    b(i)=-3;
otherwise
    a(i)=0;
    b(i)=0;

end

end
scatter(a,b)

```

تشکل به صورت زیر است:



4- با توجه به رابطه زیر انرژی متوسط بدست می آید:

$$S = \frac{1}{16}(4 \times d^2 + 8 \times 10d^2 + 4 \times 18d^2) = 10d^2$$

$$S = \frac{1}{16}(4 \times 1 + 8 \times 10 + 4 \times 18) = 10$$

با توجه به کد زیر نیز می توان مشاهده کرد که محاسبات انجام شده درست است:

```
S=0;
for i=1:1000
    S=S+a(i)^2+b(i)^2;
end
S=S/1000;
```

رابطه سیگنال به نویز به صورت زیر است:

$$SNR = 10 \times \log\left(\frac{S}{N}\right)$$

$$\Rightarrow N = \frac{S}{10^{\frac{SNR}{10}}}$$

با توجه به این مطلب مقادیر مناسب نویز را می سازیم:

$$SNR = 20 : N = 0.1$$

$$SNR = 15 : N = 0.3162$$

$$SNR = 10 : N = 1$$

$$SNR = 5 : N = 3.1623$$

$$SNR = 0 : N = 10$$

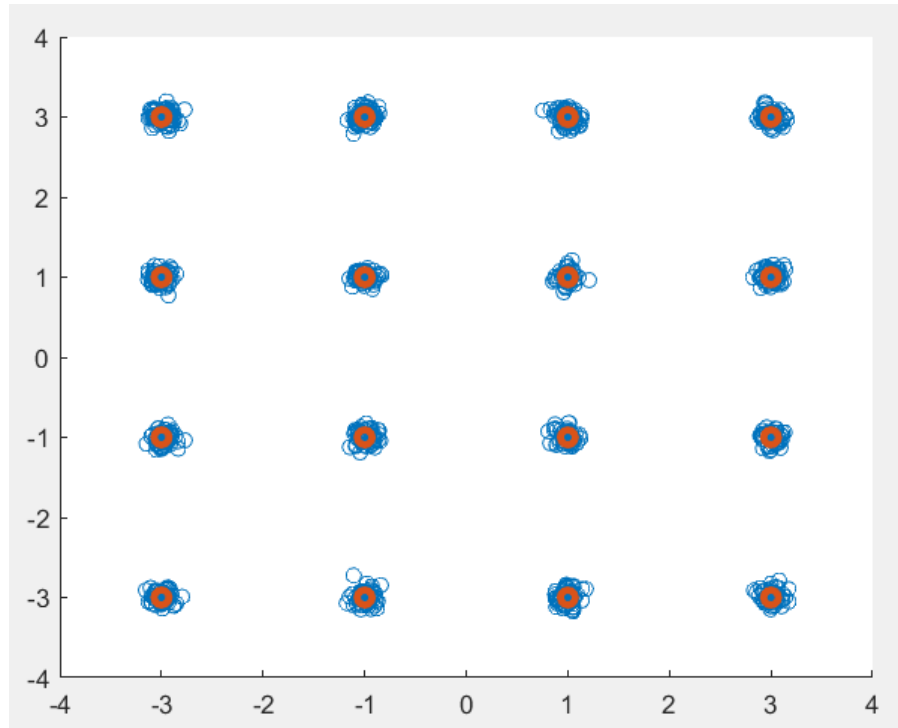
بنابراین مقادیر خواسته شده را به صورت زیر تعریف می کنیم:

```
N20 =(1/sqrt(2)* randn(1000,1)+1i*1/sqrt(2)* randn(1000,1))/(sqrt(10));
N15 =(1/sqrt(2)* randn(1000,1)+1i*1/sqrt(2)* randn(1000,1))/(sqrt(31.62));
N10 =(1/sqrt(2)* randn(1000,1)+1i*1/sqrt(2)* randn(1000,1))/sqrt(10);
N05 =(1/sqrt(2)* randn(1000,1)+1i*1/sqrt(2)* randn(1000,1))/sqrt(3.162);
N00 =(1/sqrt(2)* randn(1000,1)+1i*1/sqrt(2)* randn(1000,1))/sqrt(1);
```

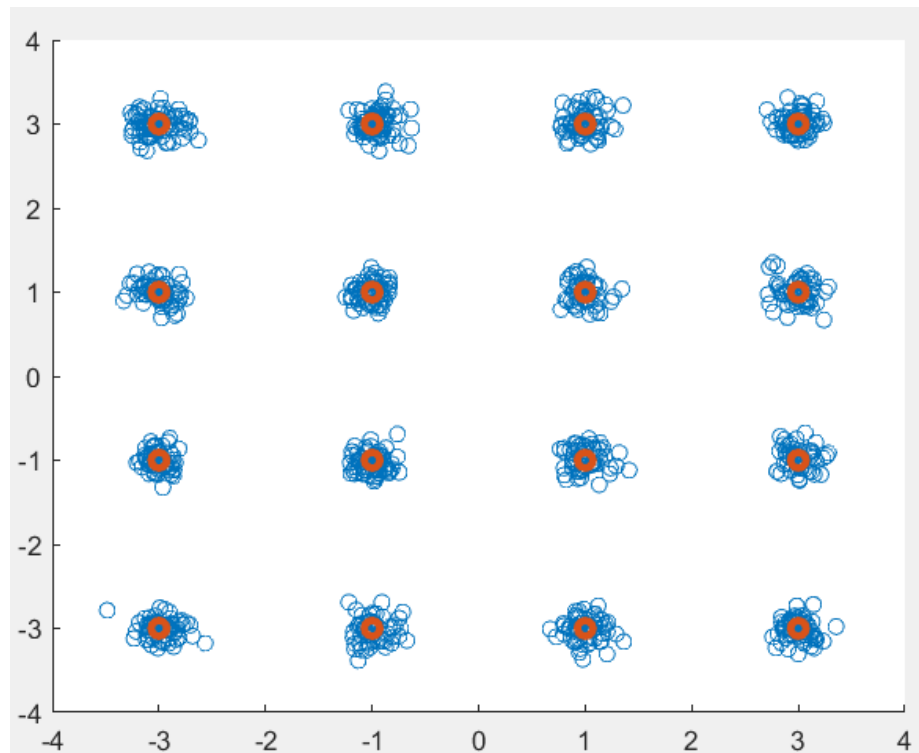
به این نکته باید توجه شود که واریانس randn برابر یک است.

5- بنابراین نمودارها به صورت زیر در می آیند:

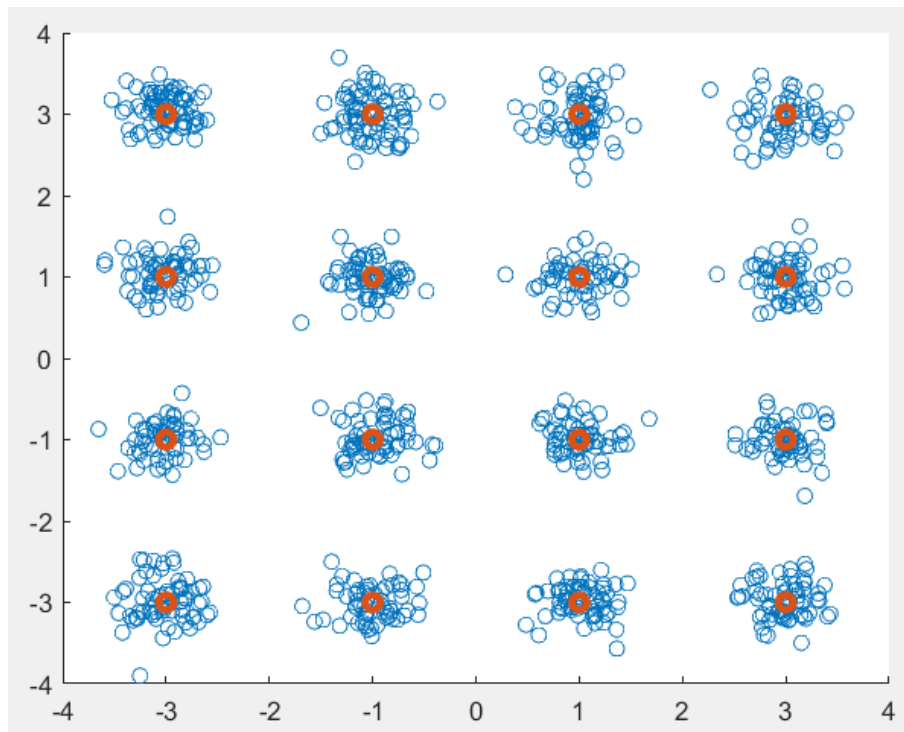
SNR = 20dB



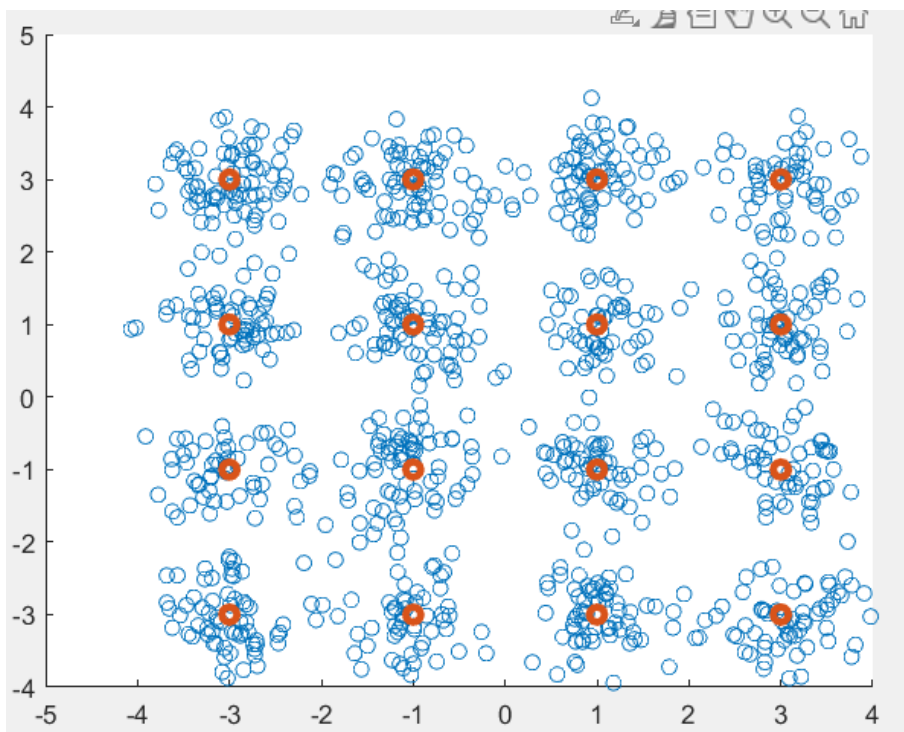
SNR = 15dB



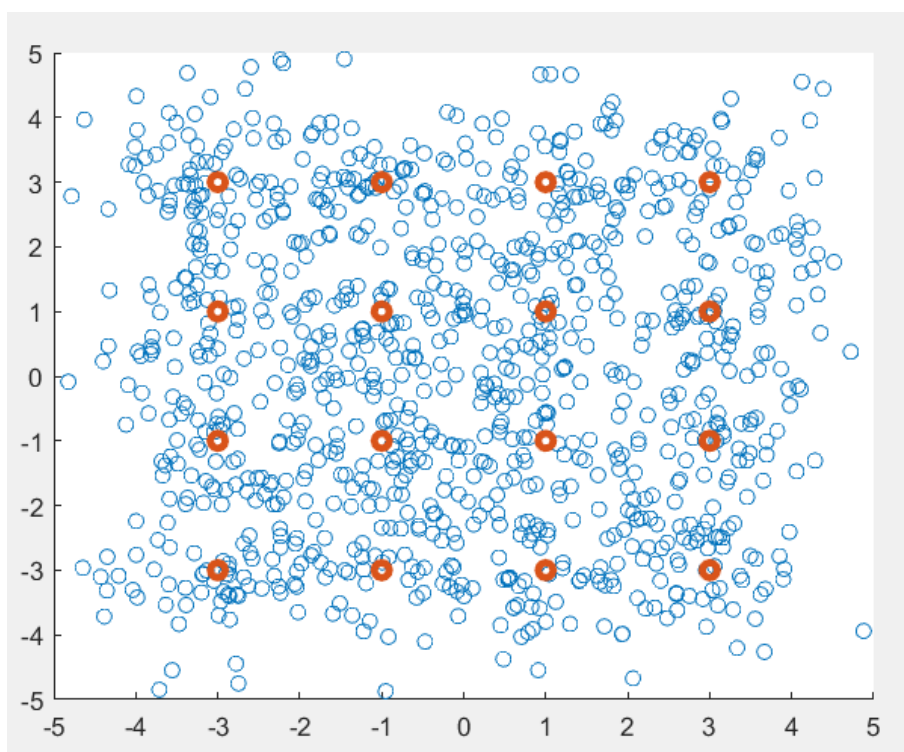
SNR = 10dB



SNR = 5dB

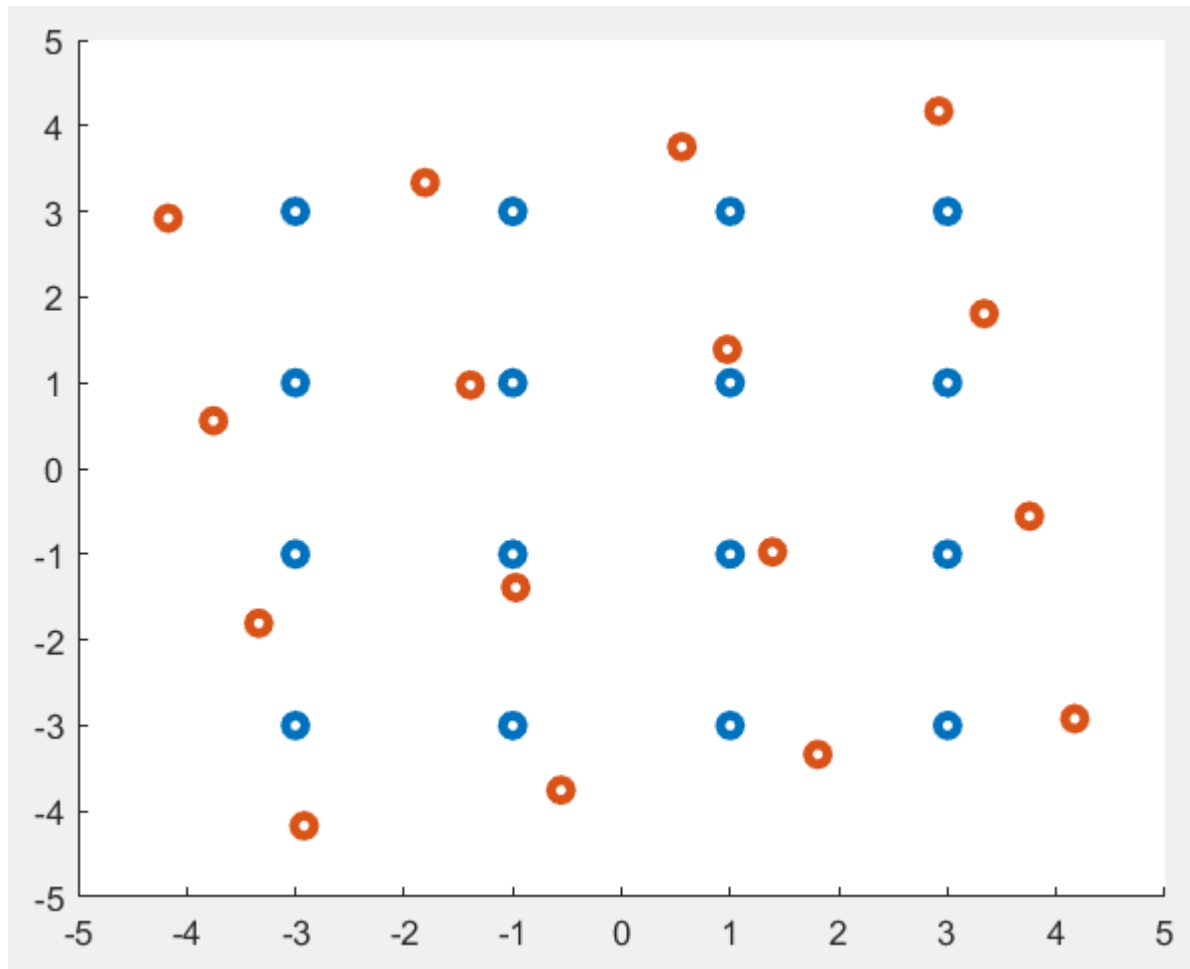


SNR = 0dB



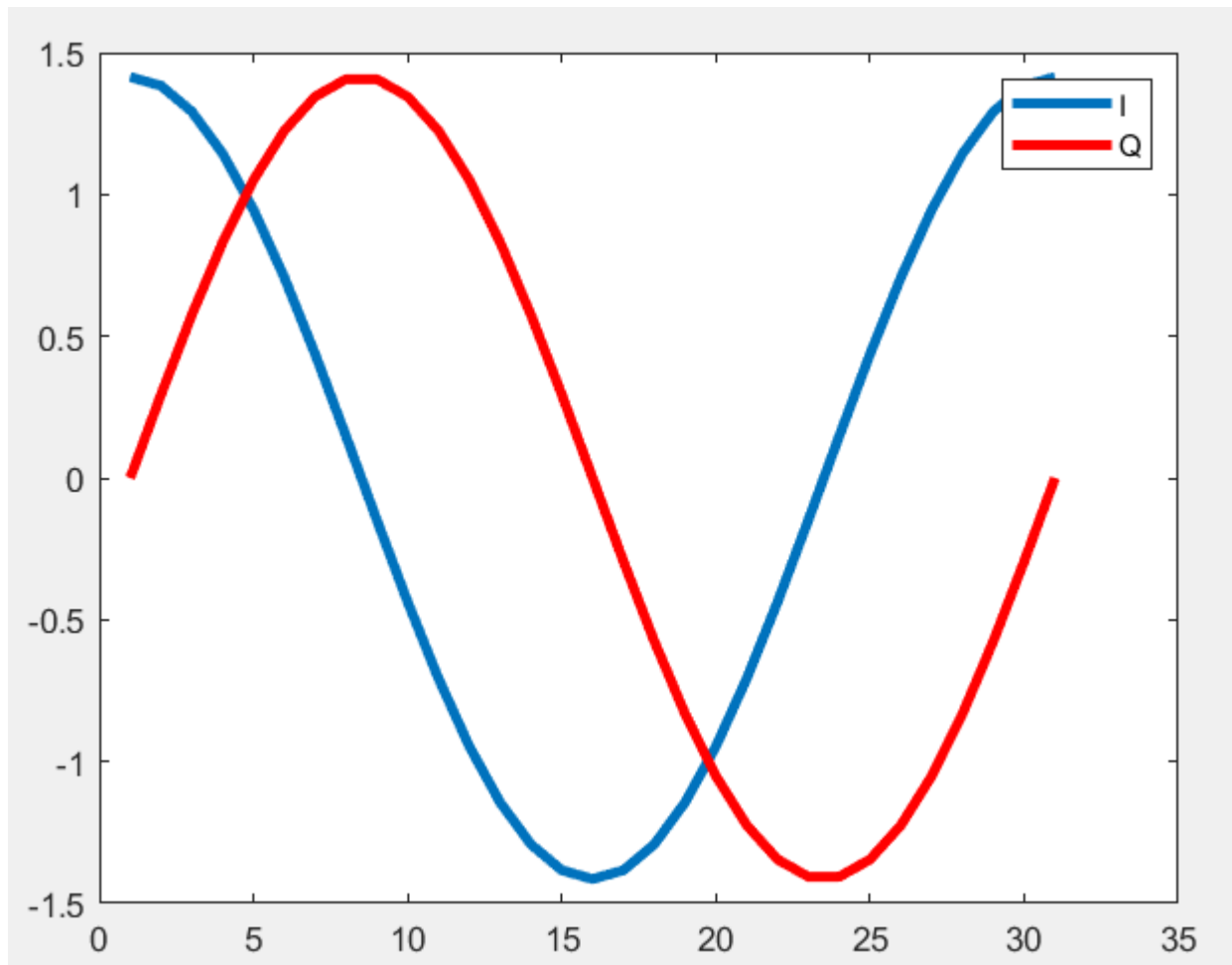
قسمت دوم: بهره ثابت و مختلط کانال

- 1- ضرب در یک عدد مختلط سبب می شود هم فاصله ها تغییر کند و هم باعث چرخش می شود.
- 2- این کار باید با همسان ساز انجام شود.



قسمت سوم:

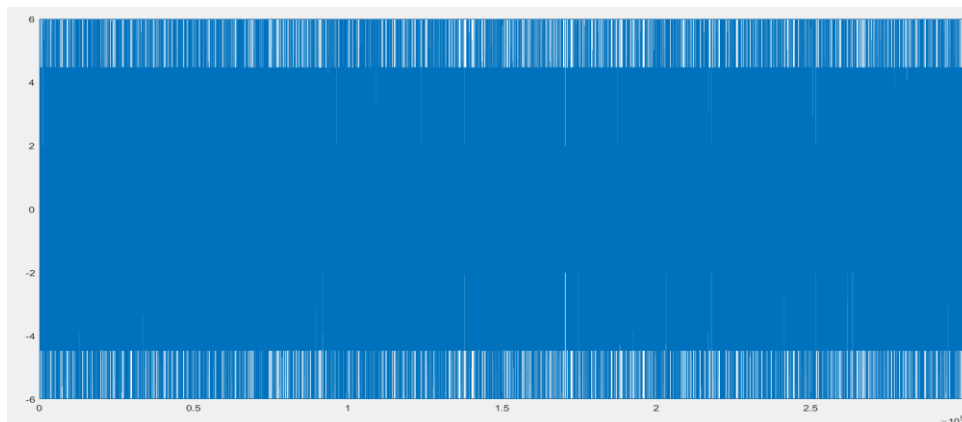
1- توابع I و Q ساخته شده به صورت زیر هستند:



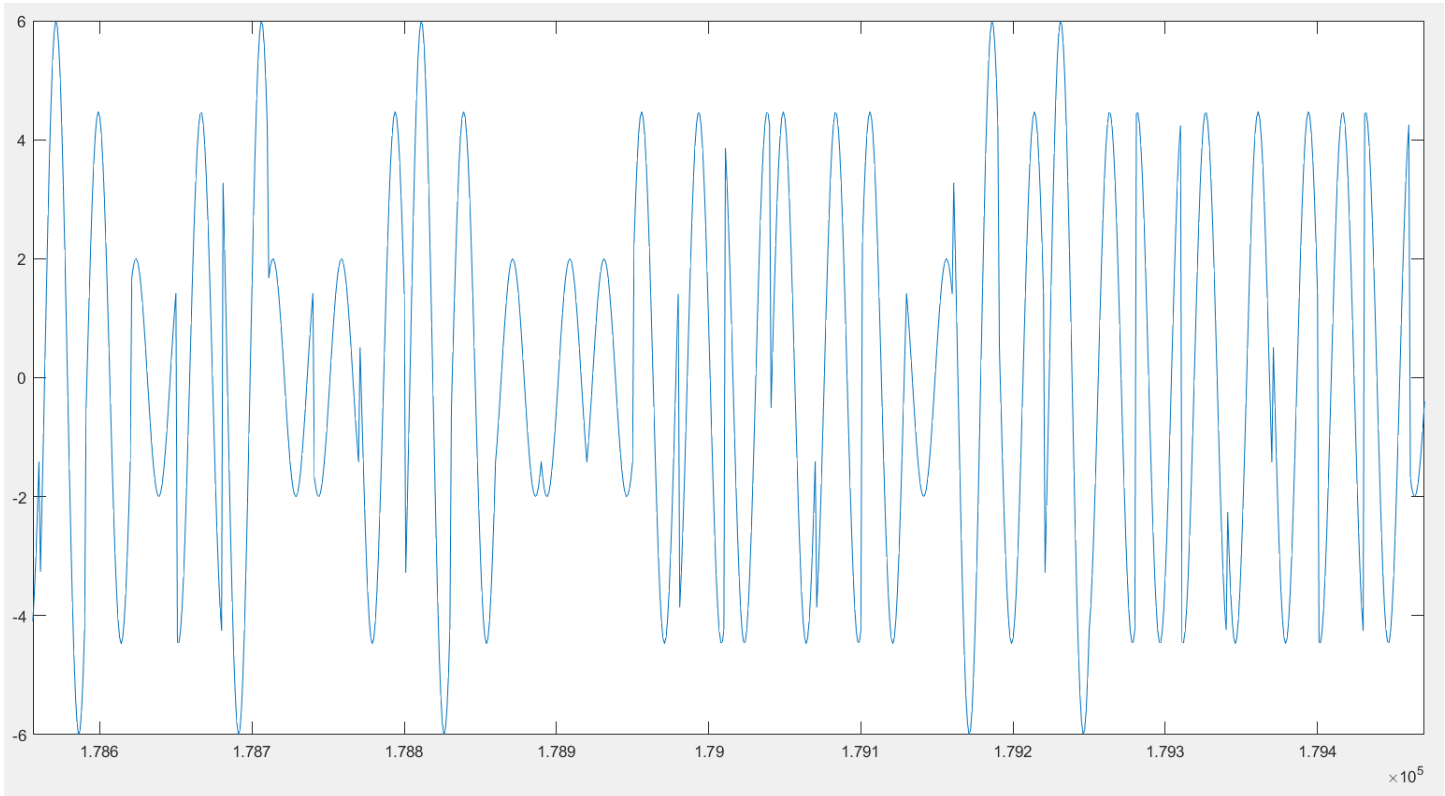
2- 10000 عدد تصادفی با کد زیر ساخته می شود:

```
IntRand=randi([0 15],1,10000);
```

سیگنال ساخته شده به صورت زیر است:



قسمتی از سیگنال در تصویر زیر نشان داده شده است:



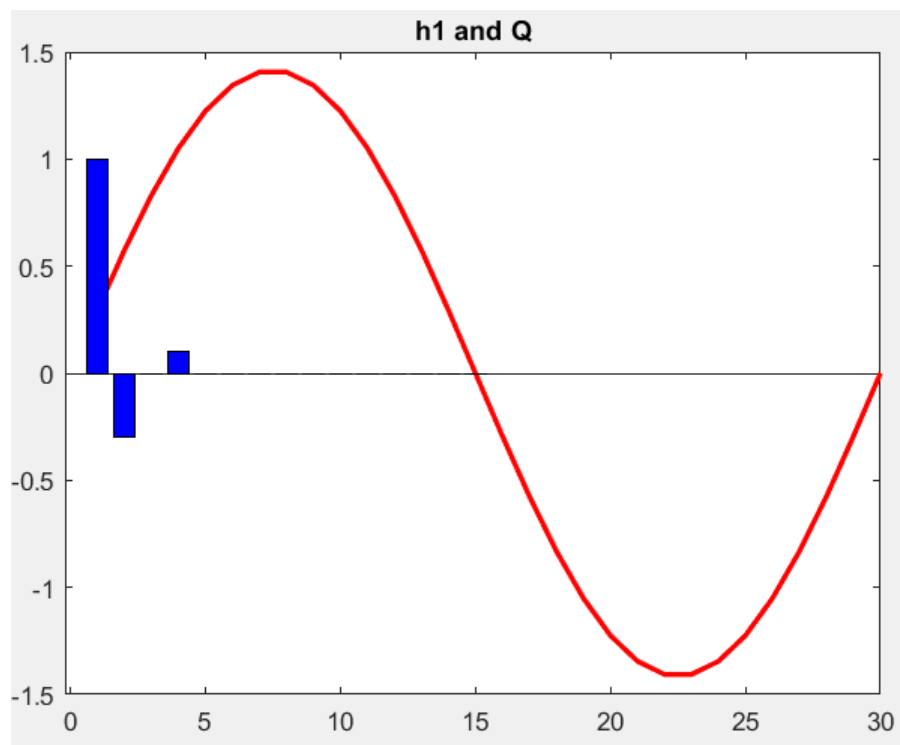
3- با استفاده از کد زیر عمل کانولوشن را انجام می دهیم:

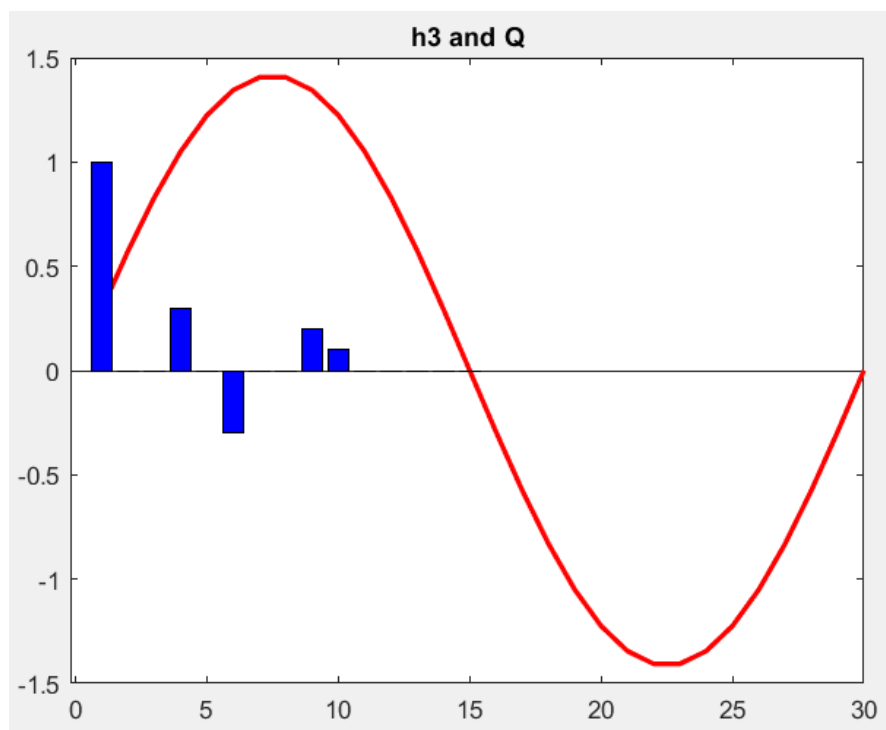
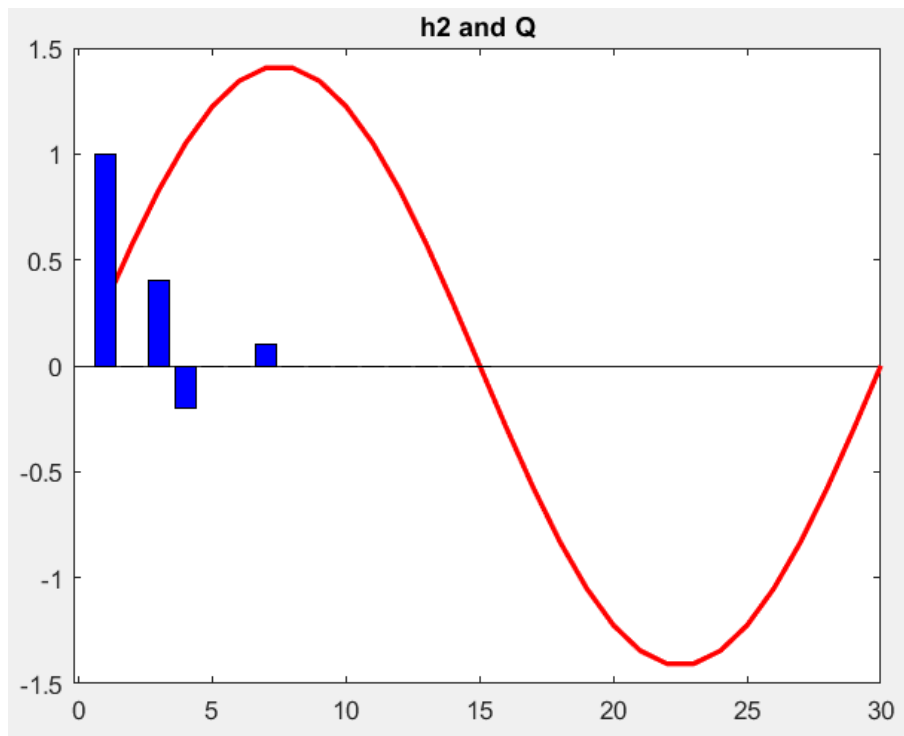
% Impulse Response 1

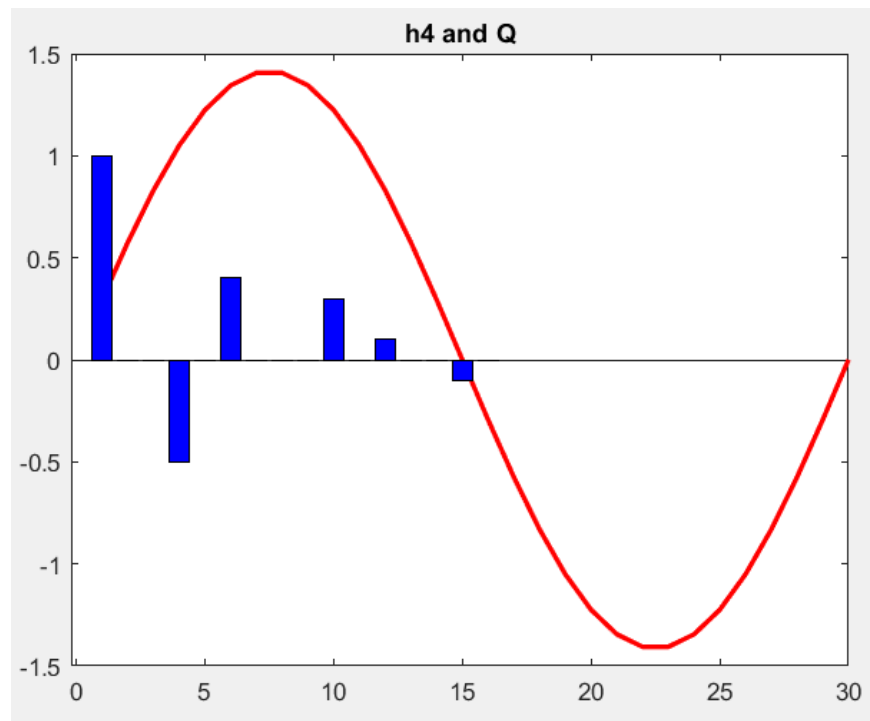
```
h1=[1 -0.3 0 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0];
```

```
convSig=conv(gensig,h1);
```

4- نمودارهای زیر پاسخ های فرکانسی را نشان می دهند:





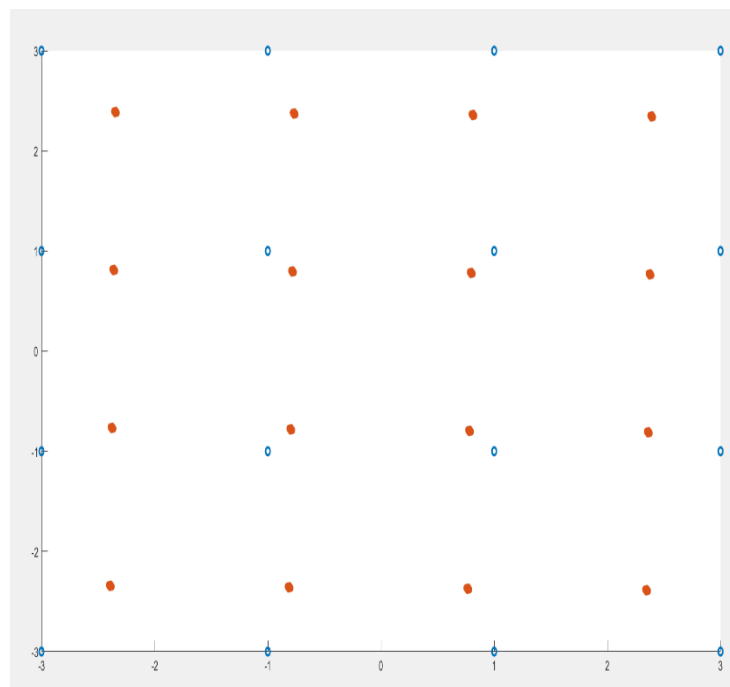


5- عمل map کردن سیگنال کانال شده را به صورت زیر انجام می دهیم:

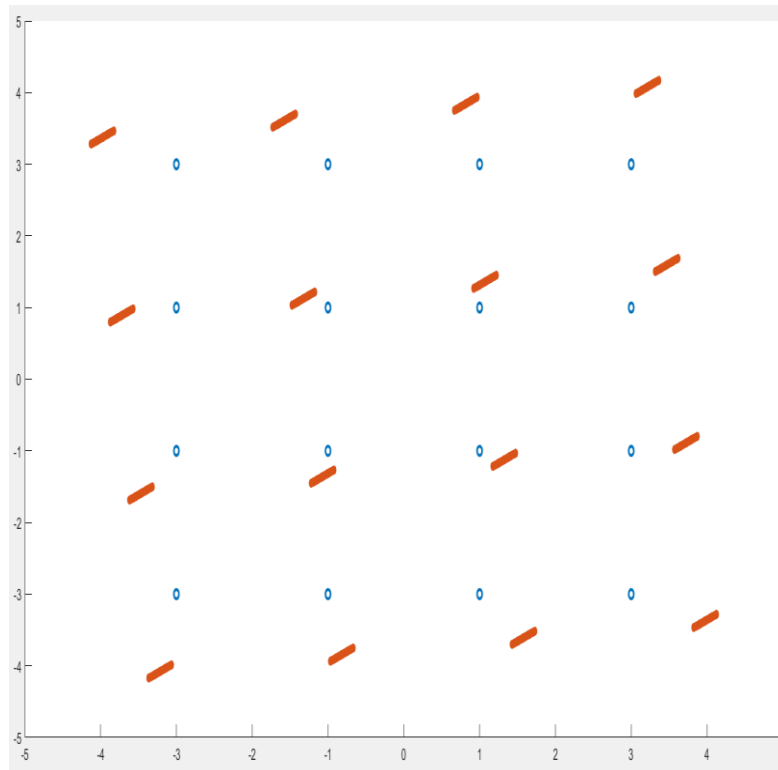
```
for i=1:10000
    In(i)=sum(convSig(1+30*(i-1):(30*i)).*I);
    Qn(i)=sum(convSig(1+30*(i-1):(30*i)).*Q);
end
```

6- اکنون می توانیم تشکل ها را رسم کنیم:

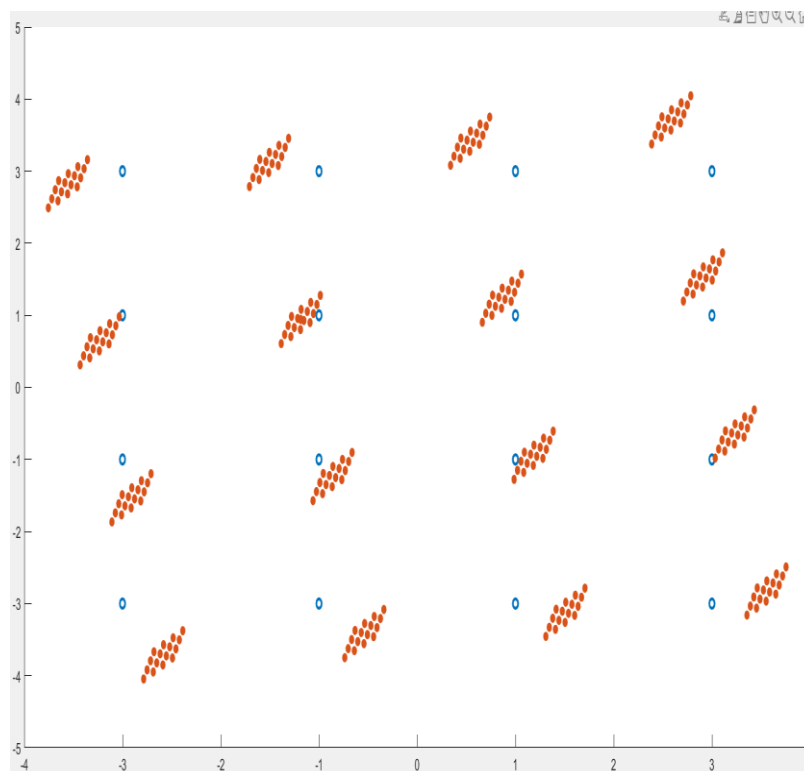
تشکل ناشی از پاسخ ضربه اول:



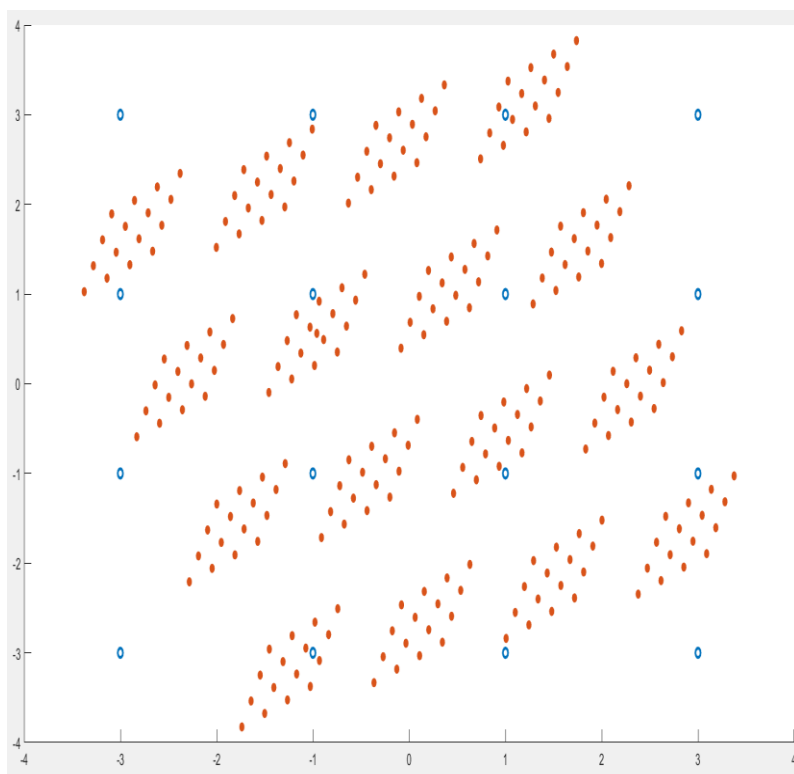
تشکل ناشی از پاسخ ضربه دوم:



تشکل ناشی از پاسخ ضربه سوم:



تشکل ناشی از پاسخ ضربه چهارم:



7- چون که تنها 16 نقطه در تشکل داریم و از آنجایی که بعضی از نقاط با تاخیر می آیند ما تنها تداخل ناشی از این 16 سمبل را می بینیم و با توجه به این که نویز وجود ندارد و پاسخ ضربه ثابت است این 16 نقطه به طور منظم قرار دارند.

8- این مشکل را می توان با ایجاد یک باند محافظ بهبود بخشید.