

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده مهندسی برق



Digital Communications Lab

Dr. Shirvani Moghaddam

Mohammad Reza Farhadi Nia

Fall 2020

Experiment 6

Shahid Rajaei Teacher  
Training University

*Shahid Rajaei Teacher Training University*

**سوال 1:** لزوم قراردعی انتگرالگیر در آشکارسازی سیگنال باند پایه PAM چیست؟  
مقدارهای R و C بر چه اساسی تعیین میشوند؟ شرح دهید. در صورتی که از انتگرال گیر استفاده نشود و بر اساس نمونه یک نقطه تصمیم گیری انجام شود، چه اتفاقی ممکن است بیفتد؟ شرح دهید

برای کاهش خطا در دمدولاسیون از انتگرالگیر استفاده میشود، مقدارهای خازن و مقاومت بر اساس ثابت زمانی مدار و فرکانس مشخص میشوند تا زمان شارژ و دشارژ خازن بگونه ای باشد که از سیگنال حامل ثابت زمانی بیشتری داشته باشد و از سیگنال پایه که در pam دقیقاً خود سیگنال هست کمتر باشد. و تصمیم گیری با کمک یک نقطه ممکن است نویز باعث تصمیم گیری اشتباه در مورد بیت دریافتی شود.

**سوال 2:** مقدار زمان ماندگاری پالس (Duty-Cycle) در آشکارسازی سیگنال باند پایه PAM از نوع RZ چه تأثیری دارد؟ شرح دهید.

در آشکارسازی چون خازن برای شارژ و دشارژ ثابت زمانی یکسانی دارد برای اینکه هم ثابت زمانی از سیگنال حامل بزرگتر باشد اما در عین حال از سیگنال اصلی کوچکتر باشد در قسمت دشارژ خازن کمک میکند تا به خطایی در قسمت دمدولاسیون بر نخوریم و به راحتی بتوان خازن مناسب را برای آشکارسازی انتخاب کرد.

**سوال 3:** چرا در OOK پس از یکسوسازی تمام موج (نیم موج) و سپس انتگرالگیری، سطح ولتاژی حاصله نصف (یک چهارم) مقدار آن در حالت باند پایه مشابه است؟ شرح دهید.

زیرا با یکسوسازی ابتدا سطح نمودار را مثبت میکنیم و با انتگرال گیری تاثیر حامل را در گرفته و شکل پایه ظاهر میشود که سیگنال حامل بر روی آن سوار شده است.

**سوال 4:** لزوم قراردعی انتگرالگیر در آشکارسازی سیگنال با حامل OOK چیست؟ مقدارهای R و C بر چه اساسی تعیین میشوند و چه ارتباطی با سیگنال ساعت و فرکانس حامل دارند؟ شرح دهید.

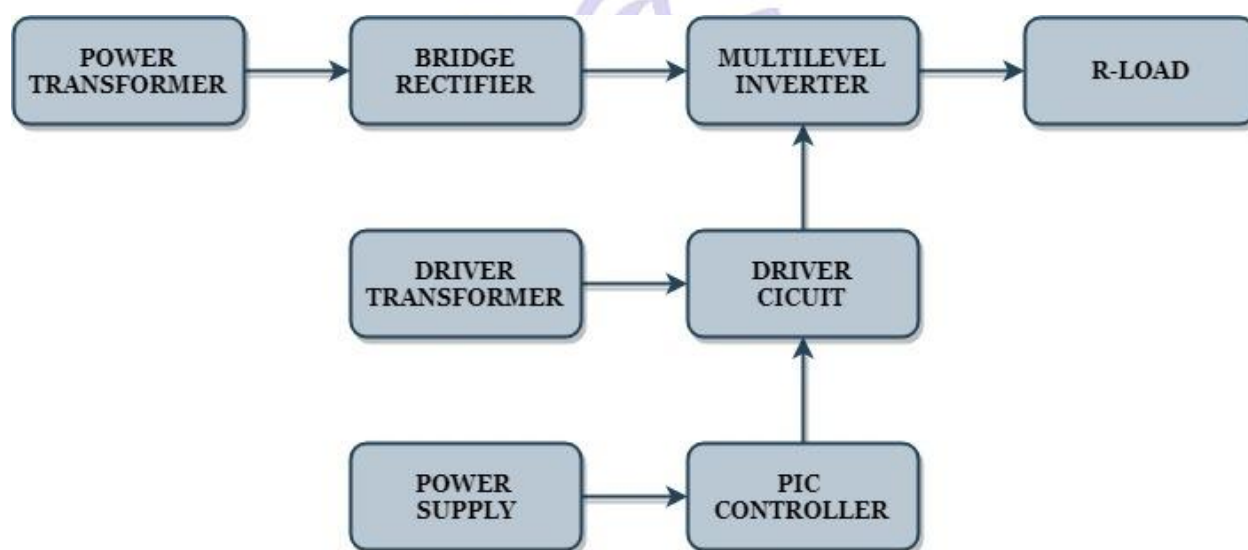
در قسمت 1 به طور کامل شرح داده شده است. رابطه که در قسمت 1 نیامده است، بسته با نوع یکسوسازی متفاوت است اما اگر یک انتگرال گیر ساده داشته باشیم:  $T=RC$  برای انتگرال گیر ساده

که باید این زمان از دوره تناوب سیگنال اصلی کوچکتر باشد به اندازه کافی و اینکه از دوره تناوب سیگنال حامل بزرگتر باشد.

سوال 5: به صورت بلوکی، سیستمی برای تولید و آشکارسازی سیگنالهای PAM چهارسطحی قطبی و ASK چهارسطحی رسم کنید. برای تحقق مداری ساختار پیشنهادی، برای هر بخش از چه عنصرهایی استفاده می شود؟ شرح دهید

برای مدولاسیون نیاز به مالتی پلکسر هست که خروجی به 4066 های متناسب برود که هرکدام سیگنال با دامنه متفاوت را تولید کنند. در خروجی برای آشکارسازی نیاز به چندین انتگرال گیر با ثابت های زمانی متفاوت هست و یا اینکه به جی انتگرال گیری از نمونه برداری کم گرفت و سپس نیاز به دی مالتی پلکسینگ هست.

تذکر: شکل زیر مدل یک مقاله است و متفاوت از جواب کذا است.



1

Shahid Rajae Teacher  
Training University

## آزمایش ۶: مدولاتور و دمدولاتور دامنه پالس دوسطحی باندپایه (PAM) و باحامل (OOK)

نام و نام خانوادگی دانشجوین:

۱-۶- مدولاتور و دمدولاتور دامنه پالس دوسطحی باندپایه (PAM)

۱-۱-۶- شبیه سازی در محیط MATLAB

الف- برای رشته تصادفی ۲۰ بیتی با استفاده از مولد تصادفی با چندجمله ای مشخصه  $f(x) = 1 + x^3 + x^4$ ، سیگنال های پالسی دوسطحی باند پایه در چهار حالت NRZ/On-Off، NRZ/Polar، RZ/On-Off و RZ/Polar با زمان ماندگاری ۵۰ درصد بسازید.

ب- رشته های بند الف را با محاسبه سطح زیر سیگنال در هر بازه زمانی به طول سیگنال ساعت T و مقایسه آن با سطح آستانه از پیش تعیین شده (که بستگی به بازه زمانی سیگنال ساعت، زمان ماندگاری پالس و دامنه پالس دارد)، به دست آورید.  
برنامه نرم افزاری:

نتیجه:

## Contents

---

- [Section A](#)
- [Section B](#)
- [Function](#)

```
%------%  
%%----- Lab 6 - Digital Communication -----%%  
%----- Supervisor: Dr.Shirvani Moghaddam -----%  
%----- Source by Mohammad Reza Farhadi Nia ----- Date:Nov 2020 --%  
%------%
```

## Section A

---

```
pnSequence1 = comm.PNSequence('Polynomial',[4 3 0], ...  
    'SamplesPerFrame',30,'InitialConditions',[0 0 0 1]);  
Binary_Random_Input = pnSequence1();  
[Binary_Random_Input(1:15) Binary_Random_Input(16:30)]  
  
NRZ_on_off = Binary_Random_Input;  
NRZ_Polar = Binary_Random_Input;  
  
    for i = 1:length(Binary_Random_Input)  
        if Binary_Random_Input(i) == 1  
            NRZ_Polar(i) = 1;  
        else  
            NRZ_Polar(i) = -1;  
        end  
    end  
  
figure  
  
subplot(5,1,1);stairs([-length(Binary_Random_Input)/2+1/2:length(Binary_Random_Input)/2-1/2],  
Binary_Random_Input)  
axis([-length(Binary_Random_Input)/2 length(Binary_Random_Input)/2 -2 2]);title('Input Binary  
code');grid on; ylabel('Amplitude');  
  
subplot(5,1,2);stairs([-length(NRZ_on_off)/2+1/2:length(NRZ_on_off)/2-1/2],NRZ_on_off)  
axis([-length(NRZ_on_off)/2 length(NRZ_on_off)/2 -2 2]);title('NRZ On-Off Binary code');grid  
on; ylabel('Amplitude');  
  
subplot(5,1,3);stairs([-length(NRZ_Polar)/2+1/2:length(NRZ_Polar)/2-1/2],NRZ_Polar)  
axis([-length(NRZ_Polar)/2 length(NRZ_Polar)/2 -2 2]);title('NRZ Polar Binary code');grid on;  
ylabel('Amplitude');  
  
% RZ duty1 = 0.5  
b = Binary_Random_Input; l=length(b); b(l+1)=0; n=1; duty1 = 0.5;  
while n<=l  
    t=(n-1):.0001:n;  
    if b(n)==1  
        y=(t<n-(1-duty1) & t>(n-1));  
    else
```

```

        y=(t>n);
    end
    subplot(5,1,4);plot(t+0.5,y)
    hold on; grid on;
    axis([0 30 -2 2]);
    n=n+1;
end
title('RZ ON-OFF duty = 0.5'); xlabel('Time'); ylabel('Amplitude');

% RZ duty1 = 0.5
b = Binary_Random_Input; l=length(b); b(l+1)=0; n=1; duty1 = 0.5;
while n<=l
    t=(n-1):.001:n;
    if b(n)==1
        y=2*(t<n-(1-duty1) & t>(n-1))-1;
    else
        y=2*(t>n)-1;
    end
    subplot(5,1,5);plot(t+0.5,y)
    hold on; grid on;
    axis([0 30 -2 2]);
    n=n+1;
end
title('RZ Polar duty = 0.5'); xlabel('Time'); ylabel('Amplitude');

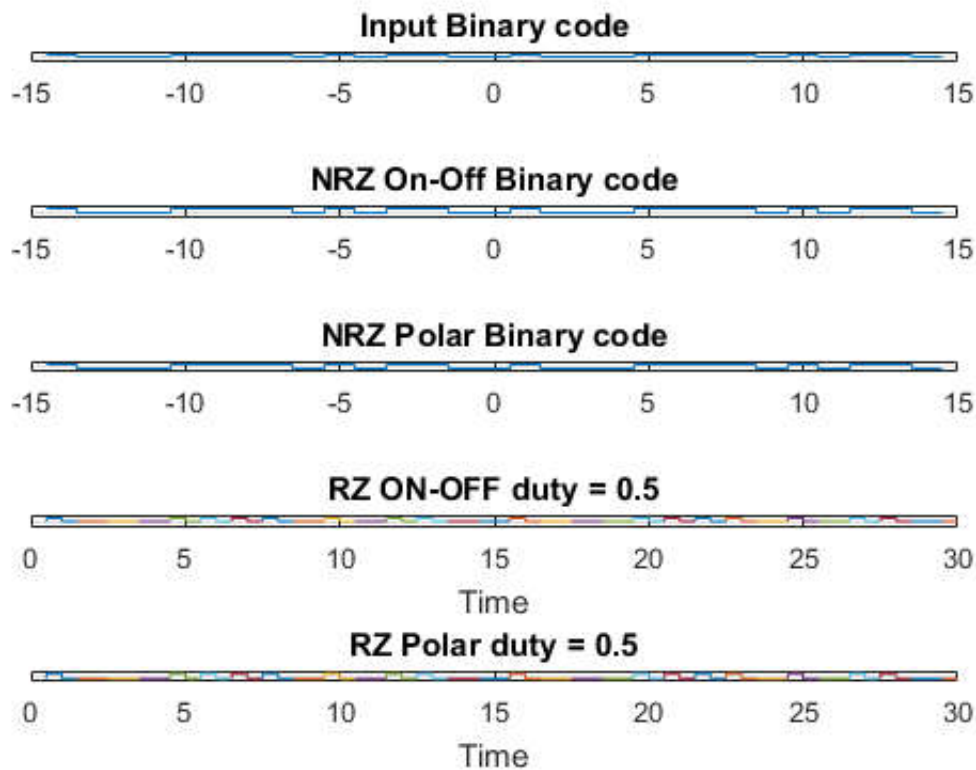
```

ans =

```

1      1
0      0
0      0
0      0
1      1
1      1
1      1
1      1
0      0
1      1
0      0
1      1
1      1
0      0
0      0

```



## Section B

```
offset = 1/2;
output_NRZ_on_off = Comparator(offset,NRZ_on_off')
output_NRZ_Polar = Comparator(offset,NRZ_Polar')
```

## Function

```
function Output = Comparator(Offset, input)
    Output = (input>Offset); % you can change equal to strictly
end
```

```
output_NRZ_on_off =
```

```
1×30 logical array
```

```
Columns 1 through 19
```

```
1 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0
```

```
Columns 20 through 30
```

```
1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0
```

```
output_NRZ_Polar =
```

1×30 logical array

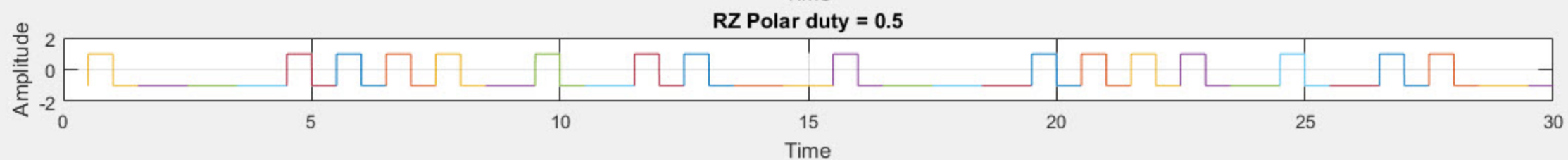
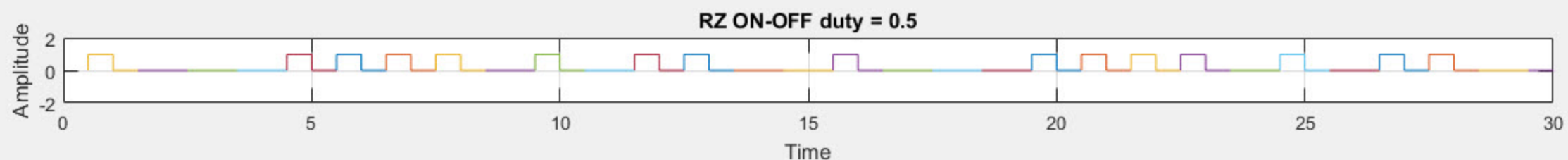
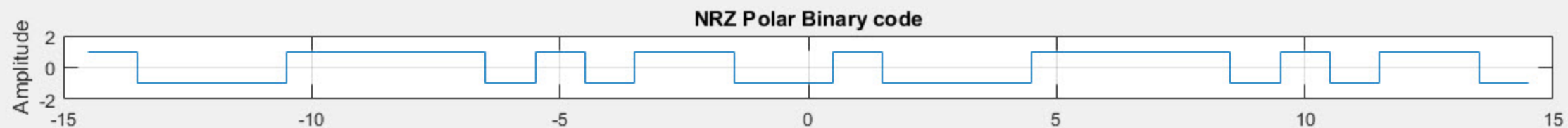
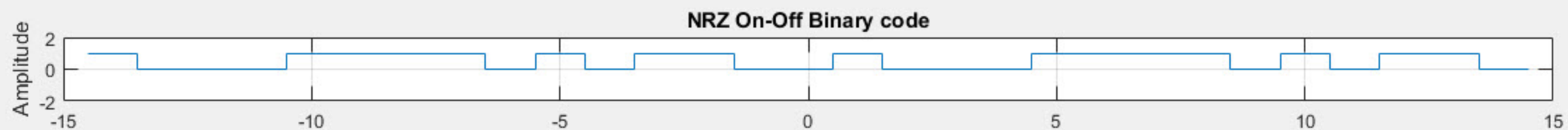
Columns 1 through 19

1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Columns 20 through 30

1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---





## ۶-۱-۲- شبیه سازی در محیط PROTEUS

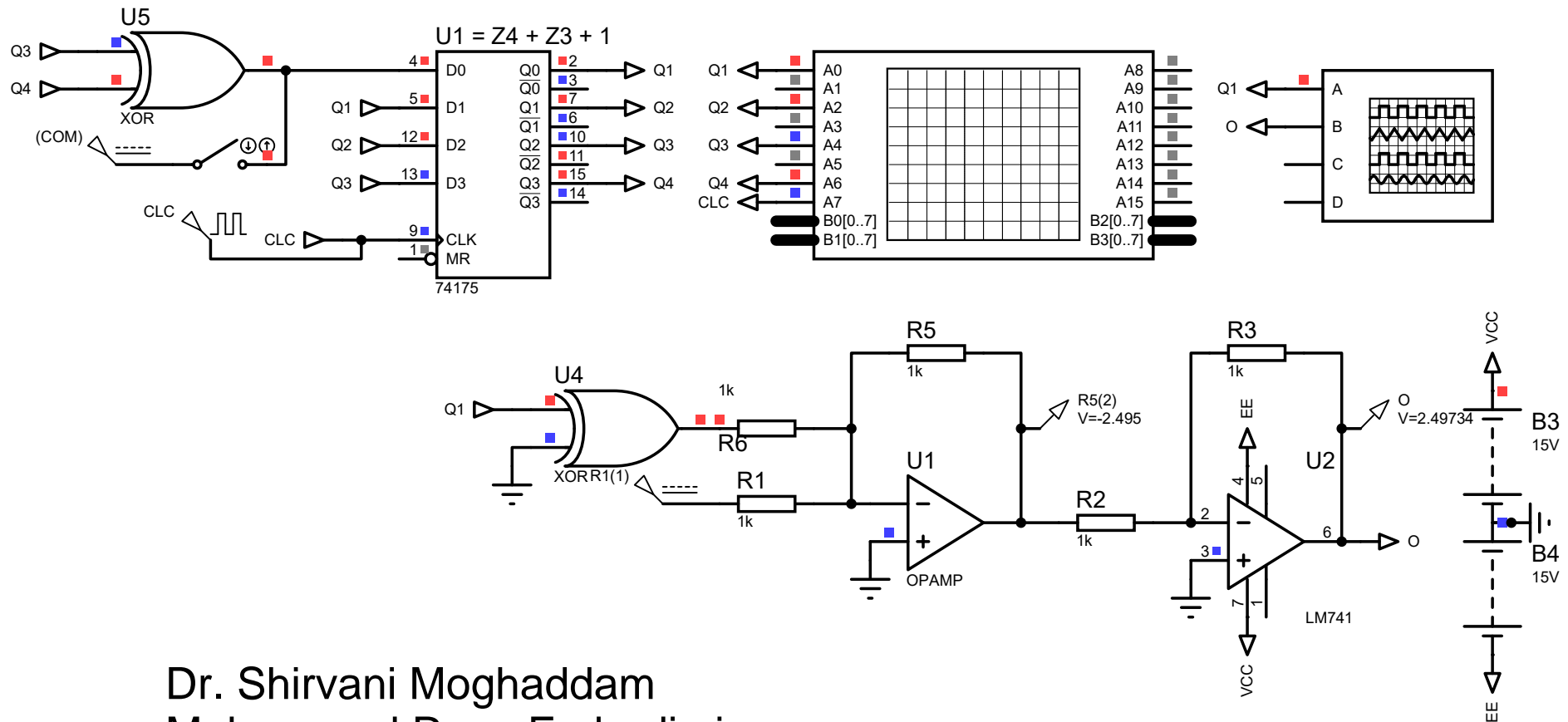
الف- رشته تصادفی حاصل از LFSR با چند جمله ای  $f(x) = 1 + x^3 + x^4$  را به پالس NRZ/On-Off با دامنه های ۰ و ۱ و NRZ/Polar با دامنه های A و -A (به ترتیب برای بیت های ۰ و ۱) تبدیل کنید (مشابه آزمایش اول).

ب- با استفاده از مدار انتگرال گیر (حاصل از تقویت کننده عملیاتی، مقاومت و خازن) سطح زیر سیگنال را در هر سیگنال ساعت (به بازه زمانی T) به دست آورید. در صورتی که سیگنال دهی On-Off باشد، در حالت کلی دو مقدار A.T و صفر از انتگرال گیری حاصل می شود که برای اولی باید خروجی ۱ و برای دومی صفر شود. در صورتی که سیگنال دهی قطبی باشد، در حالت کلی دو مقدار A.T و -A.T حاصل می شود که برای اولی باید خروجی ۱ و برای دومی صفر شود. اگر دامنه حاصل را به اندازه ای برسانیم که گیت منطقی را فعال کند، با عبور از گیت AND که یک پایه آن به Vcc وصل است، برای سیگنال مثبت، خروجی ۱ و برای سیگنال ۰ یا منفی، خروجی صفر می شود. به این ترتیب دیگر نیازی به مقایسه گر نیست.

مدار ۱:

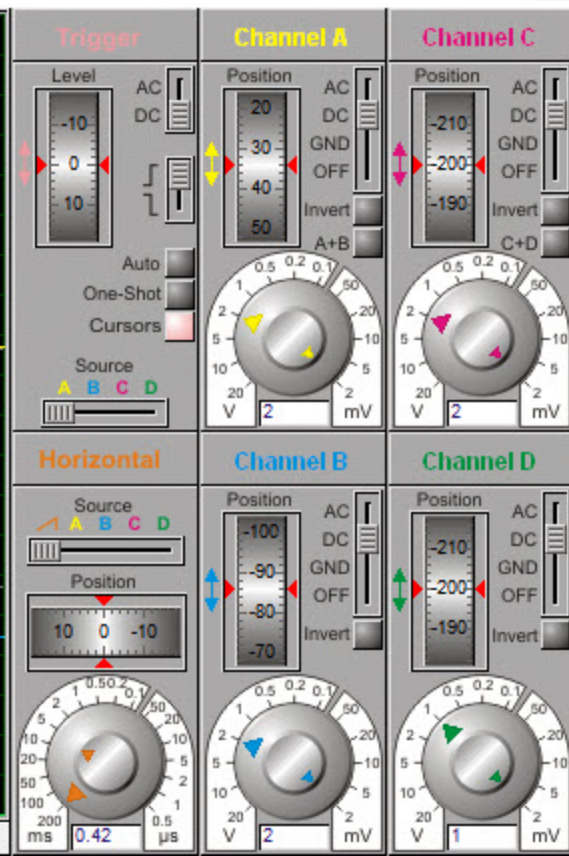
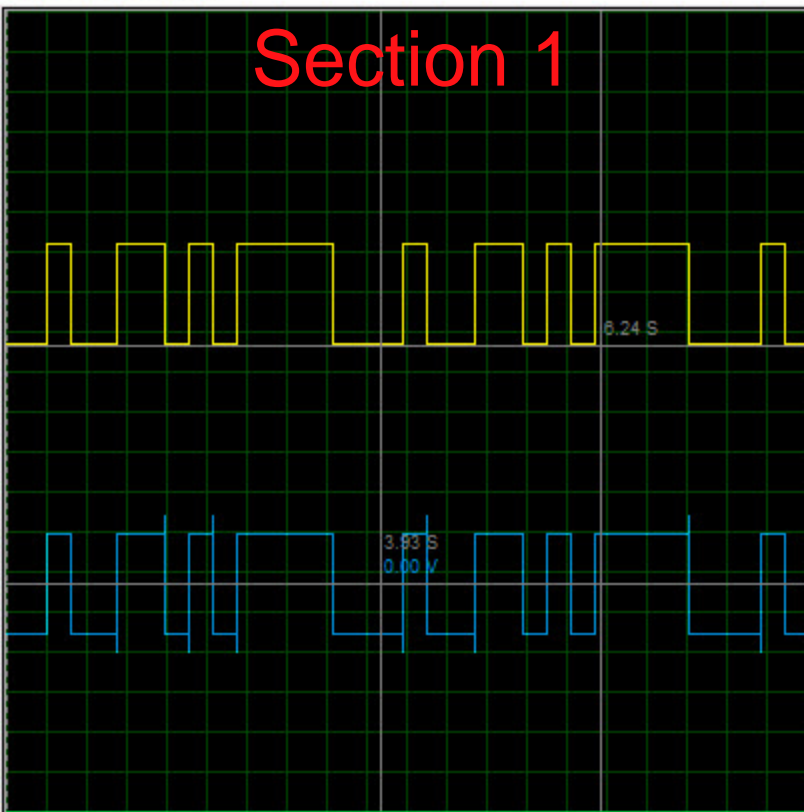
# Section 1

## PAM on/off & Polar



Dr. Shirvani Moghaddam  
Mohammad Reza Farhadi nia  
Fall 2020 Digital Comm Lab

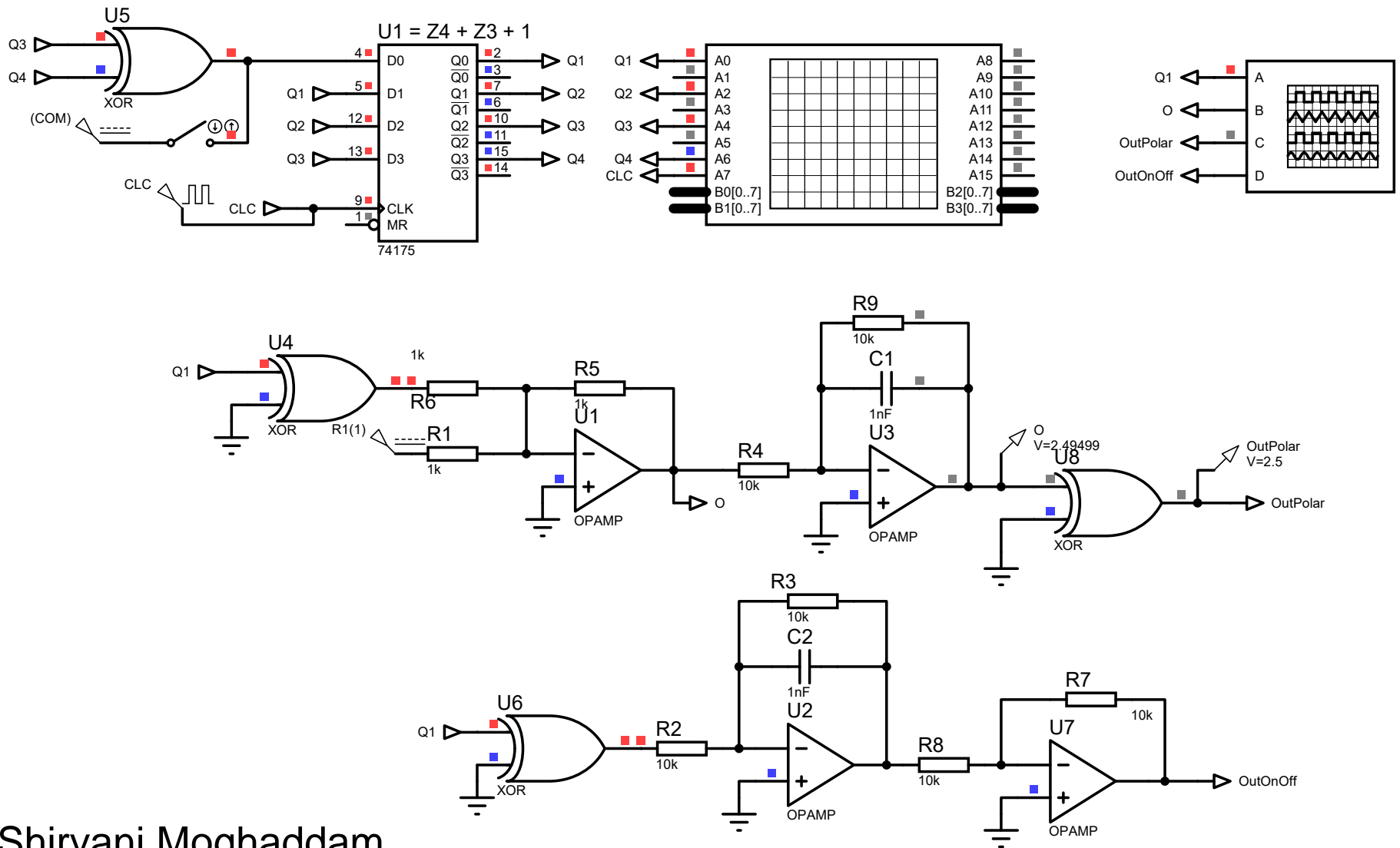
# Section 1



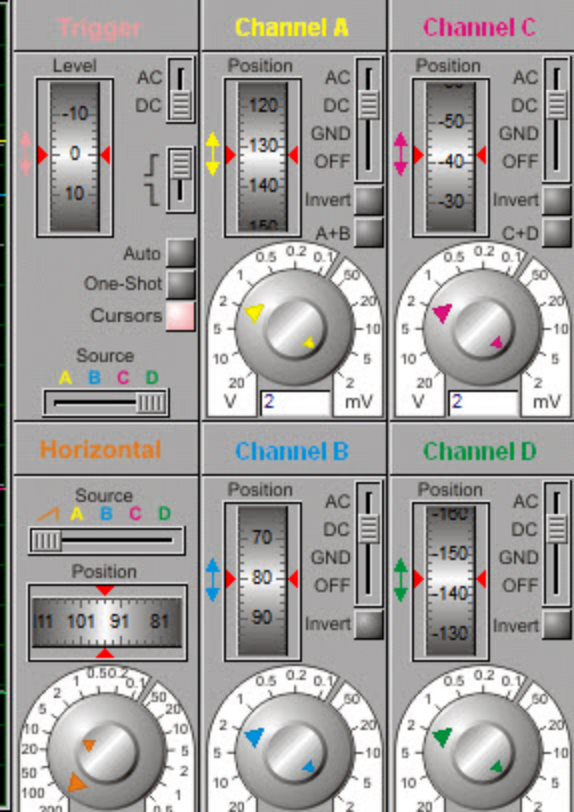
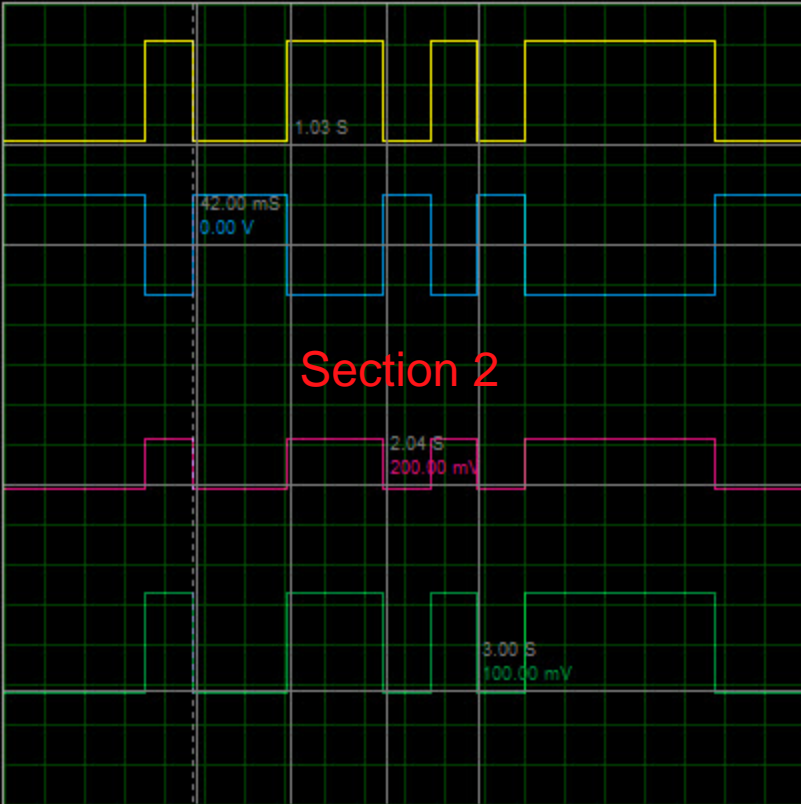
# Section 2

## Demodulation

### PAM on/off & Polar



Dr. Shirvani Moghaddam  
 Mohammad Reza Farhadi nia  
 Fall 2020 Digital Comm Lab



## ۶-۲- مدولاتور و دمدولاتور با حامل کلیدزنی دامنه دو سطحی (OOK)

۶-۲-۱- شبیه سازی در محیط MATLAB

الف- برای رشته تصادفی ۲۰ بیتی با استفاده از مولد تصادفی چندجمله ای مشخصه  $f(x) = 1 + x^3 + x^4$ ، سیگنال پالسی دوسطحی با حامل کسینوسی، OOK بسازید.

ب- رشته های بند الف را پس از یکسوسازی و محاسبه سطح زیر سیگنال در هر بازه زمانی به طول سیگنال ساعت T و مقایسه آن با سطح آستانه از پیش تعیین شده (که مقدار آن به طول بازه، فرکانس حامل و دامنه بستگی دارد)، به دست آورید.  
برنامه نرم افزاری:

نتیجه:

## Contents

---

- [Section A](#)
- [Section B](#)
- [Function](#)

```
%------%  
%%----- Lab 6 - Digital Communication -----%%  
%----- Supervisor: Dr.Shirvani Moghaddam -----%  
%----- Source by Mohammad Reza Farhadi Nia ----- Date:Nov 2020 --%  
%------%
```

## Section A

---

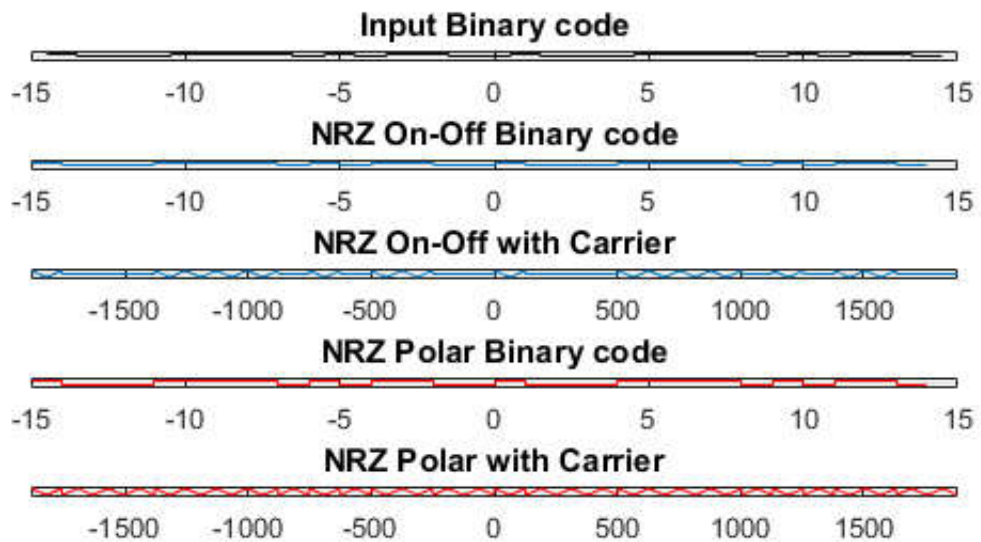
```
pnSequence1 = comm.PNSequence('Polynomial',[4 3 0], ...  
    'SamplesPerFrame',30,'InitialConditions',[0 0 0 1]);  
Binary_Random_Input = pnSequence1();  
[Binary_Random_Input(1:15) Binary_Random_Input(16:30)]  
t = (0:0.05:30*2*pi);  
NRZ_on_off = Binary_Random_Input';  
NRZ_Polar = Binary_Random_Input';  
NRZ_on_off_Carrier = 0*t;  
NRZ_Polar_Carrier = 0*t;  
  
for i = 1:length(Binary_Random_Input)  
    if Binary_Random_Input(i) == 1  
        NRZ_Polar(i) = 1;  
    else  
        NRZ_Polar(i) = -1;  
    end  
end  
  
for i = 1:length(t)  
    NRZ_on_off_Carrier(i) = NRZ_on_off(floor(t(i)/(2*pi))+1)*cos(t(i));  
end  
  
for j = 1:length(t)  
    NRZ_Polar_Carrier(j) = NRZ_Polar(floor(t(j)/(2*pi))+1)*cos(t(j));  
end  
  
figure  
  
subplot(7,1,1);stairs([-length(Binary_Random_Input)/2+1/2:length(Binary_Random_Input)/2-1/2],  
    Binary_Random_Input,'k')  
axis([-length(Binary_Random_Input)/2 length(Binary_Random_Input)/2 -2 2]);title('Input Binary  
code');grid on; ylabel('Amplitude');  
  
subplot(7,1,2);stairs([-length(NRZ_on_off)/2:length(NRZ_on_off)/2-1],NRZ_on_off)  
axis([-length(NRZ_on_off)/2 length(NRZ_on_off)/2 -2 2]);title('NRZ On-Off Binary code');grid  
on; ylabel('Amplitude');  
  
subplot(7,1,3);plot([-length(t)/2+1/2:length(t)/2-1/2],NRZ_on_off_Carrier);  
axis([-length(t)/2 length(t)/2 -2 2]);title('NRZ On-Off with Carrier');grid on; ylabel('Ampli  
tude');
```



```
subplot(7,1,4);stairs([-length(NRZ_Polar)/2:length(NRZ_Polar)/2-1],NRZ_Polar,'r')
axis([-length(NRZ_Polar)/2 length(NRZ_Polar)/2 -2 2]);title('NRZ Polar Binary code');grid on;
ylabel('Amplitude');
subplot(7,1,5);plot([-length(t)/2+1/2:length(t)/2-1/2],NRZ_Polar_Carrier,'r')
axis([-length(t)/2 length(t)/2 -2 2]);title('NRZ Polar with Carrier');grid on; ylabel('Amplitude');
```

ans =

```
1     1
0     0
0     0
0     0
1     1
1     1
1     1
1     1
1     1
0     0
1     1
0     0
1     1
1     1
0     0
0     0
```

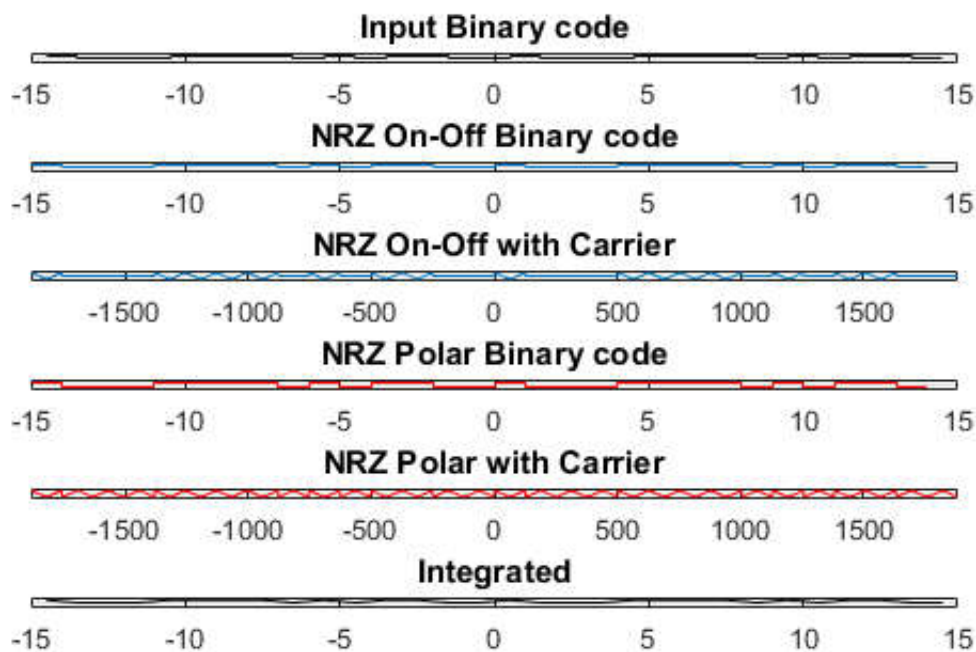


## Section B

```
NRZ_on_off_Carrier_comp = 0*NRZ_on_off;
NRZ_on_off_Carrier = abs(NRZ_on_off_Carrier);
offset = 6;
for k = 1:length(NRZ_on_off)
    NRZ_on_off_Carrier_comp(k) = sum(NRZ_on_off_Carrier((k-1)*125+1:k*125))/(2*pi);
end

subplot(7,1,6);plot([-length(NRZ_on_off_Carrier_comp)/2+1/2:length(NRZ_on_off_Carrier_comp)/2
-1/2],Binary_Random_Input,'k')
axis([-length(NRZ_on_off_Carrier_comp)/2 length(NRZ_on_off_Carrier_comp)/2 -2 2]);title('Integrated');grid on; ylabel('Amplitude');

output_NRZ_on_off = Comparator(offset, NRZ_on_off_Carrier_comp)
subplot(7,1,7);stairs([-length(output_NRZ_on_off)/2+1/2:length(output_NRZ_on_off)/2-1/2],Binary_Random_Input,'k')
axis([-length(output_NRZ_on_off)/2 length(output_NRZ_on_off)/2 -2 2]);title('Output Binary code');grid on; ylabel('Amplitude');
```



## Function

```
function Output = Comparator(Offset, input)
    Output = (input>Offset); % you can change equal to strictly
end
```

```
output_NRZ_on_off =
```

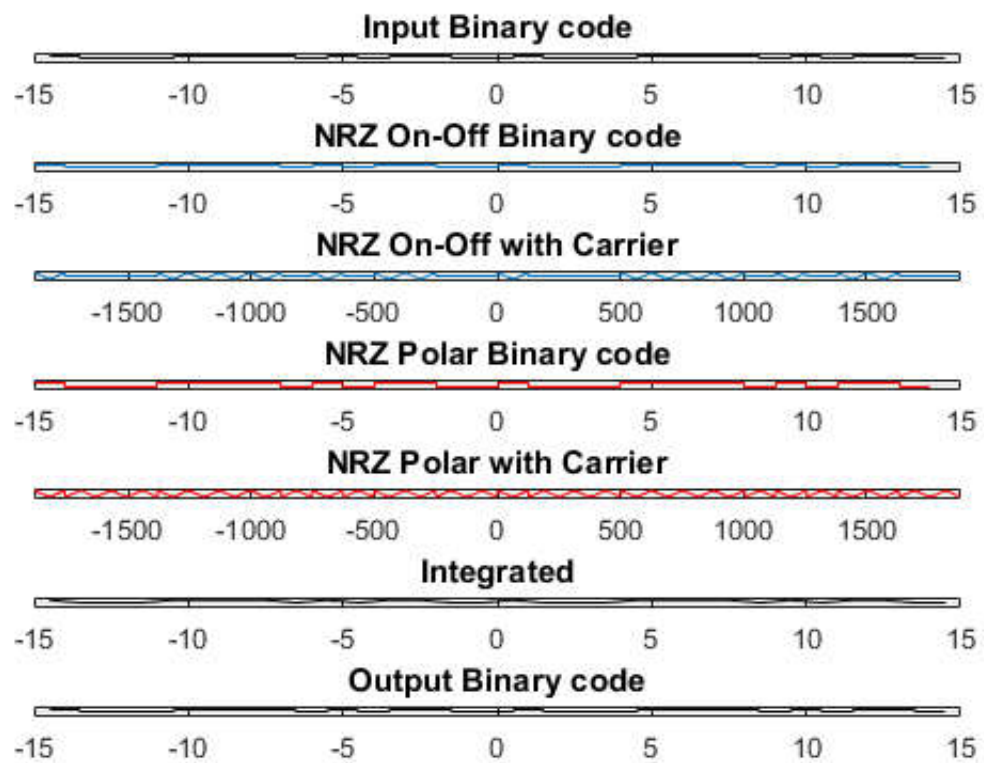
```
1×30 logical array
```

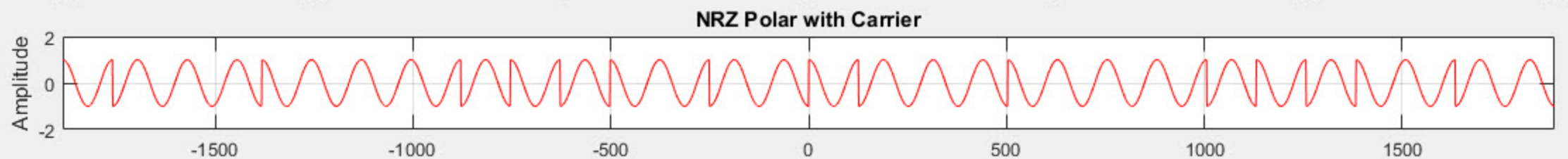
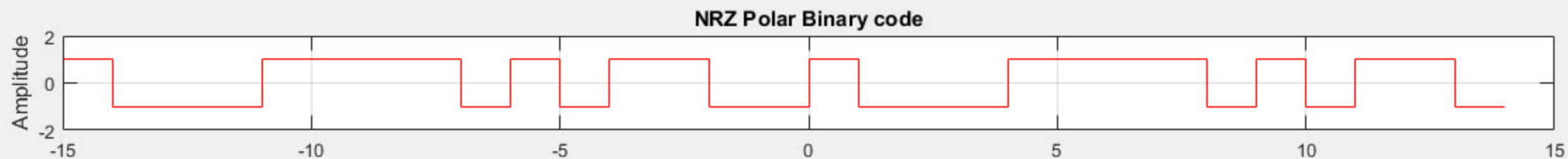
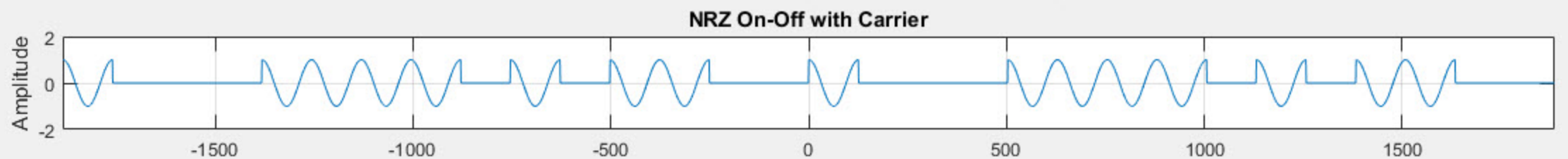
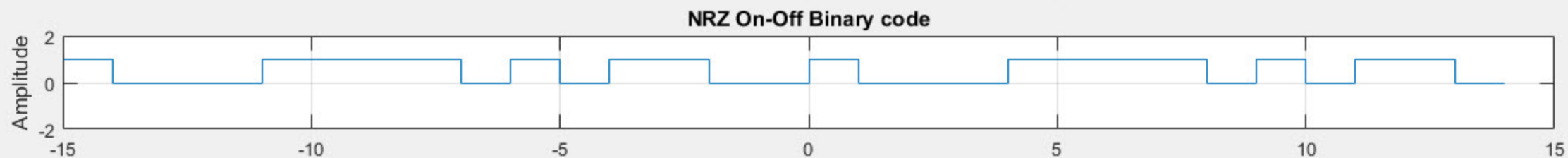
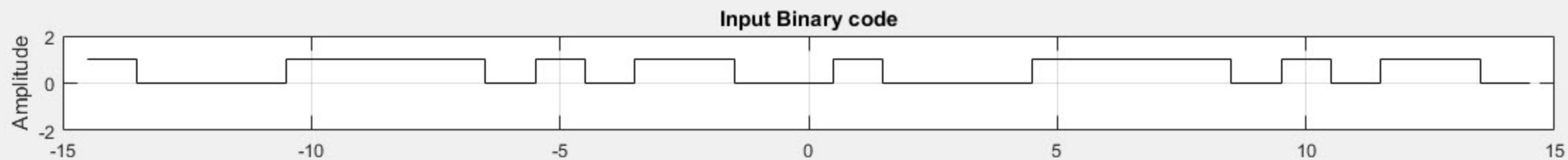
```
Columns 1 through 19
```

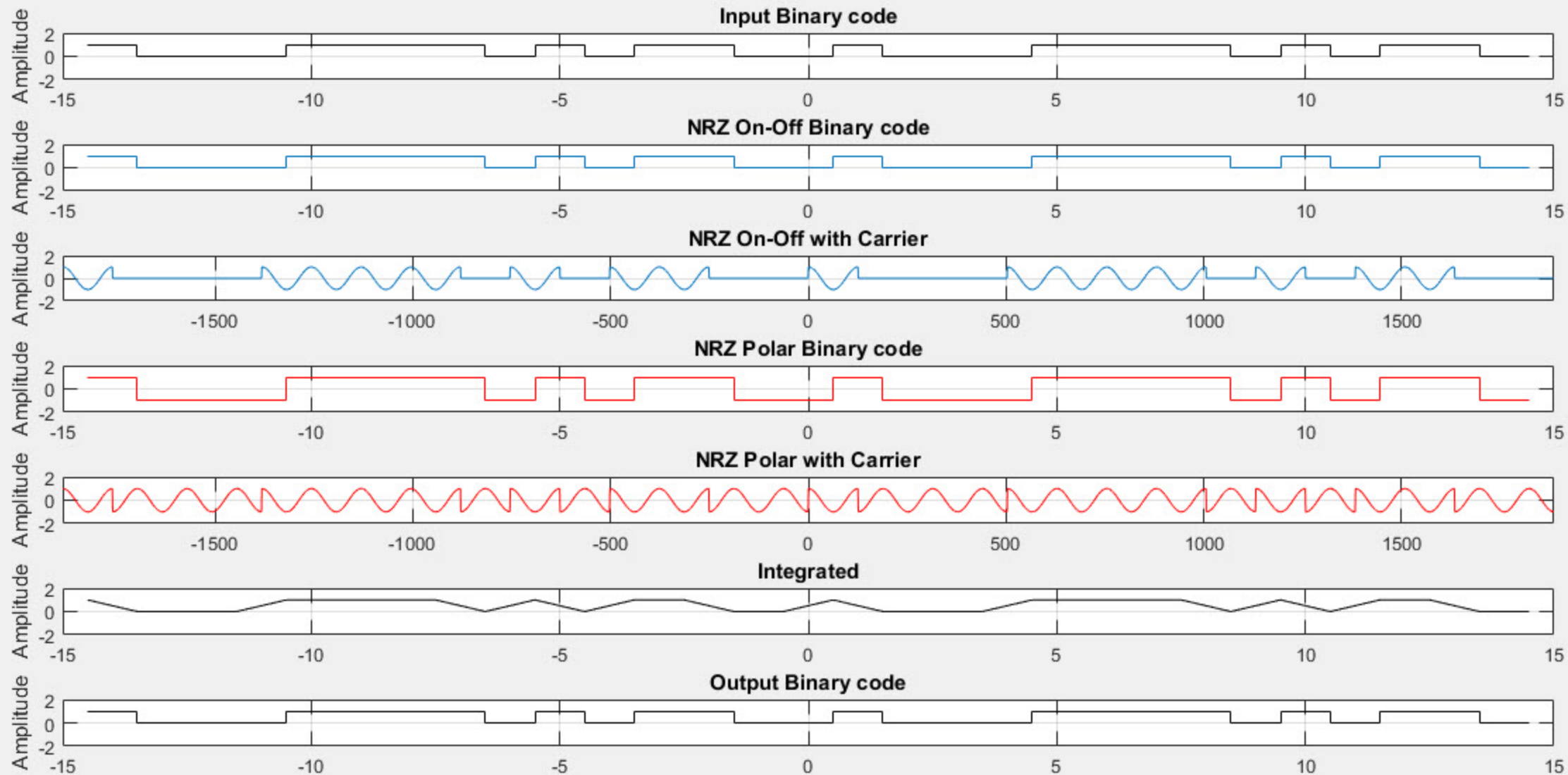
```
1 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0
```

```
Columns 20 through 30
```

```
1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0
```







## ۶-۲-۲- شبیه سازی در محیط PROTEUS

الف- رشته تصادفی حاصل از LFSR با چند جمله ای  $f(x) = 1 + x^3 + x^4$  تبدیل شده به پالس NRZ/On-Off باند پایه را بر روی فرکانس حامل سوار کنید. برای این کار، در صورت وجود بیت ۱ معادل با پالس مثبت، سوئیچ ۴۰۶۶ را فعال کنید که ورودی آن سیگنال کسینوسی فرکانس بالا باشد. به این ترتیب نیازی به ضرب کننده آنالوگ نیست.

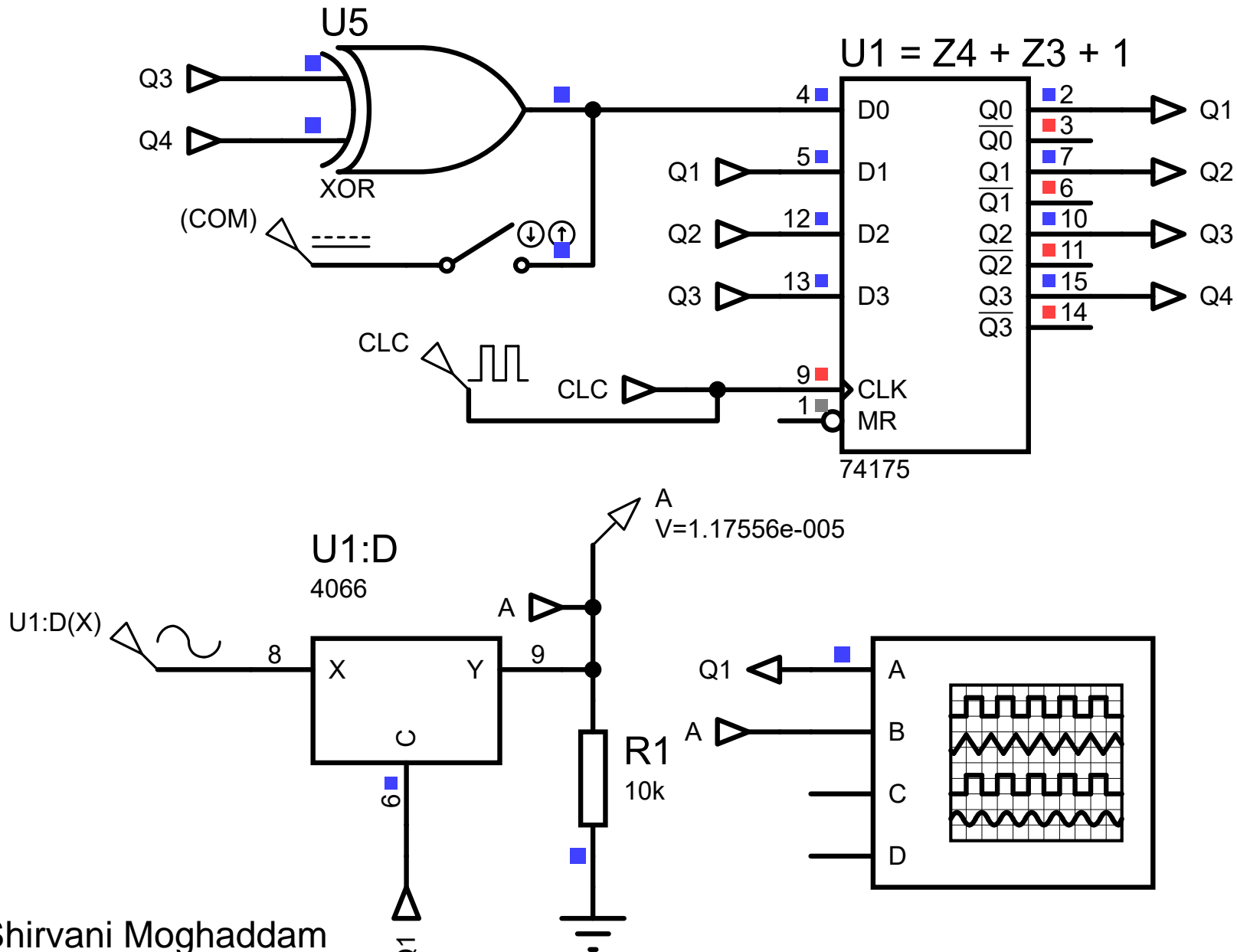
ب- با استفاده از آشکارساز پوش شامل یکسوساز نیم موج (با دیود) یا تمام موج (با پل دیودی) و مدار انتگرال گیر (حاصل از تقویت کننده عملیاتی، مقاومت و خازن) سطح زیر سیگنال را در هر سیگنال ساعت به دست آورید. در حالت کلی دو مقدار  $A.T/4$  (یا  $A.T/2$ ) و صفر حاصل می شود که برای اولی باید خروجی ۱ و برای دومی صفر شود. توجه شود که باید دامنه حاصل را به اندازه ای برسانیم که گیت منطقی را فعال کند. با عبور از گیت AND که یک پایه آن به  $V_{CC}$  وصل است، برای سیگنال مثبت، خروجی ۱ و برای سیگنال ۰، خروجی صفر می شود.

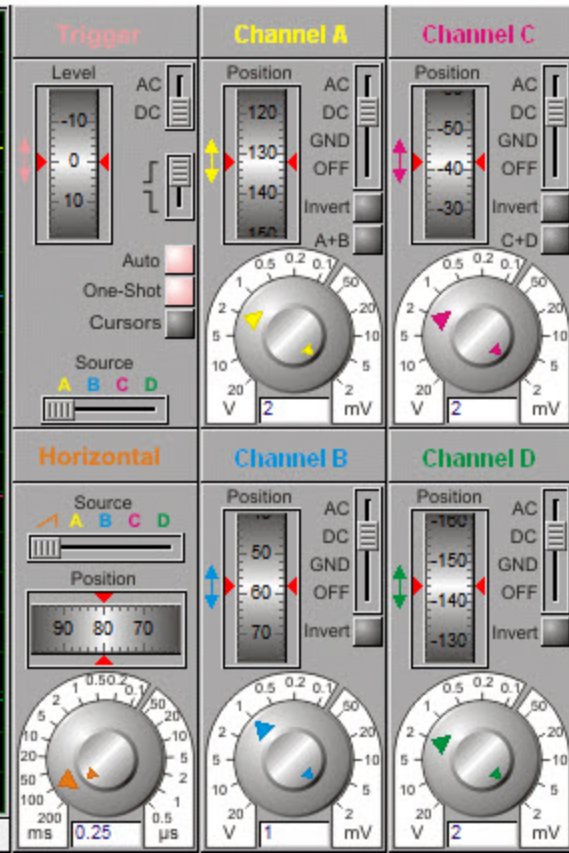
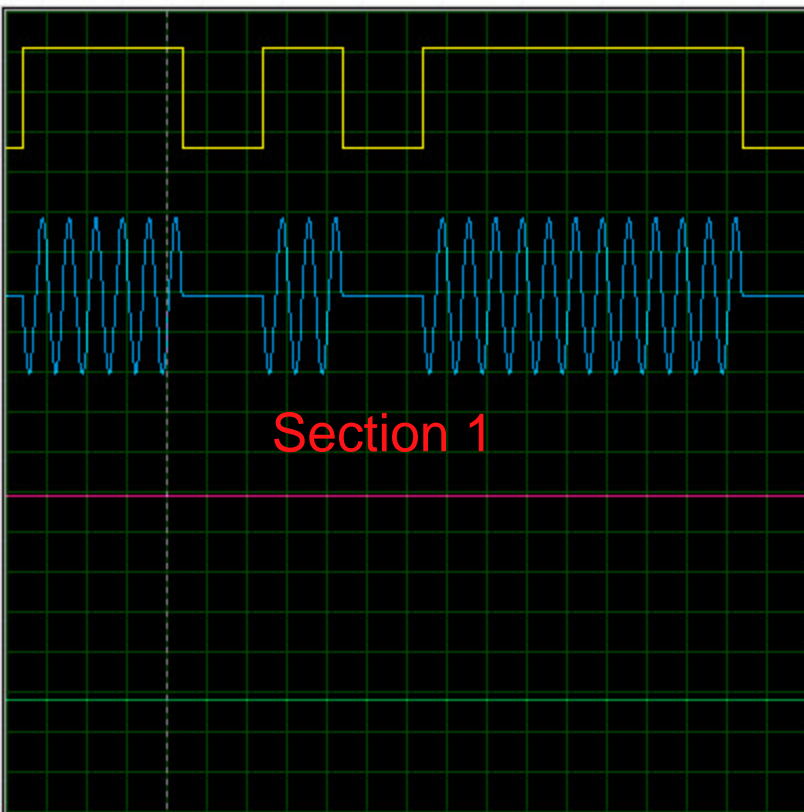
مدار:

نتیجه:

# Section 1

## ASK (OOK) Modulation

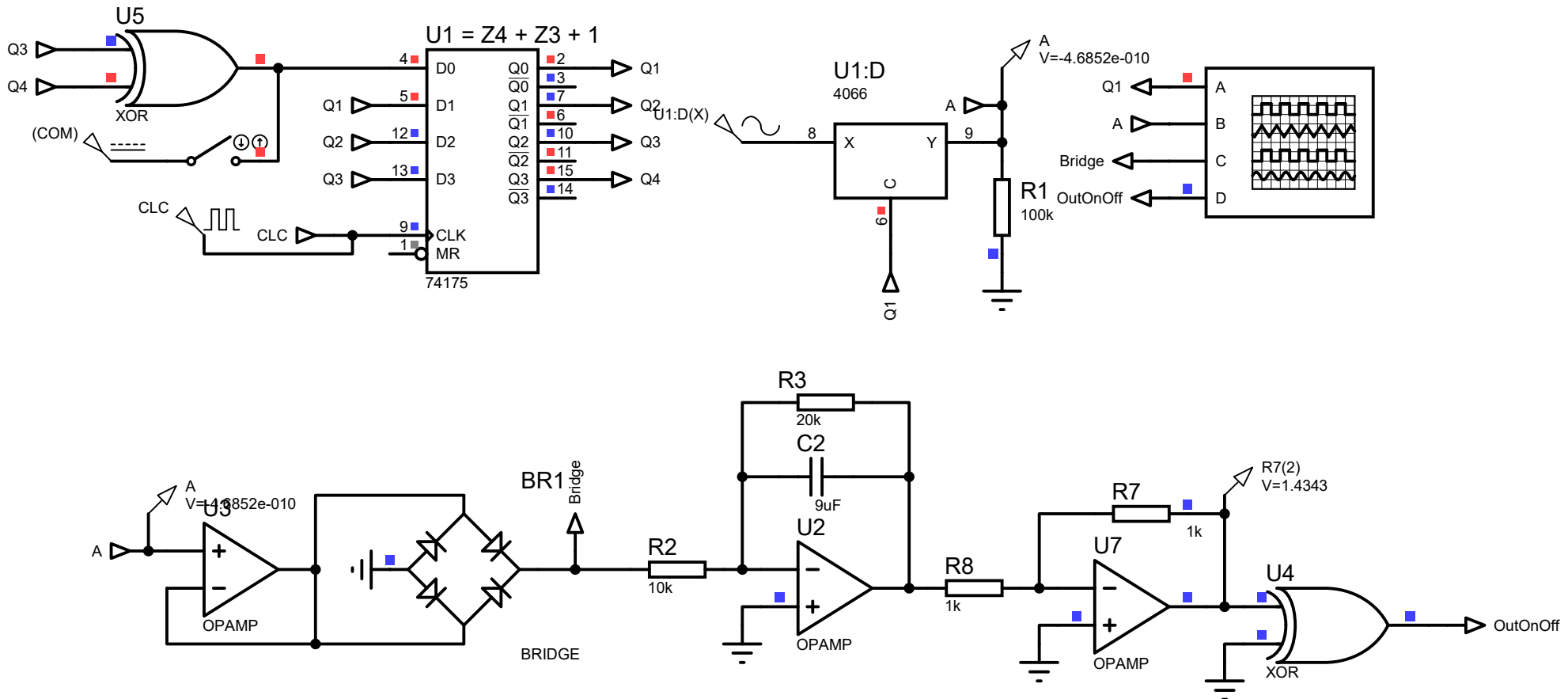






# Section 2

## ASK (OOK) Demodulation



Dr. Shirvani Moghaddam  
 Mohammad Reza Farhadi nia  
 Fall 2020 Digital Comm Lab

## Section 2

