

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده مهندسی برق



Digital Communications Laboratory  
Supervisor: Dr. Shirvani Moghaddam  
Student: Mohammad Reza Farhadi Nia

Experiment 10  
Binary Frequency Shift Keying Modulation

Fall 2020 – Hormozgan Province

*Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran*

سوال 1: در صورتیکه برای تولید سیگنال BFSK از دو سیگنال حامل با اختلاف فرکانسی کمتر از  $1/2T$  استفاده شود چه اتفاقی میافتد؟ شرح دهید.

در صورتی که این اختلاف وجود نداشته باشد باعث پرش و یا جهش فاز خواهیم شد که جهش فاز نیز باعث ایجاد گلبرگ در فضای فرکانسی میشود، و تداخل در دیگر فرکانس ها ایجاد میکند.

سوال 2: به صورت بلوکی، سیستمی برای تولید و آشکارسازی سیگنال 4FSK رسم کنید. برای تحقق ساختار پیشنهادی، برای هر بخش از چه عنصرهایی استفاده میشود؟ شرح دهید.

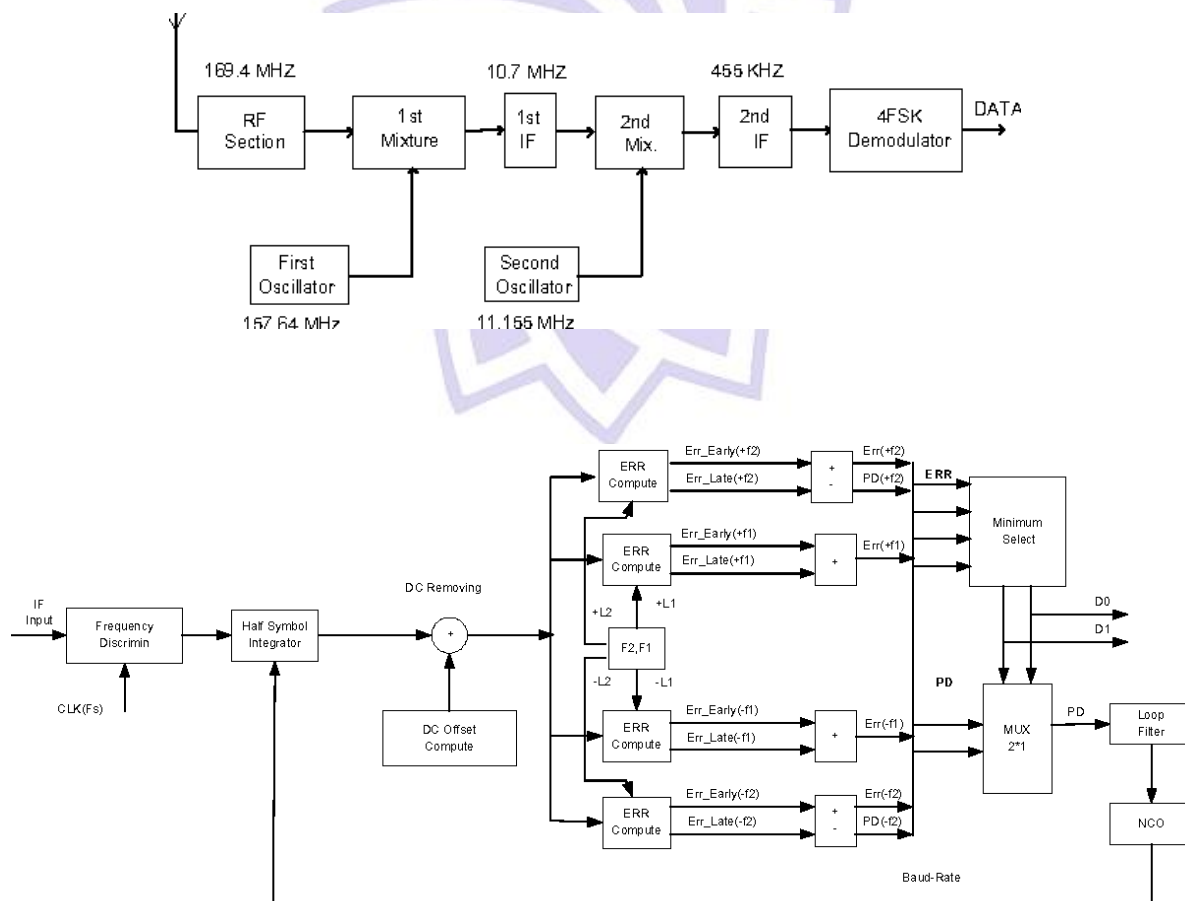
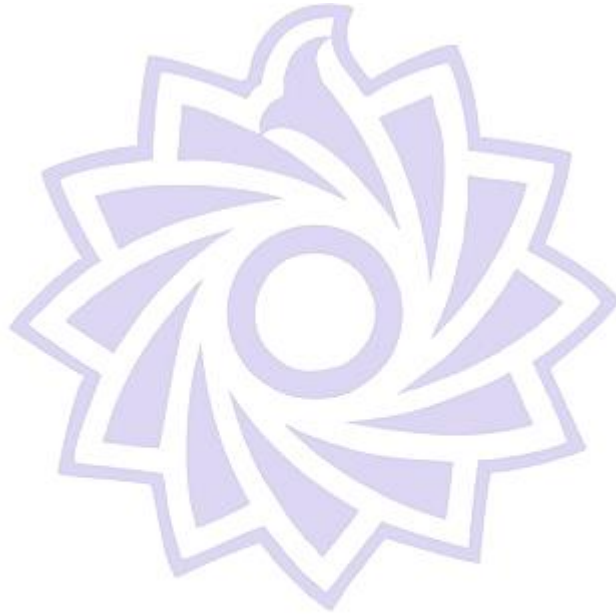


Figure 2: 4FSK Demodulator.

سوال 3: سیگنالهای حامل در مدولاسیون FSK می توانند از یک منبع یا از منبع های مختلف تولید شوند. تفاوت این دو روش چیست و کارایی کدام حالت از نظر پهنای باند اشغال شده و کارایی بالاتر است؟

استفاده از یک منبع تولید کنیم فرستنده همدوست هست و فاز های موج های ارسالی یکسان است اما اگر از دو منبع جدا باشد فرستنده دو فاز متفاوت خواهد بود. اگر ناهمدوست باشد نبایستی فاصله کمتر از  $1/T$  باشد اما برای و پهنای باند حالت همدوست بیشتر است و فاصله تا  $1/2T$  هم قابل قبول است.



Shahid Rajaei Teacher  
Training University

## آزمایش ۱۰: مدولاتور و دمدولاتور با حامل کلیدزنی شیفتر فرکانسی (BFSK)

نام و نام خانوادگی دانشجویان:

۱-۱۰ 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 BFSK با فرکانس های حامل  $f_{c1}$  و  $f_{c2}$  که به مراتب از پهنای باند سیگنال ساعت  $(1/T)$  بزرگتر هستند و اختلاف آن ها مضربی از  $1/2T$  است بسازید. به ازای رقم ۰،  $A_c \cos(2\pi f_{c1}t)$  و به ازای رقم ۱،  $A_c \cos(2\pi f_{c2}t)$  تولید شود.

ب- با ضرب سیگنال BFSK تولیدی در بند الف در دو سیگنال  $A_c \cos(2\pi f_{c1}t)$  و  $A_c \cos(2\pi f_{c2}t)$  و محاسبه اختلاف سطح زیر دو سیگنال حاصله در بازه  $T$ ، در صورتی که مقدار مثبت باشد تصمیم به رقم ۱ و در صورتی که منفی باشد تصمیم به رقم ۰ گرفته شود.

برنامه نرم افزاری:

نتیجه:

## Contents

---

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

```
%-----%
%%----- Lab 10 - Digital Communication -----%%
%----- Supervisor: Dr. Shahriar Shirvani Moghaddam -----%
%----- Code by Mohammad Reza Farhadi Nia --- Date:10 Dec 2020 ---%
%-----%
```

## Section A

---

```
pnSequence1 = comm.PNSequence('Polynomial',[4 3 0], ...
    'SamplesPerFrame',30,'InitialConditions',[0 0 0 1]);
Binary_Random_Input = pnSequence1();
Binary_Input = [Binary_Random_Input(1:15) Binary_Random_Input(16:30)]

frequency_one = 1;
frequency_two = 3;

t = (0:0.05:2*pi*30);

NRZ_Polar = Binary_Random_Input';
BFSK_ = 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 j = 1:length(t)
    if NRZ_Polar(floor(t(j)/(2*pi))+1) == 1
        BFSK_(j) = NRZ_Polar(floor(t(j)/(2*pi))+1)*cos(frequency_one*t(j));
    else
        BFSK_(j) = -NRZ_Polar(floor(t(j)/(2*pi))+1)*cos(frequency_two*t(j));
    end
end

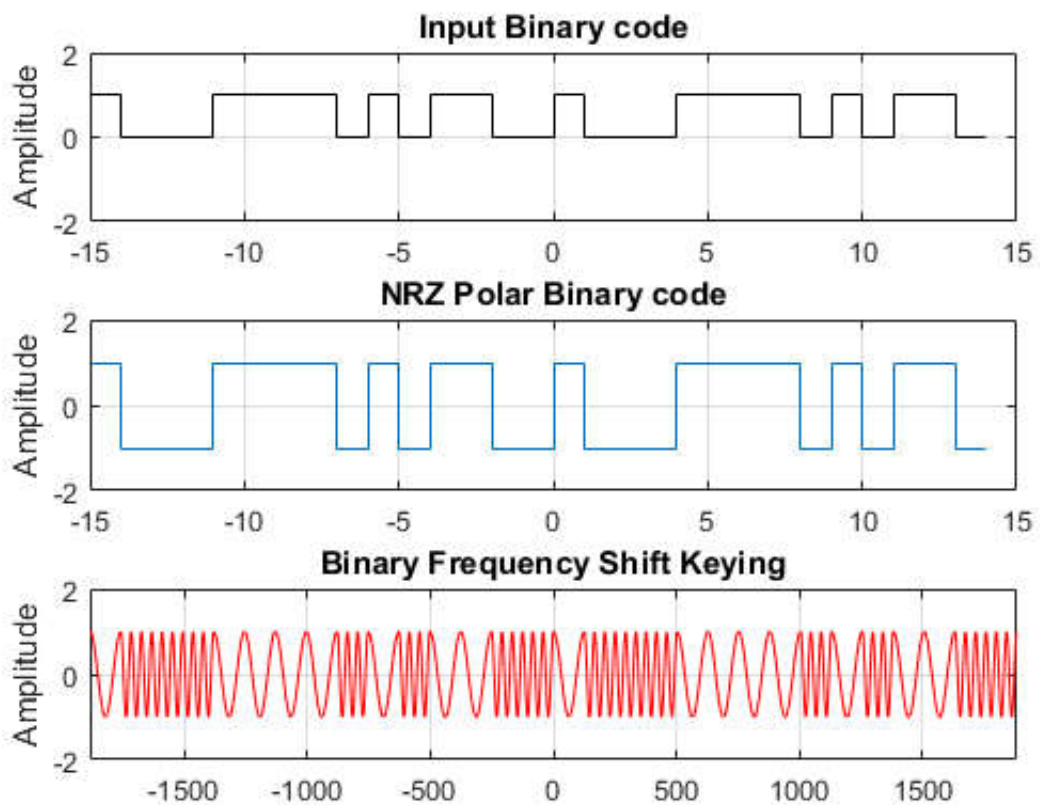
figure

subplot(3,1,1);stairs([-length(Binary_Random_Input)/2:length(Binary_Random_Input)/2-1],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(3,1,2);stairs([-length(NRZ_Polar)/2:length(NRZ_Polar)/2-1],NRZ_Polar)
axis([-length(NRZ_Polar)/2 length(NRZ_Polar)/2 -2 2]);title('NRZ Polar Binary code');grid on; ylabel('Amplitude');
subplot(3,1,3);plot([-length(t)/2+1/2:length(t)/2-1/2],BFSK_,'r')
```

```
axis([-length(t)/2 length(t)/2 -2 2]);title('Binary Frequency Shift Keying');grid on; ylabel('Amplitude');
```

Binary\_Input =

```
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

```
BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_One = 0*NRZ_Polar;
BPSK_Multiplied_Frequency_One = 0*BFSK_;
BPSK_Multiplied_Frequency_Two = 0*BFSK_;
```

```

for k = 1:length(t)
    BPSK_Multiplied_Frequency_One(k) = BFSK_(k) .* cos(frequency_one*t(k));
    BPSK_Multiplied_Frequency_Two(k) = BFSK_(k) .* cos(frequency_two*t(k));
end

offset = 0;
for m = 1:length(NRZ_Polar)
    BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_One(m) = sum(BPSK_Multiplied_Frequency_One((m-1)*
125+1:m*125))/(125);
    BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_Two(m) = sum(BPSK_Multiplied_Frequency_Two((m-1)*
125+1:m*125))/(125);
end

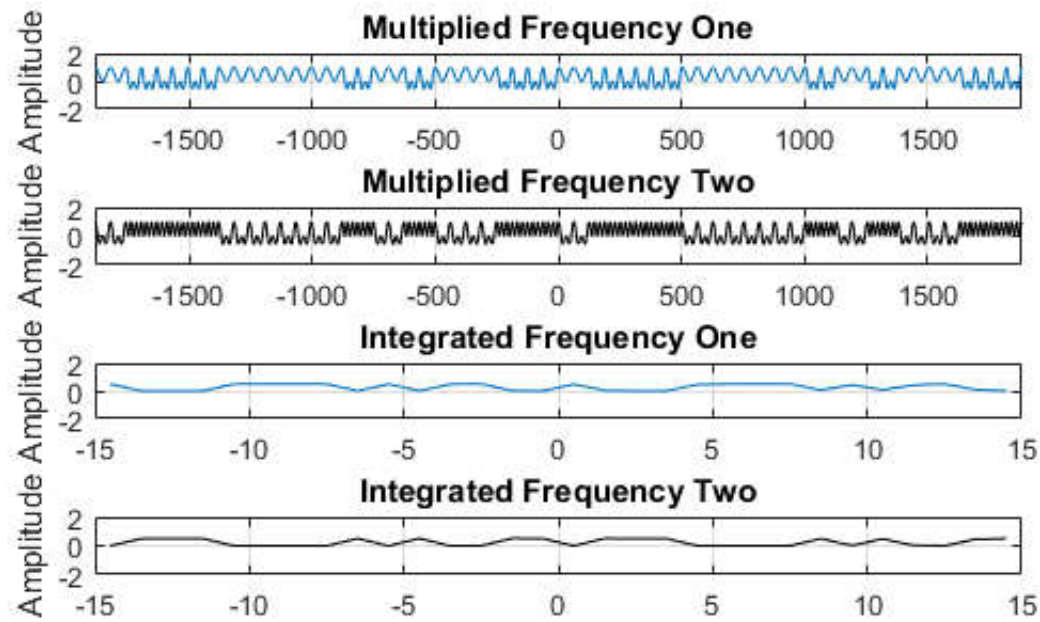
figure
subplot(5,1,1);plot([-length(BPSK_Multiplied_Frequency_One)/2+1/2:length(BPSK_Multiplied_Freq
uency_One)/2-1/2],BPSK_Multiplied_Frequency_One)
axis([-length(BPSK_Multiplied_Frequency_One)/2 length(BPSK_Multiplied_Frequency_One)/2 -2 2])
;title('Multiplied Frequency One');grid on; ylabel('Amplitude');
subplot(5,1,2);plot([-length(BPSK_Multiplied_Frequency_Two)/2+1/2:length(BPSK_Multiplied_Freq
uency_Two)/2-1/2],BPSK_Multiplied_Frequency_Two,'k')
axis([-length(BPSK_Multiplied_Frequency_Two)/2 length(BPSK_Multiplied_Frequency_Two)/2 -2 2])
;title('Multiplied Frequency Two');grid on; ylabel('Amplitude');

subplot(5,1,3);plot([-length(BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_One)/2+1/2:length(BPSK_Mult
iplied_Integrated_Frequency_One)/2-1/2],BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_One)
axis([-length(BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_One)/2 length(BPSK_Multiplied_Integrated_F
requency_One)/2 -2 2]);title('Integrated Frequency One');grid on; ylabel('Amplitude');
subplot(5,1,4);plot([-length(BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_Two)/2+1/2:length(BPSK_Mult
iplied_Integrated_Frequency_Two)/2-1/2],BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_Two,'k')
axis([-length(BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_Two)/2 length(BPSK_Multiplied_Integrated_F
requency_Two)/2 -2 2]);title('Integrated Frequency Two');grid on; ylabel('Amplitude');

BFSK_demodulation = Comparator(BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_Two,...
    BPSK_Multiplied_Integrated_Frequency_One);
Binary_Output = reshape(BFSK_demodulation,[],2)

subplot(5,1,5);stairs([-length(BFSK_demodulation)/2:length(BFSK_demodulation)/2-1],BFSK_demod
ulation,'r')
axis([-length(BFSK_demodulation)/2 length(BFSK_demodulation)/2 -2 2]);title('Output Binary co
de');grid on; ylabel('Amplitude');

```



## Function

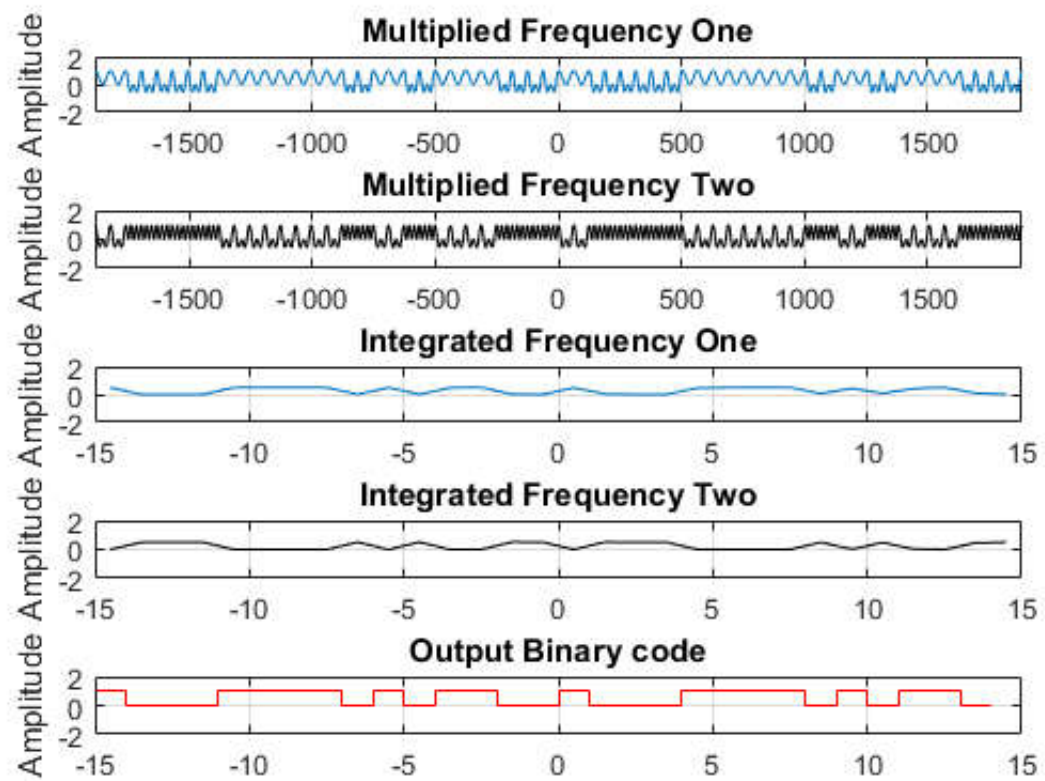
```
function Output = Comparator(Offset, input)
    Output = (input>Offset); % you can change equal to strictly
end
```

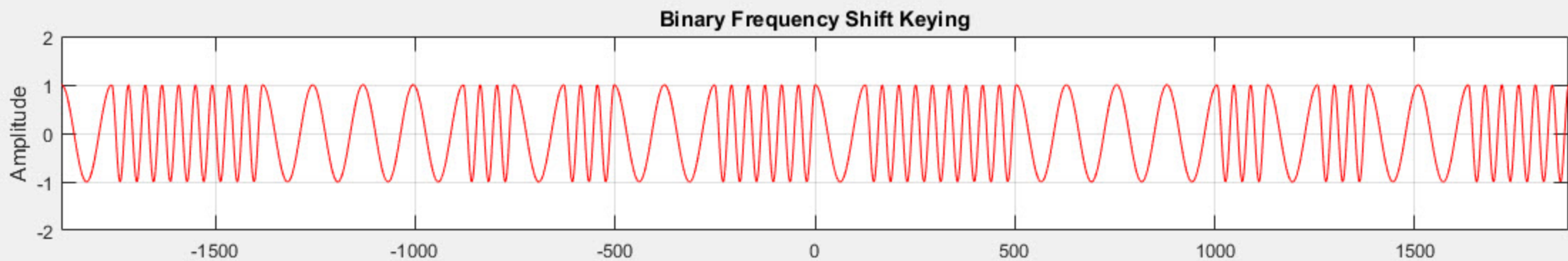
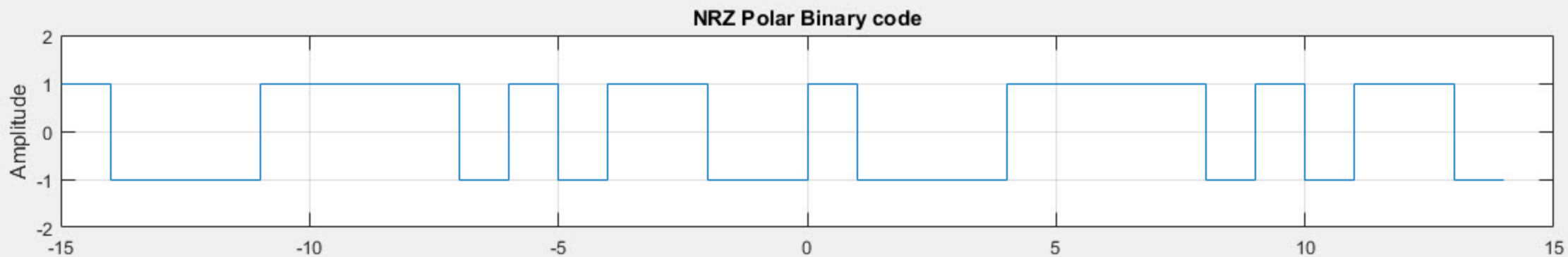
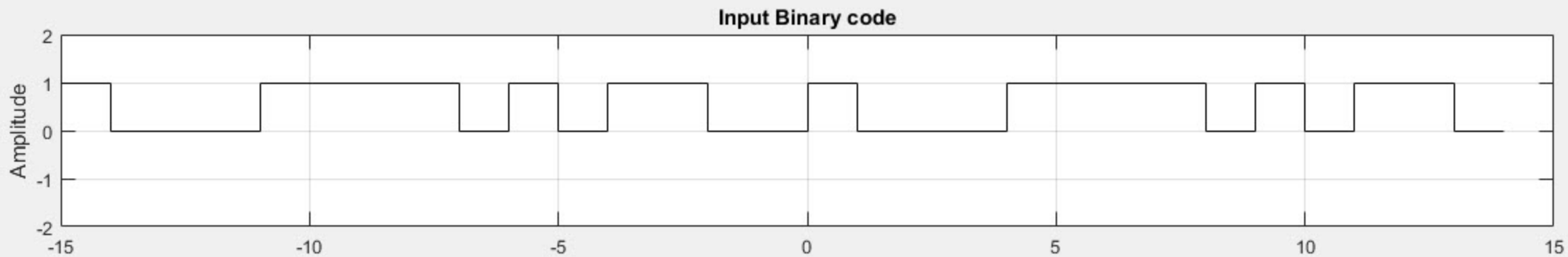
Binary\_Output =

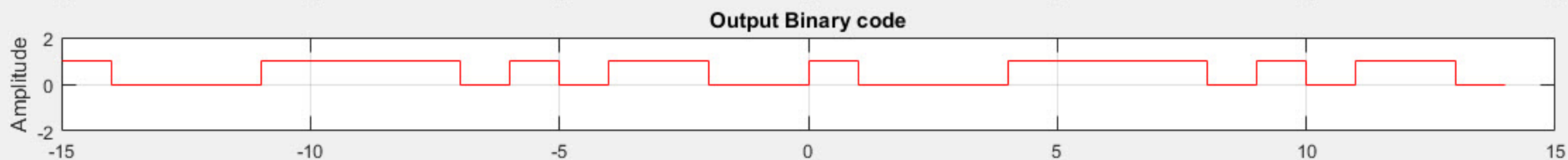
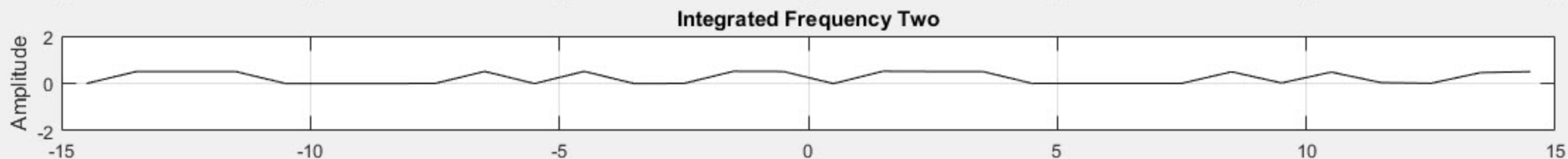
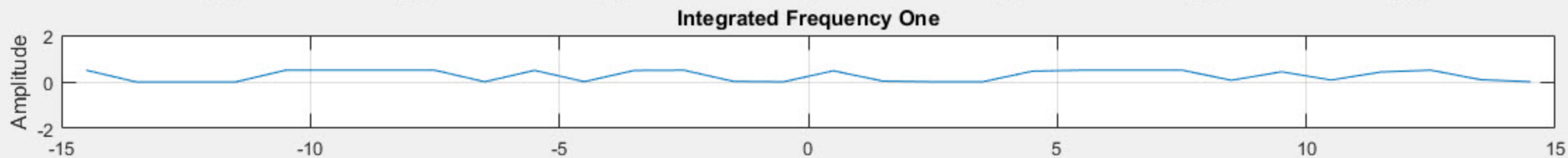
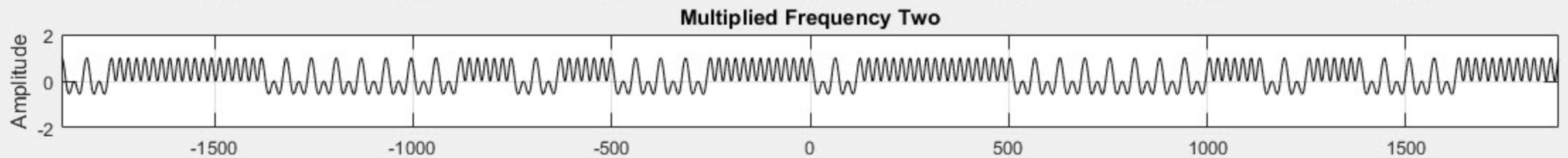
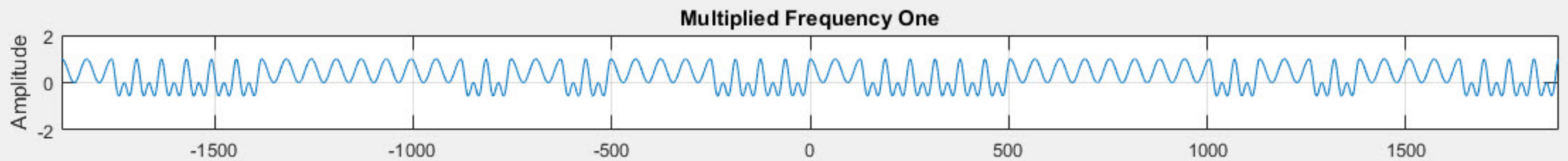
15×2 logical array

```
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
```









## ۲-۱۰- شبیه سازی در محیط PROTEUS

الف- رشته تصادفی حاصل از LFSR با چندجمله‌ای  $f(x) = 1 + x^3 + x^4$  را به سیگنال BFSK با فرکانس‌های حامل  $f_{c1}$  و  $f_{c2}$  که به مراتب از پهنای باند سیگنال ساعت  $(1/T)$  بزرگتر هستند و اختلاف آن‌ها مضربی از  $1/2T$  است، تبدیل کنید. به ازای رقم ۰،  $A_c \cos(2\pi f_{c1}.t)$  و به ازای رقم ۱،  $A_c \cos(2\pi f_{c2}.t)$  تولید شود.

راهنمایی: می‌توانید از دو سوئیچ ۴۰۶۶ استفاده کنید که ورودی یکی از آن‌ها سیگنال  $A_c \cos(2\pi f_{c1}.t)$  و ورودی دیگری  $A_c \cos(2\pi f_{c2}.t)$  است که یکی از آن‌ها با آمدن رقم ۱ و دیگری با آمدن رقم ۰ فعال می‌شود. سپس خروجی دو سوئیچ را با هم به صورت آنالوگ جمع نمایید.

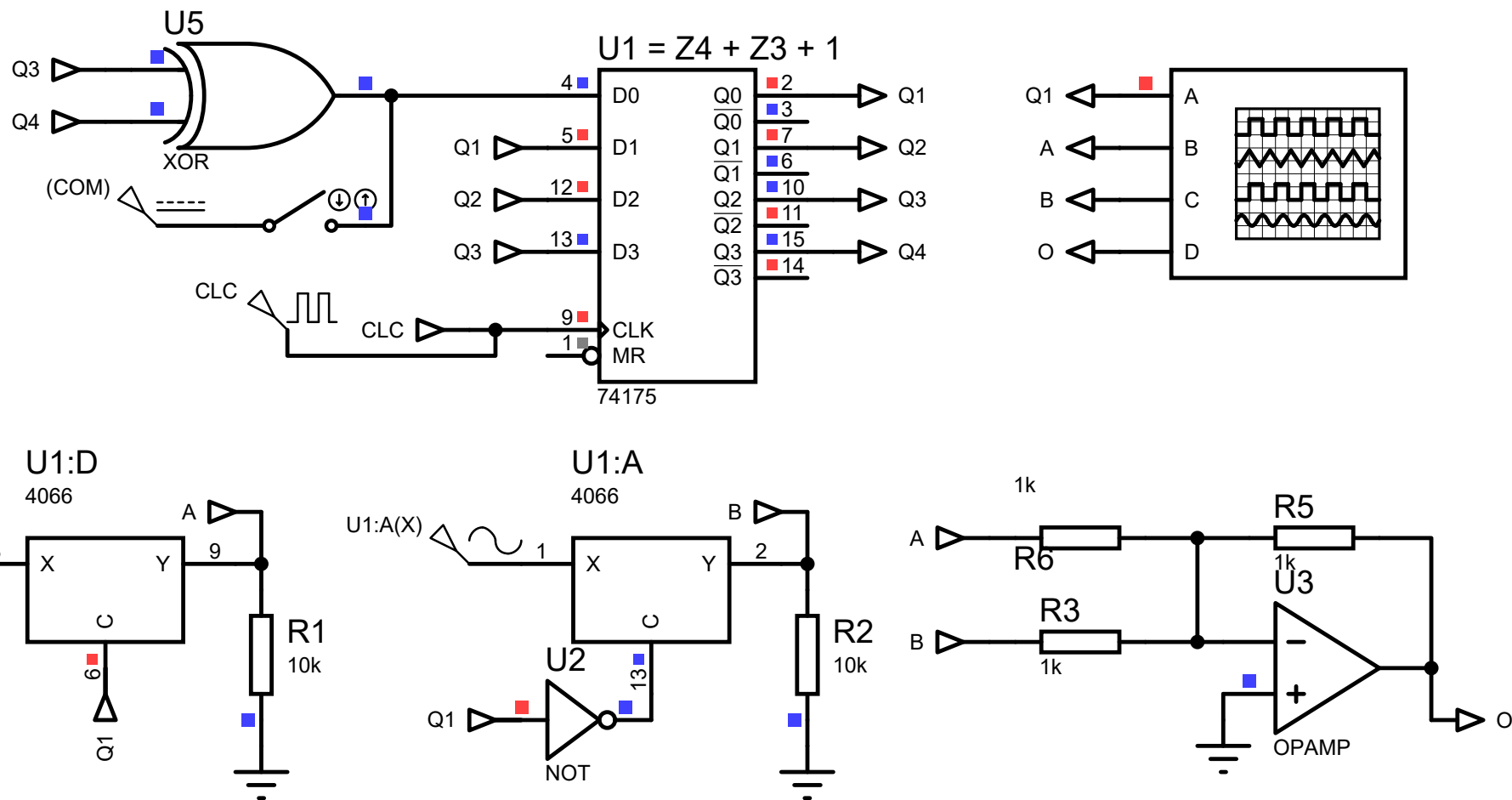
ب- در هر سیگنال ساعت، ابتدا سیگنال دریافتی را به دو سوئیچ ۱ و ۲ اعمال کنید که به پایه clock یکی سیگنال  $A_c \cos(2\pi f_{c1}.t)$  و به پایه clock دومی سیگنال  $A_c \cos(2\pi f_{c2}.t)$  اعمال شده باشد. پس از عبور خروجی‌های سوئیچ‌ها از دو انتگرال گیر، خروجی‌های حاصله از هم کم شوند و در یک مقایسه گر با سیگنال مرجع صفر، تصمیم‌گیری صورت پذیرد و رشته باینری آشکار شود.

مدار:

نتیجه:

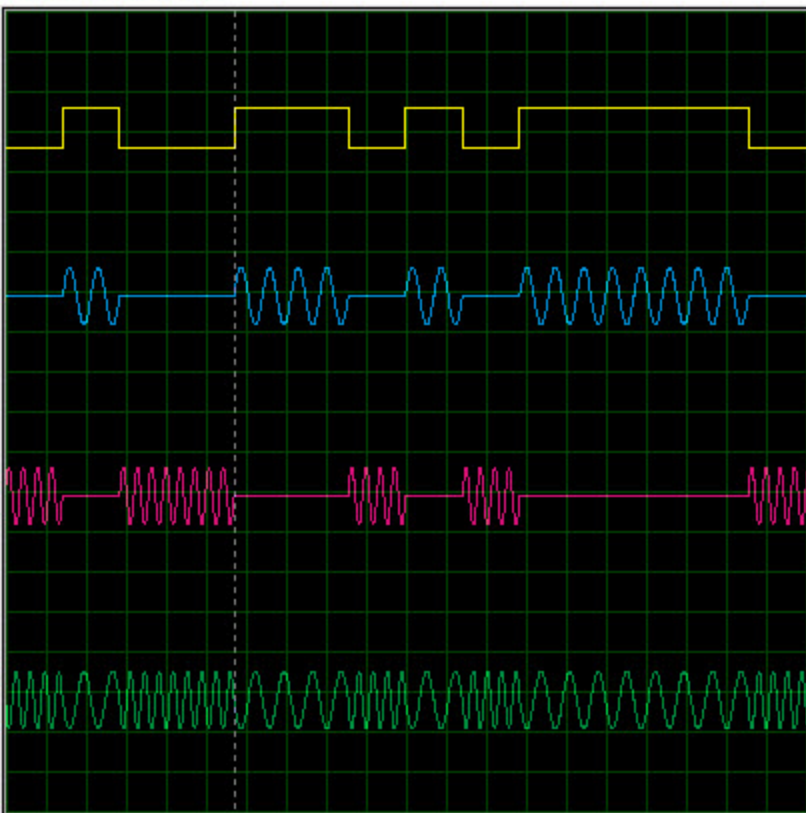
# Section 1

## Binary Frequency Shift Keying Modulation



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

# Digital Oscilloscope



### Trigger

Level: -10, 0, 10

AC DC

Auto One-Shot Cursors

Source: A B C D

### Channel A

Position: 120, 130, 140, 150

AC DC GND OFF Invert

A+B

5 V 5 mV

### Channel C

Position: -50, -40, -30

AC DC GND OFF Invert

C+D

5 V 5 mV

### Horizontal

Source: A B C D

Position: 30, 120, 110, 100

200 ms 0.35 μs

### Channel B

Position: 50, 60, 70

AC DC GND OFF Invert

5 V 5 mV

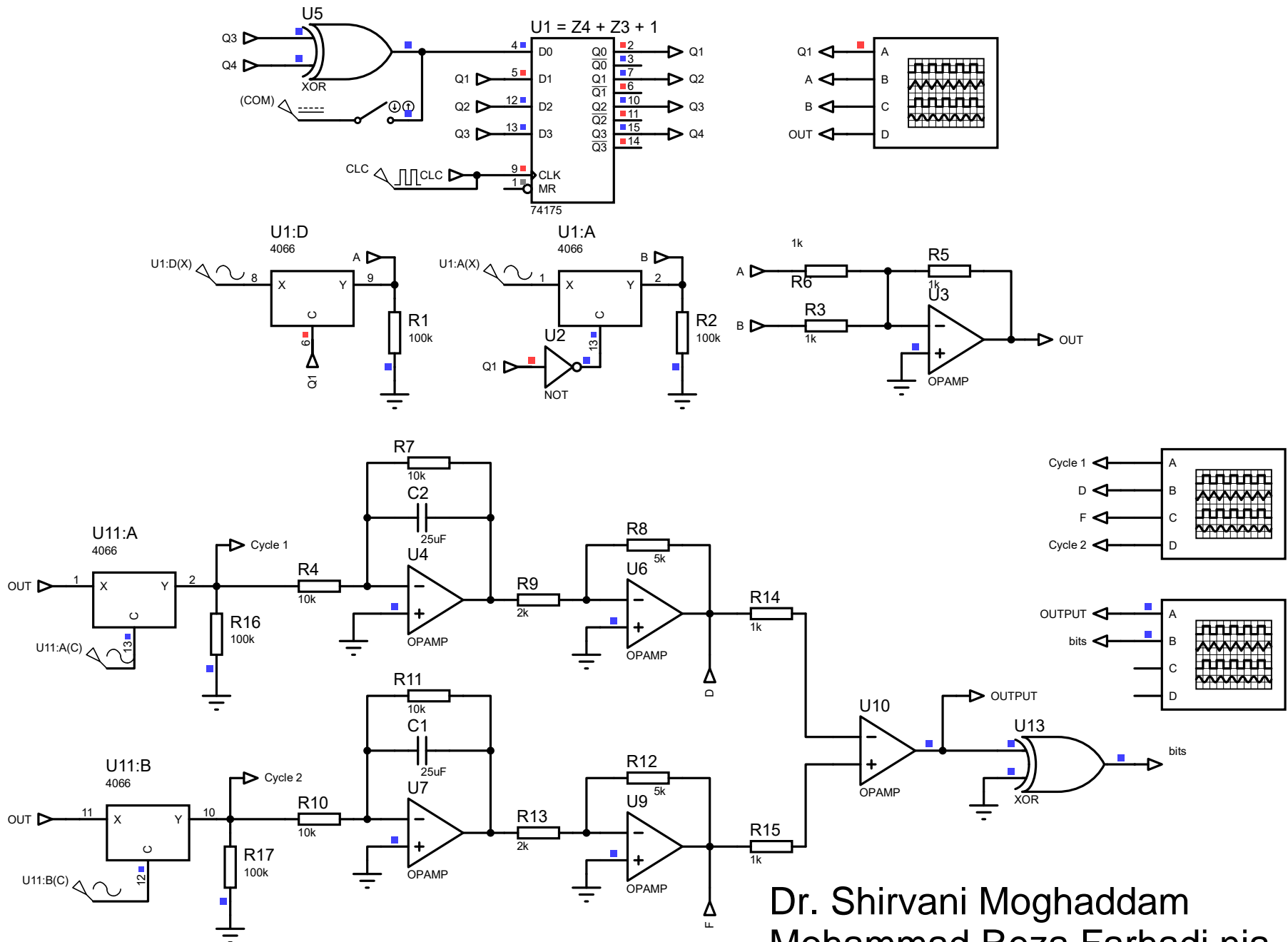
### Channel D

Position: -150, -140, -130

AC DC GND OFF Invert

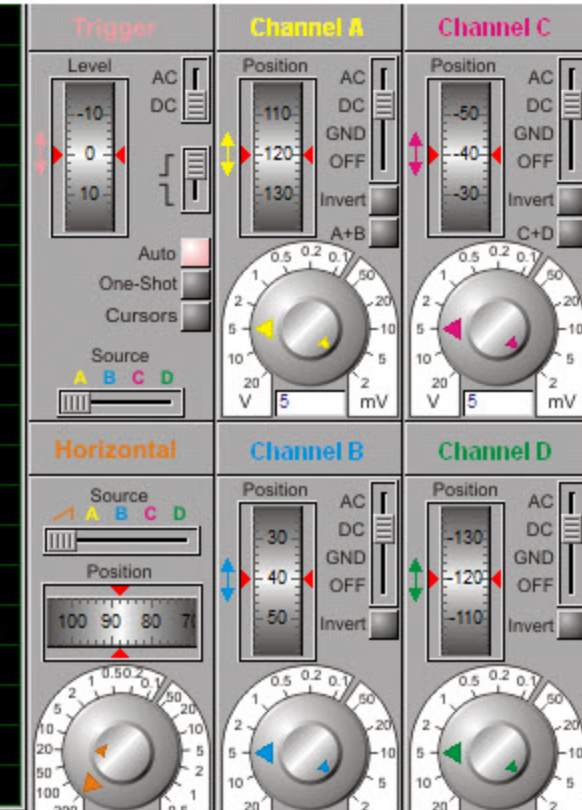
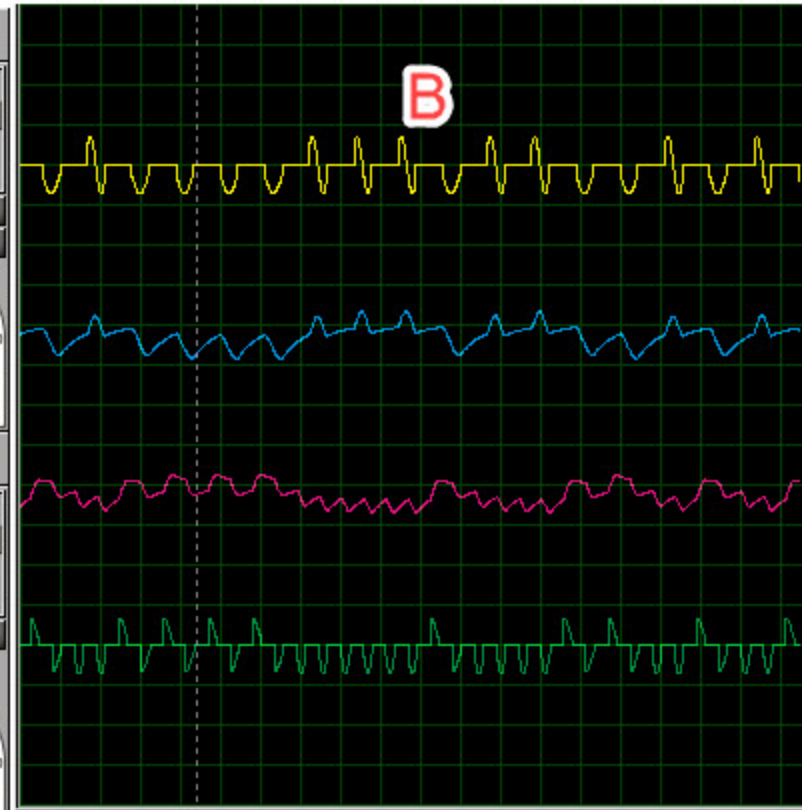
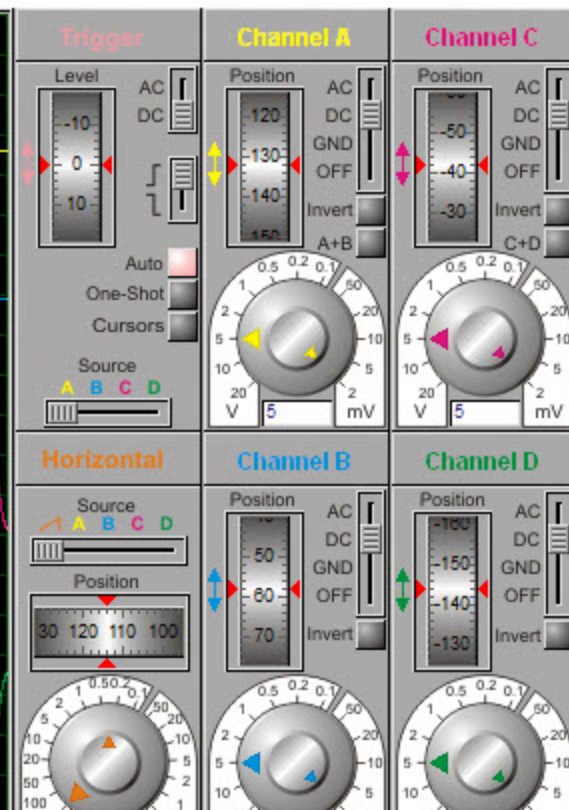
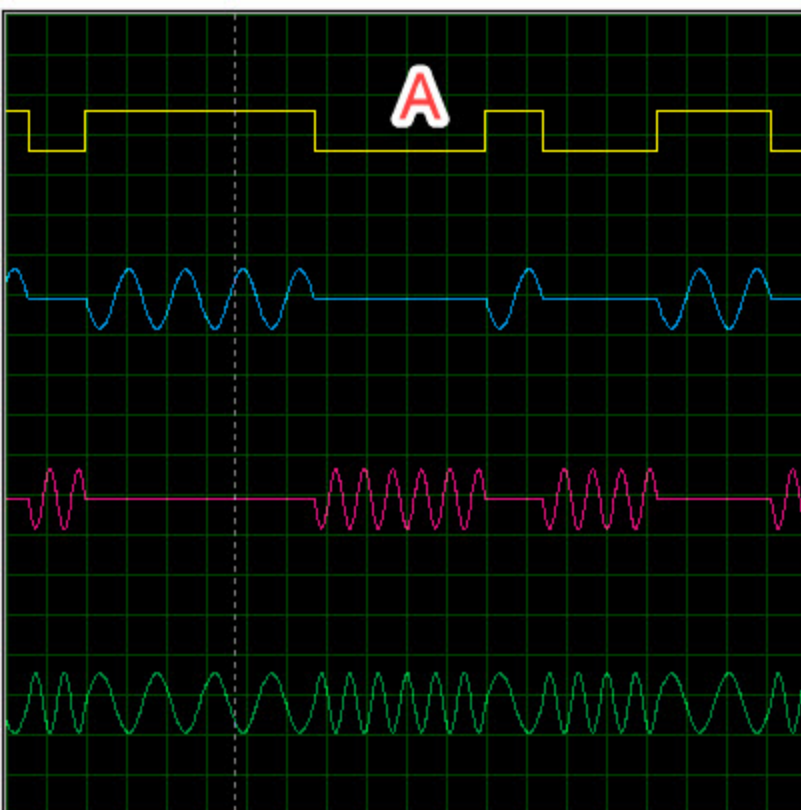
5 V 5 mV

## Section 2

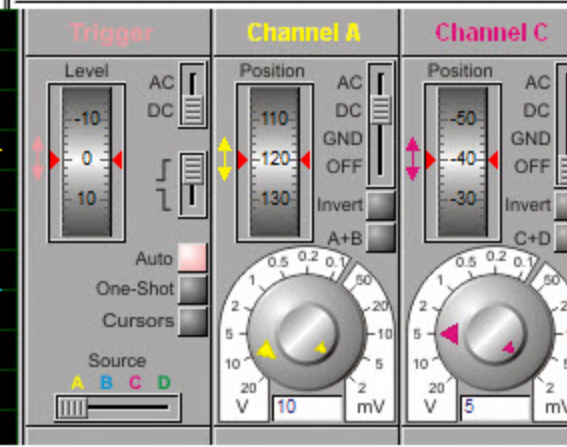
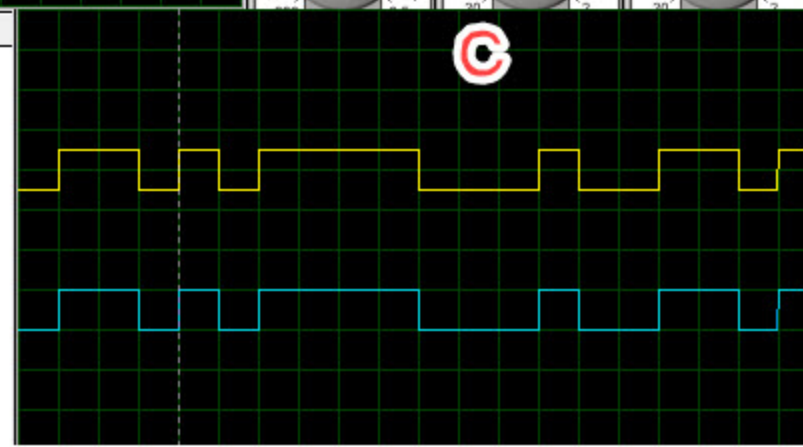


Dr. Shirvani Moghaddam  
Mohammad Reza Farhadi nia  
Fall 2020 Digital Comm Lab -Tehran





<



Dr. Shirvani Moghaddam  
 Mohammad Reza Farhadi nia  
 Fall 2020 Digital Comm Lab  
 -Tehran 1399