

S2 6201011631188 โสภณ สุขสมบูรณ์

3 กุมภาพันธ์ 2565

ปฏิบัติการที่ 2 Floating-Point to Fixed-Point

2.1) Matlab code (ในส่วนของรูปภาพ)

```

1      %กำหนดตัวแปร
2 -    f1=11e3;
3 -    f2=88e3;
4 -    fs=f2*4;
5 -    n=0:200;
6 -    t=n*(1/fs);
7 -    l=length(t);
8 -    N=2.^nextpow2(l);
9 -    f=fs*(0:(N/2))/N;
10
11     % Let x1 is 1st signal in time domain %non-fix
12 -    x1=1*sin(2*pi*f1*t);
13 -    x1dft=fft(x1,N);
14 -    x1_Freq=abs(x1dft/N).^2; %x1_Freq is signal in freq domian
15
16     %Let x2 is 2st signal in time domain
17 -    x2=2*cos(2*pi*f2*t);
18 -    x2dft=fft(x2,N);
19 -    x2_Freq=abs(x2dft/N).^2;
20
21     %Let y=x1+x2; %non-fix
22 -    y=x1+x2;
23
24     % let z is output of y in highpass filter
25 -    z=highpass(y,50e3,fs); %fc = 50e3
26
27     %num2fixpt for change float2fix %fix8bis
28 -    y_fix=num2fixpt(y,sfix(8),2^-5);
29 -    ydft=fft(y_fix,N);

```

```

30 - y_Freq=abs(ydft/N).^2;
31
32 %C of FIR Highpass-filter
33 - Coe_filter=[0.004960022027719, 0.005577211783262, -0.01899219729718, -0.1066292338452,...
34 -0.2272326527617, 0.7195743880616, -0.2272326527617, -0.1066292338452,...
35 -0.01899219729718, 0.005577211783262, 0.004960022027719];
36 - hpf2fix=num2fixpt(Coe_filter,sfix(8),2^-7);
37
38 %Output of y conv hpf
39 - z=conv(y_fix,hpf2fix);
40 - z2fix=num2fixpt(z,sfix(12),2^-5);
41 - z_dft=fft(z2fix,N);
42 - z_Freq=abs(z_dft/N).^2;
43
44 %plot
45 - figure(1);subplot(121);plot(t,x1);title('x1 in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
46 - figure(1);subplot(122);plot(f,x1_Freq(1:N/2+1));title('x1 in Frequency Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
47
48 - figure(2);subplot(121);plot(t,x2);title('x2 in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
49 - figure(2);subplot(122);plot(f,x2_Freq(1:N/2+1));title('x2 in Frequency Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
50
51 - figure(3);subplot(121);plot(t,y_fix);title('y in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
52 - figure(3);subplot(122);plot(f,y_Freq(1:N/2+1));title('y in Frequency Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
53
54 - figure(4);subplot(121);plot(t,z2fix(1:length(t)));title('z in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
55 - figure(4);subplot(122);plot(f,z_Freq(1:N/2+1));title('z in Frequency Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')

```

2.1 Matlab (แก้ไขได้)

%กำหนดตัวแปร

```
f1=11e3;
f2=88e3;
fs=f2*4;
n=0:200;
t=n*(1/fs);
l=length(t);
N=2.^nextpow2(l);
f=fs*(0:(N/2))/N;
```

%Let x1 is 1st signal in time domain %non-fix

```
x1=1*sin(2*pi*f1*t);
x1dft=fft(x1,N);
x1_Freq=abs(x1dft/N).^2; %x1_Freq is signal in freq domian
```

%Let x2 is 2st signal in time domain

```
x2=2*cos(2*pi*f2*t);
x2dft=fft(x2,N);
x2_Freq=abs(x2dft/N).^2;
```

%Let y=x1+x2; %non-fix

```
y=x1+x2;
```

%let z is output of y in highpass filter

```
z=highpass(y,50e3,fs); %fc =50e3
%num2fixpt for change float2fix %fix8bis
y_fix=num2fixpt(y,sfix(8),2^-5);
ydft=fft(y_fix,N);
y_Freq=abs(ydft/N).^2;
```

```
%C of FIR Highpass-filter
```

```
Coe_filter=[0.004960022027719, 0.005577211783262, -0.01899219729718, -0.1066292338452,...
-0.2272326527617, 0.7195743880616, -0.2272326527617, -0.1066292338452,...
-0.01899219729718, 0.005577211783262, 0.004960022027719];
hpf2fix=num2fixpt(Coe_filter,sfix(8),2^-7);
```

```
%Output of y conv hpf
```

```
z=conv(y_fix,hpf2fix);
z2fix=num2fixpt(z,sfix(12),2^-5);
z_dft=fft(z2fix,N);
z_Freq=abs(z_dft/N).^2;
```

```
%plot
```

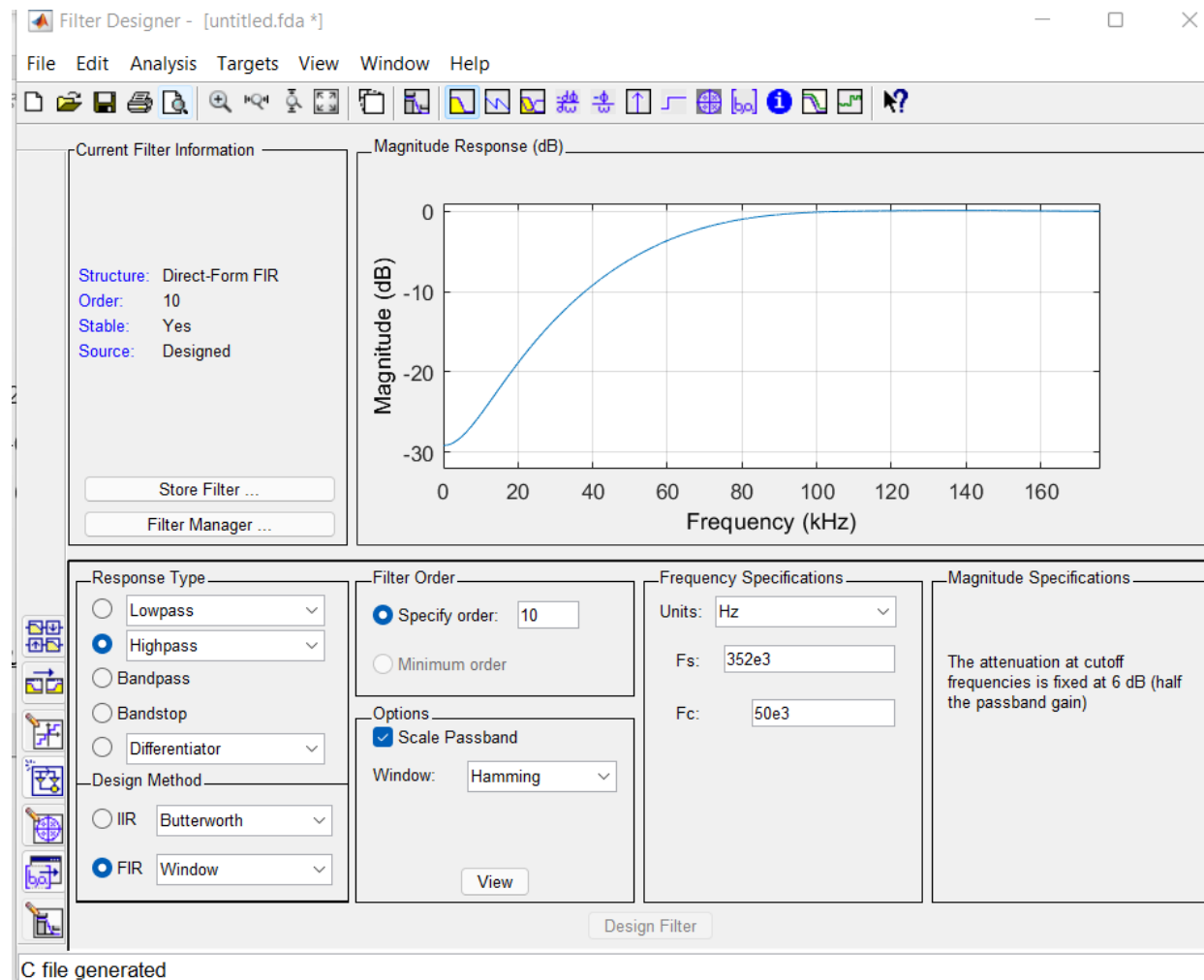
```
figure(1);subplot(121);plot(t,x1);title('x1 in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
figure(1);subplot(122);plot(f,x1_Freq(1:N/2+1));title('x1 in Frequency
Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
```

```
figure(2);subplot(121);plot(t,x2);title('x2 in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
figure(2);subplot(122);plot(f,x2_Freq(1:N/2+1));title('x2 in Frequency
Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
```

```
figure(3);subplot(121);plot(t,y_fix);title('y in Time Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
figure(3);subplot(122);plot(f,y_Freq(1:N/2+1));title('y in Frequency
Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
```

```
figure(4);subplot(121);plot(t,z2fix(1:length(t)));title('z in Time
Domain');xlabel('time');ylabel('Amplitude')
figure(4);subplot(122);plot(f,z_Freq(1:N/2+1));title('z in Frequency
Domain');xlabel('Frequency');ylabel('Amplitude')
```

2.2 การสร้าง FIR Filter ชนิด Highpass



ค่า Coefficient ของ filter คือ

= [0.004960022027719, 0.005577211783262, -0.01899219729718, -0.1066292338452,
-0.2272326527617, 0.7195743880616, -0.2272326527617, -0.1066292338452,
-0.01899219729718, 0.005577211783262, 0.004960022027719];

การแสดงผล

Figure1: x_1 in time domain and frequency domain

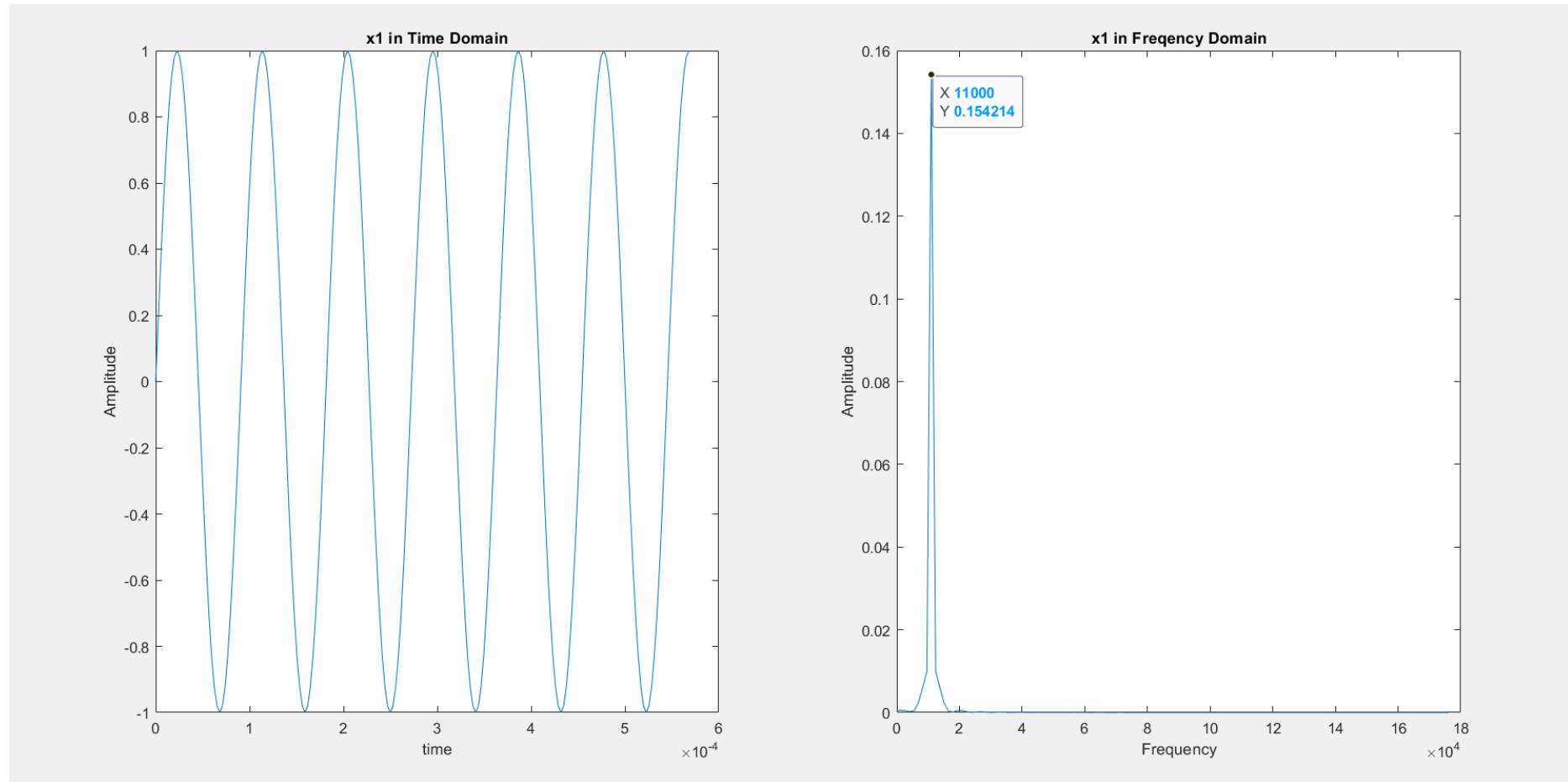


Figure2: x_2 in time domain and frequency domain

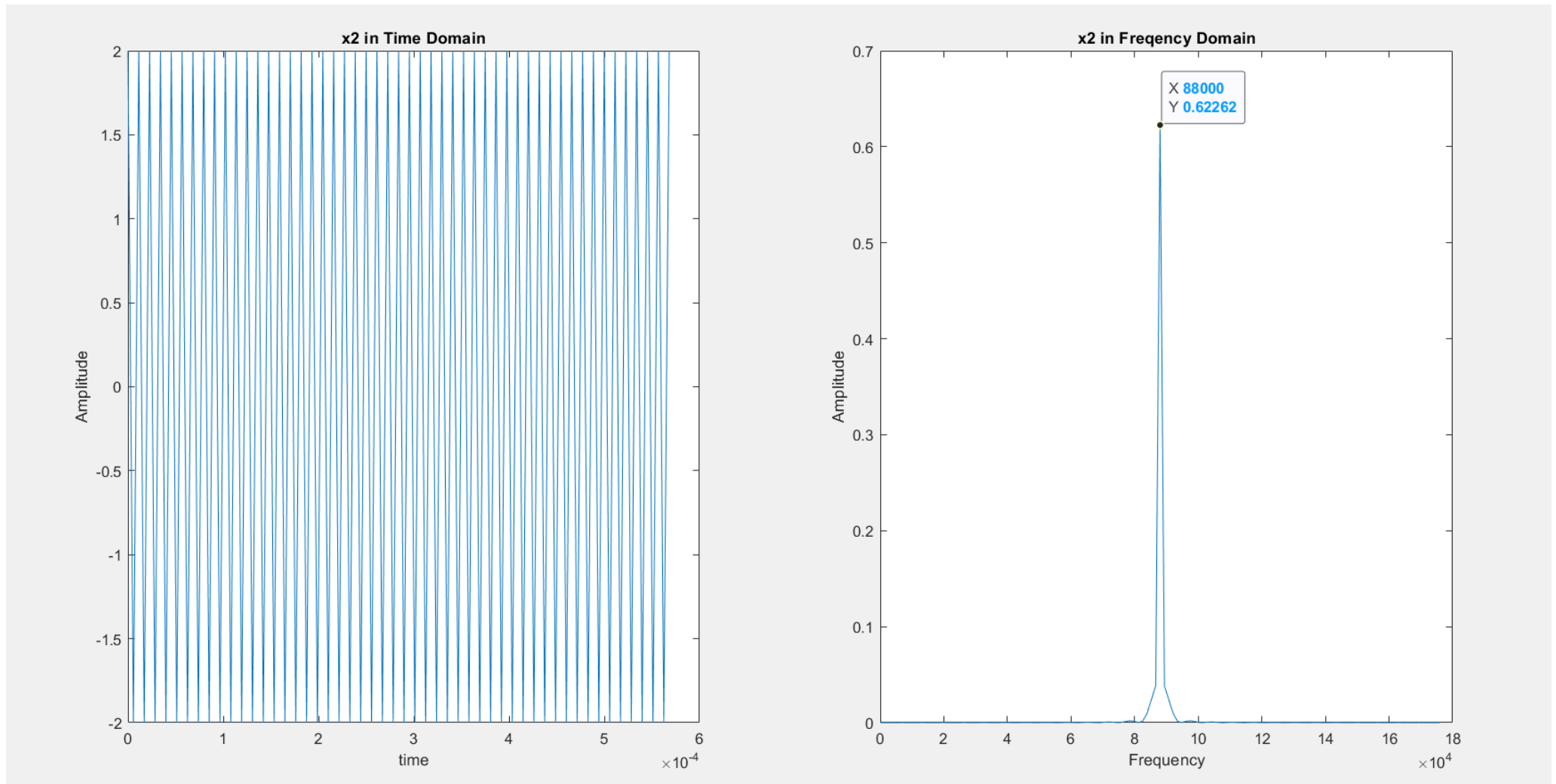


Figure3: y (fixed-point) in time domain and frequency domain

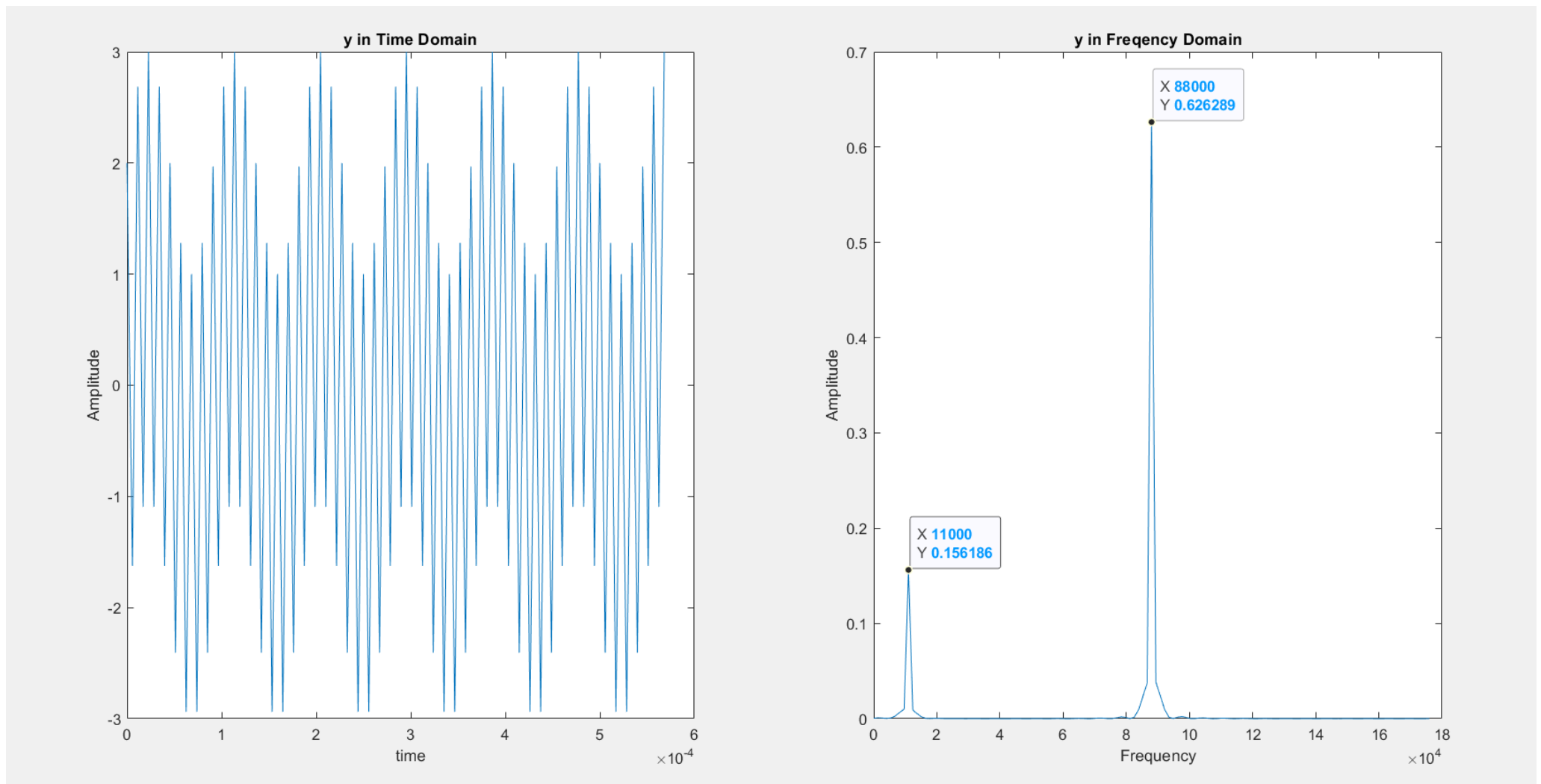
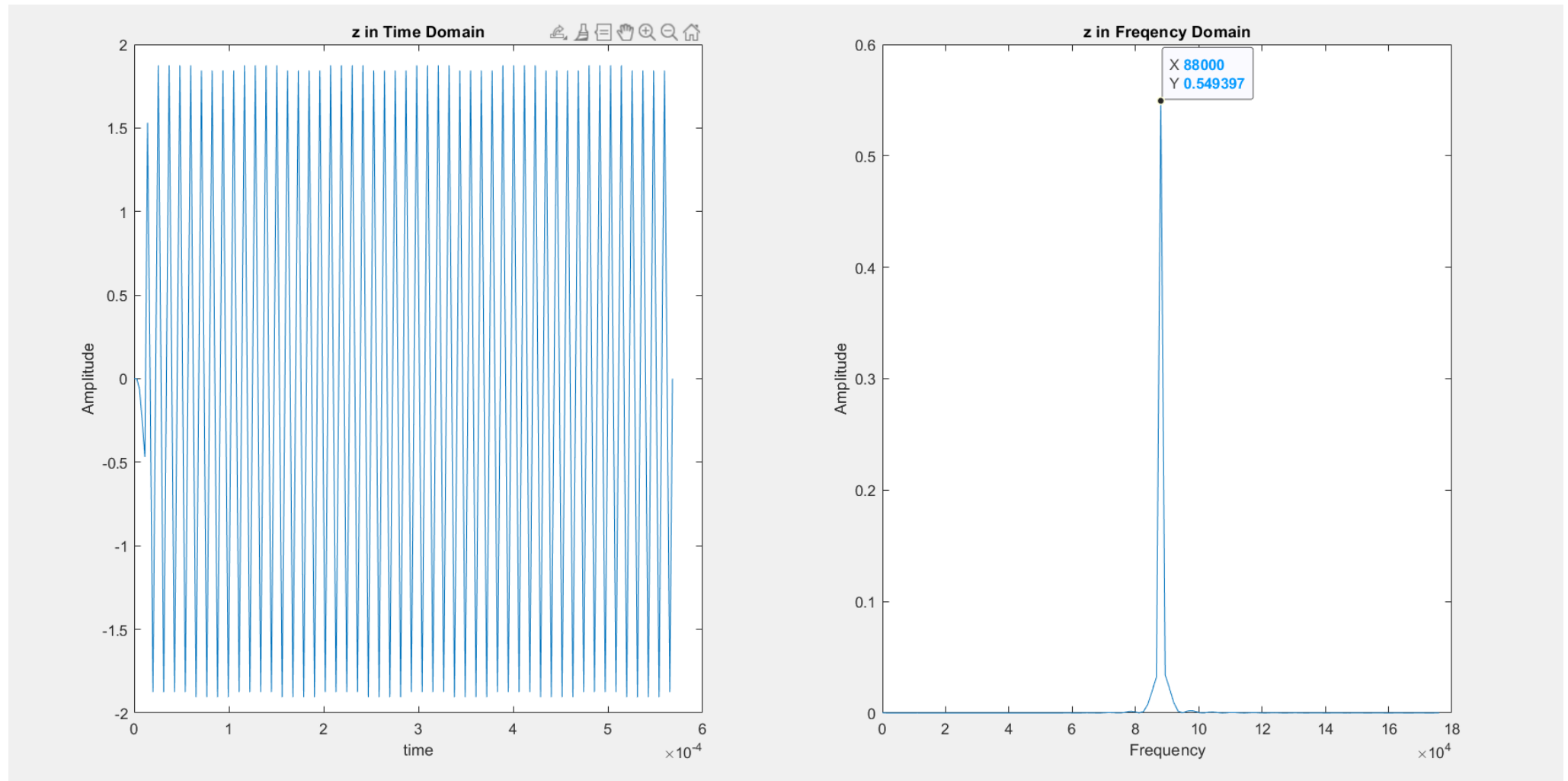


Figure4: z (fixed-point) in time domain and frequency domain



การเลือกค่า LSB สำหรับการทำ Fixed-Point

-สำหรับการเลือก LSB ของตัวแปร y และ z

จากภาพด้านล่างจะสังเกตเห็นว่าทศนิยมของ y มีทั้งหมด 4 ตำแหน่ง เมื่อรวมกับหลักแรกจะมีขอบเขตของค่าที่เป็นไปได้คือ $[-2, 3]$

ดังนั้น ดังนั้น หากเราใช้ LSB ที่ 2^{-4} จะทำให้โปรแกรมทำการประมาณและทำให้ค่าอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจะเต็มได้ เช่น เรามีค่า 0.998 ถ้าเราใช้ LSB แค่ 4 ตำแหน่ง เราอาจจะได้ค่ามากที่สุดแค่ 0.9375 ดังนั้นจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากเกินไป จึงต้องทำการเผื่อค่าทศนิยมไว้หนึ่งตำแหน่งนั่นเอง

y

x

y_fix

x

Coe_filter

x

hpf2fix

x

z

x

z2fix

x

1x201 double

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	1.7710	1.0346	0.0302	-0.9229	-1.5208	-1.5662	-1.0267	-0.0449	1.1044	2.0954	2.6488	2.6150	2.0181	1.0492	0.0092	-0.7812	-1.0767	-0.7807	0.0256
2																				

(y floating-point)

y

x

y_fix

x

Coe_filter

x

hpf2fix

x

z

x

z2fix

x

1x201 double

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	1.7500	1.0313	0	-0.9375	-1.5313	-1.5938	-1.0313	-0.0625	1.0938	2.0938	2.6250	2.5938	2	1.0313	0	-0.7813	-1.0938	-0.7813	0
2																				

(y fixed-point)

y

y_fix

Coe_filter

hpf2fix

z

z2fix

1x211 double

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	-0.0469	-0.2231	-0.4512	1.5588	-0.0742	-1.8682	0.0022	1.8870	0.0142	-1.8608	0.0173	1.9033	0.0173	-1.8608	0.0142	1.8870	0.0022	-1.8630
2																				

(z floating-point)

y x y_fix x Coe_filter x hpf2fix x z x z2fix x																			
1x211 double																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0	-0.0625	-0.2500	-0.4688	1.5313	-0.0938	-1.8750	0	1.8750	0	-1.8750	0	1.8750	0	-1.8750	0	1.8750	0
2																			

(z fixed-point)

-สำหรับการเลือก LSB ของ Coefficient FIR Highpass-filter

สำหรับCของfilterนั้นมีลักษณะการเลือกคล้ายกับ y และ z แต่เนื่องจากเรามีทศนิยมของ Coefficient หลายตำแหน่ง ทั้งยังกำหนด sfix() ไว้ที่ 8 ดังนั้นการเลือก LSB ที่เหมาะสมจึงจำเป็นอย่างมาก แต่การเลือกนั้นทางผู้ทดลองได้ใช้วิธีการสุ่มค่า 2^{-n} โดยที่ n จำนวน ตำแหน่งทศนิยม ซึ่งค่าที่เหมาะสมที่สุดและใกล้เคียงกับค่าเดิมมากที่สุดก็คือ 2^{-7} นั่นเอง

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.0050	0.0056	-0.0190	-0.1066	-0.2272	0.7196	-0.2272	-0.1066	-0.0190	0.0056	0.0050
2											

(Coefficient FIR Highpass-filter in Floating-point)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0	-0.0234	-0.1094	-0.2344	0.7188	-0.2344	-0.1094	-0.0234	0	0
2											

(Coefficient FIR Highpass-filter in Fixed-point)