

```
function [freq, M] = FFT(m, fs)
N = numel(m);
interval = -N / 2 : N / 2 - 1;
w = 2 * pi * fs;
k = interval / w;
freq = (2 * pi / N) * k;
M = fftshift(fft(m));
end
```

```
figure
fs = 100e3;
fm = 1000;
T0 = -100 / fm;
Tf = 100 / fm;
Ts = 1 / fs;
t = T0:Ts:Tf;
```

```
%% Sawtooth
m = sawtooth(2 * pi * 50 * t);
[freq, M] = FFT(m, fs);
```

```
subplot(3, 2, 1);
plot(t, m);
title('Message Signal');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amp');
```

```
subplot(3, 2, 2);
plot(freq, abs(M));
title('Messgae Spectrum');
xlabel('Freq (Hz)');
ylabel('abs(M)');
xlim([-3e-8 3e-8]);
```

```
%% Square
m = square(2 * pi * 50 * t);
[freq, M] = FFT(m, fs);
```

```
subplot(3, 2, 3);
plot(t, m);
title('Message Signal');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amp');
```

```
subplot(3, 2, 4);
plot(freq, abs(M));
title('Messgae Spectrum');
xlabel('Freq (Hz)');
ylabel('abs(M)');
xlim([-3e-8 3e-8]);
```

```

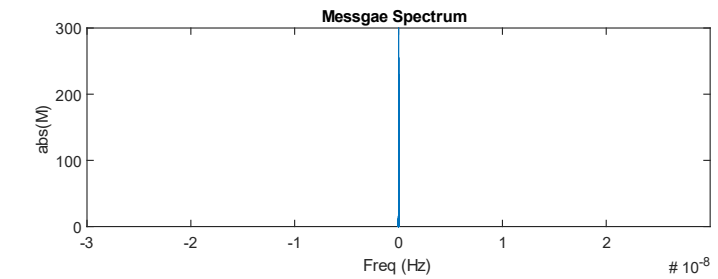
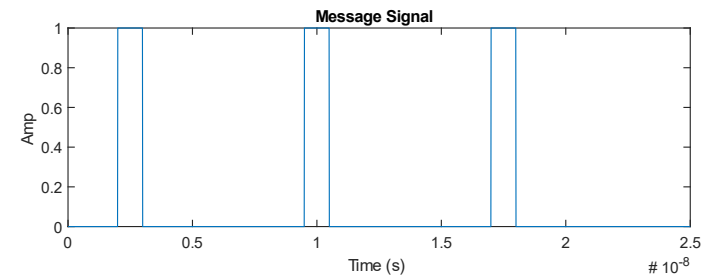
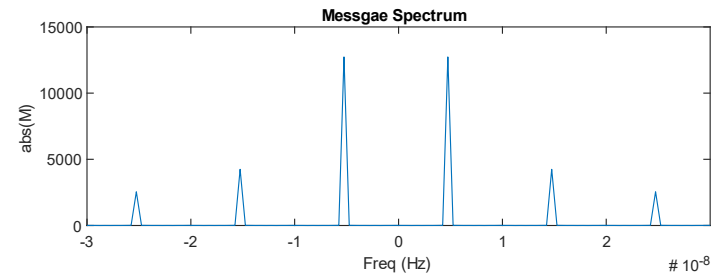
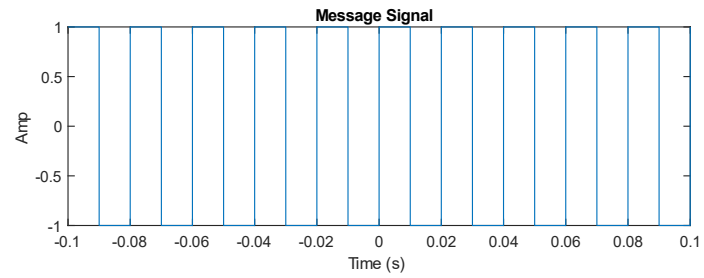
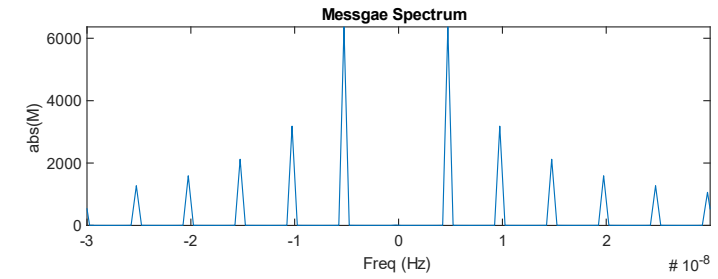
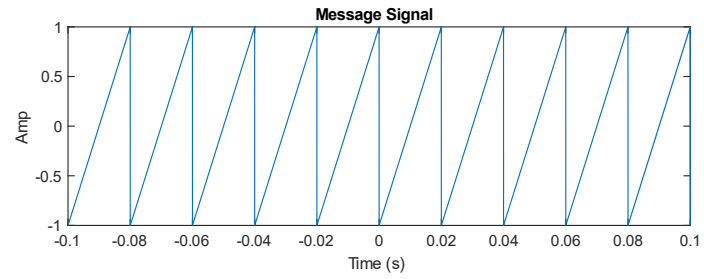
%% Pulstran
fs = 100e9;
D = [2.5 10 17.5]' * 1e-9; % pulse delay times
t = 0 : 1/fs : 2500/fs; % signal evaluation time
w = 1e-9; % width of each pulse
m = pulstran(t, D, @rectpuls, w);
[freq, M] = FFT(m, fs);

subplot(3, 2, 5);
plot(t, m);
title('Message Signal');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amp');

subplot(3, 2, 6);
plot(freq, abs(M));
title('Messgae Spectrum');
xlabel('Freq (Hz)');
ylabel('abs(M)');
xlim([-3e-8 3e-8]);

```

نتایج:



سوال ۲) از فانکشن FFT در سوال بالا استفاده شده است.

```
figure

fs = 100e3;
fm = 1000;
T0 = -100 / fm;
Tf = 100 / fm;
Ts = 1 / fs;
t = T0:Ts:Tf;

%% x(t)
x = sin(2 * pi * 50 * t);

subplot(3, 2, 1);
plot(t, x);
title('x(t)');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amp');

%% h(t)
h = 2 * sinc(2 * pi * 25 * t);

subplot(3, 2, 3);
plot(t, h);
title('h(t)');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amp');

%% y(t) = x(t) * h(t)
y = conv(x, h);

subplot(3, 2, 5);
plot(y);
title('y(t)');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amp');

%% X(w)
[ freq, M] = FFT(x, fs);

subplot(3, 2, 2);
plot(freq, abs(M));
title('X(w)');
xlabel('Freq (Hz)');
ylabel('abs(M)');
xlim([-1.5e-8 1.5e-8]);
```

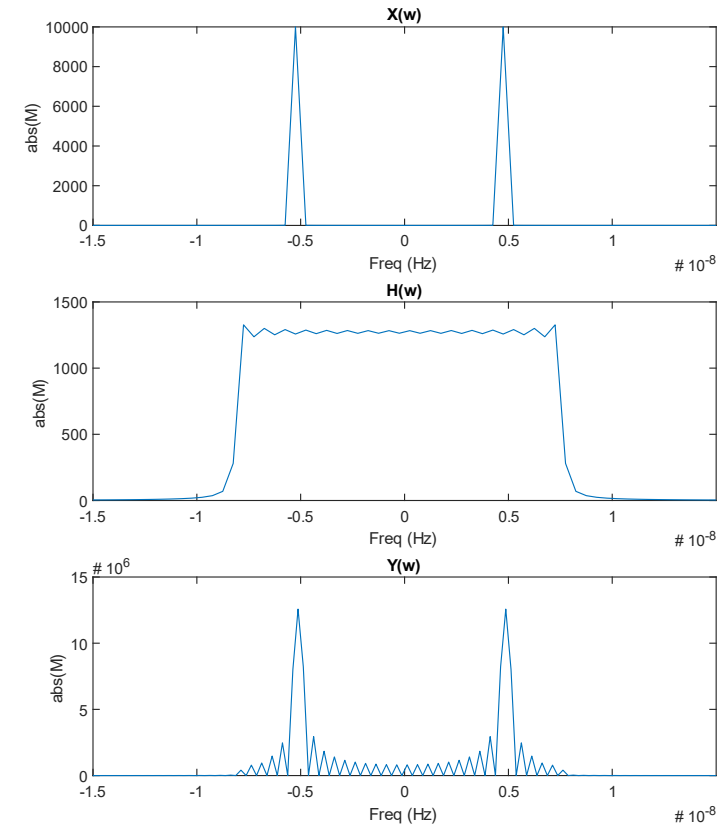
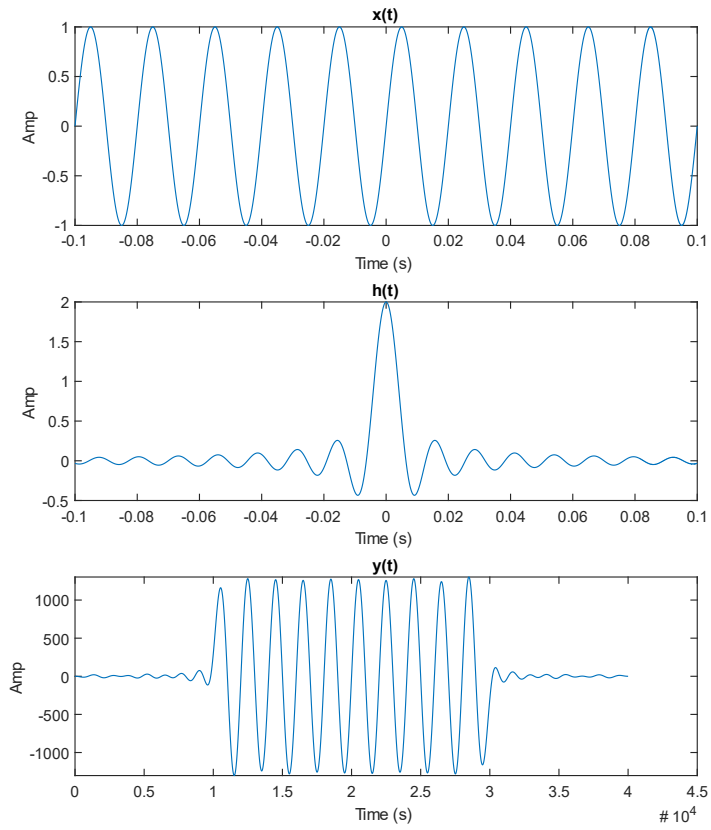
```
%% H(w)
[ freq, M] = FFT(h, fs);

subplot(3, 2, 4);
plot(freq, abs(M));
title('H(w)');
xlabel('Freq (Hz)');
ylabel('abs(M)');
xlim([-1.5e-8 1.5e-8]);

%% Y(w)
[ freq, M] = FFT(y, fs);

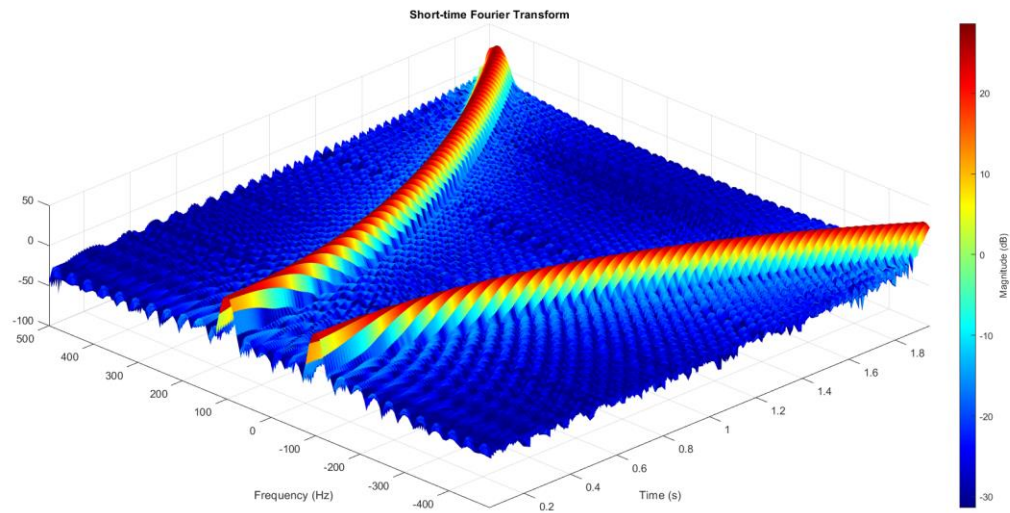
subplot(3, 2, 6);
plot(freq, abs(M));
title('Y(w)');
xlabel('Freq (Hz)');
ylabel('abs(M)');
xlim([-1.5e-8 1.5e-8]);
```

نتایج:



سوال ۳) استفاده از مثال Help داکيومنت متلب

```
fs = 1e3;  
T0 = 0;  
Tf = 2;  
Ts = 1 / fs;  
t = T0 : Ts : Tf;  
  
f0 = 100;  
f1 = 200;  
  
x = chirp(t, f0, 1, f1, 'quadratic', [], 'concave');  
  
d = seconds(Ts);  
window = hamming(100, 'periodic');  
stft(x, d, 'Window', window, 'OverlapLength', 98, 'FFTLenght', 128);  
  
view(-45,65);  
colormap jet;
```



سوال امتیازی) در حالت‌های قبلی یک داده یک بعدی از حوزه زمان به حوزه فرکانس تبدیل می‌شد. در این سوال یک داده دو بعدی از حوزه زمان به فرکانس تبدیل می‌شود. این تبدیل برای داده‌های دو بعدی نظیر تصاویر (طول و عرض) مناسب است. در کد زیر که مثال Help می‌باشد ابتدا یک mask دو بعدی ایجاد می‌کنیم که تصویر یک روزنه دایره‌ای است. سپس تبدیل فوریه ۲ بعدی از آن می‌گیریم. در خروجی نهایی رنگ‌های آبی بیانگر دامنه‌های کم (Low Amp) و رنگ زرد بیانگر دامنه بالا (High Amp) می‌باشد.

```
n = 2^10; % size of mask
M = zeros(n);
I = 1:n;
x = I-n/2; % mask x-coordinates
y = n/2-I; % mask y-coordinates
[X,Y] = meshgrid(x,y); % create 2-D mask grid
R = 10; % aperture radius
A = (X.^2 + Y.^2 <= R^2); % circular aperture of radius R
M(A) = 1; % set mask elements inside
aperture to 1
imagesc(M) % plot mask
axis image

DP = fftshift(fft2(M));
imagesc(abs(DP))
axis image
```

