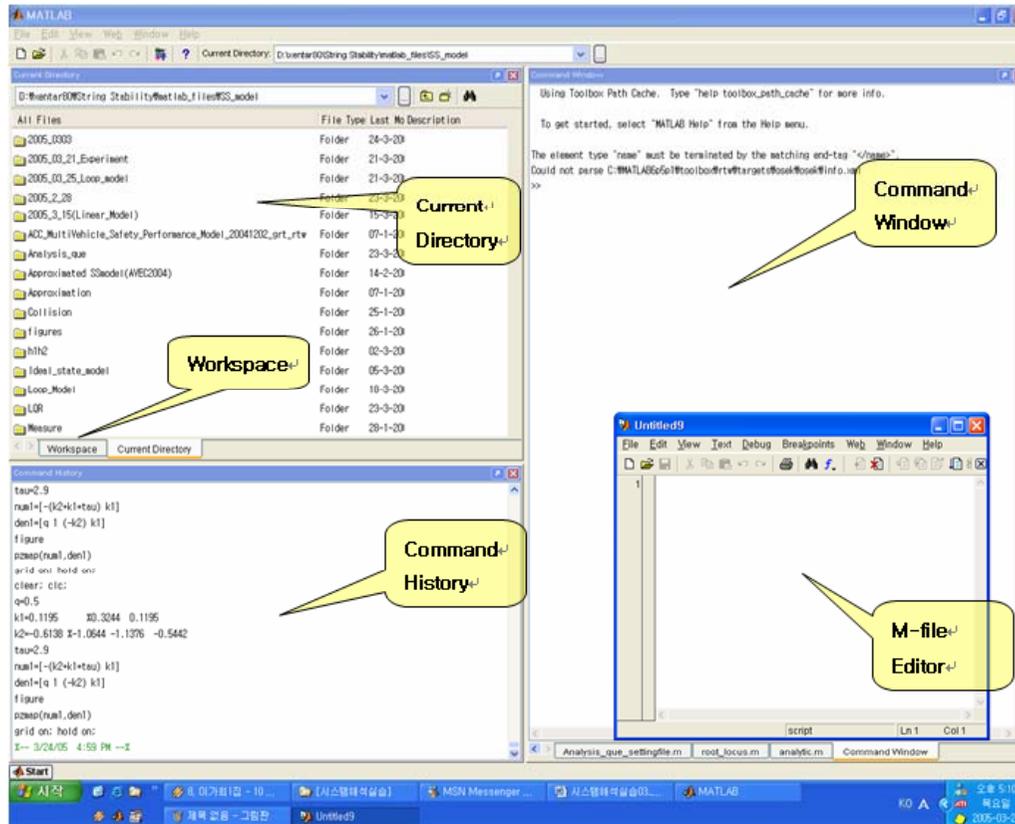


MATLAB 실습 1

**Vehicle Dynamics &
Control Laboratory**

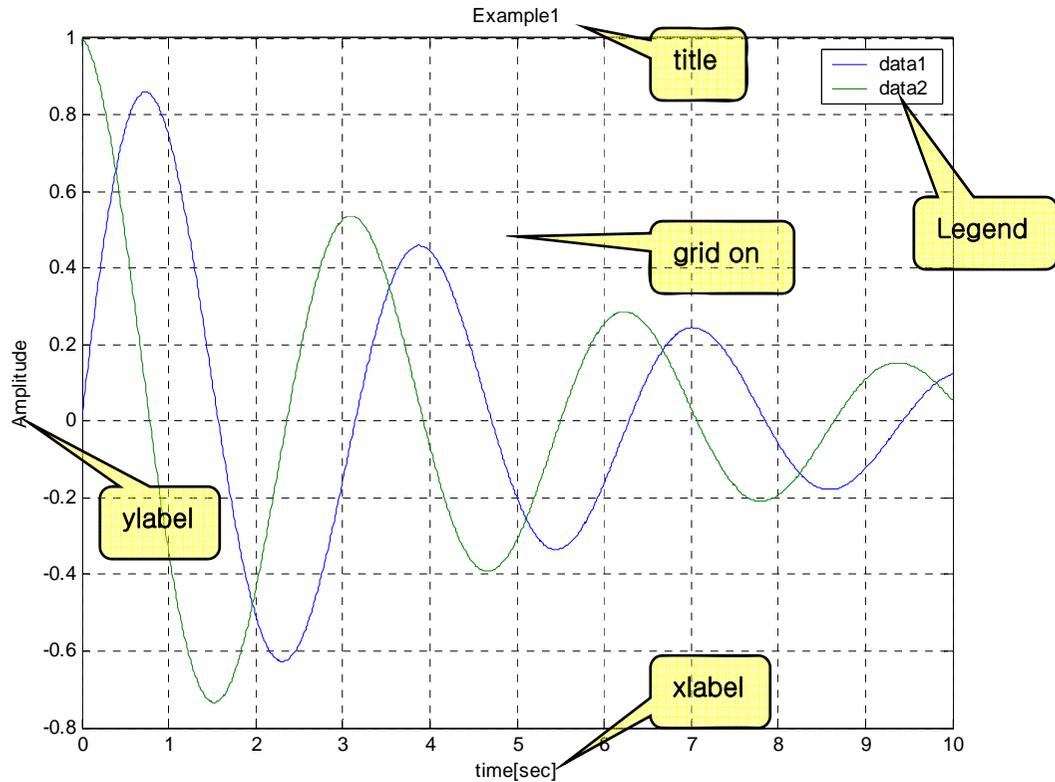
• MATLAB 6.5의 기본구성



1. Command Window : 명령어를 직접 입력하고, 결과를 보여주는 창
2. M-file Editor : 명령어들을 이용하여 사용자 프로그램 작성하는 창
3. Current Directory : 현재 작업이 이루어지는 창, 작업 파일을 저장하거나 로딩을 할 때 쓰는 디렉토리(폴더)를 보여주는 창
4. Workspace : 연산을 할 때 쓰이는 변수들이 메모리에 어떻게 저장되는지 보여주는 창
5. Command History : Command Window에 입력했던 명령어들을 보여주는 창

• MATLAB에서 그래프 그리기

- m-file 구성



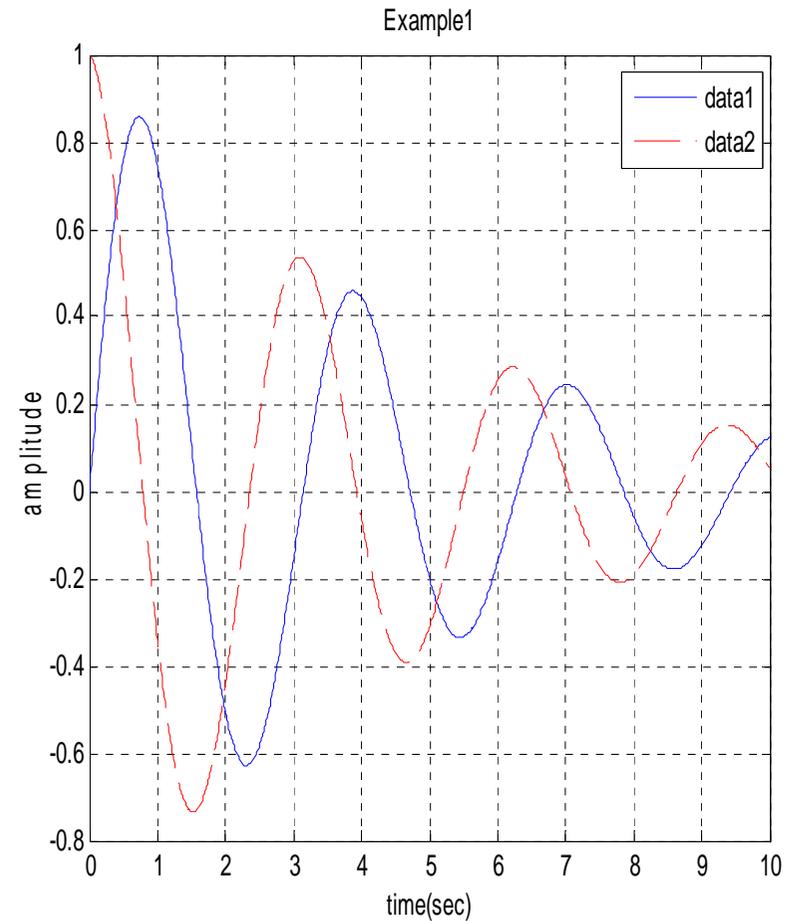
```

figure(1)           % (1)번 그래프 창을 생성
t=0:0.01:10;       % 시작점:간격:끝점
y1=exp(-0.2*t).*sin(2*t); % t에 대한 결과값을 y에 저장
plot(t,y1)         % 그래프를 그림
hold on;           % 이미 그려진 그래프를 지우지 않고 유지
y2=exp(-0.2*t).*cos(2*t); % t에 대한 결과값을 y에 저장
plot(t,y2);        % 그래프를 그림
grid on;           % 격자선의 출력
legend('data1','data2'); % 범례의 생성
title('Example1'); % 그래프 제목생성
xlabel('time[sec]'); % x축 라벨의 생성
ylabel('Amplitude'); % y축 라벨의 생성
    
```

• MATLAB에서 그래프 그리기

선 꾸미는 방법 예제

- 1) `plot(x,y,'r');` % 붉은색선
- 2) `plot(x,y,'--k');` % dashed line 검정색
- 3) `plot(x,y,'o');` % 선이 아닌 'o' 인쇄
- 4) `plot(x,y,'+');` % 선이 아닌 '+' 인쇄
- 5) `plot(x,y,'linewidth',1.5);`
 % 선의 굵기를 1.5



- MATLAB에서 그래프 그리기

1) 가능한 선의 color

Matlab 에서의 기호	Color
c	Cyan
m	Magenta
y	Yellow
r	Red
g	Green
b	Blue
w	White
k	black

2) 가능한 선의 style

Matlab 에서의 기호	Style
-	Solid line
--	Dashed line
:	Dotted line
-.	Dash-dot line

- MATLAB에서 그래프 그리기

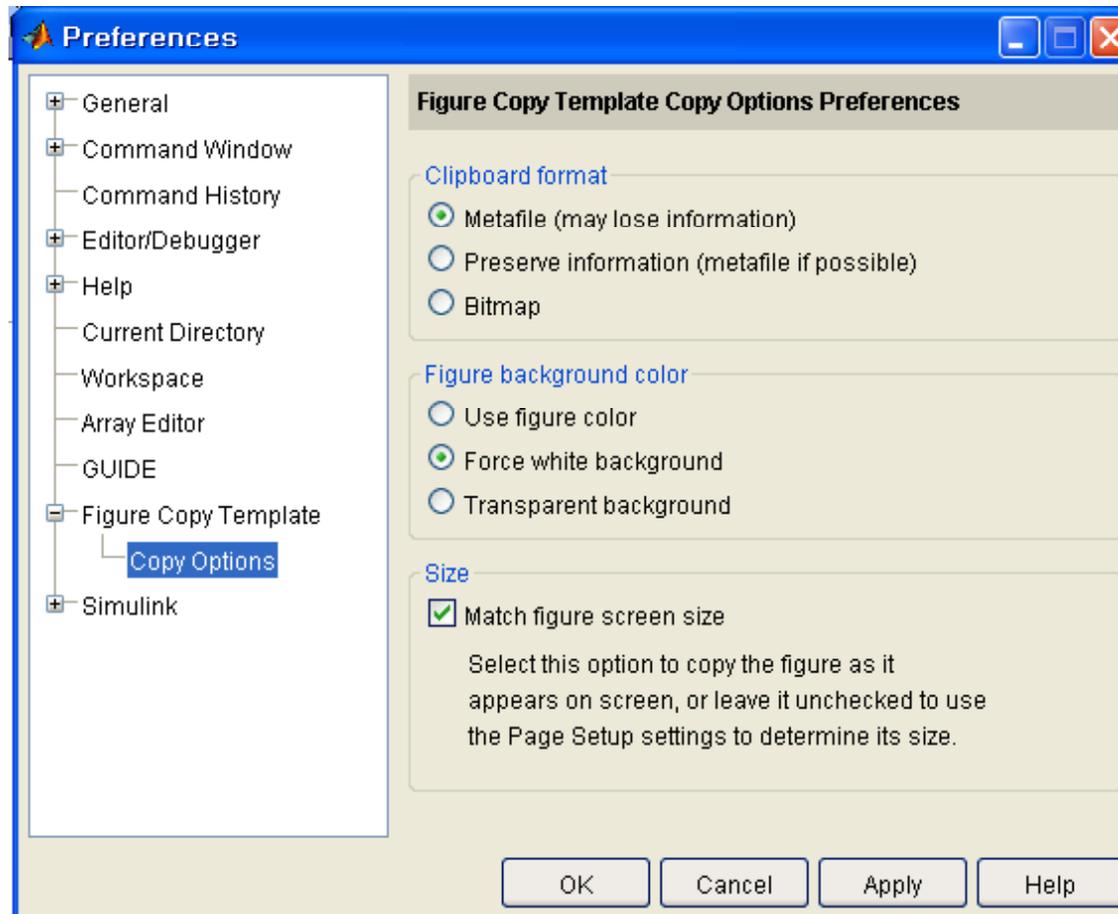
3) 가능한 선의 marker

Matlab 에서의 기호	Marker style
+	+
o	o
*	*
.	•
x	X
square	□
diamond	◇

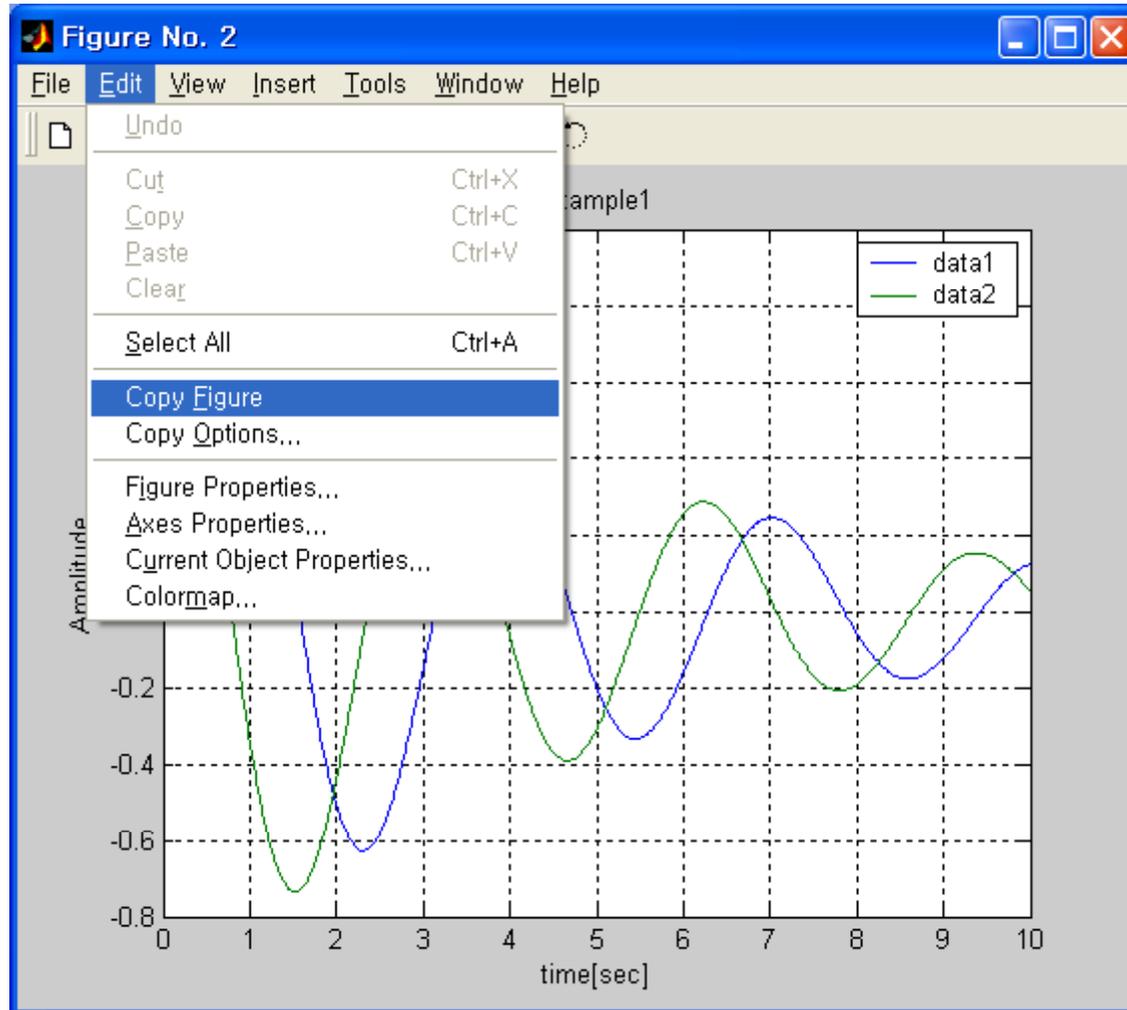
Matlab 에서의 기호	Marker style
^	△
v	▽
<	◁
>	▷
pentagram	☆
hexagram	*
none	default

- 문서에 그래프 옮기기 Tip

- File – Preference – Figure Copy Template – Copy Options에서 아래와 같이 설정



- 문서에 그래프 옮기기 Tip



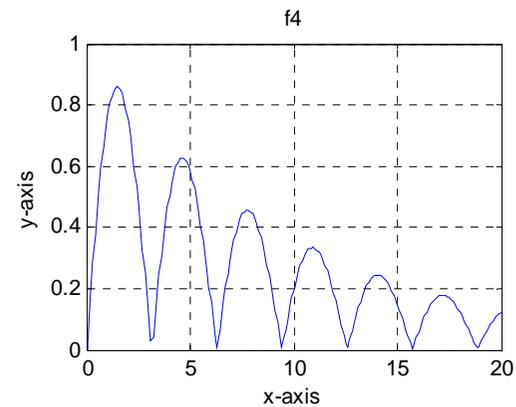
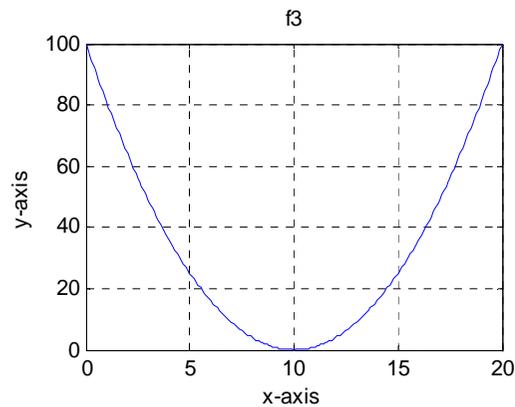
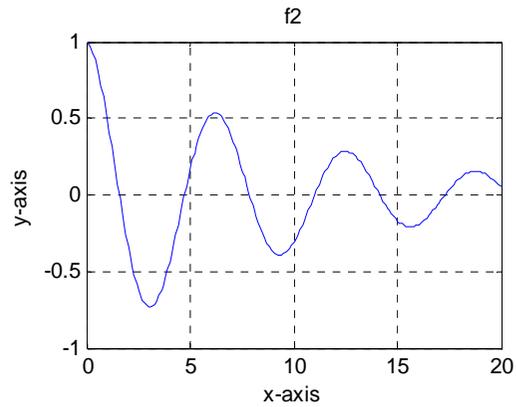
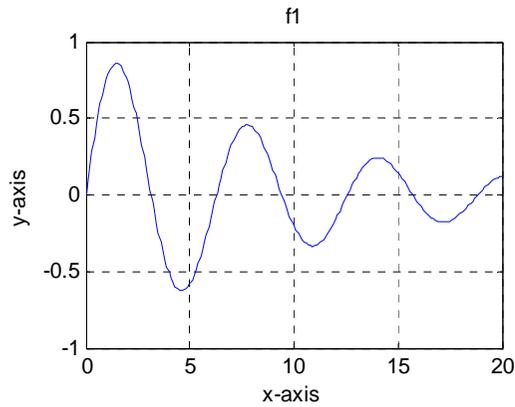
▪ Figure창에서 Edit – Copy Figure로 그래프를 복사

-왼쪽의 과정을 수행한 후 문서에
그림을 붙여 넣기 한다.

- 이때 문서에 붙여 넣을 정도의 크기로 미리 창의
크기를 조절하여야 그래프의 문자들이 깨지지 않는다.

• 그래프 그리기 Tip (subplot)

subplot(row,column,index) % (행의갯수, 열의갯수, 그래프번호)



▪ 함수의 정의

```
t=0:0.1:20;
f1=exp(-0.1*t).*sin(t);
f2=exp(-0.1*t).*cos(t);
f3=(t-10).^2;
f4=exp(-0.1*t).*abs(sin(t));
```

▪ subplot

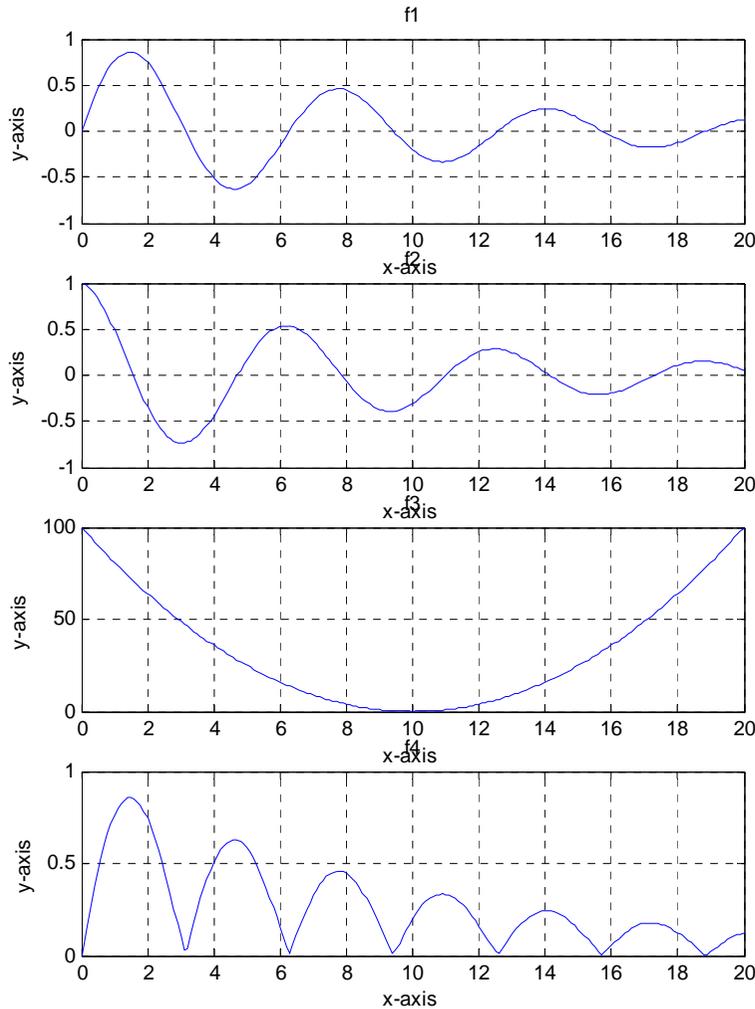
```
subplot(221)
plot(t,f1);
title('f1'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;

subplot(222)
plot(t,f2);
title('f2'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;

subplot(223)
plot(t,f3);
title('f3'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;

subplot(224)
plot(t,f4);
title('f4'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;
```

• 그래프 그리기 Tip (subplot)



▪ 함수의 정의

```
t=0:0.1:20;
f1=exp(-0.1*t).*sin(t);
f2=exp(-0.1*t).*cos(t);
f3=(t-10).^2;
f4=exp(-0.1*t).*abs(sin(t));
```

▪ subplot

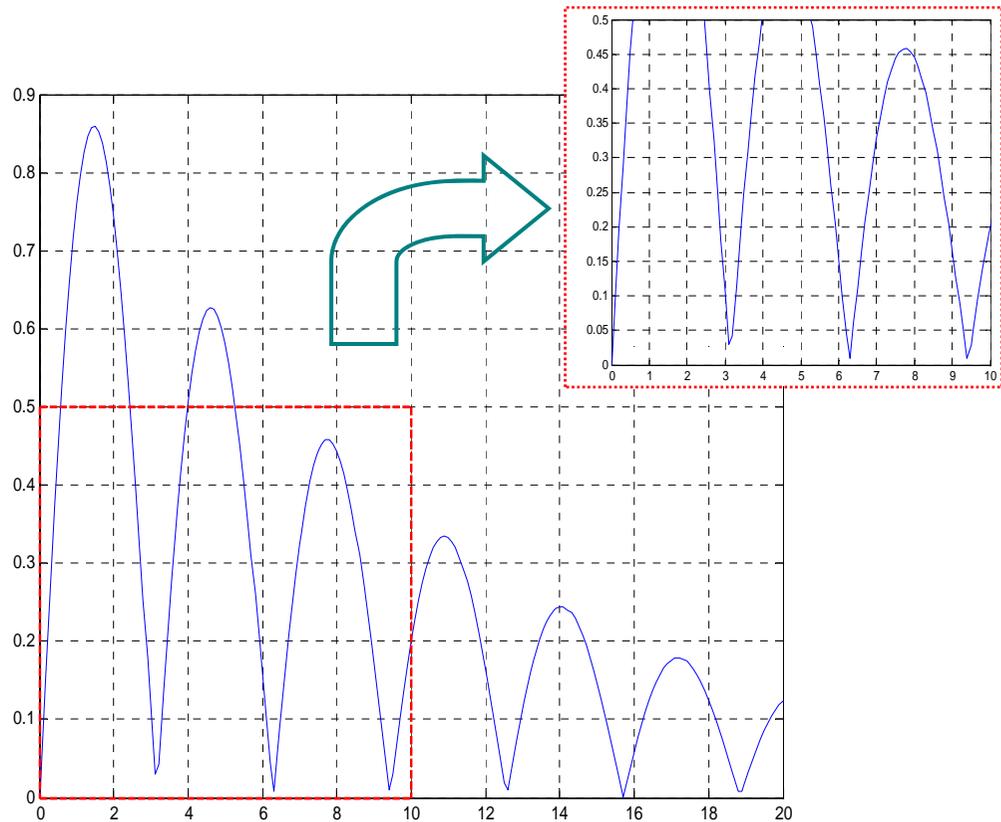
```
subplot(411)
plot(t,f1);
title('f1'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;

subplot(412)
plot(t,f2);
title('f2'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;

subplot(413)
plot(t,f3);
title('f3'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;

subplot(414)
plot(t,f4);
title('f4'); xlabel('x-axis'); ylabel('y-axis');
grid on;
```

- 그래프 그리기 Tip (축의 한계값 조정)



- 축의 한계값의 설정

```

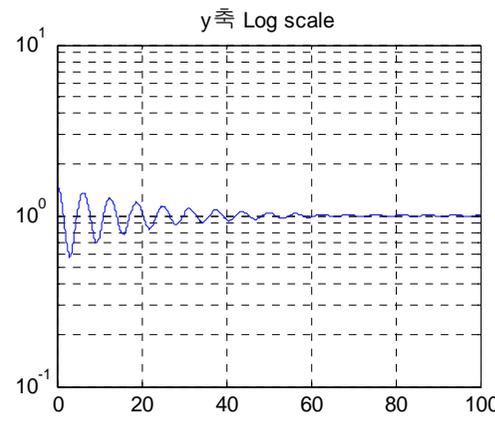
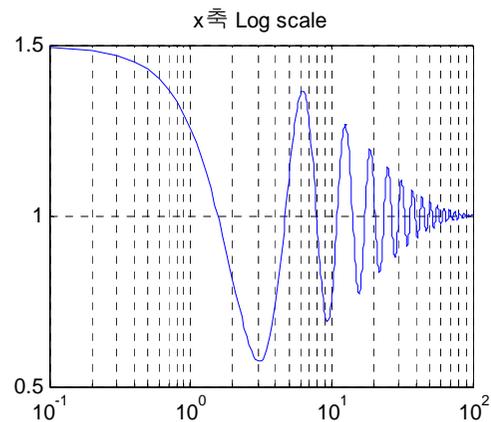
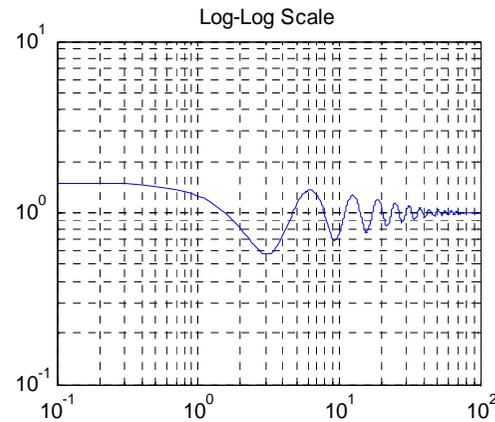
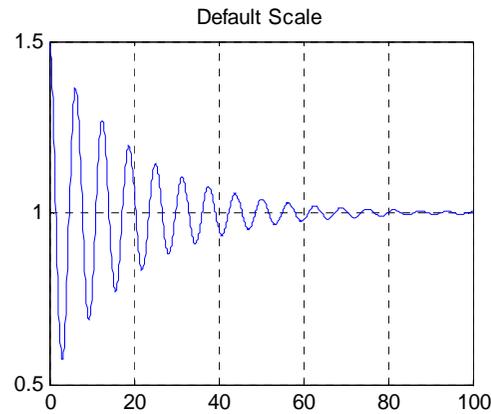
plot(t,f4); % 그래프를 먼저 그린다.
grid on;
% 데이터에 맞게 자동으로 축이 조정

% x축은 0에서 10까지 y축은 0에서 0.5까지
v=[0,10,0,0.5];

axis(v) % 축의 설정
    
```

• 그래프 그리기 Tip (여러가지 Scale plot)

- 주로 Frequency Response를 해석할 때 쓰이는 Bode plot을 할 때 쓰인다.



```
t=0:0.1:100;
f=1+0.5*exp(-0.05*t).*sin(t+ pi/2);

subplot(221)
plot(t,f);
v=[0,100,0.5,1.5];
axis(v)
title('Default Scale');
grid on;

subplot(222)
loglog(t,f); % x축과 y축 모두 Log Scale
v=[0,100,10^(-1),10^1];
axis(v)
title('Log-Log Scale');
grid on;

subplot(223)
semilogx(t,f); % x축만 Log Scale
v=[0,100,0.5,1.5];
axis(v)
title('x축 Log scale');
grid on;

subplot(224)
semilogy(t,f); % y축만 Log Scale
v=[0,100,10^(-1),10^1];
axis(v)
title('y축 Log scale');
grid on;
```

• System 해석에 쓰이는 주요 MATLAB 명령어

- Transfer Function으로 시스템을 정의

$$G(s) = \frac{s+1}{s^2+s+1}$$

- State Equation으로 시스템을 정의

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C = [1 \quad 1] \quad D = [0]$$

- MATLAB Help로 명령어 옵션을 확인

- Transfer Function으로 시스템을 정의

```
%시스템의 정의
num=[1 1]
den=[1 1 1]

pzmap(num,den) % pole, zero plot

rlocus(num,den) % root locus

bode(num,den) % bode plot

step(num,den) % step response

[A,B,C,D]=tf2ss(num,den) % state equation 유도
```

- State Equation으로 시스템을 정의

```
%시스템의 정의
A=[-1 -1;
    1 0]
B=[1; 0]
C=[1 1]
D=[0]

pzmap(A,B,C,D) % pole, zero plot

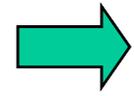
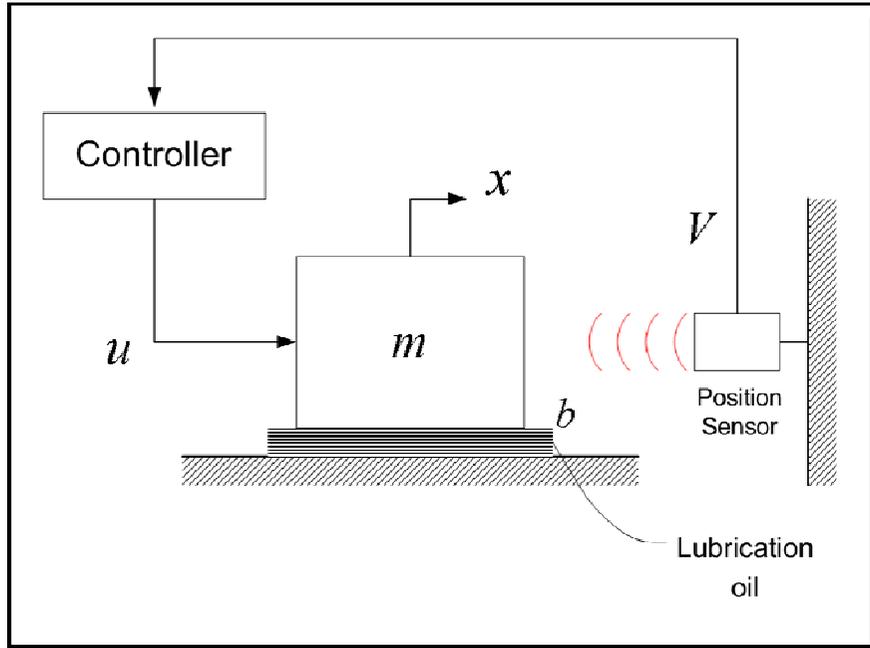
rlocus(A,B,C,D) % root locus

bode(A,B,C,D) % bode plot

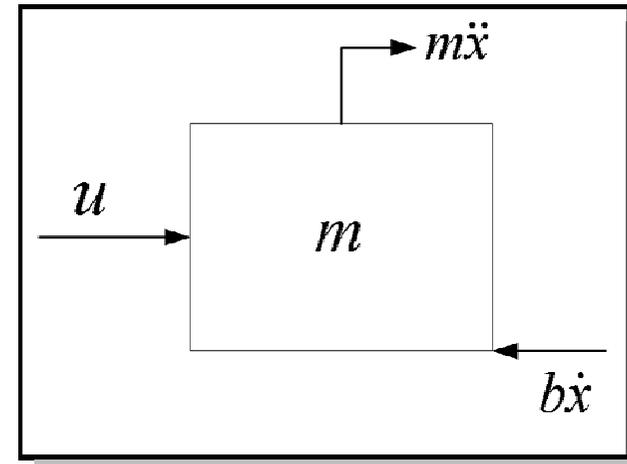
step(A,B,C,D) % step response

[num,den]=ss2tf(A,B,C,D) % transfer function 유도
```

• 예제(1)



▪ Free Body Diagram



▪ Dynamic Equation

$$\begin{aligned} \sum F &= m\ddot{x} \\ &= u - b\dot{x} \end{aligned}$$

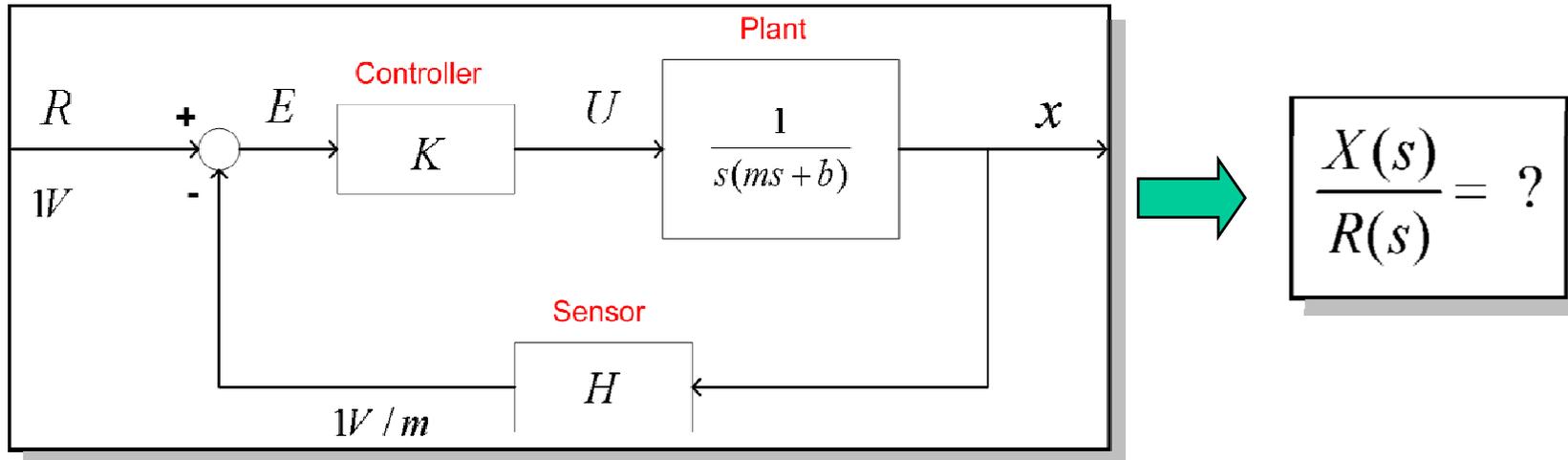
▪ Laplace Transform

$$(ms^2 + bs)X(s) = U(s)$$

▪ Transfer Function of mass

$$\frac{X(s)}{U(s)} = \frac{1}{s(ms + b)}$$

- 예제(1)



- Transfer Function of the System

$$E(s) = R(s) - H(s)X(s)$$

$$U(s) = K(s)E(s)$$

$$X(s) = G(s)U(s)$$

$$\begin{aligned} \frac{X(s)}{R(s)} &= \frac{K(s)G(s)}{1 + K(s)G(s)H(s)} \\ &= \frac{\frac{k}{s(ms+b)}}{1 + \frac{k}{s(ms+b)}} = \frac{k}{ms^2 + bs + k} \end{aligned}$$

- 예제(1)

$$\frac{X(s)}{R(s)} = \frac{k}{ms^2 + bs + k}$$

- Response of the system : MATLAB command

```
m=100; b=10; k=10;

num=[k];
den=[m b k];

% t=0:0.1:200;
% x=step(num,den,t); % step response
%figure;
%plot(t,x);
%grid on;

t=0:0.1:200;
r=2*sin(0.1*t); %reference input
x=lsim(num,den,r,t); %linear simulation 교재 p.131 (임의의 입력에 대한 응답을 얻을 수 있다.)

figure;
plot(t,x,t,r);
grid on;

title('Response of the System');
xlabel('time[sec]');
ylabel('Position[m]');
legend('response','reference input');
```