



『自動控制實習講義』
電機系吳佳斌編著

實驗一 MATLAB 基本指令應用

實驗目的：練習MATLAB的操作及熟悉其應用，應用於解控制相關的

問題可作為日後控制系統設計及分析的參考。

*實虛數表示法及運算

Ex. $-4 + j7$

指令： $-4+7i$

Ex. $M = -4 + j7$, $N = 1 + j2$, 求(a) $M+N$ (b) $M*N$ (c) M/N

指令：

$M=-4+7i$;

$N=1+2i$

$a=M+N$

$b=M*N$

$c=M/N$

實虛數以大小及角度表示

$\text{abs}(a)$

%實虛數以大小表示

$\text{angle}(a)$

%實虛數以角度(徑)表示

*多項式表示

Ex.

$$P1 = S^3 + 2S^2 + 3S + 4$$

指令：

$P1=[1 \ 2 \ 3 \ 4]$

%由高階至常數項輸入多項式的係數

P1=[1 2 3 4]; % 結果不顯示

*多項式展開

Ex.

$$P2 = (S + 1)(S + 2)(S + 3)$$

指令：

P2=poly([-1 -2 -3]) % 輸入其根的值

Ans:

P2 =
1 6 11 6

*多項式求根

Ex.

$$P1 = S^3 + 2S^2 + 3S + 4$$

指令：

P1=[1 2 3 4];

RootsP1=roots(P1) % 解P1的根

Ans:

RootsP1 =
-1.6506
-0.1747 + 1.5469i
-0.1747 - 1.5469i

*多項式相乘

Ex.

$$P1 = S^3 + 2S^2 + 3S + 4 \text{ 、 } P2 = (S + 1)(S + 2)(S + 3) \text{ , 求 } P3 = P1 * P2 = ?$$

指令：

```
P1=[1 2 3 4];
P2=poly([-1 -2 -3]);
P3=conv(P1,P2)
```

```
ans =
P3 =
     1     8    26    50    69    62    24
```

*多項式求值

Ex.

$P1 = S^3 + 2S^2 + 3S + 4$ 、求 $P1(-1 + j5) = ?$

指令：

```
polyval(P1,-1+5i)
```

```
ans =
```

```
2.7000e+001 -1.1500e+002i
```

*展開為部分分式

Ex.

$$F(S) = \frac{(S+3)(S+4)}{S(S+1)(S+2)}$$

指令：

```
num=poly([-3 -4]);           % 輸入分子係數
```

```
den=poly([0 -1 -2]);         % 輸入分母係數
```

```
[K,p,k]=residue(num,den)     % 其對應係數
```

```
ans=
```

K =

1	%分母為(S+2)的分子係數
-6	%分母為(S+1)的分子係數
6	%分母為S的分子係數

p =

-2	%分母為(S+2)
-1	%分母為(S+1)
0	%分母為S

k =

[]	%分子/分母的商
----	----------

即
$$F(S) = \frac{1}{(S+2)} + \frac{-6}{(S+1)} + \frac{6}{S}$$

Ex.

$$F(S) = \frac{S+3}{S(S+1)(S^2+2S+2)}$$

指令：

num= [1 3];	% 輸入分子係數
den=conv(poly([0 -1]),[1 2 2]);	% 輸入分母係數
[K,p,k]=residue(num,den)	% 其對應係數

ans=

K =

0.2500 + 0.7500i %分母為(S+1-j)的分子係數

0.2500 - 0.7500i %分母為(S+1+j)的分子係數

-2.0000 %分母為(S+1)的分子係數

1.5000 %分母為S的分子係數

p =

-1.0000 + 1.0000i %分母為(S+1-j)

-1.0000 - 1.0000i %分母為(S+1+j)

-1.0000 %分母為(S+1)

0 %分母為S

k =

[] %分子/分母的商

$$\text{即 } F(S) = \frac{0.25 + j0.75}{(S+1-j)} + \frac{0.25 - j0.75}{(S+1+j)} + \frac{-2}{(S+1)} + \frac{1.5}{S}$$

可以將含虛數的項目合併

指令：

G1=tf(K(1),poly([p(1)]));

G2=tf(K(2),poly([p(2)]));

G1+G2

ans=

Transfer function:

$$\frac{0.5 s - 1}{s^2 + 2 s + 2}$$

*表示為轉移函數

Ex.

$$F(S) = \frac{6S + 7}{S^4 + 2S^3 + 3S^2 + 4S + 5}$$

指令：

```
Num=[6 7];
Den=[1 2 3 4 5];
F=tf(Num, Den)
```

ans=
Transfer function:

$$\frac{6 s + 7}{s^4 + 2 s^3 + 3 s^2 + 4 s + 5}$$

*以Zero/pole的轉移函數形式表示

Ex.

$$F(S) = \frac{(S + 3)(S + 4)}{S(S + 1)(S + 2)}$$

指令：

```
num= [-3 -4];           % 輸入分子係數

den=[0 -1 -2];          % 輸入分母係數

K=1;

F=zpk(num,den,K)        % 其對應係數
```

```
ans=
Zero/pole/gain:
(s+3) (s+4)
-----
s (s+1) (s+2)
```

*簡化轉移函數

Ex.

$$F(S) = \frac{S^2 + 5S + 6}{S^3 + 3S^2 + 2S}$$

指令：

```
Num= [1 5 6];
Den= [1 3 2 0];
F=tf(Num, Den)
minreal(F)
ans=
```

Transfer function:

```
s + 3
-----
s^2 + s
```

*矩陣運算

Ex.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{bmatrix}$$

指令：

```
A=[1 2;3 4]
B=[5 6;7 8]
```


ans=

A =

1	2
3	4

B =

5	6
7	8

*矩陣相乘

指令：

A*B

ans =

19	22
43	50

*矩陣次方

指令：

A^5

ans =

1069	1558
2337	3406

*反矩陣

指令：

inv(A)或 A^{-1}

ans =

-2.0000	1.0000
1.5000	-0.5000

*行列式

指令：

det(A)

ans =

-2

*矩陣轉置

指令：

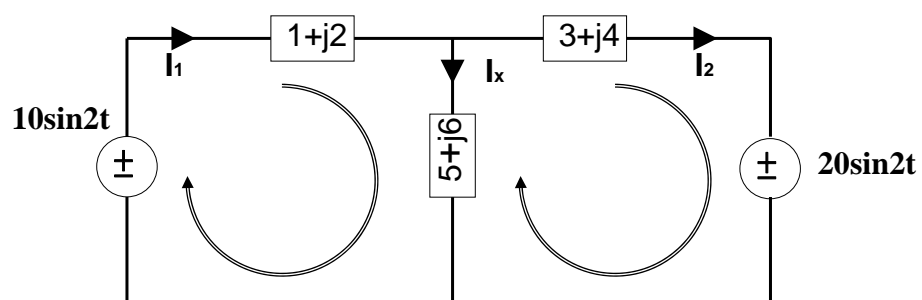
A'

ans =

1	3
2	4

*分析電路應用

Ex.



因 $Z \cdot I = V$

填入對應係數得

$$\begin{bmatrix} 6 + j8 & -(5 + j6) \\ -(5 + j6) & 8 + j10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \sin 2t \\ -20 \sin 2t \end{bmatrix}$$

指令：

Z=[6+8i -(5+6i); -(5+6i) 8+10i];

V=[10;-20];

I=inv(Z)*V

ans =

I =

-0.1896 + 0.3747i % 為 I_1 的值

-1.0866 + 1.4503i % 為 I_2 的值

以大小表示

指令：

abs(I)

ans =

0.4199

1.8122

以徑度表示結果

ans =

2.0391

2.2138

以角度表示結果*180/pi

ans =

116.8340

126.8420

* I_x 的值

因 $I_x = I_1 - I_2$

指令：

$I_x = I(1) - I(2)$

$\text{abs}(I_x)$

$\text{angle}(I_x) * 180 / \pi$

ans =

$I_x =$

0.8971 - 1.0756i

ans =

1.4006

ans =

-50.1713

即

$I_1 = -0.1896 + j0.3747 = 0.4199 \angle 116.834$

$I_2 = -1.0866 + j1.4503 = 1.8122 \angle 126.842$

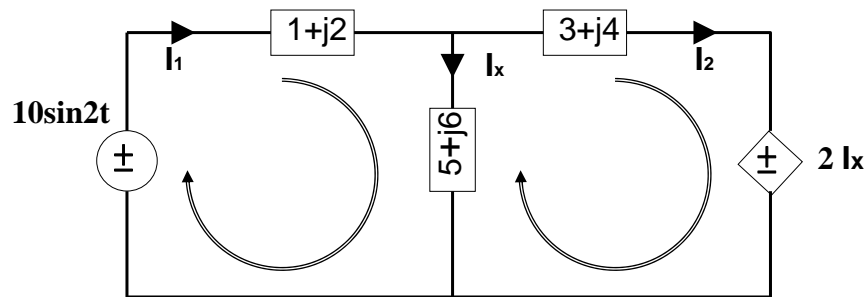
$I_x = -0.8971 - j1.0756 = 1.4006 \angle -50.1713$

$I_1 = 0.4199 \sin(2t + 116.834) \text{ A}$

$I_2 = 1.8122 \sin(2t + 126.842) \text{ A}$

$I_x = 1.4006 \sin(2t - 50.1713) \text{ A}$

*相依電源分析電路應用



因 $Z^*I=V$

填入對應係數得

$$\begin{bmatrix} 6+j8 & -(5+j6) \\ -(5+j6) & 8+j10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10\sin 2t \\ -2I_x \end{bmatrix}$$

因 $I_x = I_1 - I_2$ 代入得

$$\begin{bmatrix} 6+j8 & -(5+j6) \\ -(5+j6) & 8+j10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10\sin 2t \\ -2I_1 + 2I_2 \end{bmatrix}$$

移到等號另一邊得

$$\begin{bmatrix} 6+j8 & -(5+j6) \\ -(5+j6)+2 & 8+j10-2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10\sin 2t \\ 0 \end{bmatrix}$$

指令：

```
Z=[6+8i -(5+6i); -3-6i 6+10i];
```

```
V=[10; 0];
```

```
I=inv(Z)*V
```

```
ans =
```

```
I =
```

```
1.1189 - 1.4289i % 為  $I_1$  的值
```

```
0.7048 - 0.7702i % 為  $I_2$  的值
```

以大小表示

指令：

```
abs(I)
```

```
ans =
```

1.8149

1.0440

以徑度表示結果

ans =

-0.9065

-0.8297

以角度表示結果*180/pi

ans =

-51.9372

-47.5385

* I_x 的值

因 $I_x = I_1 - I_2$

指令：

$I_x = I(1) - I(2)$

abs(I_x)

angle(I_x)*180/pi

ans =

$I_x =$

0.4141 - 0.6588i

以大小表示

ans =

0.7781

以角度表示結果

ans =

-57.8434

即

$I_x = 0.7781\sin(2t - 57.8434) \quad A$

即

$I_1 = 1.1189 - j1.4289 = 1.8149\angle -51.9372$

$$I_2 = 0.7048 - j0.7702 = 1.044 \angle -47.5385$$

$$I_x = 0.4141 - j0.6588 = 0.7781 \angle -57.8434$$

$$I_1 = 1.8149 \sin(2t - 51.9372) \quad A$$

$$I_2 = 1.044 \sin(2t - 47.5385) \quad A$$

$$I_x = 0.7781 \sin(2t - 57.84.4) \quad A$$