



Giới thiệu về MATLAB

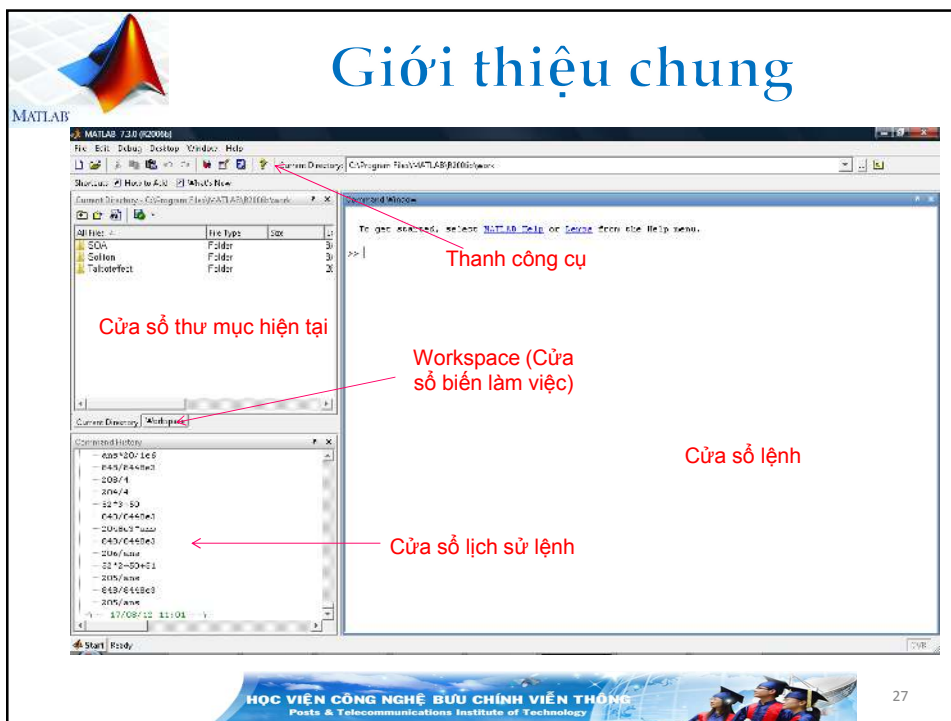
- Giới thiệu chung
- Các cấu trúc cơ bản trong MATLAB
- Hoạt động ma trận và vectơ
- Lập trình trong MATLAB
- Phương trình vi phân


25


Giới thiệu chung

- MATLAB: MATrix LABoratory
 - Là một công cụ mô phỏng và tính toán số
 - Các hoạt động tính toán dựa trên cấu trúc dữ liệu đơn hay *matrix* → cú pháp trong MATLAB đơn giản, chương trình dễ viết hơn các ngôn ngữ lập trình bậc cao hoặc các chương trình đại số máy tính khác.
 - MATLAB là một ngôn ngữ dịch, tất cả các lệnh có thể được thực hiện trực tiếp
 - Được bổ sung thêm “*symbolics*” toolbox → cho phép thực hiện tính toán dạng “*symbolic*” như các chương trình MAPLE hoặc MATHEMATICA.
 - Khả năng tương tác với *Simulink*, một toolbox đặc biệt – công cụ để xây dựng chương trình mô phỏng dựa trên giao diện đồ họa.


26

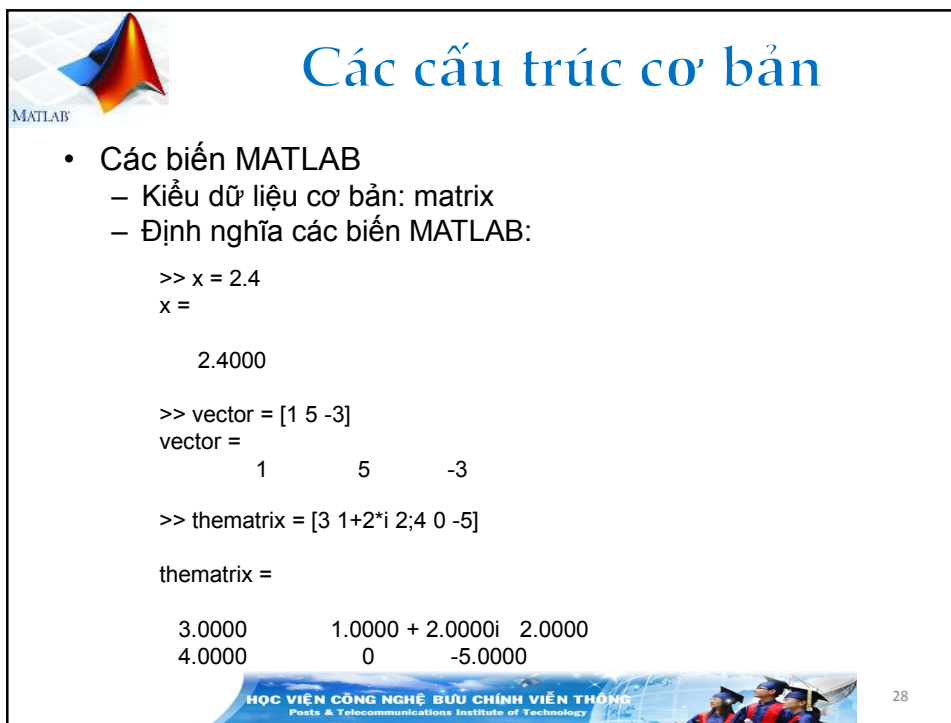


Giới thiệu chung

The image shows the MATLAB 7.3.0 (R2006b) interface. The top menu bar includes File, Edit, Debug, Desktop, Windows, and Help. The main window is divided into several panes:

- Current Directory:** Shows the current directory structure. A red arrow points to it with the label "Cửa sổ thư mục hiện tại".
- Workspace:** Shows the current workspace variables. A red arrow points to it with the label "Workspace (Cửa sổ biến làm việc)".
- Command Window:** The main area for entering commands. A red arrow points to it with the label "Cửa sổ lệnh".
- Command History:** Shows the history of commands entered. A red arrow points to it with the label "Cửa sổ lịch sử lệnh".
- Toolbox Browser:** A pane on the left showing the MATLAB toolbox structure. A red arrow points to it with the label "Thanh công cụ".

The bottom of the slide features a banner for "HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG" (Posts & Telecommunications Institute of Technology) and the number 27.



Các cấu trúc cơ bản

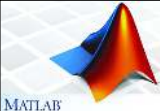
- Các biến MATLAB
 - Kiểu dữ liệu cơ bản: matrix
 - Định nghĩa các biến MATLAB:

```
>> x = 2.4
x =
    2.4000

>> vector = [1 5 -3]
vector =
     1     5    -3

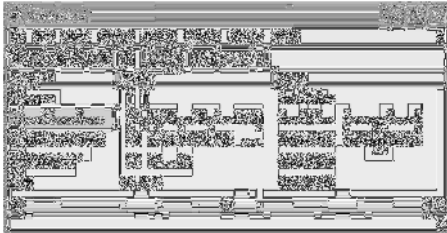
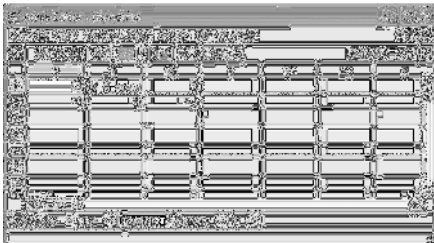
>> thematrix = [3 1+2*i 2;4 0 -5]
thematrix =
    3.0000    1.0000 + 2.0000i    2.0000
    4.0000         0         -5.0000
```

The bottom of the slide features a banner for "HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG" (Posts & Telecommunications Institute of Technology) and the number 28.




Các cấu trúc cơ bản

- Các biến MATLAB
 - Workspace:
 - Sử dụng lệnh *who* hoặc *whos* để kiểm tra biến
 - Để xóa biến sử dụng lệnh *clear*

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

29



Các cấu trúc cơ bản

- Các biến MATLAB
 - Xử lý các biến:


```
>> A = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
```

A =

1	2	3
4	5	6
7	8	9

```
>> A(:,1) = []
```

A =

2	3
5	6
8	9

```
>> B = A(2,:)
B =
    4    5    6
```

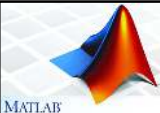
```
>> A(2,:) = []
```

A =

1	2	3
7	8	9

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

30



Các cấu trúc cơ bản

- Các biến MATLAB:
 - Bài tập:
 - Tạo các vector và ma trận trong MATLAB với các biến:

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & j & 1 \\ j & j+1 & -3 \end{pmatrix},$$

$$k = 2.75,$$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ -7 \\ -0.5 \end{pmatrix},$$

$$\vec{w} = (1 \quad -5.5 \quad -1.7 \quad -1.5 \quad 3 \quad -10.7),$$

$$\vec{y} = (1 \quad 1.5 \quad 2 \quad 2.5 \quad \dots \quad 100.5).$$
 - Khai triển ma trận M thành ma trận V 6x6: $V = \begin{pmatrix} M & M \\ M & M \end{pmatrix}$.
 Xóa hàng 2 và cột 3 từ ma trận V
 Tạo vector z từ hàng 4 của ma trận V
 Biến đổi giá trị tại V(4,2) thành j+5

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

31



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động số học
 - Các phép tính ma trận:


```
>> M = [1 2 3; 4 -1 2] % define 2x3-Matrix M
M =
     1     2     3
     4    -1     2

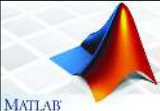
>> N = [1 2 -1; 4 -1 1; 2 0 1] % define 3x3-Matrix N
N =
     1     2    -1
     4    -1     1
     2     0     1

>> V = M*N % trying the product M*N
V =
    15     0     4
     4     9    -3

>> W = N*M % trying the product N*M
??? Error using ==> mtimes
Inner matrix dimensions must agree.
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

32



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động số học
 - Các phép tính theo phần tử: sử dụng . (dot) để phân biệt

```

>> M = [1 2 3; 4 -1 2]           % define 2x3-Matrix M

M =

     1     2     3
     4    -1     2

>> N = [1 -1 0; 2 1 -1]         % define 2x3-Matrix N

N =

     1    -1     0
     2     1    -1

>> M*N                           % Matrix product M*N
??? Error using ==> mtimes
Inner matrix dimensions must agree.

>> M.*N                          % term-by-term multiplication

```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

33



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động số học
 - Các phép tính chia: phân biệt chia trái (\) và chia phải (/)

```

>> A = [2 1; 1 1]               % Matrix A
>> Ainv = [1 -1; -1 2]          % inverse of A

A =

     2     1
     1     1

Ainv =

     1    -1
    -1     2

>> B = [-1 1; 1 1]              % Matrix B
>> Binv = [-1/2 1/2; 1/2, 1/2] % inverse of B

B =

    -1     1
     1     1

Binv =

    -0.5000    0.5000
     0.5000    0.5000

>> X1 = A/B                      % right division
>> Y1 = A\B                      % left division

X1 =

    -0.5000    1.5000
         0    1.0000

Y1 =

    -2.0000    -0.0000
     3.0000     1.0000

>> X2 = A*Binv                  % checking
>> Y2 = Ainv*B                  % checking

X2 =

    -0.5000    1.5000
         0    1.0000

Y2 =

     -2         0
         3         1

```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

34



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động số học
 - Các phép tính chia: phân biệt chia trái (\) và chia phải (/)

```

>> A = [2 1 ; 1 1]           % Matrix A
A =
     2     1
     1     1

>> b=[2; 1]                  % column vector b
b =
     2
     1

>> x = A\b                    % left division of A "by" b
x =
    1.0000
    0.0000

>> y = A/b                    % right division of A "by" b
??? Error using ==> mrdivide
Matrix dimensions must agree.

```

Here "left division," $\vec{x} = A \backslash \vec{b}$, obviously yields a *solution* (in this case unique) of the linear system of equations $A\vec{x} = \vec{b}$, as the following test shows:


35

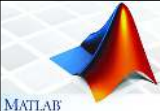

Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động số học
 - Bài tập:

- Tính tích 2 ma trận: $A = \begin{pmatrix} -1 & 3.5 & 2 \\ 0 & 1 & -1.3 \\ 1.1 & 2 & 1.9 \end{pmatrix}$ và $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1.5 & 1.5 & -3 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$,
- Dùng hoạt động ma trận để biến đổi từ $A = \begin{pmatrix} -1 & 3.5 & 2 \\ 0 & 1 & -1.3 \\ 1.1 & 2 & 1.9 \end{pmatrix}$ thành $C = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1.9 \end{pmatrix}$
- Tính ma trận đảo của M bằng phép chia

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

36



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động logic
 - Các hoạt động logic cho ra kết quả *true* (1) hoặc *false* (0)


```
>> A=[1 -3 ;0 0]      >> B=[0 5 ;0 1]      >> res=A&B
```

A =

1	-3
0	0

B =

0	5
0	1

res =

0	1
0	0

```
>> comp = A>B
```

comp =

1	0
0	0

help ops

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

37



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động logic
 - Các hoạt động logic cho ra kết quả *true* (1) hoặc *false* (0)


```
>> vect=[-2, 3, 0, 4, 5, 19, 22, 17, 1]
```

vect =

-2	3	0	4	5	19	22	17	1
----	---	---	---	---	----	----	----	---

```
>> compvect=2*ones(1, 9)
```

compcvect =

2	2	2	2	2	2	2	2	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

```
>> comp=vect>compcvect
```

comp =

0	1	0	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

```
>> res=vect(comp)
```

res =

3	4	5	19	22	17
---	---	---	----	----	----

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

38



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động logic
 - Các hoạt động logic cho ra kết quả *true* (1) hoặc *false* (0)

```
>> logiField1 = [true, true, false, true, false, true]
logiField1 =
    1     1     0     1     0     1

>> numField = [1, 1, 0, 1, 0, 1]
numField =
    1     1     0     1     0     1

>> logiField2 = logical(numField)
logiField2 =
    1     1     0     1     0     1

>> whos
      Name      Size      Bytes  Class
logiField1      1x6           6  logical array
logiField2      1x6           6  logical array
numField        1x6          48  double array
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

39



Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động logic
 - Bài tập:
 - Kiểm tra và giải thích kết quả hoạt động logic AND và OR giữa 2 ma trận trong bài tập 3.
 - Kiểm tra và giải thích kết quả hoạt động quan hệ giữa 2 vector:
 $\vec{x} = (1 \ -3 \ 3 \ 14 \ -10 \ 12)$ và $\vec{y} = (12 \ 6 \ 0 \ -1 \ -10 \ 2)$.
 - Cho ma trận:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 10 \\ -22 & 1 & 11 & -12 & 4 \\ 8 & 1 & 6 & -11 & 5 \\ 18 & 1 & 11 & 6 & 4 \end{pmatrix}.$$

Sử dụng các toán tử quan hệ để đặt các số hạng trong ma trận có giá trị > 10 và < -10 bằng 0.

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

40



Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm toán học
 - Các hoạt động được thực hiện theo từng phần tử `help elfun`

```
>> help asin

ASIN Inverse sine.
ASIN(X) is the arcsine of the elements of X. Complex
results are obtained if ABS(X) > 1.0 for some element.

See also sin, asind.

Overloaded functions or methods
(ones with the same name in other directories)
help sym/asin.m

Reference page in Help browser
doc asin
```

```
>> t=(0:1:5)

t =

     0     1     2     3     4     5

>> s=sin(t)

s =

     0     0.8415     0.9093     0.1411    -0.7568    -0.9589
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

41



Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm toán học
 - Các hoạt động được thực hiện theo từng phần tử

```
>> cnum=[1+j, j, 2*j, 3+j, 2-2*j, -j]

cnum =

Columns 1 through 3
1.0000 + 1.0000i    0 + 1.0000i    0 + 2.0000i

Columns 4 through 6
3.0000 + 1.0000i    2.0000 - 2.0000i    0 - 1.0000i

>> magn=abs(cnum)

magn =

1.4142    1.0000    2.0000    3.1623    2.8284    1.0000

>> phase=angle(cnum)

phase =

0.7854    1.5708    1.5708    0.3218   -0.7854   -1.5708

>> deg=angle(cnum)*360/(2*pi)

deg =

45.0000    90.0000    90.0000    18.4349   -45.0000   -90.0000
```

```
>> meas=[25.5 16.3 18.0; ...
        2.0 6.9 3.0; ...
        0.05 4.9 1.1]

>> dBmeas=20*log10(meas)

dBmeas =

25.5000    16.3000    18.0000    28.1308    24.2438    25.1055
 2.0000     6.9000     3.0000     6.0206    16.7770     9.5424
 0.0500     4.9000     1.1000   -26.0206    13.8039     0.8279
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

42




Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm toán học
 - Bài tập:
 - 9. Tính giá trị của tín hiệu: $s(t) = \sin(2\pi 5t) \cos(2\pi 3t) + e^{-0.1t}$ với vector thời gian từ 0 đến 10 có cỡ bước 0,1.
 - 10. Tính giá trị của tín hiệu: $s(t) = \sin(2\pi 5.3t) \sin(2\pi 5.3t)$ theo vector thời gian của bài 9.
 - 11. Làm tròn giá trị của vector: $s(t) = 20 \sin(2\pi 5t)$ về giá trị nguyên gần nhất theo vector thời gian của bài 9.
 - 12. Tính logarith cơ số 2 và 10 của vector:

$$\vec{b} = (1024 \ 1000 \ 100 \ 2 \ 1)$$


43

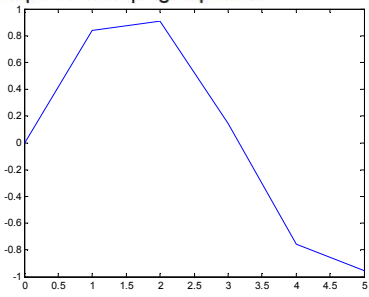


Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm đồ họa
 - Sử dụng: `help graph2d, help graph3d help graphics`
 - Vẽ đồ thị 2 D:

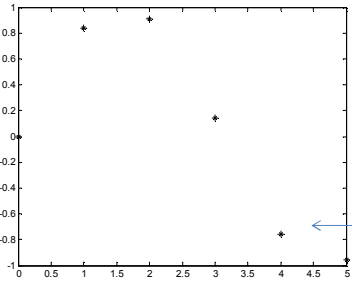

```


>> t = (0:1:5);
>> s = sin(t);
>> plot(t,s)
          
```

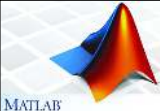


```

>> plot(t,s,'k*')
          
```




44

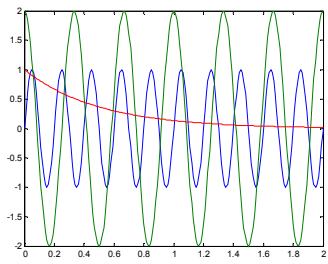
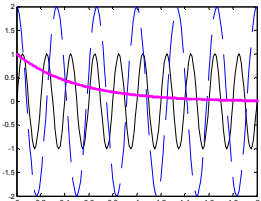


Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm đồ họa
 - Vẽ đồ thị 2D:


```

>> t=(0:0.01:2);
>> sinfct=sin(2*pi*5*t);
>> cosfct=2*cos(2*pi*3*t);
>> expfct=exp(-2*t);
>> plot(t,[sinfct; cosfct; expfct])
      
```

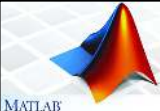
```

>> plot(t,sinfct,'k-', t, cosfct, 'b--', t, expfct, 'm.')
      
```



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

45

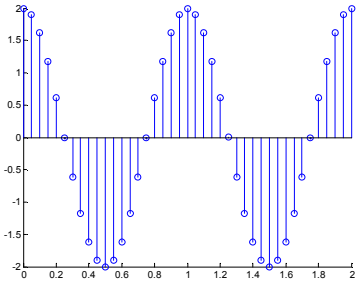
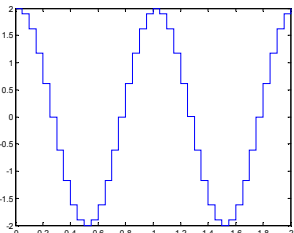


Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm đồ họa
 - Vẽ đồ thị 2D:


```

>> t=(0:0.05:2);
>> cosfct=2*cos(2*pi*t);
>> stem(t,cosfct)
>> box
      
```

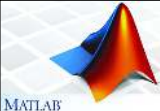
```

>> stairs(t,cosfct)
      
```



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

46

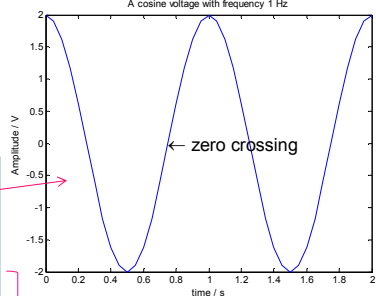
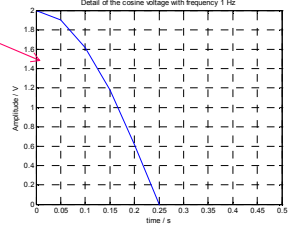



Các cấu trúc cơ bản

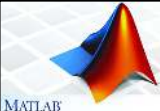
- Các hàm đồ họa
 - Các hàm

```

>> t=(0:0.05:2);
>> cosfct=2*cos(2*pi*t);
>> plot(t,cosfct)
>> xlabel('time / s')
>> ylabel('Amplitude / V')
>> text(0.75,0,'\leftarrow zero crossing','FontSize',18)
>> title('A cosine voltage with frequency 1 Hz')
>> figure % open a new window !
>> plot(t,cosfct)
>> xlabel('time / s')
>> ylabel('Amplitude / V')
>> grid % set grid frame
>> axis([0, 0.5, 0, 2]) % detail within interval [0, 0.5],
% but only amplitudes within
% the interval [0, 2]
>> title('Detail of the cosine voltage with frequency 1 Hz')
      
```


47



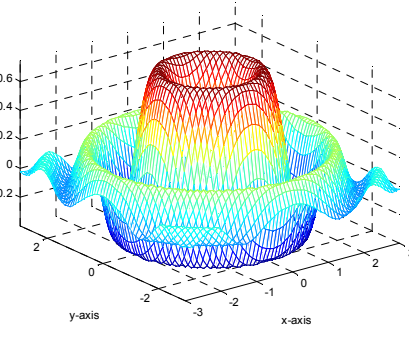
Các cấu trúc cơ bản


- Các hàm đồ họa
 - Vẽ đồ thị 3 D: sử dụng *mesh* hoặc *surf*

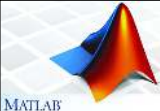
$$f(x,y) = \sin(x^2 + y^2)e^{-0.2(x^2+y^2)}$$

```

>> x=(-3:0.1:3); % grid frame in x direction
>> y=(-3:0.1:3)'; % grid frame in y direction
>> v=ones(length(x),1); % auxiliary vector
>> X=v*x; % grid matrix of the x values
>> Y=v*y'; % grid matrix of the y values
>> % function value
>> f=sin(X.^2+Y.^2).*exp(-0.2*(X.^2+Y.^2));
>> mesh(X,Y,f) % mesh plot with mesh
>> mxf = max(max(f)); % maximum value of the function
>> mif = min(min(f)); % minimum value of the function
>> axis([-3,3,-3,3,mif,mxf]) % adjust axes
>> xlabel('x-axis'); % label axes
>> ylabel('y-axis');
      
```

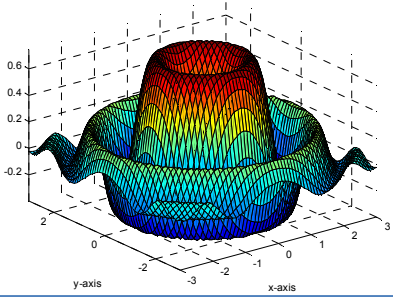



48



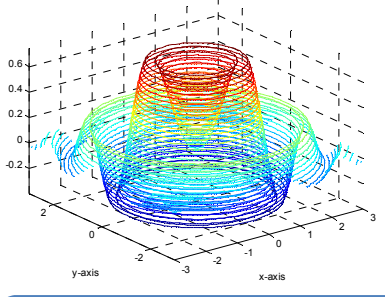
Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm đồ họa
 - Vẽ đồ thị 3 D:



```

      >> figure % new plot
      >> surf(x,y,f) % surface mesh plot with surf
      >> axis([-3,3,-3,3,mif,mxf]) % adjust axes
      >> xlabel('x-axis'); % label axes
      >> ylabel('y-axis');
    
```

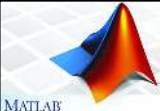


```

      >> contour3(x,y,f,30)
      >> axis([-3,3,-3,3,mif,mxf]) % adjust axes
      >> xlabel('x-axis'); % label axes
      >> ylabel('y-axis');
    
```

24/08/2021
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
49

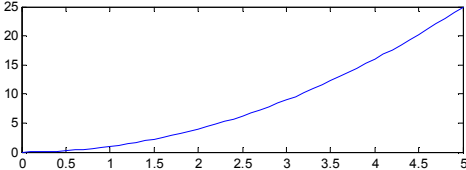
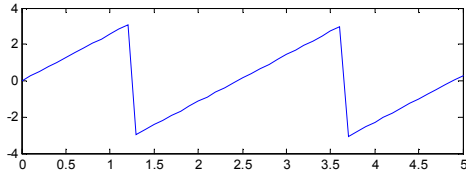
Posts & Telecommunications Institute of Technology



Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm đồ họa
 - Vẽ nhiều đồ thị:

$$f(t) = t^2 e^{jt}$$

```

    >> t=(0:0.1:5);
    >> f=(t.^2).*exp(j*t).*(j.^t); % * and ^ are field operations.
    >> subplot(211) % plot the top graph
    >> plot(t,abs(f))
    >> subplot(212) % plot the bottom graph
    >> plot(t,angle(f))
  
```

24/08/2021
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
50

Posts & Telecommunications Institute of Technology



Các cấu trúc cơ bản

- Các hàm đồ họa
 - Bài tập:

13. Cho vector tần số: $\omega = (0.01, 0.02, 0.03, 0.04, \dots, 5)$ rad/s, và các hàm truyền của một bộ tích phân và của một phần tử trễ thời gian bậc 1 tương ứng:

$$H(j\omega) = \frac{1}{j\omega} \quad H(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega},$$

thường gặp trong xử lý tín hiệu và kỹ thuật điều khiển. Hãy vẽ đồ thị biên độ của các hàm truyền này trên 2 hình riêng biệt.

Sử dụng các hàm semilogx, semilogy và loglog để thay đổi kết quả biểu diễn đồ thị theo các kiểu trục khác nhau. Xác định kiểu biểu diễn nào là tốt nhất.

14. Vẽ biên độ và pha của các hàm truyền cho ở bài 13 trên cùng một hình.

15. Tính và vẽ hàm $x^2 + y^2$ trong dải $[-2,2] \times [-1,1]$ sử dụng lưới có cỡ bước 0.2 theo chiều x và 0.1 theo chiều y.

16. Vẽ hình cầu có bán kính $R = 3$.

51

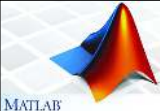


Các cấu trúc cơ bản

- Các hoạt động I/O
 - Sử dụng các lệnh *save* và *load*: để lưu hoặc nạp các dữ liệu từ file trong MATLAB.

```
>> save wsbackup                                help iofun,
>> save 'C:\ndnhan\matlab7\thevars' var1 var2 -V6
>> save thevarX.txt X -ASCII
>> load -ASCII thevarX.txt
```

52



Các cấu trúc cơ bản

- Điều khiển ma trận
 - Xem: `help elmat`

```
>> M = zeros(2,2)      >> N = ones(3,2)      >> x1 = [1,2,3,4,5,6];
                        >> v=zeros(length(x1),1)
```

M =

0	0
0	0

N =

1	1
1	1
1	1

v =

0
0
0
0
0
0

```
>> E5 = eye(5) % Tạo ma trận đơn vị
```

E5 =

1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	1

```
>> length(x1) % Xác định độ dài vector
```

ans =

6

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

53



Các cấu trúc cơ bản

- Điều khiển ma trận

```
>> B = E5; % store the matrix E5
>> B(:,2) = [ ] % empty the second column
```

B =

1	0	0	0
0	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

```
>> [rows, columns] = size(B) % determine sizes
```

rows =

5

columns =

4

```
>> M = [1 2; 3 -2; -1 4] % a 3x2 matrix
```

M =

1	2
3	-2
-1	4

```
>> N = M'
```

N =

1	3	-1
2	-2	4

% Chuyển vị ma trận

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

54



Các cấu trúc cơ bản

- Điều khiển ma trận

```
>> M = [i 2; 3 -j]      % a 2x2 matrix with complex terms  >> K = M.'
```

M =

```
      0 + 1.0000i    2.0000
      3.0000        0 - 1.0000i
```

K =

```
      0 + 1.0000i    3.0000
      2.0000        0 - 1.0000i
```

```
>> N = M'               % the transposed matrix
N =
```

```
      0 - 1.0000i    3.0000
      2.0000        0 + 1.0000i
```

```
>> M = [1 2; 3 -2; -1 4] % a 3x2 matrix
M =
```

```
      1      2
      3     -2
     -1      4
```

```
>> mVec = M(:)
>> N = repmat(M,2,2)
```

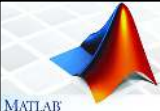
```
>> zVec = [0, 3, -1, 0, 1, 99]
zVec =
```

```
      0      3     -1      0      1     99
>> zVec(end) = [ ]
zVec =
```

```
      0      3     -1      0      1
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

55



Các cấu trúc cơ bản

- Các cấu trúc – *structures*
 - Ví dụ: Định nghĩa structure **Graphic**

```
>> Graphic.title = 'Example';
>> Graphic.xlabel = 'time / s';
>> Graphic.ylabel = 'voltage / V';
>> Graphic.num = 2;
>> Graphic.color = ['r', 'b'];
>> Graphic.grid = 1;
>> Graphic.xVals = [0,5];
>> Graphic.yVals = [-1,1];
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class
Graphic	1x1	1096	struct array

```
>> Graphic = setfield(Graphic, 'title', 'The next example')
>> Graphicempty = struct('title', [], 'xlabel', [], ...
    'ylabel', [], 'num', [], ...
    'color', [], 'grid', [], ...
    'xVals', [], 'yVals', [])
>> Grfarray = repmat(Graphicempty, 10, 1)
>> Thirdarray = Grfarray(3)
>> ttlString = Graphic.title
>> Graphic.title = 'Another example'
>> Grfarray(3).xVals = [0,10];
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

56



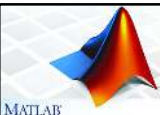
Các cấu trúc cơ bản

- Điều khiển ma trận và cấu trúc
 - Bài tập:
 17. Tạo vector $y = (1, 1.5, 2, \dots, 4.5, 5)$. Sử dụng hoạt động điều khiển ma trận phù hợp để đảo trật tự các số hạng của vector y để tạo ra vector $y_r = (5, 4.5, \dots, 1.5, 1)$.

Tạo vector z chỉ chứa các số nguyên từ vector y .
 18. Định nghĩa cấu trúc **color** với các trường dữ liệu *red*, *blue* và *green*. Sau đó định nghĩa một trường 1×20 của các cấu trúc kiểu này và khởi tạo thành phần *red* bằng giá trị 'yes', thành phần *blue* bằng giá trị 'no' và thành phần *green* với giá trị $[0, 256, 0]$

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

57



Lập trình trong MATLAB

- MATLAB Editor



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

58




Lập trình trong MATLAB

- Các thủ tục
 - Cung cấp các tập lệnh được thực hiện trong cửa sổ lệnh bằng một lệnh đơn giản.
 - Các chuỗi lệnh được viết bằng Editor và được lưu trong một *m-file* với tên sẽ được sử dụng để chạy trong cửa sổ lệnh.
 - Sử dụng lệnh *help* để kiểm tra sự tồn tại của hàm.

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

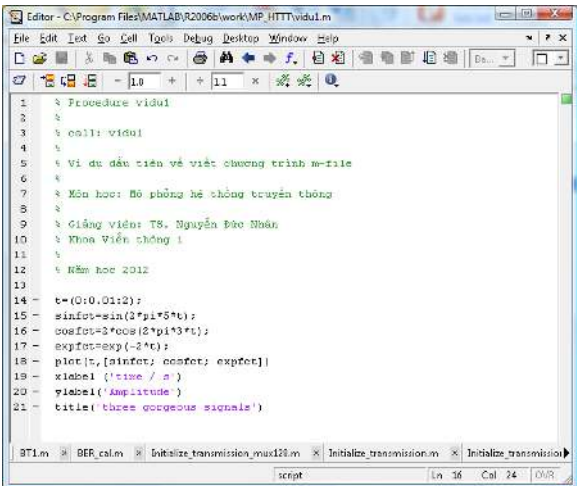
59



Lập trình trong MATLAB

- Các thủ tục

>> vidu1



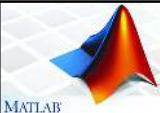
```

1 % Procedure vidu1
2 %
3 % call: vidu1
4 %
5 % Ví dụ đầu tiên về viết chương trình m-file
6 %
7 % Môn học: Bộ phận hệ thống truyền thông
8 %
9 % Giảng viên: TS. Nguyễn Đức Nhân
10 % Khoa Viễn thông 1
11 %
12 % Năm học 2012
13
14 t=(0:0.01:2);
15 sinfor=sin(2*pi*5*t);
16 cosfor=cos(2*pi*3*t);
17 expfor=exp(-2*t);
18 plot(t,[sinfor; cosfor; expfor]);
19 xlabel('time / s');
20 ylabel('Amplitude');
21 title('three damped signals');

```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

60



Lập trình trong MATLAB

- Các function
 - Cấu trúc:


```
function [out1, out2, ...] = funname(in1, in2, ...)
```

↑

Các tham số đầu ra

↑

Tên hàm

↑


Các tham số đầu vào

Lưu ý: Tên hàm phải trùng tên của *m-file* chứa hàm


Các biến trong *function* là các biến cục bộ

Gọi hàm ở cửa sổ lệnh:

```
>> [y1,y2,...] = funname(x1,x2,...) hoặc
>> funname(x1,x2,...)
```



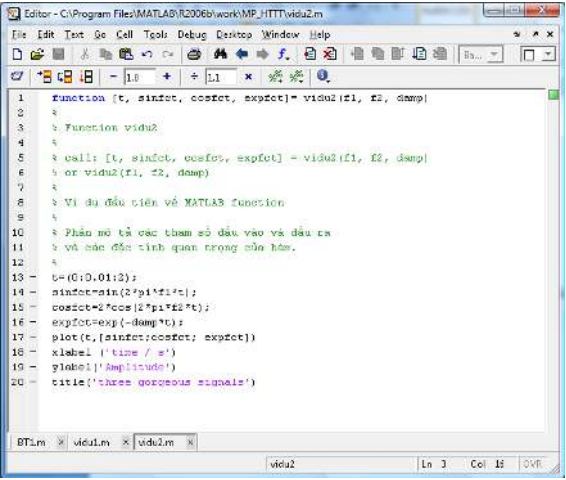
61




Lập trình trong MATLAB

- Các function

```
>> [t,s1,c1,e1] = vidu2(3,5,4);
```





62



Lập trình trong MATLAB

- Các thủ tục
 - Bài tập:

- Viết một chương trình MATLAB có tên *circle_prog.m* để thực hiện các hoạt động sau: vẽ đường tròn có bán kính $r = 3$, trả về các kết quả tính chu vi và diện tích hình tròn. (Hint: sử dụng lệnh *axis equal* để hiển thị đồ thị tốt hơn)
- Thay đổi chương trình trên để hiển thị kết quả với 5 số sau dấu phẩy. (Hint: có thể dùng lệnh *sprintf*)



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

63



Lập trình trong MATLAB

- Các cấu trúc ngôn ngữ MATLAB `help lang`

Programming language constructs.

Control flow.

- `if` - Conditionally execute statements.
- `else` - IF statement condition.
- `elseif` - IF statement condition.
- `end` - Terminate scope of FOR, WHILE, SWITCH, TRY and IF statements.
- `for` - Repeat statements a specific number of times.
- `while` - Repeat statements an indefinite number of times.
- `break` - Terminate execution of WHILE or FOR loop.
- `continue` - Pass control to the next iteration of FOR or WHILE loop.
- `switch` - Switch among several cases based on expression.
- `case` - SWITCH statement case.
- `otherwise` - Default SWITCH statement case.
- `try` - Begin TRY block.
- `catch` - Begin CATCH block.
- `return` - Return to invoking function.

Evaluation and execution.

- `...`
- `eval` - Execute string with MATLAB expression.
- `feval` - Execute function specified by string.
- `...`

Scripts, functions, and variables.

- `...`

Argument handling.

- `...`
- `nargin` - Number of function input arguments.
- `nargout` - Number of function output arguments.
- `varargin` - Variable length input argument list.
- `varargout` - Variable length output argument list.
- `...`

Message display.

- `error` - Display error message and abort function.
- `...`

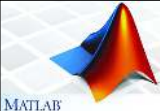
Interactive input.

- `...`
- `pause` - Wait for user response.
- `...`



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

64



Lập trình trong MATLAB

- Các cấu trúc ngôn ngữ MATLAB
 - Câu lệnh *if*:


```

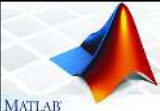
if expression1
    statements1
elseif expression2
    statements2
else
    statements3
end
          
```

```

if A > B
    disp('A lon hon B');
elseif A == B
    disp('A bang B');
else
    disp('A nho hon B');
end
          
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

65



Lập trình trong MATLAB

- Các cấu trúc ngôn ngữ MATLAB
 - Câu lệnh *for*:


```

for variable = expression
    statement
...
    statement
end
          
```

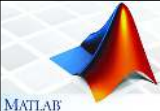
```

k = 10;
a = zeros(k,k) % Preallocate matrix
for m = 1:k
    for n = 1:k
        a(m,n) = 1/(m+n -1);
    end
end
          
```

Ví dụ tính giá trị phần tử trong ma trận

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

66



Lập trình trong MATLAB

- Các cấu trúc ngôn ngữ MATLAB
 - Câu lệnh *while*:



```
while expression
    statements
end
```

Ví dụ tìm nghiệm của một đa thức bằng phương pháp *bisection*

```
a = 0; fa = -Inf;
b = 3; fb = Inf;
while b-a > eps*b
    x = (a+b)/2;
    fx = x^3-2*x-5; ← Đa thức
    if sign(fx) == sign(fa)
        a = x; fa = fx;
    else
        b = x; fb = fx;
    end
end
x
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

67



Lập trình trong MATLAB

- Các cấu trúc ngôn ngữ MATLAB
 - Câu lệnh *switch-case*:

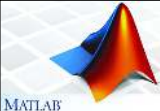

```
switch switch_expr
    case case_expr
        statement, ..., statement
    case {case_expr1, case_expr2, case_expr3, ...}
        statement, ..., statement
    otherwise
        statement, ..., statement
end
```

```
method = 'Bilinear';

switch lower(method)
    case {'linear','bilinear'}
        disp('Method is linear')
    case 'cubic'
        disp('Method is cubic')
    case 'nearest'
        disp('Method is nearest')
    otherwise
        disp('Unknown method.')
end
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

68



Lập trình trong MATLAB

- Các cấu trúc ngôn ngữ MATLAB
 - Câu lệnh *switch-case*:


```
function [t, sinfct, cosfct] = FSwitchIn(f1, f2, damp)
% function FSwitchIn
%
% call: [t, sinfct, cosfct] = FSwitchIn(f1, f2)
% or [t, sinfct, cosfct] = FSwitchIn(f1, f2, damp)
%
% An example of an MATLAB function with a variable
% number of input parameters

t=(0:0.01:2);

switch nargin
    case 2
        sinfct = sin(2*pi*f1*t);
        cosfct = 2*cos(2*pi*f2*t);
        plot(t,[sinfct; cosfct])
        xlabel('time / s')
        ylabel('Amplitude')
        title('sine and cosine oscillations')
    case 3
        sinfct = sin(2*pi*f1*t);
        cosfct = 2*cos(2*pi*f2*t);
        expfct = exp(-damp*t);
        plot(t,[sinfct; cosfct; expfct])
        xlabel('time / s')
        ylabel('Amplitude')
        title('three gorgeous signals')
    otherwise
        msg = 'The function FSwitchIn must have 2';
        msg = strcat(msg, ' or 3 input parameters!');
        error(msg);
end

if nargin < 3
    msg = 'The function FSwitchIn should return a time';
    msg = strcat(msg, ' vector and two sine signals!');
    error(msg);
end
```
 - Ví dụ sử dụng *nargin* và *nargout*

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

69



Lập trình trong MATLAB

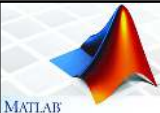
- Bài tập
 - Cho một hàm $f(x) = x^3/3 + 4x^2 + x - 6$ trong dải $-1 < x < 3$. Viết chương trình tìm nghiệm phương trình trên bằng phương pháp bisection với sử dụng 2 dự đoán ban đầu tại $x = 0$ và $x = 3$.
(Sử dụng lệnh *input* để cho phép nhập giá trị các tham số đầu vào từ bàn phím khi chạy chương trình)
 - Viết mã chương trình sử dụng vòng lặp để tính tích phân:

$$h(x) = \int_{-1.5}^{1.5} 4x^3 2e^x \cos(x) dx$$
 bằng phương pháp midpoint với số lượng điểm $N = 100$.
 - Viết mã chương trình sử dụng vòng lặp while để tính gần đúng $\sqrt{2}$ dựa trên phương pháp Newton dùng hệ thức đệ quy:

$$x_{n+1} = \frac{x_n^2 + 2}{2 \cdot x_n}, \quad x_0 = 2.$$
 Quá trình lặp thực hiện cho đến khi x_n thay đổi chỉ 0.0001.

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

70



Lập trình trong MATLAB

- Hàm *eval*
 - Sử dụng để đánh giá các chuỗi ký tự (*string*):

```
>> theCommands = ['x = 2.0; ', 'y = 3.0; ', 'z = x*y; ', 'whos']

theCommands =

x = 2.0; y = 3.0; z = x*y; whos

>> eval(theCommands)

Name          Size          Bytes   Class

theCommands    1x31           62   char array
x              1x1            8   double array
y              1x1            8   double array
z              1x1            8   double array

Grand total is 34 elements using 86 bytes

>> z

z =

     6
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

71



Lập trình trong MATLAB

- *Function handles*
 - Một *handle function* hoạt động như con trỏ đến hàm bằng việc sử dụng @ trước hàm đó

```
>> FH_Sin = @sin;
>> whos

Name          Size          Bytes   Class

FH_Sin        1x1           16   function_handle array

Grand total is 1 element using 16 bytes

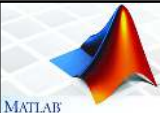
>> value = sin(2)      >> value = FH_Sin(2)      >> value = feval(FH_Sin, 2)

value =              value =              value =

    0.9093            0.9093            0.9093
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

72



Lập trình trong MATLAB

- **Function handles**
 - Ví dụ: Tính tích phân số bằng phương pháp điểm giữa

```
function [integral] = midpoint(a, b, F, N)
% Function midpoint
%
% sample call: integ = midpoint(0, 2, @myfun, 10)
%
% The present example calculates the integral of the function F,
% whose name is passed on as a function handle to midpoint, over
% the limits [a,b]. Midpoint rule is used to calculate the integral;

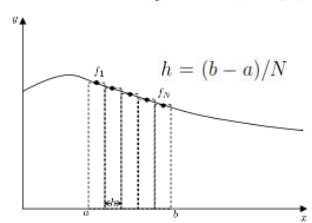
h=(b-a)/N;           % subinterval length
% intval=(a+h/2:h:a+(N-1/2)*h); % points marking subintervals
integral = F(a+h/2);  % F at the lower limit of the interval
%
For k=2:N
    xi = a + (k-1/2)*h;
    integral = integral+F(xi);
%    integral = integral+F(intval(i));
end;

integral = integral*h; % normalizing with h
```

$$\int_a^b f(x) dx \simeq \sum_{j=1}^N h f_j$$


$$= h \sum_{j=1}^N f_j$$

$$f_j = f(x_j)$$

$$j = 1 \dots N, x_j = a + (j - 1/2)h$$


HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology

73



Giải phương trình vi phân

- **Phương trình vi phân thường (ODE)**
 - Trong mô hình của các hệ thống động: các tham số là hàm của thời gian $y(t)$, vận tốc $\frac{dy}{dt}$ và gia tốc $\frac{d^2y}{dt^2}$
 - Thường hầu hết mô hình các hệ thống động, ta có thể rút gọn từ các phương trình vi phân bậc 2 về các phương trình vi phân bậc 1 có dạng:

$$\frac{d}{dt} y_i(t) = f(y_i(t))$$
 - Hệ thống được mô tả đầy đủ:

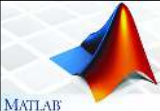
$$y(x_0) = y_0$$

$$\frac{d}{dx} y(x) = f(x, y(x))$$

Hàm f có thể là hàm tuyến tính hoặc phi tuyến của biến độc lập x và tham số phụ thuộc y .

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology

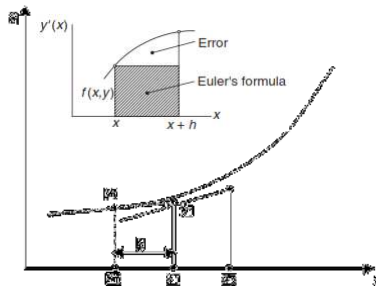
74



Giải phương trình vi phân

- Phương pháp Euler
 - Dựa trên gần đúng sai phân hữu hạn đối với đạo hàm

$$y(x+h) \simeq y(x) + hy^{(1)}(x)$$
 - Tổng quát: $y_{n+1} = y_n + hf(x_n, y_n) \quad n = 0, 1, 2, \dots$
 $x_{n+1} = x_0 + (n+1)h = x_n + h$




```

x(1) = x0;
y(1) = y0;

for k = 2:N % N – Number of steps
    x(k) = x(k-1) + h;
    y(k) = y(k-1) + Fdot(x(k-1), y(k-1))*h;
end;
          
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

75



Giải phương trình vi phân

- Phương pháp Euler biến đổi
 - Sử dụng chuỗi Taylor cho việc phân tích ODE xác định được:

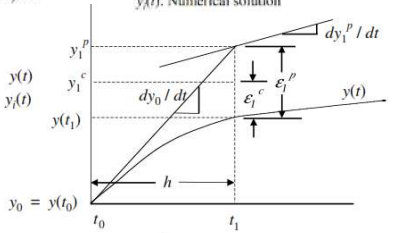
```

t(1) = t0;
y(1) = y0;
for k=2:N
    y1=y(k-1)+h*fdot(t(k-1),y(k-1));
    t1=t(k-1)+h;
    loopcount=0; diff=1;
    while abs(diff) > .05
        loopcount=loopcount+1;
        y2=y(k-1)+h*(fdot(t(k-1),y(k-1))+fdot(t1,y1))/2;
        diff=y1-y2; y1=y2;
    end;
    %collect values together for output
    t(k) = t1; y(k) = y1;
end;
          
```

$$\begin{aligned}
 y_{i+1} &= y_i + \frac{dy_i}{dt} h + \frac{d^2 y_i}{dt^2} \frac{h^2}{2!} \\
 &= y_i + \frac{dy_i}{dt} h + \frac{\frac{d^2 y_{i+1}}{dt^2} - \frac{d^2 y_i}{dt^2}}{h} \frac{h^2}{2!} \\
 &= y_i + \frac{dy_i}{dt} h + \left(\frac{d^2 y_{i+1}}{dt^2} - \frac{d^2 y_i}{dt^2} \right) \frac{h}{2!} \\
 &= y_i + \left(\frac{d^2 y_{i+1}}{dt^2} + \frac{d^2 y_i}{dt^2} \right) \frac{h}{2!}
 \end{aligned}$$

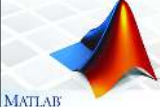
Stepping formulas:
 $y_{i+1}^p = y_i + (dy_i/dt)h$
 $y_{i+1}^c = y_i + \frac{(dy_i/dt) + (dy_{i+1}^p/dt)}{2} h$
 $\epsilon_{i+1}^p, \epsilon_{i+1}^c$: Truncation errors

$y(t)$: Exact solution
 $y_i(t)$: Numerical solution



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

76



Giải phương trình vi phân

- Phương pháp Runge-Kutta
 - Phương pháp RK bậc 2:

Lựa chọn $c_1, c_2, a_2 \rightarrow$ các pp RK khác nhau:

Khi $c_1 = 1/2, c_2 = 1/2, a_2 = 0 \rightarrow$ PP Euler biến đổi

Khi $c_1 = 0, c_2 = 1, a_2 = 1/2$: PP Midpoint

$$y_{i+1} = y_i + c_1 k_1 + c_2 k_2 = y_i + k_2$$

$$k_1 = f(y_i, t_i)h$$

$$k_2 = f(y_i + a_2 k_1, t_i + a_2 h)h$$

$$= f(y_i + (1/2)f(y_i, t_i)h, t_i + (1/2)h)h$$

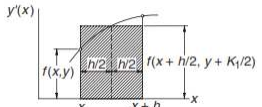
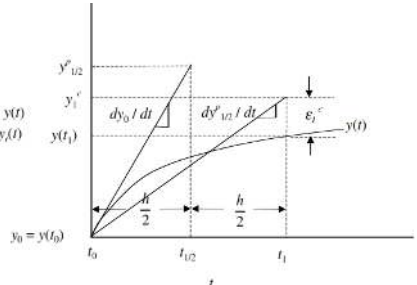
$$= f(y_i + (1/2)k_1, t_i + (1/2)h)h$$


Khi $c_1 = 1/4, c_2 = 3/4, a_2 = 2/3$:

$$y_{i+1} = y_i + (1/4)k_1 + (3/4)k_2$$

$$k_1 = f(y_i, t_i)h$$


$$k_2 = f(y_i + (2/3)k_1, t_i + (2/3)h)h$$



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

77



Giải phương trình vi phân

- Phương pháp Runge-Kutta
 - Phương pháp RK bậc 3:

$$y_{i+1} = y_i + c_1 k_1 + c_2 k_2 + c_3 k_3$$

$$k_1 = f(y_i, t_i)h$$

$$k_2 = f(y_i + a_2 k_1, t_i + a_2 h)h$$

$$k_3 = f(y_i + b_3 k_1 + (a_3 - b_3)k_2, t_i + a_3 h)h$$

$$c_1 + c_2 + c_3 = 1$$

$$c_2 a_2 + c_3 a_3 = 1/2$$

$$c_2 a_2^2 + c_3 a_3^2 = 1/3$$

$$c_3(a_3 - b_3)a_2 = 1/6$$


→

$$y_{i+1} = y_i + (2/8)k_1 + (3/8)k_2 + (3/8)k_3$$

$$k_1 = f(y_i, t_i)h$$

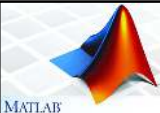
$$k_2 = f(y_i + (2/3)k_1, t_i + (2/3)h)h$$

$$k_3 = f(y_i + (2/3)k_2, t_i + (2/3)h)h$$



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

78



Giải phương trình vi phân

- Phương pháp Runge-Kutta
 - Phương pháp RK bậc 4:

$$K_1 = hF(x, y)$$

$$K_2 = hF\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{K_1}{2}\right)$$

$$K_3 = hF\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{K_2}{2}\right)$$

$$K_4 = hF(x + h, y + K_3)$$

$$y(x+h) = y(x) + \frac{1}{6}(K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4)$$


```

xSol(1) = x; ySol(1,:) = y;
k = 1;
while x < xStop
    k = k+1;
    K1 = h*feval(Fdot,x,y);
    K2 = h*feval(Fdot,x + h/2,y + K1/2);
    K3 = h*feval(Fdot,x + h/2,y + K2/2);
    K4 = h*feval(Fdot,x+h,y + K3);
    y = y + (K1+2*K2+2*K3+K4)/6;
    x = x+h;
    xSol(k) = x; ySol(k,:) = y; % Store current soln.
end

```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

79



Giải phương trình vi phân

- Phương pháp Runge-Kutta
 - Tập các hàm giải phương trình vi phân trong MATLAB:

Solver	Solves These Kinds of Problems	Method
ode45	Nonstiff differential equations	Runge-Kutta
ode23	Nonstiff differential equations	Runge-Kutta
ode113	Nonstiff differential equations	Adams
ode15s	Stiff differential equations and DAEs	NDFs (BDFs)
ode23s	Stiff differential equations	Rosenbrock
ode23t	Moderately stiff differential equations and DAEs	Trapezoidal rule
ode23tb	Stiff differential equations	TR-BDF2
ode15i	Fully implicit differential equations	BDFs

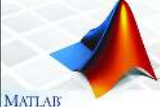
$[T,Y] = \text{solver}(\text{odefun}, \text{tspan}, y_0)$

$[T,Y] = \text{solver}(\text{odefun}, \text{tspan}, y_0, \text{options})$

Ví dụ: $[t,y] = \text{ode45}(\text{myfun}, [t_0 \text{ tf}], y_0);$

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

80



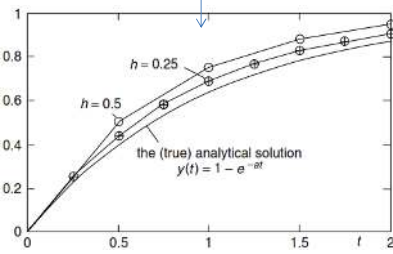
Giải phương trình vi phân


- Ví dụ:
 - Cho ODE bậc 1: $y'(t) + a y(t) = r$ with $y(0) = y_0$


Nghiệm giải tích: $y(t) = \left(y_0 - \frac{r}{a}\right)e^{-at} + \frac{r}{a}$

```
% Euler method to solve a 1st-order differential equation
clear, clf
a=1;r=1;y0=0; tf=2;
t = [0:0.01:tf]; yt=1-exp(-a*t); % true analytical solution
plot(t,yt,'k'), hold on
klasts = [8 4 2]; hs = tf./klasts;
y(1) = y0;
for itr = 1:3 %with various step size h = 1/8, 1/4, 1/2
    klast = klasts(itr); h = hs(itr); y(1)=y0;
    for k = 1:klast
        y(k+1) = (1 - a*h)*y(k) + h*r; % Euler's formula
        plot([k-1 k]*h,[y(k) y(k+1)],'b', k*h,y(k+1),'ro')
    if k<4, pause; end
    end
end
```

Nghiệm thu được tại các cỡ bước khác nhau




81



Giải phương trình vi phân

- Ví dụ:
 - Dao động con lắc:

$$\ddot{\alpha}(t) = -\frac{g}{l} \cdot \sin(\alpha(t)), \quad g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

$$\begin{aligned} \alpha_1(t) &:= \alpha(t), & \dot{\alpha}_1(t) &= \alpha_2(t), \\ \alpha_2(t) &:= \dot{\alpha}(t), & \dot{\alpha}_2(t) &= -\frac{g}{l} \cdot \sin(\alpha_1(t)) \end{aligned}$$

Điều kiện ban đầu:

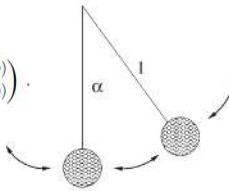
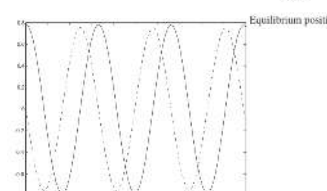
$$\vec{\alpha}(0) = \begin{pmatrix} \alpha(0) \\ \dot{\alpha}(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1(0) \\ \alpha_2(0) \end{pmatrix}.$$

Hàm pendde.m [alphadot] = pendde(t,alpha)


```
%% Setting constants
l=10; % pendulum length
g=9.81; % acceleration of gravity m/s^2

%% Preliminary initialization
alphadot = [0;0];

%% Representation of the differential equation
% the first first order equation
alphadot(1) = alpha(2);
% the second first order equation
alphadot(2) = -(g/l)*sin(alpha(1));
```

```
>> [t, solution] = ode23(@pendde, [0, 20], [pi/4,0]);
>> plot(t, solution(:,1),'r-',t, solution(:,2),'g-')
```


82



Giải phương trình vi phân

- Bài tập:
 24. Viết chương trình tìm nghiệm ptr vi phân: $y'(t) + a y(t) = r$ với $a = 1$, $r = 1$ và $y(0) = 0$ bằng phương pháp Euler biến đổi với cỡ bước $h = 0.25$. Xác định sai số so với nghiệm giải tích tại 2 thời điểm $t = 1$ và $t = 2$.
 25. Tương tự bài tập 24 nhưng sử dụng phương pháp RK bậc 3.
 26. Tương tự bài tập 24 nhưng sử dụng phương pháp RK bậc 4.
 27. Cho sơ đồ mạch RC hình bên:




Điện áp đầu ra của hệ thống tuân theo ptr vi phân tuyến tính:

$$\frac{d}{dt}u(t) = -\frac{1}{RC}u(t) + \frac{1}{RC}u_1(t).$$

Hãy viết chương trình tìm nghiệm của ptr này trong khoảng $[0, 3]$ s bằng phương pháp RK bậc 4, biết $C = 4.7\mu\text{F}$ và $R = 10\text{ k}\Omega$. Hàm $u_1(t)$ là hàm bậc đơn vị. Sau đó so sánh kết quả với nghiệm thu được bằng việc sử dụng lệnh `ode45`.

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology

83



Tính toán dạng biểu tượng

- Symbolics toolbox: `help symbolic.`
- Ví dụ: $f(x, y) = \sin(xy^2) \cos(vxy)$

```

>> syms x y v
>> whos
  Name      Size      Bytes  Class
  v         1x1         126   sym object
  x         1x1         126   sym object
  y         1x1         126   sym object
Grand total is 6 elements using 378 bytes
>> f = sin(x*y^2)*cos(v*x*y)    % defining the function

f =
sin(x*y^2)*cos(v*x*y)

>> % differentiate with respect to symbol y
>> dfy = diff(f,'y')
dfy =
2*cos(x*y^2)*x*y*cos(v*x*y) - sin(x*y^2)*sin(v*x*y)*v*x

>> % differentiate with respect to symbol v
>> dfv = diff(f,'v')
dfv =
-sin(x*y^2)*sin(v*x*y)*x*y
  
```

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology

84