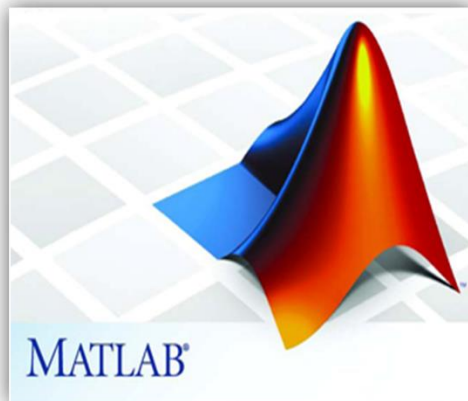




Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

«Εισαγωγή στο Matlab»



Παρασκευάς Μιχάλης
Καθηγητής

Φεβρουάριος 2024

Έκδοση: 5.0

Πίνακας περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	4
2.	Το Περιβάλλον εργασίας του MATLAB	4
3.	Εισαγωγή στη γλώσσα του MATLAB	5
3.1	Δημιουργία Μεταβλητών (variables)	5
3.1.1	Προκαθορισμένες μεταβλητές και σταθερές	6
3.2	Βασικές Πράξεις	7
3.3	Βασικές Εντολές	8
3.3.1	Εντολές Μορφοποίησης εξόδου	9
3.4	Συναρτήσεις	10
4.	Πίνακες	11
4.1	Ορισμός πινάκων	11
4.2	Απλή Δήλωση πινάκων	11
4.3	Δήλωση πινάκων με συναρτήσεις	12
4.4	Ορισμός Πινάκων με βήμα	13
4.5	Πράξεις Πινάκων	14
4.6	Διανύσματα Στήλης	15
5.	Εισαγωγή στα M-Files	16
5.1	Αρχεία Εντολών (script)	16
5.2	Συναρτήσεις ορισμένες από το χρήστη (functions)	17
5.3	Βασικές εντολές της γλώσσας προγραμματισμού	18
6.	Γραφικές Παραστάσεις	21
6.1	Η Συνάρτηση plot()	22
6.2	Συνάρτηση ezplot()	25
6.3	Η Εντολή fplot()	27
6.4	Συνάρτηση stem()	28
7.	Άλυτες Ασκήσεις	29

1. Εισαγωγή

Το MATLAB αποτελεί μια υψηλού επιπέδου γλώσσα. Το όνομα του προέρχεται από τα αρχικά γράμματα των λέξεων MATtrix LABoratory (εργαστήριο πινάκων). Το MATLAB (MathWorks Inc.) παρέχει ένα δυναμικό, εύχρηστο και ανοικτό υπολογιστικό περιβάλλον για υλοποίηση επιστημονικών εφαρμογών σε ένα μεγάλο φάσμα πεδίων, όπως: Επεξεργασία Σημάτων, Μαθηματικά, Γραφικά κ.α.

Το περιβάλλον του Matlab υποστηρίζει ένα μεγάλο αριθμό ενδογενών λειτουργιών και συναρτήσεων καθώς και εξωτερικές βιβλιοθήκες (Toolboxes) για εξειδικευμένες περιοχές εφαρμογών.

- DSP Toolbox
- Signal Processing Toolbox
- Statistics Toolbox
- Image Processing Toolbox
- Neural Network Toolbox

* Όλα τα διαθέσιμα Toolbox: <http://www.mathworks.com/products/>

Υποστηρίζει μια ευέλικτη, απλή και δομημένη γλώσσα προγραμματισμού (script language) με πολλές ομοιότητες με την Pascal και παρέχει δυνατότητες εύκολης δημιουργίας, διασύνδεσης και χρήσης βιβλιοθηκών (M-files).

Το Matlab εκτελεί από απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς μέχρι και προγράμματα (με GUI), χρησιμοποιώντας εντολές παρόμοιες με αυτές που υποστηρίζει μια γλώσσα υψηλού επιπέδου.

Εκτελεί απλές μαθηματικές πράξεις, αλλά εξίσου εύκολα χειρίζεται μιγαδικούς αριθμούς, δυνάμεις, ειδικές μαθηματικές συναρτήσεις, πίνακες, διανύσματα και πολυώνυμα.

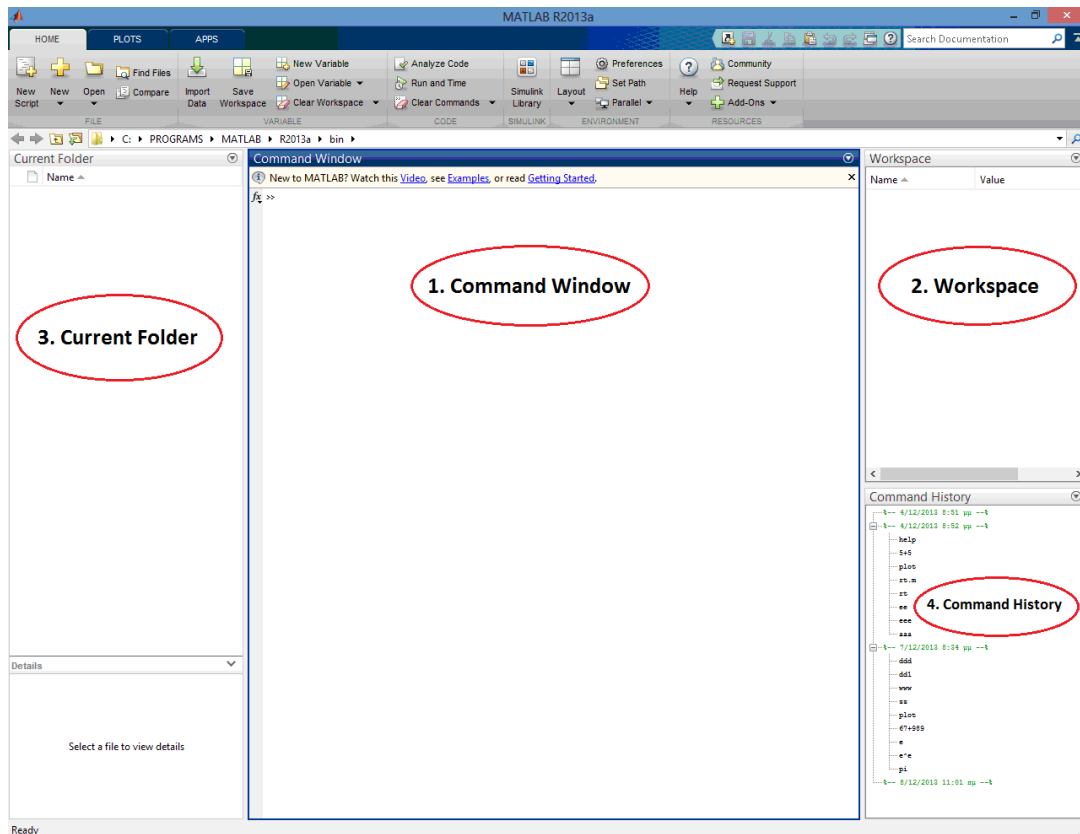
Μπορεί επίσης να αποθηκεύει και να ανακαλεί δεδομένα, να δημιουργεί και να εκτελεί ακολουθίες εντολών που αυτοματοποιούν διάφορους υπολογισμούς και να σχεδιάζει γραφικά.

2. Το Περιβάλλον εργασίας του MATLAB

Ο παρόν εργαστηριακός οδηγός αναφέρεται στην έκδοση MATLAB R2013.

Η βασική δομή του περιβάλλοντος εργασίας αποτελείται από τέσσερα επιμέρους τμήματα (Εικόνα 1):

1. **Το παράθυρο εντολών (Command Window):** Είναι ο χώρος στον οποίο εισάγονται οι εντολές μας μετά την προτροπή (prompt) . Τα αποτελέσματα επίσης τυπώνονται στο παράθυρο αυτό (προεπιλογή). Χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα ↓↑ εμφανίζουμε την προηγούμενη εντολή.
2. **Τον χώρο εργασίας (Workspace):** Είναι ο χώρος στον οποίο μπορούμε να δούμε τις μεταβλητές και τα αντικείμενα που έχουν δημιουργηθεί. Το Matlab θυμάται παλαιότερες τιμές και μεταβλητές.



Εικόνα 1: Το Γραφικό Περιβάλλον του MATLAB

3. **Τον τρέχοντα φάκελο (Current Folder):** Ότι αρχεία M-File (Script ή συναρτήσεις) υπάρχουν στον τρέχοντα φάκελο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο παράθυρο εντολών (Command Window).
4. **Το ιστορικό εντολών (Command History):** Είναι ο χώρος στον οποίο εμφανίζονται οι εντολές με την σειρά που έχουν εκτελεστεί.

3. Εισαγωγή στη γλώσσα του MATLAB

Η γλώσσα προγραμματισμού του MATLAB είναι κατά βάση μια γλώσσα χειρισμού βαθμωτών μεγεθών, διανυσμάτων και πινάκων.

3.1 Δημιουργία Μεταβλητών (variables)

Βασική δομή του Matlab (ως γλώσσα προγραμματισμού) είναι ο πίνακας. Άλλωστε από τον συνδυασμό των λέξεων του (Matlab: Matrix Laboratory) προκύπτει και το όνομα του. Αυτό σημαίνει ότι οι αριθμοί αναπαριστώνται ως πίνακες διάστασης 1×1 και τα διανύσματα εκφράζονται σαν πίνακες διάστασης $1 \times N$ [γραμμές \times στήλες]. Στην Matlab δεν χρειάζεται να δηλώσουμε τις μεταβλητές (πίνακες) πριν τους θέσουμε κάποια τιμή. Η εκχώρηση τιμής σε μια μεταβλητή γίνεται με το σύμβολο =.

Παράδειγμα 1

Εντολές Matlab	Αποτέλεσμα Matlab	Περιγραφή
X=1.234	X = 1.2340	Θέσαμε την τιμή 1.234 στη μεταβλητή X.
x=5	x = 5	Θέσαμε την τιμή 5 στη μεταβλητή x.
A=X+x	A = 6.2340	Εκχωρήσαμε την πρόσθεση των μεταβλητών X και x στη μεταβλητή A.
B=X*x	B = 6.1700	Εκχωρήσαμε το γινόμενο των μεταβλητών X και x στη μεταβλητή B.

Προσοχή! Στο MATLAB οι μεταβλητές είναι 'case sensitive', δηλαδή οι κεφαλαίοι και οι πεζοί χαρακτήρες προσδιορίζουν διαφορετικές μεταβλητές.

3.1.1 Προκαθορισμένες μεταβλητές και σταθερές

Εκτός από τις μεταβλητές που δημιουργεί ο χρήστης, υπάρχουν προκαθορισμένες μεταβλητές και σταθερές με ειδική σημασία οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Μεταβλητή	Τιμή
ans	Το αποτέλεσμα κάθε αριθμητικής πράξης
pi	Ο αριθμός π
eps	Ο κοντινότερος αριθμός στο μηδέν
inf	Άπειρο
NaN	Όχι αριθμός (π.χ. 0/0)
i και j	$i = j = \sqrt{-1}$ (φανταστική μονάδα)
realmin	Ο μικρότερος θετικός πραγματικός αριθμός
realmax	Ο μεγαλύτερος θετικός πραγματικός αριθμός

Παράδειγμα 2

```

pi
ans =
3.1416
    
```

Παρατήρηση: Το MATLAB επιστρέφει την τιμή του π με τέσσερα δεκαδικά ψηφία. Όμως, υπάρχουν εντολές με τις οποίες μπορούμε να αλλάξουμε τον τρόπο με τον οποίο το MATLAB απεικονίζει μία μεταβλητή, χωρίς βέβαια να επηρεάζει την τιμή της. Τέτοιες εντολές θα δούμε στη συνέχεια του εργαστηριακού οδηγού.

3.2 Βασικές Πράξεις

Το MATLAB μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν απλή αριθμομηχανή, πραγματοποιώντας τις πράξεις στο Command Window. Για τις βασικές πράξεις χρησιμοποιούνται τα σύμβολα του παρακάτω πίνακα:

Σύμβολο	Αλγεβρική Πράξη
+	Πρόσθεση
-	Αφαίρεση
*	Πολλαπλασιασμός
.*	Πολλαπλασιασμός πινάκων κατά στοιχείο
\	Αριστερή Διαίρεση
/	Δεξιά Διαίρεση
./	Διαίρεση πινάκων κατά στοιχείο
^	Ύψωση σε δύναμη (π.χ $2^3 = 2^3$)
.^	Ύψωση σε δύναμη πίνακα κατά στοιχείο
'	Αντιστροφή
()	Παρενθέσεις
=	Εκχώρηση τιμής σε μεταβλητή

Οι πράξεις αυτές ισχύουν για αριθμούς και για πίνακες (εκτός της διαίρεσης) με την αλγεβρική τους σημασία.

Παράδειγμα 3

Εντολές Matlab	Αποτέλεσμα Matlab
2+3	ans = 5
4*5	ans = 20
5-2*2	ans = 1
5/3	ans = 1.6667
2^6	ans = 64
((31+2)*3-5)/3	ans = 31.3333
c1=1+2i; c2=2+3i; c1*c2	ans = -4.0000 + 7.0000i
c1=1+2i; c2=2+3i; c1*c2' (γινόμενο επί συζυγή)	ans = 8.0000 + 1.0000i

Η μεταβλητή «ans= απάντηση» δέχεται πάντα και εμφανίζει στην οθόνη το αποτέλεσμα της τελευταίας δοθείσας εντολής.

Άλλοι τελεστές

Σύμβολο	Λειτουργία
,	Διαχωριστής στοιχείων
;	Διαχωριστής γραμμών κατά τη δημιουργία πίνακα
%	Εισαγωγή σχολίων
==	Ισότητα
~=	Ανισότητα
<	Μικρότερο
>	Μεγαλύτερο
>=	Μεγαλύτερο ή ίσο
<=	Μικρότερο ή ίσο
~	Λογικό "ΟΧΙ"
	Λογικό "Η"
&	Λογικό "ΚΑΙ"
xor	Αποκλειστικό "Η"

3.3 Βασικές Εντολές

Το MATLAB διαθέτει πληθώρα εντολών για βασικές λειτουργίες, όπως:

Εντολή	Περιγραφή	Παράδειγμα στο Matlab
clear	Καθαρίζει τα περιεχόμενα του Workspace.	
clc	Καθαρίζει το Command Window.	
who	Εμφανίζει τις μεταβλητές που έχουν οριστεί.	Your variables are: a f
whos	Επισκόπηση των μεταβλητών που έχουν οριστεί στο Workspace.	Name Size Bytes Class Attributes a 1x1 8 double f 1x1 8 double
helpwin	Εμφανίζει τη βοήθεια του Matlab	
help <εντολή> ή <συνάρτηση>	Εμφανίζει τη βοήθεια για μια συγκεκριμένη εντολή ή συνάρτηση.	help rand help cos help pi
help [elfun elmat]	Εμφανίζει είτε τις βασικές μαθηματικές συναρτήσεις (elfun) είτε τις βασικές συναρτήσεις διαχείρισης πινάκων.	help elfun help elmat
type <συνάρτηση>	Εμφανίζει τον κώδικα της συγκεκριμένης συνάρτησης.	type random

lookfor <κλειδί>	Αναζήτηση συναρτήσεων βάσει μιας λέξης κλειδί.	lookfor cos lookfor random
doc <όνομα>	Ανοίγει το αρχείο τεκμηρίωσης του Matlab για τη συγκεκριμένη συνάρτηση που έχουμε προσδιορίσει.	doc cos doc sin doc pi doc lookfor

3.3.1 Εντολές Μορφοποίησης εξόδου

Στο παράδειγμα 2 είδαμε ότι το MATLAB επιστρέφει την τιμή του π με τέσσερα δεκαδικά ψηφία. Όμως, υπάρχουν εντολές με τις οποίες μπορούμε να αλλάξουμε τον τρόπο με τον οποίο το MATLAB απεικονίζει μία μεταβλητή, χωρίς βέβαια να επηρεάζει την τιμή της. Τέτοιες εντολές τις βλέπουμε στον ακόλουθο πίνακα:

Μορφοποίηση εξόδου	Ερμηνεία	Εντολή	Παράδειγμα
format compact	Πυκνή απεικόνιση χωρίς ενδιάμεσες κενές γραμμές	format compact pi	ans = 3.1416
format loose	Αραιή απεικόνιση με ενδιάμεσες κενές γραμμές	format loose pi	ans = 3.1416
format	Προεπιλογή του MATLAB. Ισοδύναμη με το format short	format pi	ans = 3.1416
format long	Σταθερή υποδιαστολή με 15 σημαντικά ψηφία μετά την υποδιαστολή	format long pi	ans = 3.14159265358 9793
format short	Σταθερή υποδιαστολή με 4 σημαντικά ψηφία μετά την υποδιαστολή	format short pi	ans = 3.1416
format short e	Κινητή υποδιαστολή με 4 σημαντικά ψηφία μετά την υποδιαστολή	format short e pi	ans = 3.1416e+00
format long e	Κινητή υποδιαστολή με 15 σημαντικά ψηφία μετά την υποδιαστολή	format long e pi	ans = 3.14159265358 9793e+00
format short g	Η προτιμότερη από τις επιλογές της σταθερής και κινητής υποδιαστολής με 4 σημαντικά ψηφία μετά την υποδιαστολή	format short g pi	ans = 3.1416
format long g	Η προτιμότερη από τις επιλογές της σταθερής και κινητής υποδιαστολής με 15 σημαντικά ψηφία μετά την υποδιαστολή	format long g pi	ans = 3.14159265358 979

format hex	Δεκαεξαδική μορφή	format hex pi	ans = 400921fb54442 d18
format bank	Τραπεζικός συμβολισμός (μόνο 2 δεκαδικά ψηφία για τα σεντ)	format bank pi	ans = 3.14
format rat	Προσέγγιση αριθμών με κλάσματα μικρών ακέραιων	format rat pi	ans = 355/113

3.4 Συναρτήσεις

Το MATLAB διαθέτει πληθώρα συναρτήσεων για μαθηματικούς υπολογισμούς και τριγωνομετρικές συναρτήσεις, επεξεργασία σημάτων, δημιουργία φίλτρων και για πολλές άλλες λειτουργίες. Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται ορισμένες από αυτές.

Εντολή MATLAB	Περιγραφή	Παράδειγμα στο Matlab
sqrt()	Επιστρέφει την τιμή της τετραγωνικής ρίζας του ορίσματος.	sqrt(121) ans = 11
abs()	Επιστρέφει την απόλυτη τιμή του ορίσματος.	abs(-2) ans = 2
imag()	Επιστρέφει το φανταστικό μέρος ενός μιγαδικού αριθμού.	imag(3+5i) ans = 5
real()	Επιστρέφει το πραγματικό μέρος ενός μιγαδικού αριθμού.	real(3+5i) ans = 3
sin()	Επιστρέφει την τιμή του ημιτόνου που εμείς θέτουμε σαν όρισμα.	sin(pi/4) ans = 0.7071
cos()	Επιστρέφει την τιμή του συνημίτονου που θέτουμε σαν όρισμα.	cos(pi) ans = -1
tan()	Επιστρέφει την τιμή της εφαπτομένης που θέτουμε σαν όρισμα.	tan(pi/4) ans = 1.0000
atan()	Επιστρέφει την τιμή του τόξου της εφαπτομένης που θέτουμε σαν όρισμα.	atan(pi/4) ans = 0.6658
log10()	Επιστρέφει την τιμή του λογάριθμου με βάση το 10 του ορίσματος.	log10(1000) ans = 3
log2()	Επιστρέφει την τιμή του λογάριθμου με βάση το 2 του ορίσματος.	log2(64) ans = 6
exp()	Επιστρέφει την τιμή της σταθεράς e (=2,71828182845904) υψωμένη σε μια δύναμη που θέτουμε σαν όρισμα.	exp(1) ans = 2.7183

		<pre>exp(2) ans = 7.3891 ή exp(1)^2 ans = 7.3891</pre>
reallog(exp())	<p>Επιστρέφει την τιμή του λογάριθμου με βάση το e, που θέτουμε σαν όρισμα.</p> $\log_e(x) = \ln(x)$	<pre>reallog(exp(1)) ans = 1</pre>

4. Πίνακες

4.1 Ορισμός πινάκων

Οι πίνακες αποτελούν τις κύριες μεταβλητές της MATLAB και μπορούμε πολύ εύκολα να τους δημιουργήσουμε και να διαχειριστούμε. Ένας πίνακας περιέχει περισσότερες από μία θέσεις, άρα μπορεί να αποθηκεύσει ταυτόχρονα πολλές τιμές. Στην επεξεργασία σημάτων είναι εξαιρετικά χρήσιμοι. Ένας πίνακας $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ εισάγεται στο MATLAB ως εξής:

$$p = [p_1, p_2, \dots, p_n] \text{ ή } p = [p_1 \ p_2 \ \dots \ p_n]$$

δηλαδή οι τιμές των στοιχείων του πίνακα βρίσκονται ανάμεσα σε αγκύλες (όχι παρενθέσεις) και διαχωρίζονται από κόμματα ή απλώς με διαστήματα.

Παράδειγμα 4

<pre>[1 3 5 7] ans = 1 3 5 7</pre>	<pre>A = [1 3 5 7] A = 1 3 5 7</pre>
<pre>[1,3,5,7] ans = 1 3 5 7</pre>	

4.2 Απλή Δήλωση πινάκων

Χρησιμοποιώντας το σύμβολο του ερωτηματικού «;» μπορούμε να αλλάξουμε γραμμή ή να ολοκληρώσουμε την εισαγωγή των στοιχείων του πίνακα.

Παράδειγμα 5

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>A = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]</pre>	<pre>A = 1 2 3 4 5 6 7 8 9</pre>
<pre>B = [1 2 4 6 8 10]; C = [3 6 9 11 14 17]; D = [1,2,3,4,5,6];</pre>	

E = [B;C]	E = 1 2 4 6 8 10 3 6 9 11 14 17
F = E'	F = 1 3 2 6 4 9 6 11 8 14 10 17
D = [1-i 2+3*i] {Δημιουργία πίνακα μιγαδικών} d' {Μετατροπή σε ανάστροφο με συζυγή στοιχεία}	d = 1.0000 - 1.0000i 2.0000 + 3.0000i ans = 1.0000 + 1.0000i 2.0000 - 3.0000i

Σημείωση: Παρατηρείστε ότι με το κενό ή με το κόμμα χωρίζουμε τις στήλες ενώ με το ερωτηματικό « ; » τις γραμμές.

4.3 Δήλωση πινάκων με συναρτήσεις

Μπορούμε να δηλώσουμε πίνακες και να καταχωρήσουμε συγκεκριμένες τιμές σε αυτούς, χρησιμοποιώντας ενσωματωμένες συναρτήσεις του Matlab. Οι σημαντικότερες από αυτές φαίνονται στον πίνακα:

Συνάρτηση	Ερμηνεία
zeros(m,n)	Μηδενικός πίνακας
ones(m,n)	Πίνακας με 1 σε όλες τις θέσεις
rand(m,n)	Ομοιόμορφα ψευδο-τυχαίος πίνακας
randn(m,n)	Κανονικά ψευδο-τυχαίος πίνακας
eye(m,n)	Πίνακας με 1 στη κύρια διαγώνιο και 0 αλλού

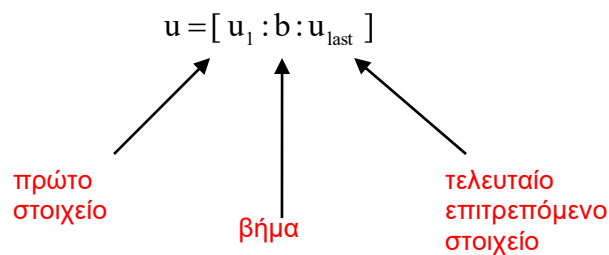
Παράδειγμα 6

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
zeros(4,2)	ans = 0 0 0 0 0 0 0 0
ones(3,5)	ans = 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

rand(2,3)	ans = 0.6557 0.8491 0.6787 0.0357 0.9340 0.7577
randn(2,3)	ans = 0.7269 0.2939 0.8884 -0.3034 -0.7873 -1.1471
eye(3,4)	ans = 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0
eye(3,3)	ans = 1 0 0 0 1 0 0 0 1

4.4 Ορισμός Πινάκων με βήμα

Η MATLAB μας δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε τα στοιχεία ενός πίνακα με κάποιο βήμα:



Αν το βήμα b είναι ίσο με τη μονάδα (1), τότε αυτό μπορεί να παραλειφθεί:

$$u = [u_1 : u_{last}]$$

Παράδειγμα 7

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
a=1:3:9	a = 1 4 7
b=0:0.5:2	b = 0 0.5000 1.0000 1.5000 2.0000
c=0:pi/3:8	c = 0 1.0472 2.0944 3.1416 4.1888 5.2360 6.2832 7.3304
k=0:5	k = 0 1 2 3 4 5

4.5 Πράξεις Πινάκων

Για την εκτέλεση πράξεων μεταξύ δύο πινάκων απαιτείται οι πίνακες να έχουν το ίδιο μήκος, δηλαδή τις ίδιες διαστάσεις. Οι πράξεις μεταξύ πινάκων γίνονται με τα σύμβολα που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Σύμβολο	Πράξη
+	Πρόσθεση
-	Αφαίρεση
*	Πολλαπλασιασμός
.*	Πολλαπλασιασμός πινάκων κατά στοιχείο
^	Ύψωση σε δύναμη
.^	Ύψωση σε δύναμη πίνακα κατά στοιχείο
/	Δεξιά Διαίρεση
./	Δεξιά Διαίρεση πινάκων κατά στοιχείο
\	Αριστερή Διαίρεση
.\	Αριστερή Διαίρεση πινάκων κατά στοιχείο

Παράδειγμα 8

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
A = 1:2:10	A = 1 3 5 7 9
B = 1:3:15	B = 1 4 7 10 13
C = A+B	C = 2 7 12 17 22
D = A-B	D = 0 -1 -2 -3 -4
E = D-1	E = -1 -2 -3 -4 -5
F = E+3	F = 2 1 0 -1 -2

Σημείωση: Στην πρόσθεση ή την αφαίρεση πινάκων από ένα βαθμωτό μέγεθος, προσθέτει ή αφαιρεί από κάθε στοιχείο του πίνακα το βαθμωτό μέγεθος.

Η πράξη του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης μεταξύ πινάκων διαφέρει από την πρόσθεση και την αφαίρεση. **Για να μπορέσουμε να ορίσουμε το γινόμενο δύο πινάκων, απαιτείται ο αριθμός των στηλών του πρώτου πίνακα (A) να ισούται με τον αριθμό των γραμμών του δεύτερου πίνακα (B).** Πριν πολλαπλασιάσουμε δύο πίνακες, θα πρέπει να έχουμε εξασφαλίσει αυτή τη συνθήκη.

Υπάρχει η δυνατότητα μία πράξη όπως είναι ο πολλαπλασιασμός, η διαίρεση και η ύψωση σε δύναμη να γίνεται **κατά τα στοιχεία του πίνακα, σημείο προς σημείο**, αρκεί πριν από το σύμβολο της πράξης να υπάρχει η τελεία « . ».

Παράδειγμα 9

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
G = A.*B	G = 1 12 35 70 117
I = A./B	I = 1.0000 0.7500 0.7143 0.7000 0.6923
J = I.^2	J = 1.0000 0.5625 0.5102 0.4900 0.4793

Παράδειγμα 10

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
A = eye(3,3)	A = 1 0 0 0 1 0 0 0 1
B = ones(3,1)	B = 1 1 1
C = A*B	C = 1 1 1
D = (2*C)'	D = 2 2 2
E = D*C	E = 6

Με το σύμβολο του τόνου (') ορίζουμε τον υπολογισμό του **ανάστροφου** πίνακα.

4.6 Διανύσματα Στήλης

Μέχρι στιγμής είδαμε διανύσματα γραμμής. Για να δημιουργήσουμε διανύσματα στήλης εργαζόμαστε ακριβώς όπως με τα διανύσματα γραμμής, με τη μόνη διαφορά ότι ανάμεσα στα στοιχεία του διανύσματος βάζουμε το σύμβολο του ερωτηματικού (;).

Παράδειγμα 11

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
K = [1;2;2;7]	K = 1 2 2 7

$L = [0:2:5]'$	L = 0 2 4
$M = K'$	M = 1 2 2 7
$N = M'$	N = 1 2 2 7

5. Εισαγωγή στα M-Files

Τα m-files του Matlab είναι τα αντίστοιχα των συναρτήσεων (functions) και των υπορουτινών (subroutines) που συναντάμε σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού. Τα m-files που δημιουργεί ο χρήστης συμπληρώνουν τις συναρτήσεις βιβλιοθηκών του Matlab που είναι επίσης m-files. Με τα m-files μπορούμε να δημιουργήσουμε δικές μας ακολουθίες εντολών είτε ως συναρτήσεις είτε ως script εντολών.

Τα αρχεία script ή αρχεία εντολών (script m-files or command files) δεν έχουν ορίσματα εισόδου και εξόδου αλλά εκτελούν μια ακολουθία εντολών σε μεταβλητές του χώρου εργασίας.

Τα αρχεία συναρτήσεων (function m-files) περιλαμβάνουν μια γραμμή ορισμού συνάρτησης, δέχονται ορίσματα εισόδου και επιστρέφουν μεταβλητές εξόδου. Οι εσωτερικές μεταβλητές των συναρτήσεων είναι τοπικές, εκτός αν δηλωθούν ως καθολικές με την εντολή global.

Το Matlab διαθέτει τον δικό του editor για τη δημιουργία και διαχείριση των m-files. Όμως m-files μπορούμε να δημιουργήσουμε και με οποιονδήποτε editor όπως το notepad ή το wordpad.

Για άνοιγμα του editor του Matlab χρησιμοποιείτε την εντολή edit.

Τα αρχεία εντολών (scripts) πρέπει να βρίσκονται στον φάκελο εργασίας (working directory) ή στον φάκελο (directory) του Matlab ή στις διαδρομές αναζήτησης (research paths) του Matlab.

Μπορούν να καλούν άλλα m-files ή ακόμα τον ίδιο τον εαυτό τους (αναδρομικά m-files).

Τα ονόματα των m-files αρχείων μπορούν να περιέχουν μόνο: Λατινικούς χαρακτήρες, Αριθμούς ή Underscore (_). Δεν επιτρέπεται να αρχίζουν με αριθμό ή να περιέχουν ελληνικούς χαρακτήρες. Δεν χρησιμοποιούνται ονόματα που έχουν δεσμευτεί από τη Matlab (π.χ. συναρτήσεις βιβλιοθήκης και εργαλειοθηκών) .

Ορθά ονόματα αρχείων: askisi1.m, askisi1_12345.m

Λανθασμένα ονόματα αρχείων : 12315ask.m, ask-1.m, 1234.m

5.1 Αρχεία Εντολών (script)

Τα αρχεία τύπου script περιέχουν μια ακολουθία εντολών της Matlab η οποία εκτελείται αν γράψουμε το όνομα του αρχείου (χωρίς την επέκταση .m), π.χ.:

```
myscript1
```


Τα script files είναι χρήσιμα για την εισαγωγή δεδομένων (π.χ. μεγάλων πινάκων) και για την επανάληψη μεγάλων ακολουθιών εντολών για διαφορετικά δεδομένα.

Για την δημιουργία ενός νέου script πατάμε στο menu: New Script

Παράδειγμα 12

Κώδικας Matlab	Αποτέλεσμα
<pre>A = [1:5;6:10;11:15] B = A.^2 C = 2*A</pre>	<pre>A = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 B = 1 4 9 16 25 36 49 64 81 100 121 144 169 196 225 C = 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30</pre>
<pre>% command Window Lab_01_Example_12</pre>	

5.2 Συναρτήσεις ορισμένες από το χρήστη (functions)

Ορισμός συναρτήσεων

Οι συναρτήσεις που ορίζονται από το χρήστη μπορούν να εισαχθούν στο λεξιλόγιο του Matlab αν εκφραστούν με τη βοήθεια άλλων συναρτήσεων ή εντολών. Οι εντολές και οι συναρτήσεις που θα αποτελούν τη νέα συνάρτηση, πρέπει να τοποθετηθούν σε ένα M-file. Στην αρχή του αρχείου πρέπει να υπάρχει μία γραμμή που περιέχει την σύνταξη της συνάρτησης. Πρέπει να τονιστεί ότι **το όνομα της** συνάρτησης **πρέπει** να είναι **ίδιο** με το όνομα **του αρχείου** που την περιέχει. Οι συναρτήσεις λαμβάνουν μεταβλητές εισόδου input1, input2, και υπολογίζουν τις μεταβλητές εξόδου output1, output2, Η δομή τους είναι η εξής:

```
function *output1, output2, ...+ = filename (input1, input2, ...)
% Πληροφορίες για την συνάρτηση (επιστρέφονται από την εντολή help)
κώδικας υπολογισμού των εξόδων
output1 = .....
output2 = .....
end
```

Παράδειγμα 13

Να φτιάξετε μια συνάρτηση με όνομα mySum η οποία να λαμβάνει ως είσοδο 2 στοιχεία και να επιστρέφει το άθροισμα τους.

Κώδικας Matlab	Αποτέλεσμα
<pre>% mySum.m function [c] = mySum(a,b) c = a + b; end % command window mySum(5,3)</pre>	<pre>ans = 8</pre>

5.3 Βασικές εντολές της γλώσσας προγραμματισμού

Όπως αναφέρθηκε, το Matlab παρέχει δυνατότητες προγραμματισμού. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη (μέσω των M-files αρχείων) να φτιάξει τις δικές του συναρτήσεις, συχνά βασιζόμενος στις ήδη υπάρχουσες. Οι δομές ελέγχου που υποστηρίζονται στην γλώσσα αυτή είναι εν συντομία οι ακόλουθες.

If...else....

Η εντολή if μας επιτρέπει να ελέγχουμε αν μια (ή περισσότερες) συναρτήσεις ισχύουν και να εκτελέσουμε σε κάθε περίπτωση την επιθυμητή ακολουθία εντολών και πράξεων.

Σύνταξη Εντολής	Παράδειγμα Σύνταξης
<pre>if <συνθήκη 1> <εντολές> else if <συνθήκη 2> <εντολές> else <εντολές> end</pre>	<pre>if A>B C=A-B else if B>A C=B-A else C=0 end</pre>

for ... end (βρόχος)

Οι λέξεις “for” και “end” χρησιμοποιούνται στην αρχή και στο τέλος του βρόχου, το <πεδίο τιμών> έχει τη μορφή: <αρχική τιμή> : <βήμα> : <τελική τιμή>. Οι εντολές του σώματος εκτελούνται για κάθε τιμή της μεταβλητής, η οποία κάθε φορά αυξάνει κατά <βήμα>, μέχρι αυτή να πάρει σαν τιμή και την <τελική τιμή>. Αν παραλείψουμε το βήμα <βήμα>, τότε η Matlab χρησιμοποιεί ως βήμα την τιμή 1. Αξίζει να αναφέρουμε ότι το βήμα μπορεί να είναι αρνητικός αριθμός.

```
for <μεταβλητή> = <πεδίο τιμών>
    <εντολή> ;
:
    <εντολή> ;
end
```

Παράδειγμα 14

Να υψώσετε τα στοιχεία του διανύσματος $x = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]$ στο τετράγωνο.

Κώδικας Matlab	Αποτέλεσμα
<pre>x=[1 2 3 4 5]; for i=1:5 x(i) = x(i).^2; end x % command Window Lab_01_Example_14</pre>	<pre>x = 1 4 9 16 25</pre>

while ... end (βρόχος)

Οι λέξεις “while” και “end” χρησιμοποιούνται στην αρχή και στο τέλος του βρόχου. Η ακολουθία <εντολών> εκτελείται όσο η <συνθήκη> είναι αληθής.

<pre>while <συνθήκη> <εντολές> end</pre>	<pre>n=0; while n<=5 n = n+1; end</pre>
--	--

break - continue

Οι βρόχοι for και while μπορούν να διακοπούν με την εντολή break η οποία μεταφέρει τον έλεγχο στην πρώτη εντολή μετά το τελικό end του βρόχου στον οποίο χρησιμοποιείται. Έτσι αν έχουμε πολλαπλούς βρόχους ο έλεγχος περνά στον επόμενο (εξωτερικό βρόχο). Η εντολή break ορίζεται μόνο μέσα σε βρόχους for και while. Η εντολή continue μεταβιβάζει τον έλεγχο στην επόμενη επανάληψη ενός βρόχου for ή while χωρίς να εκτελεστούν οι επόμενες εντολές του βρόχου.

Παράδειγμα 15

Να ορίσετε μια συνάρτηση με όνομα "paragontiko" η οποία κα υπολογίζει το παραγοντικό (x!) ενός αριθμού (π.χ. $5! = 1*2*3*4*5=120$)

Κώδικας Matlab	Αποτέλεσμα
<pre>% paragontiko.m function y=paragontiko(x) y=1; for i=1:x y=y*i; end end % command Window paragontiko(5)</pre>	<pre>ans = 120</pre>

Παράδειγμα 16

Να ορίσετε μια συνάρτηση με όνομα mysearch που θα έχει σαν όρισμα εισόδου έναν πίνακα και ένα αριθμό και θα επιστρέφει 0 αν δεν υπάρχει ο αριθμός στον πίνακα και 1 εάν υπάρχει.

Κώδικας Matlab	Αποτέλεσμα
<pre>% mysearch.m function y = mysearch(pinakas,array) y = 0; for i = 1:length(pinakas) if pinakas(i) == array y = 1; break; end end end % command Window mysearch([1 2 3 4],3)</pre>	<pre>ans = 1</pre>

Παράδειγμα 17

Τροποποιήστε τη συνάρτηση του παραδείγματος 5 “mysearch” ώστε να επιστρέφει την πρώτη θέση όπου βρήκε τον αριθμό αναζήτησης.

Κώδικας Matlab	Αποτέλεσμα
<pre>% mysearch1.m function y = mysearch1(pinakas,array) y = 0; for i = 1:length(pinakas) if pinakas(i) == array y = i; break; end end end % command Window mysearch1([4 5 6 7],5)</pre>	<pre>ans = 2</pre>

6. Γραφικές Παραστάσεις

Το MATLAB έχει εξαιρετικές δυνατότητες για γραφικά και είναι εφοδιασμένη με αρκετές συναρτήσεις για εύκολο και ευέλικτο σχεδιασμό επίπεδων καμπύλων, τρισδιάστατων επιφανειών, ισοϋψών, παραμετρικών δυσδιάστατων αλλά και τρισδιάστατων καμπύλων, κλπ. Η ενότητα αυτή είναι μια εισαγωγή στις σημαντικότερες γραφικές συναρτήσεις του MATLAB.

Οι κυριότερες συναρτήσεις για γραφικά είναι συγκεντρωμένες στον ακόλουθο πίνακα:

Εντολή	Περιγραφή	Παράδειγμα
plot	Δημιουργεί το γράφημα του y συναρτήσει του x	plot(x,y)
title	Προσθήκη τίτλου	title('Titlos')
xlabel	Προσθήκη ετικέτας στον οριζόντιο άξονα	xlabel('Χρονος, t')
ylabel	Προσθήκη ετικέτας στον κατακόρυφο άξονα	ylabel('Taxuthta, cm/s')
legend	Προσθήκη λεζάντας	legend('First', 'Second')
text	Προσθήκη κειμένου στη θέση (xi, yi)	text(xi, yi, 'string')
grid	Δημιουργία πλέγματος	grid grid on grid off
figure	Άνοιγμα (άλλου) παραθύρου γραφικών	figure(2)
hold	Πάγωμα του τρέχοντος παραθύρου γραφικών για το σχεδιασμό και άλλων καμπυλών	hold on/hold off
axis	Κλείδωμα/ξεκλείδωμα αξόνων Ίσες μονάδες αξόνων Διαγραφή αξόνων Όρια αξόνων	axis axis equal axis off axis([xmin,xmax,ymin,ymax])

Βασικοί Παράμετροι γραφικών παραστάσεων

Κάποιοι βασικοί παράμετροι για γραφικά είναι συγκεντρωμένοι στον ακόλουθο πίνακα:

Τύπος Γραμμής	Τύπος Στίγματος	Χρώμα
- solid	. point	y →yellow (κίτρινο)
: dotted	o circle	m magenta

-· Dashdot	X x-mark	c cyan (κυανό)
-- dashed	+ plus	r red (κόκκινο)
	* star	g green (πράσινο)
	s square	b blue (μπλε)
	d diamond	w white (λευκό)
	v triangle(down)	k black (μαύρο)
	^ triangle (up)	
	< triangle (left)	
	> triangle (right)	
	P pentagram	
	h hexagram	

6.1 Η Συνάρτηση plot()

Η συνάρτηση plot χρησιμοποιείται για την κατασκευή του γραφήματος μιας επίπεδης καμπύλης τα σημεία της οποίας είναι αποθηκευμένα στα ισομήκη διανύσματα x και y.

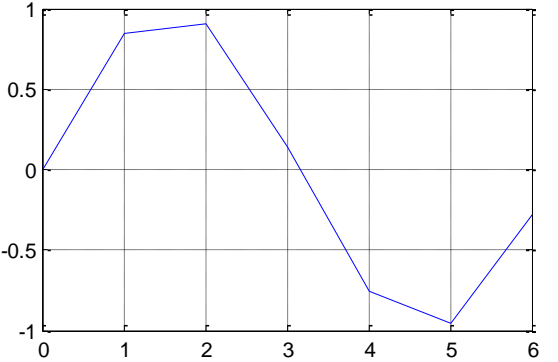
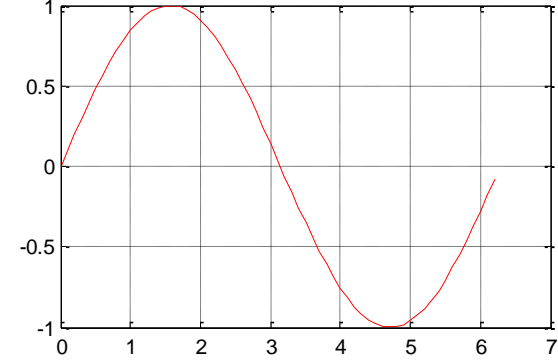
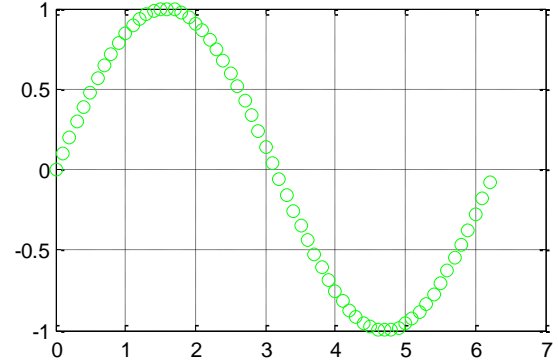
Παράδειγμα 18

Έστω ότι θέλουμε να δημιουργήσουμε τη γραφική παράσταση της συνάρτησης $f(x) = 2x + 1$ για $x = 0, 1, 2$.

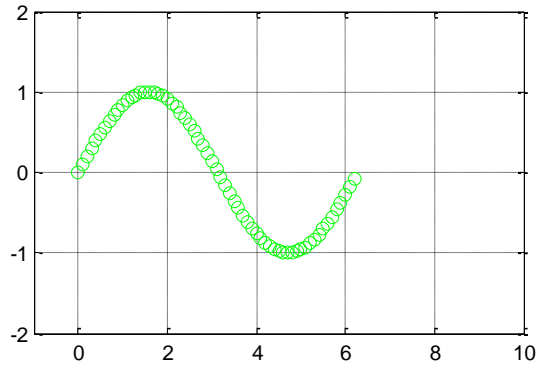
Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>x = [0 1 2]; y = 2*x + 1; figure(1); plot(x, y); grid on</pre>	

Παράδειγμα 19

Έστω ότι θέλουμε να δημιουργήσουμε τη γραφική παράσταση της συνάρτησης $f(x) = \cos(x)$ για $x = 0 : 2\pi$.

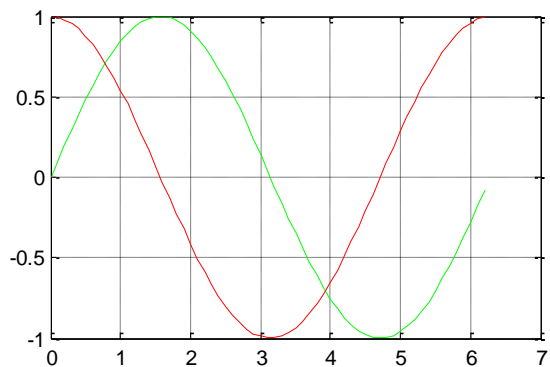
Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>x = [0:1:2*pi]; y = sin(x); figure(1); plot(x,y); grid on</pre>	 <p>Σημείωση: Το γράφημα δεν εμφανίζεται ομαλό γιατί δεν έχουμε αρκετά δείγματα στον άξονα x.</p>
<pre>x = [0:0.1:2*pi]; y = sin(x); figure(1); plot(x,y,'r'); grid on</pre>	 <p>Σημείωση: Τώρα που αλλάξαμε το βήμα από 1 σε 0.1, τα δείγματα στον άξονα x είναι περισσότερα, με αποτέλεσμα το γράφημα να είναι ομαλό.</p>
<pre>x = [0:0.1:2*pi]; y = sin(x); figure(1); plot(x, y, 'go'); grid on</pre>	 <p>Σημείωση: Χρησιμοποιώντας το 'g' και το 'o', η γραφική παράσταση έχει πράσινο χρώμα και σύμβολο σχεδίασης με κύκλο.</p>

```
x = [0:0.1:2*pi];
y = sin(x);
figure(1);
plot(x, y, 'go');
grid on
axis([-1 10 -2 2]);
```



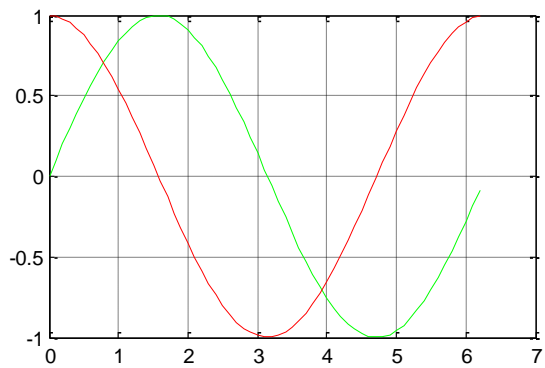
Σημείωση: Με την εντολή `axis[]` θέσαμε τα όρια των αξόνων `x` και `y`.

```
x = [0:0.1:2*pi];
y = sin(x);
figure(1);
plot(x, y, 'g'); grid on
y2 = cos(x); hold on;
plot(x, y2, 'r');
```



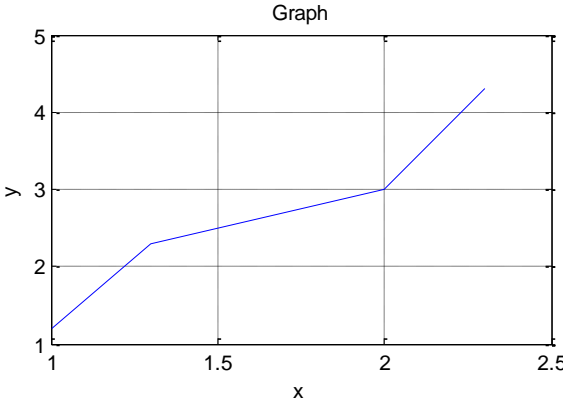
Σημείωση: Με την εντολή “`hold on`”, λέμε στο `figure 1` να “περιμένει” για να σχεδιάσει και την επόμενη καμπύλη.

```
x = [0:0.1:2*pi];
y1 = sin(x);
y2 = cos(x);
figure(1);
plot(x,y1,'g',x,y2,'r');
grid on
```



Σημείωση: Αντί να χρησιμοποιήσουμε την εντολή “`hold on`” μπορούμε να δημιουργήσουμε το ίδιο γράφημα χρησιμοποιώντας την εντολή `plot`, όπως παρουσιάζεται παραπάνω.

Παράδειγμα 20

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>x = [1 1.3 2 2.3]; y = [1.2 2.3 3 4.3]; plot(x,y) grid on xlabel('x') ylabel('y') title('Graph')</pre>	

6.2 Συνάρτηση ezplot()

Η συνάρτηση ezplot ορίζεται ως εξής:

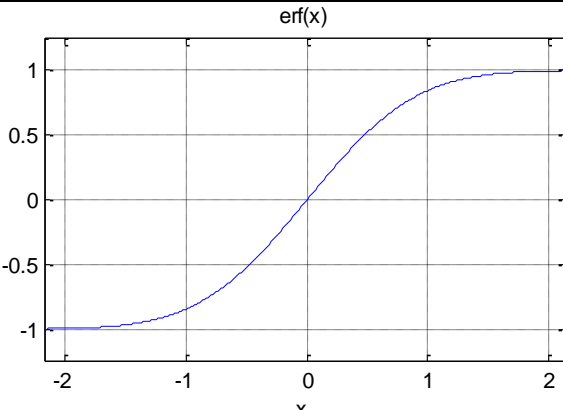
$$ezplot(f, [xmin, xmax])$$

όπου f μια συμβολική συνάρτηση μιας μεταβλητής και $[xmin xmax]$ το διάστημα σχεδίασης. Αν παραλείψουμε το διάστημα αυτό, το διάστημα που επιλέγεται είναι το $[-2\pi, 2\pi]$.

Παράδειγμα 21

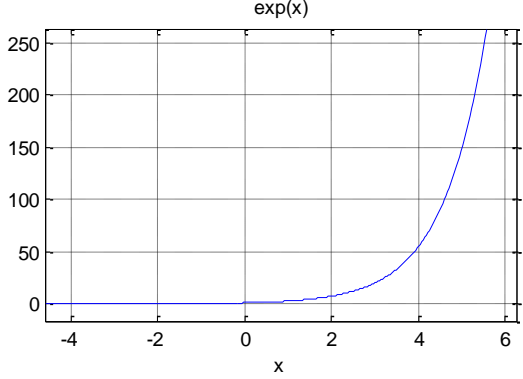
Η εντολή ezplot('erf(x)') σχεδιάζει το γράφημα της συνάρτησης σφάλματος

$$y = erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt.$$

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>ezplot('erf(x)') grid on</pre>	

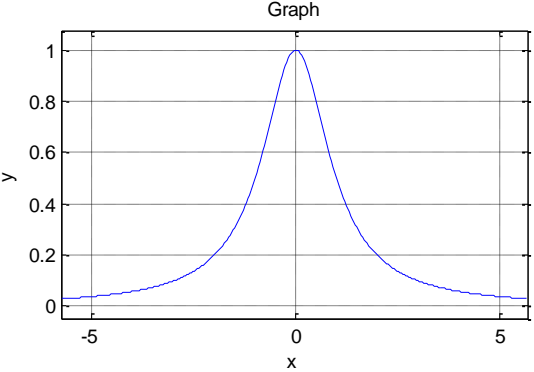
Παράδειγμα 22

Η εντολή `ezplot('exp(x)')` σχεδιάζει το γράφημα της εκθετικής συνάρτησης.

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>ezplot('exp(x)') grid on</pre>	 <p>The graph shows the exponential function $y = \exp(x)$ plotted against x. The x-axis ranges from -4 to 6 with major ticks every 2 units. The y-axis ranges from 0 to 250 with major ticks every 50 units. The curve is nearly zero for $x < 0$ and increases exponentially for $x > 0$, reaching approximately 250 at $x = 6$. A grid is overlaid on the plot.</p>

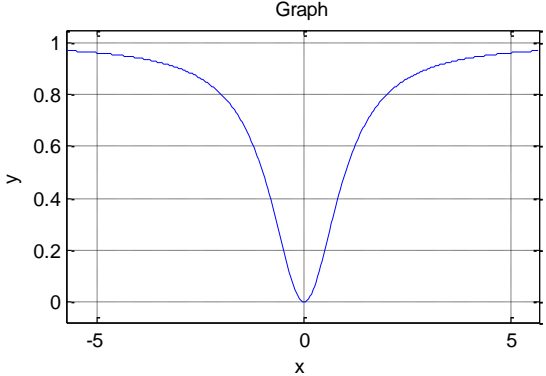
Παράδειγμα 23

Θα παραστήσουμε γραφικά την $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$.

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>ezplot('1./(1+x.^2)') grid on xlabel('x') ylabel('y') title('Graph')</pre>	 <p>The graph shows the function $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$ plotted against x. The x-axis ranges from -5 to 5 with major ticks at -5, 0, and 5. The y-axis ranges from 0 to 1 with major ticks every 0.2 units. The curve is a symmetric bell shape centered at $x = 0$, where it reaches its maximum value of 1. The plot is titled "Graph" and has axes labeled "x" and "y". A grid is overlaid on the plot.</p>

Παράδειγμα 24

Για να κατασκευάσουμε το γράφημα της πεπλεγμένης συνάρτησης $y = f(x) = \frac{x^2}{x^2 - 1}$.

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>ezplot('x.^2./(1+x.^2)') grid on xlabel('x') ylabel('y') title('Graph')</pre>	

6.3 Η Εντολή fplot()

Η εντολή fplot ορίζεται ως εξής:

```
fplot(fname, limits [,marker] [,tol])
```

Σχεδιάζει το γράφημα μιας ή περισσότερων συναρτήσεων που υποδεικνύονται από τη μεταβλητή τύπου string fname μεταξύ προσδιοριζόμενων ορίων του άξονα των x. Τα όρια σχεδίασης limits δίνονται σαν [xmin xmax] ή [xmin xmax ymin ymax], για υποδήλωση ορίων και στον άξονα των y.

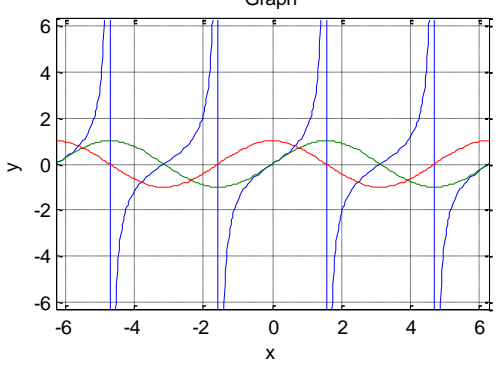
Η συνάρτηση fname μπορεί να είναι:

- Μία ή περισσότερες εκτιμήσιμες συναρτήσεις μιας μεταβλητής x, όπως 'sin(x)', ή '[sin(x),cos(x)]'.
- Μια συνάρτηση της μορφής f= [f1(x) f2(x) ... fn(x)]. Η f θα επιστέφει τιμές υπό τη μορφή στηλών (όπως ακριβώς απαιτεί το Matlab). Αν π.χ. δοθεί σαν x το διάστημα [x1,x2,...,xm], η f θα επιστρέψει τον πίνακα f(x)=(fi(xj)), i=1,...,m, j=1,...,n.

Το προαιρετικό όρισμα marker προσδιορίζει τον τύπο του συμβόλου σχεδίασης και είναι ένα από τα strings '-+', '-x', '-o', '-*'. (default = '-'). Το όρισμα tol είναι η ανοχή του σχετικού σφάλματος (default = 2e-3). Το μέγιστο πλήθος βημάτων είναι (1/tol)+1.

Η κλήση [X,Y] = fplot(fname, limits,...) επιστρέφει στις στήλες X και Y τις συντεταγμένες x και y που πήραν μέρος στη σχεδίαση του fname.

Παράδειγμα 25

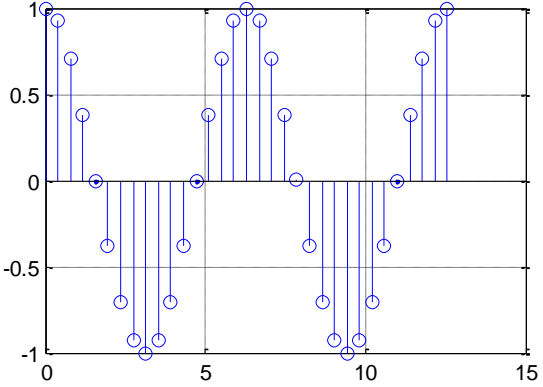
Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>fplot(' [tan(x),sin(x),cos(x)]', ... [-2*pi 2*pi -2*pi 2*pi]) grid on xlabel('x') ylabel('y') title('Graph')</pre>	

6.4 Συνάρτηση stem()

Η συνάρτηση `stem(x, n)` απεικονίζει με διακριτό τρόπο τις τιμές του διανύσματος x σε σχέση με τις τιμές του n .

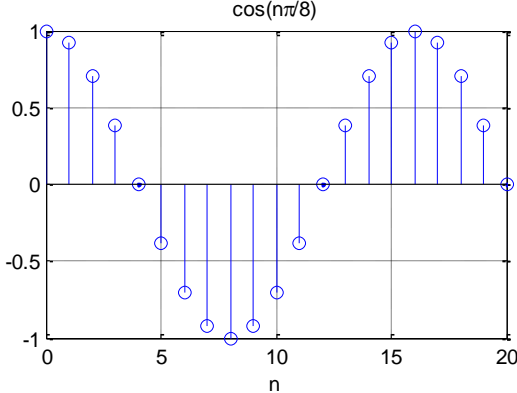
Παράδειγμα 26

Να σχεδιάσετε δείγματα από τη συνάρτηση $y = \cos(n)$ στο διάστημα $0 \leq n \leq 4\pi$ με βήμα $\pi/8$.

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>n = 0:(pi/8):(4*pi); y = cos(n); stem(n,y) grid on</pre>	

Παράδειγμα 27

Να σχεδιάσετε δείγματα από τη συνάρτηση $y = \cos(n \frac{\pi}{3})$ στο διάστημα $0 \leq n \leq 20$ με βήμα 1.

Εντολή MATLAB	Αποτέλεσμα
<pre>n = 0:1:20; x = cos(pi*n/8); stem(n, x); grid on title('cos(n\pi/8)') xlabel('n')</pre>	

7. Άλυτες Ασκήσεις

1. Να υπολογίσετε με το Matlab τις ακόλουθες παραστάσεις:

a)
$$y_1 = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{n=100} n \times \sqrt{55} - \frac{100}{3\pi}}{\pi}}$$

b)
$$y_2 = \frac{\sum_{n=-1}^{n=30} n + 19 \times 7}{e^3}$$

c)
$$y_3 = \frac{10^7 \times \sqrt{7} + 10 - 1000}{\log_2(100)}$$

d)
$$y_4 = (\cos^2 n + \cos n - 9)^3 \text{ για } n = 1000$$

2. Να δημιουργήσετε τους ακόλουθους πίνακες και να υλοποιήσετε τις πράξεις (όπου ορίζονται): « +, -, *, ./, \, /, \, \, ^, .^ ».

a)
$$A = \begin{bmatrix} 1 \\ 12 \\ 34 \end{bmatrix} \text{ και } B = \begin{bmatrix} 3 \\ 32 \\ 54 \end{bmatrix}$$

$$\text{b) } A = \begin{bmatrix} 1 \\ 12 \\ 34 \end{bmatrix} \text{ και } B = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 13 \\ 3 & 9 & 15 \\ 5 & 11 & 17 \end{bmatrix}$$

$$\text{c) } A = [31 \ 3 \ 5 \ 9] \text{ και } B = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 13 \\ 3 & 9 & 15 \\ 5 & 11 & 17 \end{bmatrix}$$

3. Να δημιουργήσετε τους ακόλουθους πίνακες και να υλοποιήσετε τις πράξεις (όπου ορίζονται): (α) $5 \cdot A$ (β) $a + 4$ (γ) $-2 \cdot b$ (δ) $3 \cdot a$ (ε) $A \cdot b$ (στ) $b \cdot a$ (ζ) $a \cdot b^T$ (η) $A \cdot a^T$

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 1 & 4 \\ 7 & 5 & 5 & 1 \\ 7 & 8 & 7 & 4 \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} -1 \\ 6 \\ 0 \\ 9 \end{bmatrix}, a = [3 \ -2 \ 4 \ -5]$$

4. Δημιουργήστε τους παρακάτω πίνακες στο Matlab χρησιμοποιώντας τις εντολές ones(), zeros(),eyes() :

$$\text{a) } A = \begin{bmatrix} 15 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 15 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 15 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 15 \end{bmatrix}$$

$$\text{b) } B = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{c) } C = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$$

$$d) D = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$e) E = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

5. Σε διάνυσμα x να βρεθεί η θέση του πρώτου στοιχείου που είναι μεγαλύτερο από το προηγούμενο του. Αν δεν υπάρχει, τυπώνεται μηδέν.
6. Να τυπωθούν οι όροι γεωμετρικής προόδου $1, r, r^2, \dots$ iã $r > 1$, των οποίων το άθροισμα δεν υπερβαίνει το 100, καθώς και το άθροισμα.
7. Σε ένα script m-file να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση (με πλέγμα) του συνημίτονου στο διάστημα από $[0$ έως $2\pi]$ με βήμα $(\pi/90)$. Δημιουργήστε μια νέα γραφική παράσταση (με πλέγμα) του ημίτονου στο διάστημα $[-2\pi, 2\pi]$ διατηρώντας τον ίδιο ρυθμό δειγματοληψίας.
 - α) Εμφανίστε τις 2 γραφικές παραστάσεις σε ξεχωριστά figures.
 - β) Εμφανίστε και τις 2 γραφικές παραστάσεις στο ίδιο figure με κοινούς άξονες στο διάστημα $[-\pi, \pi]$. Χρησιμοποιήστε την εντολή subplot. Τέλος προσθέστε ετικέτες στους άξονες.
8. Να σχεδιάσετε τα γραφήματα $\cos(x)$, $\cos^3(x)$ και $\cos^5(x)$ στο ίδιο γράφημα.
9. Να σχεδιάσετε δείγματα από τη συνάρτηση $y = \cos(n \frac{\pi}{3}) + \cos(n \frac{\pi}{6})$ στο διάστημα $0 \leq n \leq 20\pi$ με βήμα 1.