

4.6. Εντολές Δημιουργίας Γραφικών Παραστάσεων

4.6.1. Οι Βασικές Συναρτήσεις Σχεδίασης

Οι βασικές και πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές για τη δημιουργία 2-D & 3-D γραφικών παραστάσεων στο MatLab, ή, για προσθήκη τίτλων, σχολίων, ετικετών, γραμμών, κλπ., σε αυτά, παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

ΕΝΤΟΛΗ	Περιγραφή	
figure	ορίζει το ενεργό παράθυρο στο οποίο θα σχεδιαστεί η γραφική παράσταση	Χειρισμός του πλαισίου εμφάνισης
hold on/off	συγκρατεί το γραφικό στο παράθυρο για να σχεδιαστεί μαζί με το επόμενο	
subplot	διαίρει ένα παράθυρο (figure) σε υπο-περιοχές (subplots)	
plot	σχεδιάζει μια ή περισσότερες καμπύλες x-y σε μια γραφική παράσταση	Δημιουργία γραφικής παράστασης
semilogx	όπως η plot, με τον άξονα X λογαριθμικό	
semilogy	όπως η plot, με τον άξονα Y λογαριθμικό	
loglog	όπως η plot, με τους άξονες X & Y λογαριθμικούς	
plotyy	όπως η plot, αλλά με δυο (2) άξονες Y αριστερά και δεξιά	
stem	όπως η plot, αλλά προσθέτει κάθετες γραμμές στα σημεία των δεδομένων	
polar	σχεδιάζει σε πολικές συντεταγμένες r-θ	
bar	σχεδιάζει οριζόντιο ιστόγραμμα	
hist	σχεδιάζει κάθετο ιστόγραμμα	
stairs	σχεδιάζει κλιμακωτό διάγραμμα	
mesh	σχεδιάζει 3-D γραφικό (x-y-z)	
meshdom	προετοιμάζει τα μητρώα για τη σχεδίαση 3-D γραφικών (x-y-z)	
pcolor		
contour	σχεδιάζει ισούψεις καμπύλες από 3-D γραφικό (x-y-z)	
ezplot	σχεδιάζει συναρτήσεις από το τύπο τους	
axis	ορίζει τα όρια των αξόνων του διαγράμματος	Προσθήκη αξόνων, τίτλων, επεξηγήσεων, κλπ.
xlabel	βάζει ετικέτα στον άξονα των X	
ylabel	βάζει ετικέτα στον άξονα των Y	
title	βάζει τίτλο επάνω από το γραφικό	
gtext	προσθέτει όποιο κείμενο θέλουμε στο σημείο που θα δείξουμε με το ποντίκι	
grid	προσθέτει ένα πλέγμα κάθετων & οριζόντιων γραμμών	
legend	προσθέτει λεζάντα με την εξήγηση κάθε καμπύλης	
(line types)	ορίζουν το είδος της γραμμής κάθε καμπύλης του διαγράμματος	
(mark types)	ορίζουν το είδος του συμβόλου κάθε σημείου του διαγράμματος	

4.6.2. Εντολές Χειρισμού των Γραφικών Παραθύρων

Η εντολή **figure** δημιουργεί ένα νέο παράθυρο για να σχεδιαστεί το γραφικό που θα ακολουθήσει. Για να ενεργοποιήσουμε ένα προηγούμενο παράθυρο δίνουμε την εντολή **figure(n)** όπου **n** είναι ο αριθμός που έχει στο τίτλο του παραθύρου.

Όταν δοθεί μια νέα εντολή σχεδιασμού σε υπάρχον παράθυρο, τα περιεχόμενα και οι ρυθμίσεις του χάνονται και σχεδιάζονται τα νέα δεδομένα. Για να σχεδιάσουμε περισσότερα από ένα γραφικά στο ίδιο παράθυρο, χρησιμοποιούμε την εντολή **hold on** η οποία διατηρεί τα υπάρχοντα σχέδια ενώ προστίθενται τα νέα. Όταν τελειώσουμε ελευθερώνουμε το παράθυρο με την **hold off**.

Σε ένα παράθυρο μπορούμε να διατάξουμε σε διαφορετικές θέσεις περισσότερα γραφικά αν προηγουμένως το έχουμε χωρίσει με την εντολή **subplot(m,n,p)**. Η εντολή αυτή χωρίζει το παράθυρο σε (**m x n**) υπο-περιοχές, οι οποίες αριθμούνται από το 1 έως το mn. Η τιμή του p ορίζει σε ποιά από τις υπο-περιοχές θα σχεδιαστεί η γραφική παράσταση. Για το λόγο αυτό πριν από κάθε εντολή σχεδίασης δίνουμε την αντίστοιχη εντολή **subplot** που ορίζει σε ποια υπο-περιοχή του παραθύρου θα εφαρμοστεί η εντολή.

4.6.3. Η Εντολή Σχεδιασμού PLOT

Η εντολή plot δημιουργεί 2-D γραφικά από δεδομένα αποθηκευμένα σε μητρώα και συντάσσεται με πολλούς τρόπους. Η γενική μορφή της εντολής είναι:

```
plot(x1, y1, <type1>, x2, y2, <type2>, ..., <options>)
```

όπου, x & y είναι τα ζεύγη των διανυσμάτων κάθε καμπύλης και type είναι ο τύπος της γραμμής και των συμβόλων της.

Ποιο συγκεκριμένα η:

```
plot(y)
```

σχεδιάζει το διάνυσμα y με x τον δείκτη του κάθε στοιχείου του.

`plot(x, y)`

σχεδιάζει τα διανύσματα y vs x

`plot(x, y1, x, y2, x, y3)`

σχεδιάζει τα διανύσματα $y1, y2$ & $y3$ vs x στους ίδιους άξονες.

`plot(x, y1, '--', x, y2, ':')`

σχεδιάζει τα διανύσματα $y1$ & $y2$ vs x με διακεκομμένες και τελείες αντίστοιχα.

4.6.3.1 Γραμμές & Σύμβολα

Τα είδη των γραμμών (line types) ή των συμβόλων (mark tupes) που μπορεί να σχεδιάσει η εντολή plot σε μια γραφική παράσταση περιέχονται στον παρακάτω πίνακα. Ο ορισμός τους γίνεται αμέσως μετά τα διανύσματα x & y , σε τριπλέτες: $x, y, 's'$.

Μπορούμε να συνδυάσουμε περισσότερα του ενός χαρακτηριστικά όπως π.χ.: στην plot ($x, y, 'b+--'$) που θα σχεδιάσει μπλέ διακεκομμένη γραμμή με σταυρούς στα σημεία (x, y).

ΧΡΩΜΑΤΑ		ΣΥΜΒΟΛΑ		ΓΡΑΜΜΕΣ	
b	blue	.	point	-	solid
g	green	o	circle	:	dotted
r	red	x	x-mark	-.	dashdot
c	cyan	+	plus	--	dashed
m	magenta	*	star	(none)	no line
y	yellow	s	square		
k	black	d	diamond		
		v	triangle (down)		
		^	triangle (up)		
		<	triangle (left)		
		>	triangle (right)		
		p	pentagram		
		h	hexagram		

4.6.3.2. Ετικέτες και Λεζάντες Γραφικών

Το MatLab διαθέτει μια πλήρη σειρά εντολών για όλα τα είδη ετικέτας, τίτλου ή λεζάντας που μπορεί να χρειαστεί μια γραφική παράσταση.

Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η **title** προσθέτει ένα τίτλο επάνω από το γραφικό, η **xlabel** προσθέτει ετικέτα στο άξονα των X και η **ylabel** προσθέτει ετικέτα στον άξονα των Y . Η **legend** προσθέτει μια λεζάντα με την εξήγηση των γραμμών και των συμβόλων κάθε καμπύλης.

Επιπλέον λεζάντες και ετικέτες μπορούν να προστεθούν με τα εργαλεία σχεδίασης **plottools**, ή με την **text** και τη **gtext** που προσθέτουν όποιο κείμενο θέλουμε στη θέση (x, y) ή στο σημείο που θα δείξουμε με το ποντίκι, αντίστοιχα.

Τέλος η **grid** προσθέτει οριζόντιες και κάθετες γραμμές στα σημεία των αξόνων X - Y στα οποία εμφανίζονται τιμές (major ticks).

Η γενική μορφή των παραπάνω εντολών είναι:

```
title ('κείμενο', 'ρυθμίσεις', ...)
xlabel ('κείμενο', 'ρυθμίσεις', ...)
ylabel ('κείμενο', 'ρυθμίσεις', ...)
text (x, y, 'κείμενο', 'ρυθμίσεις', ...)
gtext ('κείμενο', 'ρυθμίσεις', ...)
```

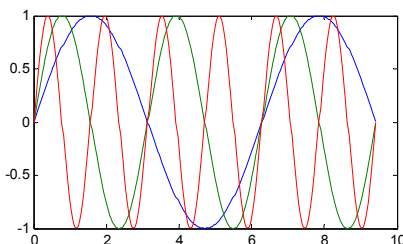
Με τις 'ρυθμίσεις' ορίζουμε τις γραμματοσειρές, τα χρώματα, τα πλαίσια, και άλλα στοιχεία του κειμένου ('κείμενο'). Π.χ., για **Ελληνικά** επιλέγουμε τη ρύθμιση: ..., 'FontName', 'Arial Greek', ...

Οι εντολές είναι απλές αλλά και λειτουργικές καθώς, το κείμενο που περιέχουν μπορεί να χρησιμοποιήσει ακόμη και κωδικούς TeX & LaTeX για την εκτύπωση ειδικού κειμένου, συμβόλων ή και εξισώσεων, δίνοντας έτσι απεριόριστες δυνατότητες στο χρήστη.

Π.χ.:

Πολλαπλές καμπύλες με μια plot:

```
y2 = sin(2*x);
y4 = sin(4*x);
plot(x, y, x, y2, x, y4)
```

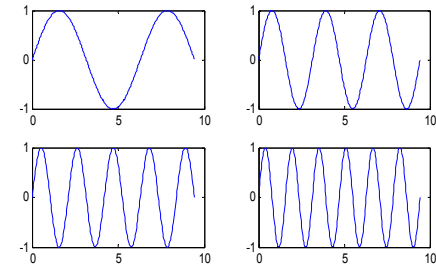


Εικόνα 4.08

Παράθυρο με 4 υπο-περιοχές, μια για κάθε καμπύλη:

```
subplot(2,2,1),plot(x,y)
subplot(2,2,2),plot(x,y2)
subplot(2,2,3),
    plot(x,sin(3*x))
subplot(2,2,4),plot(x,y4)
```

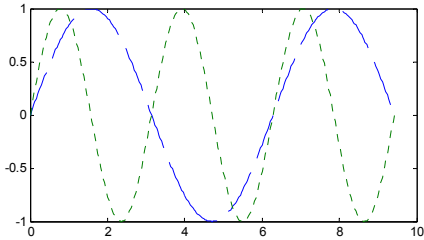
Εικόνα 4.09



Πολλαπλές καμπύλες με διαφορετικούς τύπους γραμμών:

```
plot(x,y,'--',x,y2,':')
```

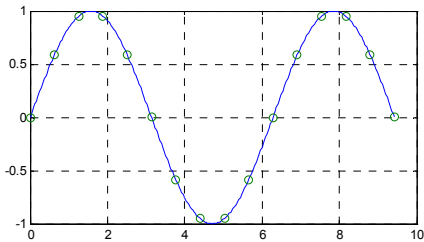
Εικόνα 4.10



Προσθήκη συμβόλων και πλέγματος οριζοντίων και καθέτων γραμμών:

```
x1 = 0:pi/100:3*pi;
y = sin(x1);
plot(x,y,'-',x1,y1,'o')
grid
```

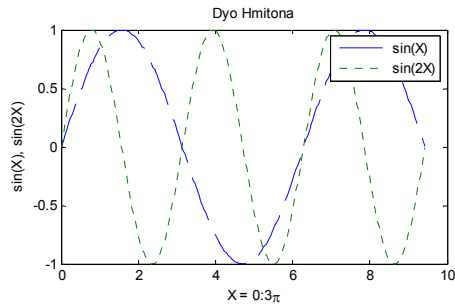
Εικόνα 4.11



Προσθήκη τίτλου, ετικετών και λεζάντας:

```
x = 0:pi/100:3*pi;
y = sin(x); y2 = sin(2*x);
plot(x,y,'--',x,y2,':');
title('Dyo Hmitona')
xlabel('X = 0:3\pi')
ylabel('sin(X), sin(2X)')
legend('sin(X)', 'sin(2X)')
```

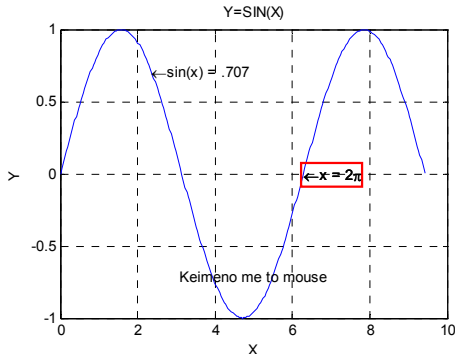
Εικόνα 4.12



Προσθήκη κειμένου σε διάφορα σημεία της γραφικής παράστασης:

```
plot(x,y), grid
title('Y=SIN(X)')
xlabel('X'), ylabel('Y')
gtext('Keimeno me to mouse')
text(3*pi/4, sin(3*pi/4),
    '\leftarrow sin(x) = .707')
text(2*pi, sin(2*pi),
    '\leftarrow x = 2\pi',
    'edgecolor', 'red',
    'linewidth', 2)
```

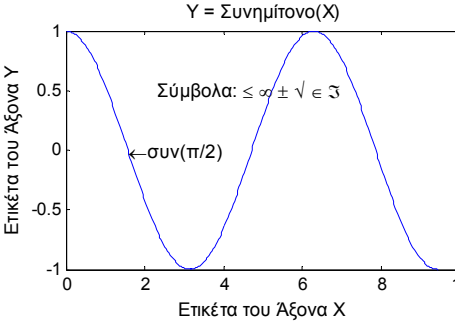
Εικόνα 4.13



Προσθήκη κειμένου στα Ελληνικά ή ειδικών & μαθηματικών συμβόλων:

```
x = 0:pi/100:3*pi
y = cos(x)
plot(x,y)
title('Y = Συνημίτονο(X)',
    'FontName', 'Arial Greek')
xlabel('Ετικέτα του Άξονα X',
    'FontName', 'Arial Greek')
ylabel('Ετικέτα του Άξονα Y',
    'FontName', 'Arial Greek')
text(pi/2, cos(pi/2),
    '\leftarrow συν(π/2)',
    'FontName', 'Arial Greek')
gtext('Σύμβολα: \leq \infty \sqrt \in \Im',
    'FontName', 'Arial Greek')
```

Εικόνα 4.14



4.6.3.3. Η Εντολή Ορισμού Αξόνων AXIS

Η εντολή **axis** ρυθμίζει τη κλίμακα των αξόνων και την εμφάνισή τους. Η εντολή έχει 4 ή 6 ορίσματα ανάλογα αν πρόκειται για 2-D ή 3-D γραφικό, και συντάσσεται κυρίως ως εξής:

```
axis([xmin xmax ymin ymax])
axis([xmin xmax ymin ymax zmin zmax])
```

Η **axis** διαθέτει πολλές παραμέτρους οι οποίες προσαρμόζουν τους άξονες στις ανάγκες της γραφικής παράστασης. Για παράδειγμα:

axis auto	επαναφέρει την προεπιλογή του MatLab με αυτόματη ορισμό αξόνων
axis normal	ρυθμίζει αυτόματα το λόγο των αξόνων για καλύτερη εμφάνιση (προεπ.)
axis tight	θέτει τα όρια των αξόνων ίδια με τα όρια των δεδομένων
axis xy	θέτει την αρχή των αξόνων στη κάτω-αριστερή γωνία (προεπ.)
axis ij	θέτει την αρχή των αξόνων στη πάνω-αριστερή γωνία
axis equal	ορίζει την ίδια μονάδα για όλους τους άξονες
axis image	συνδυασμός των equal και tight
axis square	κάνει τη περιοχή σχεδίασης ακριβώς τετράγωνη (ή κύβο)
axis vis3d	σταθεροποιεί το λόγο των αξόνων για την περιστροφή 3-D γραφικών
axis on/off	εμφανίζει ή αποκρύπτει τους άξονες με τις ετικέτες τους
axis manual	σταθεροποιεί τους άξονες ενός γραφικού σε hold για να μην αλλάξουν από τα επόμενα γραφικά.

Επίσης, η εντολή $V = \mathbf{axis}$ επιστρέφει στη μεταβλητή V το διάνυσμα των αξόνων του τρέχοντος γραφικού.

Αντίστοιχη με την **axis** είναι και η εντολή **caxis**([cmin cmax]), η οποία ρυθμίζει τον άξονα των χρωμάτων (**colormap**) σε επιφάνειες, εικόνες, 3-D γραφικά, κλπ.

4.6.5. Εντολές Σχεδιασμού 3-D Γραφικών

Για τη σχεδίαση 3-D γραφικών, το MatLab διαθέτει επίσης μια ποικιλία εντολών που κατασκευάζουν στερεά σχήματα, διαγράμματα X-Y-Z, προβολές τους στο επίπεδο ή χρωματικούς χάρτες. Πολλές από τις εντολές είναι επεκτάσεις των 2-D εκδόσεών τους.

Οι κυριότερες εντολές είναι οι: **mesh**, **meshz**, **waterfall**, **surf**, **contour**, **plot3**, **scatter3**, **bar3** και **contour3**. Όλες αυτές οι εντολές δέχονται σαν ορίσματα τρία 3 διανύσματα X, Y & Z που αντιστοιχούν στις συντεταγμένες των σημείων στο χρώο.

Όταν σχεδιάζουμε έτοιμα δεδομένα με x-y-z συνιστώσες, χρησιμοποιούμε τις συναρτήσεις σχεδίασης απ' ευθείας. Όταν όμως έχουμε να σχεδιάσουμε στο χώρο μια συνάρτηση $z = f(x,y)$, για πρέπει πρώτα να δημιουργήσουμε ένα πλέγμα από ζεύγη (x, y) και μετά να υπολογίσουμε τις αντίστοιχες τιμές της z. Τη προετοιμασία αυτή τη διευκολύνει η **meshgrid** η οποία παράγει τα κατάλληλα διανύσματα για τον υπολογισμό της συνάρτησης σε μορφή ενός πίνακα (x × y) του οποίου τα στοιχεία θα περιέχουν τις τιμές z.

4.6.5.1 Η Εντολή MESH

Η εντολή **mesh** σχεδιάζει σε πλέγμα τις τιμές ενός πίνακα Z (m × n) χρησιμοποιώντας σαν X & Y τα: $x = 1 : n$ και $y = 1 : m$, δηλαδή τις τιμές των δεικτών κάθε στοιχείου του πίνακα. Η εντολή δέχεται επιπλέον σαν παραμέτρους τα X & Y του χρήστη, τα οποία μπορεί να είναι είτε διανύσματα διαστάσεων n & m αντίστοιχα, ή πίνακες διαστάσεων (m × n). Η εντολή συντάσσεται ως εξής:

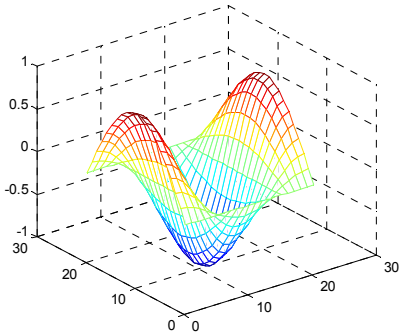
```
mesh(x, y, z, c)
```

Οι **meshz**, **meshc** και **waterfall** είναι λειτουργικά ίδιες με τη **mesh**, με τη διαφορά ότι η **meshz** σχεδιάζει ένα επίπεδο αναφοράς από κάτω από το πλέγμα, η **meshc** συνδυάζει τη **mesh** με τη **contour**, και, η **waterfall** δεν σχεδιάζει τις κάθετες γραμμές του πλέγματος που αντιστοιχούν στις στήλες του πίνακα. Η **waterfall** χρησιμοποιείται συχνά όταν χρειάζεται η παράλληλη παρουσίαση σειρών από ομοειδείς ποσότητες. Οι εντολές συντάσσονται ως εξής:

```
meshz(x, y, z, c)
meshc(x, y, z, c)
waterfall(x, y, z, c)
```

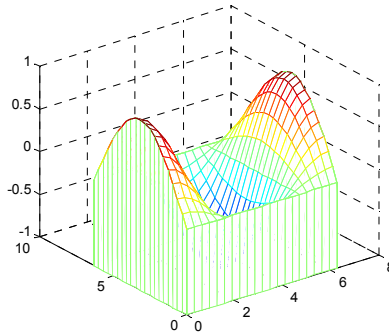
Π.χ.: Για τα παρακάτω δεδομένα: $x = 0:\pi/10:2*\pi$, $y = 0:\pi/10:2*\pi$, και $z = \sin(x'/2)*\cos(y)$, θα έχουμε:

```
>> mesh(z)
```



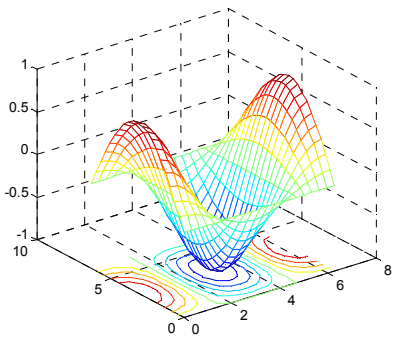
Εικόνα 4.39

```
>> meshz(x,y,z)
```



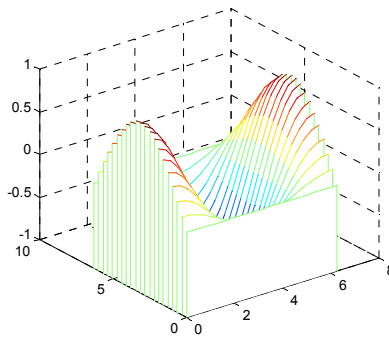
Εικόνα 4.40

```
>> meshc(x,y,z)
```



Εικόνα 4.41

```
>> waterfall(x,y,z)
```



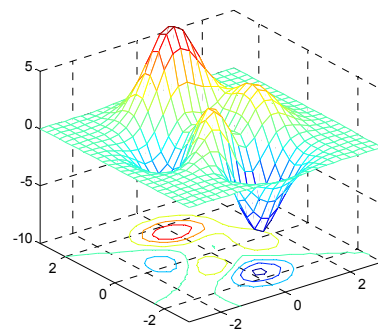
Εικόνα 4.42

Με την **meshgrid** προετοιμάζουμε το επίπεδο πλέγμα X-Y στα όρια που επιθυμούμε και μετά καλούμε την mesh που σχεδιάζει την 3-D επιφάνεια. Η εντολή συντάσσεται ως εξής:

```
[X,Y] = meshgrid(x,y)
```

Π.χ.: Για να σχεδιάσουμε τη συνάρτηση **peaks()** του MatLab με όρια (-3, 3) στο X-Y επίπεδο, δίνουμε:

```
>> [X,Y]=meshgrid(-3:.125:3);
>> Z = peaks(X,Y);
>> meshc(X,Y,Z);
>> axis([-3 3 -3 3 -10 5])
```



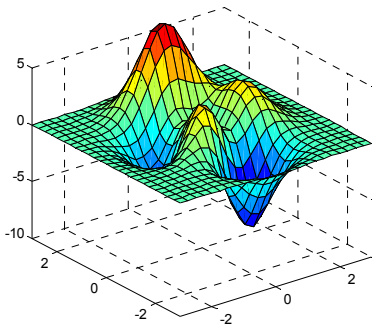
Εικόνα 4.43

Με τον ίδιο τρόπο συντάσσονται και οι εντολές **surf** και **contour**.

```
surf(x,y,z,c)
contour(x,y,z)
```

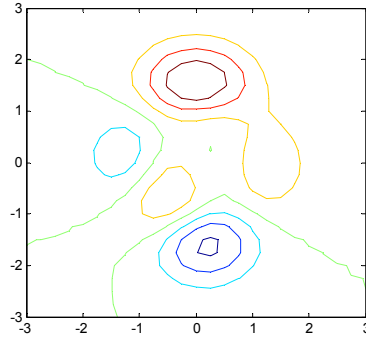
Π.χ.:

```
>> surf(x,y,z)
```



Εικόνα 4.44

```
>> contour(x,y,z)
```



Εικόνα 4.45

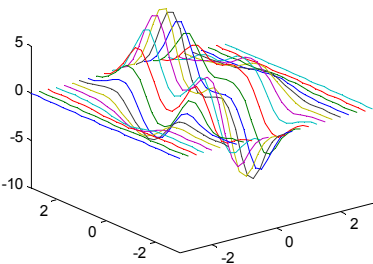
4.6.5.2 Άλλες Εντολές 3-D

Οι εντολές **plot3**, **scatter3**, **bar3**, **bar3h**, **contour3**, κλπ. είναι 3-D επεκτάσεις των 2-D εκδόσεών τους που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα. Οι εντολές συντάσσονται ως εξής:

```
contour3(x,y,z)
plot3(x,y,z)
scatter3(x,y,z,s,c)
bar3(y,z)
bar3h(y,z)
```

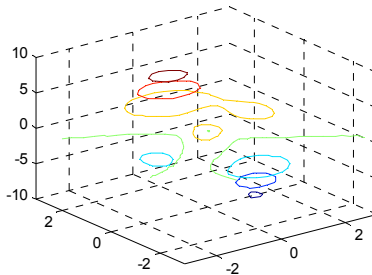
Π.χ.:

```
>> plot3(X,Y,Z)
```



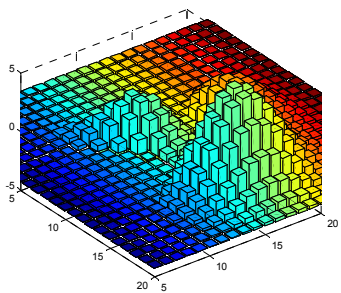
Εικόνα 4.46

```
>> contour3(X,Y,Z)
```



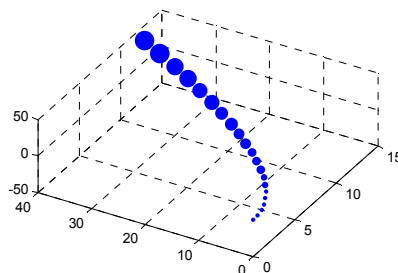
Εικόνα 4.47

```
>> bar3(Z)
```



Εικόνα 4.48

```
>> scatter3(2.*x, y.^2, x.*y-y,
            5*x.*y+5, 'filled')
>> view(-60,60)
```



Εικόνα 4.49

4.6.6. Η Εντολή EZLOT

Τέλος, η εντολή **ezplot()** σχεδιάζει γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων κατευθείαν από τον τύπο ή το όνομά τους, χωρίς να χρειάζεται διανύσματα τιμών x & y .

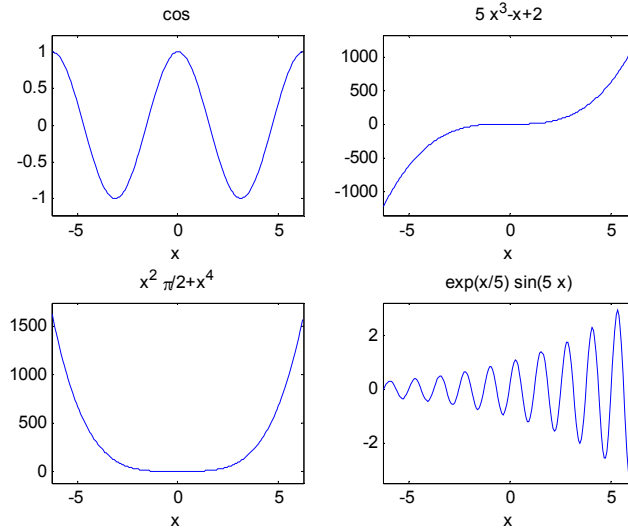
Η **ezplot()** δέχεται σαν όρισμα το όνομα μιας συνάρτησης του MatLab, ή μιας inline συνάρτησης, ή τη λαβή μιας ανώνυμης συνάρτησης, ή τη συμβολοσειρά με τον αναλυτικό τύπο συνάρτησης μιας ή περισσότερων μεταβλητών. Η **ezplot()** παράγει τη γραφική παράσταση στο διάστημα τιμών της μεταβλητής της $[-2\pi, 2\pi]$ εκτός και αν της δοθούν διαφορετικά όρια.

Η συνάρτηση **ezplot()** μπορεί να σχεδιάσει συναρτήσεις 2 μεταβλητών $f(x,y)$ ή και παραμετρικές συναρτήσεις $f_x(t)$ vs. $f_y(t)$. Γραφικές παραστάσεις 3 διαστάσεων $f(x,y,z)$ δημιουργούνται με την αντίστοιχη συνάρτηση **ezplot3()**.

Το παρακάτω m-file ορίζει συναρτήσεις με διαφορετικούς τρόπους και στη συνέχεια τις σχεδιάζει με την ezplot.

M-file: **ezplotest.m**

```
%ezplotest.m
subplot(2,2,1)
ezplot('cos')
subplot(2,2,2)
f1 = inline('5*x^3-x+2');
ezplot(f1)
subplot(2,2,3)
f2 = @(x) x^2*pi/2+x^4;
ezplot(f2)
subplot(2,2,4)
ezplot('exp(x/5)*sin(5*x)')
```

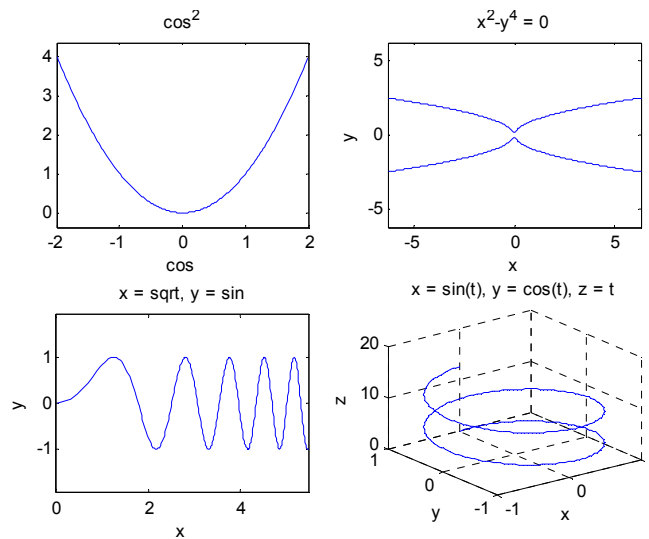


Εικόνα 4.50

Το παρακάτω m-file χρησιμοποιεί διαφορετικούς τρόπους κλήσης της **ezplot** και της **ezplot3**. Τα επιθυμητά όρια σχεδίασης δίνονται με τη μορφή: [t_{min}, t_{max}].

M-file: **ezplotest3.m**

```
%ezplotest3.m
subplot(2,2,1); ezplot('cos^2', [-2,2])
subplot(2,2,2); ezplot('x^2-y^4')
subplot(2,2,3); ezplot(@sqrt,@sin, [0,30]);
subplot(2,2,4); ezplot3('sin(t)', 'cos(t)', 't', [0,4*pi]);
```



Εικόνα 4.51