

Περίληψη

Η μελέτη αυτή έχει ως σκοπό την αξιολόγηση λύσεων ελεύθερου λογισμικού όπως SCILAB, GNU OCTAVE, FisPro κ.λ.π. σαν εναλλακτική λύση του MATLAB για την διδασκαλία και εφαρμογή των θεωριών αυτομάτου ελέγχου.

Το πακέτο λογισμικού MATLAB (MathWorks Inc.) παρέχει ένα δυναμικό, εύχρηστο και ανοικτό υπολογιστικό περιβάλλον για υλοποίηση επιστημονικών εφαρμογών σε ένα μεγάλο φάσμα γνωστικών πεδίων, όπως στη Γραμμική Άλγεβρα, τη Στατιστική, τα Εφαρμοσμένα Μαθηματικά, την Αριθμητική Ανάλυση, την Επεξεργασία Σημάτων και Εικόνας, τη Θεωρία Ελέγχου. Έχει υλοποιηθεί σε πολλές λειτουργικές πλατφόρμες (όπως Windows, Macintosh OS και Unix) και σε δύο βασικές εκδόσεις, την επαγγελματική και την εκπαιδευτική.

Το scilab και το octave είναι λογισμικά ανοιχτού κώδικα τα οποία μπορείτε να τα βρείτε στο διαδίκτυο και μπορείτε να τα χρησιμοποιήσετε σαν εναλλακτική λύση του προγράμματος Matlab.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθούν οι δυνατότητες των δύο αυτών προγραμμάτων ώστε να είναι ικανά να αντικαταστήσουν το Matlab όσον αφορά τα μαθήματα αυτομάτου ελέγχου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
Κεφάλαιο 1^ο	8
Εισαγωγή	8
1.1 Γενική περιγραφή του Matlab	8
1.1.1 Ιστορικά	8
1.1.2 Χρήσεις και δυνατότητες	8
1.1.3 Η οργάνωση του Matlab	9
1.1.4 Λειτουργία του Matlab	10
1.2 Γενική περιγραφή της Octave	11
1.3 Γενική Περιγραφή του SCILAB	13
1.3.1 Ιστορικά	13
1.3.2 Χρήσεις και δυνατότητες	13
1.3.3 Οργάνωση	14
2 ^ο Κεφάλαιο Matlab	15
2.1 Αριθμητική ανάλυση στο Matlab	15
a) Γραφική επίλυση εξισώσεων	15
b) Παραγοντοποίηση LU	17
c) Παραγοντοποίηση LU Doolittle	18
d) Η μέθοδος Cholesky	18
e) Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα	18
f) Νόρμα και δείκτης κατάστασης	19
2.2 Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου στο Matlab	20
2.3 Ψηφιακή επεξεργασία σήματος στο Matlab	33
1ο Συνέλιξη , απόκριση συστημάτων	33
2ο Υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου DFT	34
3ο Υπολογισμός DTFT μέσω του DFT	38
4ο Υπολογισμός συνέλιξης μέσω DFT	38
5ο Υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου μετασχηματισμού Z	40
2.4 Εισαγωγή στο Simulink	42
2.4.1 Τι είναι το Simulink;	42
2.4.2 Δουλεύοντας ένα απλό σύστημα	42
2.4.2.1 Δημιουργώντας ένα απλό μοντέλο	43
2.4.2.2 Ρυθμίσεις Παραμέτρων	44
2.4.2.3 Τρέχοντας την προσομοίωση	45
2.5 Εισαγωγή στο Fuzzy	47
2.5.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ	47
2.5.2 ΣΥΝΔΕΣΗ FUZZY ME SIMULINK	55
2.6 GUIDE	56
1. Αρχίζοντας το GUIDE	56
2. GUIDE Περίληψη εργαλείων	57
3. Προσθήκη Components στο GUI	58
3 Κεφάλαιο	59
3.1 Ελεύτερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ)	59

3.1.1	Ποια είναι η διαφορά μεταξύ Ελεύθερου Λογισμικού και Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα;	60
3.1.2	Τι είναι το Free Software Foundation (FSF);	60
3.1.3	Το Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα λογισμικό διατίθεται οπωσδήποτε δωρεάν;	60
3.1.4	Για ποιο λόγο θα ήθελε κανείς να δώσει χωρίς κέρδος τον κώδικα για το λογισμικό που έχει αναπτύξει; Σε τι θα ωφελήσει αυτό;	60
3.1.5	Ποια είναι τα κυριότερα πλεονεκτήματα του Ελεύθερου Λογισμικού / Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα;	61
3.1.6	Ποια είναι τα κυριότερα μειονεκτήματα του Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα;	61
3.1.7	Ποιες πηγές πληροφόρησης υπάρχουν;	62
3.2	Octave	63
3.2.1	Εγκατάσταση της Octave	63
3.3	Εγκατάσταση βιβλιοθηκών	65
3.3.1	Το περιβάλλον της Octave	66
3.3.2	SciTE	70
3.3.3	Βασικές αριθμητικές μέθοδοι στην Octave	71
3.3.4	Αριθμητική ανάλυση στην Octave	73
1.	Γραφική επίλυση εξισώσεων	73
2.	Γραμμικά συστήματα	74
3.	Παραγοντοποίηση LU	74
4.	Η μέθοδος Cholesky	75
5.	Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα	75
6.	Νόρμα και δείκτης κατάστασης	76
3.3.5	Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου στην Octave	77
3.3.6	Ψηφιακή επεξεργασία σήματος στην Octave	84
3.3.6.1	Άσκηση 1 ^η : Συνέλιξη, απόκριση συστημάτων σε Octave	84
3.3.6.2	Άσκηση 2 ^η : Υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου DFT	85
3.3.6.3	Άσκηση 3 ^η : Υπολογισμός DTFT μέσω του DFT	87
3.3.6.4	Άσκηση 4 ^η : Υπολογισμός συνέλιξης μέσω DFT	88
3.3.7	Octave-GTK	89
3.3.8	Fispro - Εγκατάσταση του FisPro	90
3.3.9	.FisPro: Ένα περιβάλλον φιλικό προς το χρήστη	91
3.4	Scilab	98
3.4.1	Εγκατάσταση του Scilab	98
3.4.2	Εγκατάσταση βιβλιοθηκών	99
3.4.3	Γνωριμία με το Scilab	101
3.4.4	Αριθμητικές Μέθοδοι	110
3.4.5	Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου στο Scilab	117
3.4.6	Περιγραφή του Rltool	120
3.4.6.1	Χαρακτηριστικά	120
3.4.6.2	Εγκατάσταση του RLTOOL	120
3.4.6.3	Γνωριμία με το RLTOOL	121
3.4.7	Εισαγωγή στο Scicos	127
3.4.7.1	Γνωριμία με το Scicos	127
3.4.7.2	Σύνδεση των Block	131
3.4.7.3	Ρυθμίσεις Παραμέτρων	132

3.4.8	ΕΥΦΥΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	137
3.4.8.1	Εισαγωγικά	137
3.4.8.2	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ sciFLT	137
3.4.8.3	Περιβάλλον sciFLT.....	138
3.4.8.4	Δημιουργία Συστήματος	139
3.4.8.5	Δημιουργία κανόνων.....	144
3.4.8.6	Αποθήκευση.....	145
3.4.8.7	Τρέξιμο της προσομοίωσης	145
3.4.8.8	Σύνδεση sciFLT με Scicos.....	149
3.4.9	ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΗ GUIDE	152
3.4.9.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	152
3.4.9.2	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ GUI.....	152
4	Κεφάλαιο 4^ο	155
4.1	Εισάγοντας προγράμματα από το Matlab στην Octave.....	155
4.2	ΚΕΦΑΛΑΙΟ SCILAB - MATLAB.....	159
4.3	Συγκέντρωση των στοιχείων σύγκρισης.....	163
5	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	165
1.	ΓΕΝΙΚΗ ΑΔΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ GNU.....	166
2.	Η ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ FISPRO	177
3.	Η ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ SCILAB.....	188
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'	192
6.1.1	Ο κώδικας της συνάρτησης TF για το SCILAB	193
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	194

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1-Σύστημα μάζας – ελατηρίου	20
Σχήμα 2- Η έξοδος (ολική απόκριση) του συστήματος με δεδομένη είσοδο	21
Σχήμα 3- Η έξοδος της Isim	22
Σχήμα 4-Η ελεύθερη απόκριση του συστήματος	23
Σχήμα 5- Η απόκριση του συστήματος με είσοδο την κρουστική συνάρτηση	24
Σχήμα 6- Η απόκριση του συστήματος για βηματική είσοδο	24
Σχήμα 7- Δύο συστήματα συνδεδεμένα σε σειρά	25
Σχήμα 8- Δύο συστήματα συνδεδεμένα παράλληλα	25
Σχήμα 9- Δύο συστήματα συνδεδεμένα με αρνητική ανάδραση	26
Σχήμα 10- Δύο συστήματα συνδεδεμένα με θετική ανάδραση	26
Σχήμα 11-Η βηματική απόκριση του συστήματος και τα χαρακτηριστικά του γραφήματος	27
Σχήμα 12-Γεωμετρικός τόπος των ριζών	27
Σχήμα 13- Γεωμετρικός τόπος των ριζών και τα χαρακτηριστικά του γραφήματος	28
Σχήμα 14- Γεωμετρικός τόπος ριζών του συστήματος	29
Σχήμα 15-Η βηματική απόκριση του κλειστού συστήματος	30
Σχήμα 16- <i>Ο γεωμετρικός τόπος ριζών</i> κλειστού συστήματος με άλλο C(s)	30
Σχήμα 17- Η βηματική απόκριση του κλειστού συστήματος με άλλο C(s)	31
Σχήμα 18- Ευστάθεια και χρόνος αποκατάστασης	31
Σχήμα 19- Το διάγραμμα του Niquist	32
Σχήμα 20- Συνέλιξη , απόκριση συστημάτων	34
Σχήμα 21- το μέτρο για τον ευθύ DFT	35
Σχήμα 22- Η φάση για τον ευθύ DFT	36
Σχήμα 23-Το αρχικό σήμα	36
Σχήμα 24- Το πραγματικό μέρος για τον αντίστροφο DFT	37
Σχήμα 25- Το φανταστικό μέρος για τον αντίστροφο DFT	37
Σχήμα 26- DTFT μέσω του DFT	38
Σχήμα 27- συνέλιξης μέσω DFT	39
Σχήμα 28-Η έξοδος της pzmap	41
Σχήμα 29- Σύνδεση κύμα ημιτόνου με ολοκλήρωμα	42
Σχήμα 30- Βιβλιοθήκη του Simulink	43
Σχήμα 31- Το περιβάλλον του Simulink	44
Σχήμα 32- Εισαγωγή Block	44
Σχήμα 33- Παράθυρο ρυθμίσεων των παραμέτρων	45
Σχήμα 34-Αποτελέσματα	46
Σχήμα 35--Εργαλεία του Fuzzy Logic System	47
Σχήμα 36--Περιβάλλον Fuzzy	48
Σχήμα 37--Ανάλυση του περιβάλλοντος Fuzzy	49
Σχήμα 38- Περιβάλλον των Ασαφών Συνόλων	50
Σχήμα 39- Ρύθμιση των Ασαφών Συνόλων	51
Σχήμα 40-Ορισμός τύπου και αριθμών των Ασαφών Συνόλων	51
Σχήμα 41-Ολοκλήρωση των Ασαφών Συνόλων	52
Σχήμα 42- Αποτελέσματα του συστήματος	53
Σχήμα 43- Τρισδιάστατο γράφημα	54

Σχήμα 44- Αποθήκευση του συστήματος Fuzzy	55
Σχήμα 47-Τα components που έχει το GUI	58
Σχήμα 48- Property Inspector	58
Σχήμα 49-Το αρχικό παράθυρο της Octave.....	66
Σχήμα 50- Το μενού της Octave	66
Σχήμα 51-Η καρτέλα Options από την επιλογή Properties	67
Σχήμα 52- Η καρτέλα Font από την επιλογή Properties.....	68
Σχήμα 54- Η καρτέλα Colors από την επιλογή Properties	69
Σχήμα 55-Το περιβάλλον του scite.....	70
Σχήμα 56- Σύστημα μάζας – ελατηρίου	77
Σχήμα 57- Εξομοίωση του συστήματος	78
Σχήμα 58- η ελεύθερη απόκριση του συστήματος	79
Σχήμα 59- Η απόκριση του συστήματος με είσοδο την κρουστική συνάρτηση	79
Σχήμα 60- Απόκριση του συστήματος για βηματική είσοδο.....	80
Σχήμα 61- Το διάγραμμα του Niquist.....	83
Σχήμα 64- Υπολογισμός αντίστροφου DFT	86
Σχήμα 65- Υπολογισμός DTFT μέσω του DFT	87
Σχήμα 67-Αρχικό παράθυρο του FisPro	91
Σχήμα 68 Κεντρικό παράθυρο του FisPro	92
Σχήμα 69-Παράθυρο καθορισμού εισόδων	92
Σχήμα 71-Παράθυρο δημιουργίας καμπύλων	93
Σχήμα 72- Επιλογή είδους καμπύλης	93
Σχήμα 73 Καθορισμός εισόδων στο FisPro.....	94
Σχήμα 74 Καθορισμός μια crisp εξόδου στο FisPro.....	95
Σχήμα 75 Καθορισμός κανόνων στο FisPro.....	95
Σχήμα 76 Τα συμπεράσματα που μας εμφανίζει το FisPro	96
Σχήμα 77-Περιβάλλον του Scilab.....	101
Σχήμα 78-Console του Scilab	101
Σχήμα 79-Ρύθμιση γραμματοσειράς του Scilab	102
Σχήμα 80-Βιβλιοθήκη του Scilab	102
Σχήμα 81-Λειτουργία εύρεσης στο Scilab.....	103
Σχήμα 82-Περιβάλλον του SciPad.....	105
Σχήμα 83-M-File του Matlab σε σημειωματάριο	106
Σχήμα 84-m2sci,Εργαλείο μετάφρασης του Scilab.....	107
Σχήμα 85-Αποτελέσματα του m2sci.....	107
Σχήμα 86-Πληροφορίες αποτελεσμάτων του m2sci.....	108
Σχήμα 87-Εμφάνιση χρησιμοποιούμενων μεταβλητών.....	108
Σχήμα 88-Demo's του Scilab.....	108
Σχήμα 89-Γραφική παράσταση της ρίζας της εξίσωσης	113
Σχήμα 90-Ρύθμιση του γραφήματος.....	113
Σχήμα 91- Ρύθμιση του διαστήματος x	114
Σχήμα 92-Γράφημα ρίζας με τις νέες ρυθμίσεις.....	114
Σχήμα 93-Γράφημα διάκρισης της ρίζας	115
Σχήμα 94- Γράφημα με pole και zero.....	119
Σχήμα 95-Άνοιγμα του Rltool	121
Σχήμα 96-Εισαγωγή συνάρτησης	121
Σχήμα 97-Κλειστό σύστημα	122
Σχήμα 98-Γραφική παράσταση της συνάρτησης.....	122

Σχήμα 99-Ρύθμιση συνάρτησης του κλειστού συστήματος	123
Σχήμα 100-Γραφική παράσταση της συνάρτησης.....	123
Σχήμα 101-Επιλογή εμφάνισης γραφήματος.....	124
Σχήμα 102-Γραφική παράσταση Step Responce.....	124
Σχήμα 103-Γραφική παράσταση συνάρτησης για Gain 7	125
Σχήμα 104-Γραφική παράσταση Step Response για Gian 7	125
Σχήμα 105-Γραφική παράσταση Nyquist.....	126
Σχήμα 106-Περιβάλλον Scicos.....	127
Σχήμα 107-Εμφάνιση κατηγοριών των βιβλιοθηκών	128
Σχήμα 108-Παράθυρο με Block μιας βιβλιοθήκης.....	128
Σχήμα 109-Εισαγωγή των Block στο παράθυρο σχεδίασης.....	129
Σχήμα 110-Καρφίτσωμα του Block.....	129
Σχήμα 111-Εισαγωγή όλων των Block.....	130
Σχήμα 112-Εισαγωγή χρώματος στο Block.....	131
Σχήμα 113-Σύνδεση των Block	131
Σχήμα 114-Μήνυμα σωστής σύνδεσης.....	132
Σχήμα 116-Ολοκλήρωση του προτύπου	132
Σχήμα 117-Ρύθμιση ενός Block.....	132
Σχήμα 119-Περιβάλλον του sciFLT	138
Σχήμα 120-Δημιουργία ενός συστήματος fls.....	139
Σχήμα 121-Ρύθμιση συστήματος tipper	140
Σχήμα 122-Εισαγωγή εισόδων.....	140
Σχήμα 123-Ρύθμιση της πρώτη εισόδου	142
Σχήμα 124-Ρύθμιση της δεύτερης εισόδου.....	142
Σχήμα 125-Δημιουργία, ρύθμιση της εξόδου	143
Σχήμα 126-Δημιουργία κανόνων	145
Σχήμα 127-Γράφημα surface	148
Σχήμα 128 -Γράφημα surface για centroide	149
Σχήμα 129-Περιβάλλον του SciGui.....	153
Σχήμα 130-Ρύθμιση του αντικειμένου.....	154
Σχήμα 131-Εισαγωγή αντικειμένου.....	154

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή

1.1 Γενική περιγραφή του Matlab

1.1.1 Ιστορικά

Το Matlab ξεκίνησε ως ένα πρόγραμμα «εργαστηρίου πινάκων» που είχε σκοπό να παρέχει αλληλεπιδρούσα προσπέλαση στις βιβλιοθήκες Linpack και Eispack. Από τότε έχει αναπτυχθεί αρκετά έτσι ώστε να γίνει ένα ισχυρότατο εργαλείο στην οπτικοποίηση, στον προγραμματισμό, στην έρευνα, στην βιομηχανία και στις επικοινωνίες.

Το Matlab αρχικά αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Cleve Moler στο πανεπιστήμιο του New Mexico, αλλά τελειοποιήθηκε στην εταιρεία Mathworks Inc με στόχο την εμπορευματοποίηση του.

1.1.2 Χρήσεις και δυνατότητες

Οι δυνατότητες που δίνει η εφαρμογή αυτή είναι πάρα πολλές. Βασικό της πλεονέκτημα είναι ότι επιτρέπει σε τρίτες εταιρείες να φτιάξουν πακέτα-συμπληρώματα για το MATLAB στη μορφή έτοιμων αλγόριθμων-συναρτήσεων. Σε περίπτωση που καμία από αυτές δεν επαρκεί για την επίλυση ενός προβλήματος παρέχεται ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον για την κατασκευή του κατάλληλου αλγόριθμου-συνάρτησης.

Το MATLAB® χρησιμοποιείται για την υλοποίηση επιστημονικών εφαρμογών σε ένα μεγάλο φάσμα πεδίων όπως: γραμμική άλγεβρα, στατιστική, εφαρμοσμένα μαθηματικά, αριθμητική ανάλυση, επιστημονικό υπολογισμό, επεξεργασία σημάτων, επεξεργασία εικόνας, θεωρία ελέγχου, ανάπτυξη αλγορίθμων, προσομοίωση, ανάλυση δεδομένων, κλπ.

Για τα πανεπιστημιακά περιβάλλοντα, το MATLAB είναι ένα κλασσικό εκπαιδευτικό εργαλείο για εισαγωγικά ή και πιο προηγμένα μαθήματα. Επίσης το MATLAB χρησιμοποιείται πολύ και στη βιομηχανία, σαν εργαλείο ανάπτυξης, και ανάλυσης.

Είναι διαθέσιμο σε πολλές πλατφόρμες (όπως Windows, Macintosh OS και Unix) και σε δύο βασικές εκδόσεις, την επαγγελματική και την εκπαιδευτική (student edition).

Υποστηρίζει επίσης μια ευέλικτη, απλή και δομημένη γλώσσα προγραμματισμού η οποία έχει πολλές ομοιότητες με την Pascal. Επιπλέον παρέχει δυνατότητες εύκολης δημιουργίας, διασύνδεσης και χρήσης βιβλιοθηκών.

Το μειονέκτημα που έχει είναι ότι οι εντολές δεν μπορούν να εκτελεστούν αυτόνομα, αλλά χρειάζονται το περιβάλλον του Matlab για να εκτελεστούν

1.1.3 Η οργάνωση του Matlab

Το Matlab είναι ένα «υπολογιστικό εργαλείο» μέσω του οποίου μπορεί να εκτελεστεί μεγάλος αριθμός υπολογισμών με τη χρήση ελάχιστων εντολών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση εντολών-συναρτήσεων οι οποίες είτε βρίσκονται ήδη αποθηκευμένες στη μνήμη του υπολογιστή είτε κατασκευάζονται από τον ίδιο το χρήστη ανάλογα με το πρόβλημα που τον ενδιαφέρει να επιλύσει. Η ευρεία χρήση του MATLAB οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην επεκτασιμότητα της..

Οι βιβλιοθήκες τις οποίες περιέχει το DVD του Matlab και τις οποίες θα μελετήσουμε είναι οι εξής:

- Simulink: Το Simulink είναι ένα λογισμικό πακέτο που επιτρέπει τη μοντελοποίηση, την προσομοίωση και την ανάλυση δυναμικών συστημάτων. Υποστηρίζει γραμμικά και μη γραμμικά συστήματα, μοντελοποιημένα σε συνεχή ή διακριτό χρόνο, ή ακόμη και υβριδικά συστήματα (εν μέρει μοντελοποιημένα σε συνεχή και εν μέρει σε διακριτό χρόνο).
- Control System Toolbox: Παρέχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το Matlab για σχεδίαση και ανάλυση συστημάτων αυτομάτου ελέγχου.
- Fuzzy Logic Toolbox: με την εργαλειοθήκη ασαφούς λογικής (*fuzzy toolbox*) δίνεται στους χρήστες του MATLAB η δυνατότητα σχεδιασμού ασαφών συστημάτων.
- Signal Processing Toolbox: Η εργαλειοθήκη επεξεργασίας σήματος είναι μια συλλογή εργαλείων που στηρίζεται στο αριθμητικό υπολογιστικό περιβάλλον του

MATLAB®. Η εργαλειοθήκη υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα διαδικασιών επεξεργασίας σήματος.

1.1.4 Λειτουργία του Matlab

Η γλώσσα προγραμματισμού MATLAB λειτουργεί ως διερμηνέας εντολών. Οι εντολές αυτές μπορεί να είναι:

1. ορισμοί μεταβλητών και πράξεις.
2. κλήση ενσωματωμένων συναρτήσεων της MATLAB και των εγκατεστημένων εργαλειοθηκών της (toolboxes).
3. κλήση συναρτήσεων (functions) ή αρχείων εντολών MATLAB (scripts) που κατασκευάζονται από τους χρήστες με τη μορφή m-file. Οι πίνακες (*matrices*) και τα διανύσματα (*vectors*) θεωρούνται ως μονοδιάστατοι πίνακες .

1.2 Γενική περιγραφή της Octave

Η Octave είναι μια υψηλού επιπέδου γλώσσα, που έχει τη δυνατότητα να λύσει γραμμικά και μη γραμμικά αριθμητικά προβλήματα και να εκτελεί άλλες αριθμητικές λειτουργίες χρησιμοποιώντας μια γλώσσα που είναι συνήθως συμβατή με Matlab. Η Octave εκτελεί αριθμητικές πράξεις πινάκων, με πραγματικούς και μιγαδικούς αριθμούς.

Η ιδέα για τη δημιουργία του λογισμικού προέκυψε από την ανάγκη να αναπτυχθεί λογισμικό για τη σχεδίαση χημικών αντιδραστήρων του James B. Rawlings του πανεπιστημίου του Wisconsin και του John G. Ekerdt του πανεπιστημίου του Τέξας.

Αν και αρχικά ήταν προορισμένο να διδάξει την σχεδίαση αντιδραστήρων, χρησιμοποιήθηκε τελικά και από άλλους προπτυχιακούς φοιτητές τόσο στο τμήμα χημικών μηχανικών όσο και στο τμήμα μαθηματικών του πανεπιστημίου του Τέξας, οι οποίοι το χρησιμοποίησαν για να διδάξουν διαφορικές εξισώσεις και γραμμική άλγεβρα.

Υπάρχουν κάποιοι που υποστήριζαν ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η FORTRAN αντί της octave από τους σπουδαστές, επειδή αυτή ήταν η γλώσσα που χρησιμοποιούνταν ευρέως ακαδημαϊκά. Ωστόσο κάθε φορά που είχε δοκιμαστεί, οι σπουδαστές ξόδευαν πάρα πολύ χρόνο σε υπολογισμούς λόγω της δυσκολίας του κώδικα της FORTRAN. Με το διαλογικό περιβάλλον της octave, οι περισσότεροι σπουδαστές ήταν σε θέση να κάνουν σύντομους υπολογισμούς, και να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στην μελέτη προβλημάτων της επιστήμης τους.

Τελικά, αν και οι αρχικοί στόχοι ήταν κάπως ασαφείς, τελικά δημιουργήθηκε ένα πακέτο το οποίο σήμερα, χιλιάδες άνθρωποι παγκοσμίως χρησιμοποιούν στη διδασκαλία, την έρευνα, και σε διάφορες εμπορικές εφαρμογές.

Η Octave αναπτύχθηκε εντατικά το Φεβρουάριο του 1992. Η πρώτη δημοσιοποίηση του λογισμικού πραγματοποιήθηκε στις 4 Ιανουαρίου 1993 ενώ η έκδοση 1.0 κυκλοφόρησε στις 17 Φεβρουαρίου του 1994.

Το 1984 η οργάνωση GNU προώθησε την Octave ώστε να εξελιχθεί σε ένα πακέτο ανοιχτού κώδικα το οποίο θα διατίθεται δωρεάν.

Για περισσότερες πληροφορίες για την πρωτοβουλία GNU, δείτε www.gnu.org.

Η Octave τρέχει σε Linux and Solaris, Mac OS X, Windows (98, 2000 και XP) Debian, Suse, Fedora και RedHat Linuxes (Intel και AMD CPUs, τουλάχιστον), όπως και σε οποιαδήποτε άλλη πλατφόρμα στην οποία μπορεί να μεταγλωττιστεί.

Η Octave είναι ελεύθερο λογισμικό που μπορεί να ανακατανεμηθεί ή/και να τροποποιηθεί υπό τον όρο της άδειας GNU όπως δημοσιεύεται από το ελεύθερο ίδρυμα λογισμικού (βλέπετε παράρτημα Α).

Η βασική γλώσσα προγραμματισμού της octave είναι η C++.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα πρόγραμμα octave τρέχει συνήθως χωρίς τροποποιήσεις σε *Matlab*. Η αντίστροφη διαδικασία δε λειτουργεί πάντα δεδομένου ότι το *Matlab* έχει πολλές περισσότερες λειτουργίες, ειδικά στον τομέα των γραφικών παραστάσεων, καθώς επίσης και ένα μεγάλο σύνολο ειδικών εργαλειοθηκών.

Η Octave βασίζεται σε πίνακες και παρέχει λειτουργίες για τη διαχείριση πινάκων. Δεν είναι αντικειμενοστραφής γλώσσα, αλλά υποστηρίζει δομές δεδομένων.

Η Octave περιλαμβάνει το πακέτο Gnuplot στο οποίο και στηρίζονται τα γραφήματα της. Το Gnuplot λειτουργεί σε πλατφόρμες UNIX, MS Windows, DOS, Macintosh, VMS και πολλές άλλες. Διανέμετε ελεύθερα. Περισσότερες πληροφορίες για το Gnuplot μπορείτε να βρείτε στο διαδικτυακό τόπο

<http://www.gnuplot.info/index.html> .

1.3 Γενική Περιγραφή του SCILAB

1.3.1 Ιστορικά

Το Scilab δημιουργήθηκε το 1990 από ερευνητές του INRIA και του ENPC (École nationale des ponts et chaussées) στη Γαλλία. Το Μάιο του 2003, το Scilab έγινε λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Εντούτοις, συνεχίζει να αναπτύσσεται και να διατηρείται από την INRIA και την ENPC. Διανέμεται δωρεάν μαζί με τον πηγαίο κώδικά του μέσω του διαδικτύου από το 1994. Επιδιώκει να είναι ένα σύστημα ανοικτού κώδικα που οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να το τροποποιήσουν για καλύτερη κάλυψη των αναγκών τους.

Δεδομένου ότι η άδειά του δεν επιτρέπει την εμπορική ανακατανομή των τροποποιημένων εκδόσεων, φαίνεται να ανήκει στην ημιελεύθερη κατηγορία λογισμικού.

Η τελευταία έκδοση Scilab 4.1.1 (στις 9 Μαΐου 2007) τρέχει σε συστήματα με λειτουργικό Windows Unix/Linux-XwindowMac OS X, BSD κ.λ.π.

Οι δυνατότητες που προσφέρει το Scilab είναι παρόμοιες με του Matlab. Ωστόσο τα δύο λογισμικά δεν είναι συμβατά παρόλο που υπάρχει ένας μεταφραστής κώδικα Matlab προς Scilab.

1.3.2 Χρήσεις και δυνατότητες

Στο Scilab υπάρχει η δυνατότητα χρήσης μιας πληθώρας μαθηματικών συναρτήσεων, στατιστικών μεθόδων, επεξεργασία σήματος, ενός περιβάλλοντος για προσομοίωση και προγράμματα από διάφορες γλώσσες (όπως C ή FORTRAN). Επίσης παρέχει μεγάλη ευκολία στην κατασκευή γραφημάτων και γραφικών παραστάσεων κάθε είδους. Πολλά ερευνητικά ιδρύματα έχουν δημοσιεύσει ελεύθερα στο διαδίκτυο πακέτα-επεκτάσεις για διάφορους τομείς της επιστήμης όπως την προσομοίωση ηλεκτρικών κυκλωμάτων κλπ..

Τέλος, το Scilab συμμετέχει στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα "hArtes" το οποίο χρηματοδοτείται από το έκτο κοινοτικό πλαίσιο στήριξης.

1.3.3 Οργάνωση

Το Scilab αποτελείται από τρία ξεχωριστά μέρη :

- Ένα διερμηνέα εντολών
- Βιβλιοθήκες των λειτουργιών (διαδικασίες Scilab)
- Βιβλιοθήκες των ρουτινών σε FORTRAN και C.

Οι ρουτίνες που δεν ανήκουν στο Scilab αλλά καλούνται αμφίδρομα από το διερμηνέα και είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο. Μερικές από αυτές έχουν τροποποιηθεί ώστε να είναι συμβατές με το διερμηνέα Scilab. Το σύστημα διαθέτει αρκετές εργαλειοθήκες και καθεμία επιτελεί ένα διαφορετικό σκοπό.

Άξια ξεχωριστής αναφοράς είναι η εργαλειοθήκη *scicos* που επιτρέπει το γραφικό καθορισμό και την προσομοίωση των σύνθετων γραμμικών και μη γραμμικών συστημάτων.

Τέλος, τα παρακάτω λογισμικά πακέτα, τα οποία θα εξεταστούν στη συγκεκριμένη εργασία, και λειτουργούν μέσω Scilab είναι: ***Scicos*** (γραφικός προσομοιωτής συστημάτων), ***Rltool*** (δημιουργία γραμμικών ελεγκτών συστημάτων), ***SciGui*** (δημιουργία γραφικών περιβάλλοντων), ***sciFLT***(Fuzzy Logic System).

2^ο Κεφάλαιο

Matlab

2.1 Αριθμητική ανάλυση στο Matlab

Με το Matlab μπορείτε να εκτελέσετε εφαρμογές στην αριθμητική Ανάλυση. Σ' αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται μία σειρά αντιπροσωπευτικών και απλών εφαρμογών του MATLAB στη Γραμμική Άλγεβρα και στις Αριθμητικές Μεθόδους (Επίλυση εξισώσεων, Γραμμικά συστήματα, Παραγοντοποίηση LU, Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα, Νόρμα και δείκτης κατάστασης).

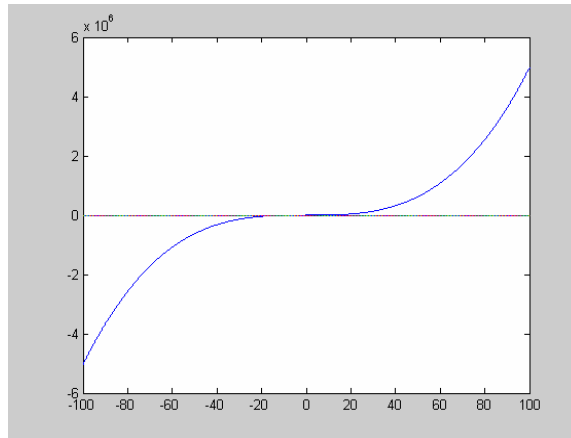
a) Γραφική επίλυση εξισώσεων

Με τη βοήθεια των γραφικών παραστάσεων μπορείτε να προσεγγίσετε γραφικά τη ρίζα μίας οποιασδήποτε εξίσωσης. Η ζητούμενη ρίζα είναι το σημείο τομής της γραφικής παράστασης της εξίσωσης και του άξονα x .

Για παράδειγμα έστω ότι ζητείται να βρεθεί γραφικά η ρίζα της παρακάτω εξίσωσης $f(x) = 5x^3 - 2x^2 + \cos(x)$ σε μια περιοχή με εύρος από το -100 μέχρι το 100 .

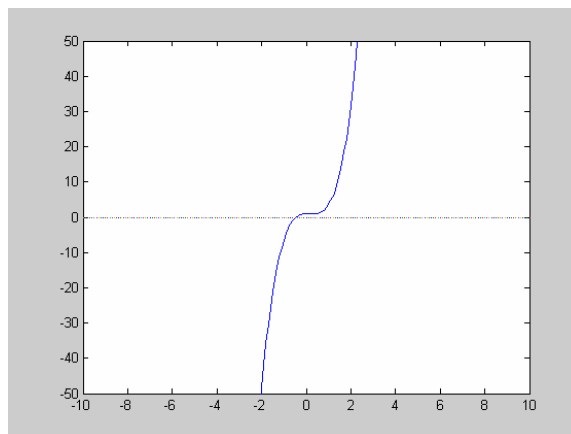
```
» x=-100:0.1:100;  
» y=5*x.^3-2*x.^2+cos(x);  
» plot(x,y)
```

Η γραφική παράσταση της συνάρτησης είναι η ακόλουθη:



με την εντολή *axis* εστιάζετε σε ένα διάστημα μικρότερο του αρχικού, έτσι ώστε να προσεγγιστεί η ζητούμενη ρίζα, όπως φαίνεται στη γραφική παράσταση που ακολουθεί.

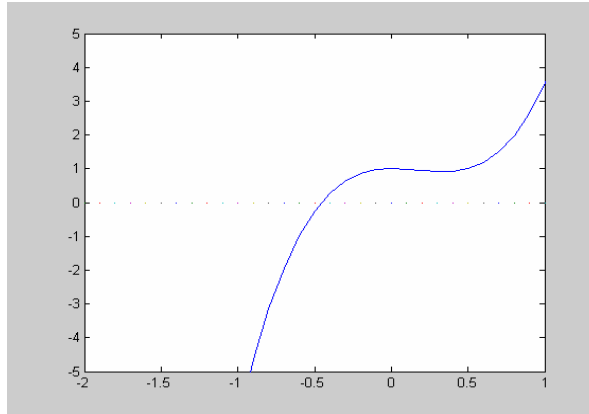
» **axis([-10,10,-50,50])**



Παρατηρείτε ότι η εξίσωση έχει μια ρίζα η οποία βρίσκεται ανάμεσα στο -2 και στο 1 .

» **axis([-2,1,-5,5])**

Η γραφική παράσταση της συνάρτησης είναι η ακόλουθη:



Συμπεραίνετε λοιπόν ότι η ρίζα είναι κατά προσέγγιση κοντά στο $-0,5$.

b) Παραγοντοποίηση LU

Η μέθοδος παραγοντοποίησης υλοποιείται στο περιβάλλον του MATLAB με την συνάρτηση *lu*, η οποία συντάσσεται ως εξής:

$[L,U]=lu(A)$: Ο πίνακας L επιστρέφει έναν κάτω τριγωνικό πίνακα και ο U έναν άνω τριγωνικό, ώστε $LU=PA$, όπου P είναι ο πίνακας αντιμετάθεσης.

$[L,U,P]=lu(A)$: Ο πίνακας P επιστρέφει τον πίνακα αντιμετάθεσης.

Παράδειγμα

» $A=[1 \ 1 \ 1 ; 2 \ 3 \ -1; 4 \ -2 \ 6];$

» $[L,U]=lu(A)$

```
L =    0.2500    0.3750    1.0000
        0.5000    1.0000         0
        1.0000         0         0
```

```
U = 4  -2   6
     0  4  -4
     0  0   1
```

» $A=[0 \ 2 \ 1; 1 \ -2 \ 4; 4 \ -1 \ 2];$

» $[L,U,P]=lu(A)$

```
L = 1.0000    0    0
        0    1.0000    0
        0.2500   -0.8750    1.0000
```

```
U = 4.0000  -1.0000    2.0000
     0    2.0000    1.0000
     0     0    4.3750
```

```
P = 0  0  1
     1  0  0
     0  1  0
```

c) Παραγοντοποίηση LU Doolittle

Η παραγοντοποίηση με τη μέθοδο Doolittle υλοποιείται στο MATLAB με την παρακάτω συνάρτηση, η οποία συντάσσεται ως εξής: $[L,U]=doolittle(A)$ Ο πίνακας L επιστρέφει έναν κάτω τριγωνικό πίνακα και ο U έναν άνω τριγωνικό, ώστε $A=LU$.

Παράδειγμα

```
» A=[1 1 1 ;2 3 -1;4 -2 6]
      A =1   1   1
          2   3  -1
          4  -2   6
» [L,U]=doolittle(A)
      L =1   0   0
          2   1   0
          4  -6   1
      U =1   1   1
          0   1  -3
          0   0  -16
» L*U {έλεγχος της μεθόδου}
      ans = 1   1   1
            2   3  -1
            4  -2   6
```

d) Η μέθοδος Cholesky

Εφαρμόζεται η συνάρτηση *choleski* σε δύο πίνακες.

```
» A=[4 12;12 45];
» L=chole(A)
      L =2   0
          6   3
» L*L'
      ans =4   12
            12  45
» B=[1 2 0 0;2 6 -2 0;0 -2 5 -2;0 0 -2 3];
» L=chole(B)
      L = 1.0000    0    0    0
            2.0000    1.4142    0    0
            0    -1.4142    1.7321    0
            0    0    -1.1547    1.2910
» L*L'
      ans =1.0000    2.0000    0    0
            2.0000    6.0000   -2.0000    0
            0    -2.0000    5.0000   -2.0000
            0    0    -2.0000    3.0000
```

e) Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα

Οι ιδιοτιμές και τα ιδιοδιανύσματα ενός πίνακα υπολογίζονται με τη συνάρτηση *eig*.

Παράδειγμα

```

» A=[1 1 0; 0 2 0; 0 1 3];
» poly(A)
ans =1 -6 11 -6
» eig(A)
ans = 1
      3
      2
» [V,D]=eig(A) %Παράγεται ένας διαγώνιος πίνακας D, που περιέχει
%τις ιδιοτιμές του A και ένας πίνακας V, οι στήλες του οποίου
%αντιστοιχούν στα ιδιοδιανύσματα, ώστε να ισχύει A*V=V*D.
V =1.0000 0 0.5774
     0 0 0.5774
     0 1.0000 -0.5774

D =1 0 0
     0 3 0
     0 0 2

```

f) Νόρμα και δείκτης κατάστασης

```

» A=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];

» norm(A) %Υπολογίζει αυτόματα τη νόρμα ||A||2
ans =3.2988

» norm(A,1) %norm(A,1): Υπολογίζει τη νόρμα ||A||1
ans =4

» norm(A,2) %norm(A,2): Υπολογίζει τη νόρμα ||A||2
ans =3.2988

» norm(A,inf) %norm(A,inf): Υπολογίζει τη νόρμα ||A||∞
ans =4

» A=[0.8064 0.7904;0.7904 0.8144]
A =0.8064 0.7904
     0.7904 0.8144

» cond(A) %O δείκτης κατάστασης πίνακα με βάση τη νόρμα ||A||1
ans =80.0810

» condest(A) %O δείκτης κατάστασης πίνακα με βάση τη νόρμα
%||A||2
ans =80.4807

```

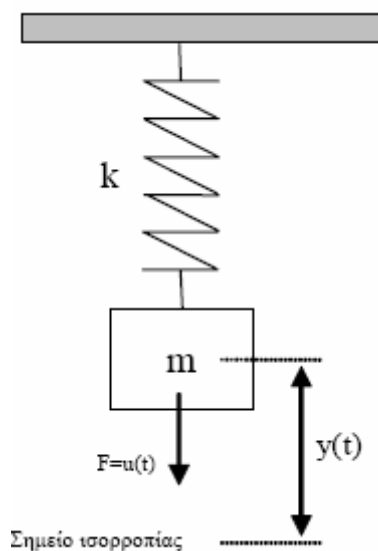
2.2 Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου στο Matlab

Στα συστήματα αυτομάτου ελέγχου παρουσιάζονται έννοιες ενός σήματος και ενός συστήματος που συναντιούνται σε πολλούς τομείς των τεχνολογικών και εφαρμοσμένων επιστημών.

Μελετούνται γραμμικά χρονικά αμετάβλητα συστήματα που έχουν συνεχή σήματα σαν είσοδο και έξοδο.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα συστήματος του οποίου θέλουμε να μελετήσουμε την συμπεριφορά.

Έστω το σύστημα μάζας - ελατηρίου του σχήματος



Σχήμα 1-Σύστημα μάζας – ελατηρίου

k είναι ο συντελεστής σκληρότητας του ελατηρίου, M η μάζα του ελατηρίου, $y(t)$ ονομάζεται η απόσταση του κέντρου βάρους της μάζας από το σημείο ισορροπίας της και $u(t)$ είναι η κάθετη δύναμη την οποία εφαρμόζουμε στη μάζα. Η δ.ε. που περιγράφει το σύστημα είναι:

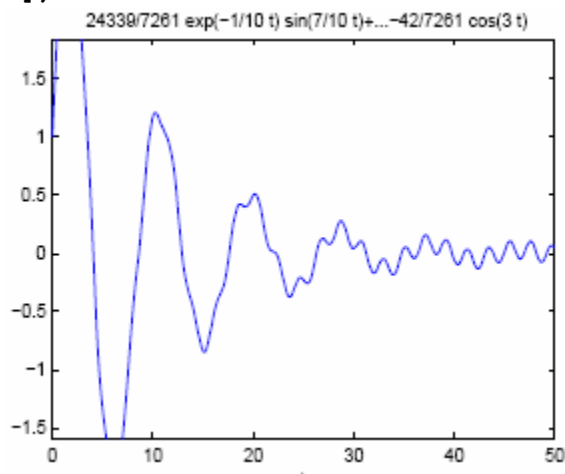
$$M \frac{d^2}{dt^2} y(t) + b \frac{d}{dt} y(t) + ky(t) = u(t)$$

όπου b μια σταθερά που εξαρτάται από την αντίσταση του αέρα.

Ζητείται να βρεθεί η έξοδος (ολική απόκριση) του συστήματος όταν η είσοδος είναι $u(t) = 7 \sin(3t)$, την χρονική στιγμή 0 το σώμα βρίσκεται στην θέση $y(0) = 1$ και έχει ταχύτητα $y'(0) = 2$; Δίνεται ότι $M = 10$, $k = 5$, $b = 2$.

Κάτι τέτοιο γίνεται στο MATLAB με την εντολή dsolve:

```
sol=dsolve('10*D2y+2*Dy+5*y=7*sin(3*t)', 'y(0)=1,Dy(0)=2')
ezplot(sol,[0,50])
```



Σχήμα 2- Η έξοδος (ολική απόκριση) του συστήματος με δεδομένη είσοδο

Αντίστοιχα ένας τρόπος για να εισάγετε στο MATLAB ένα δυναμικό σύστημα είναι μέσω της περιγραφής στο χώρο των καταστάσεων.

Αν θεωρήσουμε το σύστημα ελατήριο – μάζα ίδιο με το προηγούμενο:

Το σύστημα στο χώρο των καταστάσεων περιγράφεται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{k}{M} & -\frac{b}{M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{M} \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}.$$

Θέτοντας $M = 10$, $k = 5$, $b = 2$ το παραπάνω σύστημα γίνεται:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.5 & -0.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0.1 \end{bmatrix} u$$

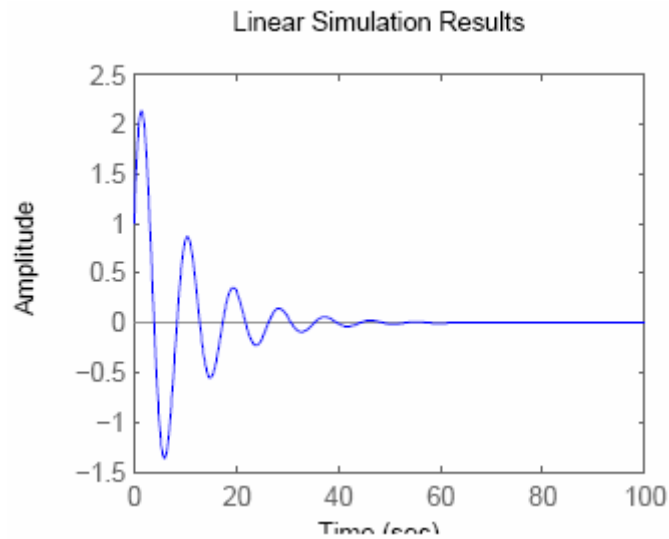
$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}.$$

Ο ορισμός στο MATLAB ενός συστήματος στο χώρο των καταστάσεων γίνεται με την εντολή **ss**.

```
ma=[0,1;-0.5,-0.2];
mb=[0;0.1];
mc=[1,0];
sys=ss(ma,mb,mc,0);
```

Για να γίνει η εξομοίωση αυτού του συστήματος στο MATLAB χρησιμοποιείτε την εντολή lsim αφού πριν έχουμε ορίσει το διάνυσμα του χρόνου, το διάνυσμα εισόδου στο σύστημα και τις αρχικές συνθήκες.

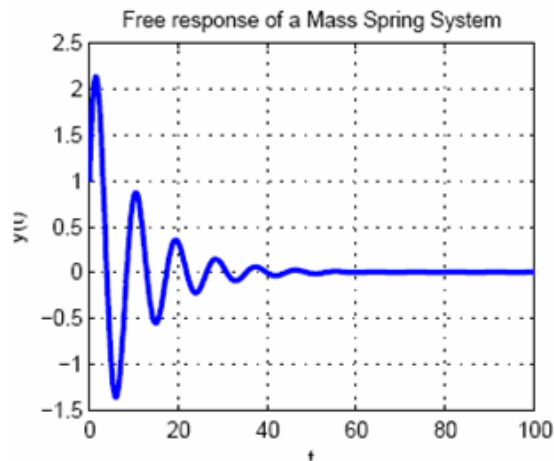
```
t=[0:0.1:100];  
y0=[1;1.5];  
u=zeros(1,1001);  
lsim(sys,u,t,y0);
```



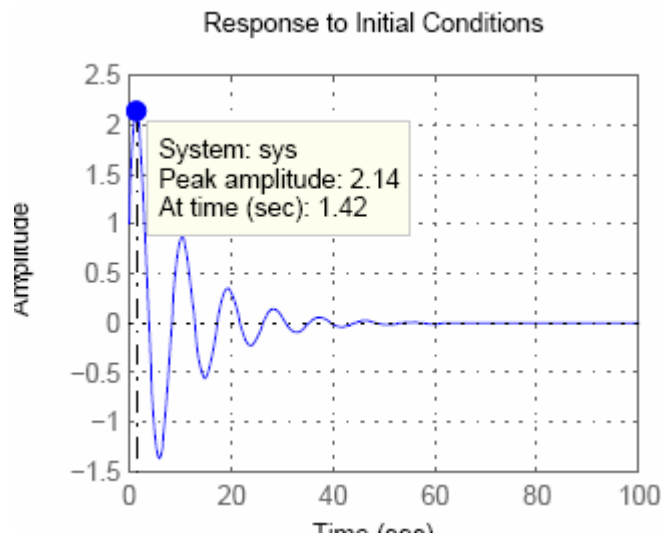
Σχήμα 3- Η έξοδος της lsim

Το γράφημα που προκύπτει από την εντολή lsim είναι η απόκριση του συστήματος σε μηδενική είσοδο για $y(0) = 1$ και $y'(0) = 1.5$, δηλαδή είναι η ελεύθερη απόκριση του συστήματος. Για να ελεγχθούν ευκολότερα οι λεπτομέρειες του γραφήματος, μπορείτε να αποθηκεύσετε το διάνυσμα της απόκρισης του συστήματος σε μια μεταβλητή.

```
y=lsim(sys,u,t,y0);  
plot(t,y,'Color',[0 0 1], 'LineWidth',2);  
title('Free response of a Mass Spring System'), xlabel('t'),  
ylabel('y(t)'), grid('on');  
mx=max(abs(y))
```

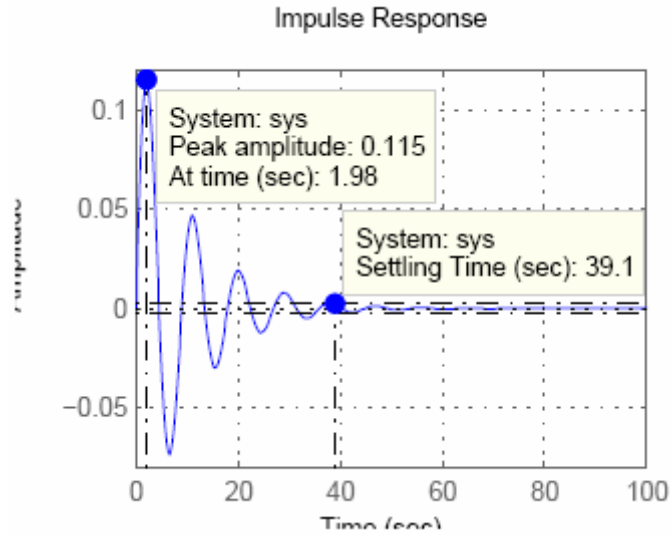


Με την τελευταία εντολή υπολογίζεται η μέγιστη απομάκρυνση που παρουσιάζει το ελατήριο από τη θέση ισορροπίας. Η ελεύθερη απόκριση μπορεί να βρεθεί πιο απλά με την εντολή `initial(sys, y0, 100)` όπου, το δεύτερο όρισμα είναι οι αρχικές συνθήκες και το τρίτο ο χρόνος στον οποίο μελετάτε το σύστημα.



Σχήμα 4-Η ελεύθερη απόκριση του συστήματος

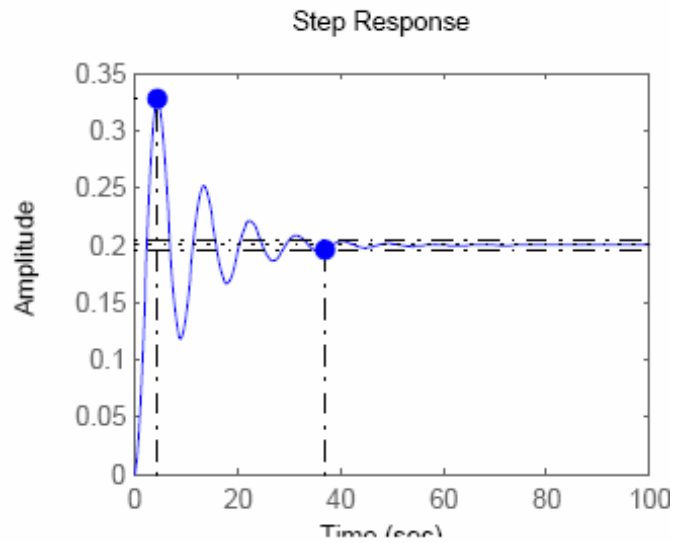
Η απόκριση του συστήματος με είσοδο την κρουστική συνάρτηση Dirac $\delta(t)$ δίνεται από την εντολή `impulse(sys, 100)` όπου 100 είναι πάλι το χρονικό διάστημα που μελετάτε το σύστημα. Με δεξί κλικ πάνω στο γράφημα δίνονται διάφορες επιπλέον πληροφορίες γι' αυτό.



Σχήμα 5- Η απόκριση του συστήματος με είσοδο την κρουστική συνάρτηση

Αντίστοιχα με την εντολή **step(sys)** υπολογίζεται η απόκριση του συστήματος για βηματική είσοδο.

Έστω τώρα ότι ζητείτε να υπολογίσετε την απόκριση του συστήματος για $0 \leq t \leq 100$ με μηδενικές αρχικές συνθήκες και για είσοδο τον τετραγωνικό παλμό με περίοδο 10.



Σχήμα 6- Η απόκριση του συστήματος για βηματική είσοδο

Ένα χρήσιμο εργαλείο για τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου είναι η συνάρτηση μεταφοράς ενός συστήματος..

Έστω δύο συστήματα με συνάρτηση μεταφοράς $q(s) = \frac{1}{3s^2 + 5s + 1}$ και

$p(s) = \frac{1}{5s^4 + 12s^3 + 20s + 6}$ Η συνάρτηση μεταφοράς τους κάθε συστήματος ορίζεται

στο MATLAB ως εξής:

```
q=tf(1,[3 5 1])  
p=tf(1,[5 12 0 20 6])
```

Οι πόλοι και τα μηδενικά δίνονται από τις συναρτήσεις pole και zero αντίστοιχα:

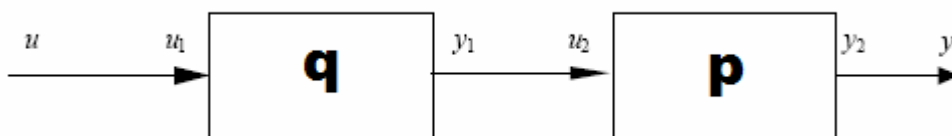
pole(p)

zero(p)

ενώ η εντολή pzmap παράγει το διάγραμμα πόλων/μηδενικών της συνάρτησης μεταφοράς

pzmap(p)

Εάν τα δύο συστήματα είναι συνδεδεμένα σε σειρά

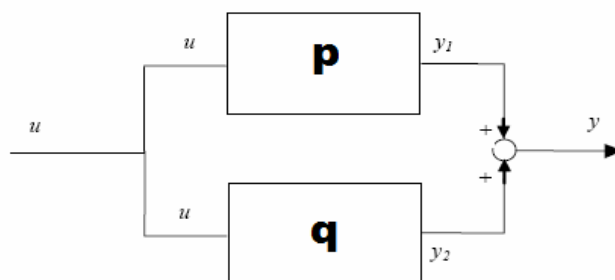


Σχήμα 7- Δύο συστήματα συνδεδεμένα σε σειρά

τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

```
pq=series(q,p)
```

Εάν είναι δύο συστήματα συνδεδεμένα παράλληλα

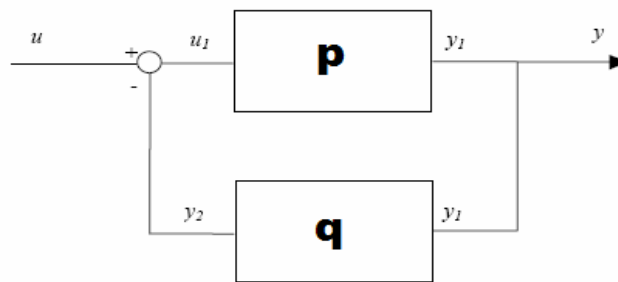


Σχήμα 8- Δύο συστήματα συνδεδεμένα παράλληλα

τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

```
pq=parallel(p,q)
```

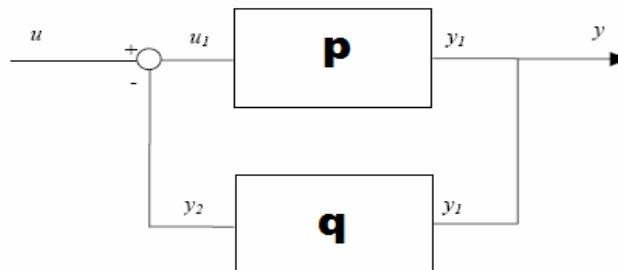
Εάν είναι δύο συστήματα συνδεδεμένα με αρνητική ανάδραση



Σχήμα 9- Δύο συστήματα συνδεδεμένα με αρνητική ανάδραση τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

feed_neg=feedback (q , p)

Εάν είναι δύο συστήματα συνδεδεμένα με θετική ανάδραση



Σχήμα 10- Δύο συστήματα συνδεδεμένα με θετική ανάδραση τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

feed_pos=feedback (q , p , +)

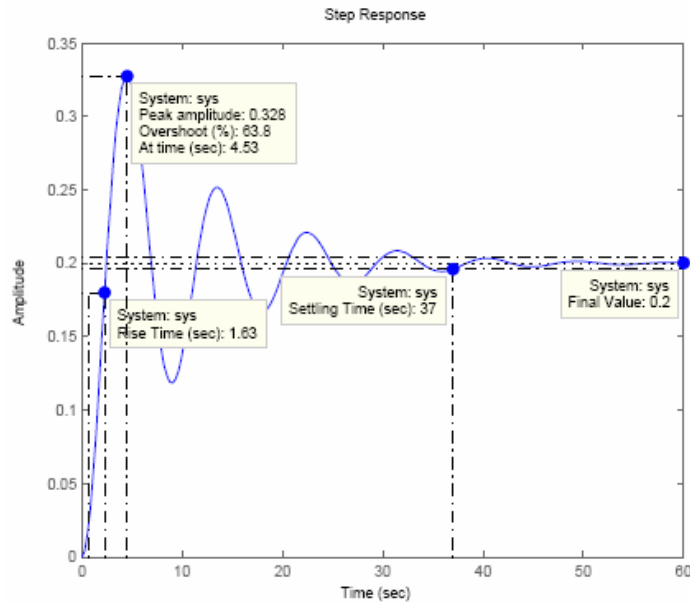
Πολλά συμπεράσματα για ένα σύστημα μπορούν να βγουν μελετώντας την κρουστική και την βηματική του απόκριση. Έτσι όταν γίνει το διάγραμμα της κρουστικής/βηματικής απόκρισης στο MATLAB μπορεί να βρεθεί κάνοντας δεξί κλικ στο γράφημα η υπερύψωση, ο χρόνος καθυστέρησης, ο χρόνος ανόδου και ο χρόνος αποκατάστασης του συστήματος.

Έστω το σύστημα:

$$T(s) = \frac{1}{10s^2 + 2s + 5}$$

Θα υπολογιστεί η βηματική του απόκριση και στη συνέχεια θα εμφανιστούν τα χαρακτηριστικά τους.

```
sys=tf ([1 -1],[1 0 -3 -2])  
step(sys)
```

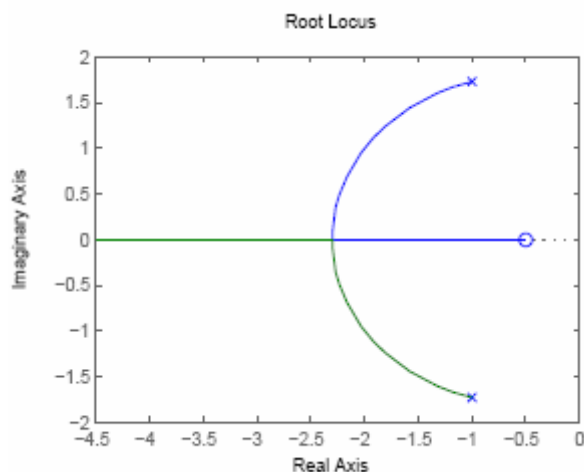


Σχήμα 11-Η βηματική απόκριση του συστήματος και τα χαρακτηριστικά του γραφήματος. Παρατηρούμε ότι η υπερύψωση της βηματικής απόκρισης είναι 63.8%, ο χρόνος ανόδου 4.53sec, ο χρόνος αποκατάστασης 37sec και η τελική τιμή του συστήματος 0.2.

Έστω τώρα ένα σύστημα με συνάρτηση μεταφοράς $\frac{2s + 1}{2s^2 + s + 8}$. Μπορεί να βρεθεί ο

γεωμετρικός τόπος των ριζών του συστήματος με την εντολή rlocus

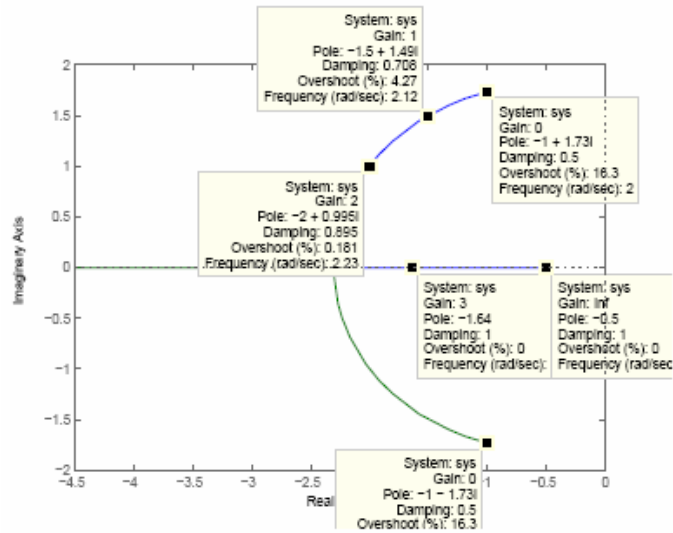
```
sys=tf ([2 1], [2 4 8]);
rlocus (sys)
```



Σχήμα 12-Γεωμετρικός τόπος των ριζών

Κάνοντας κλικ πάνω στις καμπύλες παρατηρούνται πληροφορίες όπως ποια τιμή του κέρδους K (Gain) αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο πόλο. Στο παράδειγμα αυτό με τη

μπλε καμπύλη παρατηρείται ότι ένας πόλος από το $-1.0 + 1.7321i$ για $K = 0$, "ταξιδεύει" στο -0.5 όταν το K απειρίζεται. Αντίστοιχα ο άλλος πόλος (πράσινη καμπύλη) από το $-1.0 - 1.7321i$ για $K = 0$ προχωράει προς το $-\infty$ όταν μεγαλώνει το K .



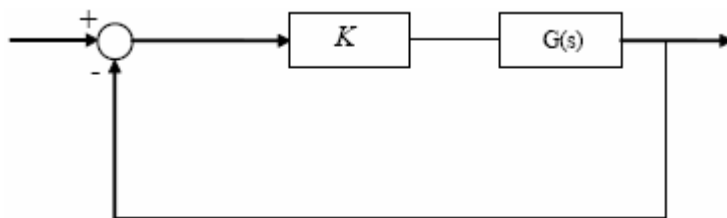
Σχήμα 13- Γεωμετρικός τόπος των ριζών και τα χαρακτηριστικά του γραφήματος

Ένα πολύ ενδιαφέρον και χρήσιμο εργαλείο που έχει το MATLAB για την σχεδίαση συστημάτων με την μέθοδο του γεωμετρικού τόπου ριζών είναι το **sisotool**.

Έστω ένα σύστημα που περιγράφεται από την συνάρτηση μεταφοράς

$$G(s) = \frac{2s + 1}{2s^3 + 4s^2 - 8s + 1}$$

Να βρεθεί ελεγκτής $C(s) = K$ έτσι ώστε το κλειστό σύστημα

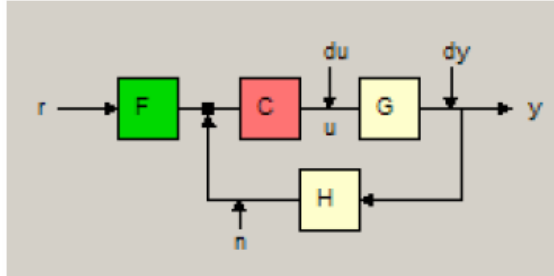


να είναι ευσταθές και επιπλέον το κλειστό σύστημα να έχει χρόνο αποκατάστασης μικρότερο του 7.

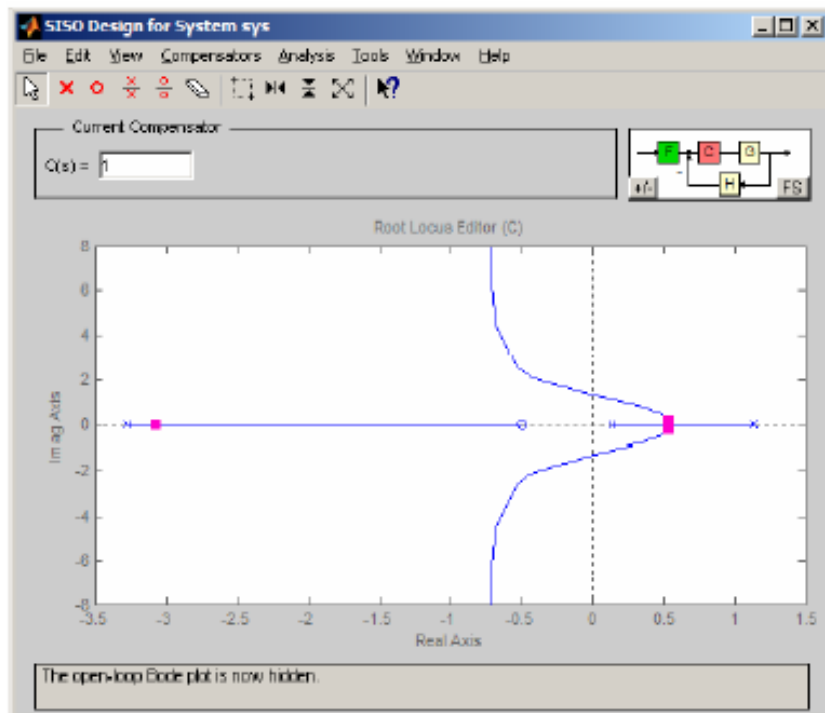
```
sys=tf([2 1],[2 4 -8 1])
```

sisotool (sys)

Το πρώτο πράγμα που δείχνει το sisotool είναι ο γεωμετρικός τόπος ριζών του συστήματος. Εφαρμόζουμε στο sisotool την ακόλουθη συνδεσμολογία

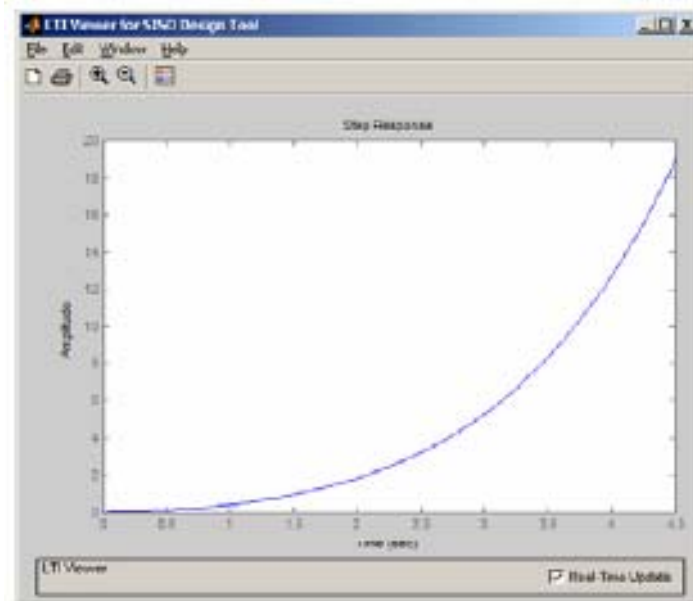


όπου με r συμβολίζεται η είσοδος, y η έξοδος, G η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος που ελέγχεται (plant), C η συνάρτηση μεταφοράς του ελεγκτή που υπολογίζετε και F , H δύο άλλα συστήματα τα οποία για την ώρα δεν επηρεάζουν το σύστημα, μια και έχουν αρχική συνάρτηση μεταφοράς 1.



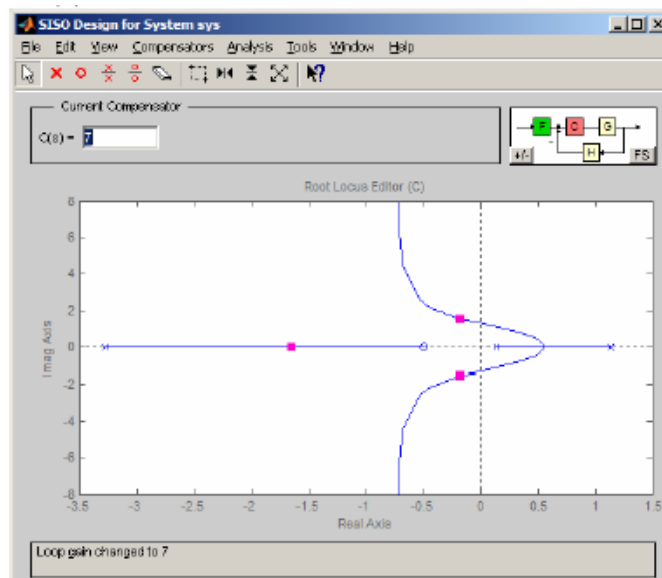
Σχήμα 14- Γεωμετρικός τόπος ριζών του συστήματος

Όπως φαίνεται στην πάνω αριστερά γωνία, για $C(s) = 1$ οι πόλοι του κλειστού συστήματος που αναπαρίστανται στο διάγραμμα με κόκκινα τετράγωνα είναι οι -3.08 και $0.54 \pm 0.183j$ (View->Closed Loop Poles). Επιλέγοντας "Analysis->Response to Step Command" φαίνεται η βηματική απόκριση του κλειστού συστήματος με μπλε χρώμα.

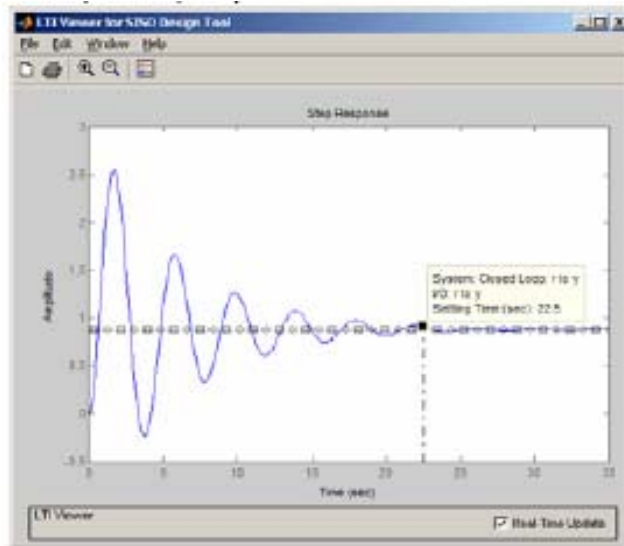


Σχήμα 15-Η βηματική απόκριση του κλειστού συστήματος

Αλλάζοντας το $C(s)$ σε 7 δίνεται ο ακόλουθος γεωμετρικός τόπος ριζών



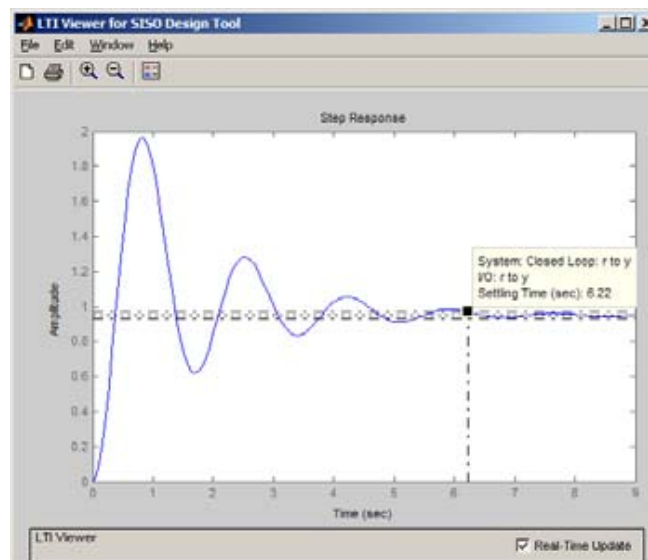
Σχήμα 16- Ο γεωμετρικός τόπος ριζών κλειστού συστήματος με άλλο $C(s)$ και την παρακάτω βηματική απόκριση.



Σχήμα 17- Η βηματική απόκριση του κλειστού συστήματος με άλλο $C(s)$

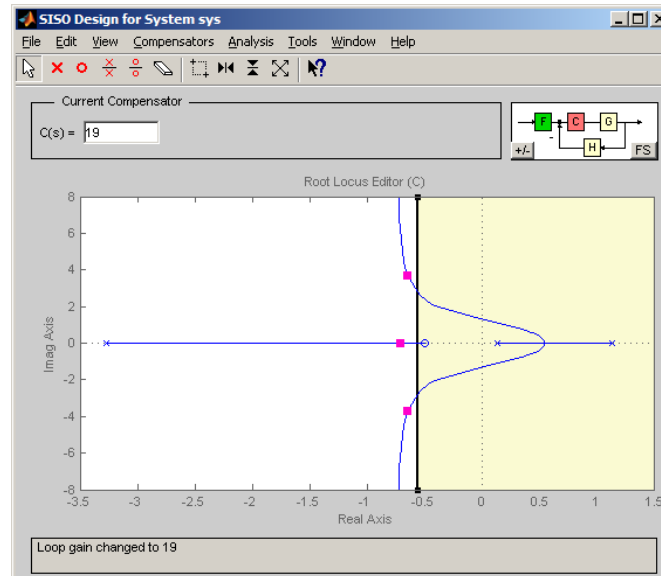
Οι πόλοι του κλειστού συστήματος μετατοπίστηκαν προς τα αριστερά και άλλαξαν σε -1.65 και $-0.175 \pm 1.55j$ κάνοντας το κλειστό σύστημα ευσταθές αλλά ο χρόνος αποκατάστασης συνεχίζει να είναι αρκετά μεγάλος, 22.5 sec.

Αντί να αλλαχθεί απευθείας το $C(s)$, μπορείτε να σύρετε το ποντίκι σε έναν πόλο και να παρατηρήσετε πως μεταβάλλονται όλοι οι πόλοι της συνάρτησης μεταφοράς του κλειστού συστήματος αλλά και βηματική απόκριση και κατά συνέπεια και ο χρόνος αποκατάστασης. "Παίζοντας" έτσι βρίσκετε ότι πχ για $C(s) = 19$ το σύστημα είναι ευσταθές και χρόνο αποκατάστασης 6.22 sec.



Σχήμα 18- Ευστάθεια και χρόνος αποκατάστασης

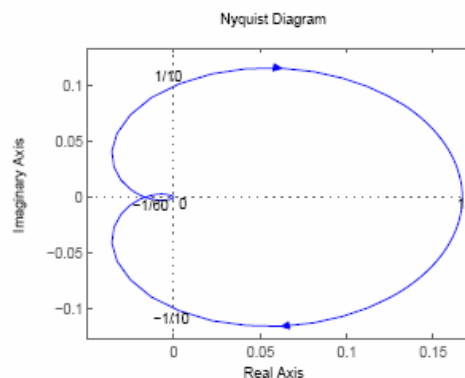
Για να βρούμε που πρέπει να τοποθετηθούν οι πόλοι του κλειστού συστήματος και για να έχει χρόνο αποκατάστασης μικρότερο του 7 εισάγουμε έναν περιορισμό στο sisotool με δεξί κλικ πάνω στο γεωμετρικό τόπο ριζών, "Design Constraints->New...". Διαλέγετε "Settling Time"<7. Το αποτέλεσμα είναι να γραμμοσκιαστεί ο γεωμετρικός τόπος ριζών ως εξής.



Πρακτικά το MATLAB προτείνει ότι για να επιτευχθεί ο περιορισμός θα πρέπει να τοποθετήσετε τους πόλους στην μη σκιασμένη περιοχή. Και όντως για $C(s) = 19$ οι πόλοι του κλειστού συστήματος είναι στην επιθυμητή περιοχή.

Ένας άλλος τρόπος σχεδίασης συστημάτων αυτομάτου ελέγχου που μπορεί εύκολα να παραχθεί στο Matlab είναι το διάγραμμα του Niquist.

Για παράδειγμα: `s=tf('s')`
`sys=1/((s+1)*(s+2)*(s+3))`
`nyquist(sys)`



Σχήμα 19- Το διάγραμμα του Niquist

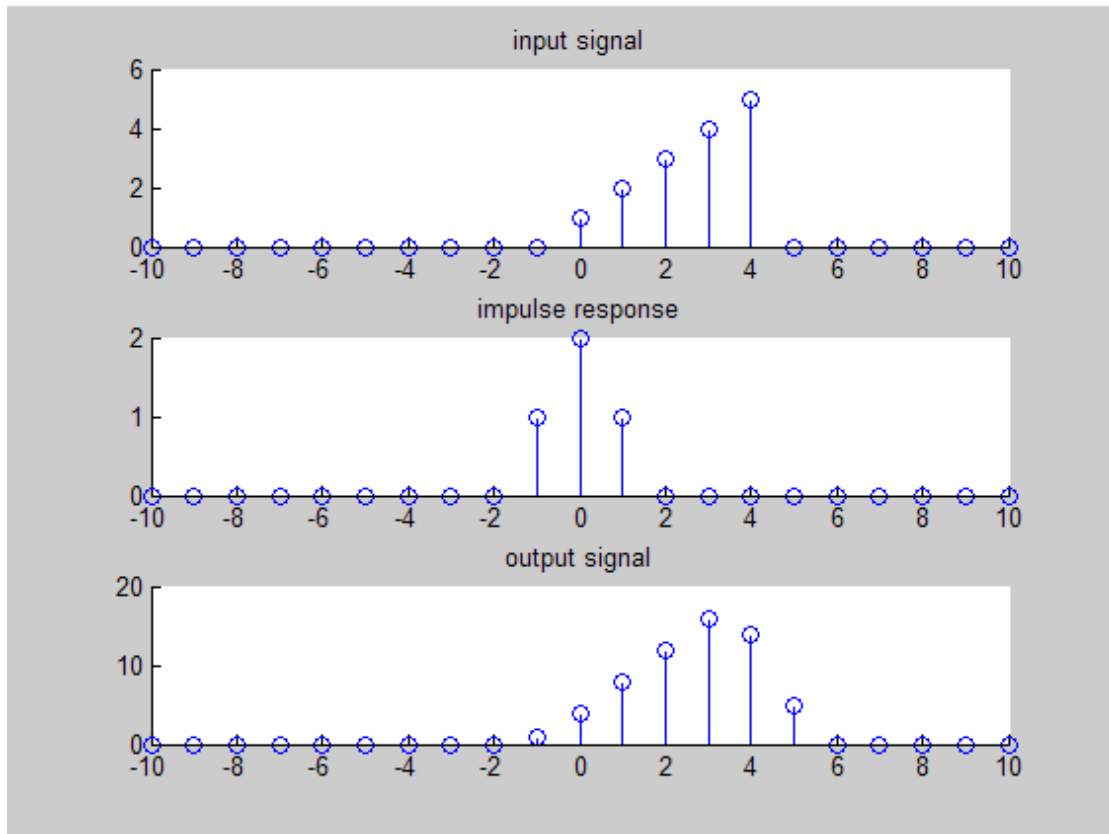
2.3 Ψηφιακή επεξεργασία σήματος στο Matlab

Το Matlab δίνει τη δυνατότητα να επεξεργαστείτε ψηφιακά σήματα με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης Signal Processing. Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι εντολές με τις οποίες γίνεται η συνέλιξη 2 διανυσμάτων, ο υπολογισμός του ευθύ και του αντίστροφου DFT, ο υπολογισμός DTFT μέσω του DFT, ο υπολογισμός συνέλιξης μέσω DFT και υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου μετασχηματισμού Z.

1ο Συνέλιξη , απόκριση συστημάτων

Ορίζετε το n σε ένα διάστημα από -10 έως 10 και δυο ακολουθίες x με τιμές 1, 2, 3, 4, 5 για n από 0 έως 4 και την h (κρουστική απόκριση) με τιμές 1, 2, 1 για n από -1 έως 1. Θα υπολογίσετε την συνέλιξη των x και h , δηλαδή $y=x*h$ η οποία δίνει την έξοδο του συστήματος. Σε MATLAB υλοποιείται ως εξής :

```
% Convolution
% Input - Impulse Response - Output
n=-10:10;
m=length(n);
k=find(n==0);
x=zeros(1,m);
h=zeros(1,m);
y=zeros(1,m);
x(k:k+4)=[1 2 3 4 5];
h(k-1:k+1)=[1 2 1];
yt=conv(x(k:k+4),h(k-1:k+1));
y(k-1:k+5)=yt;
% graph of signal x, h ,y
subplot(3,1,1)
stem(n,x)
title('input signal')
subplot(3,1,2)
stem(n,h)
title('impulse response')
subplot(3,1,3)
stem(n,y)
title('output signal')
```



Σχήμα 20- Συνέλιξη , απόκριση συστημάτων

2ο Υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου DFT

Ορίζετε το n σε ένα διάστημα από 0 έως 19 και ο μοναδιαίος παλμός x με διάρκεια από 1 έως 5. Θα υπολογιστεί ο ευθύς και ο αντίστροφος DFT της ακολουθίας αυτής, που δίνεται, αντίστοιχα, από τους τύπους:

$$X(k) = \sum_{n=1}^N x(n) * \exp(-j * 2 * \pi i * (k-1) * (n-1) / N), \quad 1 \leq k \leq N$$

$$x(n) = (1/N) \sum_{k=1}^N X(k) * \exp(-j * 2 * \pi i * (k-1) * (n-1) / N), \quad 1 \leq n \leq N$$

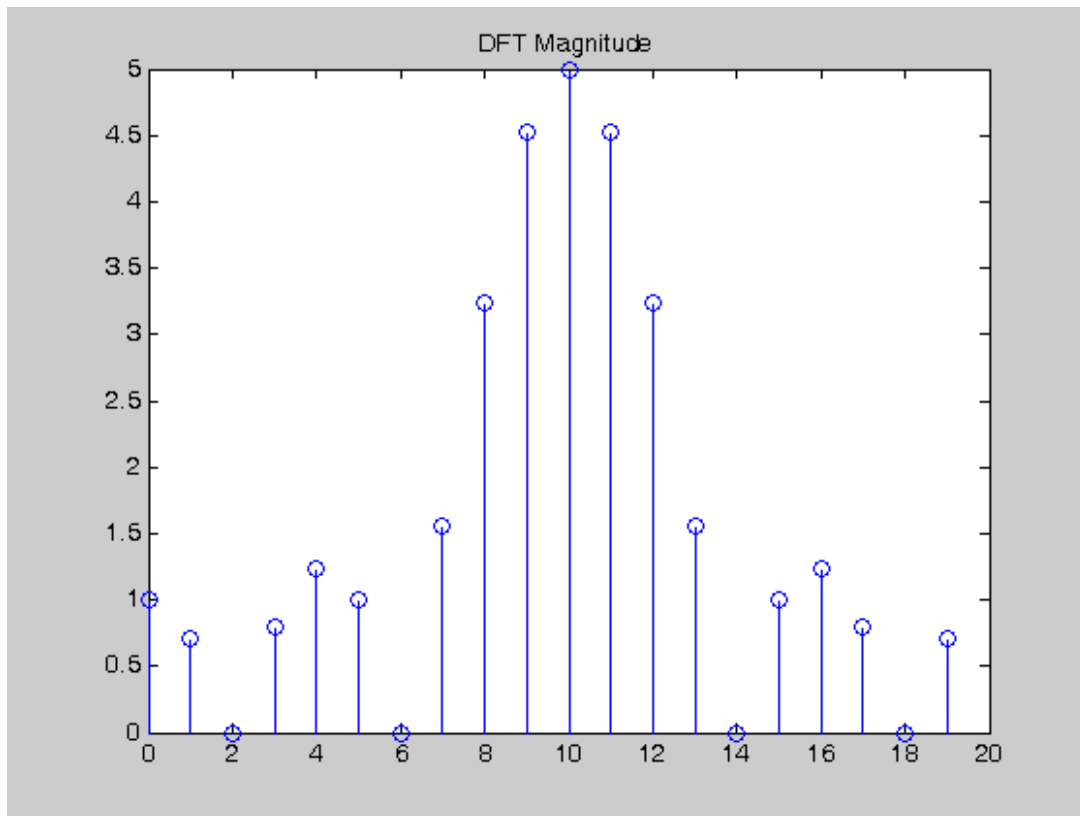
Στη συνέχεια θα σχεδιαστεί το μέτρο και η φάση για τον ευθύ, και το πραγματικό και φανταστικό μέρος για τον αντίστροφο DFT.

```
% Forward DFT of unit step
n=0:19;
x=0*n;
x(1:5)=1;
y=fft(x);
```

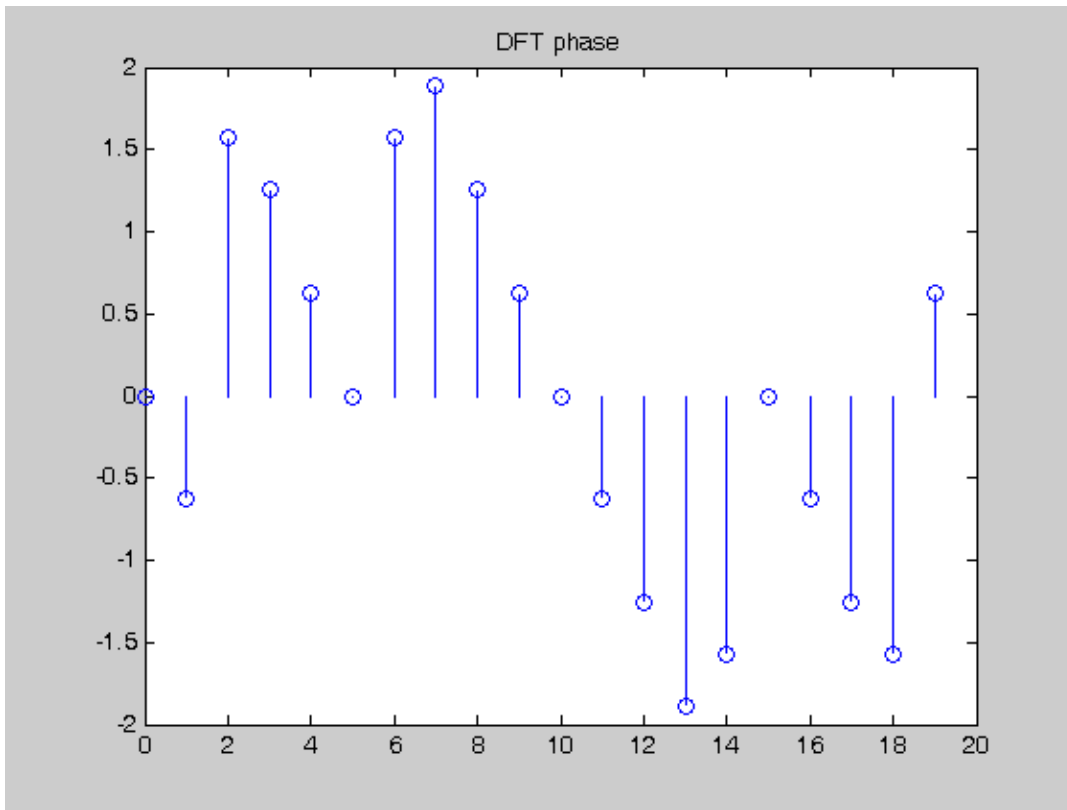
```

y=fftshift(y);
ym=abs(y);
yp=angle(y);
figure(1);
stem(n,x)
title('Original Signal');
figure(2);
stem(n,ym);
title('DFT Magnitude');
figure(3);
stem(n,yp);
title('DFT phase');
%Inverse DFT of unit step
z=ifft(x);
zr=real(z);
zi=imag(z);
figure(4);
stem(n,x)
title('Original DFT sequence');
figure(5);
stem(n,zr);
title('Real part of signal');
figure(6);
stem(n,zi);
title('Imaginary part of signal');

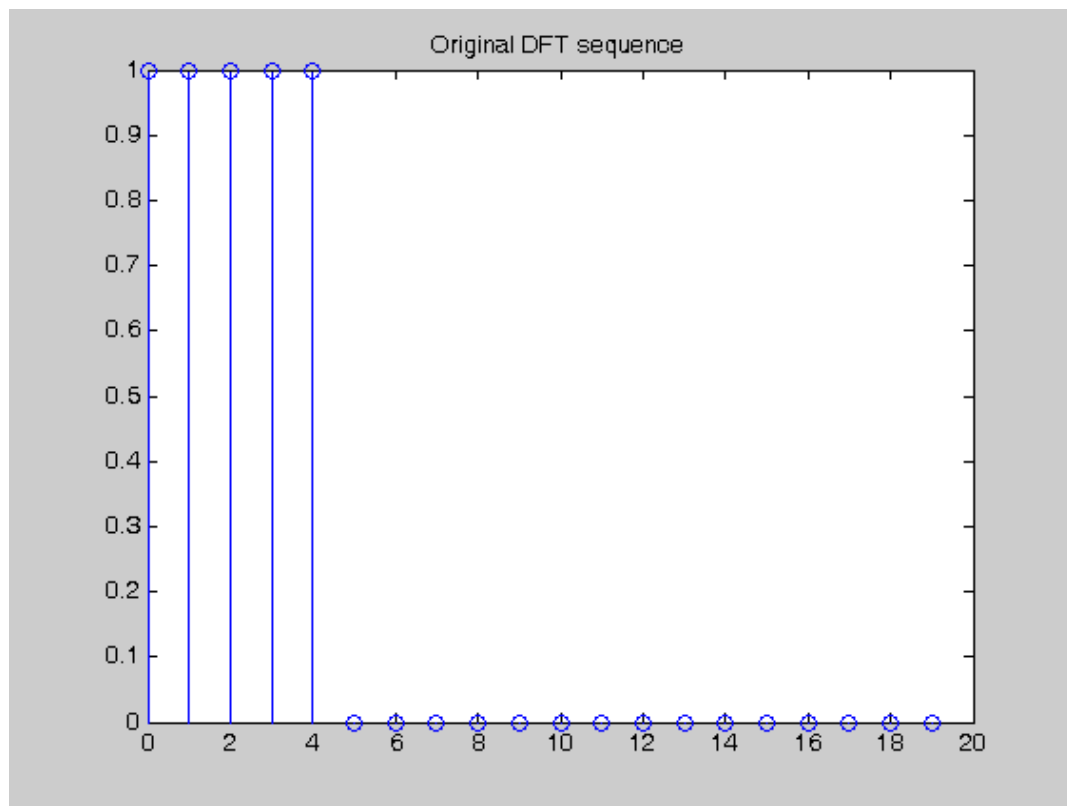
```



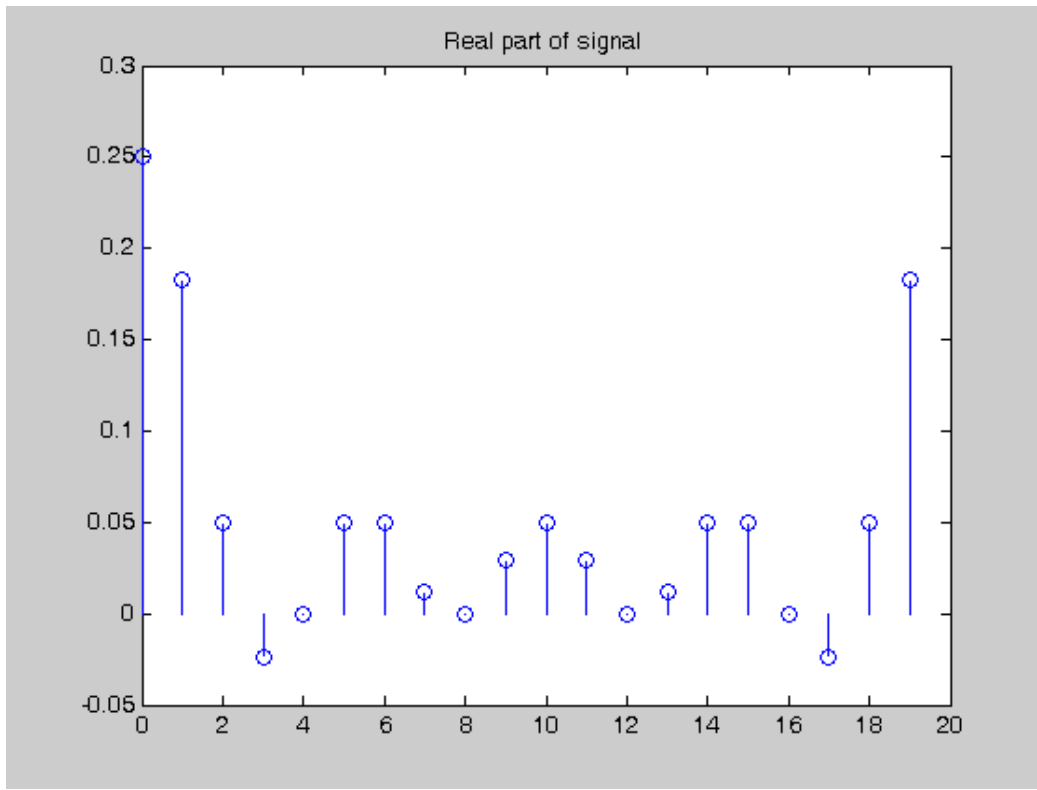
Σχήμα 21- το μέτρο για τον ενθό DFT



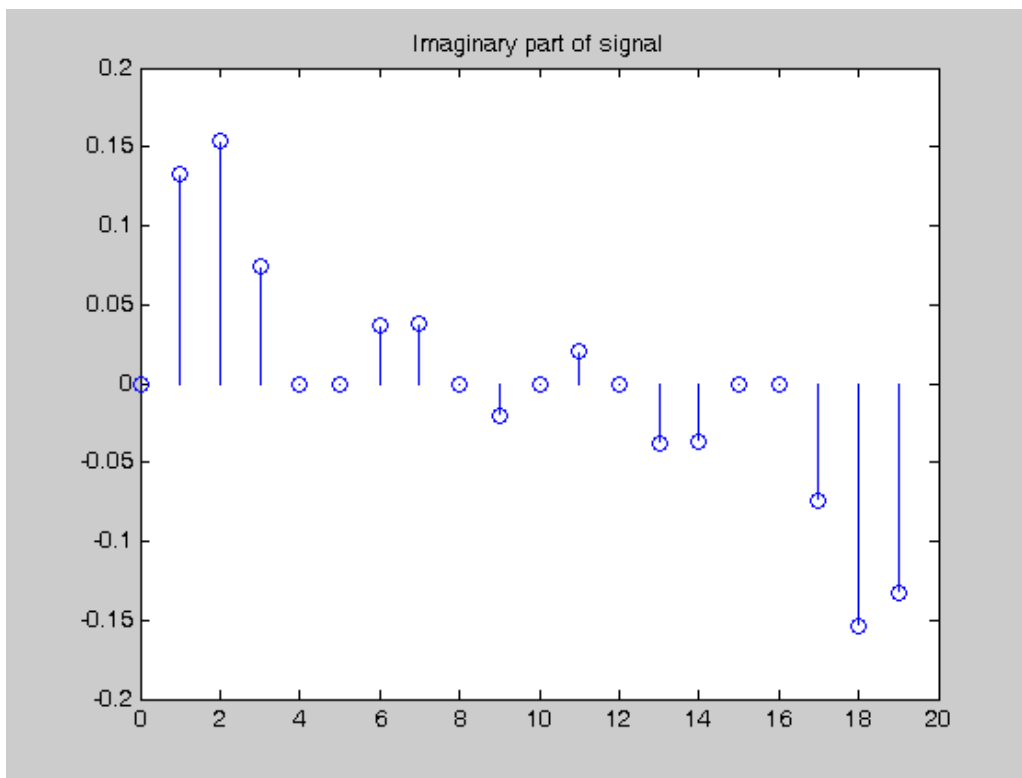
Σχήμα 22- Η φάση για τον ευθύ DFT



Σχήμα 23-Το αρχικό σήμα



Σχήμα 24- Το πραγματικό μέρος για τον αντίστροφο DFT

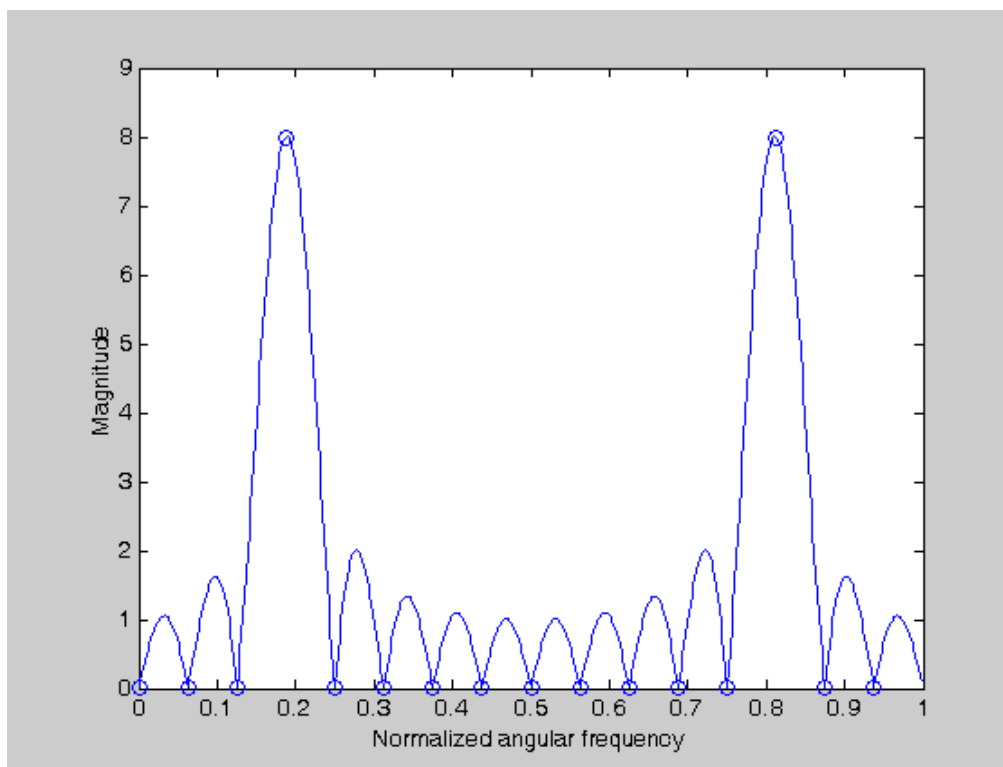


Σχήμα 25- Το φανταστικό μέρος για τον αντίστροφο DFT

3ο Υπολογισμός DTFT μέσω του DFT

Παρακάτω θα υπολογιστεί ο μετασχηματισμός Fourier διακριτού χρόνου (DTFT) ενός ημιτονοειδούς σήματος $x(n) = \cos(3\pi n/8)$ μέσω του DFT, βασιζόμενοι στο γεγονός ότι: $X(k) = X(\exp(j\omega))|_{\omega=2\pi k/N}$

```
% computation of DTFT with DFT
n=0:15;
x=cos(2*pi*n*3/16);
xx=fft(x);
xe=fft(x,512);
L=0:511;
plot(L/512,abs(xe));
hold;
plot(n/16,abs(xx),'o');
xlabel('Normalized angular frequency');
ylabel('Magnitude');
```



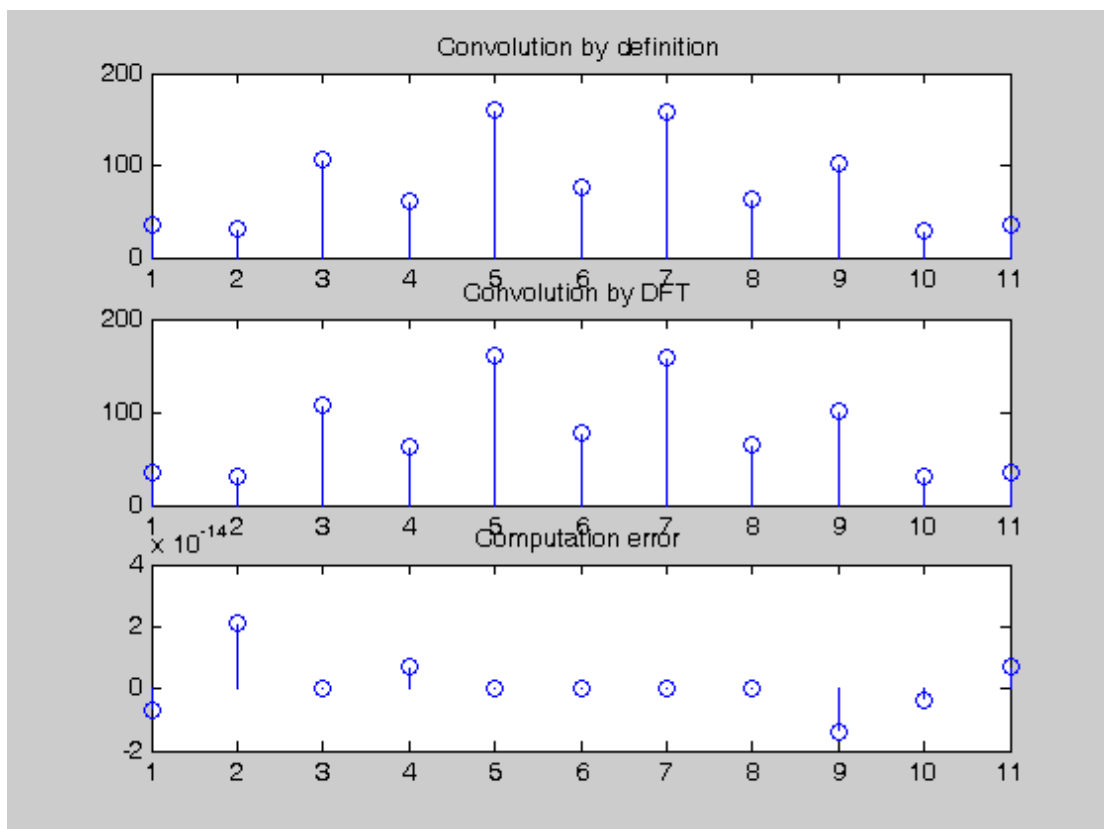
Σχήμα 26- DTFT μέσω του DFT

4ο Υπολογισμός συνέλιξης μέσω DFT

Παρακάτω θα υπολογιστεί η συνέλιξη δύο πεπερασμένων σημάτων με χρήση του DFT. Δηλαδή συμπληρώνοντας καθένα από τα σήματα με μηδενικά ως το μήκος $L+M-1$, όπου L το μήκος του x και M το μήκος του y , υπολογίζοντας τους DFT των

επεκταμένων σημάτων και στη συνέχεια το γινόμενο αυτών των μετασχηματισμών, και τέλος υπολογίζοντας τον αντίστροφο DFT. Επίσης θα υπολογιστεί η συνέλιξη απευθείας και θα υπολογιστικό το σχετικό λάθος υπολογισμού.

```
% computation of convolution with DFT
x=[5 3 8 2 6];
y=[7 2 9 1 8 3 6];
z=conv(x,y);
L=length(x)+length(y)-1;
xx=fft(x,L);
yy=fft(y,L);
zz=xx.*yy;
zdft=ifft(zz);
subplot(3,1,1)
stem(z);
title('Convolution by definition');
subplot(3,1,2)
stem(zdft);
title('Convolution by DFT');
subplot(3,1,3)
stem(z-zdft);
title('Computation error');
```



Σχήμα 27- συνέλιξης μέσω DFT

5ο Υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου μετασχηματισμού Z

Ορίζετε μια ακολουθία $x(n) = 2^n + 3\left(\frac{1}{2}\right)^n$ και τον μετασχηματισμό Z

$$H(z) = \frac{2z^2 + 7z}{z^2 + z - 2}. \text{ Θα υπολογίσετε τον ευθύ μετασχηματισμό Z της ακολουθίας } x(n)$$

ο οποίος δίνεται από το τύπο: $X(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n)z^{-n}$ αλλά και τον αντίστροφο

μετασχηματισμό Z της $X(z)$. Στη συνέχεια θα κάνετε στην $H(z)$ ανάλυση σε μερικά

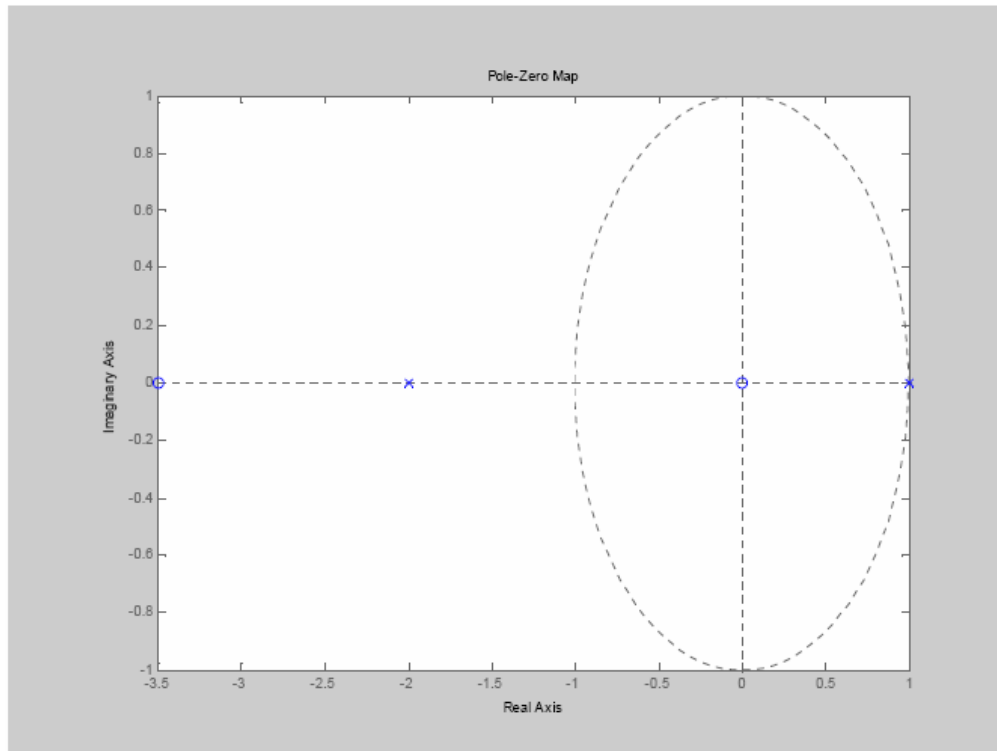
κλάσματα με βάση τον τύπο: $\frac{B(z)}{A(z)} = \frac{R(1)}{z - P(1)} + \frac{R(2)}{z - P(2)} + \dots + \frac{R(n)}{z - P(n)} + K(z)$ με

θετικές δυνάμεις του z ή

$$\frac{B(z)}{A(z)} = \frac{r(1)}{z - P(1)z^{-1}} + \frac{r(2)}{z - P(2)z^{-1}} + \dots + \frac{r(n)}{z - P(n)z^{-1}} + k(1) + k(2)z^{-1} \dots \text{ με αρνητικές}$$

δυνάμεις του z και θα βρεθούν οι πόλοι και τα μηδενικά τα οποία θα σχεδιαστούν μαζί στο μοναδιαίο κύκλο.

```
%Forward Z-transform
clear;
syms n z;
x=2^n+3*(1/2)^n;
X=ztrans(x, n, z);
pretty(X)
%Inverse Z-transform
clear;
syms z;
H=(2*z^2+7*z)/(z^2+z-2);
h=iztrans(H);
pretty(h)
%Residue and pole computation
b = [2 7 0];
a = [1 1 -2];
[r,p,k]=residue(b,a)
%define transfer function X(z) as tf-object
H1=tf([2 7 0],[1 1 -2],1)
H2=filt([2 7 0],[1 1 -2])
pol=pole(H1)
zer=zero(H1)
pzmap(H1)
```

Σχήμα 28-Η έξοδος της pzmap

2.4 Εισαγωγή στο Simulink

2.4.1 Τι είναι το Simulink;

Το Simulink® είναι ένα πακέτο του MATLAB για την μελέτη και προσομοίωση συστημάτων. Υποστηρίζει γραμμικά και μη γραμμικά συστήματα.

Με τη βοήθεια του Simulink, μπορείτε εύκολα να χτίσετε πρότυπα από την αρχή, ή να διαμορφώσετε ένα ήδη υπάρχον και να το επεξεργαστείτε.

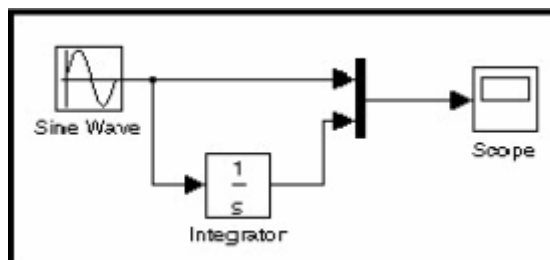
Χιλιάδες μηχανικοί παγκοσμίως χρησιμοποιώντας Simulink έχουν επιλύσει πολλά προβλήματα σε ποικίλες βιομηχανίες.

Το Simulink παρέχει στο χρήστη ένα γραφικό οδηγό (GUI) για τη δημιουργία προτύπων με τη χρήση block. Σύμφωνα με αυτό ο χρήστης μπορεί να σύρει τα πρότυπα ακριβώς όπως με το μολύβι και το χαρτί. Το Simulink περιλαμβάνει μια βιβλιοθήκη με block από sinks, sources, linear και nonlinear components και connectors..

Αφότου καθοριστεί ένα πρότυπο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης καθώς αυτή τρέχει. Επίσης, του είναι επιτρεπτό να αλλάξει τις παραμέτρους και να ξαναδεί τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που τον ενδιαφέρουν.

2.4.2 Δουλεύοντας ένα απλό σύστημα

Παρακάτω δίνεται ένα απλό παράδειγμα έτσι ώστε ο χρήστης να κατανοήσει τη λειτουργία του Simulink. Συγκεκριμένα θα κατασκευαστεί ένα απλό πρότυπο που ενσωματώνει μια συνάρτηση ημίτονου κι ενός ολοκληρώματος.

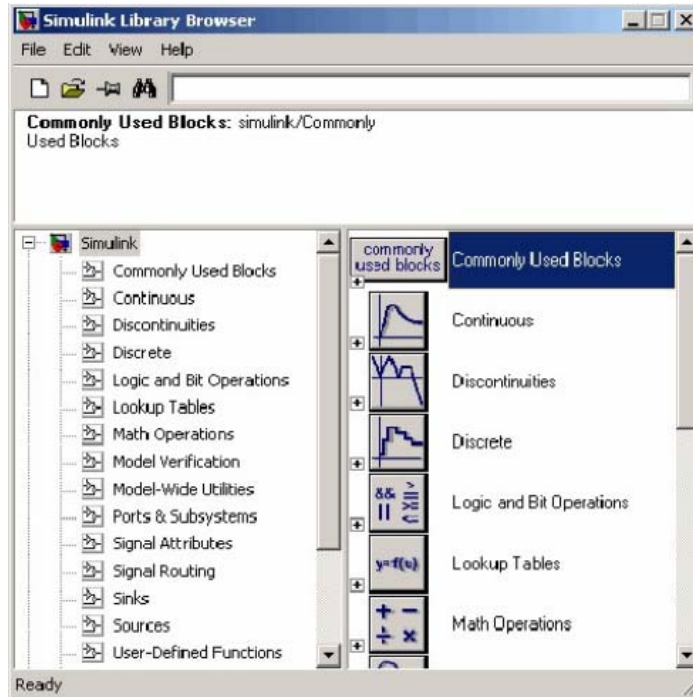


Σχήμα 29- Σύνδεση κύμα ημιτόνου με ολοκλήρωμα

2.4.2.1 Δημιουργώντας ένα απλό μοντέλο

Η εκκίνηση του Simulink γίνεται ως εξής:

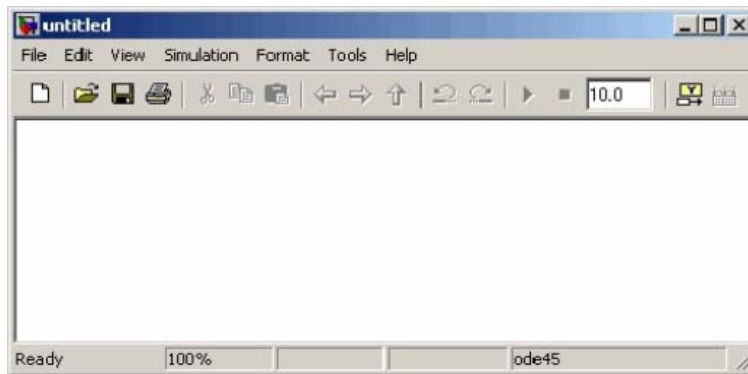
Στο παράθυρο του MATLAB, στη γραμμή εντολών εισάγεται η λέξη simulink και πιέζοντας enter εμφανίζεται το παράθυρο βιβλιοθηκών του simulink.



Σχήμα 30- Βιβλιοθήκη του Simulink

Στο παράθυρο αυτό εμφανίζεται μια πλειάδα από βιβλιοθήκες οι οποίες είναι απαραίτητες για το χτίσιμο οποιoδήποτε μοντέλου. Στην αριστερή πλευρά υπάρχουν οι κατηγορίες των βιβλιοθηκών και στη δεξιά εμφανίζονται σε μορφή block, όπου είναι έτοιμα για σχεδίαση. Επιλέγοντας κάποια βιβλιοθήκη από αριστερά, παραδείγματος χάρι Sources, στα δεξιά εμφανίζονται τα block σχετικά με αυτήν.

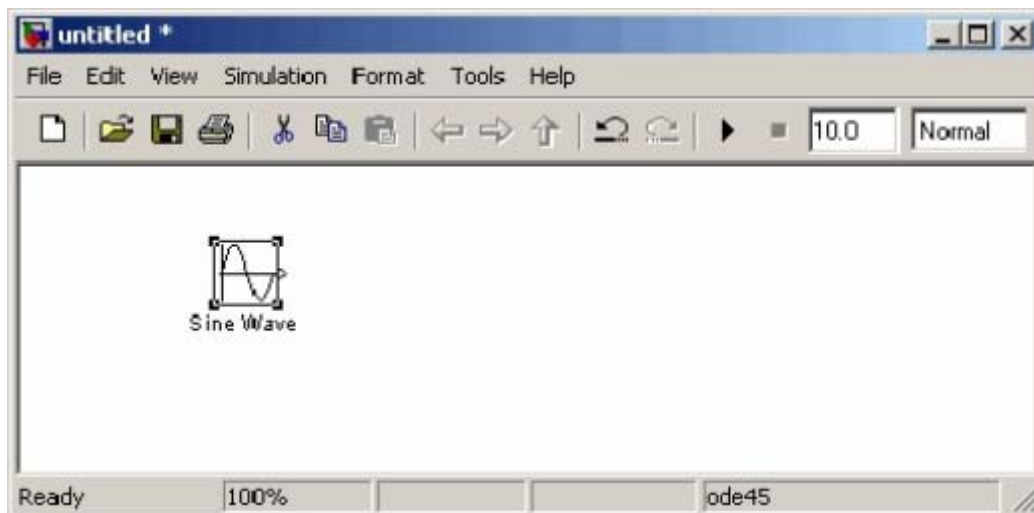
- Από το παράθυρο του Simulink στο μενού File επιλέγετε New->Model κι έτσι εμφανίζεται ένα άδειο παράθυρο προτύπου, έτοιμο για μοντελοποίηση.



Σχήμα 31- Το περιβάλλον του Simulink

Για να κατασκευάσετε το πρότυπο του παραδείγματος, πρέπει να αντιγράψετε τα block στο κενό παράθυρο που έχει δημιουργηθεί.

Εντοπίστε το block του κύματος ημίτονου (sine wave) στη βιβλιοθήκη πηγών και αντιγράψτε το στο άδειο παράθυρό που θέλετε να δημιουργήσετε το πρότυπό σας.



Σχήμα 32- Εισαγωγή Block

Συνεχίστε να αντιγράφετε τα block που είναι απαραίτητα για να δημιουργήσετε το πρότυπό σας, από τις αντίστοιχες βιβλιοθήκες:

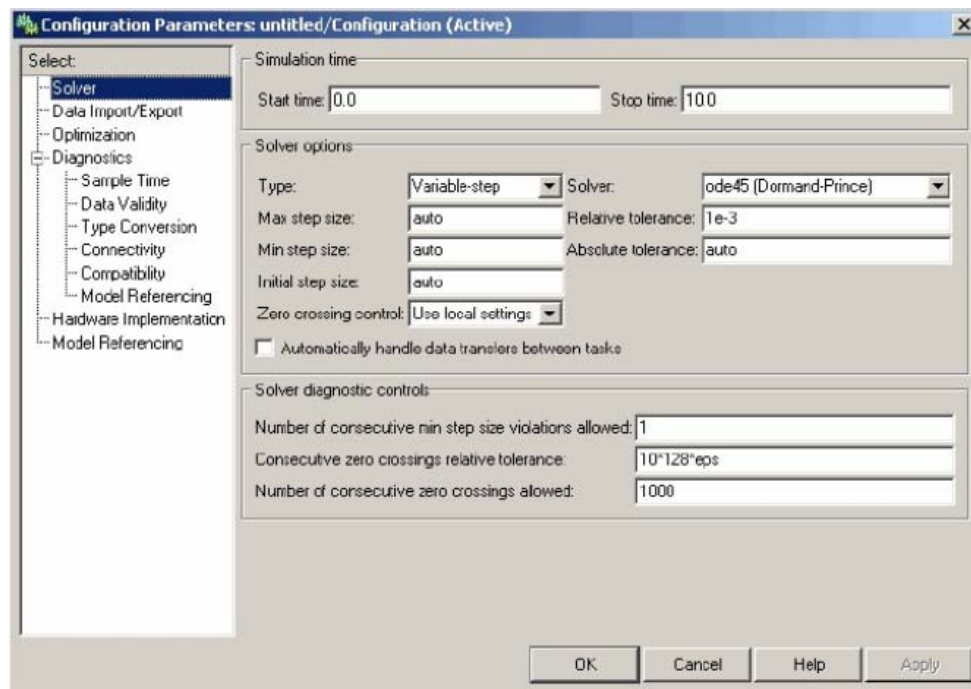
- Block Scope (από τη βιβλιοθήκη Sinks)
- Block ολοκληρωτών (από τη βιβλιοθήκη Continious)
- Block Mux (από τη βιβλιοθήκη Signal Routing)

2.4.2.2 Ρυθμίσεις Παραμέτρων

Πριν μοντελοποιήσετε ένα πρότυπο, μπορείτε να θέσετε διάφορες επιλογές προσομοίωσης, όπως την έναρξη και τέλος του χρόνου της προσομοίωσης. Μπορείτε

να χρησιμοποιήσετε το Πλαίσιο διαλόγου *Configuration Parameters* (διαμόρφωση παραμέτρων) για να διευκρινίσει τις επιλογές της προσομοίωσης του προτύπου σας. Για παράδειγμα, μοντελοποιήστε το πρότυπό του παραπάνω παραδείγματος για 20 δευτερόλεπτα:

Στο παράθυρο δημιουργίας του προτύπου σας, από το μενού **Simulation** επιλέξτε **Configuration Parameters**. Το Simulink εμφανίζει το πλαίσιο διαλόγου παραμέτρων διαμόρφωσης(**Configuration Parameters**), στο οποίο η χρονική παράμετρος Stop Time έχει τη προκαθορισμένη τιμή 10.0.



Σχήμα 33- Παράθυρο ρυθμίσεων των παραμέτρων

Για να αλλάξετε τη τιμή αυτή εισάγετε στη παράμετρο Stop Time την τιμή 20. Πιέστε το πλήκτρο OK, τώρα το Simulink εφαρμόζει τις αλλαγές σας στις παραμέτρους και κλείνει το παράθυρο.

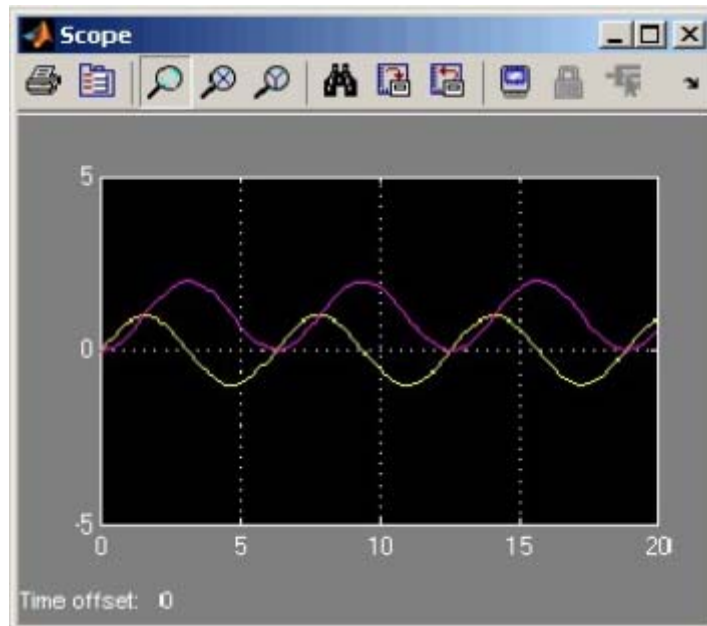
2.4.2.3 Τρέχοντας την προσομοίωση

Στο ίδιο παράθυρο του προτύπου σας, από το μενού **Simulation**, το Simulink τρέχει το πρότυπο και σταματά όταν φθάσει στο χρόνο παύσης που έχει εισάγει ο χρήστης από πριν ή όταν επιλέξει ο ίδιος Stop από το ίδιο μενού.

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα έναρξης και παύσης για το τρέξιμο του προτύπου από την μπάρα εργαλείων.



Στη συνέχεια στο παράθυρο με το πρότυπό σας, πιάστε δύο φορές το block Scope. Τότε θα εμφανιστεί ένα άλλο παράθυρο το οποίο θα δείχνει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης όπως παρουσιάζονται εδώ.



Σχήμα 34-Αποτελέσματα

Υποσημείωση

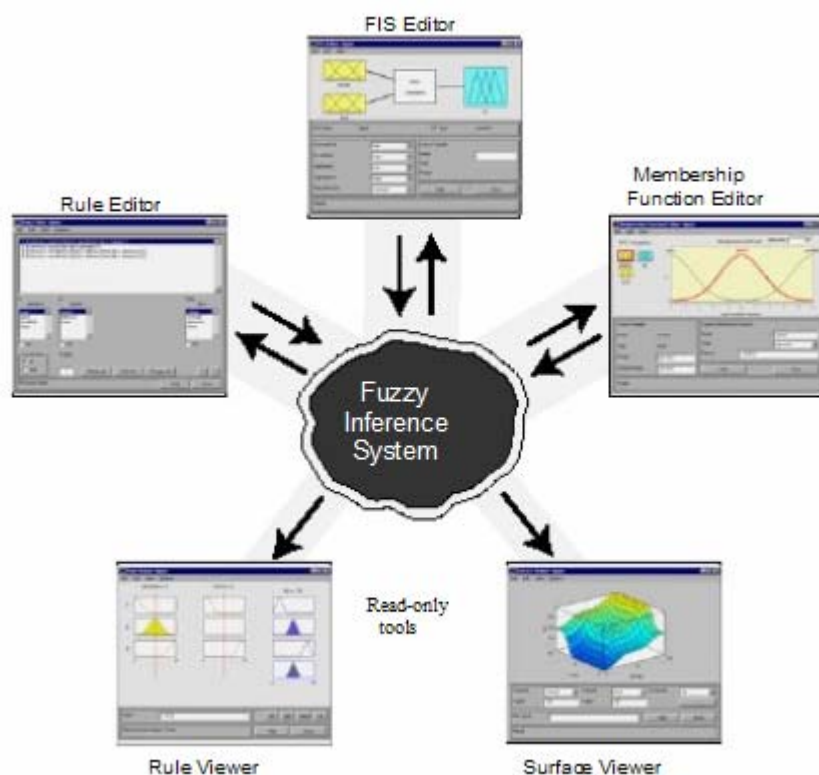
Σε περίπτωση που στο πρότυπό υπάρχει μια πλειάδα από αντικείμενα (block) θα ήταν εύκολο για τη μελέτη του συστήματος να ομαδοποιηθούν σε υποσυστήματα..

2.5 Εισαγωγή στο Fuzzy

Η εργαλειοθήκη του **Fuzzy Logic** παρέχει τα εργαλεία για να καταφέρετε να δημιουργήσετε ασαφή συστήματα/ασαφείς ελεγκτές στα πλαίσια του MATLAB. Επίσης, μπορείτε να ενσωματώσετε τα ασαφή αυτά συστήματά στις προσομοιώσεις του Simulink®.

Αυτή η εργαλειοθήκη στηρίζεται στην χρήση ενός γραφικού περιβάλλοντος (GUI), το οποίο σας βοηθά να ολοκληρώσετε την εργασία σας ευκολότερα.

Το περιβάλλον του Fuzzy διαθέτει όλα τα εργαλεία που μπορεί να χειριστεί ο χρήστης για να παράξει ένα ολοκληρωμένο ασαφή ελεγκτή.



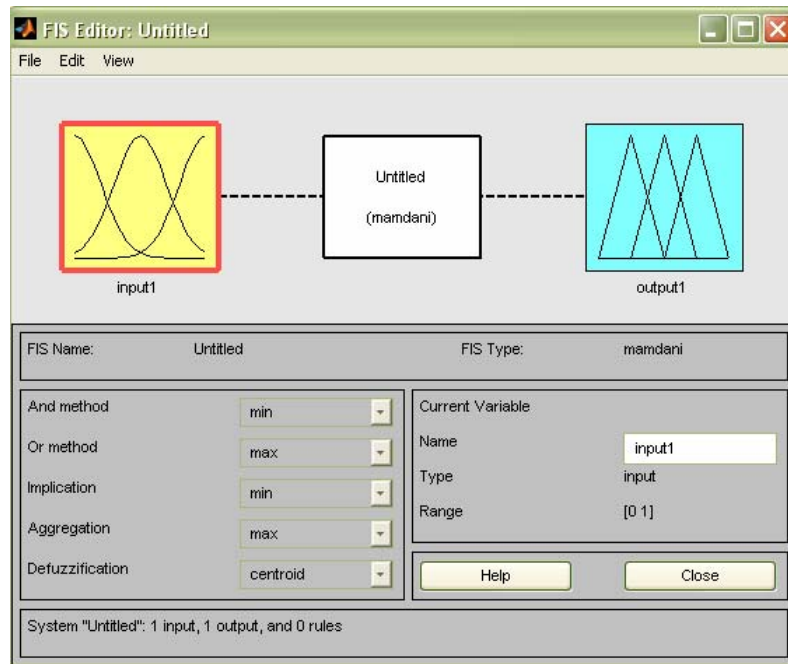
Σχήμα 35--Εργαλεία του Fuzzy Logic System

2.5.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Θα αρχίσουμε με μια βασική περιγραφή προβλήματος δύο εισόδων και μιας εξόδου. Έχουμε το εξής παράδειγμα.: Κάθε φορά που τρώτε σ' ένα εστιατόριο ανάλογα με το service και την ποιότητα του φαγητού, αφήνετε και το αντίστοιχο φιλοδώρημα. Βάσει αυτού θα φτιαχτεί ένα ασαφές σύστημα το οποίο θα αποφασίζει αυτόματα πιο είναι

το φιλοδώρημα που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη περίπτωση. Ας υποθέσουμε ότι η ποιότητα υπηρεσίας ενός εστιατορίου αξιολογείται από το 0 μέχρι το 10 (όπου 10 είναι άριστα), και αντίστοιχα η ποιότητα του φαγητού.

Για να ξεκινήσετε στο παράθυρο του Matlab, πληκτρολογήστε Fuzzy στη γραμμή εντολών. Στη συνέχεια θα ανοίξει το γενικό παράθυρο του FIS με μια είσοδο input1 και μια έξοδο output1.



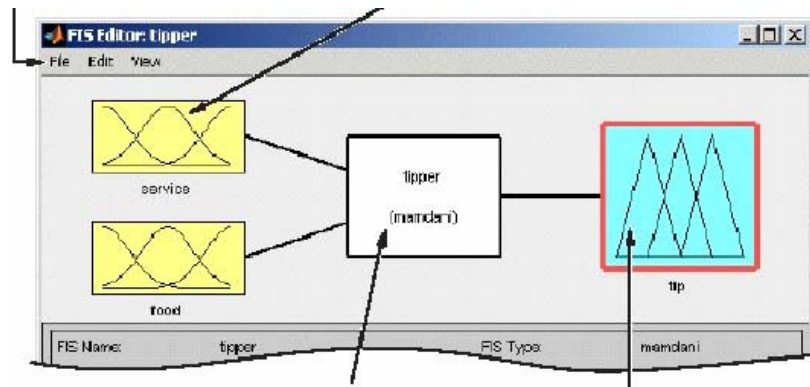
Σχήμα 36--Περιβάλλον Fuzzy

Ο συντάκτης FIS δείχνει τις γενικές πληροφορίες για ένα σύστημα fuzzy. Στο πάνω μέρος υπάρχει ένα απλό διάγραμμα που παρουσιάζει τα ονόματα κάθε εισόδου (στο αριστερό μέρος), και κάθε εξόδου (στο δεξιό μέρος) του συστήματος.

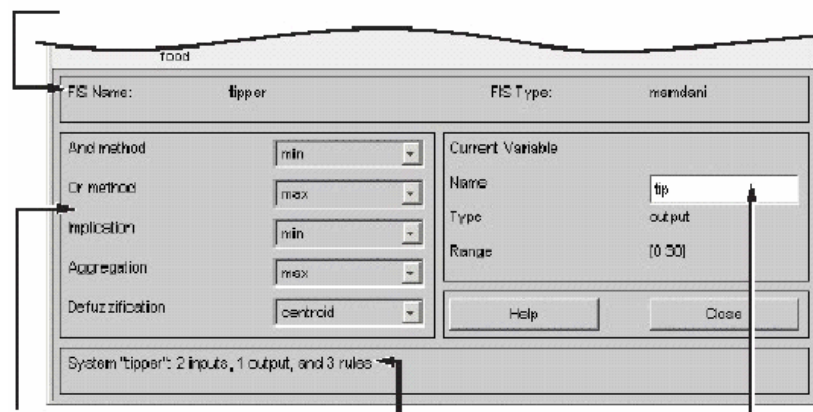
Κάτω από το διάγραμμα είναι το όνομα του συστήματος και ο τύπος που χρησιμοποιείται. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τύπο ελεγκτή: mamdani, sugeno κ.α. Το παράδειγμα αυτό θα υλοποιηθεί με mamdani.

Για το παράδειγμα, χρειάζεστε ακόμα μια είσοδο input2, όπου η input1 είναι για το service, η input2 για το food και η output1 αντιστοιχεί στο tip.

Για να προσθέσετε είσοδο θα επιλέξετε από το μενού **Edit > Add variable > Input**.



Έχουν δημιουργηθεί δυο είσοδοι και μια έξοδος.



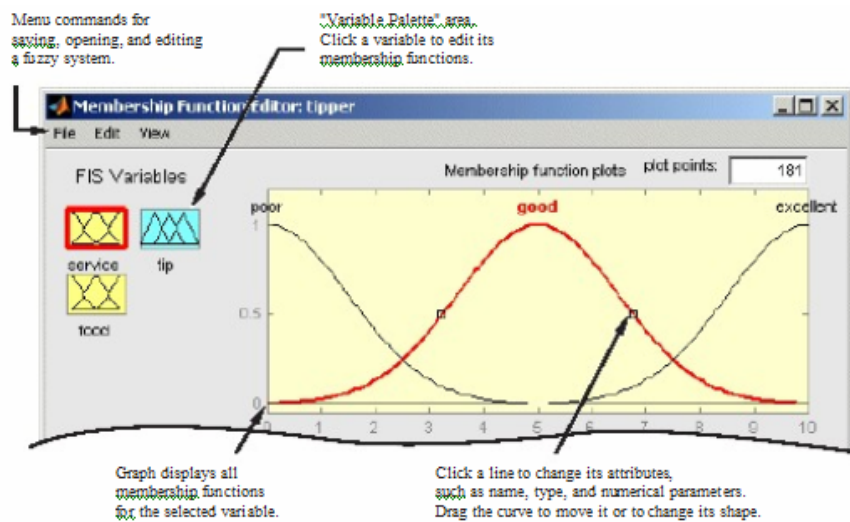
Σχήμα 37--Ανάλυση του περιβάλλοντος Fuzzy

Στη συνέχεια επιλέγετε το πρώτο κίτρινο κουτάκι, το οποίο θα τονιστεί μ' ένα κόκκινο πλαίσιο. Καθώς είναι επιλεγμένο το ασαφές σύνολο της πρώτης εισόδου, στο κάτω παράθυρο από την αριστερή πλευρά υπάρχει η μεταβλητή Name, από την οποία ο χρήστης μπορεί να αλλάξει το όνομα πληκτρολογώντας το επιθυμητό. Πληκτρολογήστε το όνομα της πρώτης εισόδου (service) και πατήστε enter. Ακολουθήστε την ίδια διαδικασία για την άλλη είσοδο και έξοδο (το κουτάκι της εξόδου είναι μπλε) με τα κατάλληλα ονόματα (food,tip).

Αφού έχετε εισάγει όλες τις πληροφορίες που χρειάζεστε, θα καθοριστούν τα ασαφή σύνολα που συνδέονται με κάθε μια από τις μεταβλητές. Για να γίνει αυτό, ανοίξετε το Membership Function Editor.

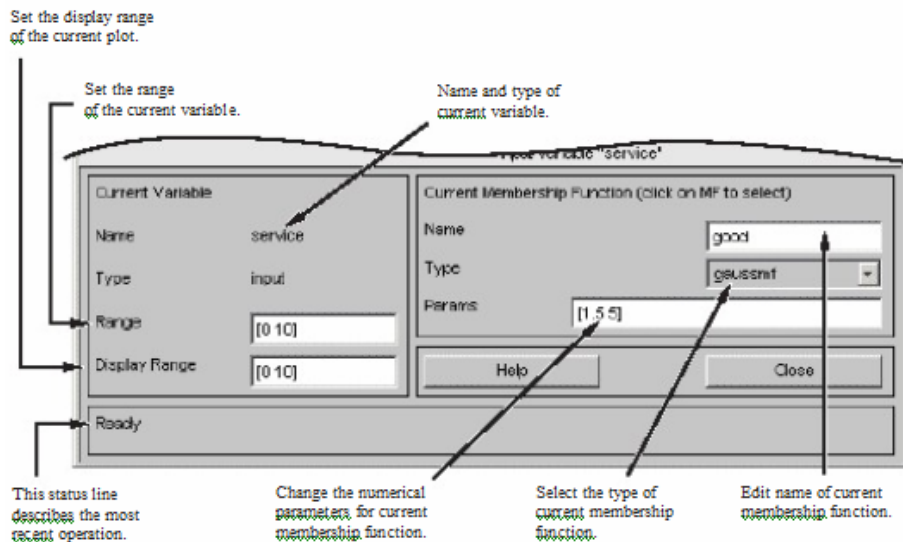
Έχετε τη δυνατότητα να το ανοίξετε είτε από το παράθυρο του FIS Editor επιλέγοντας από το μενού **Edit > Membership Functions** είτε από τον FIS Editor window κάνοντας διπλό κλικ στο άσπρο κουτάκι (tipper).

Ανοίγει το παρακάτω παράθυρο.



Σχήμα 38- Περιβάλλον των Ασαφών Συνόλων

Επιλέγοντας το πρώτο κίτρινο κουτάκι εμφανίζεται η γραφική παράσταση της εισόδου service. Περιλαμβάνει τρεις συναρτήσεις συμμετοχής ασαφών συνόλων, ανάλογα με την ποιότητα του service. Αλλάξτε τα ονόματα επιλέγοντας κάθε φορά μια καμπύλη.



Σχήμα 39- Ρύθμιση των Ασαφών Συνόλων

. Στη δεξιά μεριά στις μεταβλητές Range και Display Range δίνεται με μορφή διάνυσματος το σύνολο πάνω στο οποίο ορίζονται τα ασαφή σύνολα που αντιστοιχούν στη μεταβλητή service. Στην αριστερή πλευρά, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τη μορφή της συνάρτησης που θα έχουν τα ασαφή σύνολα στη γραφική παράσταση όπως gaussmf, trapezmf, trimf, sigmf κ.α.

Για το πρόβλημά θα τεθούν τα εξής χαρακτηριστικά.

Για την είσοδο service, εισάγετε στις μεταβλητές **Range** και **Display Range** το διάνυσμα [0 10].

Επιλέγοντας **Add MFs** από το μενού Edit, θα ανοίξει το παρακάτω παράθυρο που



Σχήμα 40-Ορισμός τύπου και αριθμών των Ασαφών Συνόλων

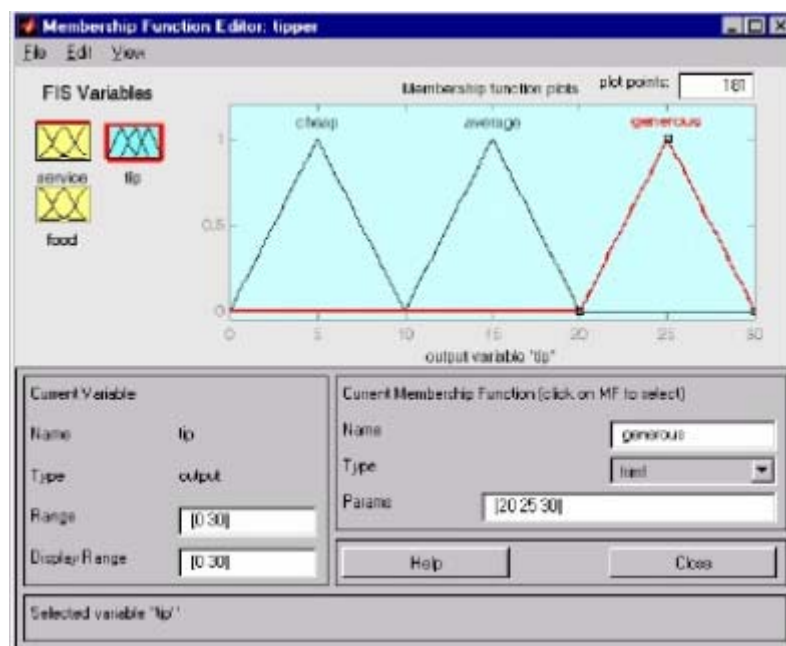
στην μεταβλητή **MF Type** επιλέγετε τον τύπο Gaussian και στην άλλη μεταβλητή **Number of MFs** εισάγεται τον αριθμό 3. Με αυτήν την επιλογή θα προστεθούν στη

γραφική παράσταση οι τρεις καμπύλες (poor, good, excellent) που απαιτούνται για το παράδειγμα.

Επιλέξτε την δεύτερη είσοδο και ονομάστε την food. Προσδιορίστε τις μεταβλητές **Range** και **Display Range** με διάνυσμα [0 10].

Επιλέγοντας πάλι **Add MFs** από το μενού Edit και προσθέστε δύο καμπύλες trapmf και εισάγετε τα ονόματα rancid (με παραμέτρους [0 0 13]) και delicious.

Έπειτα, δημιουργήστε τη συνάρτηση εξόδου με το όνομα tip. Ρυθμίστε την να κυμαίνεται από [0 30]. Εισάγεται τρεις καμπύλες trimf. Αλλάξτε τα ονόματα των καμπύλων σε cheap(με παραμέτρους [0 5 10]), average ([10 15 20]) και generous([20 25 30]).



Σχήμα 41-Ολοκλήρωση των Ασαφών Συνόλων

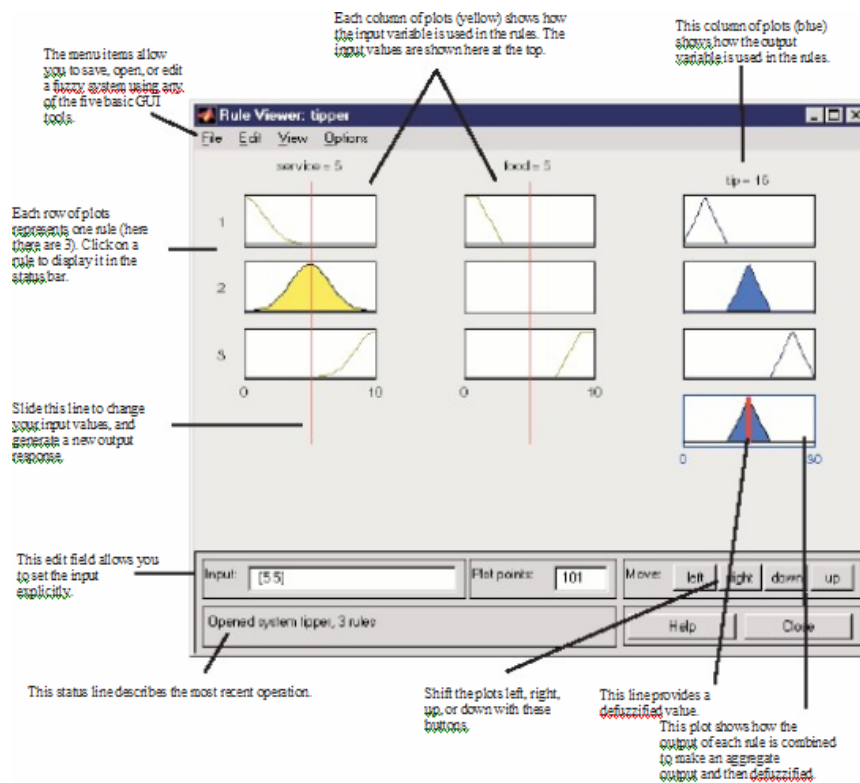
Τώρα που έχουν προσδιοριστεί οι μεταβλητές και τα ασαφή σύνολα, μπορείτε να δημιουργήσετε τους κανόνες.

Η εργαλειοθήκη του Fuzzy έχει ένα εργαλείο, τον Rule Editor. Από το μενού **View** επιλέξτε **Rules**.

Η δημιουργία των κανόνων γίνεται με βάση τα ασαφή σύνολα των εισόδων και των εξόδων που έχει ορίσει ο χρήστης. Ο Rule Editor σας επιτρέπει να δημιουργήσετε εύκολα τους κανόνες, επιλέγοντας γραφικά τα αντίστοιχα ασαφή σύνολα. Έτσι θα δημιουργηθούν οι εξής κανόνες:

1. *If (service is poor) or (food is rancid) then (tip is cheap) (1)*
2. *If (service is good) then (tip is average) (1)*
3. *If (service is excellent) or (food is delicious) then (tip is generous) (1)*

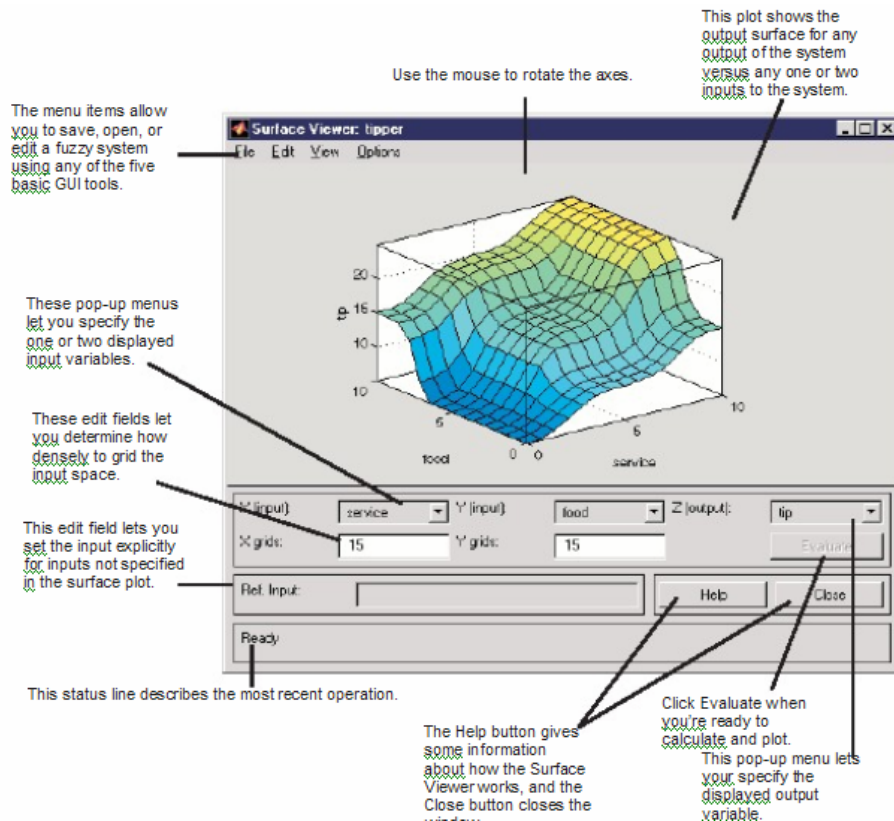
Σε αυτό το σημείο, στο fuzzy σύστημα που έχετε δημιουργήσει έχουν καθοριστεί τα ασαφή σύνολα και οι κανόνες που είναι απαραίτητοι για να υπολογιστεί το φιλοδώρημα. Τώρα, είστε σε θέση να δείτε ένα διάγραμμα που περιέχει τις εισόδους και τις εξόδους του συστήματος χρησιμοποιώντας τον Rule Viewer (από το μενού View επιλέξτε Rule).



Σχήμα 42- Αποτελέσματα του συστήματος

Εμφανίζεται ένα ενιαίο παράθυρο με 10 μικρά plots τοποθετημένα σε αυτό. Τα τρία μικρά plots κατά μήκος της κορυφής αντιπροσωπεύουν τον πρώτο κανόνα. Κάθε κανόνας είναι μια σειρά από plot, και κάθε στήλη είναι μια μεταβλητή. Οι πρώτες δύο στήλες των plot (τα έξι κίτρινα plot) αντιστοιχούν στο μέρος του if και στο μέρος του or του κάθε κανόνα, δηλαδή είναι οι εισοδοί. Η τρίτη στήλη των plot (τα τρία μπλε plot) αντιστοιχεί στο κομμάτι που ακολουθεί το then, μας παραπέμπει δηλαδή στη συνέπεια του κανόνα. Το τέταρτο plot στην τρίτη στήλη των plots αντιπροσωπεύει το συμπέρασμα για το σύστημα. Η έξοδος αντιπροσωπεύεται από την παχιά γραμμή που περνά μέσω του συνόλου.

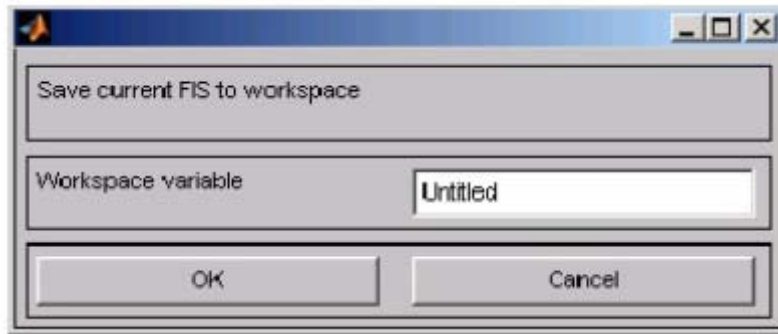
Στο κάτω αριστερό σημείο υπάρχει ένα κενό κουτάκι στο οποίο μπορείτε να εισαγάγετε κάποιες τιμές για τις μεταβλητές εισόδου. Για το σύστημα των δύο εισόδων του παραδείγματος, δίνετε τιμές π.χ. [5 5]. Το αποτέλεσμα της εξόδου του ελεγκτή μετά την αποασαφοποίηση είναι 15 και φαίνεται πάνω από την τρίτη στήλη. Ο Rule Viewer παρουσιάζει την έξοδο για συγκεκριμένες τιμές εισόδου. Εάν θελήσετε να δείτε ολόκληρη την επιφάνεια εξόδου του συστήματος επιλέξτε από το μενού **View** την επιλογή **Surface**.



Σχήμα 43- Τρισδιάστατο γράφημα

Παρατηρείτε μια τρισδιάστατη καμπύλη που αντιστοιχεί στις δύο εισόδους και μία έξοδο του συστήματος.

Τέλος, επιλέξτε **File > Export > To Workspace**. Στον κενό πλαίσιο που υπάρχει δίπλα στο 'Workspace variable' πληκτρολογήστε το όνομα **tipper** αποθηκεύστε πατώντας 'OK'.

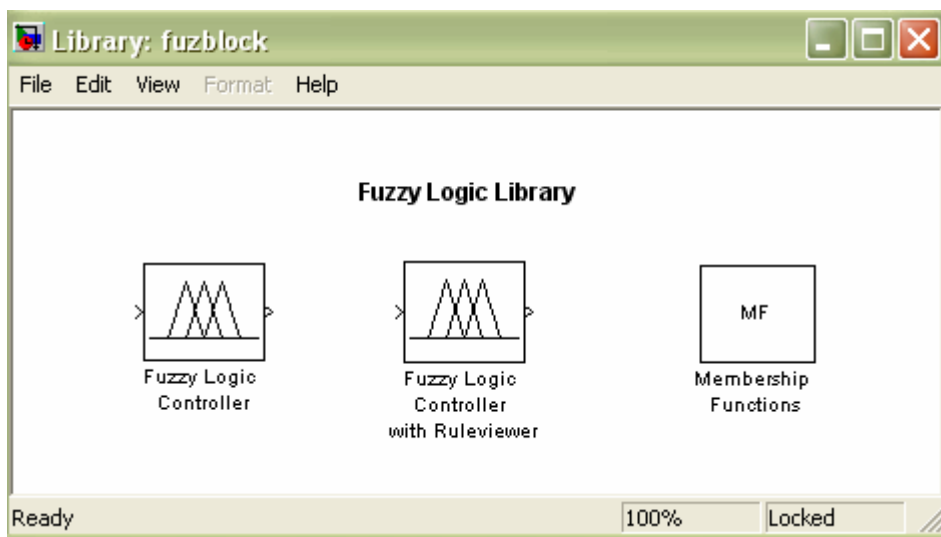


Σχήμα 44- Αποθήκευση του συστήματος Fuzzy

2.5.2 ΣΥΝΔΕΣΗ FUZZY ΜΕ SIMULINK

Ένα από τα πλεονεκτήματα του Fuzzy Logic Toolbox είναι η ικανότητα του να παίρνει το ασαφές σύστημα και να το ενσωματώνει στο Simulink.

Τα διαθέσιμα block του Simulink για το fuzzy toolbox φαίνονται παρακάτω:




2.6 GUIDE

Το guide είναι ένα σχεδιαστικό εργαλείο που επιτρέπει να δημιουργήσετε ή να επεξεργαστείτε ένα GUI(Graphical User Interface) μέσα στο περιβάλλον του MATLAB.

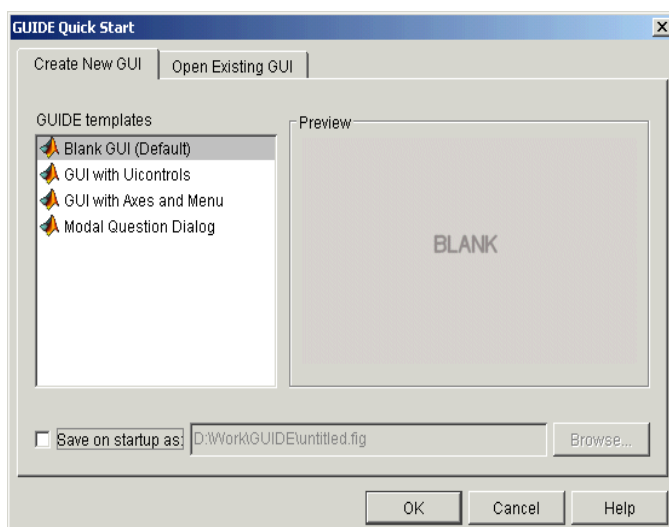
Χρησιμοποιώντας το GUIDE σαν εργαλείο σχεδίασης GUI, μπορείτε να εισάγετε διάφορα αντικείμενα (components) στην περιοχή σχεδιαγράμματος. Από το επεξεργαστή σχεδιαγράμματος, μπορείτε να καθορίσετε βασικές ιδιότητες του γραφικού περιβάλλοντος όπως το μέγεθος, να τροποποιήσετε τα αντικείμενα, να καθορίσετε τη στοίχισή τους, και τέλος να θέσετε κάποιες άλλες επιλογές.

1. Αρχίζοντας το GUIDE

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να αρχίσει η λειτουργία του GUIDE. Μπορείτε να αρχίσετε το GUIDE από:

- Γραμμή εντολών με τη δακτυλογράφηση του GUIDE
- Start μενού με την επιλογή MATLAB > GUIDE (GUI Builder)
- MATLAB File μενού με την επιλογή New > GUI
- Από τη γραμμή εργαλείων του MATLAB πατώντας το κουμπί GUIDE 

Με οποιοδήποτε από τους προηγούμενους τρόπους και αν ξεκινήσετε θα ανοίξει το πλαίσιο διαλόγου έναρξης GUIDE που παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

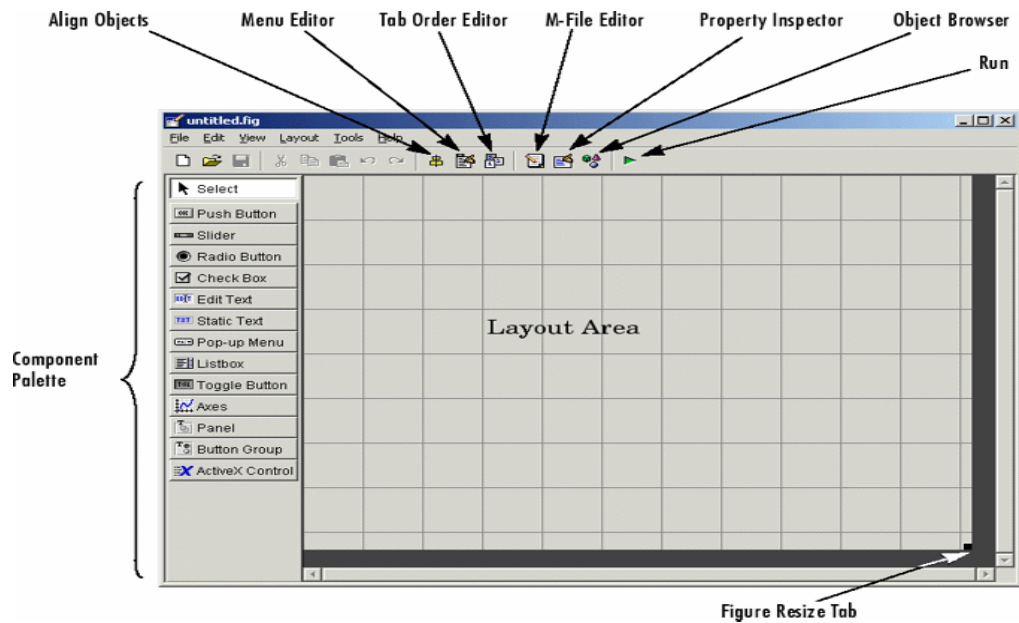


Σχήμα 45- Το πλαίσιο διαλόγου έναρξης GUIDE

Από το πλαίσιο διαλόγου GUIDE μπορείτε να ανοίξετε ένα GUI στο GUIDE από τα ήδη υπάρχοντα ή μπορείτε να φτιάξετε ένα GUI μέσω ενός προτύπου.

2. GUIDE Περίληψη εργαλείων

Το κενό πρότυπο GUI παρουσιάζεται στο συντάκτη σχεδιαγράμματος. Τα εργαλεία



Σχήμα 46- Κενό πρότυπο GUI και παρουσίαση των εργαλείων του

ΤΟΥ

GUIDE είναι διαθέσιμα από το μενού σχεδίασης.

Layout Editor: Επιλέγετε components από την παλέτα των component, και τα τακτοποιείτε στη περιοχή του σχεδιαγράμματος

Figure Resize Tab: Επιλέγετε το μέγεθος στο οποίο το GUI είναι αρχικά όταν το τρέχετε.

Menu Editor: Δημιουργεί μενού

Align Objects: Στοιχίζει και τακτοποιεί τα components..

Tab Order Editor: Θέτετε τη σειρά των components που θα επιλεγονται πατώντας tab.

Property Inspector: Προσδιορίστε τις ιδιότητες των components στο σχεδιάγραμμά σας. Σας παρέχετε ένας κατάλογος όλων των ιδιοτήτων και των τιμών τους.

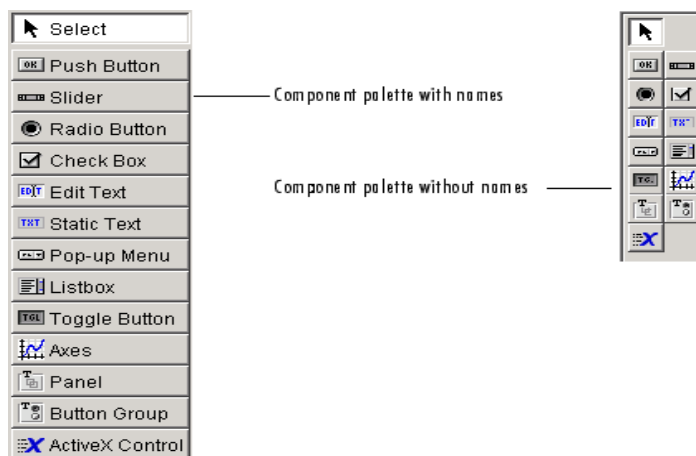
Object Browser: Εμφανίζεται ένας ιεραρχικός κατάλογος των αντικειμένων GUI.

Run: Αποθηκεύστε και τρέξτε το τρέχων GUI.


M-File Editor: Παρουσιάζει, σε κειμενογράφο, το M-file που συνδέεται με το GUI.

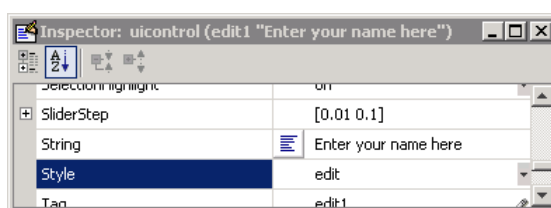
3. Προσθήκη Components στο GUI

Η παλέτα components στην αριστερή πλευρά του παραθύρου σχεδίασης περιέχει τα components που μπορείτε να προσθέσετε στο GUI σας.



Σχήμα 47-Τα components που έχει το GUI

Μπορείτε να τα τοποθετήσετε στη περιοχή σχεδίασης πατώντας πάνω σε ένα component από την παλέτα και μετακινώντας το με το ποντίκι στη περιοχή σχεδίασης. Για να καθορίσετε τις διάφορες ιδιότητες των κουμπιών χρησιμοποιείτε τον Property Inspector από το μενού View ή πατήστε πάνω στο κουμπί του Property Inspector . Στη περιοχή σχεδίασης πρέπει να επιλέξετε το component στο οποίο θέλετε να καθορίσετε τις ιδιότητες.



Σχήμα 48- Property Inspector

Τα κουμπιά ελέγχου για το χρήστη μπορεί να είναι push buttons, toggle buttons, sliders, radio buttons, edit text controls, static text controls, pop-up menus, check boxes, και list boxes.

3 Κεφάλαιο

Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα

3.1 Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ)

Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα είναι το λογισμικό που ο καθένας μπορεί ελεύθερα να χρησιμοποιεί, να διανέμει, να αντιγράφει και να τροποποιεί ανάλογα με τις ανάγκες του, χωρίς να απαιτείται η επί πληρωμή απόκτηση κάποια άδειας. Είναι ένα εναλλακτικό μοντέλο ανάπτυξης και χρήσης λογισμικού, στο οποίο δίνεται η δυνατότητα αλλαγών ή βελτιώσεων, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες αυτού που το χρησιμοποιεί, κάτι που γίνεται δυνατόν μέσω της ελεύθερης διάθεσης του πηγαίου κώδικα του λογισμικού.

Γύρω από αυτή τη λογική δημιουργήθηκε μια τεράστια κοινότητα χρηστών και προγραμματιστών, με βάση το Διαδίκτυο, οι οποίοι συμβάλλουν από κοινού στη συνεχή βελτίωση του λογισμικού, παρέχοντας δωρεάν τις γνώσεις και τη δουλειά τους σε όλους. Το Διαδίκτυο αποτελεί τη βασική πρόσβαση στο διαθέσιμο Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα. Η εξάπλωση του Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα έχει στηριχθεί στην ευρεία χρήση του Διαδικτύου και το λογισμικό πάνω στο οποίο στηρίζεται το Διαδίκτυο είναι κατά κύριο λόγο ΛΑΚ.

Το Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα, με συνεχείς βελτιώσεις και αυξημένη πλέον φιλικότητα προς το χρήστη, κερδίζει διαρκώς νέους φίλους παγκοσμίως. Η εκπαίδευση, η δημόσια διοίκηση και οι επιχειρήσεις, ενδιαφέρονται, ενημερώνονται και αποκτούν ένα ιδιαίτερα ελκυστικό εργαλείο, αξιόπιστο, σταθερό στη λειτουργία και απαλλαγμένο από σημαντικά κόστη.

3.1.1 Ποια είναι η διαφορά μεταξύ Ελεύθερου Λογισμικού και Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα;

Καταρχήν πρέπει να διευκρινιστεί ότι οι δύο όροι αναφέρονται σε αντίστοιχες ιδεολογίες.. Τόσο η μία ιδεολογία όσο και η άλλη, προσπαθούν να προωθήσουν την κοινή γνώση και να δημιουργήσουν τελικά καλύτερο λογισμικό. Η κύρια διαφορά τους είναι ότι ενώ το Ελεύθερο Λογισμικό δίνει έμφαση στην ελευθερία (για μάθηση, προσαρμογή, βελτίωση), το Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα δίνει έμφαση στη δημιουργία καλύτερου λογισμικού μέσω της συνεργασίας των προγραμματιστών και των μηχανικών όλου του κόσμου. Συνεπώς, το Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα είναι λιγότερο αυστηρό και πιο φιλικό προς τις εταιρίες που επιθυμούν να αξιοποιήσουν αλγορίθμους που υπάρχουν σε έργα τύπου ΛΑΚ.

3.1.2 Τι είναι το Free Software Foundation (FSF);

Το FSF είναι μη κερδοσκοπικός οργανισμός που στοχεύει στην προώθηση του Ελεύθερου Λογισμικού μέσω της υποστήριξης αυτού και της πληροφόρησης του κόσμου.

3.1.3 Το Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα λογισμικό διατίθεται οπωσδήποτε δωρεάν;

Όχι. Σε συνέχεια της προηγούμενης απάντησης, ο όρος «ελεύθερο» αναφέρεται στην ελευθερία χρήσης, μεταβολής και αναδιανομής που παρέχει η άδεια χρήσης του λογισμικού και όχι στο κόστος απόκτησης του. Τυπικό παράδειγμα είναι το open-source λειτουργικό σύστημα GNU/Linux, που μπορεί κάποιος να κατεβάσει και δωρεάν από το Internet αλλά και να αγοράσει μέσω κάποιας διανομής (π.χ. Red Hat, SuSE).

3.1.4 Για ποιο λόγο θα ήθελε κανείς να δώσει χωρίς κέρδος τον κώδικα για το λογισμικό που έχει αναπτύξει; Σε τι θα ωφελήσει αυτό;

Η ανάπτυξη λογισμικού με τη φιλοσοφία του open source δεν αποσκοπεί στο κέρδος (χωρίς αυτό να σημαίνει πως οι δύο έννοιες συγκρούονται). Σκοπός της είναι αφενός μεν η δημιουργία όσο το δυνατόν καλύτερου λογισμικού μέσα από τη συνεργασία της κοινότητας, αφετέρου δε η βελτίωση της κοινής διαθέσιμης γνώσης μέσα από τη

διαδικασία μελέτης του πηγαίου κώδικα. Το κέρδος εφόσον είναι επιθυμητό μπορεί να προκύψει τόσο από την πώληση του λογισμικού σε μορφή εκτελέσιμου μαζί με τον πηγαίο κώδικα, όσο και από την πώληση υπηρεσιών που σχετίζονται με το λογισμικό αυτό. Τέλος, συχνά το κίνητρο για την ανάπτυξη ελεύθερου λογισμικού, είναι η απόκτηση φήμης εάν το έργο πετύχει και γίνει γνωστό μέσα από την ευρεία χρήση του. Σε πολλές περιπτώσεις η συγγραφή open source λογισμικού εξασφάλισε στους προγραμματιστές του εργασίες με μεγάλες αποδοχές και φήμη.

Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, ένα open-source έργο ξεκινάει επειδή ο ίδιος ο προγραμματιστής είχε τη ανάγκη να δημιουργήσει κάποιο εργαλείο. Η λογική είναι ότι, εφόσον δεν υπάρχει χρηματικό κέρδος, η ανάπτυξη γίνεται με βάση τις δικές του ανάγκες και προτιμήσεις.

3.1.5 Ποια είναι τα κυριότερα πλεονεκτήματα του Ελεύθερου Λογισμικού / Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα;

Η ποιότητα και η αξιοπιστία του είναι κάτι που είναι ευρέως αποδεκτό και βασίζεται στο γεγονός ότι πολλοί χρήστες ελέγχουν και να βελτιώνουν τον κώδικα. Ωστόσο, αυτό δεν ισχύει στον ίδιο βαθμό σε όλες τις περιπτώσεις. Για παράδειγμα, το Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα υποδομής (δηλαδή αυτό που υλοποιεί λειτουργικά συστήματα, όπως GNU/Linux, και διαφόρων τύπων δικτυακές υπηρεσίες, όπως τον web server Apache) έχει αποδειχθεί πάρα πολύ σταθερό. Αντίθετα εφαρμογές που απευθύνονται στον τελικό χρήστη είναι πολλές φορές πιο ασταθείς από τις αντίστοιχες εμπορικές. Ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι η χρήση Ελεύθερου Λογισμικού / Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα δε δημιουργεί εξαρτήσεις από κάποια συγκεκριμένη εταιρεία. Τέλος, όσοι έχουν τις τεχνικές γνώσεις και τη διάθεση, έχουν τη δυνατότητα να μελετήσουν τον πηγαίο κώδικα, να μάθουν πως λειτουργεί και ενδεχομένως να τον τροποποιήσουν ώστε να ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες τους.

3.1.6 Ποια είναι τα κυριότερα μειονεκτήματα του Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα;

Το επίπεδο της τεκμηρίωσης και της υποστήριξης δεν είναι πάντοτε αποδεκτό. Σε αντιστοιχία με τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα της ποιότητας και της αξιοπιστίας,

τα open-source προϊόντα λογισμικού που προσφέρουν υψηλής ποιότητας τεκμηρίωση και υποστήριξη είναι, κατά κανόνα, μόνο εκείνα που υλοποιούν λειτουργικά συστήματα και διάφορες δικτυακές υπηρεσίες (GNU/Linux, Apache κτλ.). Επιπλέον, ένα πρόβλημα που συναντιέται συχνά είναι ότι κάποιο λογισμικό αν και μπορεί να στηρίζεται σε μία πολύ καλή ιδέα, συνήθως δεν είναι αρκετά καλό στις πρώτες εκδόσεις του και δεν βελτιώνεται αισθητά μέχρι να γίνει αρκετά δημοφιλές ώστε να διατεθούν αρκετοί πόροι για την ανάπτυξή του.

3.1.7 Ποιες πηγές πληροφόρησης υπάρχουν;

Οι περισσότερες αναφορές είναι διαθέσιμες στο Internet. Τα πληρέστερες δικτυακές τοποθεσίες είναι τα GNU.org και OpenSource.org στα οποία υπάρχουν αναφορές σε άλλα κείμενα, και αρκετή πληροφορία για όποιον ενδιαφέρεται για ανάπτυξη open-source. Εάν ψάχνετε για μια εφαρμογή που να κάνει κάτι συγκεκριμένο μπορείτε να βρείτε ένα κατάλογο εφαρμογών open-source στο www.osdir.com.

3.2 Octave

3.2.1 Εγκατάσταση της Octave

Το πρόγραμμα της Octave είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα που μπορείτε να το βρείτε στη διεύθυνση:

http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=2888&package_id=40078&release_id=547492

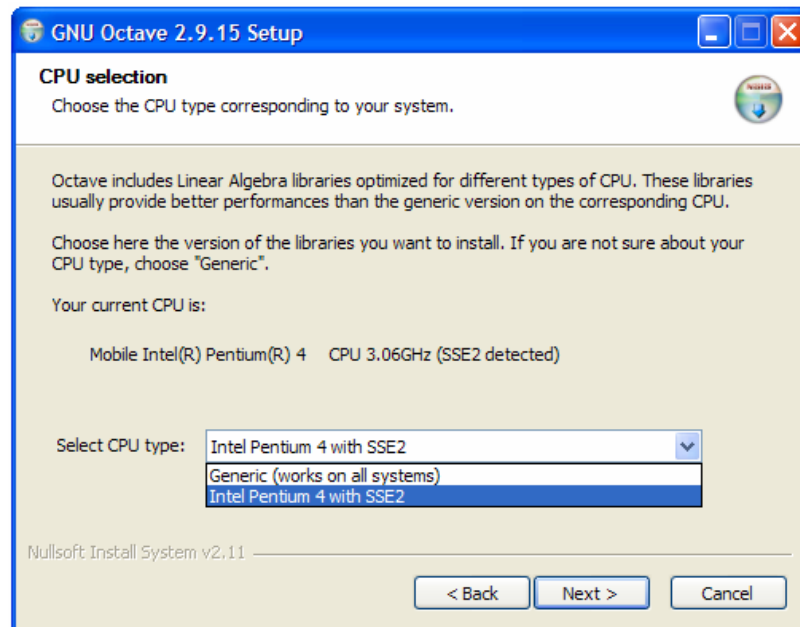
Είναι διαθέσιμη η εκτελέσιμη μορφή του και ο πηγαίος κώδικάς του.

Παρακάτω περιγράφονται κάποια βασικά σημεία της εγκατάστασης του Octave για Microsoft Windows.

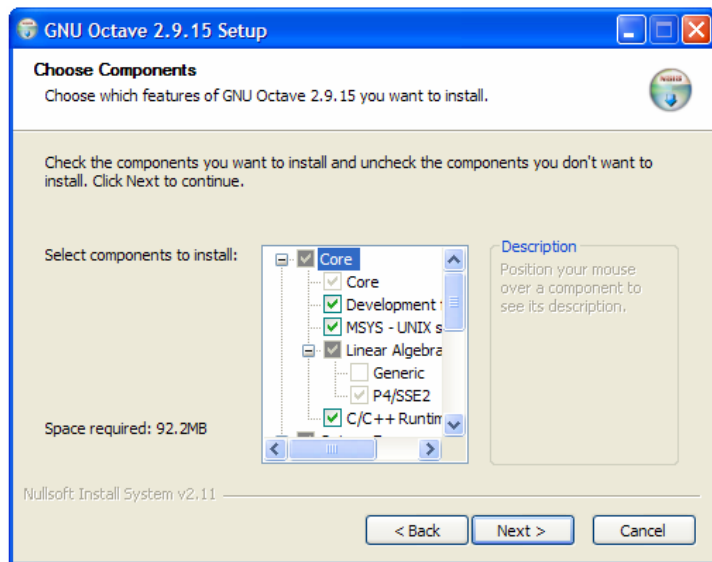
Κατά την διάρκεια της εγκατάστασης

καλείστε να διαλέξετε τον τύπο της CPU που έχει ο υπολογιστής σας. Επιλέγετε έναν από τους δύο τύπους:

1. Generic(work on all systems)
2. Intel Pentium 4 with SSE2

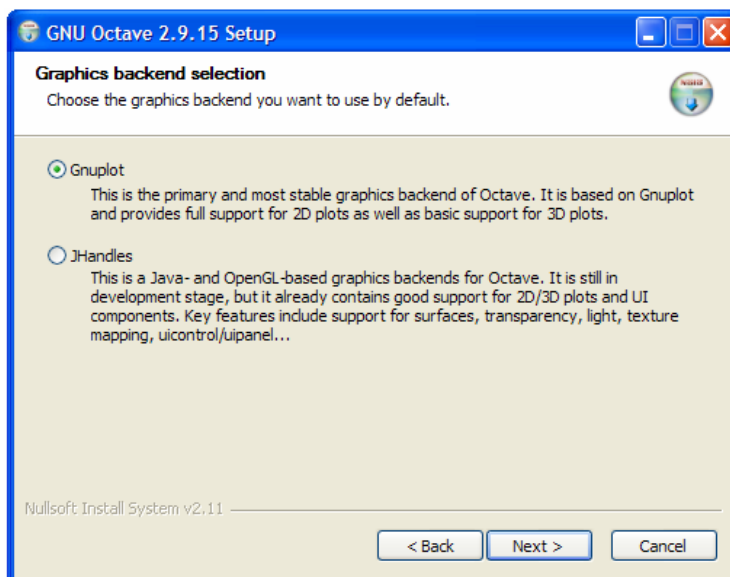


Πατώντας Next, εμφανίζετε το παρακάτω παράθυρο στο οποίο μπορείτε να επιλέξετε τα components τα οποία θέλετε να εγκατασταθούν στην Octave.



Στο παρακάτω παράθυρο διαλέγετε τα χαρακτηριστικά των γραφικών που θέλετε να έχετε σαν προεπιλογή. Έχετε δύο επιλογές:

1. Gnuplot: Μια από τις σταθερότερες και παλιότερες βιβλιοθήκες γραφικών που παρέχει πλήρη υποστήριξη για δισδιάστατα γραφικά και βασική υποστήριξη για τρισδιάστατα γραφικά.
2. JHandles: Στηρίζεται σε Java. Είναι υπό εξέλιξη αλλά περιέχει ήδη επαρκή υποστήριξη τόσο για δισδιάστατα όσο και για τρισδιάστατα γραφικά.



3.3 Εγκατάσταση βιβλιοθηκών

Στην Octave έχετε τη δυνατότητα να εγκαταστήσετε αρκετές επιπλέον βιβλιοθήκες. Το πρώτο βήμα είναι να τις βρείτε και να τις κατεβάσετε από το internet.

Ο τρόπος εγκατάστασης της βιβλιοθήκης βασίζεται στην γραμμή εντολών. Ξεκινάτε την Octave και μεταβαίνετε στον κατάλογο που έχετε τοποθετήσει τη βιβλιοθήκη που κατεβάσατε χρησιμοποιώντας την εντολή *cd*. Μετά πληκτρολογείτε:

```
pkg install package_file_name.tar.gz
```

όπου το *package_file_name.tar.gz* είναι το όνομα του αρχείου που κατεβάσατε.

Η ορθή λειτουργία μερικών πακέτων, εξαρτάται από άλλα πακέτα. Έτσι εάν η βιβλιοθήκη A εξαρτάται από τη βιβλιοθήκη B, πρέπει να εγκαταστήσετε εκ των προτέρων τη βιβλιοθήκη B είτε ταυτόχρονα με μία εντολή.

Εάν δε θέλετε να εγκαταστήσετε τις προαπαιτούμενες βιβλιοθήκες ενός πακέτου τότε μπορείτε να βάλετε το *-no-deps* σαν επιλογή για την *pkg* εντολή. Δηλαδή: `pkg install -no-deps package_file_name.tar.gz`. Εάν τελικά επιλέξετε να κάνετε αυτό, ίσως να προκύψουν προβλήματα σχετικά με τη λειτουργία της βιβλιοθήκης.

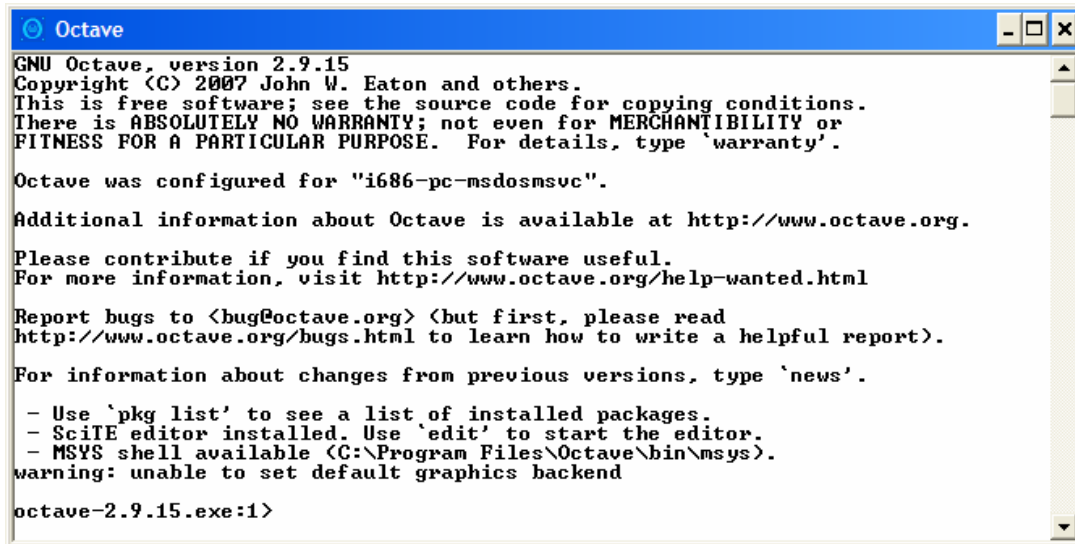
Για να απεγκαταστήσετε μια βιβλιοθήκη γράφετε απλά τη παρακάτω εντολή:

```
pkg uninstall package_name
```

όπου *package_name* είναι το όνομα της βιβλιοθήκης που θέλετε να απεγκαταστήσετε.

3.3.1 Το περιβάλλον της Octave

Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης της Octave, ανοίγοντας την εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



```
Octave
GNU Octave, version 2.9.15
Copyright (C) 2007 John W. Eaton and others.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type `warranty'.

Octave was configured for "i686-pc-msdosmsvc".

Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/help-wanted.html

Report bugs to <bug@octave.org> (but first, please read
http://www.octave.org/bugs.html to learn how to write a helpful report).

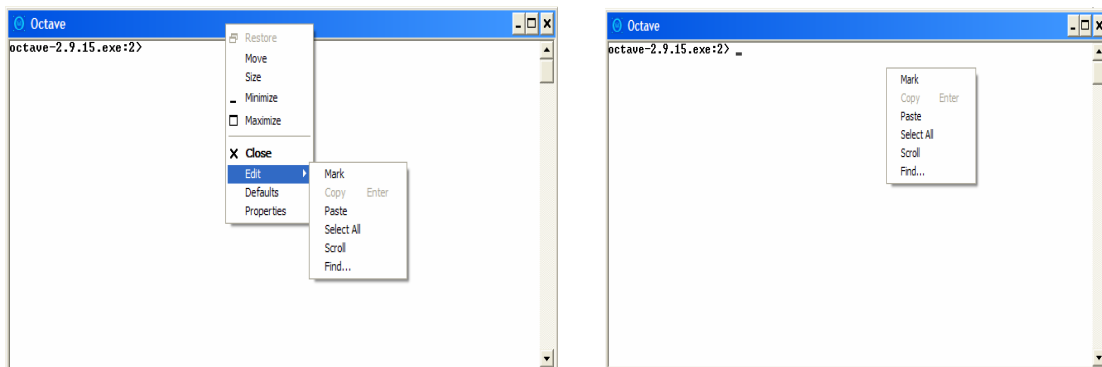
For information about changes from previous versions, type `news'.

- Use `pkg list' to see a list of installed packages.
- SciTE editor installed. Use `edit' to start the editor.
- MSYS shell available (C:\Program Files\Octave\bin\msys).
warning: unable to set default graphics backend

octave-2.9.15.exe:1>
```

Σχήμα 49-Το αρχικό παράθυρο της Octave

Πρόκειται για την βασική γραμμή εντολών του octave. Κάνοντας δεξί κλικ με το ποντίκι στη μπλε μπάρα του παραθύρου εμφανίζεται το παρακάτω μενού.



Σχήμα 50- Το μενού της Octave

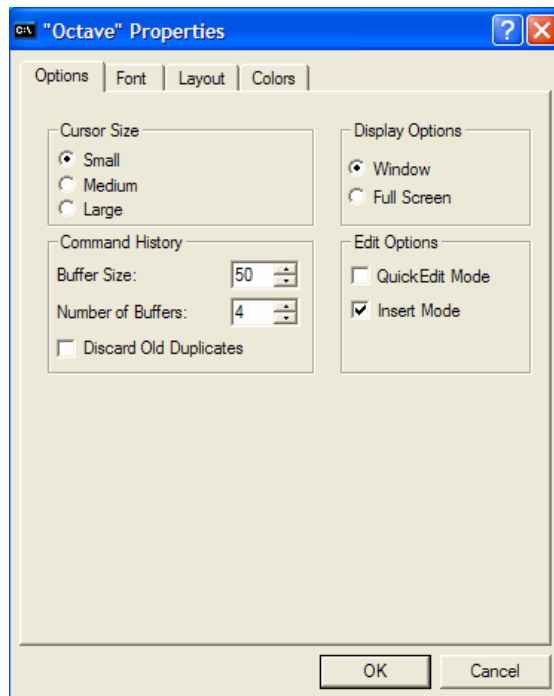
Με την εντολή Restore, επαναφέρετε το παράθυρο στο προεπιλεγμένο του μέγεθος, σε περίπτωση που του έχετε αλλάξει το μέγεθος. Με την εντολή Move μετακινείτε το παράθυρο διαλόγου της Octave. Με την εντολή size αλλάζετε το μέγεθος του παραθύρου, με τη Minimize ελαχιστοποιείτε το παράθυρο ενώ με τη Maximize το μεγιστοποιείτε και με την Close κλείνετε το παράθυρο. Με την εντολή Edit

επεξεργάζεστε τα δεδομένα του παραθύρου. Με την εντολή Properties επεξεργάζεστε το γραφικό περιβάλλον του παραθύρου της Octave. Εφόσον έχετε αλλάξει την εμφάνιση του παραθύρου μπορείτε να το επαναφέρετε στην αρχική του κατάσταση με την εντολή Defaults Properties

Η εντολή Edit περιλαμβάνει ένα υπομενού το οποίο μπορεί να εμφανιστεί πατώντας δεξί κλικ μέσα στο παράθυρο.

Με την εντολή Mark επιλέγετε δεδομένα από το παράθυρο της Octave, με την Copy αντιγράφετε τα δεδομένα που έχετε επιλέξει ενώ με την εντολή Paste κάνετε επικόλληση δεδομένων. Επιλέγοντας το Select All επιλέγετε όλα τα περιεχόμενα του παραθύρου. Με την Scroll μπορείτε με τα βελάκια του πληκτρολογίου να δείτε δεδομένα του παραθύρου που δεν φαίνονται λόγω μεγέθους. Η εντολή Find χρησιμοποιείτε για εύρεση λέξεων στο παράθυρο.

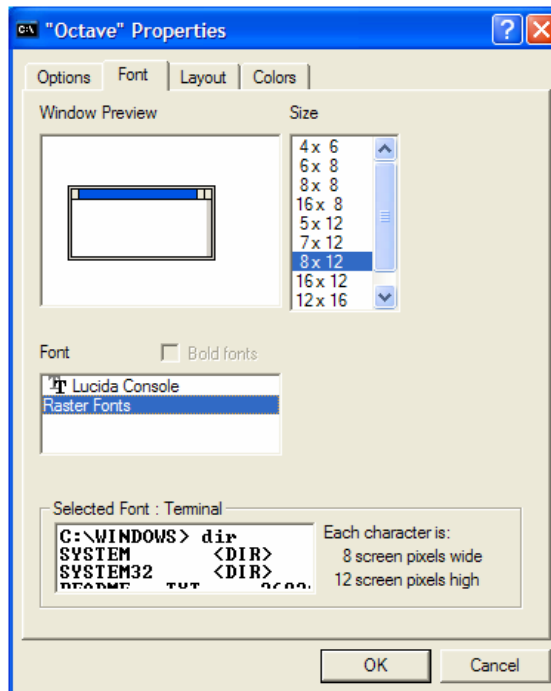
Επιλέγοντας την εντολή Properties εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο, το οποίο αποτελείται από τέσσερις καρτέλες. Η πρώτη είναι η Options η οποία φαίνεται στο παρακάτω παράθυρο. Μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθος του κέρσορα, το μέγεθος του Command History και τέλος τον τρόπο που θα φαίνεται η Octave (εάν θα είναι σε παράθυρο ή σε πλήρη οθόνη).



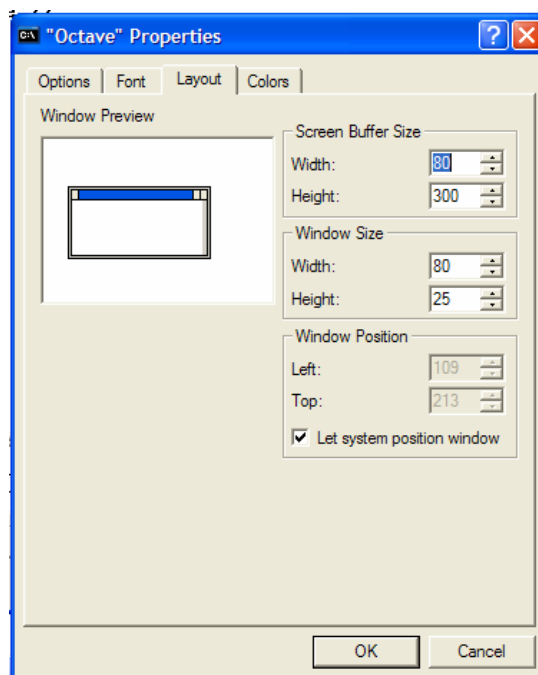
Σχήμα 51-Η καρτέλα Options από την επιλογή Properties

Από την καρτέλα Font καθορίζετε το μέγεθος και τον τύπο της γραμματοσειράς.

Από τη καρτέλα Layout μπορείτε να ρυθμίσετε το μέγεθος του Buffer της οθόνης καθώς το μέγεθος και τη θέση του παραθύρου.

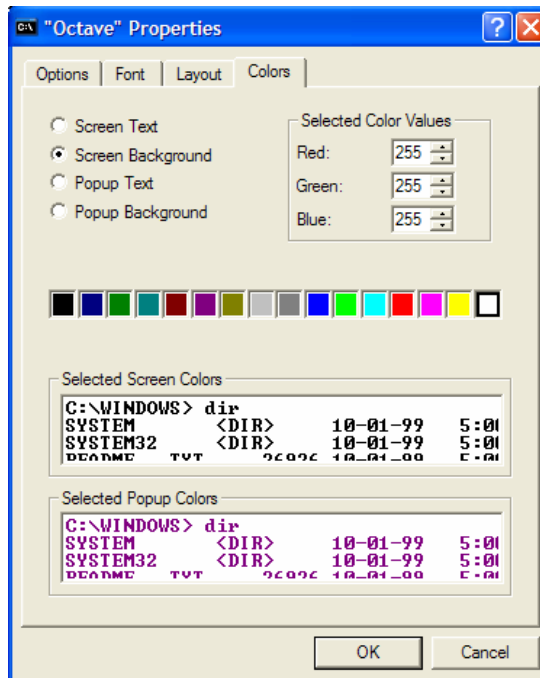


Σχήμα 52- Η καρτέλα Font από την επιλογή Properties



Σχήμα 53- Η καρτέλα Layout από την επιλογή Properties

Τέλος, στη καρτέλα Colors μπορείτε να ρυθμίσετε το χρώμα της γραμματοσειράς και το φόντο του παραθύρου καθώς και των μη κεντρικών παραθύρων.

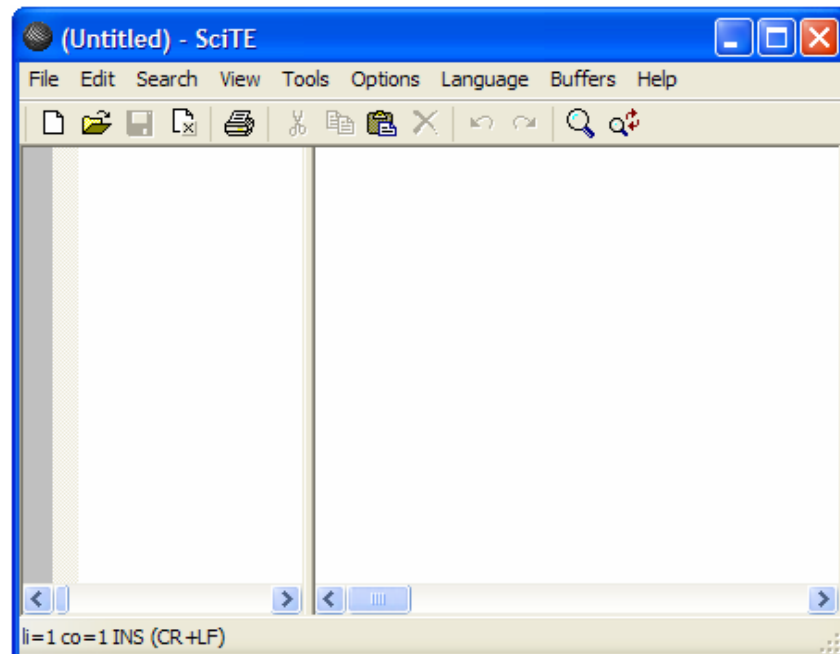


Σχήμα 54- Η καρτέλα Colors από την επιλογή Properties

Με το πρόγραμμα της Octave παρέχεται πλήρες εγχειρίδιο 550 σελίδων το οποίο εξηγεί αναλυτικότερα τόσο το περιβάλλον της, όσο και τις διάφορες εντολές και λειτουργίες της.

3.3.2 SciTE

Η Octave μπορεί να υποστηρίξει MATLAB m-files (από την έκδοση 2.9 και μετά) και συνοδεύεται από έναν κειμενογράφο τον SciTE.



Σχήμα 55-Το περιβάλλον του scite

Από το μενού option μπορείτε να καθορίσετε τα εργαλεία που θα τρέχουν στο γραφικό περιβάλλον του SciTE.

Όταν θέλετε να βάλετε μια γραμμή με σχόλια τότε πρέπει να αρχίσετε τη πρόταση με '#'.

3.3.3 Βασικές αριθμητικές μέθοδοι στην Octave

Θα παρουσιαστούν κάποιες βασικές αρχές για την σύνταξη εντολών στο περιβάλλον του Octave. Μην ξεχνάτε ότι μια βασική αρχή του Octave είναι να είναι συμβατό με το MATLAB.

- ❖ Στην Octave πληκτρολογώντας την εντολή `help` εμφανίζεται μια λίστα με όλες τις εντολές που είναι διαθέσιμες. Αντίθετα όταν πληκτρολογείτε την εντολή `help` μαζί με μία άλλη εντολή, εμφανίζεται η βοήθεια για αυτή την εντολή που πληκτρολογήσατε.

Π.χ. `octave:1> help eig`

- ❖ Το “;” χωρίζει διάφορες εντολές μέσα σε μια γραμμή. Όταν μια εντολή ολοκληρώνεται και της βάλετε στο τέλος “;” τότε δεν εμφανίζει το αποτέλεσμα της επί της οθόνης.
- ❖ Οι τελίτσες “...” στο τέλος της γραμμής δείχνουν ότι μια έκφραση συνεχίζεται στην επόμενη γραμμή.
- ❖ Τα σχόλια προηγούνται από %
- ❖ Στην Octave διακρίνονται τα κεφαλαία και μικρά
- ❖ Οι λογικοί τελεστές στην Octave είναι:

<	μικρότερο	<=	μικρότερο ή ίσο	&	and
>	μεγαλύτερο	>=	μεγαλύτερο ή ίσο		or
==	ίσο	<>	άνισο	~	not
- ❖ Η εντολή `clear` όταν την πληκτρολογήσετε σβήνει όλες τις μεταβλητές από τη μνήμη. Όταν βάλετε την εντολή `clear` με το όνομα μιας μεταβλητής το σύστημα σβήνει από τη μνήμη μόνο τη συγκεκριμένη μεταβλητή.
- ❖ Η εντολή `clc` καθαρίζει την οθόνη.
- ❖ Η Octave έχει όλες τις συνηθισμένες πράξεις +, -, *, /, sin, cos, exp, acos, abs κ.τ.λ.
- ❖ Ένας πίνακας μιας γραμμής στην Octave συμβολίζεται με `v = [1,2,3]`
- ❖ Ένας πίνακας μιας στήλης στην Octave συμβολίζεται με `v = [1;2;3]`
- ❖ Ο ανάστροφος ενός πίνακα *A* δημιουργείται με χρήση του τελεστή “’”

Στην περίπτωση μιγαδικών πινάκων, ο τελεστής “” χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ανάστροφου συζυγούς.

- ❖ Η εντολή `eye(m,n)` παράγει ένα $m \times n$ πίνακα με άσσους στη διαγώνιο και μηδέν στα υπόλοιπα στοιχεία.
- ❖ Η εντολή `zeros(m,n)` παράγει ένα $m \times n$ πίνακα με όλα τα στοιχεία του ‘0’.
- ❖ Η εντολή `ones(m,n)` παράγει ένα $m \times n$ πίνακα με όλα τα στοιχεία του ‘1’.
- ❖ Η εντολή `rand(m,n)` παράγει ένα $m \times n$ πίνακα με τα στοιχεία του να είναι τυχαίοι αριθμοί από το ένα έως το μηδέν.
- ❖ Η πρόσθεση, η αφαίρεση και ο πολλαπλασιασμός πινάκων γίνεται με το `+`, `-`, `*`
- ❖ Το τετράγωνο, η διαίρεση και ο πολλαπλασιασμός πινάκων στοιχείο προς στοιχείο με το `.^`, `./`, `.*`
- ❖ Η Octave έχει τους τελεστές `++`, `{`, `-=`, `+=`, `*=`, κ.τ.λ. τους οποίους το Matlab δεν έχει.
- ❖ Η εντολή `plot(x,y,[fmt])` δημιουργεί μια γραφική παράσταση από τα σημεία (x_j, y_j) . Στο `fmt` μπορείτε να επιλέξετε τον τύπο και το χρώμα της γραμμής.
- ❖ Η εντολή `[xx,yy]=meshgrid(x,y)` παράγει δεδομένα για τρισδιάστατα γραφικά σε δύο πίνακες `xx` και `yy` που είναι αντίγραφα των σημείων `x,y`.
Ενώ με τη συνάρτηση `mesh(x,y,z)` εμφανίζει τη τρισδιάστατη γραφική παράσταση.
- ❖ Σε ένα γράφημα μπορείτε να βάλετε τίτλο με την εντολή `title(“όνομα τίτλου”)`, ταμπέλες στους άξονες `x`, `y`, `z` με τις συναρτήσεις `xlabel(“όνομα άξονα”)`, `ylabel(“όνομα άξονα ”)` και `zlabel(“όνομα άξονα ”)` αντίστοιχα.
- ❖ Ορίζετε όρια στους άξονες με την εντολή `axis(xmin, xmax, ymin, ymax,[zmin, zmax])`

3.3.4 Αριθμητική ανάλυση στην Octave

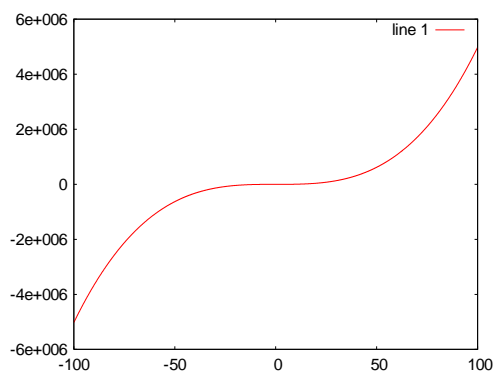
1. Γραφική επίλυση εξισώσεων

Για παράδειγμα έστω ότι θέλετε να βρείτε γραφικά μια ρίζα της παρακάτω εξίσωσης

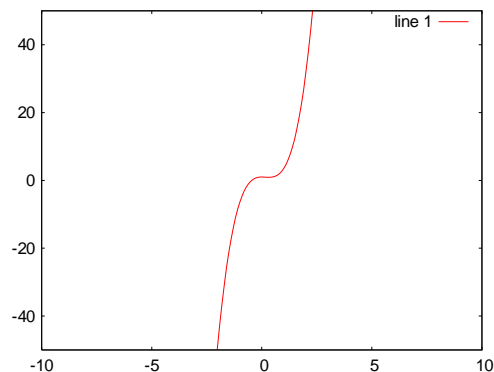
$f(x) = 5x^3 - 2x^2 + \cos(x)$ σε μια περιοχή με εύρος από το -100 μέχρι το 100 .

```
x=-100:0.1:100;  
y=5*x.^3-2*x.^2+cos(x);  
plot(x,y)
```

Η γραφική παράσταση της συνάρτησης είναι η ακόλουθη:



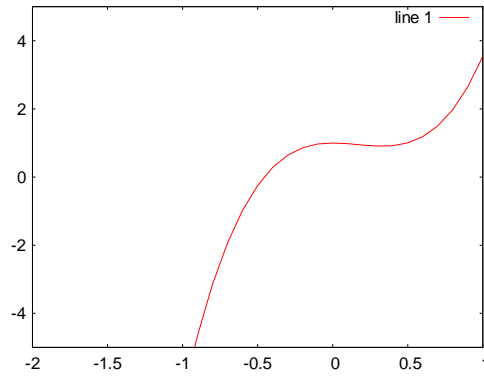
```
axis([-10 10 -50 50]);
```



παρατηρείτε ότι η εξίσωση έχει μια ρίζα η οποία βρίσκεται ανάμεσα στο -2 και στο 1

```
axis([-2 1 -5 5]);
```

Η γραφική παράσταση της συνάρτησης είναι η ακόλουθη:



παρατηρείτε λοιπόν ότι η ρίζα είναι κατά προσέγγιση κοντά στο $-0,5$.

2. Γραμμικά συστήματα

Για την επίλυση του συστήματος

$$3x + y - z = 0$$

$$-2x - 6y + 3z = 2$$

$$4x - 2y + 8z = 1$$

δίνετε:

$$\mathbf{a}=[3 \ 1 \ -1;-2 \ -6 \ 3;4 \ -2 \ 8];$$

$$\mathbf{b}=[0;2;1];$$

$$\mathbf{x}=\mathbf{a} \backslash \mathbf{b}$$

$$\mathbf{x} = \begin{array}{r} 0.119048 \\ -0.388889 \\ -0.031746 \end{array}$$

3. Παραγοντοποίηση LU

$$\mathbf{a}=[1 \ 1 \ 1;2 \ 3 \ -1;4 \ -2 \ 6];$$

$$[\mathbf{L}, \mathbf{U}]=\text{lu}(\mathbf{a})$$

$$\mathbf{L} = \begin{array}{ccc} 0.25000 & 0.37500 & 1.00000 \\ 0.50000 & 1.00000 & 0.00000 \\ 1.00000 & 0.00000 & 0.00000 \end{array}$$

$$\mathbf{U} = \begin{array}{ccc} 4 & -2 & 6 \\ 0 & 4 & -4 \\ 0 & 0 & 1 \end{array}$$

$$\mathbf{a}=[0 \ 2 \ 1;1 \ -2 \ 4;4 \ -1 \ 2];$$

$$[\mathbf{L}, \mathbf{U}, \mathbf{P}]=\text{lu}(\mathbf{a})$$

$$\mathbf{L} = \begin{array}{ccc} 1.00000 & 0.00000 & 0.00000 \\ 0.00000 & 1.00000 & 0.00000 \\ 0.25000 & -0.87500 & 1.00000 \end{array}$$

```

U =
  4.00000  -1.00000  2.00000
  0.00000  2.00000  1.00000
  0.00000  0.00000  4.37500
P =
  0  0  1
  1  0  0
  0  1  0

```

4. Η μέθοδος Cholesky

Εφαρμόζετε την ανωτέρω συνάρτηση *choleski* σε δύο πίνακες.

```

a=[0 2 1;1 -2 4;4 -1 2];
a=[4 12;12 45];
l=chol(a)
l =
  2  6
  0  3
l*l'
ans =
  40  18
  18  9

```

5. Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα

Οι ιδιοτιμές και τα ιδιοδιανύσματα ενός πίνακα υπολογίζονται με τη συνάρτηση *eig*.

Παράδειγμα

```

a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];
poly(a)
ans=
  1  -6  11  -6

```

```

a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];
eig(a)

```

```

ans =
  1
  3
  2

```

```

a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];
[V,D]=eig(a)

```

```

V =
  1.00000  0.00000  0.57735
  0.00000  0.00000  0.57735
  0.00000  1.00000 -0.57735

D =
  1  0  0
  0  3  0
  0  0  2

```

6. Νόρμα και δείκτης κατάστασης

Υπολογίζει αυτόματα τη νόρμα $\|A\|_2$

```
a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];  
norm(a)  
ans =3.2988
```

Υπολογίζει τη νόρμα $\|A\|_1$

```
a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];  
norm(a,1)  
ans = 4
```

Υπολογίζει τη νόρμα $\|A\|_2$

```
a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];  
norm(a,2)  
ans = 3.2988
```

Υπολογίζει τη νόρμα $\|A\|_\infty$

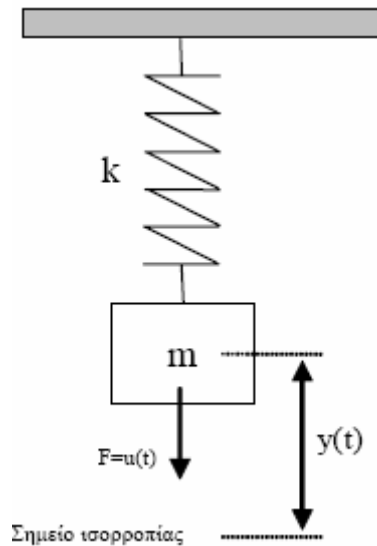
```
a=[1 1 0;0 2 0;0 1 3];  
norm(a,inf)  
ans = 4
```

Ο δείκτης κατάστασης (condition number) πίνακα με βάση τη νόρμα $\|A\|_1$:

```
a=[0.8064 0.7904;0.7904 0.8144];  
cond(a)  
ans = 80.081
```

3.3.5 Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου στην Octave

- Για το σύστημα μάζας - ελατηρίου του σχήματος



Σχήμα 56- Σύστημα μάζας – ελατηρίου

k είναι ο συντελεστής σκληρότητας του ελατηρίου, M η μάζα του ελατηρίου, $y(t)$ ονομάζεται η απόσταση του κέντρου βάρους της μάζας από το σημείο ισορροπίας της και $u(t)$ είναι η κάθετη δύναμη την οποία εφαρμόζεται στη μάζα. Η δ.ε. που

περιγράφει το σύστημα είναι: $M \frac{d^2}{dt^2} y(t) + b \frac{d}{dt} y(t) + ky(t) = u(t)$

όπου b μια σταθερά που εξαρτάται από την αντίσταση του αέρα.

Να βρεθεί η έξοδος (ολική απόκριση) του συστήματος που έχει είσοδο

$u(t) = 7 \cdot \sin(3t)$ και την χρονική στιγμή 0 το σώμα βρίσκεται στην θέση $y(0) = 1$ και έχει ταχύτητα $y'(0) = 2$; Δίνεται ότι $M = 10$, $k = 5$, $b = 2$.

Ένας τρόπος για να εισάγετε στην Octave ένα δυναμικό σύστημα είναι

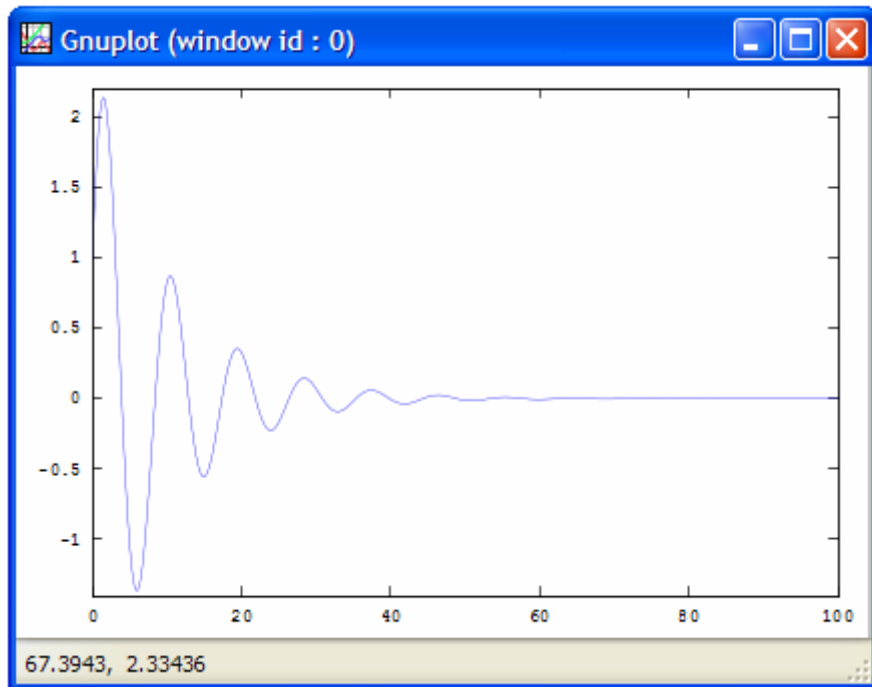
μέσω της περιγραφής στο χώρο των καταστάσεων. Με την `lsim` γίνεται η εξομοίωση του συστήματος, αφού προηγουμένως έχετε ορίσει το διάνυσμα του χρόνου, το διάνυσμα εισόδου στο σύστημα και τις αρχικές συνθήκες.

```
ma=[0 0.1;-0.5 -0.2];  
mb=[0;0.1];  
mc=[1 0];
```

```

sys=ss (ma ,mb ,mc , 0) ;
t=[0:0.1:100] ;
y0=[1;1.5] ;
u=zeros (1,1001) ;
t=t' ;
u=u' ;
lsim(sys,u,t,y0) ;

```



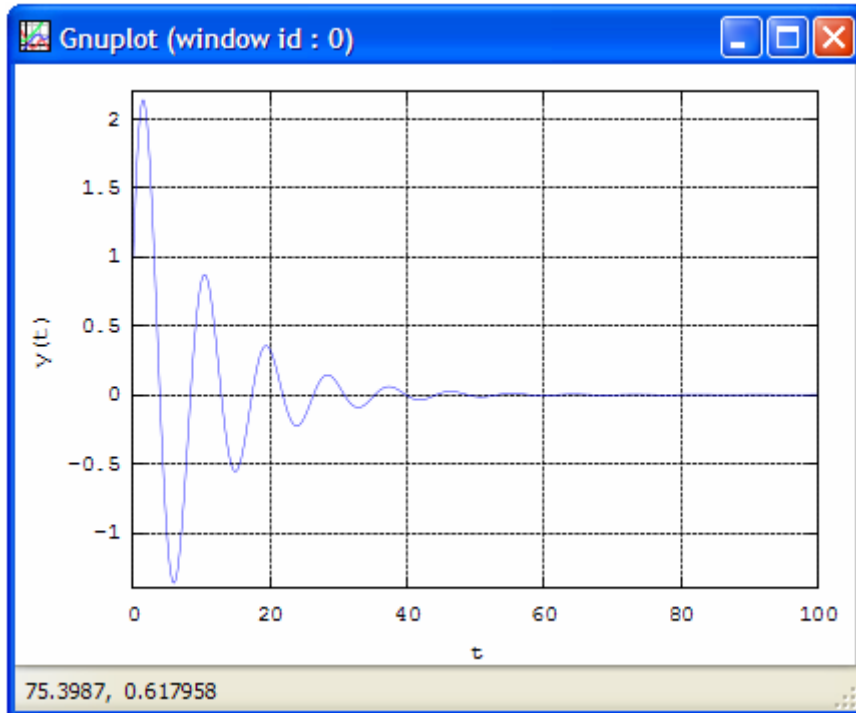
Σχήμα 57- Εξομοίωση του συστήματος

Το γράφημα που προκύπτει από την εντολή `lsim` είναι η απόκριση του συστήματος σε μηδενική είσοδο για $y(0) = 1$ και $y'(0) = 1.5$, δηλαδή είναι η ελεύθερη απόκριση του συστήματος. Για να ελέγξετε ευκολότερα τις λεπτομέρειες του γραφήματος, μπορείτε να αποθηκεύσετε το διάνυσμα της απόκρισης του συστήματος σε μια μεταβλητή.

```

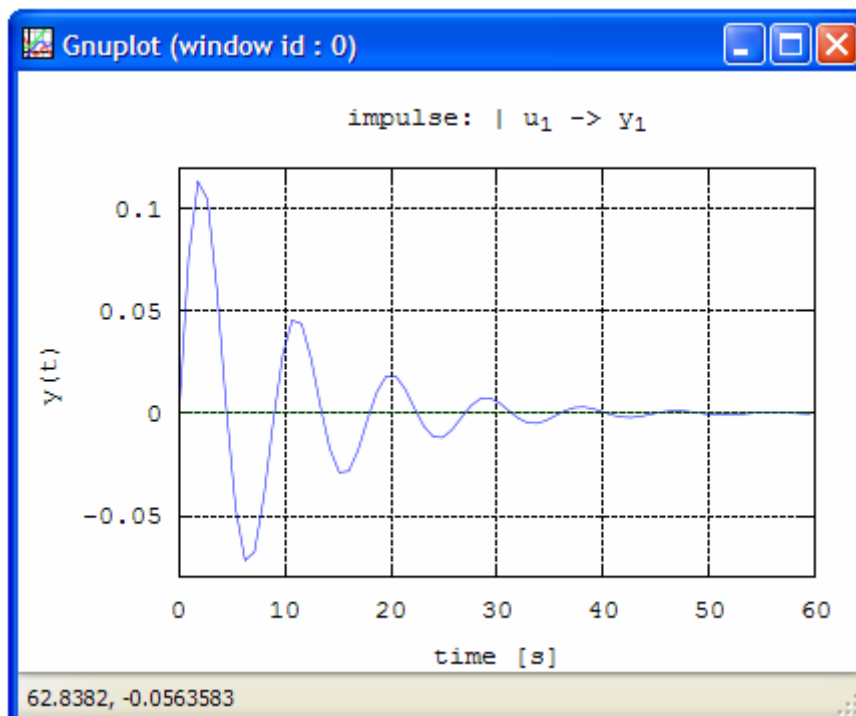
title('Free response of a Mass Spring System'), xlabel('t')
ylabel('y(t)'), grid('on');
mx=max(abs(y))
mx = 2.1348

```



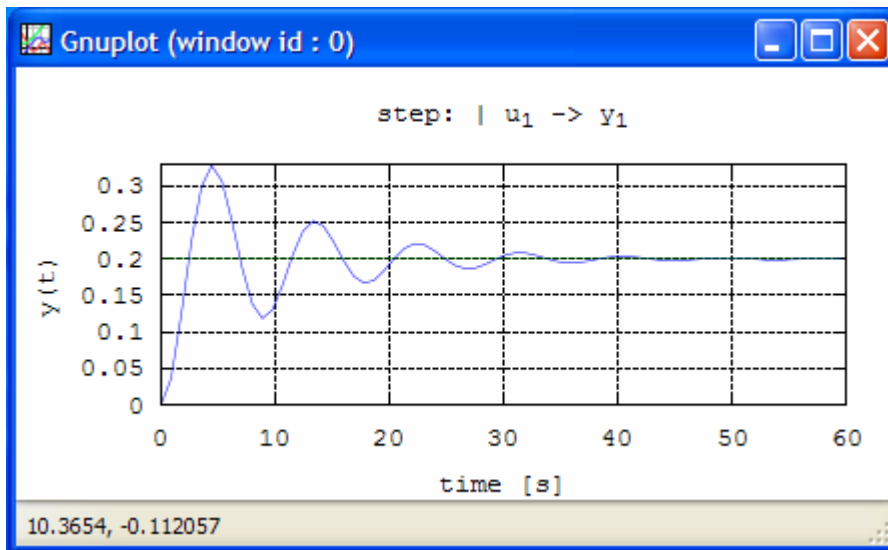
Σχήμα 58- η ελεύθερη απόκριση του συστήματος

Η απόκριση του συστήματος με είσοδο την κρουστική συνάρτηση Dirac $\delta(t)$ δίνεται από την εντολή `impulse(sys)`.



Σχήμα 59- Η απόκριση του συστήματος με είσοδο την κρουστική συνάρτηση

Αντίστοιχα με την εντολή **step(sys)** υπολογίζετε την απόκριση του συστήματος για βηματική είσοδο.



Σχήμα 60- Απόκριση του συστήματος για βηματική είσοδο

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω εντολές είναι ίδιες με τις αντίστοιχες του MATLAB. Μια σημαντική διαφορά είναι ότι στο MATLAB μπορείς να δεις εύκολα με δεξί κλικ πάνω στο διάγραμμα κάποια χαρακτηριστικά της απόκρισης όπως υπερύψωση κτλ.

Ένα άλλο βασικό εργαλείο για τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου είναι η συνάρτηση μεταφοράς ενός συστήματος. Έστω δύο πολυώνυμα $G(s) = \frac{1}{s+5}$,

$P(s) = \frac{1}{s+2}$. Η συνάρτηση μεταφοράς τους κάθε συστήματος είναι:

Για το σύστημα G:

```
G=tf(1, [1 5]);
sysout(G)
Input(s)
    1: u_1
Output(s):
    1: y_1
transfer function form:
1
-----
1*s^1 + 5
```

Για το σύστημα P:


```

P=tf(1, [1 2]);
sysout(P)
    Input(s)
           1: u_1
    Output(s):
           1: y_1
    transfer function form:
    1
    -----
    1*s^1 + 2

```

Η συνάρτηση **tf2zp** δίνει τα μηδενικά, τους πόλους και το κέρδος της κάθε συνάρτησης:

Για το σύστημα G:

```

[z, p, k]=tf2zp(1, [1 5])
    z = [] (0x0)
    p = -5
    k = 1

```

Για το σύστημα P:

```

[z, p, k]=tf2zp(1, [1 2])
    z = [] (0x0)
    p = -2
    k = 1

```

Εάν έχετε τα δύο συστήματα συνδεδεμένα σε σειρά τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

```

s=series(P,G);

```

Εάν έχετε τα δύο συστήματα συνδεδεμένα παράλληλα τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

```

p=parallel(G,P);

```

Εάν έχετε τα δύο συστήματα συνδεδεμένα με αρνητική ανάδραση τότε η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος θα είναι:

```

t=feedback(P,G);

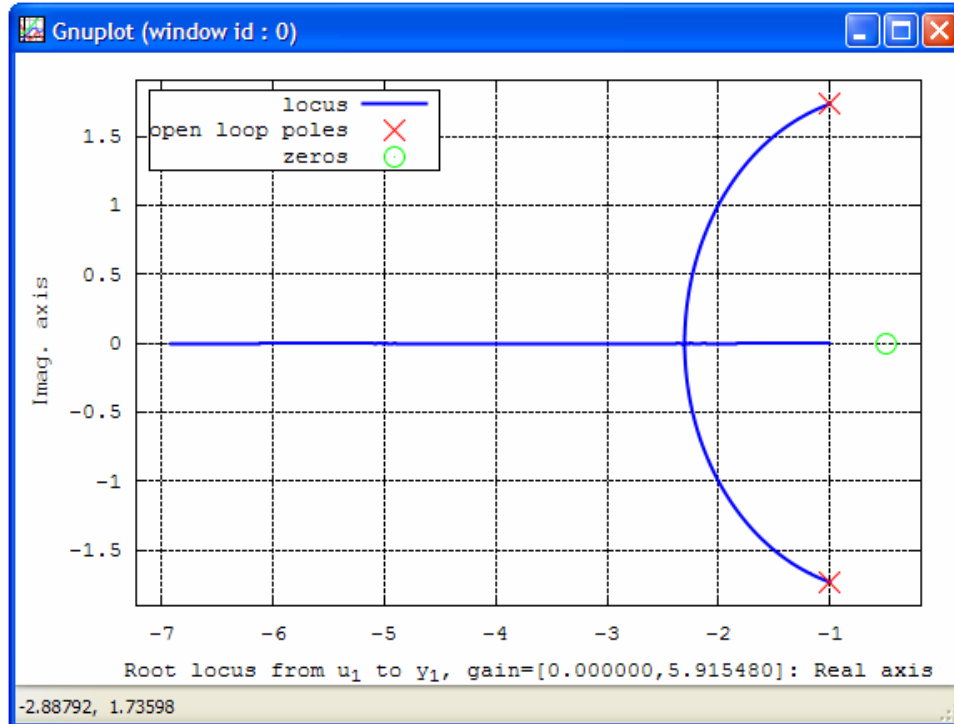
```

Έστω ένα σύστημα με συνάρτηση μεταφοράς $\frac{2s+1}{2s^2+s+8}$.

Ο γεωμετρικός τόπος των ριζών βρίσκεται με την εντολή rlocus

```
sys=tf([2 1],[2 4 8]);
```

```
rlocus(sys);
```



Το διάγραμμα Niquist μπορεί να παραχθεί με την εντολή “nyquist”

Για παράδειγμα για το σύστημα $G(s) = \frac{2s+1}{2s^3+4s^2-8s+1}$

```
sys=tf([2 1],[2 4 -8 1]);
```

```
sysout(sys)
```

```
Input(s)
```

```
1: u_1
```

```
Output(s):
```

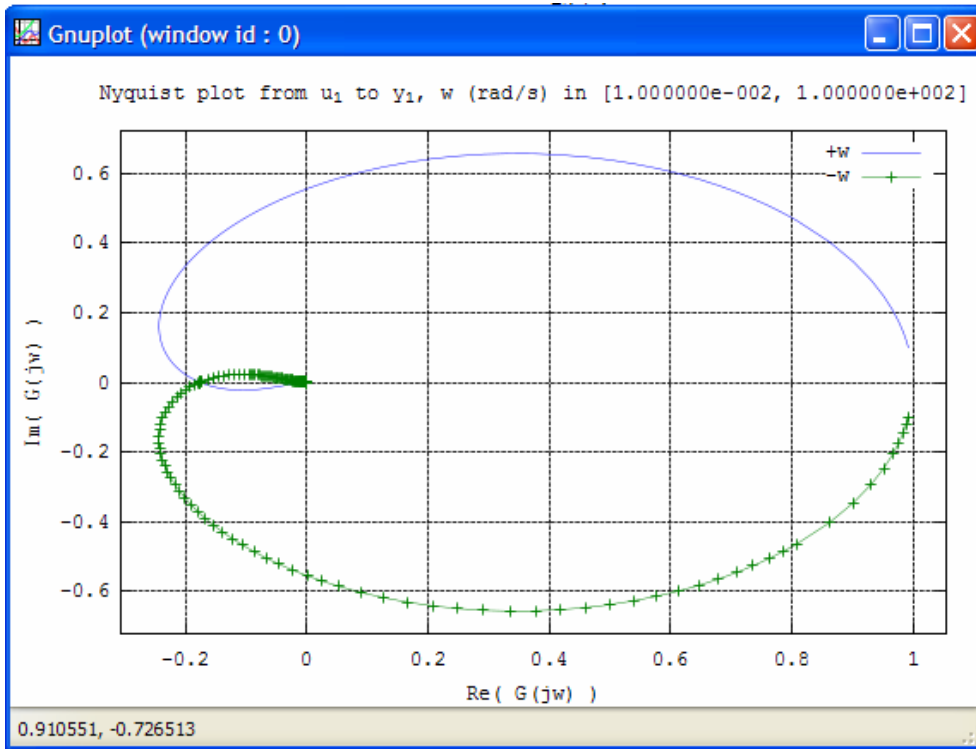
```
1: y_1
```

```
transfer function form:
```

```
2*s^1 + 1
```

```
-----  
2*s^3 + 4*s^2 - 8*s^1 + 1
```

```
nyquist(sys);
```



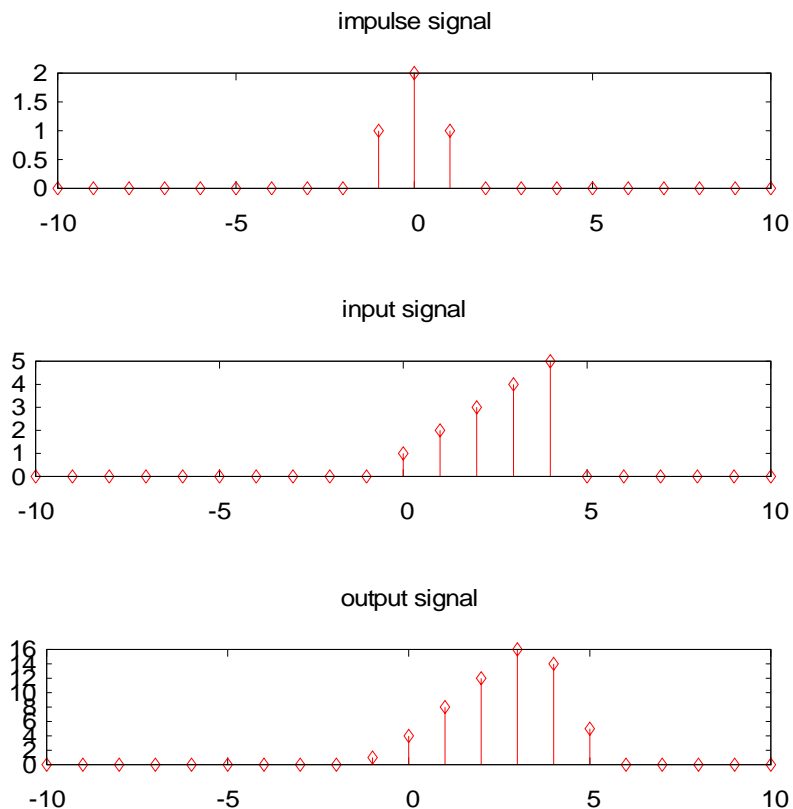
Σχήμα 61- Το διάγραμμα του Niquist

3.3.6 Ψηφιακή επεξεργασία σήματος στην Octave

Παρακάτω αναφέρεται η υλοποίηση κάποιων απλών ασκήσεων χρήσιμων στη ψηφιακή επεξεργασία σήματος.

3.3.6.1 Άσκηση 1^η : Συνέλιξη , απόκριση συστημάτων σε Octave

```
n=-10:10;  
m=length(n);  
k=find(n==0);  
x=zeros(1,m);  
h=zeros(1,m);  
y=zeros(1,m);  
x(k:k+4)=[1 2 3 4 5];  
h(k-1:k+1)=[1 2 1];  
yt=conv(x(k:k+4),h(k-1:k+1));  
y(k-1:k+5)=yt;  
subplot(3,1,1)  
stem(n,x)  
title('input signal')  
subplot(3,1,2)  
stem(n,h)  
title('impulse response')  
subplot(3,1,3)  
stem(n,y)  
title('output signal')
```

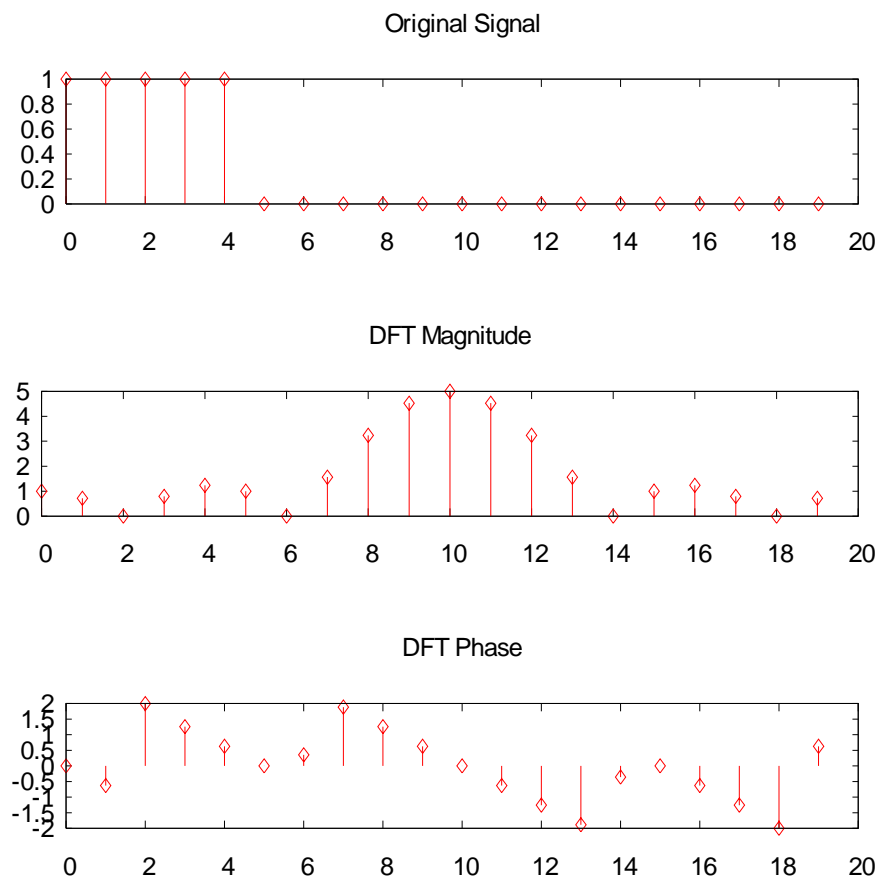


Σχήμα 62- Συνέλιξη , απόκριση συστημάτων σε Octave

3.3.6.2 Άσκηση 2^η: Υπολογισμός ευθύ και αντίστροφου DFT

Η συνάρτηση *figure* δεν έτρεχε σωστά γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε η *subplot*

```
n=0:19;  
x=0*n;  
x(1:5)=1;  
y=fft(x);  
y=fftshift(y);  
ym=abs(y);  
yp=angle(y);  
figure(1);  
stem(n,x)  
title('Original Signal');  
figure(2);  
stem(n,ym);  
title('DFT Magnitude');  
figure(3);  
stem(n,yp);  
title('DFT phase');
```

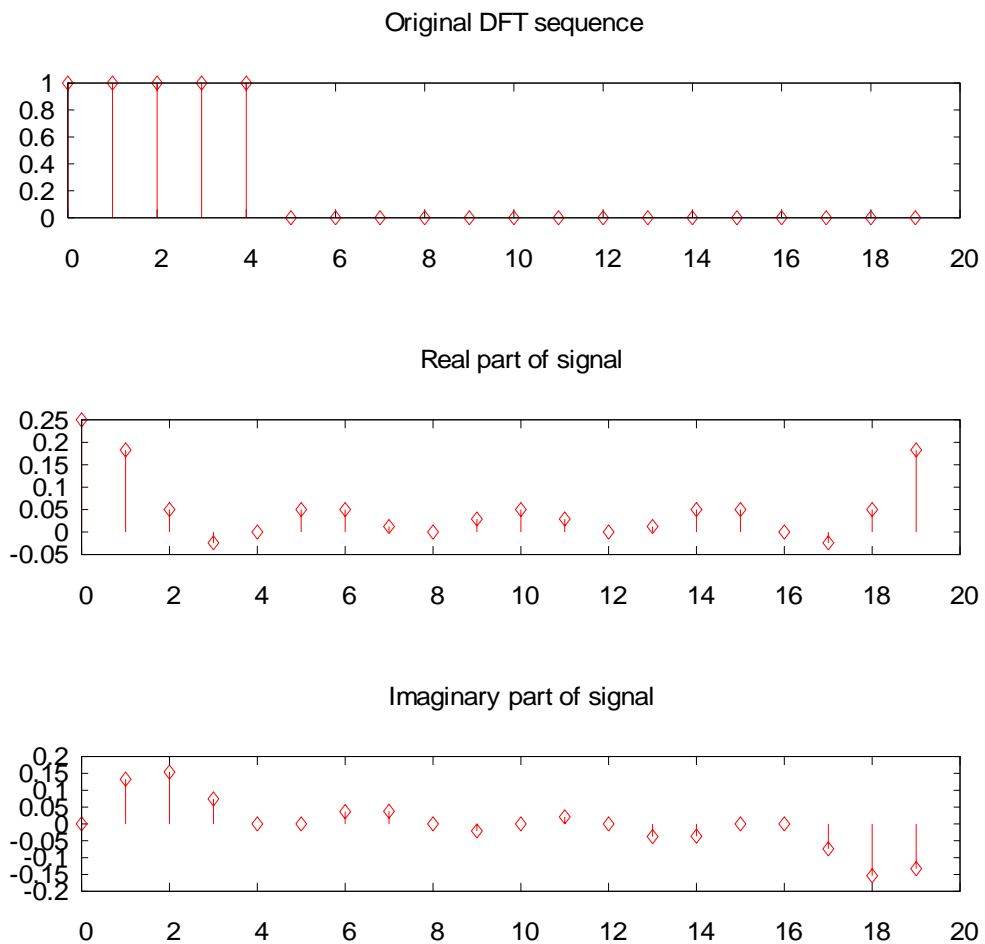


Σχήμα 63- Υπολογισμός ευθύ DFT

```

n=0:19;
x=0*n;
x(1:5)=1;
z=ifft(x);
zr=real(z);
zi=imag(z);
figure(4);
stem(n,x)
title('Original DFT sequence');
figure(5);
stem(n,zr);
title('Real part of signal');
figure(6);
stem(n,zi);
title('Imaginary part of signal');

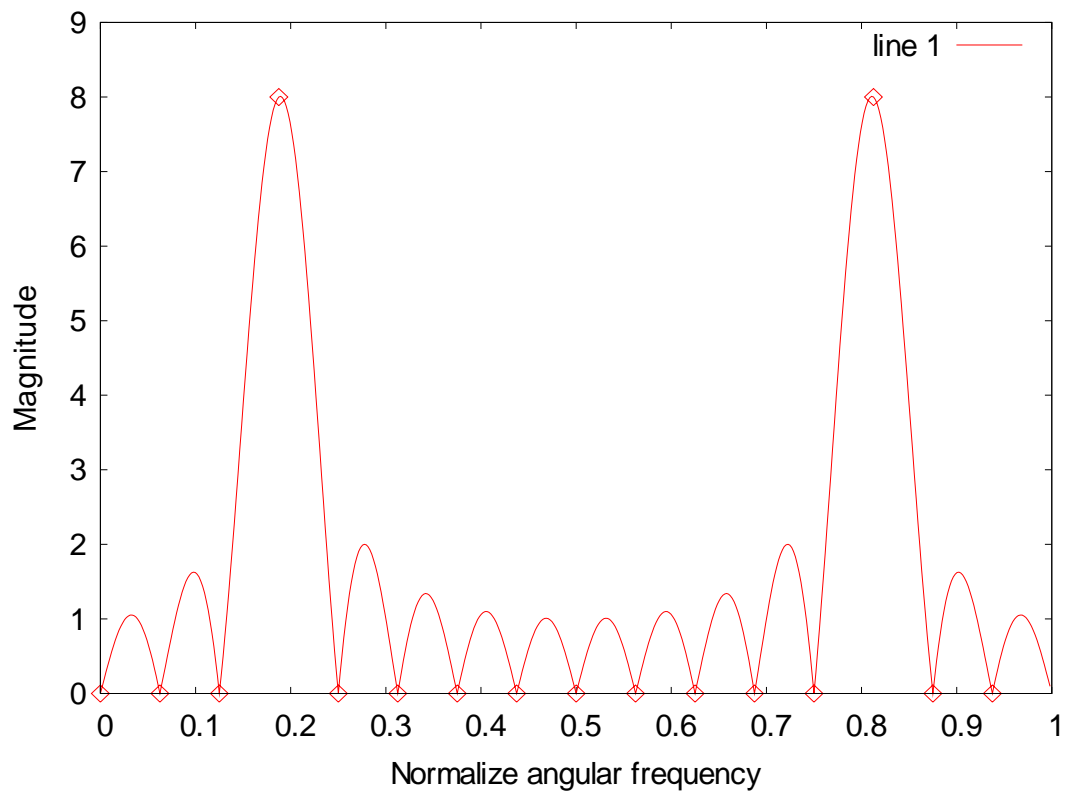
```



Σχήμα 64- Υπολογισμός αντίστροφου DFT

3.3.6.3 Άσκηση 3^η: Υπολογισμός DTFT μέσω του DFT

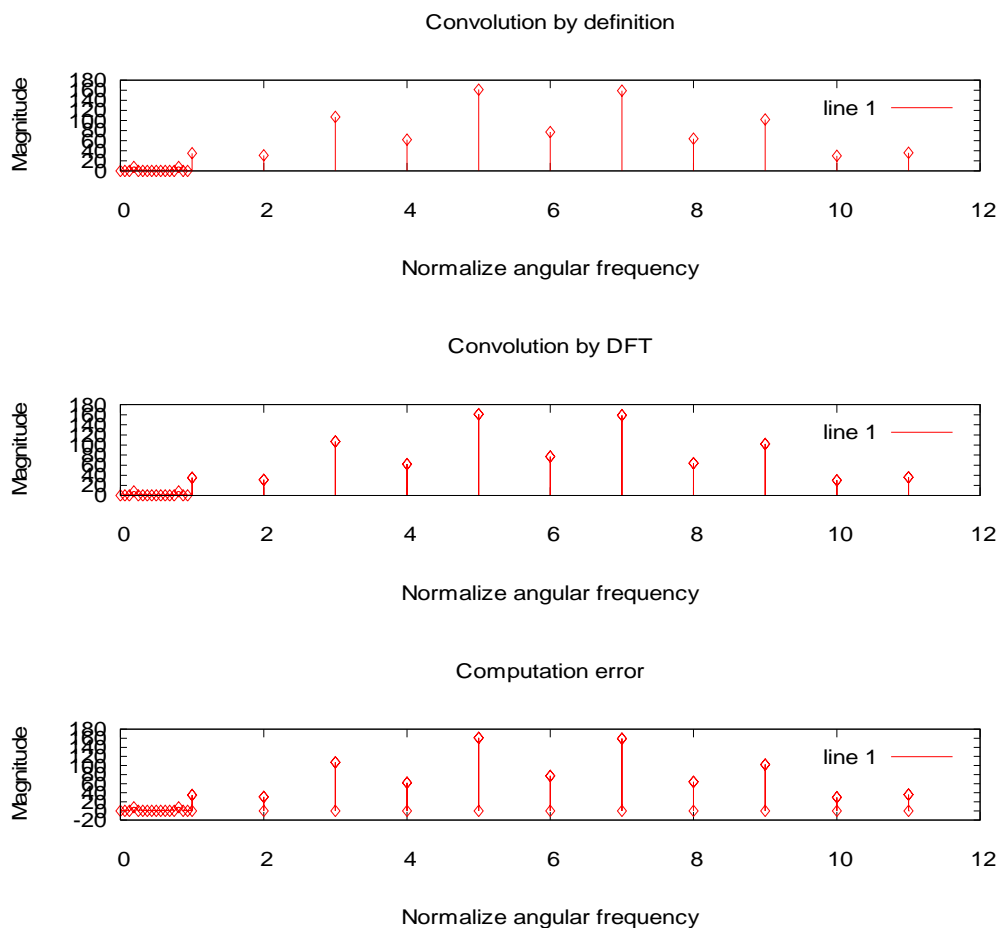
```
n=0:15;  
x=cos(2*pi*n*3/16);  
xx=fft(x);  
xe=fft(x,512);  
L=0:511;  
plot(L/512,abs(xe));  
hold;  
plot(n/16,abs(xx),'o');  
xlabel('Normalized angular frequency');  
ylabel('Magnitude');
```



Σχήμα 65- Υπολογισμός DTFT μέσω του DFT

3.3.6.4 Άσκηση 4^η : Υπολογισμός συνέλιξης μέσω DFT

```
x=[5 3 8 2 6];  
y=[7 2 9 1 8 3 6];  
z=conv(x,y);  
L=length(x)+length(y)-1;  
xx=fft(x,L);  
yy=fft(y,L);  
zz=xx.*yy;  
zdft=ifft(zz);  
subplot(3,1,1)  
stem(z);  
title('Convolution by definition');  
subplot(3,1,2)  
stem(zdft);  
title('Convolution by DFT');  
subplot(3,1,3)  
stem(z-zdft);  
title('Computation error');
```



Σχήμα 66- Υπολογισμός συνέλιξης μέσω DFT

3.3.7 Octave-GTK

Η Octave-GTK προκύπτει από μίξη δύο διαφορετικών παραγόντων, του Octave και του

GTK μιας βιβλιοθήκης γραφικού περιβάλλοντος. Με το Octave-GTK είναι δυνατή η δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας τις ρουτίνες του Octave. Η άδεια χρήσης του είναι **GNU General Public License** .

Το GTK είναι μια πλατφόρμα για GUI εργαλεία, γραμμένη σε C, με πάνω από 350000 γραμμές κώδικα.

Ένας από τους σχεδιαστικούς στόχους της δημιουργίας της GTK σε γλώσσα C, ήταν το ότι θα ήταν εύκολο στους άλλους να γράψουν συνδέσεις του GTK με άλλες γλώσσες προγραμματισμού. Η απόδειξη φαίνεται στον αριθμό των γλωσσών που συνδέονται με το GTK, όπως lisp, guile, Ada, Slank, C++, C, Python και Perl.

Έτσι οι αριθμητικές ικανότητες της Octave, μέσω του GTK, μπορούν να είναι διαθέσιμες σε ένα εύχρηστο γραφικό περιβάλλον.

Fispro

Το FisPro (*Fuzzy Inference System Professional*) είναι ένα εργαλείο με το οποίο μπορείτε να δημιουργήσετε ασαφή συστήματα.

Το FisPro επίσης επιτρέπει την προτυποποίηση διαδικασιών με ασαφή συστήματα, τον πλήρη δηλαδή σχεδιασμό ενός ασαφούς συστήματος από αριθμητικά στοιχεία.

Αυτό το λογισμικό αποτελείται από δύο ξεχωριστά μέρη:

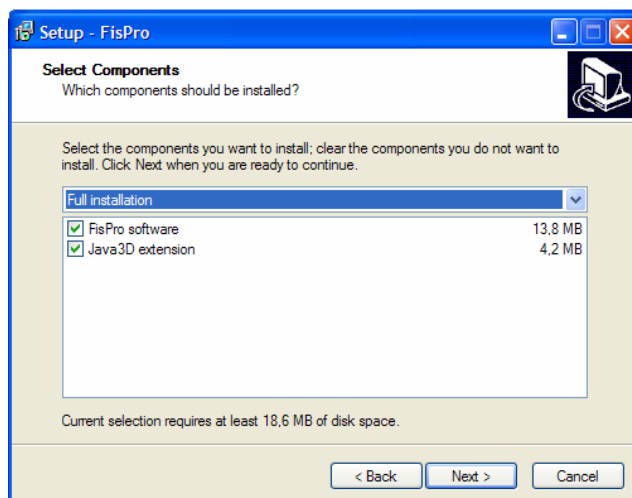
- 1) Μια C++ βιβλιοθήκη εντολών, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα.
- 2) Ένα γραφικό περιβάλλον Java, το οποίο εφαρμόζει τις περισσότερες λειτουργίες της C++ βιβλιοθήκης. Είναι φορητό, και μπορεί να τρέξει στις περισσότερες υπάρχουσες πλατφόρμες.

3.3.8 Εγκατάσταση του FisPro

Το FisPro μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση για το Fuzzy Toolbox του Matlab. Βρίσκεται, μαζί με αναλυτικό εγχειρίδιο, στο δικτυακό τόπο: <http://www.inra.fr/internet/Departements/MIA/M/fispro/telefr.html> .

Το FisPro τρέχει σε πλατφόρμα Java και γι' αυτό είναι απαραίτητο να εγκαταστήσετε την Java Virtual Machine, το Development kit της Java, και την java 3D links για τα οποία βρίσκονται στη παραπάνω διεύθυνση.

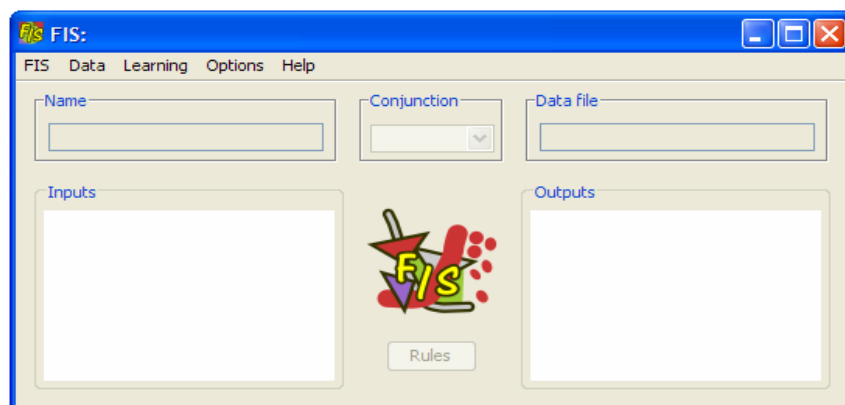
Στην πορεία της εγκατάστασης καλούμαστε να επιλέξουμε αν θέλουμε μόνο το βασικό πακέτο του Fispro ή και την java 3d επέκταση.



Η εγκατάσταση ολοκληρώνεται χωρίς πρόβλημα

3.3.9 .FisPro: Ένα περιβάλλον φιλικό προς το χρήστη

Ξεκινώντας το πρόγραμμα, εμφανίζεται το κεντρικό παράθυρο.



Σχήμα 67-Αρχικό παράθυρο του FisPro

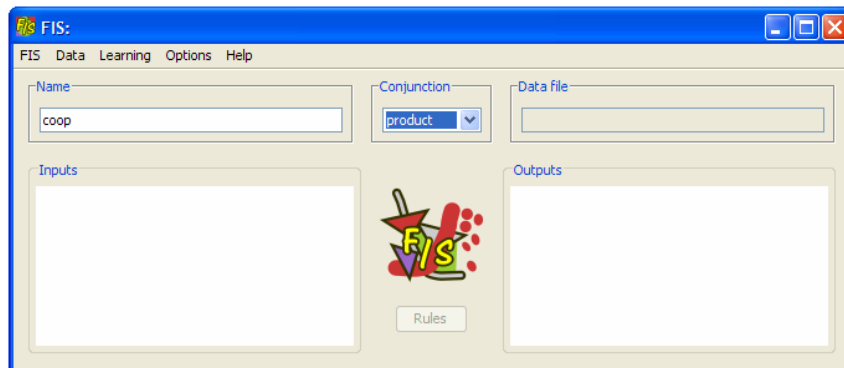
1 Δημιουργώντας ένα απλό σύστημα

Θα περιγραφεί το περιβάλλον του FIS μέσω ενός απλού παραδείγματος με μια είσοδο, μια έξοδο και τρεις κανόνες.

Η είσοδος είναι η ποιότητα του κρασιού και η έξοδος είναι η τιμή του κρασιού.

- Πρώτα επιλέγετε *New* από το μενού *FIS*.
- Το προκαθορισμένο όνομα *New FIS* εμφανίζεται στο πεδίο *Name*. Αυτό είναι ένα επεξεργάσιμο κείμενο και έτσι μπορείτε να το μετονομάσετε.

- Το conjunction είναι ένας τελεστής που χρησιμοποιείται για την εύρεση του βαθμού εκπλήρωσης κάθε κανόνα.. Ο προκαθορισμένος τελεστής είναι ο product ενώ άλλοι τελεστές είναι ο min και ο τελεστής του Lukasiewicz.

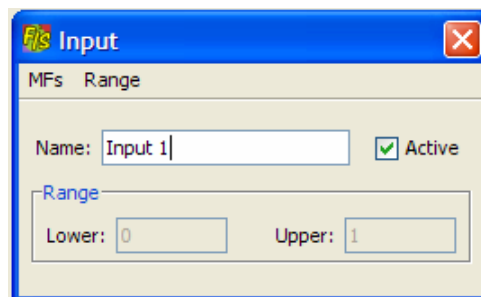


Σχήμα 68 Κεντρικό παράθυρο του FisPro

1.1 Καθορίστε μια νέα είσοδο

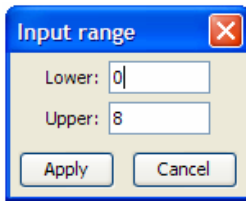
Για να προσθέσετε μια νέα είσοδο πηγαίνετε στο μενού FIS και επιλέγετε την επιλογή *New Input* ή πατάτε δεξί κλικ με το ποντίκι στην *Input* περιοχή του κεντρικού παραθύρου.

Το παράθυρο εισόδου εμφανίζεται. Μια είσοδος χαρακτηρίζεται από τις καμπύλες που αποτελούν τη γραφική της παράσταση. Στην αρχή το παράθυρο εισόδων είναι το παρακάτω:



Σχήμα 69-Παράθυρο καθορισμού εισόδων

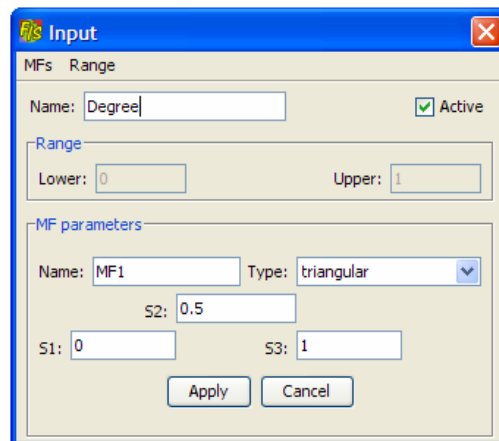
Από το μενού MFs υπάρχει η επιλογή *New MF*, η οποία προσθέτει νέα καμπύλη στη γραφική συνάρτηση της εισόδου. Υπάρχει η επιλογή *Remove MF* η οποία αφαιρεί την καμπύλη από τη γραφική συνάρτηση της εισόδου. Με την επιλογή *Regular grid* εμφανίζεται ένα παράθυρο που ζητάει τον αριθμό των καμπύλων της συνάρτησης και τις κατανέμει ομοιόμορφα στη γραφική παράσταση. Με την επιλογή *Irregular grid* εμφανίζεται παράθυρο που ζητάει τον αριθμό των καμπύλων της συνάρτησης και ρυθμίζει την έκταση τους στη γραφική παράσταση.



Σχήμα 70-Καθορισμός ορίων των εισόδων

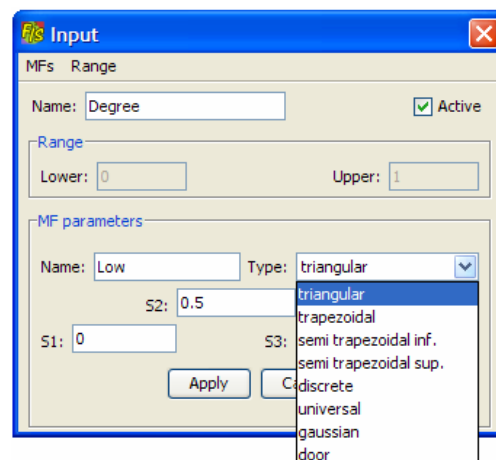
Τα προκαθορισμένα όρια της κάθε συνάρτησης είναι [0,1]. Μπορείτε να τα αλλάξετε από το μενού Range με την επιλογή Input. Στο παραπάνω παράθυρο μπορείτε να προσδιορίσετε από που έως που θα εκτείνεται η συνάρτηση εισόδου.

Για το συγκεκριμένο παράδειγμα μετονομάζετε το όνομα της εισόδου σε *Degree*. Επιλέγοντας 'New MF' εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



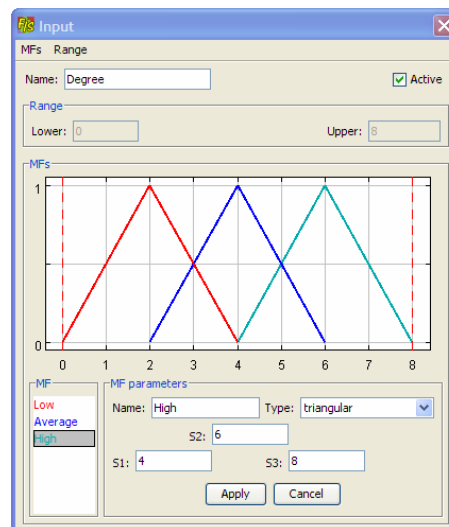
Σχήμα 71-Παράθυρο δημιουργίας καμπύλων

Μετονομάζετε το MF σε Low. Στην περιοχή Type διαλέγετε έναν από τους διαθέσιμους τύπους που είναι οι εξής:



Σχήμα 72- Επιλογή είδους καμπύλης

Αφού δώσετε όνομα στη MF και καθορίσετε τις θέσεις μηδενισμού και μεγιστοποίησης της καμπύλης πατάτε Apply. Επαναλαμβάνετε άλλες δύο φορές τη ίδια διαδικασία. Εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Σχήμα 73 Καθορισμός εισόδων στο FisPro

1.2 Επεξεργασία μιας εισόδου ή μιας εξόδου

Για να αλλάξετε μια είσοδο ή μια έξοδο, κάντε διπλό κλικ στο όνομά της στο κύριο παράθυρο.

1.3 Καθορίστε μια καινούργια έξοδο

Για να προσθέσετε μια νέα έξοδο πηγαίνετε στο μενού FIS και επιλέγετε *New Output* ή πατάτε δεξί κλικ με το ποντίκι στην *Output* περιοχή του κεντρικού παραθύρου.

Τη μετονομάζετε σε *Price*. Κάνετε ακριβώς την ίδια διαδικασία με την εισαγωγή εισόδου. Μια έξοδος χαρακτηρίζεται από το εύρος της και τη φύση της. Μπορεί να είναι είτε crisp (αριθμητική) έξοδος ή fuzzy έξοδος (ασαφές σύνολο). Η φύση της εξόδου επηρεάζει το συμπερασματικό μηχανισμό:

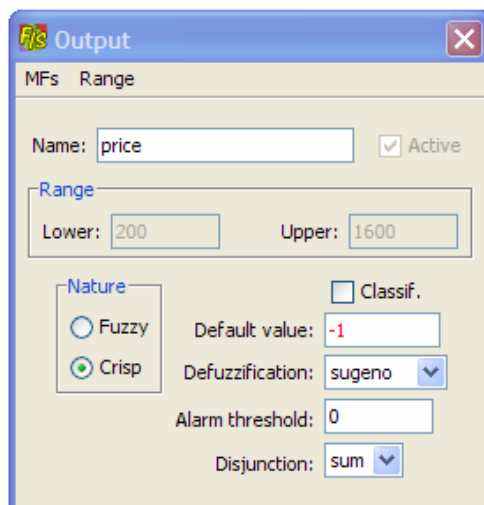
- Με την crisp έξοδο, το συμπέρασμα κανόνα μπορεί να είναι οποιαδήποτε αριθμητική τιμή.
- Με την fuzzy έξοδο, το συμπέρασμα κανόνα μπορεί μόνο να είναι γλωσσικός όρος που σχετίζεται με την έξοδο του MF, π.χ. *Low*, *Average*, *High*

1.4 Καθορισμός κανόνων

Για να δημιουργήσετε τους κανόνες, κάντε κλικ στο κουμπί *Rule* του κύριου παραθύρου. Το παράθυρο *Rule* εμφανίζεται.

Ένας κανόνας προστίθεται και με την επιλογή *New Rule*.

Κάνοντας κλικ σε κάθε στήλη που θέλετε, μπορείτε να επιλέξετε το γλωσσικό όρο ή να εισάγετε την αριθμητική αξία εξόδου που θέλετε να εμφανιστεί (για crisp εξόδους μόνο).



Σχήμα 74 Καθορισμός μια crisp εξόδου στο FisPro

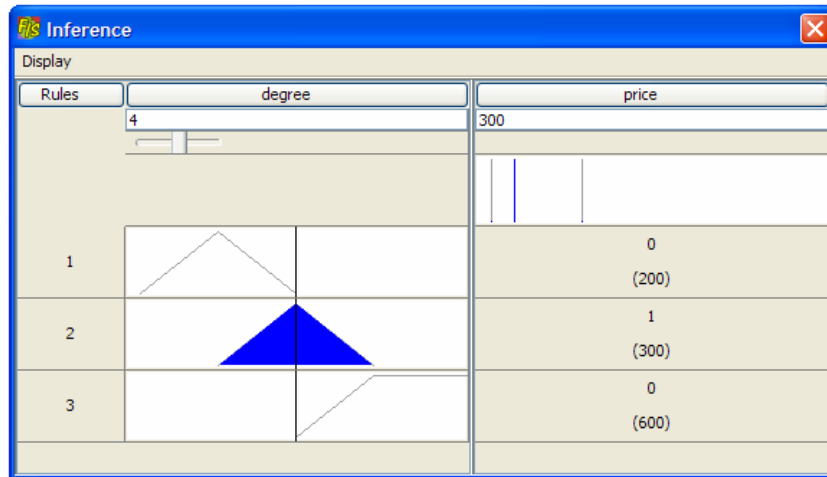
Rule	Active	IF degree	THEN price
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Low	200
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Average	300
3	<input checked="" type="checkbox"/>	High	600

Σχήμα 75 Καθορισμός κανόνων στο FisPro

1.5 Infer

Η επιλογή *Infer* από το μενού *FIS* παρουσιάζει γραφικά τον μηχανισμό συμπεράσματος.

Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη τιμή της εισόδου είτε μετακινώντας με τον κέρσορα την μπάρα που υπάρχει στο παράθυρο είτε βάζοντας μια αριθμητική τιμή για να υπολογίσει την έξοδο μέσω του γραφικού περιβάλλοντος.



Σχήμα 76 Τα συμπεράσματα που μας εμφανίζει το FisPro

Το παράθυρο συμπεράσματος περιορίζεται στη χρήση μικρών συστημάτων. Η επιλογή Save επιτρέπει την δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας των FIS και η Load την εύρεση και εκτέλεση τους. Οι έξοδοι, οι εισοδοι και οι κανόνες μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν οποιαδήποτε στιγμή. Με αυτό τον τρόπο μπορείτε να μελετήσετε εκτενέστερα τη συμπεριφορά του FIS χωρίς να τροποποιήσετε τα στοιχεία του αρχείου .

System behaviour

Με αυτό το υπομενού παρουσιάζεται η παραλλαγή της εξόδου του FIS συναρτήσσει της μίας ή των δύο εισόδων. Οι άλλες εισοδοι θεωρούνται σταθερές.

Data Menu

Σε αρκετές περιπτώσεις, επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε το FIS για να συμπεράνετε τις τιμές εξόδου για ένα ολόκληρο σύνολο στοιχείων, που είναι αποθηκευμένο σε ένα εξωτερικό αρχείο. Οι επιλογές από το μενού Learning είναι διαθέσιμες μόνο εάν ένα αρχείο στοιχείων έχει ανοίξει.

Sample generation

Αυτή η επιλογή δημιουργεί ένα ζευγάρι ή αρκετά ζευγάρια από τα αρχεία δειγμάτων με τυχαία δειγματοληψία. Κάθε ζευγάρι περιλαμβάνει τον αριθμό από ένα αρχείο δειγμάτων και το συμπλήρωμά του.

Links Menu

Αυτή η επιλογή επιτρέπει να δείτε τις συνδέσεις μεταξύ των κανόνων -στοιχείων δειγμάτων, καθώς επίσης και τις συνδέσεις μεταξύ των διάφορων κανόνων.

Options μενού

Στο FisPro οι επιλογές, τα κουμπιά και τα μηνύματα λάθους είναι διαθέσιμα σε διάφορες γλώσσες (μέχρι στιγμής σε γαλλικά, αγγλικά και ισπανικά).

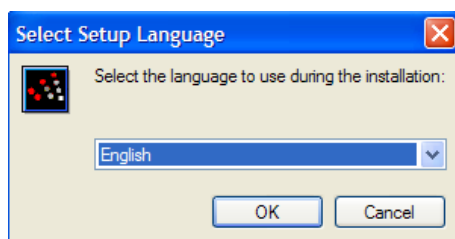
Το Options μενού επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει την επίσημη γλώσσα εργασίας και να τροποποιήσει την εμφάνιση του παράθυρου. Άλλες γλώσσες μπορούν εύκολα να προστεθούν μέσω της μετάφρασης των αρχείων που βρίσκονται στον υποφάκελο της Java.

3.4 Scilab

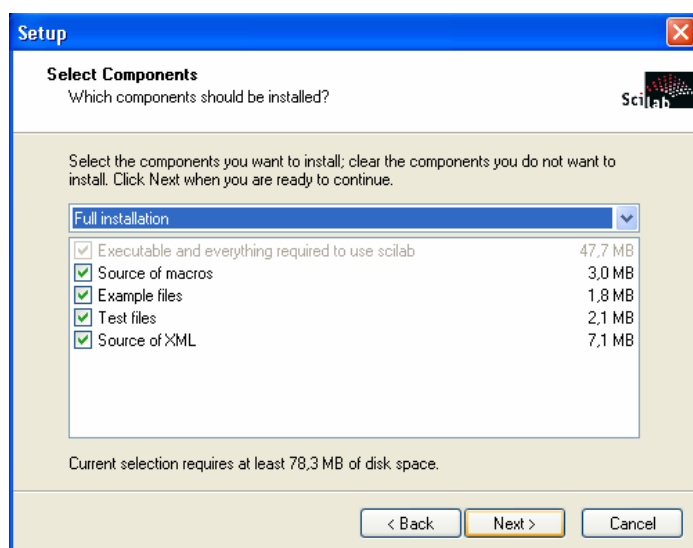
3.4.1 Εγκατάσταση του Scilab

Μπορείτε να προμηθευτείτε το Scilab έκδοση 4.0, από την σελίδα του <http://www.scilab.org/>. Εκεί είναι διαθέσιμες όλες οι εκδόσεις Scilab, παλιές και πρόσφατες και για αρκετά λειτουργικά συστήματα.

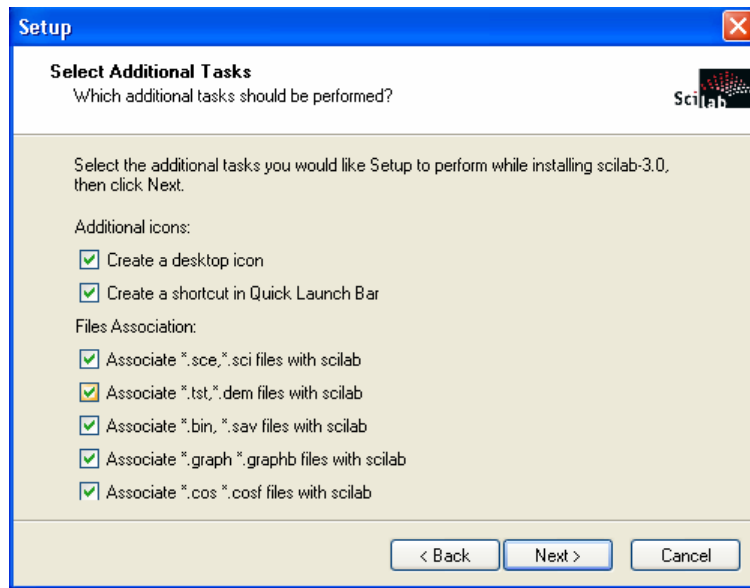
Μόλις αποκτήσετε το πρόγραμμα κάνετε διπλό κλικ στο Setup αρχείο. Επιλέγετε τη γλώσσα που επιθυμείτε και πατάτε OK.



Κατά την διάρκεια της εγκατάστασης επιλέγουμε τα στοιχεία του προγράμματος.



Η κατάληξη αρχείων εντολών του SCILAB είναι .sci. Όπως φαίνεται παρακάτω μας ζητείται να επιλέξουμε τις κατάλληλες συσχετίσεις αρχείων με το SCILAB.



Στο τέλος της εγκατάστασης το πρόγραμμα είναι έτοιμο να λειτουργήσει.

3.4.2 Εγκατάσταση βιβλιοθηκών

Στο Scilab μπορούν να προστεθούν διάφορες επιπλέον βιβλιοθήκες, όπως: Fuzzy Logic Toolbox (SciFLT), Designer Tool GUI (SciGui), εργαλείο για σχεδιασμό γραμμικών ελεγκτών μίας εισόδου και μίας εξόδου (rltool) κ.α.

Συνήθως η εγκατάσταση των βιβλιοθηκών πραγματοποιείται με δυο τρόπους:

α) Από το κεντρικό παράθυρο του Scilab, στη γραμμή εντολών ρυθμίζετε την ανάλογη διαδρομή, δηλαδή τη διαδρομή που βρίσκεται ο φάκελος με την βιβλιοθήκη σας. Για παράδειγμα διαδρομή: `c:\algorithms\rltool`.

Κάνετε `exec` το αρχείο `builder.sce` στη διαδρομή αυτή, δηλαδή

```
-->exec c:\algorithms\rltool\builder.sce
```

κι έπειτα

για να «φορτώσετε» την βιβλιοθήκη εκτελούμε το αρχείο `loader.sce`

```
-->exec c:\algorithms\rltool\loader.sce
```

Συνήθως έτσι γίνεται η εγκατάσταση των βιβλιοθηκών.

Εντολές χρήσιμες γι' αυτό το σκοπό:

`pwd`: σας δείχνει τον τρέχοντα κατάλογο.

`cd`: με αυτήν την εντολή μπαίνετε στον επιθυμητό κατάλογο.

`Cd("..")`: πηγαίνετε έναν κατάλογο πίσω.

β) Ένας πιο εύκολος τρόπος είναι στο κεντρικό παράθυρο του Scilab από το μενού File -> Exec... να βρείτε το μονοπάτι που επιθυμείτε. Στη συνέχεια, επιλέγετε το αρχείο builder και έπειτα κάνετε exec στο αρχείο loader.

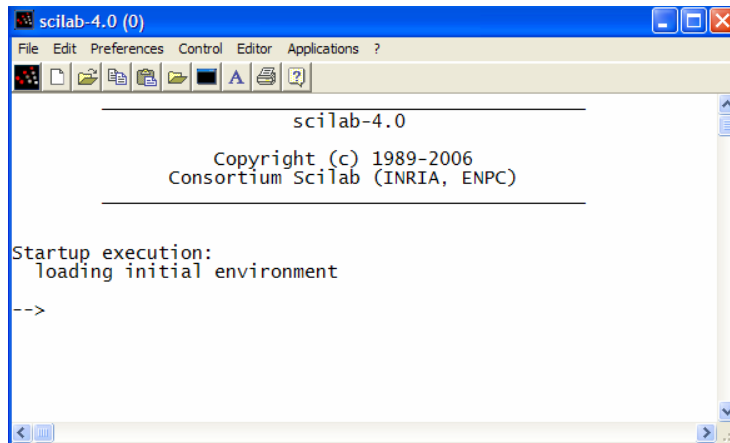
Σημείωση: τα αρχεία βιβλιοθηκών θα πρέπει να είναι αποσυμπιεσμένα πριν από την εγκατάσταση.

Εκτός από τις βιβλιοθήκες, μπορείτε να εγκαταστήσετε και κάποιες άλλες λειτουργίες που δεν περιέχει το Scilab, όπως κάποιες συναρτήσεις. Αυτό γίνεται ως εξής: α) Για παράδειγμα, αφού έχετε προμηθευτεί το κώδικα μιας συνάρτησης, τον αποθηκεύετε σ' ένα σημειωματάριο με κατάληξη .sci.

β) Έπειτα, στο Scilab όπως και στις βιβλιοθήκες από το ίδιο μενού, επιλέγετε File -> Execute και το μονοπάτι που βρίσκετε το αρχείο.

3.4.3 Γνωριμία με το Scilab

Καθώς ανοίγετε το πρόγραμμα Scilab εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



Σχήμα 77-Περιβάλλον του Scilab

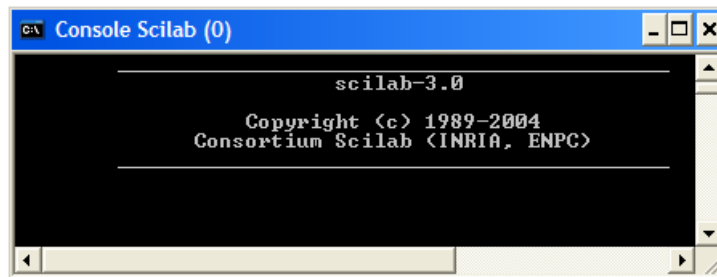
Παρακάτω εξηγούνται κάποια από τα βασικά του μενού:



Πατώντας το κουμπί αυτό ανοίγει ένα νέο παράθυρο εντολών του Scilab. Ένας δεύτερος τρόπος είναι από το μενού *File -> New Scilab*.



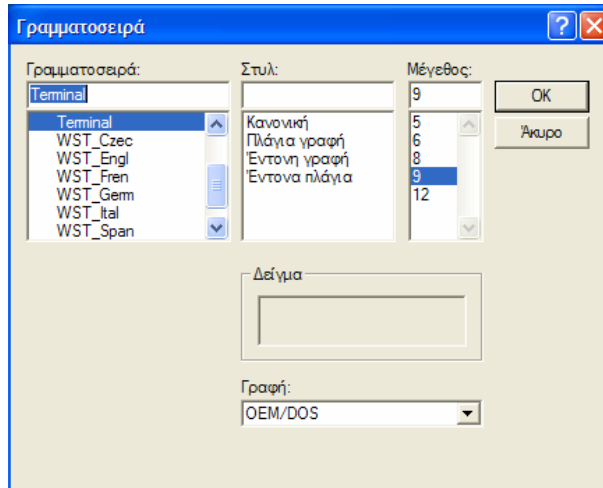
Εμφανίζεται η *Console* του Scilab. Επίσης, μπορείτε από το μενού *Preferences-> Console* ή με το πλήκτρο *f12* να εκτελέσετε την ίδια διαδικασία.




Σχήμα 78-Console του Scilab



Σας δίνει την δυνατότητα να μορφοποιήσετε τα γράμματα στο παράθυρο εντολών. Επίσης, μπορείτε και από το μενού *Preferences-> Choose Font*.



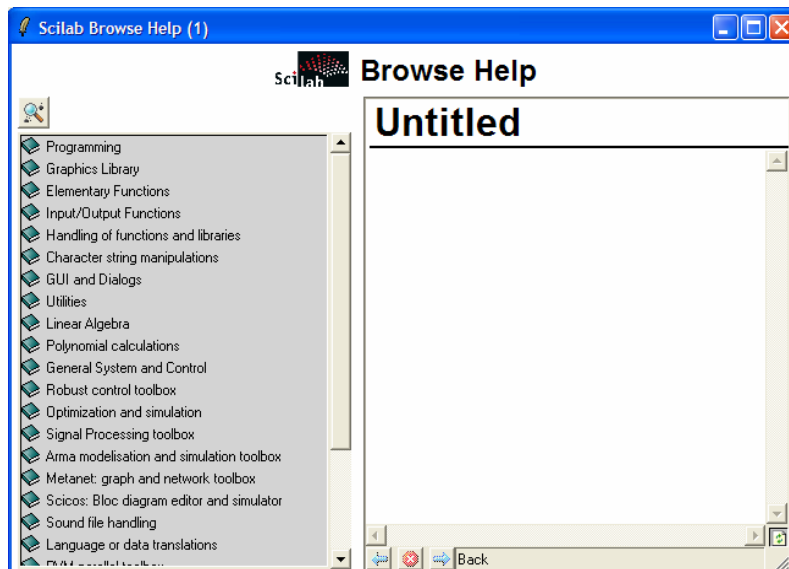
Σχήμα 79-Ρύθμιση γραματοσειράς του Scilab

 Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται το παράθυρο βοήθειας του Scilab. Υπάρχουν κι άλλοι δύο τρόποι:

- a) από το μενού ? -> Scilab Help και
- b) πληκτρολογώντας στο παράθυρο εντολών του Scilab `help (-->help());`.

Σημείωση: Το πακέτο Help είναι ενσωματωμένο μαζί με το Scilab.


Επιλέγοντας τη βοήθεια, μ' έναν από τους παραπάνω τρόπους, ανοίγει το παράθυρο βοήθειας του Scilab.

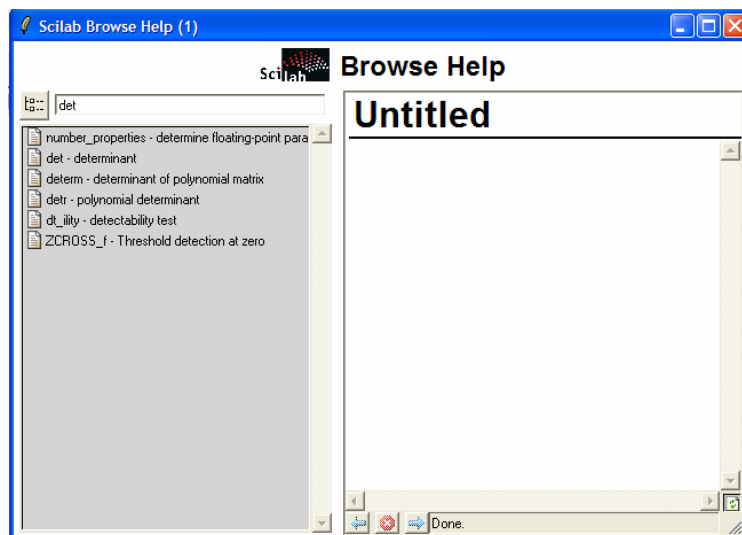


Σχήμα 80-Βιβλιοθήκη του Scilab

Στην αριστερή πλευρά υπάρχουν οι διάφορες βιβλιοθήκες που περιέχει το Scilab. Επιλέγοντας κάποια βιβλιοθήκη, στην δεξιά πλευρά εμφανίζονται αναλυτικά τα περιεχόμενα της, όπως για παράδειγμα οι εντολές της και η λειτουργία τους.

Παραδείγματος χάριν, η βιβλιοθήκη *Linear Algebra* εμφανίζει τις εντολές που περιέχει σε αλφαβητική σειρά, ενώ επιλέγοντας μια από τις εντολές π.χ. *det* δείχνει δεξιά τη λειτουργία της.

Επιπλέον, η βοήθεια του Scilab σας παρέχει τη δυνατότητα να βρείτε κατευθείαν την εντολή που θέλετε χωρίς να ψάχνετε άσκοπα πατώντας το εικονίδιο .



Σχήμα 81-Λειτουργία εύρεσης στο Scilab

Υπάρχουν κάποια άλλα μενού που είναι χρήσιμο να αναφερθούν.

Από το μενού **Files**:

- *Open, Save, Exit, Print*: Έχετε τη δυνατότητα να ανοίξετε ένα αρχείο Scilab, να το αποθηκεύσετε, να βγείτε από το πρόγραμμα, και να εκτυπώσετε.
- *Exec*: με την επιλογή αυτή μπορείτε να εγκαταστήσετε επιπλέον βιβλιοθήκες *Load*: φορτώνετε την βιβλιοθήκη.
- *Change Directory*: αλλάζετε το φάκελο που βρίσκεστε.
- *Get Current Directory*: δείχνει τη τρέχουσα διεύθυνση στην οποία βρίσκεστε.

Μενού **Edit**:

- *Select All*: επιλογή όλων των δεδομένων στο κεντρικό παράθυρο Scilab.
- *Copy*: αντιγραφή των επιλεγμένων δεδομένων.
- *Paste*: επικόλληση των επιλεγμένων δεδομένων.
- *Empty Clipboard*: καθαρίζει ότι υπάρχει στη μνήμη.
- *History*: υπάρχουν διάφορες επιλογές διαθέσιμες, (δείχνει και τις συντομογραφίες) όπως σβήσε το τρέχοντα χαρακτήρα, πήγαινε στο τέλος της γραμμής κ.α.

Μενού **Preferences**:

- *Language*: αλλαγή της γλώσσας.
- *Toolbar*: εμφάνιση γραμμής εργαλείων.
- *Clear History*: καθαρίζει ότι διεργασίες έχετε κάνει από το μενού History.
- *Clear Command Window*: καθαρίζει το κεντρικό παράθυρο.

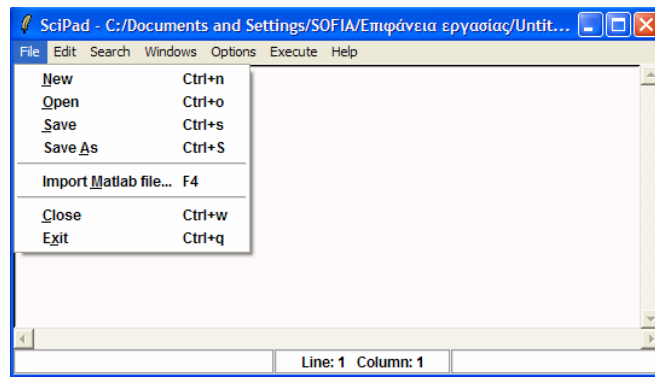
Μενού **Control**:

- *Resume*: αντιγράφει τις τοπικές μεταβλητές.
- *Abort*: διακόπτει τη τρέχουσα λειτουργία.
- *Interrupt*: ίδια λειτουργία με το Abort

Αν επιλέξετε τη λειτουργία **Editor** εμφανίζεται το SciPad, δηλαδή το κειμενογράφος του Scilab.

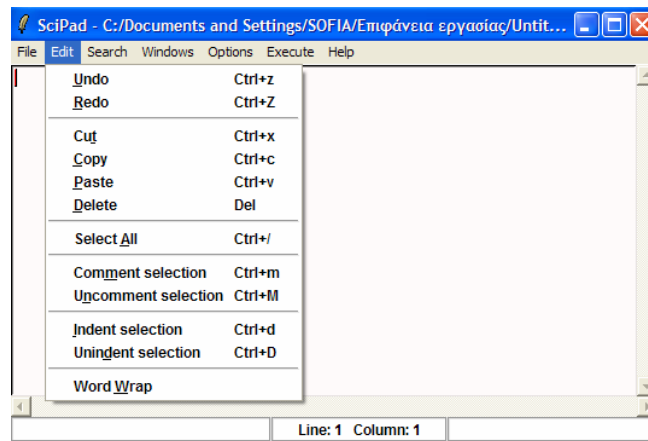
Το SciPad περιέχει κι αυτό κάποια μενού:

Στο μενού Files υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργήσετε ένα νέο αρχείο, να ανοίξετε, να αποθηκεύσετε, να κλείσετε και να βγείτε από το SciPad. Μια σημαντική δυνατότητα που σας δίνει αυτό το μενού είναι να εισάγετε ένα M_File του Matlab.

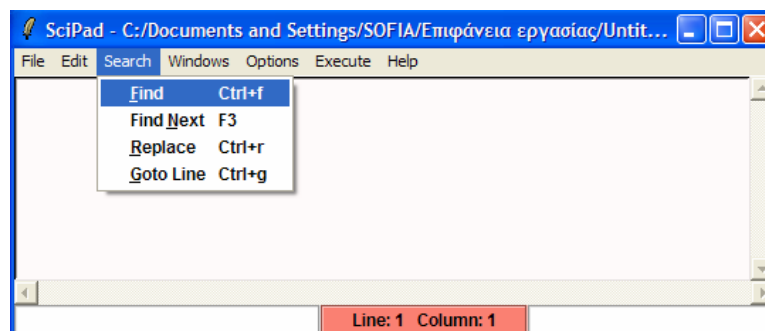


Σχήμα 82-Περιβάλλον του SciPad

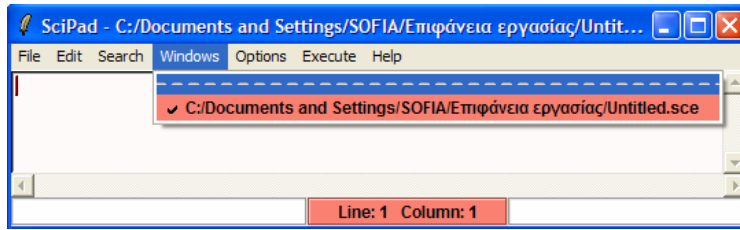
Ένα άλλο μενού που έχει το SciPad είναι το Edit. Αυτό περιλαμβάνει κλασσικές λειτουργίες όπως: αναίρεση, αποκοπή, αντιγραφή, επικόλληση, διαγραφή, επιλογή όλων των δεδομένων, εισαγωγή σχολίων, έξοδος από σχόλια κ.α.



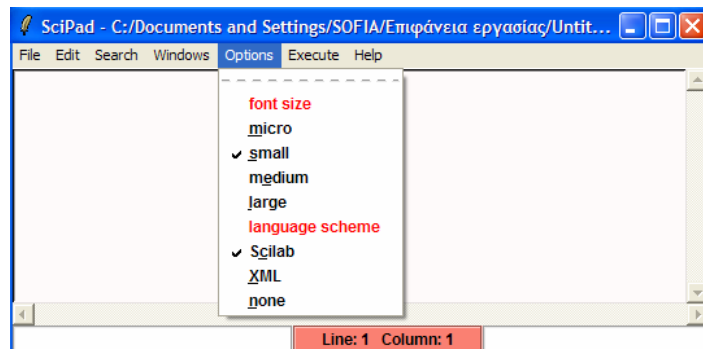
Το μενού Search σας δίνει τη δυνατότητα για εύρεση κάποιου δεδομένου, εύρεση επομένου, αντικατάσταση και μετάβαση.



Το μενού Windows δείχνει το τρέχοντα κατάλογο.



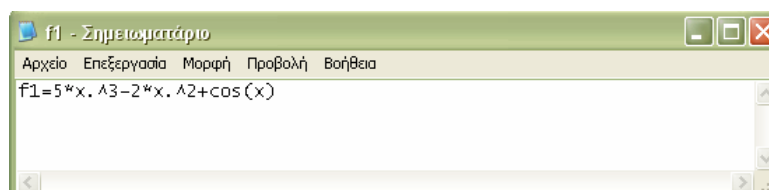
Στα Options μπορείτε να αλλάξετε το χρώμα, το μέγεθος των γραμμάτων, ενώ έχετε τη δυνατότητα να επιλέξετε άλλη γλώσσα προγράμματος για να δημιουργήσετε ένα M_File και να το τρέξετε.



Μενού Applications:

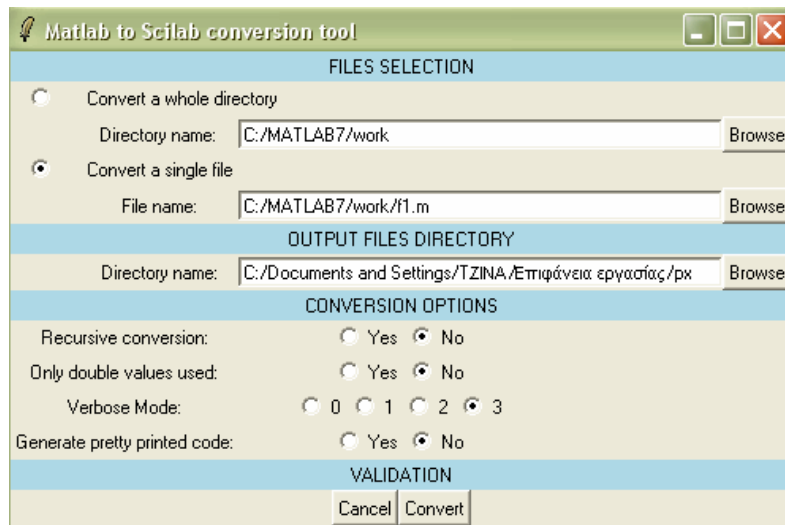
- *Edit Graph*: εμφανίζεται ένα παράθυρο σχεδίασης στο οποίο μπορείτε να εισάγετε σημεία και να υπολογίσετε την μεταξύ τους απόσταση.
- *m2sci*: Είναι μεταφραστής των M_File του Matlab σε Scilab. Αυτό το εργαλείο είναι πολύ σημαντικό γιατί δίνει μεγάλη ευκολία στο χρήστη.

Πατώντας το M2sci εμφανίζεται ένα παράθυρο όπου στο *Convert a whole directory* πατάτε *Browse* για να διαλέξετε τη διαδρομή που βρίσκεται ολόκληρος ο φάκελος. Επιλέγετε το *Convert a single file*, και σας ζητά εδώ να επιλέξετε το μονοπάτι που βρίσκεται το αρχείο M_File του Matlab όπου θέλετε να μεταφράσετε (πάλι με το *Browse*). Έπειτα, στο *Output files directory* επιλέγετε τη διαδρομή που θέλετε για να αποθηκεύσετε τα αποτελέσματα της μετάφρασης. Για παράδειγμα, έστω ότι επιλέγετε να μεταφράσετε το M_File του Matlab, f1.



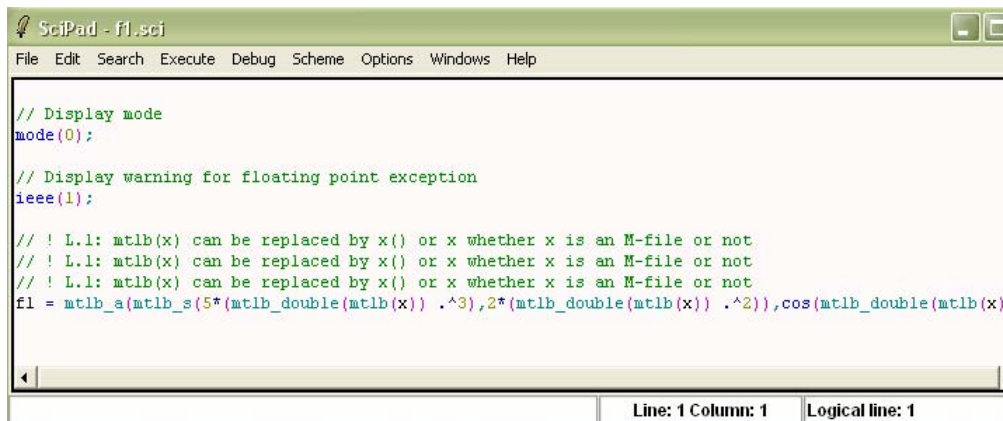
Σχήμα 83-M-File του Matlab σε σημειωματάριο

Κάνετε τις εξής επιλογές στο παράθυρο του m2sci:



Σχήμα 84-m2sci,Εργαλείο μετάφρασης του Scilab

Στη συνέχεια επιλέγετε Convert. Η αποθήκευση έχει γίνει στο φάκελο px. Ο φάκελος περιέχει το αρχείο sci_f1 το οποίο δείχνει τη μετάφραση του M_File f1. Η συνάρτηση αποθηκεύεται στην f μεταβλητή μέσα στο αρχείο sci_f1.



Σχήμα 85-Αποτελέσματα του m2sci

Επίσης, περιλαμβάνει και το αρχείο f1 το οποίο περιέχει διάφορες πληροφορίες της διαδικασίας.

```

SciPad - sci_fl.sci
File Edit Search Execute Debug Scheme Options Windows Help

function [tree] = sci_fl(tree)
// Generated by M2SCI
// Conversion function for Matlab fl
// Input: tree = Matlab funcall tree
// Output: tree = Scilab equivalent for tree

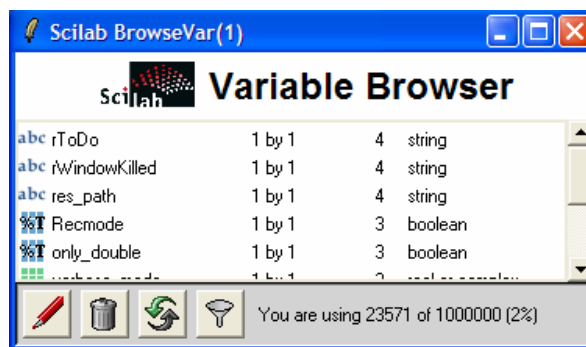
tree=Funcall("exec",1,Rhs(tree.name),tree.lhs)

Line: 1 Column: 1 Logical line: 1

```

Σχήμα 86-Πληροφορίες αποτελεσμάτων του m2sci

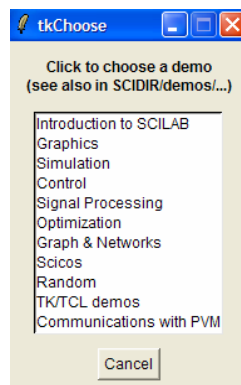
- *Browser Variables*: σ' αυτό το παράθυρο φαίνονται οι μεταβλητές που έχουν δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια της δήλωσης στο κεντρικό παράθυρο του Scilab



Σχήμα 87-Εμφάνιση χρησιμοποιούμενων μεταβλητών

Τέλος στο μενού '?' εκτός από το μενού βοήθειας που έχει αναφερθεί παραπάνω υπάρχουν και κάποιες άλλες δυνατότητες:

- *Configure*: Διαμορφώνει το παράθυρο βοήθειας.
- *Scilab Demos*: Εμφανίζονται κάποια έτοιμα Demos που περιέχει το Scilab, σε διάφορες κατηγορίες (όπως φαίνονται παρακάτω). Αν επιλέξετε κάποια κατηγορία και σ' αυτήν τη κατηγορία υπάρχει κάποιο Demo, τότε εμφανίζεται ο αντίστοιχος κώδικας και το αντίστοιχο γράφημα.



Σχήμα 88-Demo's του Scilab

Υπάρχει ένα πολύ σημαντικό εργαλείο στην κατηγορία Scicos του μενού Scilab Demos Scicos, το “Live Tutorial”. Είναι ένα βοήθημα που δείχνει στο χρήστη με βηματική διαδικασία τη δημιουργία μιας προσομοίωσης, την σύνδεση, την εισαγωγή παραμέτρων κι άλλα πολλά. Εμφανίζεται δηλαδή ένας οδηγός που κάθε φορά εξηγεί το ακόλουθο βήμα αυτόματα και αναλυτικά.

- *Web Links:* Σας συνδέει με τη ιστοσελίδα του Scilab (εφόσον υπάρχει internet).
- *About:* φαίνεται ένα παράθυρο του Scilab που περιέχει πληροφορίες από ποιους έχει δημιουργηθεί και πότε, όπως επίσης, κι ένα κουμπί “Lisence” που δείχνει την άδεια του.

3.4.4 Αριθμητικές Μέθοδοι

Στον ακόλουθο πίνακα φαίνονται μερικοί από τους τελεστές που υποστηρίζει το Scilab. Παρατηρήστε τις ομοιότητες των τελεστών αυτών με αυτούς του MATLAB.

ΣΥΜΒΟΛΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
[]	Αγκύλες
;	διαχωριστής γραμμών κατά τη δημιουργία πίνακα
+	πρόσθεση
-	αφαίρεση
*	πολλαπλασιασμός
\	Διαίρεση από τα αριστερά
/	Διαίρεση από τα δεξιά
^	Ύψωση αριθμού σε δύναμη ή πίνακα
.*	Πολλαπλασιασμός πινάκων κατά στοιχείο
.\	Διαίρεση πινάκων από τα αριστερά κατά στοιχείο
./	Διαίρεση πινάκων από τα δεξιά κατά στοιχείο
.^	Ύψωση σε δύναμη πίνακα κατά στοιχείο
//	Εισαγωγή σχολίων

❖ **Σημαντικοί τελεστές επίσης είναι:**

&, , ~	// Λογικοί τελεστές AND, OR, NOT
**, ^	// exponentiation (synonyms)
=	// Απόδοσης τιμής(e.g., “v=3”)
==	// Έλεγχος ισότητας (e.g., “tf = (v==3)”)
~=	// Όχι ίσα (e.g., “if v ~= 3”)
<, >, <=, >=	// Τελεστές συσχέτισης

❖ **Παραδείγματα απλών αριθμητικών πράξεων**

Για την εκτέλεση απλών αριθμητικών πράξεων μεταξύ πραγματικών και ακεραίων χρησιμοποιούνται οι συνήθεις τελεστές.

-->3+2

-->3-2

```
ans =          ans =  
5.          1.
```

Η προκαθορισμένη μεταβλητή *ans* όπως και στο MATLAB δέχεται αυτόματα το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού, όταν δε χρησιμοποιείται συγκεκριμένη μεταβλητή για την εκχώρηση τιμής.

```
-->a=4  
a =  
4.  
-->b=3  
b =  
3.  
-->c=a*b  
c =  
12.
```

❖ Βασικές συναρτήσεις που υποστηρίζει το Scilab

- Clear: σβήνει όλες τις μεταβλητές από τη μνήμη.
- Clc: καθαρίζει την οθόνη.
- Clf: καθαρίζει το γράφημα που είναι ήδη ενεργό.
- Συνηθισμένες συναρτήσεις: sum, prod, sqrt, diag, cos, max, round, sign, fft
- Συναρτήσεις Ταξινόμησης: sort, gsort, find
- Γραμμική άλγεβρα: det, inv
- Συναρτήσεις πινάκων: zeros, eye, ones
- Πολυωνυμικές συναρτήσεις: poly, roots, coeff, clean
- Γραμμικά συστήματα: syslin
- Rand: Δημιουργεί πίνακα με τυχαίους αριθμούς
- Εκτέλεση ενός αρχείου: exec
- Συναρτήσεις γραφημάτων: plot, xset, plot2d, xgrid, plot3d
- Συναρτήσεις προγραμματισμού: function, deff,, for, if, end, while, select, break, return

Πληκτρολογώντας την εντολή who στο περιβάλλον του Scilab εμφανίζονται οι μεταβλητές που είναι διαθέσιμες.

```
-->who
```

your variables are...

Σημείωση: Καθώς γράφετε το κώδικα σας στο Scilab έχετε τη δυνατότητα, με τη χρήση του πλήκτρου 'άνω βελάκι' να εμφανίσετε τις προηγούμενες εντολές που έχετε ήδη πληκτρολογήσει.

❖ Ορισμός πινάκων

Ο ορισμός ενός πίνακα είναι ίδιος με του Matlab. Ορίζετε ένα πίνακα σε Scilab ως εξής:

```
-->a=[1,2,3;4,5,6;7,8,9]
```

```
      a =  
      !  1.    2.    3.  !  
      !  4.    5.    6.  !  
      !  7.    8.    9.  !
```

Ο ανάστροφος πίνακας ορίζεται:

```
-->a=[1 2 3;4 5 6];
```

```
-->a'
```

```
ans =  
      !  1.    4.  !  
      !  2.    5.  !  
      !  3.    6.  !
```

❖ Επίλυση εξισώσεων

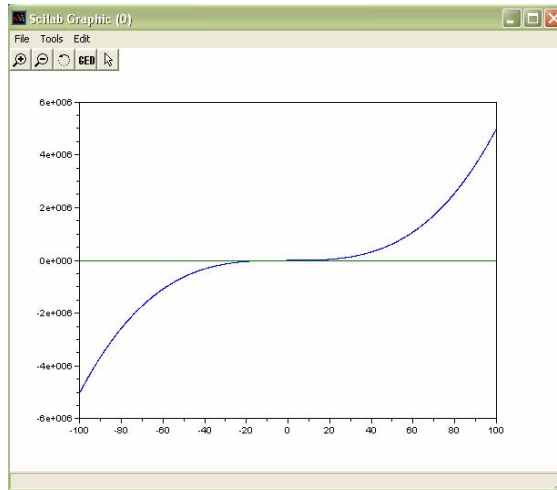
- Γραφική επίλυση εξισώσεων

Για παράδειγμα έστω ότι σας ζητείτε να βρείτε γραφικά μια ρίζα της παρακάτω εξίσωσης $f(x) = 5x^3 - 2x^2 + \cos(x)$ σε μια περιοχή με εύρος από το -100 μέχρι το 100 .

```
-->x=-100:0.1:100;           {ορίζετε την περιοχή του x }
```


--> $y=5*x.^3-2*x.^2+\cos(x)$; {ορίζετε την αντίστοιχη συνάρτηση }
 --> `plot(x,y,x,0)` {σχεδιάζετε τη συνάρτηση και τον άξονα x }

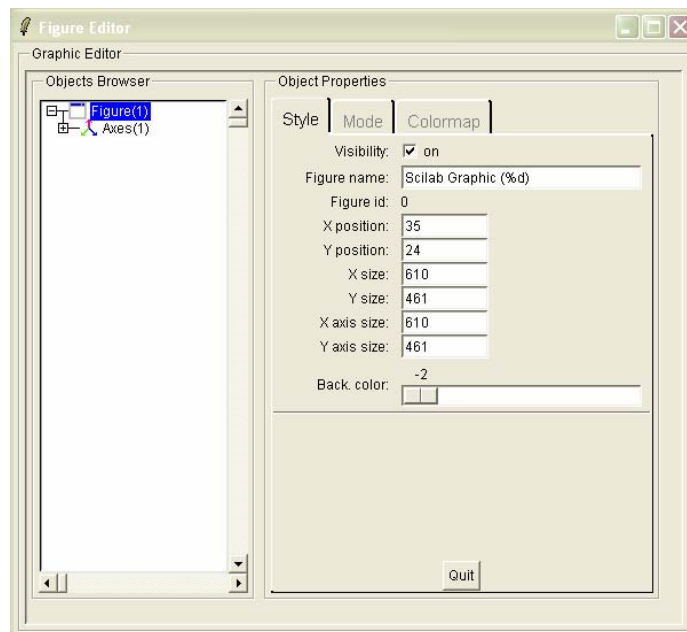
Η γραφική παράσταση της συνάρτησης είναι η ακόλουθη:



Σχήμα 89-Γραφική παράσταση της ρίζας της εξίσωσης

Στο Scilab για να εστιάσετε σ' ένα διάστημα μικρότερο του αρχικού, έτσι ώστε να προσεγγιστεί η ζητούμενη ρίζα, θα πρέπει από το παράθυρο του γραφήματος να επιλέξετε από το μενού Edit -> Figure Properties.

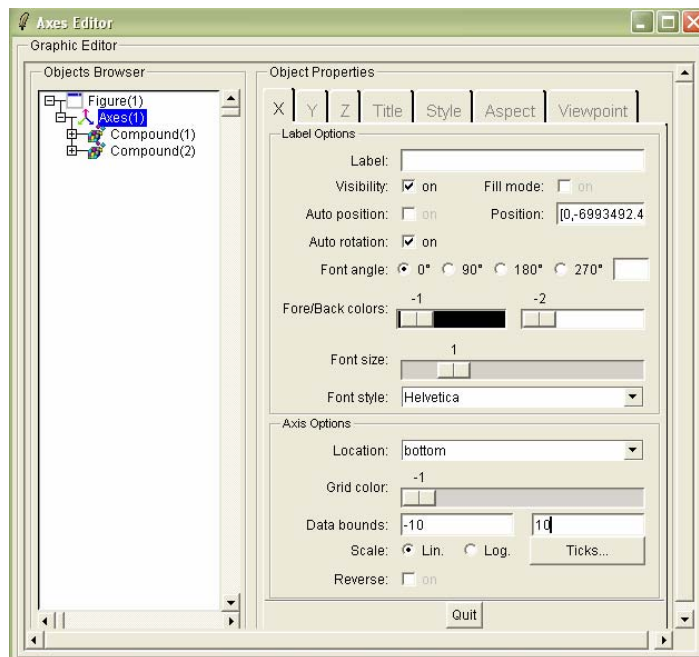
Ανοίγει το παρακάτω παράθυρο ρυθμίσεων του γραφήματος.



Σχήμα 90-Ρύθμιση του γραφήματος

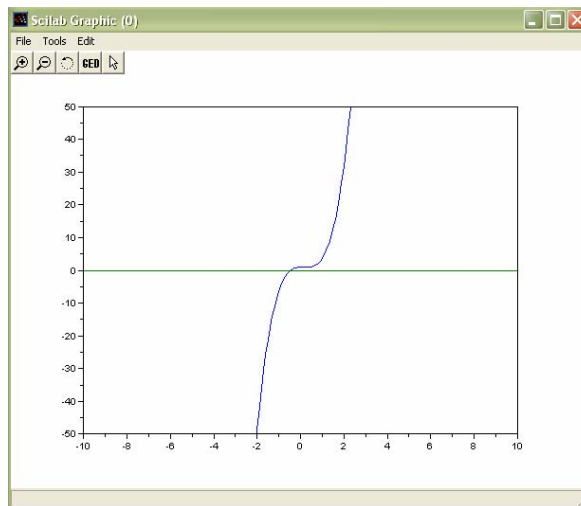
Επιλέγετε από την αριστερή πλευρά του παραθύρου την επιλογή 'Axes'.

Στην δεξιά πλευρά του παραθύρου υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγθεί η παράμετρος έτσι ώστε να εισαχθούν οι επιθυμητές τιμές για την εστίαση του γραφήματος. Στην παράμετρο x στην στο Data Bounds εισάγετε -10 και δίπλα 10 .



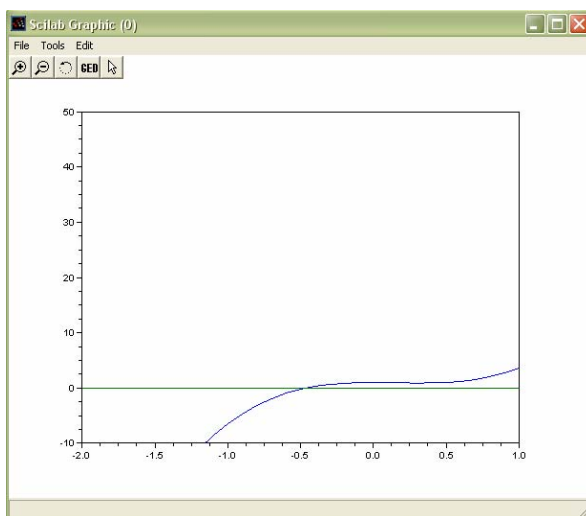
Σχήμα 91- Ρύθμιση του διαστήματος x

Για την στη καρτέλα y εισάγετε στο Data Bounds $-50,50$. Πατώντας Quit το γράφημα έχει διαμορφωθεί στα καθορισμένα όρια.



Σχήμα 92-Γράφημα ρίζας με τις νέες ρυθμίσεις

Παρατηρείτε ότι η εξίσωση έχει μια ρίζα η οποία βρίσκεται ανάμεσα στο -2 και στο 1 . Ορίζετε τώρα ένα διάστημα πιο κοντά στη ρίζα για $x(-2,1)$ και $y(-5,5)$, με τον τρόπο που αναφέρθηκε προηγουμένως. Το γράφημα θα διαμορφωθεί ως εξής:



Σχήμα 93-Γράφημα διάκρισης της ρίζας

Παρατηρείτε ότι η ρίζα βρίσκεται κοντά στο -0.5 .

❖ Γραμμικά συστήματα

- Η μέθοδος Gauss

Για την επίλυση του συστήματος

$$3x + y - z = 0$$

$$-2x - 6y + 3z = 2$$

$$4x - 2y + 8z = 1$$

για τη μέθοδο Gauss δίνεται:

$$\text{-->A} = [3 \ 1 \ -1 \ ; \ -2 \ -6 \ 3 \ ; \ 4 \ -2 \ 8 \] ;$$

$$\text{-->b} = [0 \ ; \ 2 \ ; \ 1] ;$$

$$\text{-->x=A\b}$$

$$\begin{aligned} x &= \\ & 0.1190476 \\ & - 0.3888889 \\ & - 0.0317460 \end{aligned}$$

❖ Παραγοντοποίηση LU

Παράδειγμα

$$\text{-->A}=[1 \ 1 \ 1 \ ; \ 2 \ 3 \ -1 \ ; \ 4 \ -2 \ 6 \] ;$$

$$\text{--> [L,U]=lu(A)}$$

$$\begin{aligned} U &= \\ & 4. \quad - 2. \quad 6. \end{aligned}$$

```

    0.    4.   - 4.
    0.    0.    1.
L =
    0.25    0.375    1.
    0.5     1.      0.
    1.      0.      0.
-->A=[0 2 1;1 -2 4;4 -1 2];
-->[L,U,P]=lu(A)
P =
    0.    0.    1.
    1.    0.    0.
    0.    1.    0.
U =
    4.   - 1.    2.
    0.    2.    1.
    0.    0.    4.375
L =
    1.    0.    0.
    0.    1.    0.
    0.25 - 0.875  1.

```

- **Η μέθοδος Cholesky**

Εφαρμόζετε την ανωτέρω συνάρτηση *choleski* σε δύο πίνακες.

```

-->A=[4 12;12 45];
-->L=chol(A)
L =
    2.    6.
    0.    3.
-->L'
ans =
    2.    0.
    6.    3.
-->L'*(L')'
ans =
    4.    12.
    12.  45.
-->B=[1 2 0 0;2 6 -2 0;0 -2 5 -2;0 0 -2 3];
-->L=chol(B)
L =
    1.    2.    0.    0.
    0.    1.4142136 - 1.4142136  0.
    0.    0.    1.7320508 - 1.1547005
    0.    0.    0.    1.2909944
-->L'
ans =
    1.    0.    0.    0.
    2.    1.4142136  0.    0.
    0. - 1.4142136  1.7320508  0.
    0.    0. - 1.1547005  1.2909944
-->L'*(L')'
ans =

```

```

1.    2.    0.    0.
2.    6.   -2.    0.
0.   -2.    5.   -2.
0.    0.   -2.    3.

```

❖ Ιδιοτιμές

Οι ιδιοτιμές ενός πίνακα υπολογίζονται με τη συνάρτηση *spec*

Παράδειγμα

```

-->A=[1 1 0; 0 2 0; 0 1 3];
-->spec(A)           % Επιστρέφει τις ιδιοτιμές του πίνακα A
ans =
    1.
    3.
    2.

```

❖ Νόρμα κατάστασης

```

-->A=[1 1 0; 0 2 0; 0 1 3]
A =
    1.    1.    0.
    0.    2.    0.
    0.    1.    3.
-->norm(A)
ans =
    3.2988449
-->norm(A,1)
ans =
    4.

```

3.4.5 Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου στο Scilab

- Αρχικοποίηση της μεταβλητής *s* στο Scilab:

```

-->s=%s
s =
s

```

- Δήλωση του αριθμητή και παρονομαστή.

```

-->num=2*s+ 1
num =
    1 + 2s
-->den=2*s.^2+48*s+8
den =
                2
            8 + 48s + 2s

```

- Εύρεση ριζών πολυωνύμου.

```

-->r=roots (den) //ρίζες του den
r =
! - 0.1678404 !
! - 23.83216 !

```

- Ορισμός ενός ρητού πολυωνύμου

```

-->tf=num/den
tf =
      1 + 2s
-----
                2
      8 + 48s + 2s

```

- Δημιουργία ενός πολυωνύμου από στοιχεία πίνακα

```

-->p=poly([1 2 3], 'z', 'coeff')
p =
                2
      1 + 2z + 3z

```

- Δημιουργία ενός πολυωνύμου από τις ρίζες του

```

-->pol=poly([-1 -2], 's')
pol =
                2
      2 + 3s + s

```

- Δημιουργία ενός γραμμικού συστήματος με συνάρτηση μεταφοράς

```

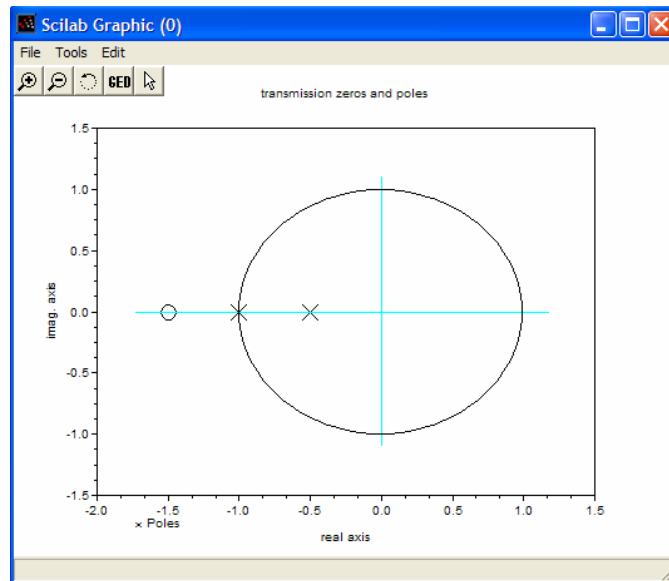
-->s=%s;
-->num=2*s+3;
-->den=2*s^2+3*s+1;
-->p=syslin('c', num/den)
p =
      3 + 2s
-----
                2
      1 + 3s + 2s

```

```

-->plzr(p) //δημιουργεί γράφημα πόλων και μηδενικών

```



Σχήμα 94- Γράφημα με pole και zero

Το Scilab δεν περιλαμβάνει την συνάρτηση μεταφοράς, όμως μπορείτε να προμηθευτείτε τον κώδικα της, να τον σώσετε και να τον αποθηκεύσετε σ' ένα σημειωματάριο με την κατάληξη .sci. Τοποθετείτε αυτό το αρχείο στον φάκελο Scilab-4.0 και από το παράθυρο εντολών του Scilab κάνετε exec. Η συνάρτηση μεταφοράς λειτουργεί. (Κάθε φορά που θέλετε να χρησιμοποιήσετε την συνάρτηση κάνετε πάντα την ίδια διαδικασία). Ο κώδικας προβάλλεται στο Παράρτημα Β'.

Δυστυχώς, το Scilab υστερεί σε μερικές συναρτήσεις σε σύγκριση με το Matlab. Δεν μπορείτε να δημιουργήσετε συστήματα παράλληλα, σειριακά και συστήματα ανάδρασης (feedback) με συγκεκριμένες συναρτήσεις. Όμως, μπορείτε να τα δημιουργήσετε χωρίς αυτές. Δηλαδή, για να βάλετε δυο συστήματα σε σειρά τα πολλαπλασιάζετε ($G*H$), για παράλληλα τα προσθέτετε ($G+H$) ενώ για θετική ανάδραση εκτελείτε την εξής πράξη μεταξύ των συστημάτων: ($G+H/(1+G*H)$).

3.4.6 Περιγραφή του Rltool

Το Scilab-4.0 υποστηρίζει το RLTOOL (έκδοση 1.7). Αναπτύχθηκε από τον Ishan Pendharkar στο Ινδικό ίδρυμα τεχνολογίας Bombay της Ινδίας, με την συμβολή των Jose Paulo Vilela Soares da Cunha, State University of Rio de Janeiro - UERJ - Brazil. Οι καθηγητές John Bechoefer, Peter Auer συνέβαλαν στην ανάπτυξη της βοήθειας.

Πρόσφατες πληροφορίες, σχετικά με το Rltool μπορείτε να βρείτε στη διεύθυνση:
<http://www.ee.iitb.ac.in/uma/~ishan/scilab/rltool.htm>



3.4.6.1 Χαρακτηριστικά

1. Διαχειρίζεται συναρτήσεις μεταφοράς συνεχούς χρόνου μιας εισόδου και μιας εξόδου(SISO).
2. Υποστηρίζει την εύρεση ελεγκτή ενός συστήματος με ανάδραση.
3. Επεξεργάζεται πόλους και μηδενικά του κλειστού συστήματος μέσω του γεωμετρικού τόπου ριζών με γραφικό τρόπο.
4. Υποστηρίζει ποικίλα γραφήματα τόσο για το ανοιχτό όσο και για το κλειστό σύστημα.
5. Αποθήκευση και φόρτωση των συναρτήσεων μεταφορών, όταν απαιτείται.

3.4.6.2 Εγκατάσταση του RLTOOL

Το RLTOOL-1.7 μπορείτε να το αποκτήσετε από τη σελίδα [http : //www.ee.iitb.ac.in/uma/~ishan/scilab/rltool.htm](http://www.ee.iitb.ac.in/uma/~ishan/scilab/rltool.htm)

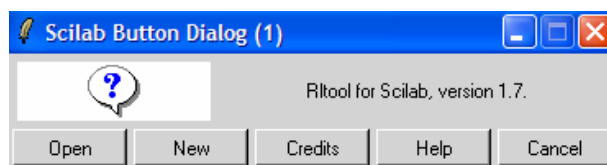
Ακολουθείτε τα εξής βήματα για την εγκατάσταση:

1. Αποσυμπίεζετε το αρχείο του RLTOOL-1.7 και το αποθηκεύετε σ' ένα φάκελο.

2. Αφού έχετε ξεκινήσει το Scilab, στο παράθυρο εντολών του από το μενού File -> Exec... επιλέγετε το ακριβές μονοπάτι και από το φάκελο του rltool διαλέγετε το αρχείο builder.sce. Για παράδειγμα: --> exec c:/rltool/rltool/builder.sce. Αυτό το κάνετε μονάχα μια φορά.
3. Έπειτα, κάνετε την ίδια διαδικασία (βήμα 2), με την διαφορά ότι επιλέγετε το αρχείο loader, δηλαδή, --> exec c:/rltool/rltool/loader.sce. Την διαδικασία αυτή τη κάνετε κάθε φορά που θέλετε να ξεκινήσετε το εργαλείο RLTOOL.
4. Η εγκατάσταση έχει γίνει. Για να ανοίξετε το rltool πληκτρολογείτε rl()

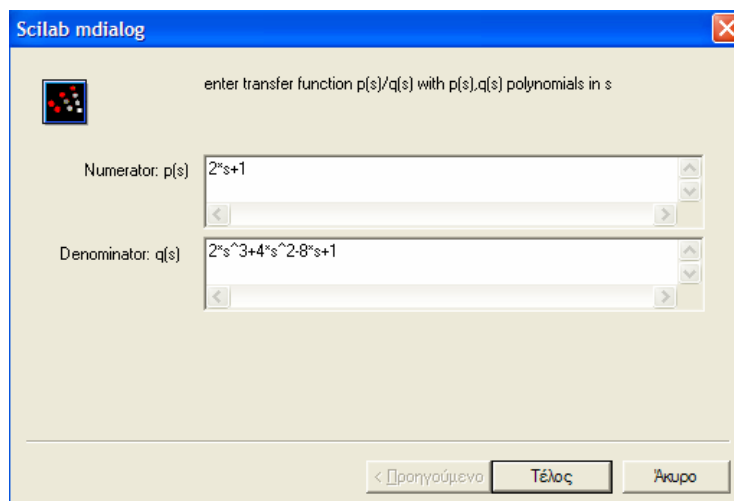
3.4.6.3 Γνωριμία με το RLTOOL

Με το άνοιγμα της εργαλειοθήκης εμφανίζεται ένα παράθυρο.



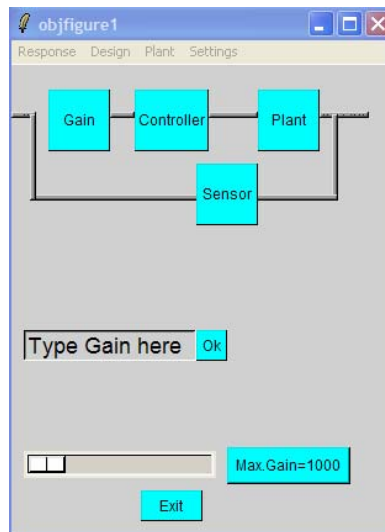
Σχήμα 95-Άνοιγμα του Rltool

Επιλέγετε New και εισάγετε την συνάρτηση μεταφοράς, τον αριθμητή στη μεταβλητή *Numerator* και τον παρανομαστή της συνάρτηση μεταφοράς στη μεταβλητή *Denominator* και πατάτε Finish. έστω η $G(s) = \frac{2s + 1}{2s^3 + 4s^2 - 8s + 1}$.

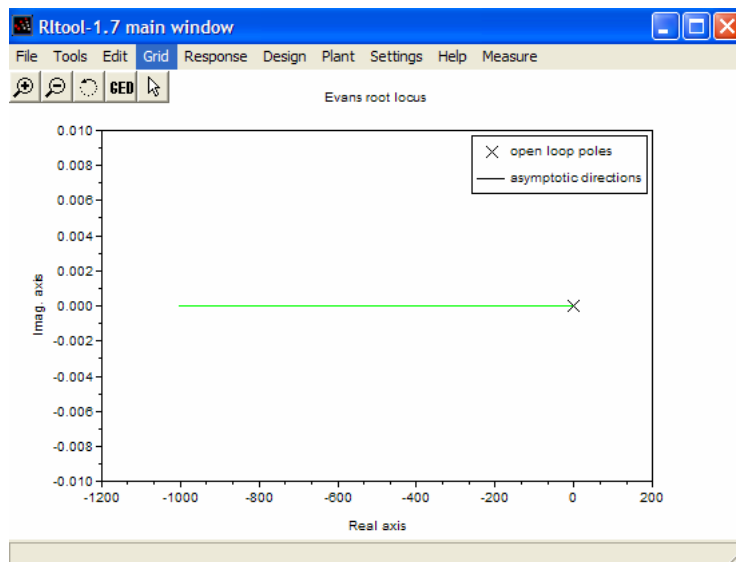


Σχήμα 96-Εισαγωγή συνάρτησης

Έπειτα, εμφανίζεται το κλειστό σύστημα μαζί με το διάγραμμα του γεωμετρικού τόπου ριζών.



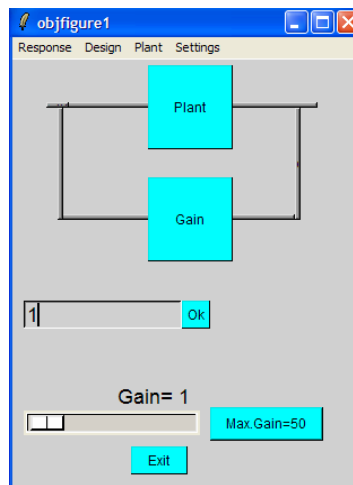
Σχήμα 97-Κλειστό σύστημα



Σχήμα 98-Γραφική παράσταση της συνάρτησης

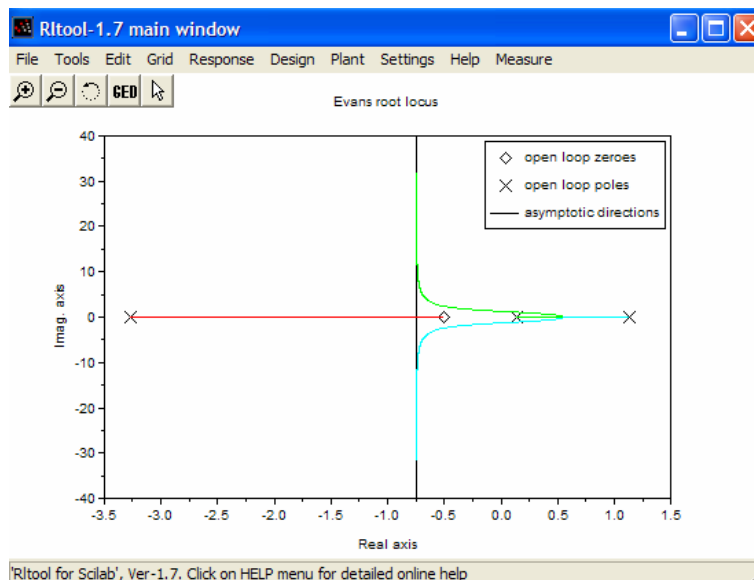
Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο του Matlab, plant είναι η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος, Controller η συνάρτηση μεταφοράς του ελεγκτή που θα υπολογιστεί, ενώ sensor και gain είναι δυο άλλα συστήματα τα οποία για την ώρα δεν μας ενδιαφέρουν. Θα τεθούν με συνάρτηση μεταφοράς 1, έτσι ώστε να μην επηρεάζουν το σύστημα.

Αρχικά, θα πρέπει να ελέγξετε την συνάρτηση μεταφοράς πατώντας στο τετράγωνο Plant. Διαφορετικά αν δεν είναι η επιθυμητή την πληκτρολογείτε. Το κύκλωμα θα πάρει την παρακάτω μορφή.



Σχήμα 99-Ρύθμιση συνάρτησης του κλειστού συστήματος

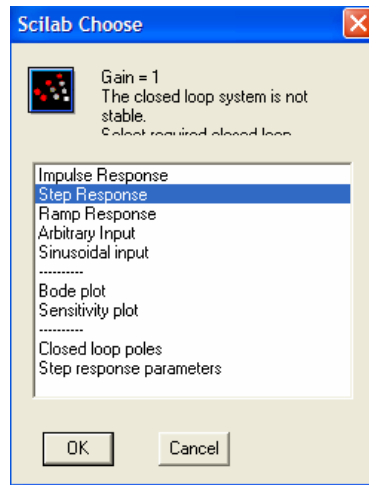
Τώρα plant είναι η συνάρτηση μεταφοράς ενώ gain είναι η συνάρτηση μεταφοράς του ελεγκτή. Εισάγετε στο κουτάκι “Type gain here” την τιμή 1 και πατήστε OK. Θα πρέπει στο διάγραμμα του γεωμετρικού τύπου ριζών να εμφανιστούν οι πόλοι και τα μηδενικά της συνάρτησης μεταφοράς, όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 100-Γραφική παράσταση της συνάρτησης

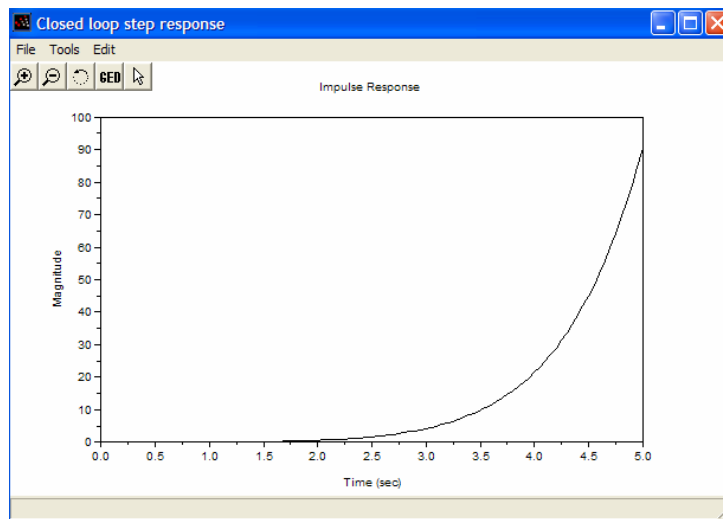
Τα μηδενικά φαίνονται με το ρόμβο ενώ οι πόλοι με τα ‘x’. Για να δείτε καλύτερα τις τιμές των πόλων και των μηδενικών μπορείτε από το μενού Grid -> on να εμφανίσετε πλέγμα γραμμών.

Το μενού Response -> Closed Loop σας εμφανίζει μια λίστα όπου μπορείτε να επιλέξετε να υπολογιστούν αποκρίσεις του κλειστού συστήματος όπως impulse, step, ramp κι ούτω καθεξής.



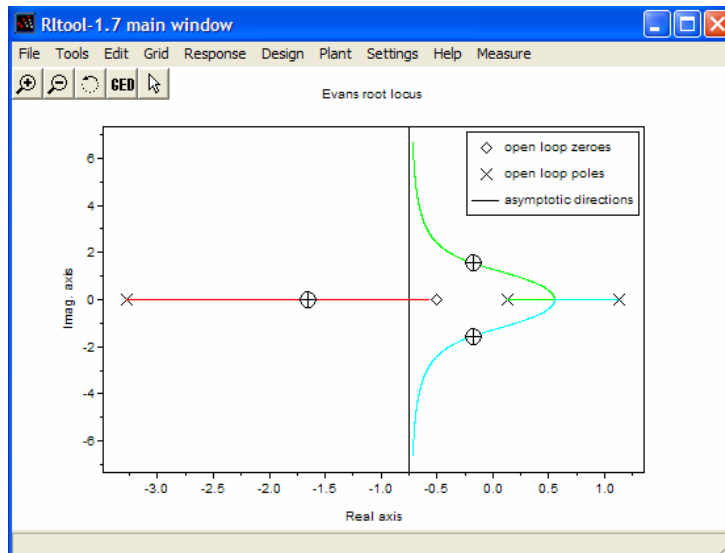
Σχήμα 101-Επιλογή εμφάνισης γραφήματος

Επιλέγετε Step Response πατάτε ok και έτσι εμφανίζεται το διάγραμμα της βηματικής απόκρισης.



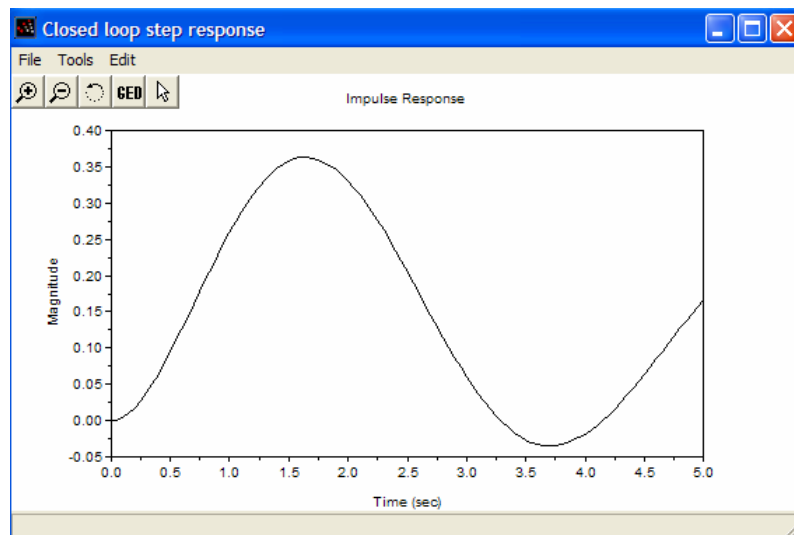
Σχήμα 102-Γραφική παράσταση Step Response

Εισάγετε την τιμή 7 στη μεταβλητή Gain.



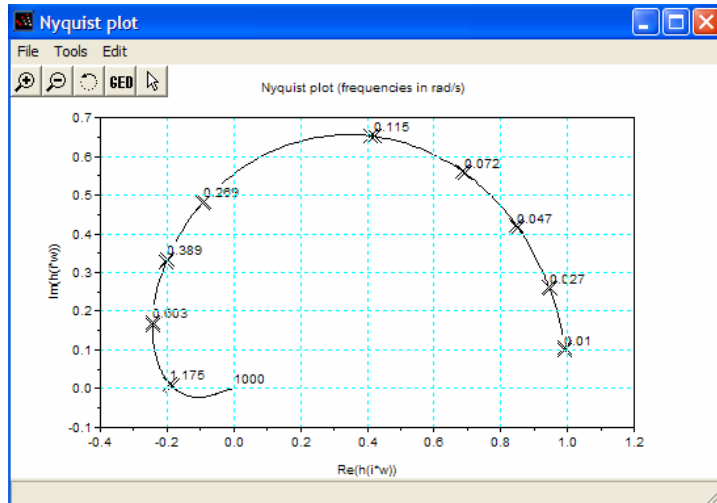
Σχήμα 103-Γραφική παράσταση συνάρτησης για Gain 7

Η βηματική απόκριση για την τιμή 7.



Σχήμα 104-Γραφική παράσταση Step Response για Gian 7

Το Nyquist plot είναι το εξής:



Σχήμα 105-Γραφική παράσταση Nyquist

Το Rltool είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την σχεδίαση ελεγκτών. Έχει αντίστοιχες ιδιότητες με το πολύ καλό SISOTOOL του MATLAB. Το μειονέκτημα του είναι ότι δε δίνει τη δυνατότητα να μετακινήσετε τους πόλους και τα μηδενικά χειροκίνητα του κλειστού συστήματος με το ποντίκι.

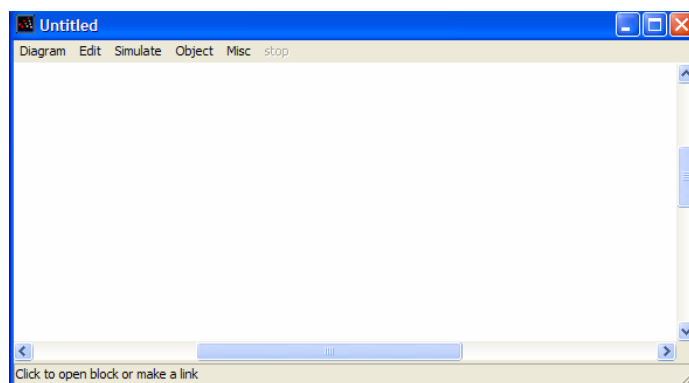
3.4.7 Εισαγωγή στο Scicos

Το Scicos είναι ένα γραφικό σύστημα μοντελοποίησης και προσομοίωσης που χρησιμοποιείτε μέσω Scilab. Το Scicos είναι το αντίστοιχο εργαλείο του Scilab με το πολύ γνωστό Simulink . Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές ελέγχου, εξομοίωσης, στην επικοινωνία, στην επεξεργασία σήματος κ.α..

3.4.7.1 Γνωριμία με το Scicos

Η εκκίνηση του Scicos γίνεται ως εξής:

Στο παράθυρο του Scilab, στη γραμμή εντολής εισάγετε την λέξη `scicos()`; και πιέζοντας `enter` εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.

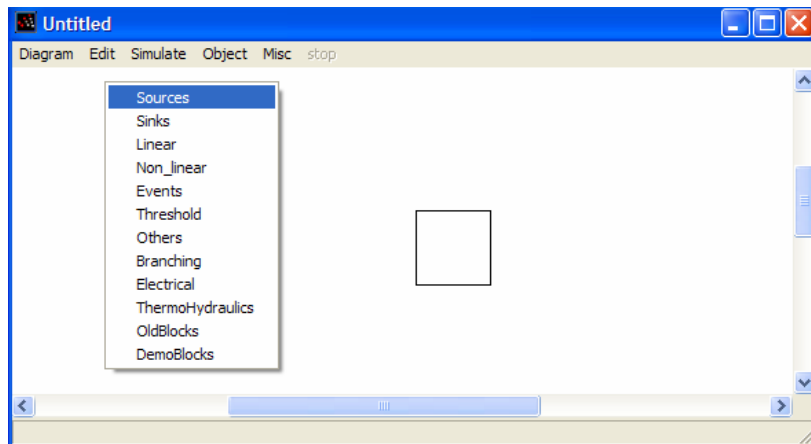


Σχήμα 106-Περιβάλλον Scicos

Ένας δεύτερος τρόπος να ανοίξετε το παράθυρο σχεδίασης του Scicos είναι να επιλέξετε στο κεντρικό παράθυρο του Scilab, το μενού Applications -> Scicos.

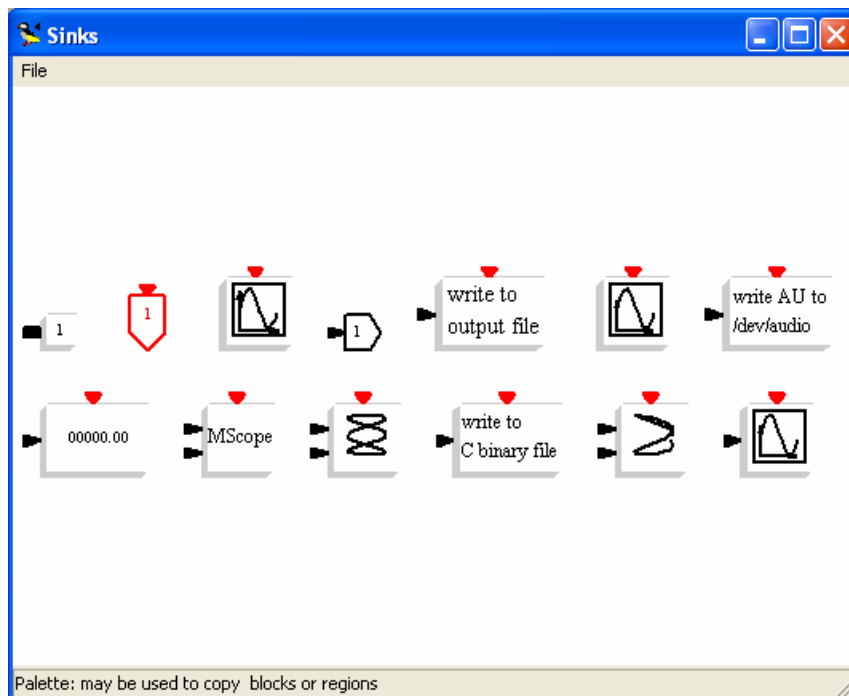
Στο παράθυρο Scicos υπάρχουν διάφορες επιλογές για την εύκολη δημιουργία του επιθυμητού μοντέλου. Από το μενού Edit->Palletes εμφανίζεται μια λίστα με τις βιβλιοθήκες που περιέχει το scicos.

Η λίστα που εμφανίζεται περιλαμβάνει διάφορες κατηγορίες (Sources, Sinks, Linear, Non_Linear κ.λ.π), οι οποίες περιέχουν block που συμβάλλουν στην υλοποίηση του μοντέλου.



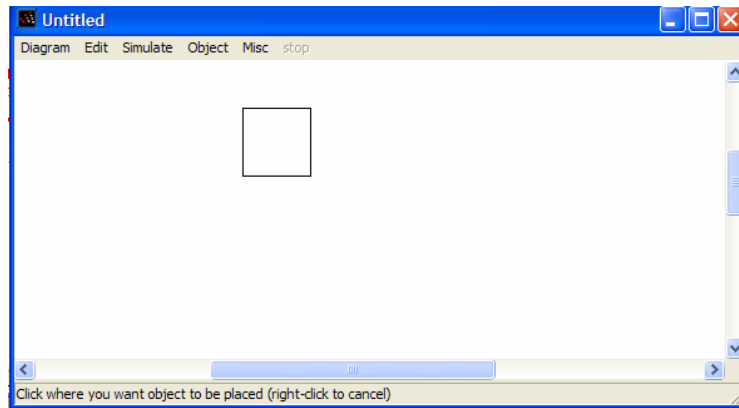
Σχήμα 107-Εμφάνιση κατηγοριών των βιβλιοθηκών

Επιλέγοντας οποιαδήποτε κατηγορία εμφανίζεται ένα παράθυρο με τα block του. Για παράδειγμα επιλέγετε την κατηγορία sinks (όπως φαίνεται παρακάτω εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο με τα block που περιέχει).



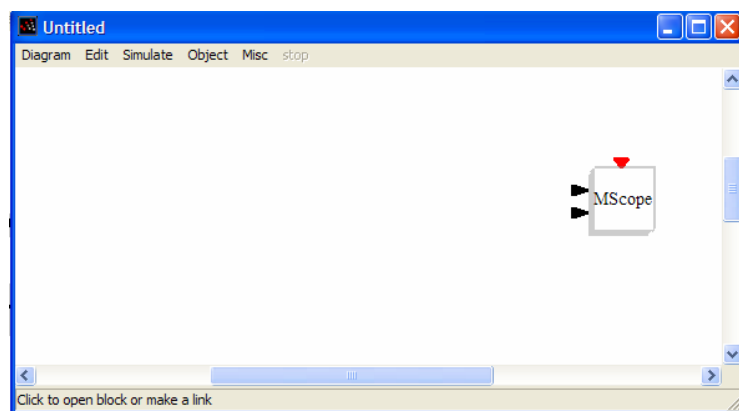
Σχήμα 108-Παράθυρο με Block μιας βιβλιοθήκης

Αφού έχετε βρει το επιθυμητό block, το επιλέγετε κάνοντας κλικ πάνω του και αυτόματα σας παραπέμπει στο παράθυρο σχεδίασης (φαίνεται παρακάτω).



Σχήμα 109-Εισαγωγή των Block στο παράθυρο σχεδίασης

Ενώ με το δεύτερο κλικ του ποντικιού ‘καρφιτσώνεται’ στο παράθυρο σχεδίασης.

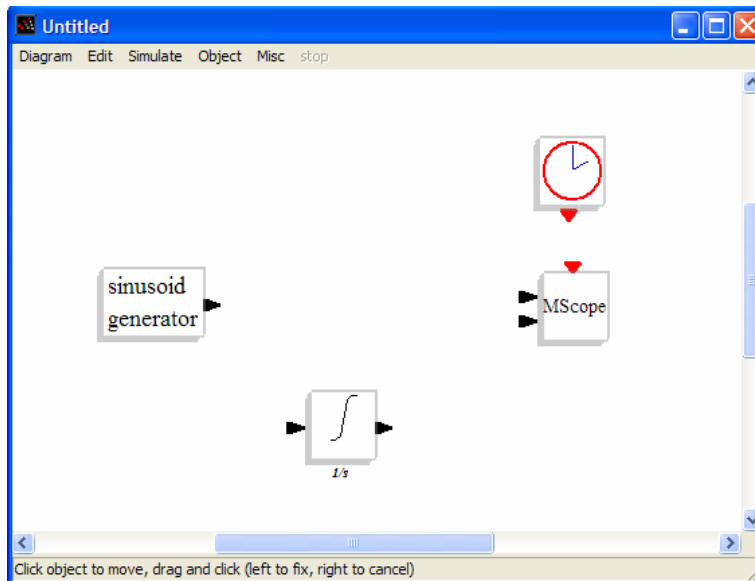


Σχήμα 110-Καρφίτσωμα του Block

Για να γίνει πιο ευνόητος ο τρόπος διαχείρισης του Scicos παρακάτω θα αναλυθεί ένα απλό παράδειγμα, το οποίο εμφανίζει το διάγραμμα του ημιτόνου και του ολοκληρωμένου ημιτόνου.

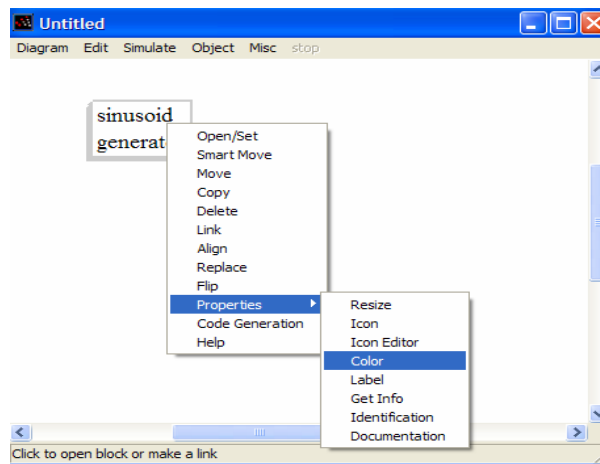
Με τον ίδιο τρόπο εισάγετε τα block:

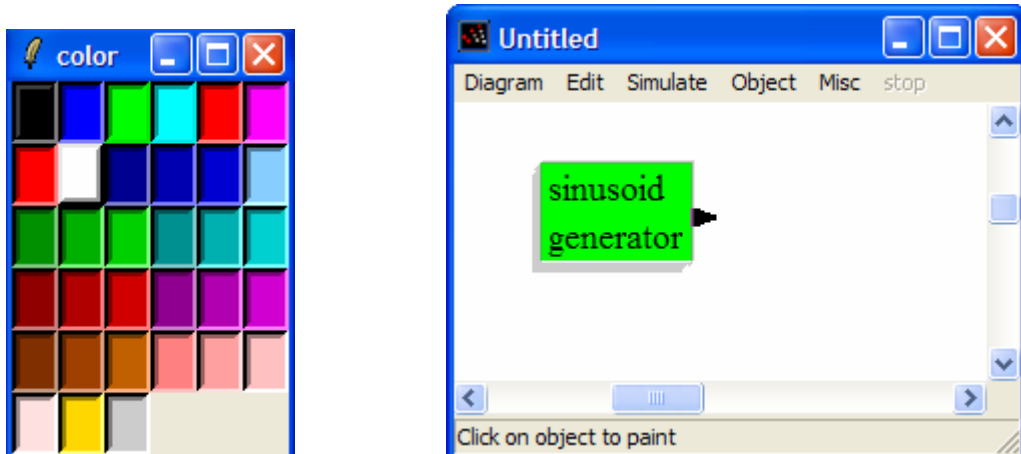
- Block Sine Wave (βιβλιοθήκη Source)
- Block ολοκληρωτών (βιβλιοθήκη Linear)
- Block Scope (βιβλιοθήκη Sinks)
- Block Ρολόι (Βιβλιοθήκη Source)



Σχήμα 111-Εισαγωγή όλων των Block

Κάνοντας δεξί κλικ πάνω στο block εμφανίζονται κάποιες δυνατότητες όπως: μετακίνηση, αντιγραφή, διαγραφή, περιστροφή του block κ.λ.π. Ενώ από την εντολή properties μπορείτε να ρυθμίσετε τις διαστάσεις των block, να εισάγετε τίτλο, χρώμα, εικόνα κ.α.





Σχήμα 112-Εισαγωγή χρώματος στο Block

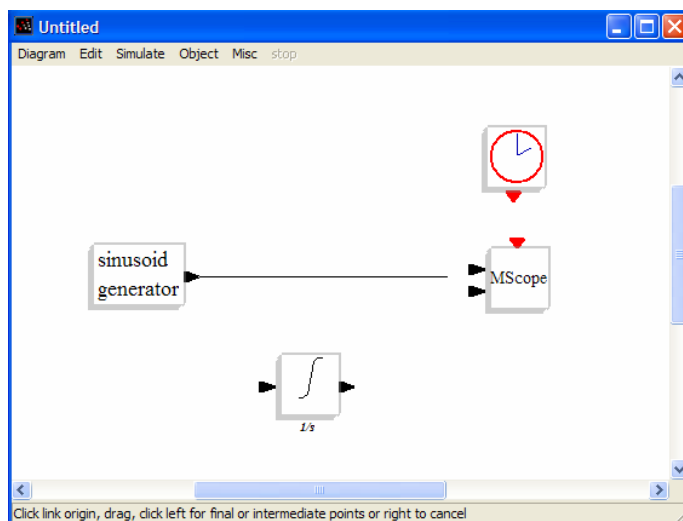
3.4.7.2 Σύνδεση των Block

Υπάρχουν τρεις τρόποι σύνδεσης των block:

α) Κάνετε δεξί κλικ πάνω στο block και επιλέγετε την εντολή link από το μενού που εμφανίζεται. Με τον κέρσορα τώρα μπορείτε να συνδέσετε την έξοδο του ενός block με την είσοδο του άλλου block.

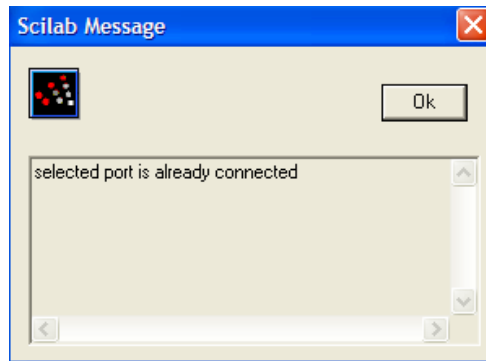
β) Επιλέγετε από το μενού Edit -> Link. Εδώ ο κέρσορας αποκτά γραμμή, αφού κάνετε πρώτα κλικ πάνω στην επιθυμητή πλευρά του block, ενώ με ένα δεύτερο κλικ στο άλλο block πραγματοποιείται η σύνδεση.

γ) Με διπλό κλικ πάνω στο block.



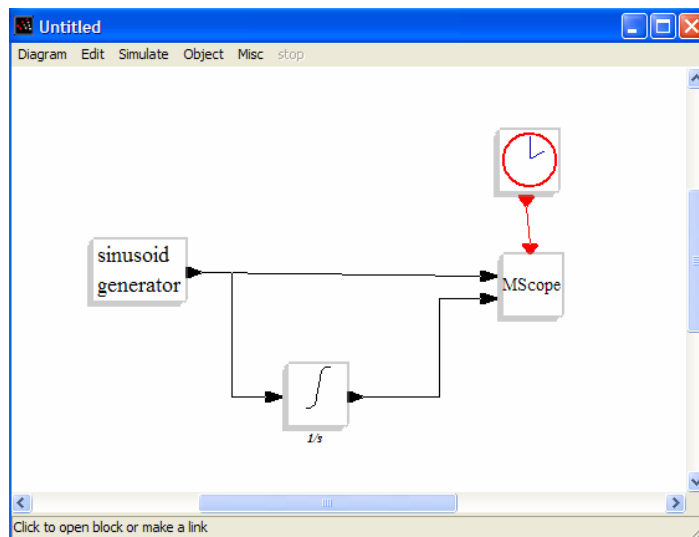
Σχήμα 113-Σύνδεση των Block

Μόλις γίνει σωστά η σύνδεση θα βγάλει το παρακάτω μήνυμα.



Σχήμα 114-Μήνυμα σωστής σύνδεσης

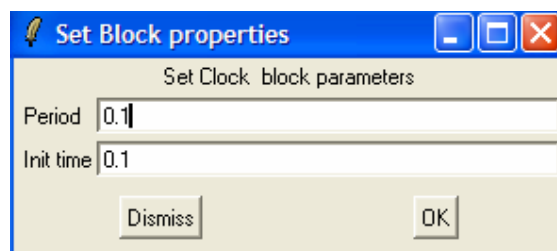
Το μοντέλο σας θα πρέπει να μοιάζει με το παρακάτω



Σχήμα 115
Σχήμα 116-Ολοκλήρωση του προτύπου

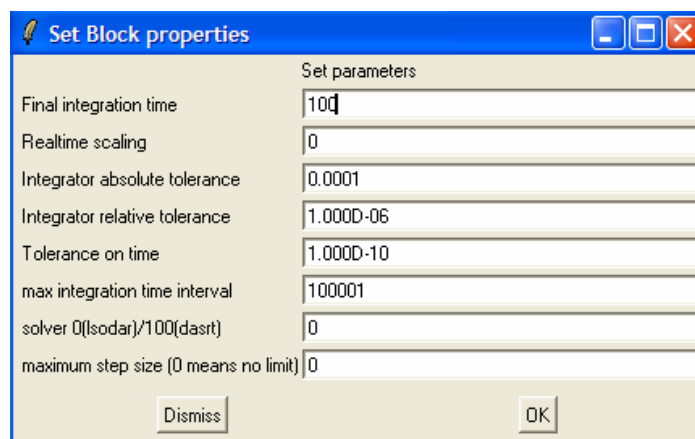
3.4.7.3 Ρυθμίσεις Παραμέτρων

Για να ρυθμίσετε τις παραμέτρους των block, κάνετε ένα κλικ πάνω στο block κι εμφανίζεται το αντίστοιχο παράθυρο των διάφορων ρυθμίσεων των παραμέτρων του, όπου μπορείτε να ορίσετε τις αρχικές συνθήκες, την συχνότητα, τον αριθμό των εισόδων του, το μέγεθος κ.α. Ενώ στο block του ρολογιού ρυθμίζετε τον παλμό.

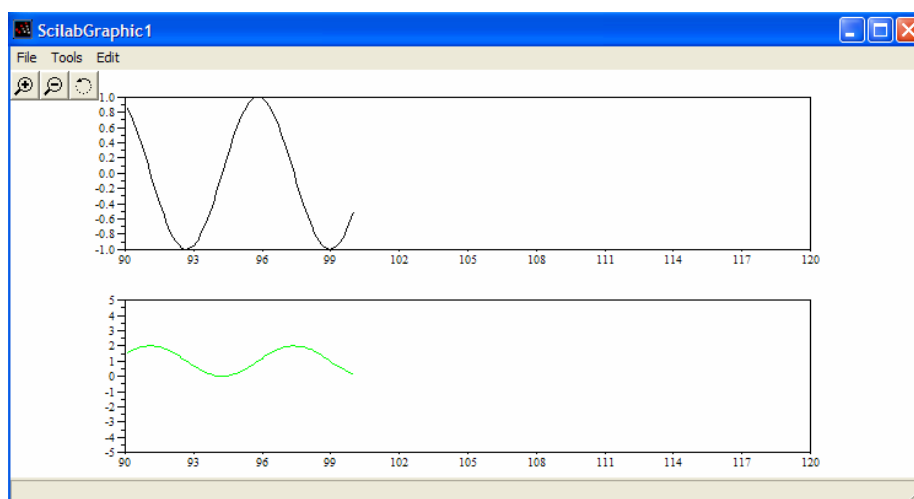


Σχήμα 117-Ρύθμιση ενός Block

Από το μενού Simulate -> Setup στη μεταβλητή Final integration εισάγετε τη διάρκεια που τρέχει το μοντέλο π.χ 100.



Από το μενού Simulate -> Setup εισάγετε τη διάρκεια που τρέχει το μοντέλο, ενώ για να το τρέξετε επιλέγετε από το μενού Simulate->Run. Το παράθυρο παρέχει μερικές δυνατότητες όπως: αποθήκευση, εκτύπωση, zoom in/ out κ.α.



Σχήμα 118

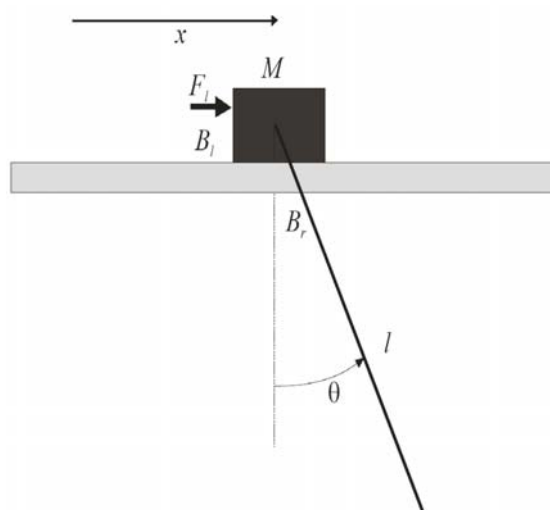
Στο Scicos, όπως και στο Simulink, υπάρχει ένας μηχανισμός ο οποίος βοηθά να διαχειριστείτε ένα πολύπλοκο πρότυπο. Αν υπάρχει δηλαδή, μια πλειάδα από block τότε αυτό σας δίνει τη δυνατότητα να ενσωματώνετε αυτή τη πλειάδα σ' ένα μόνο block. Αυτό πραγματοποιείται από το μενού *Diagram -> Region to Super Block*. Έπειτα επιλέγετε τα block που θέλετε να ενσωματωθούν.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ενδιάμεσα block να συγχωνευτούν σ' ένα block. Κάνοντας όμως διπλό κλικ πάνω στο υποκατάστατο block τότε θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με ολόκληρο το αρχικό πρότυπο.

Η αποθήκευση του μοντέλου γίνεται από το μενού Diagram -> Save As. Αποθηκεύετε με το όνομα που επιθυμείτε συμπληρώνοντας απαραίτητως την κατάληξη .cos

Παράδειγμα

Έστω ένα σύστημα εκκρεμούς όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Πάνω στη μάζα M επιδρά μια οριζόντια δύναμη F_l την οποία θεωρούμε σαν είσοδο στο σύστημα. Έξοδος του συστήματος θεωρείται η απόσταση x που έχει το κέντρο βάρους της μάζας M από ένα συγκεκριμένο σημείο και η γωνία q (rad) που διαγράφει η ράβδος. Δίνονται οι ακόλουθες σταθερές

$$M=m=1, B_l=0.3, B_r=0.3, g=10$$

Όπου B_l ο συντελεστής τριβής περιστροφής και B_r ο συντελεστής τριβής κίνησης

Το παραπάνω σύστημα μιας εισόδου και δύο εξόδων περιγράφεται από το ακόλουθο σύστημα δ.ε.

$$(M + m)x'' + B_l x' + ml[\cos(\vartheta)\vartheta'' - \sin(\vartheta)(\vartheta')^2] = F_l$$

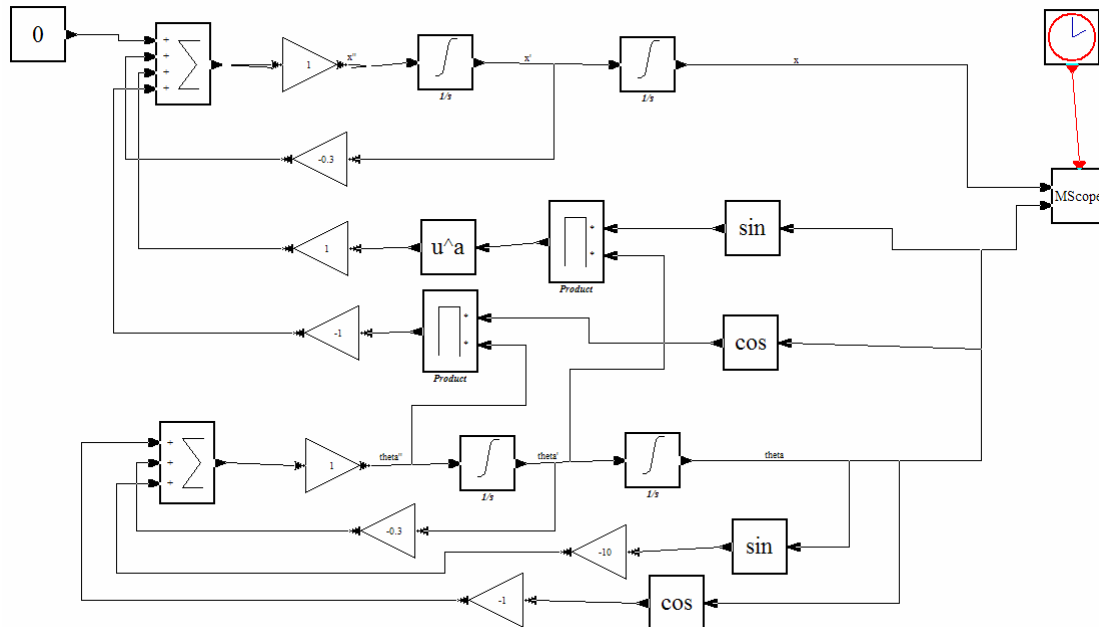
$$ml^2\vartheta'' + B_r\vartheta' + mgl \sin(\vartheta) + ml \cos(\vartheta)x'' = 0$$

Αν λύσουμε αλγεβρικά τις παραπάνω εξισώσεις ως προς την μέγιστη τάξη παραγώγων του x και q έχουμε:

$$x'' = \frac{-B_l x' - ml[\cos(\vartheta)\vartheta'' - \sin(\vartheta)(\vartheta')^2]}{M + m} + F_l$$

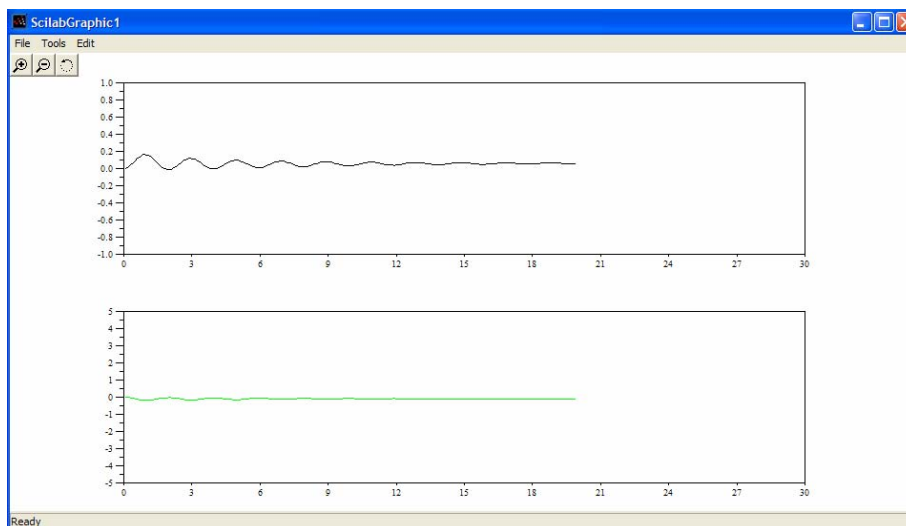
$$g'' = \frac{-B_r g' - mgl \sin(\vartheta) - ml \cos(\vartheta)x''}{ml^2}$$

Υλοποίηση του παραδείγματος στο Scicos.



Έστω ότι η είσοδος είναι $F_l = 0$ και οι αρχικές συνθήκες $x(0) = x'(0) = 0, q(0) = 1, q'(0) = 0$.

Τρέχοντας το παράδειγμα για χρόνο 20 δεπτερολέπτων προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.



Φαίνεται απο το διάγραμμα ότι η μάζα ισορροπεί κοντά στα 20 δευτερόλεπτα άρα η τιμή ισορροπίας των δυο εξόδων είναι τα 20 second.

3.4.8 ΕΥΦΥΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

3.4.8.1 Εισαγωγικά

Το Scilab μπορεί να ενσωματώσει την εργαλειοθήκη sciFLT (Fuzzy Logic System) η οποία είναι αντίστοιχη με το Fuzzy του Matlab. Αναπτύχθηκε στις 12/10/2004 από την Jaime Urzua Grez, στην οποία ανήκουν τα πνευματικά δικαιώματα.

Η εργαλειοθήκη αυτή είναι γραμμένη από έναν συνδυασμό C, Fortran, TK/CL και Scilab Code.

Το sciFLT είναι ελεύθερο λογισμικό το οποίο είναι διαθέσιμο στους χρήστες για ανακατανομή, τροποποίηση και οι χρήστες πρέπει να είναι σύμφωνοι με τους όρους τις άδειας GNU, όπως δημοσιεύεται από το ίδρυμα ελεύθερου λογισμικού.

3.4.8.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ sciFLT

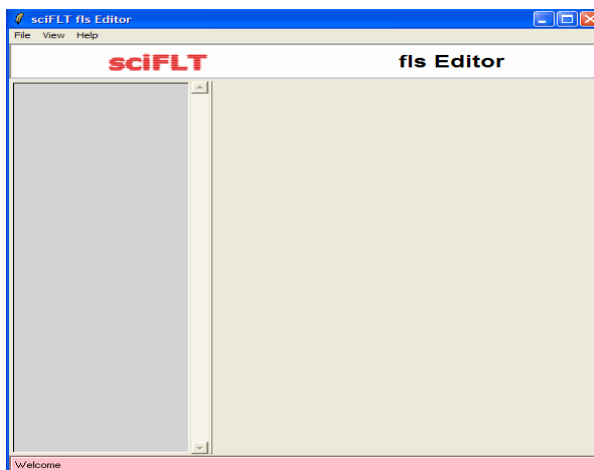
Την εργαλειοθήκη sciFLT μπορείτε να την προμηθευτείτε από την ιστοσελίδα http://es.geosities.com/jaime_urzua/sciFLT/sciflt.html. Δυστυχώς το sciFLT-0.2 είναι συμβατό μόνο για το Scilab-3.0. Για την εγκατάσταση θα πρέπει να αποσυμπιέσετε το φάκελο του sciFLT μέσα στο φάκελο Contrib του Scilab. Έπειτα, θα ακολουθήσετε τα παρακάτω γνωστά βήματα:

- α) Πρώτα από το μενού File -> Exec βρίσκετε το αποθηκευμένο αρχείο sciFLT, δηλαδή, `c:/scilab-3.0/contrib/sciFLT/builder.sce`.
- β) Δεύτερον ακολουθείτε την ίδια διαδικασία αλλά επιλέγετε αυτή τη φορά το αρχείο loader, δηλαδή `c:/scilab-3.0/contrib/sciFLT/loader.sce`.

Η εγκατάσταση έχει γίνει. Μπορείτε να δείτε τα demo(μερικά έτοιμα παραδείγματα για το χρήστη) του sciFLT, με την εντολή sciFLTDemo.

3.4.8.3 Περιβάλλον sciFLT

Το περιβάλλον του sciFLT ανοίγει με την πληκτρολόγηση της εντολής -->editfls και έτσι εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Σχήμα 119-Περιβάλλον του sciFLT

Παρακάτω δίνονται πληροφορίες για την εύκολη χρήση των βασικών μενού του.

Μενού **Files**

- *New fls*: Δημιουργία ενός συστήματος Fuzzy.
 - *Takagi-Sugeno*: Επιλογή ελεγκτή sugeno.
 - *Mamdani*: Επιλογή ελεγκτή Mamdani.
- *Import*: Επιλογή ενός συστήματος που ήδη υπάρχει.
 - *From Workspace*: Επιλογή από Workspace.
 - *From file*: Επιλογή ενός αρχείου.
- *Export*: Αποθήκευση του συστήματος.
 - *To Workspace*: Στο Workspace.
 - *To fls flie (scilab)*: Σ' ένα αρχείο του Scilab.
- *Delete*: Διαγραφή του συστήματος.
- *Quit*: Έξοδος από το Fuzzy.

Μενού **View**:

- *Description*: εμφανίζει πληροφορίες για το σύστημα
- *Inputs*: Εισαγωγή εισόδων.

- *Outputs*: Εισαγωγή εξόδων.
- *Rules*: Εισαγωγή κανόνων.

Μενού **Help**:

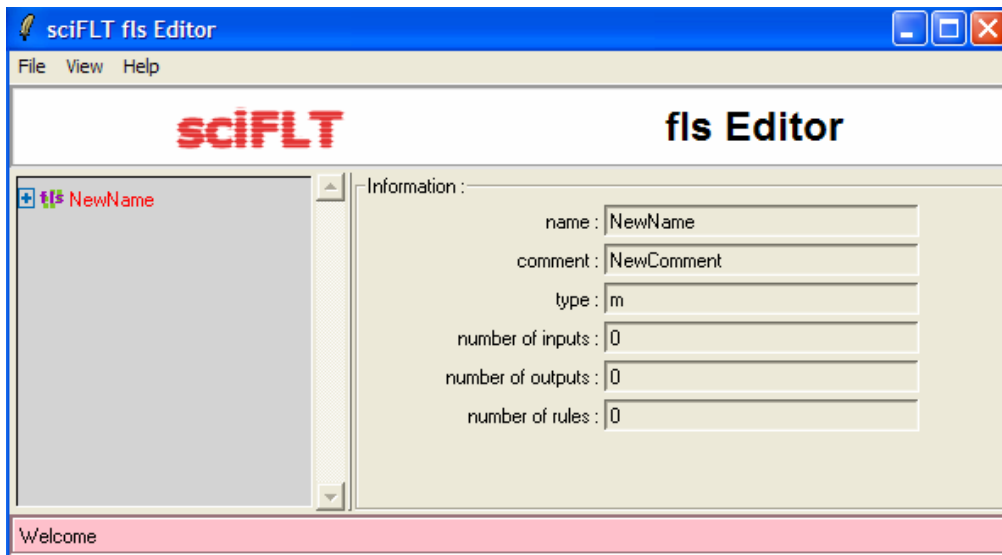
- *About*: Πληροφορίες σχετικά με το sciFLT

3.4.8.4 Δημιουργία Συστήματος

Για να γίνει κατανοητό το Fuzzy Logic System θα υλοποιηθεί το ίδιο παράδειγμα με αυτό του Matlab. Το παράδειγμα ήταν το εξής: κάθε φορά που τρώτε σ' ένα εστιατόριο αφήνετε φιλοδώρημα αντιστοιχο της ποιότητας του φαγητού και του service. Το ερώτημα είναι τι φιλοδώρημα αντιστοιχεί;

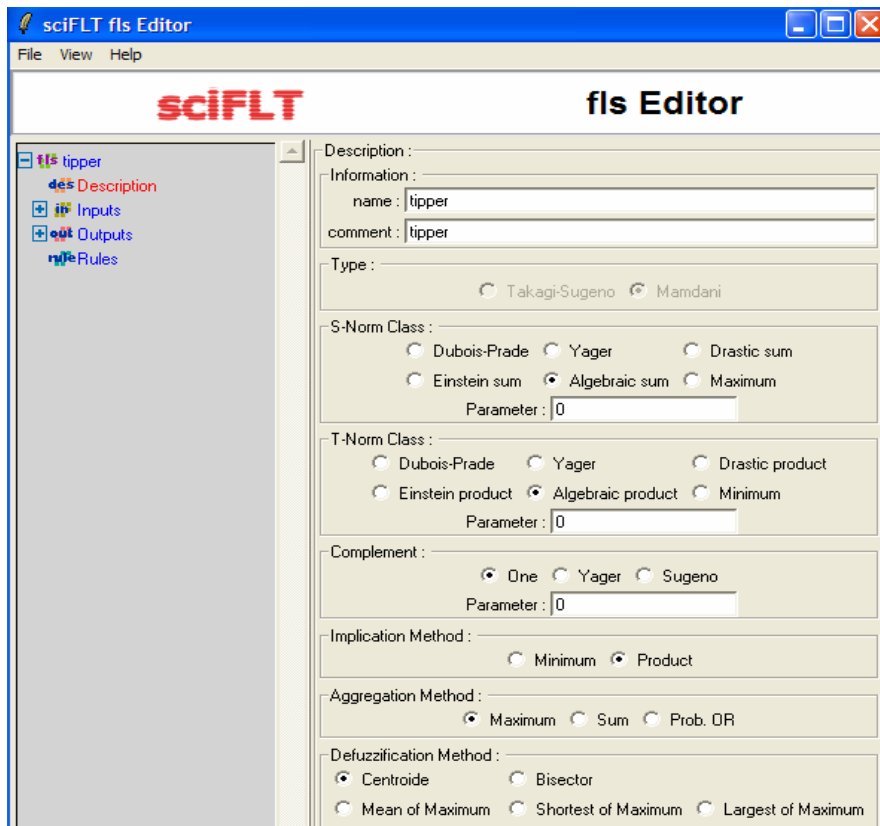
Το παράδειγμα θα υλοποιηθεί με τη μέθοδο Mamdani, όπως και στο Matlab.

Αρχικά, από το μενού File -> New fls -> Mamdani, εμφανίζεται μια μεταβλητή στην αριστερή πλευρά του παραθύρου. Κάνοντας κλικ πάνω στη μεταβλητή εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά κάποιες πληροφορίες σχετικά με το όνομα, τον τύπο, τον αριθμό των εισόδων, των εξόδων και των κανόνων (δεν μπορούν να αλλάξουν).



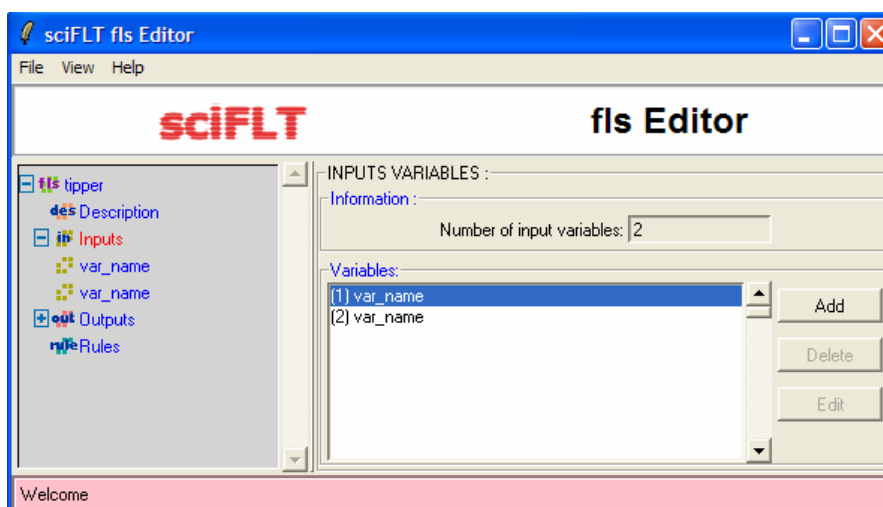
Σχήμα 120-Δημιουργία ενός συστήματος fls

Αν πατήσετε το + μπροστά από την fls τότε εμφανίζονται κάποιες ρυθμίσεις που μπορεί να τροποποιήσει ο χρήστης (όμοιες με αυτές του fuzzy του Matlab) όπως η μέθοδος αποασαφοποίησης, η μέθοδος συμπερασμού κλπ.



Σχήμα 121-Ρύθμιση συστήματος tipper

Για να βάλετε είσοδο πατάτε στο + μπροστά από την μεταβλητή inputs, πέζετε το κουμπί add για να προστεθεί μια είσοδος και μια ακόμη φορά για δεύτερη είσοδο όπως απαιτεί το παράδειγμα. Οι είσοδοι προστίθενται στο λευκό κομμάτι, ενώ ακριβώς από πάνω ενημερώνεται το σύστημα αυτόματα ώστε να εμφανίζεται ο αριθμός των εισόδων.



Σχήμα 122-Εισαγωγή εισόδων

Έπειτα, όταν στην αριστερή πλευρά του παραθύρου επιλέγετε την πρώτη είσοδο εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά κάποιες ρυθμίσεις τις οποίες μπορείτε να διαμορφώσετε:

- Name: το όνομα της εισόδου.
- Range: τα όρια που θα κυμαίνεται η είσοδος.

Στην μεταβλητή Member Functions πατάτε το κουμπί add και προσθέτετε τα ασαφή σύνολα. Για ένα ασαφές σύνολο έχετε τις εξής επιλογές:

- Name: ονομασία του ασαφές συνόλου.
- Type: ορισμός για τον τύπο του ασαφούς συνόλου.
- Par: ρύθμιση των παραμέτρων του ασαφούς συνόλου.

Θα κάνετε τις εξής ρυθμίσεις για το συγκεκριμένο παράδειγμα.

Πρώτη είσοδο:

Name: service

Range: 0 10

Με την add εισάγετε τρία ασαφή σύνολα.

Πρώτο ασαφές σύνολο.

Name: poor

Type: gaussmf

Par: -5.0 0.0 5.0

Δεύτερο ασαφές σύνολο

Name: good

Type: gaussmf

Par: 0.0 5.0 10.0

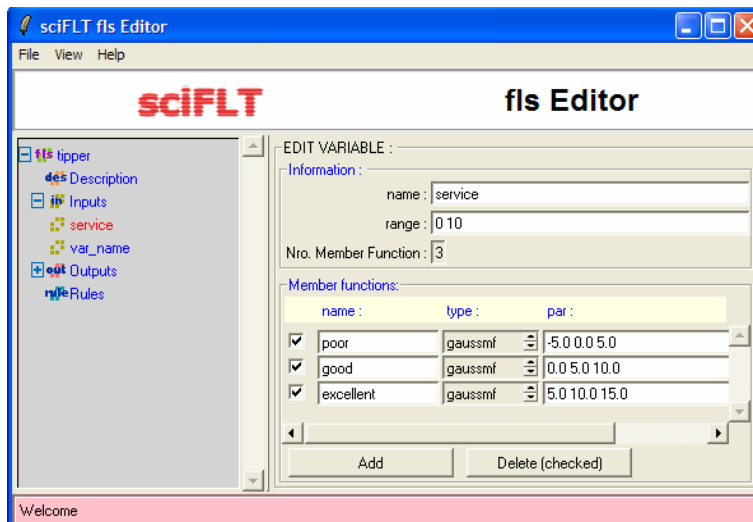
Τρίτο ασαφές σύνολο

Name: excellent

Type: gaussmf

Par: 5.0 10.0 15.0

Τα δεδομένα που πρέπει να καταχωρηθούν παρουσιάζονται παρακάτω.



Σχήμα 123-Ρύθμιση της πρώτη εισόδου

Δεύτερη είσοδο:

Name: food

Range: 0 10

Με την add εισάγετε τρία ασαφή σύνολα.

Πρώτο ασαφές σύνολο.

Name: rancid

Type: trapmf

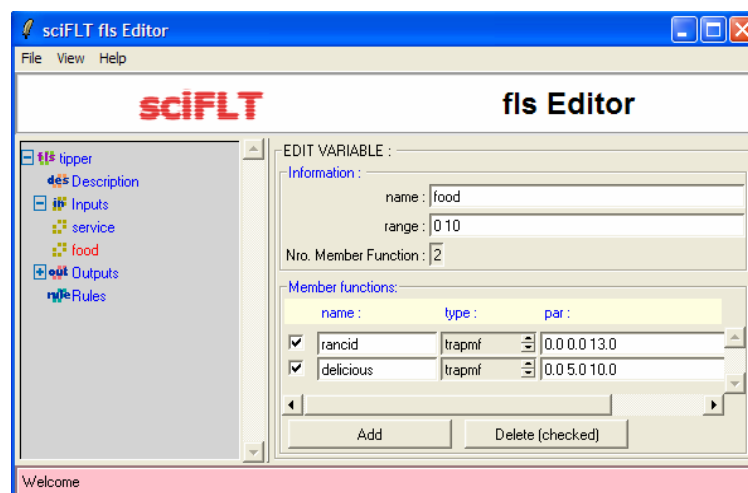
Par: -5.0 0.0 5.0

Δεύτερο ασαφές σύνολο

Name: delicious

Type: trapmf

Par: 0.0 5.0 10.0



Σχήμα 124-Ρύθμιση της δεύτερης εισόδου

Με τον ίδιο τρόπο εισάγετε και μία έξοδο, πατώντας το + μπροστά από την μεταβλητή outputs.

Έξοδος:

Name: tip

Range: 0 30

Με την add εισάγετε τρία ασαφή σύνολα.

Πρώτο ασαφές σύνολο.

Name: cheap

Type: trimf

Par: 0.0 5.0 10.0

Δεύτερο ασαφές σύνολο

Name: average

Type: trimf

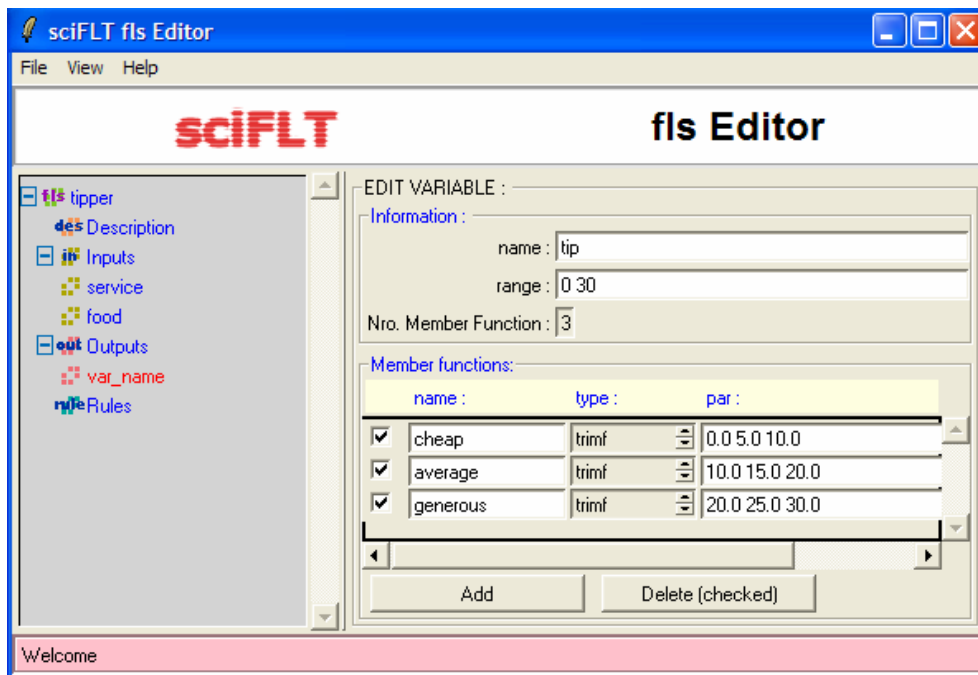
Par: 10.0 15.0 20.0

Τρίτο ασαφές σύνολο

Name: generous

Type: trimf

Par: 20.0 25.0 30.0



Σχήμα 125-Δημιουργία, ρύθμιση της εξόδου

Από την επιλογή View -> Plot Current Var εμφανίζονται τα διαγράμματα των συναρτήσεων συμμετοχής των ασαφών συνόλων.

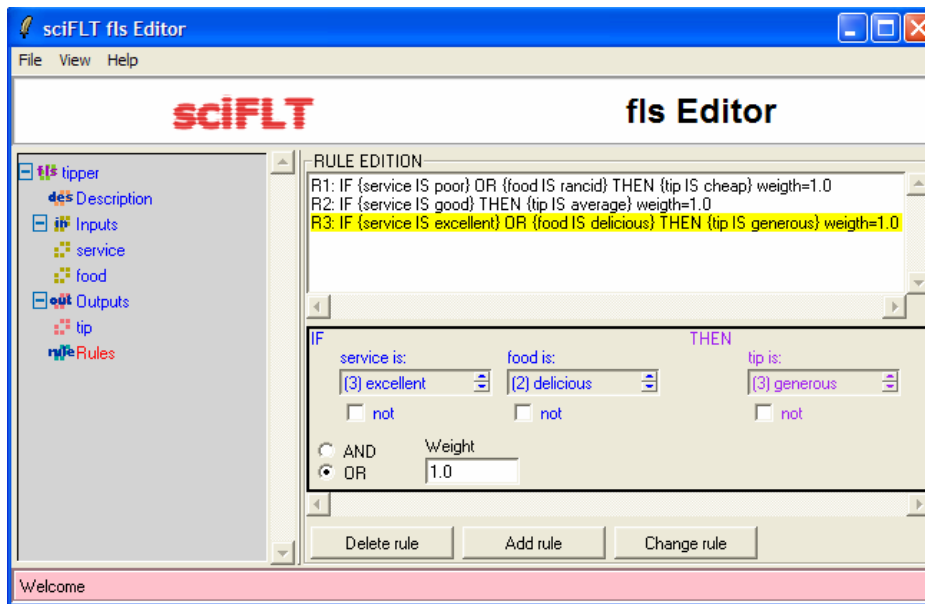
3.4.8.5 Δημιουργία κανόνων

Η δημιουργία κανόνων προϋποθέτει την ονομασία των μεταβλητών και τον ορισμό των συναρτήσεων. Πατώντας το + μπροστά από τη μεταβλητή Rules εμφανίζεται ένα παράθυρο με παρόμοιες λειτουργίες όπως του Matlab.

Η κατασκευή των κανόνων δημιουργείται με βάσει τα ασαφή σύνολα των εισόδων και εξόδων που έχει ορίσει ο χρήστης. Το Rule σας επιτρέπει να κατασκευάσετε γραφικά τους κανόνες, με το να επιλέξετε την παράμετρο που θέλετε για κάποια είσοδο(για είσοδο service έχετε poor, good και excellent ενώ για είσοδο food τις επιλογές rancid και delicious), κάποια έξοδο (tip π.χ. cheap, average και generous), και κάποιο αντικείμενο σύνδεσης (and, or). Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης του τελεστή 'not' ο οποίος αντιστρέφει την τιμή της μεταβλητής. Με το κουμπί delete σβήνετε τον κανόνα που είναι επιλεγμένος, με την add εισάγετε τον κανόνα ενώ με την change τον διαμορφώνετε.

Εισάγετε τους κανόνες:

1. *If (service is poor) or (food is rancid) then (tip is cheap) (1)*
2. *If (service is good) then (tip is average) (1)*
3. *If (service is excellent) or (food is delicious) then (tip is generous) (1)*



Σχήμα 126-Δημιουργία κανόνων

3.4.8.6 Αποθήκευση

Αποθηκεύετε το σύστημα σας από το μενού File-> export -> to fls file (scilab), στη θέση που θέλετε.

Αν θέλετε να δουλέψετε το ίδιο σύστημα, ανοίγετε τον fls editor και επιλέγετε File -> import -> from fls to file.

3.4.8.7 Τρέξιμο της προσομοίωσης

Η εργαλειοθήκη sciFLT δυστυχώς παρέχει στον χρήστη μονάχα αυτές τις ελλιπείς δυνατότητες. Για να συνεχίσετε και να ολοκληρώσετε το σύστημα Fuzzy θα πρέπει να πάτε στο παράθυρο εντολών και να δώσετε κάποιες εντολές(δηλαδή να γράψετε κώδικα).

Σκοπός του παρακάτω γενικού κώδικα είναι να κατανοήσει ο χρήστης τη δημιουργία ενός γραφήματος.

```
-->fls=importfis(flt_path()+"demos/tip.fis")
//Φορτώνει ένα παράδειγμα tip δημιουργημένο σε Matlab ίδιο με
//το tipper.
//τα αποτελέσματα που δίνονται είναι πληροφορίες για το
//σύστημα.
fls =

    name : 'tipper'
    comment : 'Imported from Matlab fis - check it please!'
```

```

        type : 'm'
        SNorm : 'max'
    SNormPar : [0]
        TNorm : 'min'
    TNormPar : [0]
        Comp : 'one'
    CompPar : [0]
    ImpMethod : 'min'
    AggMethod : 'max'
    defuzzMethod : 'centroide'
        input : 2 input(s)
        output : 1 output(s)
        rule : 3 rule(s)
-->xbasc()//δημιουργεί ένα παράθυρο γραφήματος
-->h=gcf()//δημιουργεί ένα τύπο γραφήματος με τις ιδιότητες
//του
h =

Handle of type "Figure" with properties:
=====
children: "Axes"
figure_style = "new"
figure_position = [22,29]
figure_size = [610,461]
axes_size = [610,461]
auto_resize = "on"
figure_name = "Scilab Graphic (%d)"
figure_id = 0
color_map= matrix 32x3
pixmap = "off"
pixel_drawing_mode = "copy"
background = -2

visible = "on"
rotation_style = "unary"

-->h.visible="off";//θέτει την ιδιότητα visible off δηλαδή, να
//μη φαίνονται τα αποτελέσματα σε κάθε βήμα
-->i=1;//αρχικοποίηση της μεταβλητής i

-->for dff=["centroide" "bisector" "mom" "som" "lom"],
//έναν επαναληπτικός βρόγχος παίρνει τιμή κάθε φορά που
//εκτελεί κάποιον από τους τρόπους αποσαφούςησης
--> subplot(3,2,i);//δημιουργεί ένα μικρό διάγραμμα στο
//γράφημα για κάθε τύπο
--> f1s.defuzzMethod=df//εμφανίζει τις πληροφορίες που έχουν
//οριστεί στο σύστημα
f1s =

        name : 'tipper'
    comment : 'Imported from Matlab fis - check it please!'
        type : 'm'
    SNorm : 'max'

```

```

    SNormPar : [0]
    TNorm : 'min'
    TNormPar : [0]
    Comp : 'one'
    CompPar : [0]
    ImpMethod : 'min'
    AggMethod : 'max'
    defuzzMethod : 'lom'
        input : 2 input(s)
        output : 1 output(s)
        rule : 3 rule(s)
--> plotsurf(fls,[2 1],1,[0 0],25,2);//δημιουργεί το γράφημα
//surface για κάθε τύπο
--> xtitle("defuzzMethod="+dff);//εισάγει τίτλο πάνω από κάθε
//διάγραμμα
--> i=i+1;//αύξηση της μεταβλητής
-->end//τέλος του επαναληπτικού βρόγχου
--> plotsurf(fls,[2 1],1,[0 0],25,2)//για κάθε τύπο που
//δημιουργεί το γράφημα Surface

-->subplot(3,2,i);//για κάθε τύπο γραφήματος

-->xstring(0,0.7,"Defuzzification Output Surface Gallery");
//Εισάγει στη θέση 0,0.7 τον τίτλο

-->t=get("hdl");//εμφανίζει πάλι τις πληροφορίες του
//συστήματος με τις αλλαγές του

-->t.foreground=9;t.font_size=3;//αλλάζει το χρώμα και το
///μέγεθος των γραμμάτων

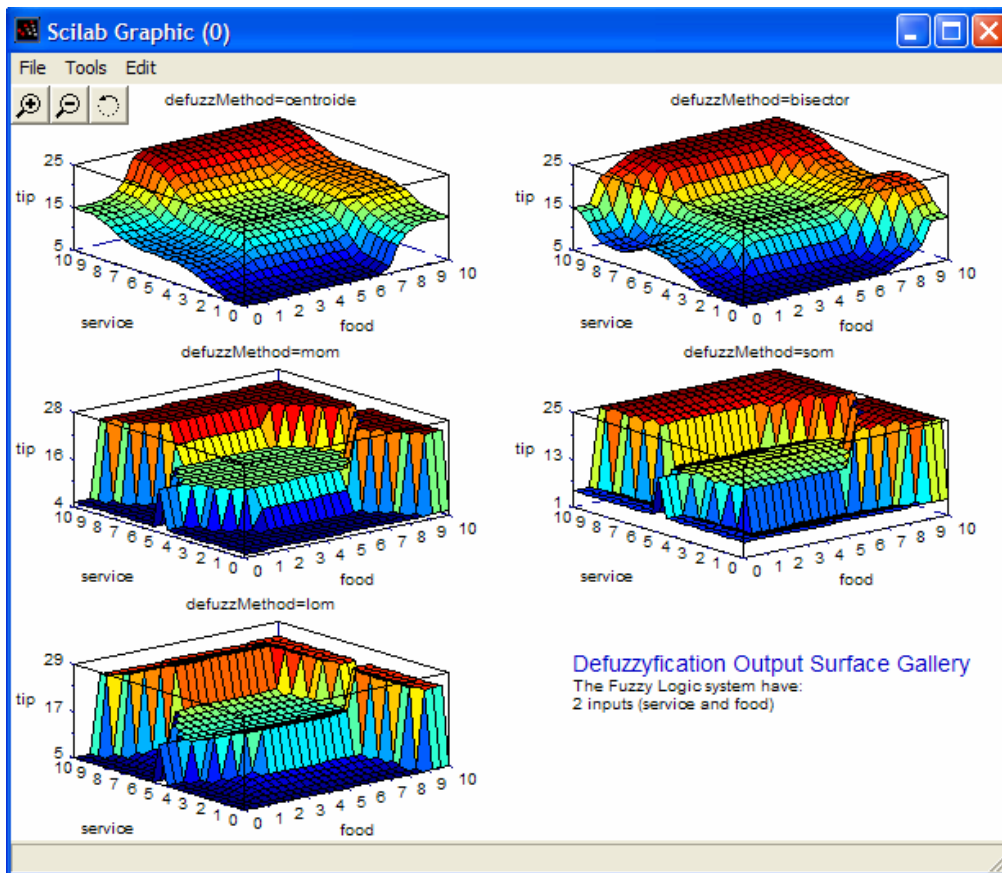
-->xstring(0,0.6,"The Fuzzy Logic system have:");//εισάγει
//τίτλο στη θέση 0,0.6

-->xstring(0,0.5,"2 inputs (service and food);//εισάγει
//τίτλο στη θέση 0,0.5

-->xstring(2,1,"1 output (tip);//εισάγει τίτλο στη θέση 2,1

-->h.visible="on";//και εμφανίζει τώρα τα γραφήματα

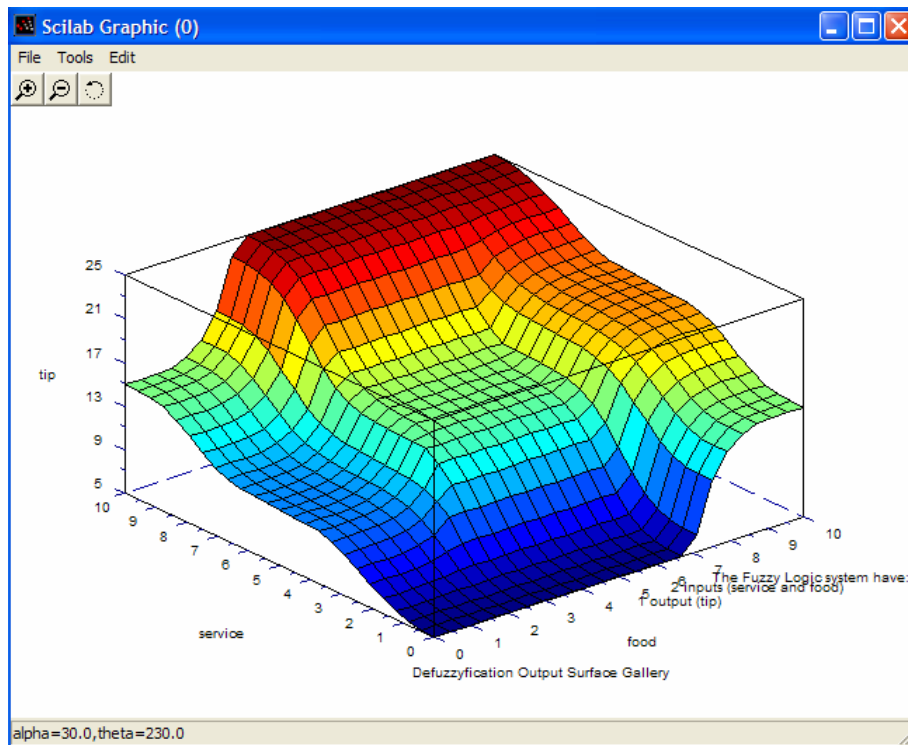
```



Σχήμα 127-Γράφημα surface

Έστω ότι για το παραπάνω παράδειγμα επιλέγετε τον τρόπο αποσαφοποίησης centroide, ο κώδικας τότε διαμορφώνεται ως εξής:

```
-->fls=importfis(flt_path()+"demos/tip.fis");
-->xbasc();
-->fls.defuzzMethod="centroide";
-->plotsurf(fl_s,[2 1],1,[0 0],25,2);
-->xstring(0,0.7,"Defuzzification Output Surface Gallery");
-->xstring(8,0.6,"The Fuzzy Logic system have:");
-->xstring(7,0.7,"2 inputs (service and food)");
-->xstring(6,0.6,"1 output (tip)");
```

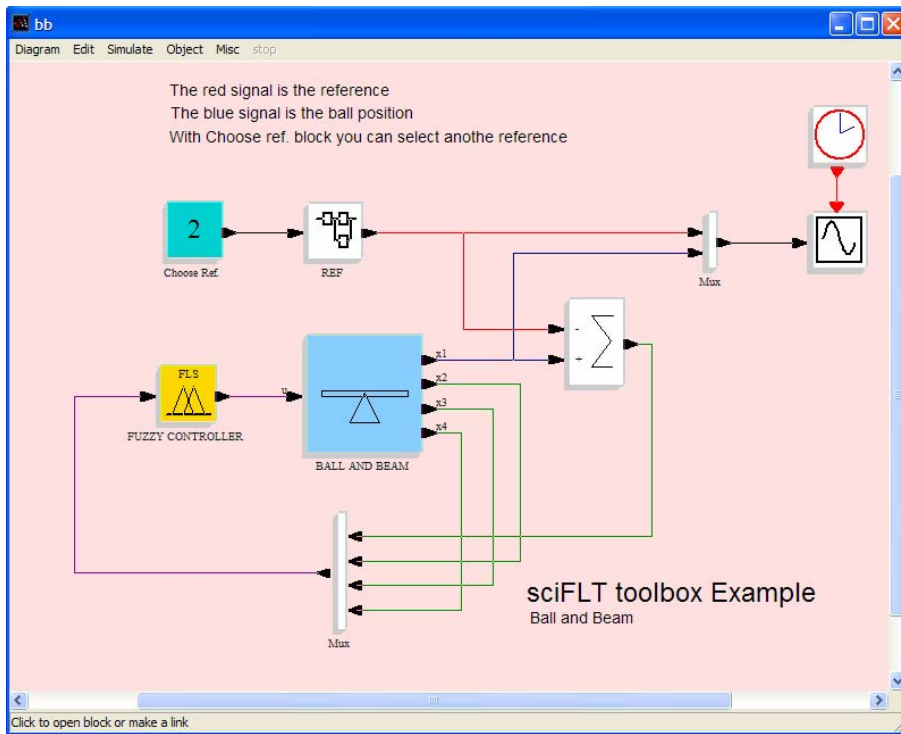


Σχήμα 128 -Γράφημα surface για centroide

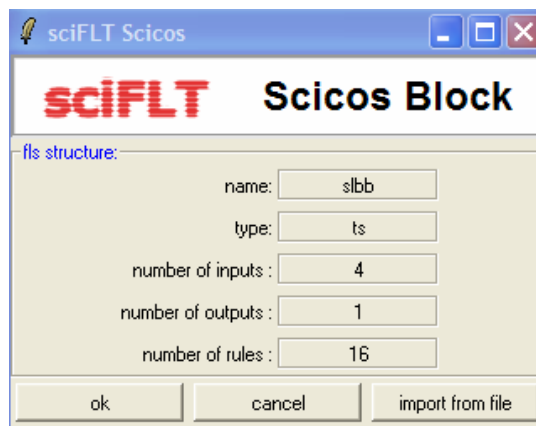
3.4.8.8 Σύνδεση sciFLT με Scicos

Κατά τη μελέτη της εργαλειοθήκης fuzzy διαπιστώθηκε πως υπάρχει η ικανότητα σύνδεσης με την εργαλειοθήκη Scicos.

Το πακέτο Fuzzy περιλαμβάνει κάποια έτοιμα παραδείγματα. Ένα από αυτά που θα εξεταστεί παρακάτω είναι η ισορροπία ή η επιθυμητή κατεύθυνση ενός αντικειμένου, παραδείγματος χάριν μιας μπάλας.



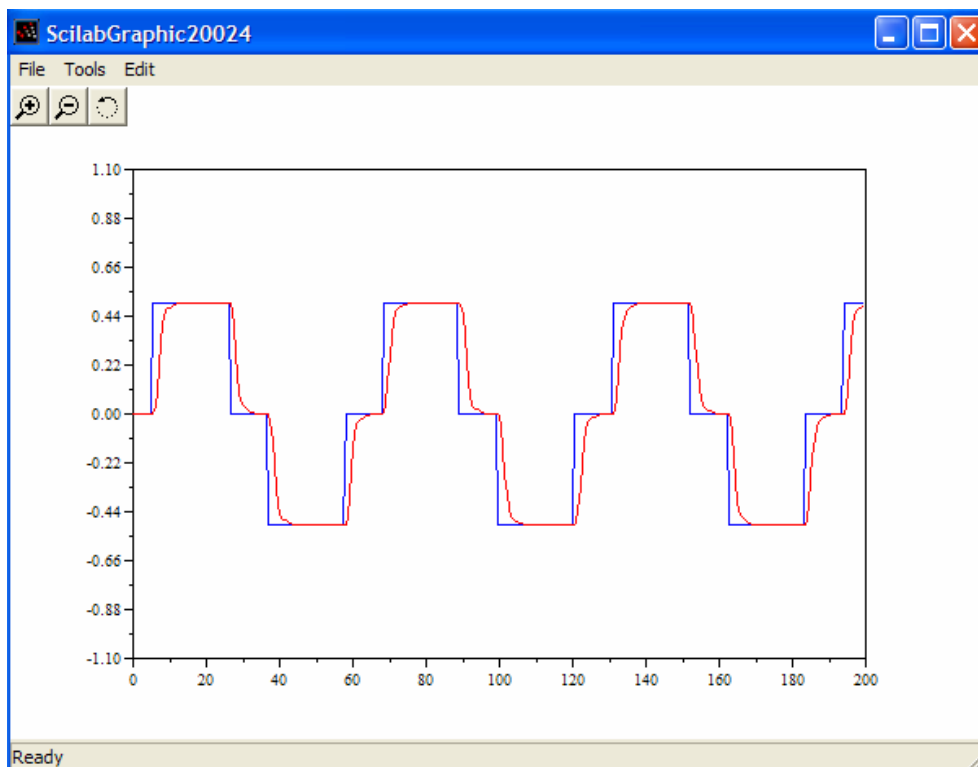
Στο παράδειγμα αυτό παρατηρείτε έναν ασαφή ελεγκτή, όπου πατώντας πάνω του, εμφανίζεται το όνομα, ο τύπος, οι εισοδοί, οι έξοδοι και οι κανόνες του ασαφούς συστήματος που φορτώνει ο ελεγκτής.



Κατά τη δημιουργία του συστήματος στην εργαλειοθήκη Scicos, η εισαγωγή ενός τέτοιου ελεγκτή γίνεται από το μενού Edit-> Palettes -> Fuzzy_Logic (εφ' όσον έχει ανοιχτεί η εργαλειοθήκη fuzzy προηγουμένως). Πατώντας πάνω στο συγκεκριμένο block εμφανίζετε τα χαρακτηριστικά που πρέπει να φορτωθούν για το ασαφές σύστημα (πραγματοποιείται από το import from file).

Επίσης, υπάρχει κι ένα block, το οποίο λειτουργεί σαν “τραμπάλα”, έτσι ώστε να κατευθύνει την μπάλα που βρίσκεται πάνω στη ράβδο στην επιθυμητή θέση (ανάλογα με την είσοδο).

Τρέχοντας το παράδειγμα παρατηρείτε ότι με το μπλε χρώμα αναπαρίσταται η επιθυμητή κατεύθυνση της μπάλας, ενώ με το κόκκινο η κατεύθυνση που ακολουθεί η μπάλα.



3.4.9 ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΗ GUIDE

3.4.9.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το SciGui είναι ένα απλό εργαλείο σχεδίασης για το χρήστη. Επιτρέπει την οργάνωση των γραφημάτων, την προσθήκη και την τροποποίηση των γραφικών αντικειμένων (buttons, textfields, labels, κ.τ.λ).

Η τελευταία τροποποίηση της εργαλειοθήκης πραγματοποιήθηκε στις 23 Φεβρουαρίου 2007.

Την εργαλειοθήκη guide version 1 την υποστηρίζει το Scilab-4.1.1. Μπορείτε να την προμηθευτείτε από την σελίδα http://www.scilab.org/contrib./index_contrib.php?page=displayContribution&fileID=1022

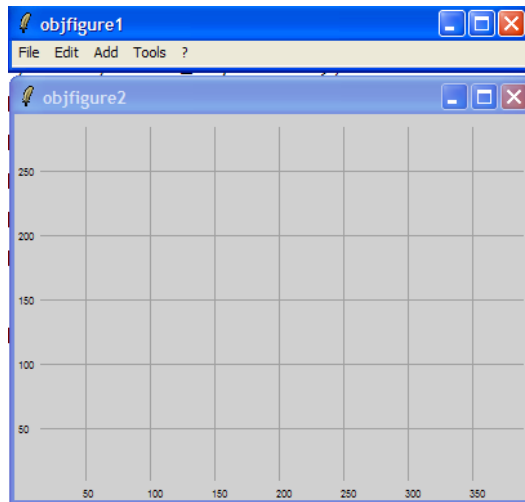
3.4.9.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ GUI

Για την εγκατάσταση του Guide θα πρέπει πρώτα να τοποθετήσετε το αρχείο αποσυμπιεσμένο στο φάκελο Contrib του Scilab. Στη συνέχεια στο παράθυρο εντολών του Scilab επιλέγετε το κατάλληλο μονοπάτι για να βρείτε το αρχείο του SciGui από το μενού *File -> Exec ...*, για παράδειγμα:

```
-->exec('C:\Program Files\scilab4.1.1\contrib\SciGui\SciGui.sci').
```

Σημείωση: κάθε φορά που θέλετε να δουλέψετε με την εργαλειοθήκη Guide κάνετε την ίδια διαδικασία.

Εάν τρέξετε την εργαλειοθήκη με την εντολή SciGui(), θα ανοίξει το παρακάτω παράθυρο. Όπως παρατηρείτε εμφανίζονται δυο παράθυρα. Το πρώτο (objfigure1) περιέχει μια γραμμή εργαλείων με διάφορα μενού, ενώ το δεύτερο (objfigure2) είναι το παράθυρο σχεδίασης.



Σχήμα 129-Περιβάλλον του SciGui

Παρακάτω εξηγούνται μερικά βασικά μενού που συμβάλλουν στη σχεδίαση.

File:

- New: Διαμόρφωση της θέσης και των διαστάσεων (ύψους, πλάτους) του δεύτερου παραθύρου.
- Load: Φόρτωση κάποιου έτοιμου παραθύρου σχεδίασης.
- Save: Αποθήκευση του παραθύρου.
- Quit: Έξοδος από την εργαλειοθήκη Guide.

Edit: Από αυτό το μενού σας δίνετε η δυνατότητα να διαμορφώσετε την θέση του αντικειμένου στο παράθυρο σχεδίασης, τις διαστάσεις του όπως και το όνομα που επιθυμείτε να έχει το αντικείμενο. (Αυτές οι επιλογές είναι εφικτές εφόσον έχουν δημιουργηθεί ήδη τα αντικείμενα στο παράθυρο σχεδίασης).

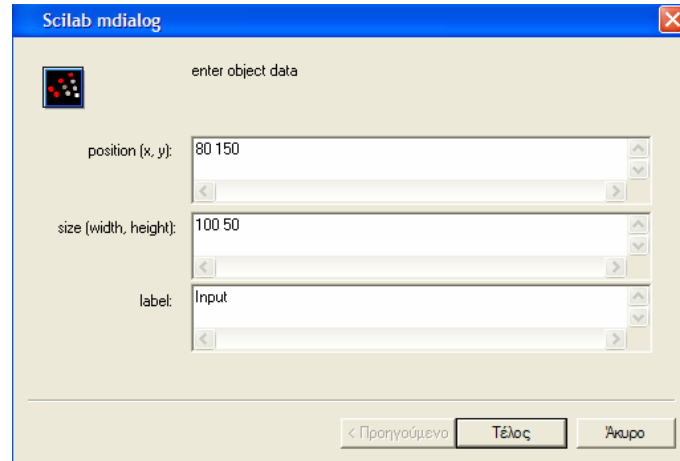
Add: Στο μενού Add μπορείτε να προσθέσετε τα παρακάτω αντικείμενα στο παράθυρο σχεδίασης.

- Button 
- TextField 
- Label 
- ListBox 
- CheckBox 

Παράδειγμα: έστω ότι θέλετε να βάλετε ένα Button κι ένα Label.

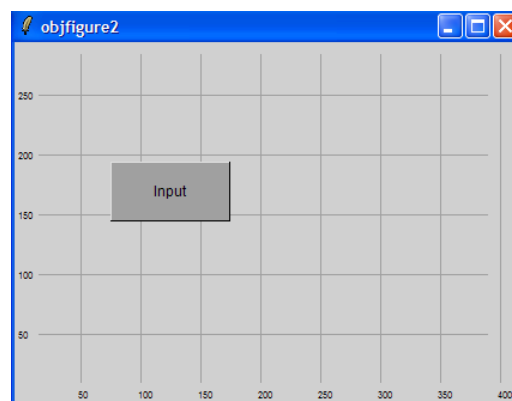
Βήμα 1: Εισαγωγή του αντικείμενου Button από το μενού Add -> Button.

Βήμα 2: Εμφανίζεται ένα παράθυρο για να ρυθμίσετε τις διαστάσεις, τη θέση και το όνομα του αντικειμένου.



Σχήμα 130-Ρύθμιση του αντικειμένου

Τέλος, πατώντας το κουμπί εμφανίζεται το αντικείμενο στο παράθυρο σχεδίασης.



Σχήμα 131-Εισαγωγή αντικειμένου

Βήμα 3: Εισάγετε το Label και στην συνέχεια επαναλαμβάνετε το Βήμα 2.

Βήμα 4: Έστω ότι οι διαστάσεις του Label δεν είναι οι επιθυμητές. Τότε τις διορθώνετε από το μενού Edit -> Label, αφού το επιλέξετε πρώτα

Tools

- Toggle Grid: Εμφάνιση και απόκρυψη του πλέγματος στο παράθυρο σχεδίασης.

4 Κεφάλαιο 4^ο

Τα συμπεράσματα που βγάλαμε συγκρίνοντας το Matlab και τα εναλλακτικά του προγράμματα ελεύθερου λογισμικού

4.1 Εισάγοντας προγράμματα από το Matlab στην Octave

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εξετάστηκαν διάφορα εναλλακτικά πακέτα λογισμικού βάση της ύλης κάποιων μαθημάτων που πραγματοποιούνται στη σχολή. Μερικές βασικές παρατηρήσεις ακολουθούν παρακάτω.

Παρόλο που η Octave προσπαθεί να είναι συμβατό με το MATLAB, τα γραφήματά του δεν είναι τόσο καλά όσο του Matlab. Εμφανίζουν αδυναμία στην παρουσίαση επιπλέον λεπτομερειών όπως αυτών του Matlab.

Η Octave δεν υποστηρίζει ούτε κάτι αντίστοιχο με το Simulink ούτε έχει κάποιο πακέτο για ασαφή συστήματα. Η απώλεια μιας εργαλειοθήκης για ασαφή συστήματα, μπορεί να αναπληρωθεί με την ύπαρξη ενός καλού και ώριμου πακέτου, του FisPro . Ωστόσο το FISPRO δεν μπορεί να συνδεθεί με ένα πρόγραμμα εξομοίωσης όπως το Simulink ή το SCICOS, κάτι που ίσως είναι και πλεονέκτημα μια και λειτουργεί αυτόνομα χωρίς να χρειάζεται κάποιο επιπλέον πρόγραμμα(όπως Matlab, Octave, Scilab κ.τ.λ.) για να τρέξει.

Επίσης το εργαλείο σχεδίασης ελεγκτών sisotool του Matlab δεν μπορεί να αντικατασταθεί από κάποιο όμοιο του στην Octave.

Η δημιουργία περιβάλλοντος γραφικών, όπως αυτά που μπορούν να δημιουργηθούν με το GUIDE στο Matlab μπορεί να τα κάνει η Octave μέσω προγραμματισμού σε βιβλιοθήκη GTK. Οι βιβλιοθήκες της Octave δημιουργούνται από μέλη της και είναι διαθέσιμες σε όσους ενδιαφέρονται μέσω του διαδικτύου από τη σελίδα της Octave

Forge (<http://octave.sourceforge.net>). Οι βιβλιοθήκες της Octave παρουσιάζουν έλλειψη σε ορισμένες λειτουργίες σε σχέση με τις βιβλιοθήκες του matlab. Γι' αυτό ακριβώς το λόγο η Octave αδυνατεί να αναπαραγάγει ακριβώς τις λειτουργίες του MATLAB.

Πιο συγκεκριμένα στη μελέτη αυτή διαπιστώθηκαν οι εξής ελλείψεις:

- Η εύρεση των πόλων και των μηδενικών στην Octave δεν γίνεται με ξεχωριστές συναρτήσεις όπως στο MATLAB με τη `zero` και την `pole`.
- Δεν υπάρχουν ρουτίνες που να υπολογίζουν την ελεύθερη απόκριση του συστήματος στην Octave.
- Κάποιες ακόμη συναρτήσεις του MATLAB που δεν μπορούμε να εκτελέσουμε σε Octave είναι οι: `dsolve`, `ezplot`, `gensig` (οι οποίες δεν είναι απαραίτητες για τη διεξαγωγή του μαθήματος).
- Η συνάντηση `tf` που δημιουργεί συναρτήσεις μεταφοράς, δεν μπορεί να λειτουργήσει για συναρτήσεις που ο αριθμός των μηδενικών είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των πόλων της συνάρτησης, γεγονός που ισχύει για παλιότερες εκδόσεις του matlab.

Όσον αφορά τη μελέτη πάνω στις αριθμητικές μεθόδους ένα μεγάλο μέρος της ύλης του μαθήματος που διδάσκεται δεν μπορεί να καλυφθεί από την Octave. Οι ελλείψεις αυτές παρατηρήθηκαν στη μελέτη των μεθόδων για την επίλυση εξισώσεων: διχοτόμησης (`bisect`), `Regula-Falsi`, `Newton` και τέμνουσας (`secant`). Για την επίλυση γραμμικών εξισώσεων οι συναρτήσεις: `jacobi`, `gauss seidel`, `doolittle`, `contest`. Με την octave δεν μπορούμε να λύσουμε ολοκληρώματα με τις μεθόδους `τραπεζίου` και `Simpson`.

Όσον αφορά τη ψηφιακή επεξεργασία σήματος η octave ικανοποιεί σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις του εργαστηρίου με εξαίρεση την μελέτη του αντίστροφου μετασχηματισμού Z λόγω της μη ύπαρξης αντίστοιχων συναρτήσεων: `syms`, `pretty`, `iztrans`, `filt`.

Η κοινότητα της Octave είναι σημαντικά ενεργή τα δύο τελευταία χρόνια και έχει σημειώσει μεγάλη πρόοδο. Σημαντικές διαφορές μεταξύ της Octave και του Matlab είναι οι εξής:

- Διαφορές στη σύνταξη δεν καθιστούν αποδεκτό το πρόγραμμα του Matlab από την Octave όπως στην περίπτωση εμφωλιασμένων συναρτήσεων.
- Για τη μεταγλώττιση ενός προγράμματος το Matlab χρησιμοποιεί τον μεταγλωττιστή "Just-In-Time". Αυτός ο μεταγλωττιστής επιτρέπει την επιτάχυνση των βρόχων «for» στο Matlab. Η Octave δεν έχει παρόμοιο μεταγλωττιστή όπως τον JIT και έτσι μερικές φορές φαίνεται πιο αργή από το Matlab.
- Στο πρόγραμμα της Octave δεν υπήρχε υποστήριξη για γραφικά μέχρι και την έκδοση 2.9.9. Συμπεριλήφθηκαν στην Octave 2.9.10 και στις μεταγενέστερες, με αποτέλεσμα η γραφική παράσταση μεταξύ της Octave και του Matlab να είναι αυτήν την περίοδο στο στάδιο της Η υποστήριξη των γραφικών αφορά μόνο τα δισδιάστατα γραφικά.
- Μέχρι την έκδοση 2.9.10, η Octave δεν μπορούσε να φορτώσει και να αποθηκεύσει αρχεία που προέρχονταν από m-files του Matlab. Από την έκδοση 2.9.11 και έπειτα δύναται να φορτώνει m-file τύπο αρχείου, αλλά δεν μπορεί να αποθηκεύσει σε m-file.
- Επίσης η Octave προσθέτει μερικές συντακτικές επεκτάσεις στα αρχεία m-files της προκαλώντας μερικά προβλήματα κατά την ανταλλαγή των αρχείων μεταξύ των χρηστών Matlab και Octave. Στις σελίδες <http://octave.sourceforge.net/packages.html> και <http://octave.sourceforge.net/doc/> είναι δυνατόν να εντοπιστούν οι εντολές της Octave και οι αντιστοιχίες που υπάρχουν με το Matlab.
- Ένας κατάλογος των σημαντικότερων επεκτάσεων που πρέπει να αποφευχθούν από τους χρήστες της Octave για να είναι συμβατή με το Matlab είναι οι εξής:
 - Οι βρόχοι όπως if, while, κτλ μπορούν να τερματιστούν με "endif", "endwhile" κτλ. Το Matlab τους τερματίζει με "end"
 - Η Octave έχει τους τελεστές "++", "-", "-=", "+=", "*=", κτλ. Το Matlab δεν υποστηρίζει αυτούς τους τελεστές γι' αυτό οι πιθανές ανταλλαγές κώδικα με αυτούς τους τελεστές πρέπει να αποφεύγονται.

- Ο τελεστής '!' είναι ένας τελεστής άρνησης, όμοιος με τον τελεστής περισπωμένη '~'

Έτσι γενικότερα τα συμπεράσματα που βγήκαν είναι τα ακόλουθα:

- Αν και η octave σε γενικές γραμμές δουλεύει ικανοποιητικά, τα γραφικά της είναι πολύ κατώτερα ακόμα σε σχέση με αυτά του Matlab.
- Το περιβάλλον της octave δεν είναι τόσο εύχρηστο όσο του Matlab.
- Η βοήθεια στο Matlab πλοηγείται ευκολότερα απ' ότι στην Octave.
- Τα βοηθητικά έγγραφα της Octave είναι μόλις επαρκή. Υπάρχουν επίσης επιπλέον βοηθητικά έγγραφα και παραδείγματα για τις εντολές των βιβλιοθηκών της octave στο διαδίκτυο.
- Το σημαντικότερο προτερήματα της Octave είναι ότι διατίθεται δωρεάν και ότι είναι ανοιχτού κώδικα.

4.2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ SCILAB - MATLAB

Από το 1994 το SCILAB ενημερώνεται διαρκώς και διατίθεται στο διαδίκτυο. Δυστυχώς το πακέτο SCILAB δεν είχε την επιτυχία που όφειλε να έχει. Αν και διατίθεται δωρεάν, δεν είναι ικανό να χτίσει μεγάλη κοινότητα χρηστών. Παρακάτω θα γίνει μια προσπάθεια σύγκρισης του λογισμικού SCILAB με το πακέτο MATLAB έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι αδυναμίες του πακέτου SCILAB.

Η πιο πρόσφατη έκδοση (MATLAB 7.2) απαιτεί μεγάλο μέρος του δίσκου (460 MB για MATLAB μόνο) και τουλάχιστον 512MB της RAM. Η πλήρης συσκευασία απαιτεί μέχρι 2.5GB του δίσκου.

Το Scilab διανέμεται δωρεάν και καταλαμβάνει πολύ μικρότερο χώρο στο δίσκο σε σύγκριση με το Matlab.

Η φόρτωση του λογισμικού SCILAB διαρκεί το πολύ πέντε δευτερόλεπτα, ενώ του MATLAB διαρκεί περίπου 15 δευτερόλεπτα. Η βοήθεια MATLAB είναι ιδιαίτερα περιγραφική και απαιτεί περίπου 10 δευτερόλεπτα για να φορτώσει. Αντίθετα η βοήθεια SCILAB φορτώνει σχεδόν στιγμιαία.

Ο χρόνος που καθυστερεί το MATLAB για να φορτώσει έναν αριθμό χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις, όπως την plot (), είναι πολύ περισσότερος από το χρόνο του SCILAB, για να κάνει το ίδιο πράγμα.

Ο ΧΡΟΝΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ του λογισμικού ανοιχτής πηγής SCILAB είναι πολύ μικρότερος.

Από την άποψη του περιβάλλοντος των παραθύρων, το MATLAB είναι περισσότερο επαρκές απ' ότι SCILAB.

Η βοήθεια στο SCILAB είναι πολύ ελλιπής. Τα παραδείγματα που παρέχει δεν είναι ικανοποιητικά. Επίσης, δεν περιλαμβάνει βοήθεια για τις βιβλιοθήκες που εγκαθιστά ο χρήστης .

Το συμπέρασμα για τη βοήθεια, είναι ότι το MATLAB έχει πολύ καλύτερη βοήθεια απ' ότι το SCILAB.

Μερικές συναρτήσεις στο Matlab και Scilab

Συνάρτηση Scilab	Λειτουργία	Συνάρτηση Matlab
abs	Απόλυτο	abs
acos	Ανάστροφο συνημίτονο sin, atan	acos
atan(imag(A),real(A))		Angle(A)
cd	Αλλαγή/εισαγωγή σε κατάλογο	cd
cd("../")		cd..
clc	Καθαρισμός του Command Window	clc
clear	Καθαρισμός μεταβλητών	clear
clf	Καθαρισμός γραφημάτων	clf
conj		conj
cos	Ημίτονο ίδια sin, tan	cos
date	Εμφάνιση της τρέχουσας ημερομηνίας	date
det	ορίζουσα	det
dir	Τρέχων κατάλογος	dir
exit/quit	Έξοδος	exit/quit
help/fl	Εμφάνιση βοήθειας	help/fl
mtlb_hold	Κρατά το τρέχων γράφημα	hold
inv	Αντιστροφή πίνακα	inv
log10	Λογάριθμος με βάση 10	log10
log	Λογάριθμος με βάση e	log
real	Πραγματικό μέρος	real
round	Στρογγυλοποίηση αριθμού	round
sqrt	Τετραγωνική ρίζα	sqrt
convol	Συνέλιξη	conv
spec	Επιστρέφει τις ιδιοτιμές του πίνακα	eig

Παρατηρήθηκε ότι το Scilab δεν μπορεί να ανταπεξέλθει σε μεθόδους όπως bisect, falsi, Newton, secant, jacobi, g-seidel και doolittle..

Το πακέτο Scilab δεν περιλαμβάνει εργαλειοθήκη για δημιουργία συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Αν και η εργαλειοθήκη δεν υπάρχει χωριστά, σχεδόν όλες οι απαραίτητες λειτουργίες είναι είτε διαθέσιμες στο γενικό πακέτο είτε μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα(π.χ. "tf " και "impulse") . Η ιστοσελίδα του SCILAB παρέχει στο χρήστη ένα πρακτικό γραφικό εργαλείο για να βοηθήσει στην δημιουργία των απλών συστημάτων και να βρει τις παραμέτρους. Το εργαλείο αυτό είναι το "RLtool".

Τα plot του SCILAB δεν έχουν αυτόματα ζουμ, ο χρήστης πρέπει με το χέρι να χρησιμοποιήσει τα κουμπιά ζουμ in/out. Από άποψη αισθητικής τα plot του Scilab είναι εξίσου ικανά σαν του Matlab.

Παρατηρείτε ότι ενώ το Scilab παρέχει στο χρήστη σημαντική μείωση του χρόνου κατά την χρήση των plot σε σύγκριση με το Matlab, δεν είναι επαρκές για τη μελέτη των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου.

Σύμφωνα με το κεφάλαιο του Scicos και Simulink παρατηρήθηκε ότι παρόλο την ελλιπή βιβλιοθήκη του scicos είναι ικανό να αντικαταστήσει το Simulink.

Η εργαλειοθήκη Fuzzy του Matlab και η εργαλειοθήκη sciFLT του Scilab παρατηρήθηκε ότι μέχρι ένα σημείο λειτουργούν το ίδιο καλά. Δηλαδή δημιουργούν ένα σύστημα, εισάγουν εισόδους, εξόδους, ρυθμίζουν παραμέτρους (name, Range κ.τ.λ.), εισάγουν ασαφή σύνολα, ρυθμίζουν τύπο ασαφών συνόλων (trimf, gaussmf, trapezmf κ.τ.λ.), δημιουργούν κανόνες κ.α. Γενικός το γραφικό περιβάλλον τους χρησιμοποιείται το ίδιο καλά μέχρι το σημείο σχεδίασης του ασαφούς συστήματος. Για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και γραφημάτων λειτουργούν εντελώς διαφορετικά.

Το sciFLT δεν παρέχει στον χρήστη την ευκολία ενός γραφικού περιβάλλοντος για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και γραφημάτων. Τα σημεία που μειονεκτεί, είναι τα εξής:

- i) Δεν παριστάνει σε γραφική παράσταση τις εισόδους και τις εξόδους.
- ii) Για την εμφάνιση του τρισδιάστατου γραφήματος, των τίτλων του γραφήματος, των αποτελεσμάτων του συστήματος, όλα αυτά κατορθώνονται με συγκεκριμένες εντολές από τα παράθυρο εντολών του Scilab. Αυτό δεν είναι τόσο εύκολο προς τον χρήστη γιατί θα πρέπει να μάθει τις εντολές και τη σύνταξη τους.

Συνεπώς το Fuzzy του Matlab αρκετά πιο ανεπτυγμένο ως προς το γραφικό του περιβάλλον άρα και εύχρηστο στον χρήστη απ' ότι το "φτωχότερο" sciFLT του Scilab.

Στο Scilab η εργαλειοθήκη SciGui για δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος βρίσκεται σε αρκετά πρώιμο στάδιο. Περιέχει πολύ λίγα αντικείμενα και οι λειτουργίες αυτών είναι πολύ περιορισμένες.

Συνεπώς το GUI του Matlab είναι πολύ καλύτερο σε σχέση με τη λειτουργία και αποτελεσματικότητα. Παρόλο που το Scicos φορτώνει πολύ γρηγορότερα.

Ένα **βασικό μειονέκτημα** του Scilab που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι: οι συγκεκριμένες βιβλιοθήκες που αναφέρθηκαν στο βιβλίο αυτό (Rltool, SciGui, sciFLT) λειτουργούν σε διαφορετικές εκδόσεις Scilab. Δηλαδή το Rltool δουλεύει στο Scilab-4.0, το SciGui στο Scilab-4.1.1 και το sciFLT στο Scilab-3.0. Οπότε αν ο χρήστης θέλει να χρησιμοποιήσει και τα τρία εργαλεία θα πρέπει να έχει και τις ανάλογες εκδόσεις Scilab.

4.3 Συγκέντρωση των στοιχείων σύγκρισης.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	MATLAB	OCTAVE	SCILAB
Απαιτήσεις Συστήματος	Οι απαιτήσεις είναι πολύ υψηλές για RAM και σκληρό δίσκο για την βέλτιστη απόδοση.	Πολύ μικρές απαιτήσεις για καλή λειτουργία	Πολύ μικρές απαιτήσεις για καλή λειτουργία
Κόστος	Το πακέτο κοστίζει 99\$, ενώ για πρόσθετες εργαλειοθήκες κοστίζουν 59\$ με 69\$	Είναι ελεύθερο πακέτο και το προμηθεύεστε από Sourceforge.net	Είναι ελεύθερο πακέτο και το προμηθεύεστε από www.scilab.org
Help	Η βοήθεια είναι ιδιαίτερα πολυμήχανη και περιέχει την λίστα κατηγοριών των λειτουργιών σε όλες τις εργαλειοθήκες .	Η βοήθεια της παρέχεται μέσω της γραμμής εντολών της και δεν παρέχει κάποια λίστα κατηγοριών	Η βοήθεια δεν περιέχει καμία λίστα κατηγοριών των λειτουργιών
Χρόνος Φόρτωσης	Είναι πολύ αργό κατά τη διάρκεια φόρτωσης , στους υπολογισμούς και κατά τη δημιουργίας γραφικών παραστάσεων λόγω του μεγάλου μεγέθους της	Είναι πολύ πιο αργή από το Matlab λόγω της έλλειψης κάποιων μεταγλωττιστών, που έχει το Matlab	Φορτώνει πολύ γρήγορα και οι υπολογισμοί είναι επίσης γρηγορότεροι από το ότι το Matlab.
Αριθμητικές	Περιέχει τις περισσότερες λειτουργίες για να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις του μαθήματος	Έχει ελλιπή μεθόδους και συναρτήσεις, δεν καλύπτει όλες τις ανάγκες του μαθήματος	Έχει ελλιπή μεθόδους και συναρτήσεις, δεν καλύπτει όλες τις ανάγκες του μαθήματος
ΣΑΕ	Η μελέτη των συστημάτων είναι πολύ εύκολη και ιδιαίτερα ακριβής. Ο αριθμός λειτουργιών που είναι διαθέσιμο στο σύστημα είναι πολύ υψηλός.	Η μελέτη των συστημάτων δεν είναι επαρκής. Δεν παρέχει εργαλείο όμοιο με το sisotool	Η συσκευασία μαζί με RLtool βοηθά στη μελέτη των συστημάτων αλλά οι διαθέσιμες λειτουργίες είναι ανεπαρκείς
Simulink	Το simulink έχει πλούσιο και εύχρηστο	Δεν περιέχει εργαλείο όμοιο	Έχει ενσωματωμένη

	περιβάλλον με ανώτερα γραφικά από ότι το scicos	με το simulink	τη εργαλειοθήκη και μπορεί να αντεπεξέλθει στις λειτουργίες του μαθήματος
GUI	Είναι εκτενές και περιέχει όλα τα ουσιαστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα	Μπορεί να προστεθεί σε αυτό η βιβλιοθήκη GTK αλλά δεν έχει σημαντικές λειτουργίες ακόμα	Είναι φτωχό και απαιτεί πολλά περισσότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα
Fuzzy Logic System	Παρέχει ένα ανεπτυγμένο γραφικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να κάνει την μελέτη των ασαφών συστημάτων πολύ εύκολη. Μεγάλο σε μέγεθος.	Δεν περιέχει εργαλειοθήκη όμοια με Fuzzy αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ανεξάρτητο πρόγραμμα FISpro	Η χρήση του γραφικού περιβάλλοντος του είναι περιορισμένη και απαιτεί χρήση κώδικα. Αρκετά μικρό σε μέγεθος.

5 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

1. ΓΕΝΙΚΗ ΑΔΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ GNU

Έκδοση 2, Ιούνιος 1991

Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.

59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Επιτρέπεται σε όλους η αντιγραφή και διανομή αυτούσιων αντιγράφων αυτού του εγγράφου άδειας χρήσης, χωρίς ωστόσο να επιτρέπεται η αλλοίωσή του.

5.1.1 Εισαγωγή

Οι άδειες χρήσης των περισσότερων προγραμμάτων συντάσσονται για να περιορίσουν την ελευθερία σας να τα μοιράζεστε με άλλους και να τα επεξεργάζεστε. Εν αντιθέσει, η Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης GNU έχει σκοπό να εγγυηθεί την ελευθερία σας να χρησιμοποιείτε από κοινού με άλλους και να τροποποιείτε προγράμματα που διατίθενται ελεύθερα -- δηλαδή να εγγυηθεί ότι το πρόγραμμα είναι ελεύθερο για όλους τους χρήστες. Αυτή η Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης ισχύει για τα περισσότερα προγράμματα του Ιδρύματος Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation), καθώς και για κάθε άλλο πρόγραμμα οι δημιουργοί του οποίου συμμορφώνονται με την άδεια αυτή. (Ορισμένα άλλα προγράμματα του Ιδρύματος Ελεύθερου Λογισμικού καλύπτονται από τη Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης Βιβλιοθήκης GNU.) Την άδεια αυτή μπορείτε να την εφαρμόσετε και στα δικά σας προγράμματα.

Μιλώντας για ελεύθερο λογισμικό, αναφερόμαστε στην ελευθερία χρήσης του, όχι στο κόστος του. Οι Γενικές Άδειες Δημόσιας Χρήσης τις οποίες συντάσσουμε έχουν σκοπό να κατοχυρώσουν την ελευθερία σας να διανέμετε αντίγραφα ελεύθερου λογισμικού (και να χρεώνετε, εάν το επιθυμείτε, την παροχή αυτής της υπηρεσίας), να σας εξασφαλίσουν το δικαίωμα να λαμβάνετε τον πηγαίο κώδικα, εάν τον χρειάζεστε, καθώς και να τροποποιείτε το πρόγραμμα ή να χρησιμοποιείτε τμήματά του σε καινούργια ελεύθερα προγράμματα -- και να διασφαλίσουν ότι είστε ενήμεροι για τα παραπάνω δικαιώματά σας.

Για την προστασία των δικαιωμάτων σας, επιβάλλεται να προβούμε σε περιορισμούς οι οποίοι θα εμποδίζουν σε κάποιον να αμφισβητήσει τα δικαιώματά

σας ή να σας ζητήσει να παραιτηθείτε από αυτά. Αυτοί οι περιορισμοί ερμηνεύονται ως συγκεκριμένες ευθύνες για εσάς εάν διανέμετε αντίγραφα κάποιου ελεύθερου λογισμικού ή εάν το τροποποιείτε.

Για παράδειγμα, εάν διανέμετε αντίγραφα ενός τέτοιου προγράμματος, είτε δωρεάν είτε με χρέωση, πρέπει να εκχωρήσετε στους παραλήπτες όλα τα δικαιώματα που έχετε και εσείς. Πρέπει να εγγυηθείτε ότι και εκείνοι επίσης λαμβάνουν, ή μπορούν να λάβουν, τον πηγαίο κώδικα. Πρέπει επίσης να τους επιδείξετε τους όρους αυτής της άδειας χρήσης, ώστε να είναι ενήμεροι για τα δικαιώματά τους.

Προστατεύουμε τα δικαιώματά σας με δύο τρόπους: (1) προστατεύοντας το λογισμικό και (2) προσφέροντάς σας αυτήν την άδεια, με την οποία αποκτάτε νόμιμο δικαίωμα αντιγραφής, διανομής ή/και τροποποίησης του λογισμικού.

Επιπλέον, για την προστασία των δημιουργών και τη δική μας, θέλουμε να καταστήσουμε βέβαιο ότι όλοι κατανοούν την απουσία εγγύησης για αυτό το ελεύθερο λογισμικό. Εάν το λογισμικό τροποποιηθεί από κάποιον τρίτο και στη συνέχεια διανεμηθεί, θέλουμε να γνωρίζουν οι παραλήπτες ότι το λογισμικό που απέκτησαν δεν είναι το πρωτότυπο, έτσι ώστε οποιοδήποτε πρόβλημα προκληθεί από τρίτους να μην βαρύνει το όνομα του δημιουργού.

Τέλος, κάθε ελεύθερο λογισμικό απειλείται συνεχώς από τις κατοχυρώσεις ευρεσιτεχνίας λογισμικού. Θέλουμε να αποφύγουμε τον κίνδυνο να αποκτήσουν οι αναδιανομές ελεύθερου λογισμικού τίτλους ευρεσιτεχνίας, καθιστώντας έτσι το λογισμικό προσωπική τους ιδιοκτησία. Για να αποκλείσουμε αυτό το ενδεχόμενο, έχουμε ξεκαθαρίσει ότι οποιαδήποτε ευρεσιτεχνία θα πρέπει να παρέχει άδεια ελεύθερης χρήσης από όλους, διαφορετικά να μην παρέχει καμιά απολύτως άδεια.

Ακολουθούν οι ακριβείς όροι και συνθήκες αντιγραφής, διανομής και τροποποίησης.

5.1.2 ΓΕΝΙΚΗ ΑΔΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ GNU

5.1.3 ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ, ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗΣ

1) Η Άδεια αυτή ισχύει για κάθε πρόγραμμα ή άλλο έργο που περιέχει σημείωμα από τον κάτοχο πνευματικών δικαιωμάτων, στο οποίο αναφέρεται ότι η διανομή του προγράμματος είναι δυνατή υπό τους όρους αυτής της Γενικής Άδειας

Δημόσιας Χρήσης. Ο όρος "Πρόγραμμα", παρακάτω, αναφέρεται σε οποιοδήποτε τέτοιο πρόγραμμα ή έργο, ενώ ο όρος "έργο βασισμένο στο Πρόγραμμα" σημαίνει είτε το Πρόγραμμα είτε κάθε άλλο παραγόμενο έργο που υπάγεται στο νόμο περί πνευματικής ιδιοκτησίας: με λίγα λόγια, ένα έργο που περιέχει ακέραιο το Πρόγραμμα ή ένα μέρος του, είτε αυτούσιο είτε με τροποποιήσεις ή/και μεταφρασμένο σε άλλη γλώσσα. (Από αυτό το σημείο, η μετάφραση θα περιλαμβάνεται χωρίς περιορισμούς στον όρο "τροποποίηση".) Κάθε κάτοχος της άδειας χρήσης θα αναφέρεται στο εξής ως "εσείς/εσάς".

Άλλες δραστηριότητες πέραν της αντιγραφής, της διανομής και της τροποποίησης δεν καλύπτονται από αυτήν την Άδεια - είναι εκτός των πλαισίων της. Δεν υπάρχει περιορισμός στην ενέργεια εκτέλεσης ενός προγράμματος, ενώ το προϊόν της χρήσης του Προγράμματος καλύπτεται μόνο εφόσον το περιεχόμενό του συνιστά έργο βασισμένο στο Πρόγραμμα (ανεξάρτητα από το εάν δημιουργήθηκε με την εκτέλεση του Προγράμματος). Το κατά πόσο συμβαίνει αυτό εξαρτάται από το είδος του Προγράμματος.

2) Επιτρέπεται η αντιγραφή και διανομή αυτούσιων αντιγράφων του πηγαίου κώδικα του Προγράμματος όπως ακριβώς το έχετε λάβει, σε οποιοδήποτε αποθηκευτικό μέσο, με την προϋπόθεση ότι: θα δημοσιεύσετε εμφανώς και καταλλήλως, σε κάθε αντίγραφο, ένα σημείωμα πνευματικής ιδιοκτησίας και ένα σημείωμα αποποίησης ευθυνών εγγύησης - ότι θα συμπεριλάβετε ακέραια όλα τα σημειώματα που αναφέρονται στην Άδεια αυτή και στην απουσία οποιασδήποτε εγγύησης - και, τέλος, ότι θα εκχωρήσετε σε κάθε άλλον παραλήπτη του Προγράμματος ένα αντίγραφο αυτής της Άδειας μαζί με το Πρόγραμμα.

Έχετε δικαίωμα να επιβάλετε χρέωση για τη φυσική ενέργεια της μεταφοράς ενός αντιγράφου, καθώς και να παράσχετε, κατά την κρίση σας, προστασία εγγύησης με χρέωση.

3) Επιτρέπεται η τροποποίηση του αντιγράφου ή των αντιγράφων του Προγράμματος ολόκληρου ή μέρους του, η οποία συνιστά συνεπώς δημιουργία ενός έργου βασισμένου στο Πρόγραμμα, και η διανομή αυτών των τροποποιήσεων ή έργων υπό τους όρους της Ενότητας 1 ως ανωτέρω, με την προϋπόθεση ότι και εσείς πληρείτε όλες τις παρακάτω προϋποθέσεις:

α) Πρέπει να φροντίζετε ώστε τα τροποποιημένα αρχεία να παρέχουν εμφανή σημειώματα στα οποία να δηλώνεται η τροποποίηση των αρχείων και η ημερομηνία τροποποίησης.

β) Πρέπει να φροντίζετε ώστε για κάθε έργο το οποίο διανέμετε ή δημοσιεύετε, και το οποίο περιέχει ή παράγεται από ολόκληρο ή μέρος του Προγράμματος, να παρέχεται άδεια χρήσης του, χωρίς χρέωση, σε όλα τα τρίτα μέρη, σύμφωνα με τους όρους αυτής της Άδειας.

γ) Εάν το τροποποιημένο πρόγραμμα διαβάζει εντολές αλληλεπιδραστικά, κατά την τυπική εκτέλεσή του, πρέπει να φροντίζετε ώστε, κατά την έναρξη τυπικής εκτέλεσής του για αυτήν την αλληλεπιδραστική χρήση, να εκτυπώνεται ή να εμφανίζεται στην οθόνη μια ανακοίνωση, η οποία θα περιλαμβάνει το απαραίτητο σημείωμα πνευματικής ιδιοκτησίας και ένα σημείωμα στο οποίο θα αναφέρεται ότι δεν υπάρχει καμιά εγγύηση (ή, αντίθετα, ότι παρέχετε εγγύηση) και ότι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να αναδιανέμουν το πρόγραμμα σύμφωνα με τις προϋποθέσεις αυτές, καθώς και οδηγίες προς το χρήστη για τον τρόπο προβολής ενός αντιγράφου αυτής της Άδειας. (Εξαίρεση: εάν το ίδιο το Πρόγραμμα είναι αλληλεπιδραστικό αλλά κανονικά δεν εκτυπώνει αυτήν την ανακοίνωση, δεν απαιτείται από το έργο που δημιουργήσατε βασισμένοι στο Πρόγραμμα να εκτυπώνει ανακοίνωση.)

Οι απαιτήσεις αυτές ισχύουν για ολόκληρο το τροποποιημένο έργο. Εάν συγκεκριμένες ενότητες του έργου αυτού δεν παράγονται από το Πρόγραμμα, και μπορούν να θεωρηθούν με ασφάλεια από μόνες τους ως ανεξάρτητα και ξεχωριστά έργα, τότε αυτή η Άδεια και οι όροι της δεν ισχύουν για τις ενότητες αυτές, κατά τη διανομή τους ως ξεχωριστά έργα. Αλλά όταν διανέμετε τις ίδιες ενότητες ως τμήματα ενός ευρύτερου έργου το οποίο βασίζεται στο Πρόγραμμα, η διανομή του συνόλου πρέπει να υπόκειται στους όρους της Άδειας, σύμφωνα με την οποία τα δικαιώματα των άλλων χρηστών εκτείνονται σε ολόκληρο το έργο, επομένως και σε καθένα χωριστό τμήμα του, ανεξάρτητα από το ποιος είναι ο δημιουργός του.

Επομένως, πρόθεση αυτής της ενότητας δεν είναι να εγείρει δικαιώματα ή να αμφισβητήσει τα δικά σας δικαιώματα σε μια εργασία που δημιουργήσατε εξ ολοκλήρου οι ίδιοι - η πρόθεση, περισσότερο, είναι να ασκήσει το δικαίωμα ελέγχου

της διανομής των παραγόμενων ή των συλλογικών έργων που βασίζονται στο Πρόγραμμα.

Επιπλέον, η απλή προσθήκη ενός άλλου έργου, που δεν βασίζεται στο Πρόγραμμα, μαζί με το Πρόγραμμα (ή με ένα έργο που βασίζεται στο Πρόγραμμα) σε τόμο ενός μέσου αποθήκευσης ή διανομής, δεν υπάγει το άλλο έργο στα πλαίσια αυτής της Άδειας.

4) Επιτρέπεται η αντιγραφή και διανομή του Προγράμματος (ή ενός έργου βασισμένο σε αυτό, σύμφωνα με την Ενότητα 2) σε μορφή αντικειμενικού κώδικα ή εκτελέσιμη μορφή, σύμφωνα με τους όρους των Ενοτήτων 1 και 2 ως ανωτέρω, με την προϋπόθεση ότι πραγματοποιείτε και μια από τις ακόλουθες ενέργειες:

α) Το συνοδεύετε με τον αντίστοιχο, πλήρη πηγαίο κώδικα, ο οποίος είναι αναγνώσιμος από το σύστημα και ο οποίος πρέπει να διανέμεται σύμφωνα με τους όρους των Ενοτήτων 1 και 2 παραπάνω, σε ένα συνηθισμένο μέσο μεταφοράς λογισμικού - ή,

β) Το συνοδεύετε με γραπτή προσφορά, ισχύουσα τουλάχιστον για τρία χρόνια και με χρέωση όχι μεγαλύτερη από το κόστος της φυσικής διανομής κώδικα, παράδοσης σε τρίτους του πλήρους, αναγνώσιμου από το σύστημα αντιγράφου του αντίστοιχου πηγαίου κώδικα, ο οποίος θα διανεμηθεί υπό τους όρους των Ενοτήτων 1 και 2 ως ανωτέρω, σε συνηθισμένο μέσο μεταφοράς λογισμικού - ή,

γ) Το συνοδεύετε με τις πληροφορίες που λάβατε όσον αφορά την προσφορά διανομής του αντίστοιχου πηγαίου κώδικα. (Η εναλλακτική αυτή επιλογή επιτρέπεται μόνο για μη εμπορική διανομή και μόνο εφόσον λάβατε το πρόγραμμα σε αντικειμενικό κώδικα ή εκτελέσιμη μορφή με αυτήν την προσφορά, σύμφωνα με την Υποενότητα [β] παραπάνω.)

Ο πηγαίος κώδικας για ένα έργο συνιστά την προτιμώμενη μορφή του έργου για πραγματοποίηση τροποποιήσεων σε αυτό. Για ένα εκτελέσιμο έργο, πλήρης πηγαίος κώδικας σημαίνει όλο τον πηγαίο κώδικα για όλες τις λειτουργικές μονάδες που περιλαμβάνει, συν οποιαδήποτε σχετικά αρχεία ορισμού διασύνδεσης, συν τις δέσμες ενεργειών που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της μεταγλώττισης και εγκατάστασης του εκτελέσιμου αρχείου. Ωστόσο, ως ειδική εξαίρεση, ο πηγαίος κώδικας που διανέμεται δεν χρειάζεται να περιλαμβάνει οτιδήποτε διανέμεται κανονικά (είτε ως κώδικας, είτε σε δυαδική μορφή) μαζί με τα μεγαλύτερα στοιχεία

(μεταγλωττιστές, πυρήνας κ.ο.κ.) του λειτουργικού συστήματος στο οποίο εκτελείται το εκτελέσιμο αρχείο, εκτός εάν το ίδιο το στοιχείο συνοδεύει το εκτελέσιμο.

Εάν η διανομή του εκτελέσιμου ή του αντικειμενικού κώδικα πραγματοποιείται με παραχώρηση πρόσβασης για αντιγραφή από καθορισμένη τοποθεσία, τότε η παραχώρηση

ισοδύναμης πρόσβασης για αντιγραφή του πηγαίου κώδικα από την ίδια τοποθεσία λογίζεται ως διανομή του πηγαίου κώδικα - αν και τα τρίτα μέλη δεν υποχρεούνται να αντιγράψουν τον πηγαίο κώδικα μαζί με τον αντικειμενικό.

5) Δεν επιτρέπεται η αντιγραφή, τροποποίηση, παραχώρηση άδειας περαιτέρω εκμετάλλευσης ή διανομή του Προγράμματος εκτός εάν προβλέπεται ρητά στην παρούσα Άδεια. Διαφορετικά, κάθε απόπειρα για αντιγραφή, τροποποίηση, παραχώρηση άδειας εκμετάλλευσης ή διανομή του Προγράμματος είναι άκυρη και αυτομάτως καταργεί τα δικαιώματα που σας παραχωρεί η παρούσα Άδεια.

Ωστόσο, οι άδειες χρήσης των μελών που έχουν λάβει αντίγραφα ή δικαιώματα από εσάς, μέσω της παρούσας Άδειας, δεν θα ακυρωθούν, εφόσον τα μέλη αυτά παραμένουν πλήρως συμμορφωμένα με τους όρους της Άδειας.

6) Δεν απαιτείται από εσάς να δεχθείτε την παρούσα Άδεια, εφόσον δεν την έχετε υπογράψει. Ωστόσο, τίποτε άλλο δεν σας δίνει το δικαίωμα να τροποποιήσετε ή να διανείμετε το Πρόγραμμα ή τα παραγόμενα από αυτό έργα. Οι ενέργειες αυτές απαγορεύονται από το νόμο, εάν δεν αποδεχθείτε την παρούσα Άδεια. Συνεπώς, με το να τροποποιήσετε ή να διανείμετε το Πρόγραμμα (ή οποιοδήποτε έργο που βασίζεται στο Πρόγραμμα), δηλώνετε ότι αποδέχεστε την παρούσα Άδεια, καθώς και όλους τους όρους και συνθήκες που προβλέπει η Άδεια για την αντιγραφή, διανομή ή τροποποίηση του Προγράμματος ή έργων που βασίζονται σε αυτό.

7) Κάθε φορά που αναδιανέμετε το Πρόγραμμα (ή ένα έργο βασισμένο στο Πρόγραμμα), ο αποδέκτης αυτόματα παραλαμβάνει την αρχική άδεια αντιγραφής, διανομής ή τροποποίησης του Προγράμματος σύμφωνα με τους όρους και τις συνθήκες αυτές. Δεν επιτρέπεται να επιβάλλετε περαιτέρω περιορισμούς στην άσκηση των δικαιωμάτων του αποδέκτη τα οποία προβλέπονται εδώ. Δεν είστε υπεύθυνοι για το εάν τρίτα μέλη επιβάλλουν συμμόρφωση σε αυτήν τη Άδεια.

8) Εάν, ως συνέπεια δικαστικής απόφασης ή κατηγορίας για παράβαση νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο (μη περιορισμένο σε θέματα

ευρεσιτεχνίας), σας επιβληθούν όροι (είτε μέσω δικαστικής απόφασης, συμφωνίας ή μέσω άλλου τρόπου) οι οποίοι αντιβαίνουν τους όρους της παρούσας Άδειας, οι όροι εκείνοι δεν σας απαλλάσσουν από τους όρους της παρούσας. Εάν δεν είναι δυνατή η αναδιανομή με τρόπο ώστε να ικανοποιεί συγχρόνως τις υποχρεώσεις σας σύμφωνα με την παρούσα Άδεια και οποιεσδήποτε άλλες υποχρεώσεις απορρέουν από αυτή, τότε, ως συνέπεια, δεν επιτρέπεται να αναδιανέμετε το Πρόγραμμα με κανένα τρόπο. Για παράδειγμα, εάν μια άδεια ευρεσιτεχνίας δεν επιτρέπει τη χωρίς δικαιώματα εκμετάλλευσης αναδιανομή του Προγράμματος από όλους όσους λαμβάνουν αντίγραφα άμεσα ή έμμεσα από εσάς, τότε ο μόνος τρόπος με τον οποίο θα μπορούσατε να ικανοποιήσετε την άδεια εκείνη και την παρούσα Άδεια θα ήταν να αποφύγετε εντελώς την αναδιανομή του Προγράμματος.

Εάν οποιοδήποτε τμήμα αυτής της ενότητας καταστεί άκυρο ή μη δυνάμενο να επιβληθεί σε κάποια συγκεκριμένη περίπτωση, το υπόλοιπο τμήμα της ενότητας αυτής εφαρμόζεται και η ενότητα ως σύνολο εφαρμόζεται υπό οποιεσδήποτε συγκυρίες.

Δεν ανήκει στους σκοπούς της ενότητας αυτής να σας παρακινήσει να παραβιάσετε την ευρεσιτεχνία ή άλλες αξιώσεις πνευματικής ιδιοκτησίας ή να αμφισβητήσετε τον κύρος οποιωνδήποτε τέτοιων αξιώσεων. Μοναδικός σκοπός αυτής της ενότητας είναι να προστατέψει την ακεραιότητα του συστήματος διανομής ελεύθερου λογισμικού, η οποία υλοποιείται μέσω της πρακτικής των αδειών δημόσιας χρήσης. Πολλοί άνθρωποι έχουν συνεισφέρει γενναιόδωρα στην ευρεία έκταση του λογισμικού που διανέμεται μέσω αυτού του συστήματος, εμπιστευόμενοι την συνεπή εφαρμογή αυτού του συστήματος. Είναι στην ευχέρεια του δημιουργού/δωρητή να αποφασίσει εάν προτίθεται να διανείμει λογισμικό μέσω οποιουδήποτε άλλου συστήματος, και μια άδεια δεν είναι δυνατό να επιβάλει αυτήν την επιλογή.

Η ενότητα αυτή έχει ως σκοπό να καταστήσει σαφές ότι συνεπάγεται το υπόλοιπο τμήμα της παρούσας Άδειας.

9) Εάν η διανομή ή/και η χρήση του Προγράμματος εμποδίζεται σε ορισμένες χώρες, είτε μέσω κατοχυρωμένης ευρεσιτεχνίας είτε μέσω διασυνδέσεων που προστατεύονται από πνευματικά δικαιώματα, επιτρέπεται στον κάτοχο του αρχικού πνευματικού δικαιώματος, ο οποίος θέτει το Πρόγραμμα υπό τους όρους της παρούσας Άδειας, να προσθέσει έναν ρητό γεωγραφικό περιορισμό στη διανομή,

εξαιρώντας εκείνες τις χώρες, έτσι ώστε η διανομή να επιτρέπεται μόνο για τις χώρες οι οποίες δεν εξαιρούνται. Σε τέτοια περίπτωση, η παρούσα Άδεια ενσωματώνει τον περιορισμό σαν να ήταν διατυπωμένος στο σώμα της παρούσας Άδειας.

10) Το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation) έχει τη δυνατότητα περιστασιακά να δημοσιεύει αναθεωρημένες ή/και νέες εκδόσεις της Γενικής Άδειας Δημόσιας Χρήσης. Αυτές οι νέες εκδόσεις θα είναι συναφείς στο πνεύμα με την παρούσα έκδοση, όμως ενδέχεται να διαφέρουν στις λεπτομέρειες, καθώς αναφέρονται σε νέα προβλήματα και ζητήματα.

Σε κάθε έκδοση δίνεται ένας διακριτικός αριθμός έκδοσης. Εάν στο Πρόγραμμα καθορίζεται ένας αριθμός έκδοσης της παρούσας Άδειας, η οποία ισχύει σε αυτό, καθώς και "οποιασδήποτε μεταγενέστερης έκδοσης", μπορείτε να επιλέξετε ανάμεσα στο να ακολουθήσετε τους όρους και τις συνθήκες είτε εκείνης της έκδοσης είτε οποιασδήποτε άλλης έκδοσης που δημοσιεύεται από το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation). Εάν στο Πρόγραμμα δεν καθορίζεται αριθμός έκδοσης

της παρούσας Άδειας, μπορείτε να επιλέξετε οποιαδήποτε έκδοση η οποία έχει δημοσιευθεί από το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού.

11) Εάν επιθυμείτε να ενσωματώσετε μέρη του Προγράμματος σε άλλα ελεύθερα προγράμματα, των οποίων οι όροι διανομής είναι διαφορετικοί, επικοινωνήστε με το δημιουργό του Προγράμματος για να ζητήσετε την έγκρισή του. Για λογισμικό του οποίου η πνευματική ιδιοκτησία ανήκει στο Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation), επικοινωνήστε μαζί μας στο Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (σε ορισμένες περιπτώσεις προβαίνουμε σε εξαιρέσεις). Η απόφασή μας θα ληφθεί βάσει του διττού στόχου μας να διατηρήσουμε την ελευθερία όλων των προϊόντων που παράγονται από το ελεύθερο λογισμικό μας, καθώς και να προωθήσουμε γενικότερα την κοινή χρήση και τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του λογισμικού.

ΚΑΜΙΑ ΕΓΓΥΗΣΗ

12) ΕΠΕΙΔΗ Η ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΕΧΕΤΑΙ ΧΩΡΙΣ ΧΡΕΩΣΗ, ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΓΓΥΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ, ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΠΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ Η ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ. ΕΦΟΣΟΝ ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ

ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΕΓΓΡΑΦΗ ΔΗΛΩΣΗ, ΟΙ ΚΑΤΟΧΟΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ Ή/ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "ΩΣ ΕΧΕΙ" ΧΩΡΙΣ ΚΑΝΕΝΟΣ ΕΙΔΟΥΣ ΕΓΓΥΗΣΕΙΣ, ΕΙΤΕ ΡΗΤΕΣ ΕΙΤΕ ΕΜΜΕΣΕΣ, ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ, ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ, ΟΙ ΕΜΜΕΣΕΣ ΕΓΓΥΗΣΕΙΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ. ΟΠΟΙΟΣΔΗΠΟΤΕ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΝΗΚΕΙ ΕΞ ΟΛΟΚΛΗΡΟΥ ΕΣΑΣ. ΕΑΝ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΔΕΙΧΘΕΙ ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΙΚΟ, ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Ή ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΒΑΡΥΝΕΙ ΕΣΑΣ.

13) ΣΕ ΚΑΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ, ΕΚΤΟΣ ΕΑΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ Ή ΕΧΕΙ ΣΥΜΦΩΝΗΘΕΙ ΓΡΑΠΤΩΣ, Ο ΚΑΤΟΧΟΣ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ, Ή ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΑΛΛΟ ΜΕΛΟΣ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙ Ή/ΚΑΙ ΝΑ ΑΝΑΔΙΑΝΕΙΜΕΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΟΠΩΣ ΠΡΟΒΛΕΠΕΤΑΙ ΠΑΡΑΠΑΝΩ, ΔΕΝ ΦΕΡΕΤΑΙ ΩΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΑΣ ΓΙΑ ΖΗΜΙΕΣ, ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ, ΕΙΔΙΚΩΝ, ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΩΝ Ή ΣΥΝΕΠΑΚΟΛΟΥΘΩΝ ΖΗΜΙΩΝ ΠΟΥ ΕΝΔΕΧΕΤΑΙ ΝΑ ΠΡΟΚΥΨΟΥΝ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Ή ΤΗΣ ΑΔΥΝΑΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ (ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ, ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ, ΤΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ή ΤΗΣ ΑΛΛΟΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΤΟΥΣ, Ή ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΟΥ ΕΠΗΛΘΕ ΑΠΟ ΕΣΑΣ Ή ΑΠΟ ΤΡΙΤΑ ΜΕΛΗ, Ή ΑΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΗΣΕΙ ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ), ΕΣΤΩ ΚΑΙ ΑΝ Ο ΚΑΤΟΧΟΣ ΑΥΤΟΣ Ή ΤΟ ΑΛΛΟ ΜΕΛΟΣ ΕΧΕΙ ΕΝΗΜΕΡΩΘΕΙ ΓΙΑ ΤΟ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΟ ΤΕΤΟΙΩΝ ΖΗΜΙΩΝ.

ΤΕΛΟΣ ΤΩΝ ΟΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

5.1.4 Τρόπος εφαρμογής των όρων στα νέα Προγράμματα

Εάν αναπτύσσετε ένα νέο πρόγραμμα και θέλετε να έχει τη μεγαλύτερη δυνατή χρήση από το κοινό, ο καλύτερος τρόπος να επιτύχετε αυτό είναι να το χαρακτηρίσετε ελεύθερο λογισμικό, το οποίο όλοι θα μπορούν να αναδιανέμουν και να τροποποιούν υπό τους όρους αυτούς.

Για να γίνει αυτό, συνάψτε το ακόλουθο σημείωμα στο πρόγραμμα. Είναι πιο ασφαλές να το συνάψετε στην αρχή κάθε αρχείου πηγαίου κώδικα, ώστε να φέρεται πιο αποτελεσματικά η εξαίρεση της εγγύησης - και κάθε αρχείο θα πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον τη γραμμή "πνευματικής ιδιοκτησίας" και έναν δείκτη για το που βρίσκεται το πλήρες σημείωμα.

<μια γραμμή που παρέχει το όνομα του προγράμματος και μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του.>

Copyright (C) <έτος> <όνομα δημιουργού>

Το πρόγραμμα αυτό είναι ελεύθερο λογισμικό. Επιτρέπεται η αναδιανομή ή/και τροποποίησή του υπό τους όρους της Γενικής Άδειας Δημόσιας Χρήσης GNU (GNU General Public License), όπως αυτή δημοσιεύεται από το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation) - είτε της έκδοσης 2 της Άδειας, είτε (κατ' επιλογήν) οποιασδήποτε μεταγενέστερης έκδοσης.

Το πρόγραμμα αυτό διανέμεται με την ελπίδα ότι θα αποδειχθεί χρήσιμο, παρόλα αυτά ΧΩΡΙΣ ΚΑΜΙΑ ΕΓΓΥΗΣΗ - χωρίς ακόμη και την έμμεση εγγύηση ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ή ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ. Για περισσότερες λεπτομέρειες ανατρέξτε στη Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης GNU (GNU General Public License).

Θα πρέπει να έχετε λάβει ένα αντίγραφο της Γενικής Άδειας Δημόσιας Χρήσης GNU (GNU General Public License) μαζί με αυτό το πρόγραμμα. Εάν όχι, επικοινωνήστε γραπτώς με το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation), Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Επίσης, προσθέστε πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο μπορεί κάποιος να επικοινωνήσει μαζί σας μέσω ηλεκτρονικού ή παραδοσιακού ταχυδρομείου.

Εάν το πρόγραμμα είναι αλληλεπιδραστικό, φροντίστε ώστε κατά την εκκίνησή του σε αλληλεπιδραστική λειτουργία να εμφανίζει ένα σύντομο σημείωμα όπως το παρακάτω:

<Όνομα_προγράμματος> έκδοση <αριθμός_έκδοσης>, Copyright (C) <έτος>
<όνομα_δημιουργού>

Το <όνομα_προγράμματος> διανέμεται ΧΩΡΙΣ ΚΑΜΙΑ ΕΓΓΥΗΣΗ. Για λεπτομέρειες πληκτρολογήστε `show w'.

Το λογισμικό αυτό είναι ελεύθερο, και η αναδιανομή του είναι ευπρόσδεκτη υπό συγκεκριμένους όρους. Πληκτρολογήστε `show c' για λεπτομέρειες.

Οι υποθετικές εντολές `show w` και `show c` θα πρέπει να προβάλλουν τις αντίστοιχες ενότητες της Γενικής Άδειας Δημόσιας Χρήσης. Ασφαλώς οι εντολές που χρησιμοποιείτε δεν είναι απαραίτητο να ονομάζονται `show w` και `show c`. Μπορούν να είναι ακόμη και σύνδεσμοι που ενεργοποιούνται με πάτημα του ποντικιού ή στοιχεία μενού--οτιδήποτε ταιριάζει με το πρόγραμμά σας.

Εάν κρίνετε απαραίτητο, θα πρέπει επίσης να ζητήσετε από τον εργοδότη σας (εάν εργάζεστε ως προγραμματιστής) ή τη σχολή σας, εάν υπάρχουν, να υπογράψουν μια "δήλωση αποκήρυξης πνευματικών δικαιωμάτων" (copyright disclaimer) για το πρόγραμμα.

Μπορείτε να ακολουθήσετε το παρακάτω δείγμα, συμπληρώνοντας τα ονόματα:

Η <επωνυμία_εταιρίας/σχολής> αποκηρύσσει οποιοδήποτε δικαίωμα πνευματικής ιδιοκτησίας επί του προγράμματος <όνομα_προγράμματος>, το οποίο αποτελεί δημιουργία του <όνομα_δημιουργού>.

<υπογραφή_εκπροσώπου_εταιρίας/σχολής>, <ημερομηνία, έτος>

Η παρούσα Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης δεν επιτρέπει την ενσωμάτωση του προγράμματός σας σε ιδιόκτητα προγράμματα. Εάν το πρόγραμμά σας αποτελεί βιβλιοθήκη υπορουτίνας, θα είναι ενδεχομένως χρησιμότερο να επιτρέπετε σύνδεση ιδιόκτητων εφαρμογών με τη βιβλιοθήκη. Εάν όντως αυτό επιθυμείτε, χρησιμοποιήστε τη Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης Βιβλιοθήκης GNU (GNU Library General Public License) αντί της παρούσας Άδειας.

2. Η ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ FISPRO

Ce CILL FREE SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

Notice

This Agreement is a Free Software license agreement that is the result of discussions between its authors in order to ensure compliance with the two main principles guiding its drafting:

firstly, compliance with the principles governing the distribution of Free Software: access to source code, broad rights granted to users,

secondly, the election of a governing law, French law, with which it is conformant, both as regards the law of torts and intellectual property law, and the protection that it offers to both authors and holders of the economic rights over software.

The authors of the CeCILL¹ license are:

Commissariat à l'Energie Atomique - CEA, a public scientific, technical and industrial research establishment, having its principal place of business at 25 rue Leblanc, immeuble Le Ponant D, 75015 Paris, France.

Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS, a public scientific and technological establishment, having its principal place of business at 3 rue Michel-Ange, 75794 Paris cedex 16, France.

Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique - INRIA, a public scientific and technological establishment, having its principal place of business at Domaine de Voluceau, Rocquencourt, BP 105, 78153 Le Chesnay cedex, France.

Preamble

The purpose of this Free Software license agreement is to grant users the right to modify and redistribute the software governed by this license within the framework of an open source distribution model.

The exercising of these rights is conditional upon certain obligations for users so as to preserve this status for all subsequent redistributions.

In consideration of access to the source code and the rights to copy, modify and redistribute granted by the license, users are provided only with a limited warranty and the software's author, the holder of the economic rights, and the successive licensors only have limited liability.

In this respect, the risks associated with loading, using, modifying and/or developing or reproducing the software by the user are brought to the user's attention, given its Free Software status, which may make it complicated to use, with the result that its use is reserved for developers and experienced professionals having in-depth computer knowledge. Users are therefore encouraged to load and test the suitability of the software as regards their requirements in conditions enabling the security of their systems and/or data to be ensured and, more generally, to use and operate it in the same conditions of security. This Agreement may be freely reproduced and published, provided it is not altered, and that no provisions are either added or removed herefrom.

This Agreement may apply to any or all software for which the holder of the economic rights decides to submit the use thereof to its provisions.

Article 1 - DEFINITIONS

For the purpose of this Agreement, when the following expressions commence with a capital letter, they shall have the following meaning:

Agreement: means this license agreement, and its possible subsequent versions and annexes.

Software: means the software in its Object Code and/or Source Code form and, where applicable, its documentation, "as is" when the Licensee accepts the Agreement.

Initial Software: means the Software in its Source Code and possibly its Object Code form and, where applicable, its documentation, "as is" when it is first distributed under the terms and conditions of the Agreement.

Modified Software: means the Software modified by at least one Contribution.

Source Code: means all the Software's instructions and program lines to which access is required so as to modify the Software.

Object Code: means the binary files originating from the compilation of the Source Code.

Holder: means the holder(s) of the economic rights over the Initial Software.

Licensee: means the Software user(s) having accepted the Agreement.

Contributor: means a Licensee having made at least one Contribution.

Licensor: means the Holder, or any other individual or legal entity, who distributes the Software under the Agreement.

Contribution: means any or all modifications, corrections, translations, adaptations and/or new functions integrated into the Software by any or all Contributors, as well as any or all Internal Modules.

Module: means a set of sources files including their documentation that enables supplementary functions or services in addition to those offered by the Software.

External Module: means any or all Modules, not derived from the Software, so that this Module and the Software run in separate address spaces, with one calling the other when they are run.

Internal Module: means any or all Module, connected to the Software so that they both execute in the same address space.

GNU GPL: means the GNU General Public License version 2 or any subsequent version, as published by the Free Software Foundation Inc.

Parties: mean both the Licensee and the Licensor.

These expressions may be used both in singular and plural form.

Article 2 - PURPOSE

The purpose of the Agreement is the grant by the Licensor to the Licensee of a non-exclusive, transferable and worldwide license for the Software as set forth in Article 5 hereinafter for the whole term of the protection granted by the rights over said Software.

Article 3 - ACCEPTANCE

3.1 The Licensee shall be deemed as having accepted the terms and conditions of this Agreement upon the occurrence of the first of the following events:

(i) loading the Software by any or all means, notably, by downloading from a remote server, or by loading from a physical medium;

(ii) the first time the Licensee exercises any of the rights granted hereunder.

3.2 One copy of the Agreement, containing a notice relating to the characteristics of the Software, to the limited warranty, and to the fact that its use is restricted to experienced users has been provided to the Licensee prior to its acceptance as set forth in Article 3.1 hereinabove, and the Licensee hereby acknowledges that it has read and understood it.

Article 4 - EFFECTIVE DATE AND TERM

4.1 EFFECTIVE DATE

The Agreement shall become effective on the date when it is accepted by the Licensee as set forth in Article 3.1.

4.2 TERM

The Agreement shall remain in force for the entire legal term of protection of the economic rights over the Software.

Article 5 - SCOPE OF RIGHTS GRANTED

The Licensor hereby grants to the Licensee, who accepts, the following rights over the Software for any or all use, and for the term of the Agreement, on the basis of the terms and conditions set forth hereinafter.

Besides, if the Licensor owns or comes to own one or more patents protecting all or part of the functions of the Software or of its components, the Licensor undertakes not to enforce the rights granted by these patents against successive Licensees using, exploiting or modifying the Software. If these patents are transferred, the Licensor undertakes to have the transferees subscribe to the obligations set forth in this paragraph.

5.1 RIGHT OF USE

The Licensee is authorized to use the Software, without any limitation as to its fields of application, with it being hereinafter specified that this comprises:

permanent or temporary reproduction of all or part of the Software by any or all means and in any or all form.

loading, displaying, running, or storing the Software on any or all medium.

entitlement to observe, study or test its operation so as to determine the ideas and principles behind any or all constituent elements of said Software. This shall apply when the Licensee carries out any or all loading, displaying, running, transmission or storage operation as regards the Software, that it is entitled to carry out hereunder.

5.2 ENTITLEMENT TO MAKE CONTRIBUTIONS

The right to make Contributions includes the right to translate, adapt, arrange, or make any or all modifications to the Software, and the right to reproduce the resulting software.

The Licensee is authorized to make any or all Contributions to the Software provided that it includes an explicit notice that it is the author of said Contribution and indicates the date of the creation thereof.

5.3 RIGHT OF DISTRIBUTION

In particular, the right of distribution includes the right to publish, transmit and communicate the Software to the general public on any or all medium, and by any or all means, and the right to market, either in consideration of a fee, or free of charge, one or more copies of the Software by any means.

The Licensee is further authorized to distribute copies of the modified or unmodified Software to third parties according to the terms and conditions set forth hereinafter.

5.3.1 DISTRIBUTION OF SOFTWARE WITHOUT MODIFICATION

The Licensee is authorized to distribute true copies of the Software in Source Code or Object Code form, provided that said distribution complies with all the provisions of the Agreement and is accompanied by:

a copy of the Agreement,

a notice relating to the limitation of both the Licensor's warranty and liability as set forth in Articles 8 and 9,

and that, in the event that only the Object Code of the Software is redistributed, the Licensee allows future Licensees unhindered access to the full Source Code of the Software by indicating how to access it, it being understood that the additional cost of acquiring the Source Code shall not exceed the cost of transferring the data.

5.3.2 DISTRIBUTION OF MODIFIED SOFTWARE

When the Licensee makes a Contribution to the Software, the terms and conditions for the distribution of the resulting Modified Software become subject to all the provisions of this Agreement.

The Licensee is authorized to distribute the Modified Software, in source code or object code form, provided that said distribution complies with all the provisions of the Agreement and is accompanied by:

a copy of the Agreement,

a notice relating to the limitation of both the Licensor's warranty and liability as set forth in Articles 8 and 9,

and that, in the event that only the object code of the Modified Software is redistributed, the Licensee allows future Licensees unhindered access to the full source code of the Modified Software by indicating how to access it, it being understood that the additional cost of acquiring the source code shall not exceed the cost of transferring the data.

5.3.3 DISTRIBUTION OF EXTERNAL MODULES

When the Licensee has developed an External Module, the terms and conditions of this Agreement do not apply to said External Module, that may be distributed under a separate license agreement.

5.3.4 COMPATIBILITY WITH THE GNU GPL

The Licensee can include a code that is subject to the provisions of one of the versions of the GNU GPL in the Modified or unmodified Software, and distribute that entire code under the terms of the same version of the GNU GPL.

The Licensee can include the Modified or unmodified Software in a code that is subject to the provisions of one of the versions of the GNU GPL, and distribute that entire code under the terms of the same version of the GNU GPL.

Article 6 - INTELLECTUAL PROPERTY

6.1 OVER THE INITIAL SOFTWARE

The Holder owns the economic rights over the Initial Software. Any or all use of the Initial Software is subject to compliance with the terms and conditions under which the Holder has elected to distribute its work and no one shall be entitled to modify the terms and conditions for the distribution of said Initial Software.

The Holder undertakes that the Initial Software will remain ruled at least by this Agreement, for the duration set forth in Article 4.2.

6.2 OVER THE CONTRIBUTIONS

The Licensee who develops a Contribution is the owner of the intellectual property rights over this Contribution as defined by applicable law.

6.3 OVER THE EXTERNAL MODULES

The Licensee who develops an External Module is the owner of the intellectual property rights over this External Module as defined by applicable law and is free to choose the type of agreement that shall govern its distribution.

6.4 JOINT PROVISIONS

The Licensee expressly undertakes:

not to remove, or modify, in any manner, the intellectual property notices attached to the Software;

to reproduce said notices, in an identical manner, in the copies of the Software modified or not.

The Licensee undertakes not to directly or indirectly infringe the intellectual property rights of the Holder and/or Contributors on the Software and to take, where applicable, vis-à-vis its staff, any and all measures required to ensure respect of said intellectual property rights of the Holder and/or Contributors.

Article 7 - RELATED SERVICES

7.1 Under no circumstances shall the Agreement oblige the Licensor to provide technical assistance or maintenance services for the Software.

However, the Licensor is entitled to offer this type of services. The terms and conditions of such technical assistance, and/or such maintenance, shall be set forth in a separate instrument. Only the Licensor offering said maintenance and/or technical assistance services shall incur liability therefor.

7.2 Similarly, any Licensor is entitled to offer to its licensees, under its sole responsibility, a warranty, that shall only be binding upon itself, for the redistribution of the Software and/or the Modified Software, under terms and conditions that it is free to decide. Said warranty, and the financial terms and conditions of its application, shall be subject of a separate instrument executed between the Licensor and the Licensee.

Article 8 - LIABILITY

8.1 Subject to the provisions of Article 8.2, the Licensee shall be entitled to claim compensation for any direct loss it may have suffered from the Software as a result of a fault on the part of the relevant Licensor, subject to providing evidence thereof.

8.2 The Licensor's liability is limited to the commitments made under this Agreement and shall not be incurred as a result of in particular: (i) loss due the Licensee's total or partial failure to fulfill its obligations, (ii) direct or consequential loss that is suffered by the Licensee due to the use or performance of the Software, and (iii) more generally, any consequential loss. In particular the Parties expressly agree that any or all pecuniary or business loss (i.e. loss of data, loss of profits, operating loss, loss of customers or orders, opportunity cost, any disturbance to business activities) or any or all legal proceedings instituted against the Licensee by a third party, shall constitute consequential loss and shall not provide entitlement to any or all compensation from the Licensor.

Article 9 - WARRANTY

9.1 The Licensee acknowledges that the scientific and technical state-of-the-art when the Software was distributed did not enable all possible uses to be tested and verified, nor for the presence of possible defects to be detected. In this respect, the Licensee's attention has been drawn to the risks associated with loading, using, modifying and/or developing and reproducing the Software which are reserved for experienced users.

The Licensee shall be responsible for verifying, by any or all means, the suitability of the product for its requirements, its good working order, and for ensuring that it shall not cause damage to either persons or properties.

9.2 The Licensor hereby represents, in good faith, that it is entitled to grant all the rights over the Software (including in particular the rights set forth in Article 5).

9.3 The Licensee acknowledges that the Software is supplied "as is" by the Licensor without any other express or tacit warranty, other than that provided for in Article 9.2 and, in particular, without any warranty as to its commercial value, its secured, safe, innovative or relevant nature.

Specifically, the Licensor does not warrant that the Software is free from any error, that it will operate without interruption, that it will be compatible with the Licensee's own equipment and software configuration, nor that it will meet the Licensee's requirements.

9.4 The Licensor does not either expressly or tacitly warrant that the Software does not infringe any third party intellectual property right relating to a patent, software or any other property right. Therefore, the Licensor disclaims any and all liability towards the Licensee arising out of any or all proceedings for infringement that may be instituted in respect of the use, modification and redistribution of the Software. Nevertheless, should such proceedings be instituted against the Licensee, the Licensor shall provide it with technical and legal assistance for its defense. Such technical and legal assistance shall be decided on a case-by-case basis between the relevant Licensor and the Licensee pursuant to a memorandum of understanding. The Licensor disclaims any and all liability as regards the Licensee's use of the name of the Software. No warranty is given as regards the existence of prior rights over the name of the Software or as regards the existence of a trademark.

Article 10 - TERMINATION

10.1 In the event of a breach by the Licensee of its obligations hereunder, the Licensor may automatically terminate this Agreement thirty (30) days after notice has been sent to the Licensee and has remained ineffective.

10.2 A Licensee whose Agreement is terminated shall no longer be authorized to use, modify or distribute the Software. However, any licenses that it may have granted prior to termination of the Agreement shall remain valid subject to their having been granted in compliance with the terms and conditions hereof.

Article 11 - MISCELLANEOUS

11.1 EXCUSABLE EVENTS

Neither Party shall be liable for any or all delay, or failure to perform the Agreement, that may be attributable to an event of force majeure, an act of God or an outside cause, such as defective functioning or interruptions of the electricity or telecommunications networks, network paralysis following a virus attack, intervention by government authorities, natural disasters, water damage, earthquakes, fire, explosions, strikes and labor unrest, war, etc.

11.2 Any failure by either Party, on one or more occasions, to invoke one or more of the provisions hereof, shall under no circumstances be interpreted as being a waiver by the interested Party of its right to invoke said provision(s) subsequently.

11.3 The Agreement cancels and replaces any or all previous agreements, whether written or oral, between the Parties and having the same purpose, and constitutes the entirety of the agreement between said Parties concerning said purpose. No supplement or modification to the terms and conditions hereof shall be effective as between the Parties unless it is made in writing and signed by their duly authorized representatives.

11.4 In the event that one or more of the provisions hereof were to conflict with a current or future applicable act or legislative text, said act or legislative text shall prevail, and the Parties shall make the necessary amendments so as to comply with said act or legislative text. All other provisions shall remain effective. Similarly,

invalidity of a provision of the Agreement, for any reason whatsoever, shall not cause the Agreement as a whole to be invalid.

11.5 LANGUAGE

The Agreement is drafted in both French and English and both versions are deemed authentic.

Article 12 - NEW VERSIONS OF THE AGREEMENT

12.1 Any person is authorized to duplicate and distribute copies of this Agreement.

12.2 So as to ensure coherence, the wording of this Agreement is protected and may only be modified by the authors of the License, who reserve the right to periodically publish updates or new versions of the Agreement, each with a separate number.

These subsequent versions may address new issues encountered by Free Software.

12.3 Any Software distributed under a given version of the Agreement may only be subsequently distributed under the same version of the Agreement or a subsequent version, subject to the provisions of Article 5.3.4.

Article 13 - GOVERNING LAW AND JURISDICTION

13.1 The Agreement is governed by French law. The Parties agree to endeavor to seek an amicable solution to any disagreements or disputes that may arise during the performance of the Agreement.

13.2 Failing an amicable solution within two (2) months as from their occurrence, and unless emergency proceedings are necessary, the disagreements or disputes shall be referred to the Paris Courts having jurisdiction, by the more diligent Party.

1 CeCILL stands for Ce(a) C(nrs) I(nria) L(ogiciel) L(ibre)

Version 2.0 dated 2006-09-05.

5.2 Η ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ SCILAB

1- Πρόλογος

Ο σκοπός αυτής της άδειας είναι να καθοριστούν οι όροι που επιτρέπουν σε σας να χρησιμοποιήσετε, να τροποποιήσετε και να κυκλοφορήσετε το λογισμικό αυτό. Παρόλα αυτά, η INRIA και η ENPC παραμένουν οι συντάκτες του λογισμικού και διατηρούν έτσι τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και τη χρήση όλων των δικαιωμάτων.

2- Όροι

Σαν λογισμικό ορίζουμε όλες τις διαδοχικές εκδόσεις του λογισμικού SCILAB και της τεκμηρίωσής τους που έχουν αναπτυχθεί από την INRIA και την ENPC. παραγόμενο από το λογισμικό του scilab θεωρείται ως το σύνολο ή μέρος του λογισμικού που έχετε τροποποιήσει ή/και έχετε μεταφράσει ή/και έχετε προσαρμόσει. Το σύνθετο λογισμικό scilab ορίζεται όλο ή ένα μέρος του λογισμικού που έχετε διασύνδεση με ένα λογισμικό, ένα πακέτο εφαρμογής ή μια εργαλειοθήκη των οποίων είστε ιδιοκτήτης ή έχετε δικαιώματα του.

3- Αντικείμενο και όροι της άδειας ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας δωρεάν, να αναπαραγάγετε το λογισμικό ή τον πηγαίο κώδικα σε οποιαδήποτε παρούσα και μελλοντική υποστήριξη, χωρίς περιορισμό, υπό τον όρο ότι η ακόλουθη αναφορά εμφανίζεται σε όλα τα αντίγραφα: Scilab (c)INRIA-ENPC.

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας δωρεάν να διορθώσετε οποιαδήποτε δυσλειτουργία, να πραγματοποιήσετε οποιοσδήποτε τροποποιήσεις που απαιτούνται για εισαγωγή λογισμικού και για να πραγματοποιήσουν οποιαδήποτε συνηθισμένη λειτουργική τροποποίηση ή διόρθωση, υπό τον όρο ότι παρεμβάλλετε ένα αρχείο επιπρόσθετο ή να δείχνετε με οποιαδήποτε ισοδύναμα μέσα τη φύση και την ημερομηνία της τροποποίησης ή της διόρθωσης, στο αντίστοιχο αρχείο του λογισμικού .

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας για να χρησιμοποιήσουν δωρεάν το λογισμικό ή/και το πηγαίο κώδικα, χωρίς περιορισμό, υπό τον όρο ότι η ακόλουθη αναφορά εμφανίζεται σε όλα τα αντίγραφα: Scilab (c)INRIA-ENPC.

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας δωρεάν να κυκλοφορήσουν και να διανείμουν, δωρεάν ή έναντι αμοιβής, το λογισμικό ή και τον πηγαίο κώδικα, που τροποποιείται σύμφωνα με το προαναφερθέν άρθρο 3 β), σχετικά με οποιαδήποτε παρούσα και μελλοντική υποστήριξη, που παρέχει:

η ακόλουθη αναφορά εμφανίζεται σε όλα τα αντίγραφα: Scilab (c)INRIA-ENPC.

το λογισμικό κυκλοφορεί ή διανέμεται με την παρούσα άδεια.

Τα συμπληρωματικά αρχεία ή τα αρχεία που έχουν ισοδύναμο περιορισμό αρχειοθετεί τον περιορισμό ισοδύναμο πρέπει να υπάρχει ένδειξη της φύσης και της ημερομηνίας της τροποποίησης ή της διόρθωσης στο αρχείο λογισμικού που σχετίζετε με την ελεύθερη κυκλοφορία τους.

4- Αντικείμενο και όροι της ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ άδειας ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας δωρεάν για να αναπαραγάγουν και να τροποποιήσουν ή/και να μεταφράσουν ή/και να προσαρμόσουν το σύνολο ή μέρος της πηγής ή/και ο κώδικας αντικειμένου του λογισμικού, που παρέχει ένα αρχείο επιπρόσθετο που δείχνει την ημερομηνία και τη φύση της τροποποίησης ή/και της μετάφρασης ή/και της προσαρμογής και του ονόματος του συντάκτη τους στο αρχείο λογισμικού ενδιαφερόμενος παρεμβάλλεται.

Το λογισμικό που τροποποιείτε ορίζεται ως το παραγόμενο λογισμικό. Η INRIA επιτρέπει σε σας να χρησιμοποιήσετε δωρεάν τον κώδικα πηγής ή/και αντικειμένου του λογισμικού, χωρίς περιορισμό, υπό τον όρο ότι η ακόλουθη αναφορά εμφανίζεται σε όλα τα αντίγραφα: Scilab (c)INRIA-ENPC.

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας να χρησιμοποιήσετε δωρεάν τον κώδικα πηγής ή/και αντικειμένου λογισμικού που τροποποιείται σύμφωνα με το άρθρο 4-α) που αναφέρθηκε προηγουμένως, χωρίς περιορισμό, υπό τον όρο ότι η ακόλουθη αναφορά εμφανίζεται σε όλα τα αντίγραφα: "Scilab μέσα (c)INRIA-ENPC".

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας δωρεάν να κυκλοφορήσετε και να διανείμετε χωρίς καμία δαπάνη, για μη εμπορικούς λόγους το λογισμικό ή/και τον κώδικα πηγής του παραγόμενου λογισμικού σε οποιαδήποτε παρούσα και μελλοντική υποστήριξη, που παρέχει:

η αναφορά " Scilab μέσα (c)INRIA-ENPC " αναφέρεται κυρίως.

το παραγόμενο λογισμικό διανέμεται με άδεια παρούσα.

οι παραλήπτες της διανομής μπορούν να έχουν πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα λογισμικού.

το παραγόμενο λογισμικό διανέμεται με ένα όνομα εκτός από SCILAB.

Οποιαδήποτε εμπορική χρήση ή κυκλοφορία του παραγόμενου λογισμικού θα πρέπει να έχει εγκριθεί προηγουμένως από την INRIA και την ENPC

5- Αντικείμενο και όροι της άδειας σχετικά με το ΣΥΝΘΕΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Η INRIA και η ENPC επιτρέπουν σε σας να αναπαράγετε και να διασύνδετε το σύνολο ή μέρος του λογισμικού με το σύνολο ή μέρος άλλου λογισμικού, τα πακέτα εφαρμογής ή τις εργαλειοθήκες των οποίων είστε ιδιοκτήτης ή έχων το δικαίωμα δικαιούχος προκειμένου να ληφθεί το σύνθετο λογισμικό.

Η INRIA και η ENPC σας επιτρέπουν, χωρίς δαπάνη, να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό ή/και τον κώδικα πηγής που περιλαμβάνεται στο σύνθετο λογισμικό, χωρίς περιορισμό, υπό τον όρο ότι η ακόλουθη δήλωση εμφανίζεται σε όλα τα αντίγραφα: "σύνθετο λογισμικό που χρησιμοποιεί τη λειτουργία Scilab".

Η INRIA και η ENPC σας επιτρέπουν, δωρεάν, να κυκλοφορήσετε και να διανείμετε για μη εμπορικούς λόγους, τον κώδικα πηγής ή/και αντικείμενου του σύνθετου λογισμικού σε οποιαδήποτε παρούσα και μελλοντική υποστήριξη, που παρέχει:

η ακόλουθη αναφορά αναφέρεται κυρίως: "σύνθετο λογισμικό που χρησιμοποιεί Scilab (c)INRIA-ENPC", το λογισμικό που περιλαμβάνεται στο σύνθετο λογισμικό διανέμεται με την παρούσα άδεια, οι παραλήπτες της διανομής έχουν πρόσβαση στον κώδικα πηγής λογισμικού το σύνθετο λογισμικό διανέμεται με ένα όνομα εκτός από SCILAB. Οποιαδήποτε εμπορική χρήση ή διανομή του σύνθετου λογισμικού πρέπει να έχει εγκριθεί προηγουμένως από INRIA και ENPC.

6- Περιορισμός της εξουσιοδότησης

Εκτός από όταν αναφέρεται εγγράφως, το λογισμικό παρέχεται όπως είναι, χωρίς τη ρητή ή υπονοούμενη εξουσιοδότηση, συμπεριλαμβανομένων των εξουσιοδοτήσεων της εμπορευματοποίησης ή της προσαρμογής.

Αναλαμβάνετε όλους τους κινδύνους σχετικά με την ποιότητα ή τα αποτελέσματα του λογισμικού και της χρήσης της. Εάν το λογισμικό είναι ελαττωματικό, θα

επιβαρυνθείτε τις δαπάνες όλων των απαραίτητων υπηρεσιών, των διορθώσεων ή των επισκευών.

7- Συγκατάθεση

Όταν έχετε πρόσβαση και χρησιμοποιείτε στο λογισμικό, θεωρείστε για να γνωρίζετε και για να έχετε δεχτεί τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις της παρούσας άδειας.

8- Δεσμευτική επίδραση

Αυτή η άδεια έχει τη δεσμευτική αξία μιας σύμβασης.

Δεν είστε αρμόδιοι για το σεβασμό της άδειας από έναν τρίτο.

9- Εφαρμόσιμος νόμος

Η παρούσα άδεια και τα αποτελέσματά της υπόκεινται στο γαλλικό νόμο και τα ικανά γαλλικά δικαστήρια.

6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

6.1.1 Ο κώδικας της συνάρτησης TF για το SCILAB

```
//THE TF FUNCTION FOR SCILAB

// the function takes in the numerator and denominator
matrices in the decreasing //order of s and gives the linear
system in the transfer function format as the output

// same as tf on MATLAB

// written by Srikanth S V , NITC,email :
srikanthssv@gmail.com

function [sys]=tf(num,den)

s = poly(0, "s");

for i = 1:length(num)

revnum(length(num)-i+1)=num(i);

end

for i = 1:length(den)

revden(length(den)-i+1)=den(i);

end

numtf=poly([revnum],'s','c')

dentf=poly([revden],'s','c')

numtf;

dentf;

sys=syslin('c',numtf,dentf)

6o endfunction
```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Βολογιαννίδης Σταύρος, *Ευφυής Έλεγχος, Θεωρία και Εφαρμογές*, Διδακτικές σημειώσεις, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, ΤΕΙ Σερρών, 2006
- [2] Βολογιαννίδης Σταύρος, *Συστήματα αυτομάτου ελέγχου, Θεωρία και Εφαρμογές*, Διδακτικές σημειώσεις, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, ΤΕΙ Σερρών
- [3] Αθανάσιος Νικολαΐδης, Δημήτριος Βαρσάμης, *Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος*, Σημειώσεις εργαστηρίου, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, ΤΕΙ Σερρών
- [4] Πάρις Μαστοροκόστας, Δημήτριος Βαρσάμης, *Αριθμητικές μέθοδοι σε περιβάλλον MATLAB*, Σημειώσεις εργαστηρίου, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, ΤΕΙ Σερρών, Σέρρες 2005
- [5] Στην ιστοσελίδα www.mathworks.com υπάρχει:
1. εγχειρίδιο για το simulink, “Getting Started with Simulink® Control Design 2”
 2. εγχειρίδιο για το fuzzy, “Fuzzy Logic Toolbox 2 User’s Guide”
 3. εγχειρίδιο για το guide, “MATLAB® 7 Creating Graphical User Interfaces”
- [6] Πληροφορίες για το τι είναι ελεύθερο λογισμικό υπάρχουν στην εξής σελίδα <http://www.open-source.gr/>
- [7] Η άδεια GNU βρίσκετε στη σελίδα: www.gnu.org
- [8] Οδηγίες για το πώς εγκαθίστανται βιβλιοθήκες στην Octave υπάρχουν στη σελίδα: <http://octave.sourceforge.net/>
- [9] Πληροφορίες σχετικά με της εντολές της Octave υπάρχουν στις εξής σελίδες:
1. <http://www.gnu.org/software/octave/doc/interpreter/index.html>
 2. http://paginas.fe.up.pt/~jcard/Octave_links_org.html
 3. <http://www.gnu.org/software/octave/>
- [10] Η Octave και οι βιβλιοθήκες υπάρχουν στη σελίδα: <http://sourceforge.net/projects/octave>
- [11] Για το FisPro μπορεί να βρεθεί το λογισμικό, το εγχειρίδιο καθώς, η άδεια χρήσης του καθώς και η πλατφόρμα της java στην εξής σελίδα: <http://www.inra.fr/internet/Departements/MIA/M/fispro/teleen.html>
- [12] Σχετικά με το GTK υπάρχουν πληροφορίες στη σελίδα: <http://octave-gtk.sourceforge.net/>

[13] Κάποιες από τις διαφορές που βρέθηκαν ανάμεσα στην Octave και το Matlab υπάρχουν στη σελίδα: <http://www.gnu.org/software/octave/FAQ.html#How-do-I-002e-002e-002e-003f>

[14] Το πακέτο Scilab υπάρχει στη σελίδα: <http://www.scilab.org/>

[15] Η άδεια Scilab βρίσκεται στη σελίδα: <http://www.scilab.org/legal/>

[16] Η βιβλιοθήκη RLTOOL του Scilab είναι στη σελίδα: <http://wwwa.mpi-magdeburg.mpg.de/people/ishan/scilab/rltool.htm>

[17] βιβλιοθήκη GUI του Scilab είναι στη σελίδα: <http://www.scilab.org/contrib/displayContribution.php?fileID=1022>

[18] Η βιβλιοθήκη FUZZY του Scilab είναι στη σελίδα: http://es.geocities.com/jaime_urzua/sciFLT/sciflt.html

[19] Οι παρακάτω σελίδες βοήθησαν στην εξερεύνηση του Scilab

1. <http://www.saphir-control.fr/articles/intro/node8.html>
2. http://campus.houghton.edu/webs/employees/myuly/Courses/phys170/SCILAB_HELP/frame.html

[20] Πληροφορίες για τις διαφορές Matlab – Scilab υπάρχουν στη σελίδα: <http://www.ossrc.org.in/downloads/comparative-study-of-Matlab-and-Scilab.pdf>