



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού για την Διδασκαλία
του Μαθήματος “ Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος ” »**

Βασιλική Γ. Χαϊνά

A.M: 0892

**Επιβλέπων: Μιχάλης Παρασκευάς
Επίκουρος καθηγητής**

Ναύπακτος, Μάρτιος 2014



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού για την Διδασκαλία
του Μαθήματος “ Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος ” »**

Βασιλική Γ. Χαϊνά

A.M: 0892

**Επιβλέπων: Μιχάλης Παρασκευάς
Επίκουρος καθηγητής**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 31^η Μαρτίου 2014.

.....
Μιχάλης Παρασκευάς
Επίκουρος Καθηγητής

.....
Ιωσήφ Μπόρας
Επιστημονικός Συνεργάτης

.....
Θωμάς Ζαρούχας
Επιστημονικός Συνεργάτης

Ναύπακτος, Μάρτιος 2014

.....
Βασιλική Γ. Χαϊνά

Πτυχιούχος Μηχανικός Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων και Δικτύων,
ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

Copyright © Βασιλική Γ. Χαϊνά, 2014
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε του ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

Ευχαριστίες

Για την παρούσα πτυχιακή εργασία δε θα μπορούσα να παραλείψω την ιδιαίτερα σημαντική και πολυποίκιλη συνεισφορά κάποιων ατόμων για την ολοκλήρωση της.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Μιχάλη Παρασκευά, επίκουρο καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε, για την ανάθεση και την βοήθεια που μου προσέφερε σε όλες τις φάσεις της συγγραφής, της πτυχιακής εργασίας.

Σημαντικότερη ήταν, και εξακολουθεί να είναι, η συνεισφορά όλων των καθηγητών του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε για τις γνώσεις, το μεράκι και την παιδεία που μεταλαμπάδευσαν σε όλους μας, μέσα από το ενδιαφέρον για το αντικείμενο της επιστήμης τους.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως όλους τους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου στη σημαντική αυτή περίοδο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω και την οικογένειά μου, τον πατέρα μου Γιώργο, τη μητέρα μου Κολώνα και την αδερφή μου Κωνσταντίνα για τη συμπαράστασή τους όχι μόνο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής, αλλά καθ' όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Β. Γ. Χαϊνά

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη εργαστηριακού οδηγού για την διδασκαλία του εργαστηριακού μαθήματος της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος. Αναπτυχθήκαν 11 εργαστηριακές ασκήσεις επεξεργασίας ψηφιακού σήματος στο περιβάλλον MATLAB οι οποίες αντιστοιχούν στην ύλη του θεωρητικού μέρους του μαθήματος.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στην ψηφιακή επεξεργασία σήματος. Επιπλέον, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και οι ανασταλτικοί παράγοντες της χρήσης της έναντι της αναλογικής επεξεργασίας σήματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφεται το στάδιο της ανάλυσης. Αρχικά, γίνεται μία εισαγωγή στο θέμα. Επιπλέον, παρουσιάζεται το αντικείμενο και ο στόχος της πτυχιακής εργασίας και εν συνεχεία, παρατίθεται η διδακτέα ύλη του μαθήματος. Τέλος, γίνεται η ανάλυση των απαιτήσεων του εργαστηριακού οδηγού.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφεται το στάδιο της σχεδίασης. Αρχικά, γίνεται μία εισαγωγή στη σχεδίαση του εργαστηριακού οδηγού. Εν συνεχεία, ακολουθεί η ανάλυση των δύο φάσεων της σχεδίασης, τεχνικής και λειτουργικής. Τέλος, γίνεται μία αναφορά στο περιβάλλον εργασίας του MATLAB.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφεται το στάδιο της υλοποίησης του εργαστηριακού οδηγού. Αρχικά, γίνεται μία εισαγωγή στο τι πρόκειται να συμβεί σε αυτό το στάδιο. Επιπλέον, γίνεται η συλλογή του περιεχομένου που περιλαμβάνει ο εργαστηριακός οδηγός. Στη συνέχεια, ακολουθεί η ανάλυση της δημιουργίας των εργαστηριακών ασκήσεων, των παραδειγμάτων με το MATLAB, των γραφικών στοιχείων και των ασκήσεων με την επίλυση τους. Τέλος, γίνεται αναφορά στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε και στην τελική δομή του εργαστηριακού οδηγού.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται η παρουσίαση του εργαστηριακού οδηγού. Αρχικά, γίνεται μία μικρή εισαγωγή και εν συνεχεία, παρουσιάζεται το περιεχόμενο των 11 εργαστηριακών ασκήσεων.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μία σύνοψη της πτυχιακής εργασίας και αναφέρονται τα συμπεράσματα του συγγραφέα.

Λέξεις Κλειδιά: Ανάλυση, Σχεδίαση, Υλοποίηση, MATLAB, Ψηφιακή Επεξεργασία σήματος.

Abstract

The scope of the present this thesis is to develop a laboratorial guide on the teaching of laboratory course of Digital Signal Processing (DSP). Were developed 11 laboratorial exercises in signal processing in the environment of MATLAB that correspond in the matter of theoretical part of course.

In the first chapter becomes an import in the digital signal processing. Moreover, are reported the advantages and the suspensive factors of use against of the analogue signal processing.

In the second chapter, is described the stage of analysis. Initially, becomes an import in the subject. Moreover, is presented the object and objective of final work and then, is mentioned the syllabus of the course. Finally, becomes the analysis of requirements of laboratorial driver.

In the third chapter, is described the stage of designing. Initially, becomes a import in the designing of laboratorial driver. Then, follows the analysis of two phases of designing, technical and functional. Finally, becomes a report in the environment of work of MATLAB.

In the fourth chapter, is described the stage of concretisation of laboratorial driver. Initially, becomes an import in what it is to happen in this stage. Moreover, becomes the collection of content that includes the laboratorial driver. Afterwards, follows the analysis of creation of laboratorial exercises, examples with the MATLAB, graphics elements and exercises with their solutions. Finally, becomes report in the software that was also used in the final structure of laboratorial driver.

In the fifth chapter, becomes the presentation of laboratorial driver. Initially, become a small import and then, are presented the content of 11 laboratorial exercises.

In the sixth and last chapter, is presented a synopsis of final work and is reported the conclusions of writer.

Keywords: Analysis, Design, Concretisation, MATLAB, Digital Signal Processing.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1:

Εισαγωγή στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

1.1 Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος (ΨΕΣ).....	1
1.2 Πλεονεκτήματα Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος.....	2
1.3 Ανασταλτικοί παράγοντες στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος.....	2

Κεφάλαιο 2:

Ανάλυση του θέματος

2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2 Αντικείμενο και Στόχος της Πτυχιακής Εργασίας.....	4
2.3 Ύλη του Μαθήματος ΨΕΣ.....	4
2.4 Ανάλυση Απαιτήσεων	5

Κεφάλαιο 3:

Σχεδίαση εργαστηριακού οδηγού

3.1 Εισαγωγή.....	6
3.2 Λειτουργική Σχεδίαση	7
3.3 Τεχνική Σχεδίαση	10
3.4 Το MATLAB	10

Κεφάλαιο 4:

Υλοποίηση εργαστηριακού οδηγού

4.1 Εισαγωγή.....	12
4.2 Συλλογή Περιεχομένου.....	13
4.3 Δημιουργία Εργαστηριακών Ασκήσεων	13
4.4 Δημιουργία Γραφικών Στοιχείων	14
4.5 Δημιουργία Παραδειγμάτων	14
4.6 Δημιουργία και Επίλυση Ασκήσεων με το MATLAB.....	15
4.7 Ολοκλήρωση Εργαστηριακού Οδηγού.....	15
4.8 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.....	15
4.9 Τελική Δομή Εργαστηριακού Οδηγού	16

Κεφάλαιο 5:

Παρουσίαση εργαστηριακού οδηγού

5.1 Εισαγωγή.....	17
5.2 Εργαστηριακή Άσκηση 1.....	18
5.3 Εργαστηριακή Άσκηση 2.....	18

5.4 Εργαστηριακή Άσκηση 3.....	18
5.5 Εργαστηριακή Άσκηση 4.....	19
5.6 Εργαστηριακή Άσκηση 5.....	19
5.7 Εργαστηριακή Άσκηση 6.....	19
5.8 Εργαστηριακή Άσκηση 7.....	20
5.9 Εργαστηριακή Άσκηση 8.....	20
5.10 Εργαστηριακή Άσκηση 9.....	20
5.11 Εργαστηριακή Άσκηση 10.....	21
5.12 Εργαστηριακή Άσκηση 11.....	21

Κεφάλαιο 6:

Σύνοψη και Συμπεράσματα

6.1 Επίλογος.....	22
Συνοτομογραφίες.....	24
Παράρτημα Α	25
Παράρτημα Β	28
Βιβλιογραφία	29
Ηλεκτρονικές Πηγές.....	30

Περιεχόμενα Σχημάτων

Κεφάλαιο 1:

Εισαγωγή στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

Κεφάλαιο 2:

Ανάλυση του θέματος

Σχήμα 2. 1: Μέρη Μαθήματος..... 4

Κεφάλαιο 3:

Σχεδίαση εργαστηριακού οδηγού

Σχήμα 3. 1: Θεματικές Ενότητες οδηγού 7

Σχήμα 3. 2: Διαλέξεις – Χωρισμός Ασκήσεων..... 8

Σχήμα 3. 3: Τελική Δομή εργαστηριακού Οδηγού..... 9

Σχήμα 3. 4: Δομή κάθε εργαστηριακής Άσκησης 10

Κεφάλαιο 4:

Υλοποίηση εργαστηριακού οδηγού

Σχήμα 4. 1: Δομή Εργαστηριακής Άσκησης 14

Περιεχόμενα Πινάκων

Κεφάλαιο 4:

Υλοποίηση εργαστηριακού οδηγού

Πίνακας 4. 1: Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε..... 15

Παράρτημα Α

Πίνακας Α1: Συγκριτικός Πίνακας 26

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στην Ψηφιακή επεξεργασία σήματος

1.1 Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος (ΨΕΣ)

Η Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος (*Digital Signal Processing* ή *DSP*) ασχολείται με την αναπαράσταση των σημάτων διακριτού χρόνου καθώς επίσης και με την επεξεργασία των σημάτων αυτών και των πληροφοριών που αυτά μεταφέρουν. Είναι διαρκώς αυξανόμενη η χρήση της σε όλο και περισσότερους τομείς εφαρμογών, όπως στην επεξεργασία ήχου, στην αναγνώριση φωνής, στην επεξεργασία σημάτων από σόναρ, ραντάρ και συστοιχίες αισθητήρων, στην εκτίμηση φάσματος, στη στατιστική επεξεργασία σήματος, στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, στην επεξεργασία σήματος στις τηλεπικοινωνίες, στον έλεγχο συστημάτων, στην επεξεργασία βιοϊατρικών σημάτων και στην επεξεργασία σεισμικών δεδομένων.

1.2 Πλεονεκτήματα Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους προτιμούμε την ψηφιακή επεξεργασία σήματος έναντι άλλων μεθόδων (λ.χ. αναλογικής επεξεργασίας). Ένα ψηφιακό προγραμματιζόμενο σύστημα παρουσιάζει μεγάλη ευελιξία στην προσαρμογή, στην αναβάθμιση, στη συντήρηση της εφαρμογής, στον επαναπρογραμματισμό και βέβαια στην τροποποίηση των πράξεων ψηφιακής επεξεργασίας με μια απλή μετατροπή του προγράμματος. Μια τέτοια τροποποίηση ενός αναλογικού συστήματος συνεπάγεται με την επανασχεδίαση του κυκλώματος και με τον συνακόλουθο έλεγχο και επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας του.

Η ακρίβεια παίζει επίσης πολύ σπουδαίο ρόλο. Η ανοχή των στοιχείων των αναλογικών κυκλωμάτων καθιστά δύσκολο τον προσδιορισμό της ακρίβειας στα αναλογικά συστήματα επεξεργασίας. Στην περίπτωση των ψηφιακών συστημάτων, ο έλεγχος της ακρίβειας είναι πολύ πιο εύκολος.

Τα ψηφιακά σήματα, σήμερα, αποθηκεύονται σε οπτικά μέσα (λ.χ. CD/CD-R/CD-RW, DVD, Blu-Ray Disc), σκληρούς δίσκους και άλλες μνήμες όπως κάρτες μνήμης (SD, CF, Flash κ.α) , Memory Stick και μνήμες USB χωρίς να υποβαθμιστεί η πιστότητα τους. Έτσι, δίνετε η δυνατότητα μεταφοράς και επεξεργασίας σημάτων σε μη πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, μπορούν να εφαρμοστούν πιο περίπλοκοι αλγόριθμοι επεξεργασίας. Η υλοποίηση μαθηματικών πράξεων μεγάλης ακρίβειας είναι δύσκολο να γίνει σε αναλογικά σήματα, πράγμα όμως που είναι πολύ εύκολο και συνηθισμένο να γίνεται στα ψηφιακά σήματα τα οποία επεξεργαζόμαστε με το κατάλληλο λογισμικό στους υπολογιστές.

Η ψηφιακή επεξεργασία ενός σήματος, σε πολλές περιπτώσεις, έχει χαμηλότερο κόστος από την αναλογική. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στα φθηνότερα υλικά (hardware) είτε στην ευελιξία (flexibility) που παρέχεται λόγω της ψηφιακής υλοποίησης.

1.3 Ανασταλτικοί παράγοντες στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

Η ψηφιακή επεξεργασία σήματος έχει και τα όρια της, τα οποία οφείλονται στους περιορισμούς που τίθενται στην ταχύτητα λειτουργίας μετατροπών αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, καθώς και στους ίδιους τους ψηφιακούς επεξεργαστές σήματος. Με αποτέλεσμα, σήματα με εξαιρετικά μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων, για παράδειγμα, σήματα με εύρος ζώνης της τάξεως των 100 MHz, να υφίσταντο επεξεργασία με αναλογικές μεθόδους.

Κεφάλαιο 2

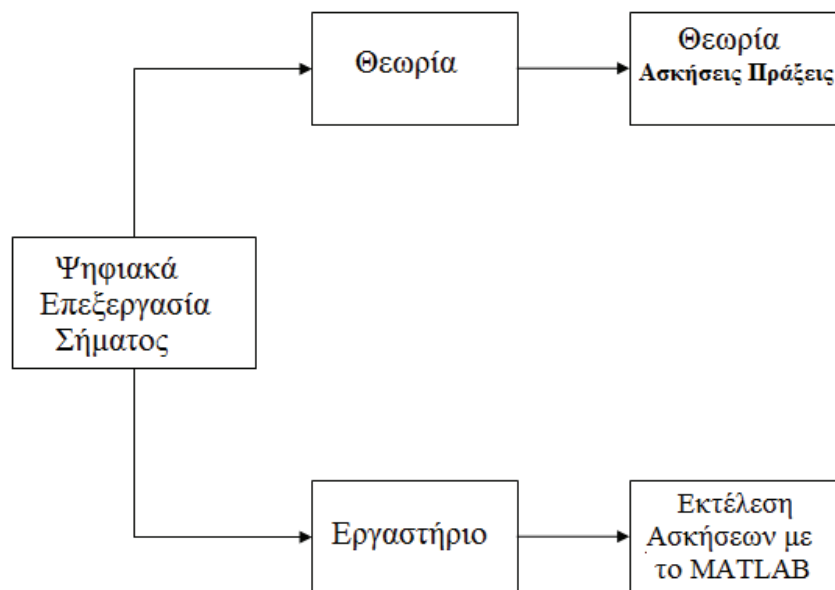
Ανάλυση του θέματος

2.1 Εισαγωγή

Όλοι οι φοιτητές του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής κατά το εαρινό εξάμηνο διδάσκονται το μάθημα ψηφιακή επεξεργασία σήματος. Το μάθημα χωρίζεται σε δύο μέρη το θεωρητικό και το εργαστηριακό, Σχήμα 2.1.

Σκοπός του **θεωρητικού μαθήματος** είναι να εισάγει τους φοιτητές στις βασικές έννοιες και τεχνικές της ψηφιακής επεξεργασίας σημάτων. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζονται οι έννοιες των σημάτων και των συστημάτων διακριτού χρόνου, ο υπολογισμός απόκρισης συστήματος μέσω συνέλιξης και εξίσωσης διαφορών. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι μετασχηματισμοί DTFT, DFT και Z. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται οι έννοιες της συνάρτησης μεταφοράς, της απόκρισης συχνότητας και της επίλυσης απόκρισης συστήματος με χρήση μετασχηματισμών. Και τέλος, παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες σχεδιασμού φίλτρων FIR και IIR.

Το *εργαστηριακό τμήμα του μαθήματος* περιλαμβάνει την εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων για την καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση των βασικών αρχών της ψηφιακής επεξεργασίας σημάτων.



Σχήμα 2. 1: Μέρη Μαθήματος

2.2 Αντικείμενο και Στόχος της Πτυχιακής Εργασίας

Αντικείμενο και στόχος της παρούσας πτυχιακής είναι η ανάπτυξη εργαστηριακού οδηγού για την διδασκαλία του εργαστηριακού μαθήματος της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος. Ο συγγραφέας θα αναπτύξει 11 εργαστηριακές ασκήσεις επεξεργασίας ψηφιακού σήματος στο περιβάλλον MATLAB οι οποίες θα πρέπει να αντιστοιχούν στην ύλη του θεωρητικού μέρους του μαθήματος.

2.3 Ύλη του Μαθήματος ΨΕΣ

Η ύλη του μαθήματος της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος αποτελείται από τις εξής θεματικές ενότητες:

Σήμα διακριτού χρόνου: Θεμελιώδη σήματα διακριτού χρόνου, χαρακτηριστικά μεγέθη και πράξεις μεταξύ σημάτων.

Συστήματα διακριτού χρόνου: Συνάρτηση συστήματος, ευσταθές, αιτιατό, χρονικά αμετάβλητο διακριτό σύστημα. Κρουστική απόκριση διακριτού συστήματος. Συνέλιξη στον διακριτό χρόνο και επίλυση Εξισώσεων διαφορών.

Μετασχηματισμός Fourier Διακριτού Χρόνου (DTFT): Ιδιότητες Μετασχηματισμού DTFT. Επίλυση εξισώσεων διαφορών με χρήση DTFT. Αντίστροφα συστήματα και Ιδανικά φίλτρα επιλογής συχνοτήτων.

Μετατροπή Σήματος από Αναλογική Μορφή σε Ψηφιακή: Παραγωγή ψηφιακού σήματος μέσω δειγματοληψίας και Ανακατασκευή αναλογικού σήματος.

Μετασχηματισμός Z: Ιδιότητες μετασχηματισμού και περιοχές σύγκλισης (ROC). Κλασματικές μορφές Μετασχηματισμού Z και Συνάρτηση μεταφοράς συστήματος.

Ο Διακριτός Μετασχηματισμός Fourier (DFT): Ιδιότητες DFT και η υλοποίηση του με FFT. Κυκλική συνέλιξη, τρόποι υπολογισμού της και Υλοποίηση DFT μεγάλου μήκους.

Σχεδίαση ψηφιακών φίλτρων IIR και FIR: Τεχνικές σχεδίασης IIR και FIR φίλτρων.

2.4 Ανάλυση Απαιτήσεων

Μετά τον καθορισμό των στόχων της πτυχιακής εργασίας ακολούθησε η συλλογή πληροφοριών με σκοπό να καθοριστούν οι απαιτήσεις, δηλαδή τι θα πρέπει να περιλαμβάνει ο εργαστηριακός οδηγός για να είναι πιο εύχρηστος προς τους φοιτητές.

Οι απαιτήσεις που προέκυψαν συνοψίζονται παρακάτω:

- Θεωρία του κάθε κεφαλαίου
- Αναλυτικά Λυμένα παραδείγματα σε κάθε θεωρητική ενότητα
- Λυμένες Ασκήσεις
- Άλυτες Ασκήσεις
- Λύσεις των Άλυτων ασκήσεων
- Ο εργαστηριακός οδηγός να είναι κατανοητός προς τον χρήστη
- Περιγραφή και ανάλυση του προγραμματιστικού εργαλείου (MATLAB)
- Πίνακας Περιεχομένων
- Εξώφυλλο με τον τίτλο της εργαστηριακής άσκησης
- Βιβλιογραφία – Σύνδεσμοι

Η πλειοψηφία των παραπάνω απαιτήσεων πραγματοποιηθήκαν κατά την υλοποίηση του εργαστηριακού οδηγού.

Κεφάλαιο **3**

Σχεδίαση Εργαστηριακού Οδηγού

3.1 Εισαγωγή

Αφού ολοκληρώθηκε η ανάλυση και ο καθορισμός των απαιτήσεων περνάμε στο στάδιο της σχεδίασης του εργαστηριακού οδηγού όπου οι γενικοί στόχοι και οι αρχές που τέθηκαν κατά το στάδιο της ανάλυσης περνάνε σε μία δομημένη περιγραφή του εργαστηριακού οδηγού. Το στάδιο της σχεδίασης είναι κρίσιμο και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την τελική επιτυχία ή αποτυχία του έργου.

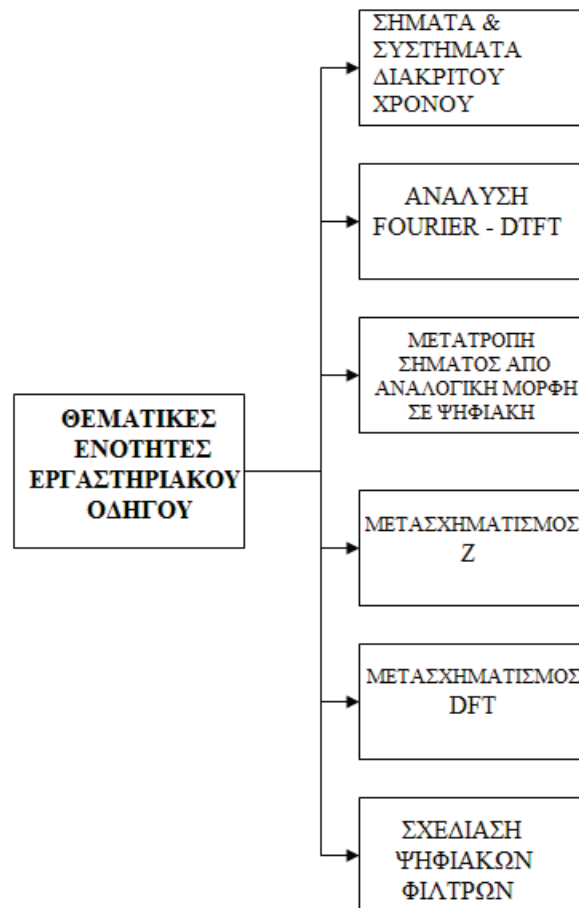
Στο στάδιο της σχεδίασης ληφθήκαν οι πιο σημαντικές αποφάσεις για τη μορφή και το περιεχόμενο του εργαστηριακού οδηγού και δοκιμαστήκαν διάφορες λύσεις μέχρις ότου οριστικοποιηθεί η τελική του εικόνα τόσο από άποψη γραφικών στοιχείων όσο και από άποψη περιεχομένου.

Το στάδιο της σχεδίασης χωρίστηκε σε δύο φάσεις:

- **Λειτουργική Σχεδίαση:** Κατά τη φάση αυτή σχεδιάστηκε η δομή του εργαστηριακού οδηγού, αποφασίστηκε η μορφοποίηση του, ο τρόπος με τον οποίο θα δομηθεί, τα γραφικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, αλλά και το τελικό περιεχόμενο του.
- **Τεχνική Σχεδίαση:** Κατά τη φάση αυτή έγινε η επιλογή των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του εργαστηριακού οδηγού.

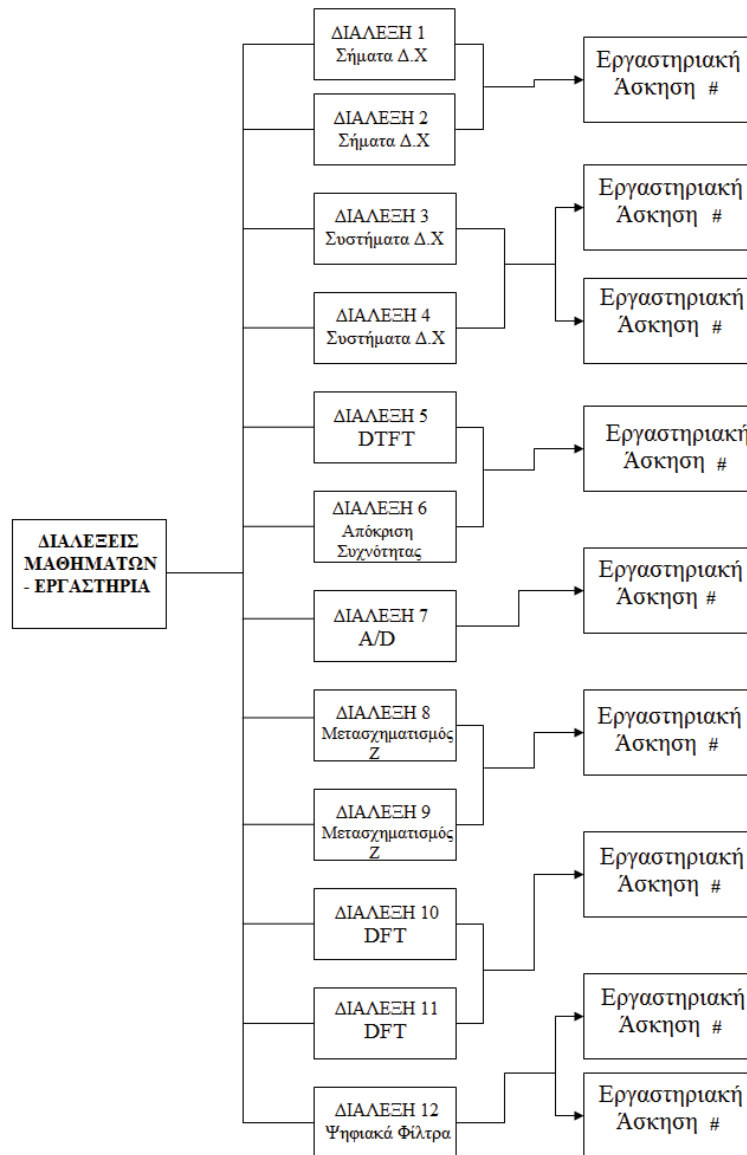
3.2 Λειτουργική Σχεδίαση

Κατά την Λειτουργική Σχεδίαση και με βάση την διδακτέα ύλη του μαθήματος, εξετάστηκε το περιεχόμενο του εργαστηριακού οδηγού από άποψη της πληροφορίας που αυτός θα έπρεπε να περιέχει. Με βάση αυτή την εξέταση δημιουργήθηκε ένας κατάλογος στον οποίο κατεγράφησαν αναλυτικά οι θεματικές ενότητες (Σχήμα 3. 1) που θα εμπεριέχει ο εργαστηριακός οδηγός.



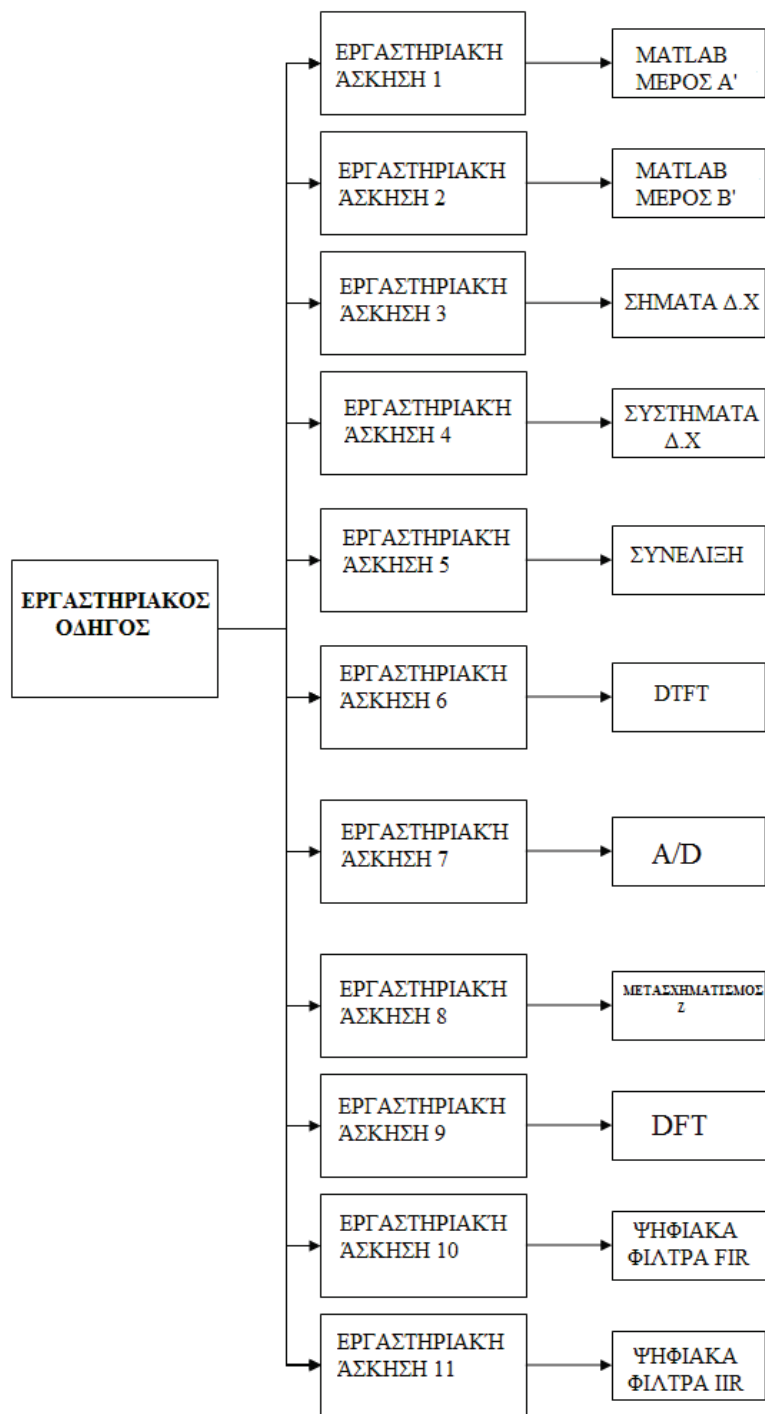
Σχήμα 3. 1: Θεματικές Ενότητες οδηγού

Ακολούθως και σύμφωνα με το πρόγραμμα διαλέξεων του θεωρητικού μαθήματος, έγινε ένας πρώτος χωρισμός των εργαστηριακών ασκήσεων (Σχήμα 3. 2).

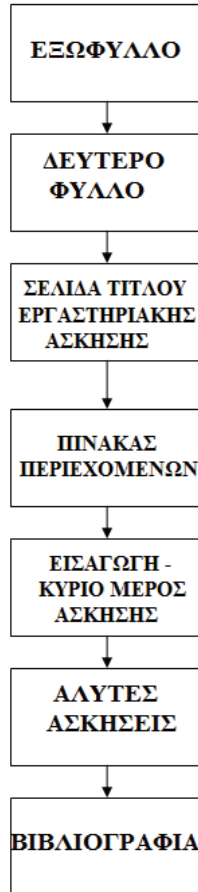


Σχήμα 3. 2: Διαλέξεις – Χωρισμός ασκήσεων

Στη συνέχεια, με τη βοήθεια αυτού του πρώτου χωρισμού που έγινε και με βάση τις απαιτήσεις που αναφέρθηκαν στο στάδιο της ανάλυσης, σχεδιάστηκε η τελική δομή του εργαστηριακού οδηγού (Σχήμα 3. 3) και η τελική δομή της κάθε εργαστηριακής άσκησης η οποία απεικονίζεται στο Σχήμα 3. 4.



Σχήμα 3. 3: Τελική Δομή εργαστηριακού Οδηγού



Σχήμα 3. 4: Δομή κάθε εργαστηριακής Άσκησης

3.3 Τεχνική Σχεδίαση

Κατά την τεχνική σχεδίαση έγινε η επιλογή του εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί στην επίλυση των ασκήσεων. Ανάμεσα σε εργαλεία ανοιχτού κώδικα (open source) όπως είναι το Octave, το SciLab, το Freemat και εργαλεία κλειστού κώδικα (closed source) όπως είναι το MATLAB. Τελικά, μετά από μία συγκριτική μελέτη και των τεσσάρων λογισμικών, το εργαλείο που επιλέχτηκε και χρησιμοποιήθηκε είναι το MATLAB.

Η συγκριτική μελέτη βρίσκεται στο [Παράρτημα Α](#) της παρούσας πτυχιακής.

3.4 Το MATLAB

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

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

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

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

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

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

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

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

Κεφάλαιο **4**

Υλοποίηση Εργαστηριακού Οδηγού

4.1 Εισαγωγή

Το στάδιο της υλοποίησης αποτελεί την κορύφωση της διαδικασίας ανάπτυξης του εργαστηριακού οδηγού, διότι μετά το τέλος ο εργαστηριακός οδηγός είναι έτοιμος προς παράδοση και τη χρήση του από τους φοιτητές και καθηγητές του τμήματος μηχανικών πληροφορικής.

Το στάδιο της υλοποίησης δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί από μόνο του, στηρίζεται στα αποτελέσματα των σταδίων της Ανάλυσης και της Σχεδίασης.

Σε αυτό το στάδιο ο συγγραφέας θα πρέπει να συγκεντρώσει όλα τα γραφικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν στον εργαστηριακό οδηγό, να δημιουργήσει τις 11 εργαστηριακές ασκήσεις και στο τέλος να διεξάγει έλεγχο ώστε να διαπιστώσει τυχόν λάθη. Η επιτυχία σε αυτό το στάδιο εξαρτάται από την ύπαρξη συγκεκριμένων προϋποθέσεων και προδιαγεγραμμένων στόχων και σκοπών για τον εργαστηριακό οδηγό.

4.2 Συλλογή Περιεχομένου

Η συλλογή του περιεχομένου, που περιλαμβάνει ο εργαστηριακός οδηγός με βάση τη διδακτέα ύλη του μαθήματος, αποτέλεσε μία χρονοβόρα διαδικασία. Αρχικά, για κάθε εργαστηριακή άσκηση που θα δημιουργούταν έπρεπε να επιλεγτούν τα σημαντικότερα θεωρητικά κομμάτια του μαθήματος, από τις σημειώσεις και τα συγγράμματα.

Επίσης, στο στάδιο συλλογής περιεχομένου ανήκει η εύρεση και η δημιουργία όλων των σχημάτων της θεωρίας και των γραφικών που θα περιέχει ο εργαστηριακός οδηγός.

Στη συνέχεια, για κάθε εργαστηριακή άσκηση και κάθε κομμάτι της θεωρίας που είχε επιλεγεί και δημιουργηθεί, δημιουργήθηκαν λυμένα παραδείγματα στο περιβάλλον εργασίας του MATLAB για την καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση των βασικών αρχών της θεωρίας από τους φοιτητές.

Στο τελευταίο στάδιο συλλογής περιεχομένου, δημιουργήθηκαν οι εκφωνήσεις των άλυτων ασκήσεων του εργαστηριακού οδηγού, καθώς και η επίλυση αυτών των ασκήσεων με το εργαλείο MATLAB.

4.3 Δημιουργία Εργαστηριακών Ασκήσεων

Αφού έγινε η συλλογή του υλικού που θα περιλαμβάνει ο εργαστηριακός οδηγός, ξεκίνησε η υλοποίηση του με τη βοήθεια του MS Office Word.

Αρχικά δημιουργήθηκε το εξώφυλλο του εργαστηριακού οδηγού και το δεύτερο φύλλο με τους συντελεστές.

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε η σελίδα με το εξώφυλλο της εργαστηριακής άσκησης ένα (1) και η σελίδα που θα περιέχει τον πίνακα περιεχομένων της άσκησης.

Ακολούθησε η δημιουργία των σελίδων με το κυρίως κείμενο (ορισμοί – θεωρία) της εργαστηριακής άσκησης 1 τοποθετώντας κατά σειρά όλα τα στοιχεία περιεχομένου που δημιουργήθηκαν.

Τέλος, δημιουργήθηκαν οι σελίδες με τις άλυτες ασκήσεις και τη βιβλιογραφία της εργαστηριακής άσκησης.

Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε και για τις 11 εργαστηριακές ασκήσεις που δημιουργήθηκαν και αναπαριστάτε από το διάγραμμα ροής στο Σχήμα 4. 1.



Σχήμα 4. 1: Δομή Εργαστηριακής Άσκησης

4.4 Δημιουργία Γραφικών Στοιχείων

Παράλληλα με τη δημιουργία των εργαστηριακών ασκήσεων του εργαστηριακού οδηγού στο Word, χρειάστηκε να γίνει η παραγωγή των γραφικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για την τελική του παρουσίαση ως ένας ολοκληρωμένος εργαστηριακός οδηγός. Το σύνολο των γραφικών δημιουργήθηκαν με το MATLAB και το GIMP.

4.5 Δημιουργία Παραδειγμάτων

Παράλληλα με τη δημιουργία του θεωρητικού μέρους κάθε εργαστηριακής άσκησης, και τη βοήθεια του MATLAB, δημιουργήθηκαν λυμένα παραδείγματα που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση της θεωρίας από τους φοιτητές.

4.6 Δημιουργία και Επίλυση Ασκήσεων με το MATLAB

Με την ολοκλήρωση κάθε εργαστηριακής άσκησης, δημιουργήθηκαν άλλες ασκήσεις στις οποίες θα κλιθούν οι φοιτητές να λύσουν. Τέλος, δημιουργήθηκαν οι λύσεις τους με τη βοήθεια του MATLAB.




4.7 Ολοκλήρωση Εργαστηριακού Οδηγού

Όπως είναι φυσιολογικό μετά τη δημιουργία της τελικής εικόνας του εργαστηριακού οδηγού έγινε ο απαραίτητος έλεγχος για τον εντοπισμό σφαλμάτων τα οποία διορθώθηκαν. Στη συνέχεια έγιναν κάποιες τελευταίες αλλαγές που αφορούσαν ως επί το πλείστον στην εμφάνιση και την παρουσίαση του εργαστηριακού οδηγού. Το τελευταίο πράγμα που έγινε ήταν ο επανέλεγχος όλων των λύσεων των ασκήσεων στο MATLAB.

4.8 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε

Στον πίνακα 4. 1 που ακολουθεί βρίσκονται συγκεντρωμένα όλα τα προγράμματα (λογισμικό) που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του εργαστηριακού οδηγού, σε όλα τα στάδια δημιουργίας του.

Πίνακας 4. 1: Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε

A/A	Λογισμικό	Χρήση
1	 MS Office Word	Δημιουργία και ανάπτυξη του εργαστηριακού οδηγού
2	 MATLAB	Δημιουργία – επίλυση των παραδειγμάτων και των ασκήσεων. Δημιουργία γραφικών.
3	 GIMP	Δημιουργία και επεξεργασία εικόνων.

4.9 Τελική Δομή Εργαστηριακού Οδηγού

Σε γενικές γραμμές, η τελική δομή του εργαστηριακού οδηγού που προέκυψε μετά την ολοκλήρωση του είναι η εξής:

- Εξώφυλλο και συντελεστές εργαστηριακού οδηγού
- Εργαστηριακή Άσκηση 1: Εισαγωγή στο MATLAB (Μέρος Α)
- Εργαστηριακή Άσκηση 2: Εισαγωγή στο MATLAB (Μέρος Β)
- Εργαστηριακή Άσκηση 3: Σήματα Διακριτού Χρόνου
- Εργαστηριακή Άσκηση 4: Εισαγωγή στα Συστήματα Διακριτού Χρόνου
- Εργαστηριακή Άσκηση 5: Συνέλιξη
- Εργαστηριακή Άσκηση 6: Μετασχηματισμός Fourier Διακριτού Χρόνου (DTFT)
- Εργαστηριακή Άσκηση 7: Μετατροπή Σήματος από Αναλογική μορφή σε Ψηφιακή
- Εργαστηριακή Άσκηση 8: Μετασχηματισμός Z
- Εργαστηριακή Άσκηση 9: Διακριτός Μετασχηματισμός Fourier (DFT)
- Εργαστηριακή Άσκηση 10: Ψηφιακά Φίλτρα FIR
- Εργαστηριακή Άσκηση 11: Ψηφιακά Φίλτρα IIR

Τα παραπάνω παρουσιάζονται πιο αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5 του παρόντος, «Παρουσίαση Εργαστηριακού Οδηγού».

Κεφάλαιο **5**

Παρουσίαση Εργαστηριακού Οδηγού

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η παρουσίαση του εργαστηριακού οδηγού.

Ανοίγοντας το αρχείο Word ή PDF εμφανίζεται η πρώτη σελίδα του εργαστηριακού οδηγού που είναι το εξώφυλλο. Το εξώφυλλο αναφέρει τον τίτλο του μαθήματος, τη σχολή, το τμήμα, το όνομα του καθηγητή που διδάσκει το μάθημα και μία εικόνα. Ο κώδικας με τον οποίο δημιουργήθηκε η εικόνα του εξώφυλλου παρουσιάζεται στο [Παράρτημα Β](#). Η επόμενη σελίδα που ακολουθεί είναι με τους συντελεστές του εργαστηριακού οδηγού, γράφει το όνομα του συγγραφέα.

Για να τα δούμε όπως ακριβώς είναι ακολουθούμε τον ακόλουθο σύνδεσμο: [Εξώφυλλο_Συντελεστές](#).

5.2 Εργαστηριακή Άσκηση 1

Εργαστηριακή άσκηση 1: Εισαγωγή στο MATLAB (Μέρος Α΄)

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται το περιβάλλον εργασίας του MATLAB, η Δημιουργία μεταβλητών, οι Βασικές πράξεις, οι Βασικές εντολές, οι Συναρτήσεις, οι Πίνακες, οι Πράξεις πινάκων και η Προσπέλαση θέσεων μνήμης. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης, παρουσιάζεται το πρακτικό της μέρος στο οποίο υπάρχουν άλυτες ασκήσεις στις οποίες θα κλιθούν να λύσουν οι φοιτητές για την καλύτερη εξοικείωση με το MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 1 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_1](#) και [Λύσεις](#).

5.3 Εργαστηριακή Άσκηση 2

Εργαστηριακή άσκηση 2: Εισαγωγή στο MATLAB (Μέρος Β΄)

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, γίνεται η εισαγωγή στα m-files, τα Αρχεία εντολών, τις Δομές ελέγχου, τις Δομές επανάληψης και τις Γραφικές παραστάσεις. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους με το εργαλείο MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 2 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_2](#) και [Λύσεις](#).

5.4 Εργαστηριακή Άσκηση 3

Εργαστηριακή άσκηση 3: Σήματα Διακριτού Χρόνου

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, γίνεται μία εισαγωγή στις απλές πράξεις σημάτων διακριτού χρόνου (ΣΔΧ) (χρονική αντιστροφή, χρονική μετατόπιση, χρονική κλιμάκωση), στα Βασικά Σήματα Διακριτού Χρόνου (κρουστική συνάρτηση, μοναδιαία βηματική συνάρτηση, συνάρτηση ράμπας, περιοδικά Σήματα Διακριτού Χρόνου και στα Χαρακτηριστικά των ΣΔΧ (μέση τιμή, ενεργός τιμή, ενέργεια, ισχύς). Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 3 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_3](#) και [Λύσεις](#).

5.5 Εργαστηριακή Άσκηση 4

Εργαστηριακή άσκηση 4: Εισαγωγή στα Συστήματα Διακριτού Χρόνου

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζονται οι ιδιότητες συστημάτων διακριτού χρόνου (αιτιότητα, υπέρθεση, ομογένεια, γραμμικότητα, χρονική αμεταβλητότητα). Επίσης παρουσιάζεται η Επίλυση εξισώσεων διαφορών με το MATLAB. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 4 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_4](#) και [Λύσεις](#).

5.6 Εργαστηριακή Άσκηση 5

Εργαστηριακή άσκηση 5: Συνέλιξη

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζονται οι εξισώσεις διαφορών, η επίλυση εξισώσεων διαφορών με γραμμικούς συντελεστές και η ταξινόμηση συστημάτων ανάλογα με τον τύπο της κρουστικής απόκρισης. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 5 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_5](#) και [Λύσεις](#).

5.7 Εργαστηριακή Άσκηση 6

Εργαστηριακή άσκηση 6: Μετασχηματισμός Fourier Διακριτού Χρόνου (DTFT)

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται ο ορισμός του μετασχηματισμού DTFT, ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να τον υπολογίσουμε και ο υπολογισμός της απόκρισης συχνότητας. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB.

Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 6 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_6](#) και [Λύσεις](#).

5.8 Εργαστηριακή Άσκηση 7

Εργαστηριακή άσκηση 7: Μετατροπή Σήματος από Αναλογική Μορφή σε Ψηφιακή

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η παραγωγή ψηφιακού σήματος μέσω δειγματοληψίας και η ανακατασκευή των αναλογικών σημάτων. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 7 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_7](#) και [Λύσεις](#).

5.9 Εργαστηριακή Άσκηση 8

Εργαστηριακή άσκηση 8: Μετασχηματισμός Z

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται ο ορισμός του μετασχηματισμού Z και ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να υπολογίσουμε τον ευθύ και αντίστροφο μετασχηματισμό Z. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 8 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_8](#) και [Λύσεις](#).

5.10 Εργαστηριακή Άσκηση 9

Εργαστηριακή άσκηση 9: Διακριτός μετασχηματισμός Fourier (DFT)

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται ορισμός του μετασχηματισμού, ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να υπολογίσουμε τον ευθύ και τον αντίστροφο DFT, η

Κυκλική μετατόπιση και η κυκλική συνέλιξη. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 9 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_9](#) και [Λύσεις](#).

5.11 Εργαστηριακή Άσκηση 10

Εργαστηριακή άσκηση 10: Ψηφιακά Φίλτρα FIR

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται ο ορισμός των φίλτρων FIR και ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να σχεδιάσουμε τα φίλτρα αυτά με τη χρήση παραθύρων. Για κάθε ενότητα που αναλύεται υπάρχουν λυμένα παραδείγματα. Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τις οποίες θα λύσουν οι φοιτητές για την εξοικείωση τους, με τη βοήθεια του MATLAB. Στην τελευταία σελίδα του οδηγού υπάρχει η βιβλιογραφία – σύνδεσμοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 10 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_10](#) και [Λύσεις](#).

5.12 Εργαστηριακή Άσκηση 11

Εργαστηριακή άσκηση 11: Ψηφιακά Φίλτρα IIR

Στο θεωρητικό μέρος της άσκησης, παρουσιάζεται ο ορισμός των φίλτρων IIR και ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να σχεδιάσουμε φίλτρα Butterworth.

Για να δούμε την εργαστηριακή άσκηση 11 και τις λύσεις των ασκήσεων ακολουθούμε τους ακόλουθους συνδέσμους: [Εργαστηριακή_Άσκηση_11](#) και [Λύσεις](#).

Στους συνδέσμους που ακολουθούν θα βρείτε ολόκληρο τον εργαστηριακό οδηγό [Εργαστηριακός_Οδηγός_DSP](#) και όλες τις λύσεις των άλυτων ασκήσεων [Λύσεις_Ασκήσεων_DSP](#) και [M-files](#).

Κεφάλαιο

6

Σύνοψη και Συμπεράσματα

6.1 Επίλογος

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύθηκαν, μελετήθηκαν και σχεδιάστηκαν οι αρχές της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος με αποτέλεσμα τη δημιουργία 11 εργαστηριακών ασκήσεων. Το εργαλείο που επιλέχτηκε για την κατασκευή των ασκήσεων του εργαστηριακού οδηγού ήταν το MATLAB.

Φτάνοντας στο τέλος μπορώ να πω ότι η δημιουργία του εργαστηριακού οδηγού για το μάθημα « Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος » ήταν για εμένα μια πρόκληση, διότι δεν είχα ασχοληθεί με κάτι παρόμοιο στο παρελθόν. Ο σχεδιασμός, η δημιουργία και η επίλυση εργαστηριακών ασκήσεων με βάση τις έννοιες της θεωρίας μπορεί στην αρχή να φαντάζει κάτι εξαιρετικά δύσκολο, στην ουσία όμως με την κατάλληλη καθοδήγηση και το κατάλληλο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε, το MATLAB, ο τρόπος ανάπτυξης και υλοποίησης είναι αρκετά απλός.

Κύριος στόχος μου ήταν η δημιουργία ενός εργαστηριακού οδηγού φιλικό προς τον χρήστη, έτσι ώστε να κατανοήσει – εμπέδωση όσο το δυνατόν καλύτερα τις βασικές αρχές της ψηφιακής επεξεργασίας σημάτων. Η χρησιμοποίηση της θεωρίας και των λυμένων ασκήσεων – παραδειγμάτων βοήθησαν σημαντικά στον στόχο αυτό. Δημιουργώντας βήμα προς βήμα τον εργαστηριακό οδηγό, ανακάλυπτα συνεχώς τις αμέτρητες δυνατότητες που προσφέρει – παρέχει το MATLAB στους χρήστες του.

Κλείνοντας μπορώ να πω ότι το MATLAB είναι ένα πολύ σημαντικό και κατάλληλο εργαλείο για να ξεκινήσει κάποιος την εκμάθηση των εννοιών της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος προγραμματίζοντας και λύνοντας ασκήσεις (με μοναδικό μειονέκτημα την τιμή του). Ακόμη και αν δεν έχει αρκετές γνώσεις, μπορεί να δημιουργήσει απλά, μικρά προγράμματα πάνω στις έννοιες της.

Συντομογραφίες

ΨΕΣ:	Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος
ΣΔΧ:	Σήματα Διακριτού Χρόνου
MATLAB:	Matrix Laboratory
DSP:	Digital Signal Processing
USB:	Universal Serial Bus
CD:	Compact Disk
DVD:	Digital Video Disk ή Digital Versatile Disk
DTFT:	Discrete Time Fourier Transform
DFT:	Discrete Fourier Transform
FIR:	Finite Impulse Response
IIR:	Infinite Impulse Response
MHz:	Mega Hertz

Παράρτημα Α

Στο παράρτημα Α παρατίθεται η συγκριτική μελέτη που έγινε για την επιλογή του εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε κατά τη δημιουργία του εργαστηριακού οδηγού.

Συγκριτική Μελέτη Επιλογής Λογισμικού

Χρήσεις και δυνατότητες Matlab

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 αλγορίθμων-συναρτήσεων. Σε περίπτωση που καμία από αυτές δεν επαρκεί για την επίλυση ενός προβλήματος παρέχεται ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον για την κατασκευή του κατάλληλου αλγορίθμου-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.

Το Interface του Matlab, έχει γενική ευκολία χρήσης, η δύναμη και η επεκτασιμότητα το έχουν καταστήσει επάξια δημοφιλής, και έχει γεννήσει μια τεράστια εκδοτική βιομηχανία.

Ως εργαλείο διδασκαλίας, όμως, υποφέρει από ένα σημαντικό ελάττωμα: είναι πολύ ακριβό. Και οι add-on εργαλείοι που προστίθενται κοστίζουν.

Υπάρχει συνεπώς η ανάγκη χαμηλού κόστους - κατά προτίμηση ανοιχτού κώδικα - εναλλακτική, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους φοιτητές ως ένα είδος drop-in αντικατάσταση για πειραματισμό και στο σπίτι με δικό τους υπολογιστή.

Οι εναλλακτικές λύσεις

Υπάρχουν τρεις εναλλακτικές λύσεις: FreeMat, Octave και SciLab. Ακολουθεί μία μικρή περιγραφή για το κάθε ένα.

Το **Freemat** είναι ένα δωρεάν open source υπολογιστικό περιβάλλον παρόμοιο με το Matlab.

GNU Octave είναι μία υψηλού επιπέδου ερμηνευτική γλώσσα που προορίζεται κυρίως για αριθμητικούς υπολογισμούς. Παρέχει δυνατότητες για την αριθμητική επίλυση γραμμικών και μη γραμμικών προβλημάτων, καθώς και για την εκτέλεση άλλων αριθμητικών πειραμάτων. Παρέχει επίσης εκτεταμένες δυνατότητες γραφικών για την απεικόνιση των δεδομένων και τις πράξεις χειραγώγησης. Το Octave χρησιμοποιείται συνήθως μέσω ενός διαδραστικού περιβάλλοντος γραμμής εντολών, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να γράψει μη διαδραστικά προγράμματα. Η Octave γλώσσα είναι αρκετά παρόμοια με τη Matlab, έτσι ώστε τα περισσότερα προγράμματα να μεταφέρονται εύκολα.

Το **SciLab** είναι λογισμικό ανοικτού κώδικα, χρησιμοποιείται ευρέως σε ιδρύματα δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη διδασκαλία των μαθηματικών, επιστήμες μηχανικού και αυτόματου μηχανικού ελέγχου. 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.

Σύγκριση

Εγκατέστησα το FreeMat και το SciLab σε Windows, ενώ το Octave σε Linux. Η σύνταξη του Octave και του FreeMat είναι ταυτόσημη με εκείνη του Matlab στις δοκιμές που έκανα. Το FreeMat είναι απλό και πολύ συμβατό με το Matlab. Οι δοκιμές και στα τρία προγράμματα με οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι τα πακέτα Octave και FreeMat είναι πιο συμβατά με το Matlab, δεδομένου ότι χρησιμοποιούν την ίδια σύνταξη και έχουν την εγγενή ικανότητα να τρέχουν m-files. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο πακέτα, το Octave είναι ένα πολύ πιο ώριμο λογισμικό και έχει πολύ περισσότερες λειτουργικές ικανότητες για χρήση. Το SciLab λειτουργεί καλύτερα για Windows, αλλά δεν είναι πλήρως συμβατό με τη γλώσσα Matlab και απαιτεί περισσότερη προσπάθεια για να κυριαρχήσει.

Συμπέρασμα

Το FreeMat σε Windows ή το Octave σε Linux είναι πολύ καλές επιλογές για το εργαστήριο Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος.

Πίνακας A1: Συγκριτικός Πίνακας

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Matlab	FreeMat	GNU Octave	Scilab
Απαιτήσεις Συστήματος	Οι απαιτήσεις είναι πολύ υψηλές για RAM και σκληρό δίσκο	Πολύ μικρές απαιτήσεις για καλή λειτουργία	Πολύ μικρές απαιτήσεις για καλή λειτουργία	Πολύ μικρές απαιτήσεις για καλή λειτουργία

	για την βέλτιστη απόδοση.			
Κόστος	Έχει υψηλό κόστος	Είναι ελεύθερο πακέτο	Είναι ελεύθερο πακέτο	Είναι ελεύθερο πακέτο
	Διαβάζει m-files	Διαβάζει m-files	Διαβάζει m-files	Δε διαβάζει m-files
Αριθμητικές Πράξεις	Περιέχει τις περισσότερες λειτουργίες για να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις του μαθήματος	Έχει ελλιπή μεθόδους και συναρτήσεις,	Έχει ελλιπή μεθόδους και συναρτήσεις,	Έχει ελλιπή μεθόδους και συναρτήσεις,
		Έχει Interface όπως το Matlab	Λειτουργεί μέσα από το terminal	Έχει Interface όπως το Matlab
Simulink	Το simulink είναι πλούσιο και εύχρηστο	Δεν περιέχει εργαλείο όμοιο	Δεν περιέχει εργαλείο όμοιο	Έχει ενσωματωμένα

Παράρτημα Β

Κώδικας εικόνας εξώφυλλου

```
%cover.m

% Create a grid of x and y data
y = -10:0.5:10;
x = -10:0.5:10;
[X, Y] = meshgrid(x, y);

% Create the function values for Z = f(X,Y)

r=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;
Z=sin(r)./r;

% Create a surface contour plot using the mesh function
figure;

mesh(X,Y,Z)

% Adjust the view angle
view(-38, 18);
```

Βιβλιογραφία

- [1] Μουρτζόπουλος Ι., (2012), Ψηφιακή Τεχνολογία Ήχου, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών
- [2] Α. Σκόδρας και Β. Αναστασόπουλος, (2003), Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων και Σημάτων, ΕΑΠ
- [3] Hsu H. P. (2002), Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- [4] Jayant N .S. and Noll P. (1984), Digital Coding of Waveforms: Principles and Applications to Speech and Video, Prentice Hall
- [5] Proakis J. G. and Salehi M. (2008), Digital Communications (5th Ed.), McGraw-Hill Higher Education
- [6] Mano M. M. and Ciletti M. D. (2012), Digital Design (5th Ed.), Pearson Education
- [7] Σειρά Schaum, Monson H. Hayes, Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος, Εκδόσεις Τζιόλα
- [8] MATLAB Programming for Engineers (Stephen J. Chapman), 4η έκδοση, 2007
- [9] Advanced Engineering Mathematics with MATLAB (Dean G. Duffy), 3η έκδοση, 2010
- [10] Matlab for Beginners: A Gentle Approach (Peter I. Kattan), 2008
- [11] Mastering MATLAB (Duane C. Hanselman & Bruce L. Littlefield), 1η έκδοση, Prentice Hall, 2011
- [12] Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving (Stormy Attaway), 3η έκδοση, 2013
- [13] Essential Matlab for Engineers and Scientists (Brian Hahn, Dan Valentine), 5η έκδοση, 2013
- [14] MATLAB for Engineers (Holly Moore), 3η έκδοση, 2011
- [15] Signals and Systems with MATLAB Computing and Simulink Modelink (Steven T. Karris), 4η έκδοση, 2012

Ηλεκτρονικές Πηγές

- [1] http://el.wikipedia.org/wiki/Ψηφιακή_επεξεργασία_σήματος
- [2] <http://www.mathworks.com>
- [3] http://people.sc.fsu.edu/~%20jburkardt/html/matlab_graphics/matlab_graphics.html
- [4] http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Basics_Matlab#16
- [5] <http://www.mathworks.com/help/matlab/ref/stem.html>
- [6] <http://www.matlab-cookbook.com/>
- [7] <http://www.mathworks.com/moler/chapters.html>
- [8] http://en.wikibooks.org/wiki/MATLAB_Programming
- [9] FreeMat: <http://freemat.sourceforge.net/>
- [10] Octave: <http://www.gnu.org/software/octave/>
- [11] SciLab: <https://www.scilab.org/>
- [12] GIMP: <http://sxoleio.eu/Image-editors.php>