

# Λογισμικό Επικοινωνίας Η/Υ με Συσκευές μέσω "Κάρτας" Διασύνδεσης GPIB

Χ. Δ. Λιάκος, Ν. Α. Βλάχος και Σ. Β. Παράς  
Εργαστήριο Τεχνολογίας Χημικών Εγκαταστάσεων  
Τμήμα Χημικών Μηχανικών Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.  
Παν. Θυρίδα 455, 54006 Θεσσαλονίκη  
e-mail: paras@vergina.eng.auth.gr

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη λογισμικού "πακέτου", στο γραφικό περιβάλλον των Windows, με σκοπό τον έλεγχο ηλεκτρονικών ψηφιακών συσκευών, οι οποίες είναι συμβατές με το πρωτόκολλο επικοινωνίας IEEE-488 (GPIB). Ειδικότερα αναπτύσσεται μία εφαρμογή ελέγχου, μέσω του Η/Υ, ενός ψηφιακού και προγραμματιζόμενου παλμογράφου, ο οποίος έχει τη δυνατότητα απεικόνισης σημάτων συχνότητας έως 500 MHz. Τα κύρια χαρακτηριστικά της εφαρμογής αυτής είναι ο μακρόθεν έλεγχος (remote control) του παλμογράφου καθώς και η δειγματοληψία και αποθήκευση σημάτων από τη συσκευή αυτή. Ο έλεγχος του παλμογράφου επιτυγχάνεται με χρήση της ενσωματωμένης γλώσσας προγραμματισμού του, επιτρέποντας την εκτέλεση οποιασδήποτε λειτουργίας του, με την αποστολή της αντίστοιχης εντολής από τον Η/Υ στη συσκευή. Η λήψη σημάτων από τον παλμογράφο και η αποστολή τους στον Η/Υ γίνεται επίσης με την εκτέλεση των κατάλληλων εντολών. Τα σήματα αυτά μπορούν στη συνέχεια να αποθηκευθούν στον Η/Υ, να απεικονιστούν στην οθόνη του και να εκτυπωθούν.

Παράλληλα στο πλαίσιο της εργασίας αυτής αναπτύσσεται λογισμικό συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων από ένα Ανεμόμετρο Laser Doppler (LDA) που έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας κατά IEEE-488. Η Ανεμομετρία Laser Doppler είναι μια τεχνική μέτρησης ταχύτητας ρευστών, η οποία βασίζεται στο φαινόμενο Doppler, δηλαδή τη μετατόπιση της συχνότητας ακτινοβολίας Laser που προσπίπτει σε κινούμενο αντικείμενο. Εκτός από τη συλλογή και αποθήκευση δεδομένων του LDA, γίνεται και μαθηματική επεξεργασία που περιλαμβάνει την ανακατασκευή σήματος, την εύρεση στατιστικών μεγεθών, τον υπολογισμό των συναρτήσεων αυτοσυσχέτισης και πυκνότητας πιθανότητας και τέλος την εύρεση των φασμάτων συχνότητων των σημάτων που έχουν συλλεγεί. Τα αποτελέσματα της παραπάνω επεξεργασίας μπορούν να παρουσιαστούν γραφικά στην οθόνη του Η/Υ και να εκτυπωθούν.

## 1. Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη και βελτίωση των δυνατοτήτων των Η/Υ, καθώς και η καθιέρωση του πρωτοκόλλου επικοινωνίας συσκευών IEEE-488, κατέστησε δυνατή τη δημιουργία λογισμικού ελέγχου συσκευών μέσω Η/Υ, η οποία παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Οι λόγοι είναι η ευχρηστότητα ενός λογισμικού ελέγχου συσκευών σε σχέση με τους πίνακες ελέγχου των πραγματικών συσκευών, η δυνατότητα ελέγχου περισσότερων της μιας συσκευών και οι μεγάλες δυνατότητες αποθήκευσης πληροφοριών που προσφέρει ο Η/Υ. Παράλληλα ένα κατάλληλο λογισμικό ελέγχου συσκευών είναι οικονομικότερη λύση, για ένα χρήστη, από μια αυτόνομη πραγματική συσκευή, η οποία απαιτείται να διαθέτει πολύπλοκο και ακριβό πίνακα ελέγχου, κάτι που δεν είναι απαραίτητο για τις ελεγχόμενες από Η/Υ συσκευές.

Ενα από τα σημαντικότερα στάδια κάθε ερευνητικής προσπάθειας είναι η συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων που προέρχονται από συσκευές, οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε διάφορες μετρητικές διατάξεις. Οι συσκευές αυτές συλλέγουν δεδομένα με τη μορφή συνεχών ηλεκτρικών σημάτων και με κατάλληλη επεξεργασία τα σήματα αυτά μετατρέπονται σε περισσότερο εύχρηστα ψηφιακά δεδομένα (ψηφιακές συσκευές δειγματοληψίας).

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η δημιουργία εφαρμογών λογισμικού για τον έλεγχο δύο διαφορετικών ψηφιακών συσκευών δειγματοληψίας. Η πρώτη εφαρμογή έχει σκοπό τον έλεγχο και τη συλλογή δεδομένων από ένα ψηφιακό παλμογράφο. Σκοπός της δεύτερης εφαρμογής είναι η συλλογή και μαθηματική επεξεργασία δεδομένων από έναν επεξεργαστή σήματος συνδεδεμένο με ένα Ανεμόμετρο Laser Doppler (LDA) [3],[5].

Οι παραπάνω εφαρμογές για να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο φιλικές προς το χρήστη αναπτύχθηκαν στο γραφικό περιβάλλον των Windows™. Ως εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού επιλέχθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic™, η οποία είναι απλή και εύκολη στην εκμάθησή της. Το μόνο πρόβλημά της είναι ο σχετικά αργός στην εκτέλεσή του κώδικας που παράγει. Έτσι κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία του κώδικα μαθηματικής επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, σε γλώσσα προγραμματισμού Quick C™. Η τελευταία μπορεί να δημιουργήσει

αξιόπιστο και ταχύ κώδικα, ανεπτυγμένο με τη μορφή των δυναμικών βιβλιοθηκών διασύνδεσης (Dynamic Link Libraries, DLL). Μ' αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η σύνδεση του αργού κώδικα, που παράγεται από την Visual Basic με την ταχεία μαθηματική επεξεργασία που επιτυγχάνεται από την DLL [4].

## 2. Ελεγχος ηλεκτρονικών συσκευών μέσω Η/Υ.

Μια συσκευή ή σύστημα συσκευών που είναι συνδεδεμένες κατάλληλα με Η/Υ, είναι δυνατό να ελεγχθούν μέσω του τελευταίου, με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού δημιουργίας γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας με το χρήστη (Graphical-User-Interface, GUI). Οι χρήστες τέτοιων συστημάτων μπορούν να έχουν τον έλεγχο των συσκευών από την οθόνη του Η/Υ όπως ακριβώς θα χειρίζονταν τον πίνακα ελέγχου κάποιας πραγματικής συσκευής, με όλα τα προαναφερόμενα πλεονεκτήματα που προσφέρει μια τέτοια λύση.

Η σύνδεση των Η/Υ με εξωτερικές συσκευές γίνεται με διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας, με περισσότερο διαδεδομένο το πρωτόκολλο IEEE-488, το οποίο υλοποιείται ηλεκτρονικά με τη βοήθεια του συστήματος επικοινωνίας GPIB (General Purpose Interface Bus). Με το σύστημα αυτό καθίσταται δυνατή η σύνδεση διαφόρων κατάλληλα διαμορφωμένων ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους. Τα συστήματα GPIB έχουν την μορφή ηλεκτρονικής "κάρτας", εφαρμοζόμενης σε κατάλληλες υποδοχές Η/Υ, στην οποία συνδέονται συσκευές όπως εκτυπωτές, scanners, αλλά και ηλεκτρονικά επιστημονικά όργανα, βιομηχανικής χρήσης όργανα κ.α. Το πρότυπο IEEE-488 περιγράφει πλήρως τον τρόπο διασύνδεσης ηλεκτρονικών συσκευών (καλωδιώσεις, θύρες διασύνδεσης, ταχύτητες διαμεταγωγής κ.α.), ορίζει κοινούς τύπους μεταφερόμενων δεδομένων, μηνυμάτων λάθους και κατάστασης (status των συσκευών και του GPIB), οι οποίοι χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας συσκευών με Η/Υ. Το πρότυπο IEEE-488 εισάγει επίσης μια σειρά ρουτινών και συναρτήσεων, η ενσωμάτωση των οποίων σε κατάλληλα διαμορφωμένο λογισμικό επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο μέσω του Η/Υ του GPIB, αλλά και των συνδεδεμένων σε αυτό συσκευών. Το σύνολο των υποστηριζόμενων μηνυμάτων λάθους και κατάστασης καθώς και των ρουτινών και συναρτήσεων του IEEE-488 ονομάζεται υποπρότυπο SCPI (Standard Commands for Programmable Instrumentation) [4].

Επιλέχθηκε να συνδεθούν με τον Η/Υ μέσω GPIB δύο διαφορετικές συσκευές συμβατές με IEEE-488, με σκοπό τη δημιουργία λογισμικού ελέγχου τους. Οι συσκευές αυτές είναι ένας ψηφιακός παλμογράφος και ένα σύστημα επεξεργαστή σήματος συνδεδεμένο με μια συσκευή LDA.

### 2.1. Ψηφιακός Παλμογράφος [4]

Ο παλμογράφος είναι μία συσκευή παρακολούθησης και καταγραφής ηλεκτρικών σημάτων. Η αρχή λειτουργίας του είναι η λήψη διακεκριμένων δειγμάτων από ένα εισερχόμενο ηλεκτρικό σήμα, η ψηφιοποίησή τους και η απεικόνισή τους στην οθόνη του, αφού προηγηθεί η μαθηματική επεξεργασία τους. Το γεγονός που κατέστησε δυνατή την κατασκευή ψηφιακών παλμογράφων ήταν η ανάπτυξη των κυκλωμάτων μνήμης καθώς και η βελτίωση ως προς την αξιοπιστία, την ακρίβεια και την ταχύτητα των μετατροπών A/D, οι οποίοι μετατρέπουν το εισερχόμενο στη συσκευή αναλογικό σήμα σε διακεκριμένα ψηφιακά δείγματα.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο προγραμματιζόμενος ψηφιακός παλμογράφος HP54503A της Hewlett-Packard, ο οποίος έχει δυνατότητα απεικόνισης σημάτων συχνότητας μέχρι 500 MHz, με τη μέθοδο της επαναληπτικής δειγματοληψίας, ή μέχρι 2 MHz, με τη μέθοδο της συνεχούς δειγματοληψίας. Ο μέγιστος ρυθμός δειγματοληψίας του οργάνου είναι 20 MSamples/sec, με ανάλυση τάσης 0.4% (8 bits) και εύρος ευαισθησίας τάσης 1 mV/div έως 5V/div. Ο εν λόγω παλμογράφος διαθέτει 4 κανάλια εισόδου σημάτων συνδεδεμένα το καθένα αρχικά με ενισχυτή τάσης και κατόπιν με ψηφιοποιητή. Τα σήματα-δεδομένα που προκύπτουν από τους ψηφιοποιητές ελέγχονται από έναν κεντρικό ελεγκτή εισόδου, ο οποίος τα αποστέλλει σε 4 μνήμες προσωρινής αποθήκευσης, εφόσον ικανοποιούνται οι δεσμεύσεις των κυκλωμάτων χρόνου και ενεργοποίησης (trigger circuit). Από τις μνήμες αυτές τα δεδομένα διοχετεύονται σε κεντρικό ελεγκτή εξόδου, κατόπιν στον κεντρικό επεξεργαστή του οργάνου και από εκεί στην οθόνη, η οποία μπορεί να απεικονίσει τα εισερχόμενα σήματα όλων των καναλιών εισόδου ταυτόχρονα. Παράλληλα τα δεδομένα μπορούν να καταχωρηθούν σε 4 μνήμες μόνιμης αποθήκευσης. Όλες οι λειτουργίες του παλμογράφου μπορούν να ελεγχθούν από τον πίνακα ελέγχου του οργάνου.

### 2.2. Σύστημα επεξεργαστή σήματος-Ανεμόμετρου Laser Doppler (LDA).

Ενας ακόμη στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη λογισμικού ελέγχου του συστήματος επεξεργαστή σήματος-LDA. Η Ανεμομετρία Laser Doppler, είναι μία τεχνική μέτρησης ταχύτητας ρευστών βασισμένη στην αρχή της μετατόπισης της συχνότητας ακτινοβολίας Laser που προσπίπτει σε κινούμενο αντικείμενο (φαινόμενο Doppler) [2]. Η συχνότητα μιας ανακλώμενης δέσμης, από ένα σωματίδιο κινούμενο μαζί με το ρευστό, μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα του σωματιδίου [3]. Η μεταβολή αυτή της συχνότητας  $\omega_D$  (Doppler shift), είναι δυνατόν να μετρηθεί απ' ευθείας μόνο για μεγάλες ταχύτητες. Γι' αυτό στην πράξη χρησιμοποιείται και μία ακόμη δέσμη, που λαμβάνεται

είτε απ' ευθείας από το χρησιμοποιούμενο στην παρούσα εργασία, Ar-Ion Laser με διαχωρισμό της αρχικής δέσμης (μέθοδος δέσμης αναφοράς), είτε από το ανακλώμενο φως μιας δεύτερης προσπίπτουσας δέσμης που επίσης προκύπτει με διαχωρισμό της αρχικής δέσμης (διαφορική μέθοδος ή μέθοδος των κροσσών συμβολής). Η τελευταία είναι η μέθοδος που ακολουθείται στην μετρητική διάταξη επεξεργαστή σήματος-LDA [5]. Η μέθοδος των κροσσών συμβολής πήρε το όνομά της από τους κροσσούς που σχηματίζονται στην τομή των δύο ακτίνων Laser, η οποία αποτελεί τον μετρητικό όγκο του συστήματος.

Ο επεξεργαστής σήματος αποτελείται από ένα σύστημα συσκευών συνδεδεμένων μεταξύ τους, οι κυριότερες από τις οποίες είναι [3], [5]:

- Ο **μετρητής παλμών** (counter processor), ο οποίος μετρά το χρόνο που απαιτείται για να διασχίσει ένα σωματίδιο ορισμένο αριθμό κροσσών μέσα στο μετρητικό όγκο. Το εισερχόμενο σ' αυτόν σήμα ενισχύεται και φιλτράρεται για να υπολογιστεί η συχνότητα Doppler. Επίσης με την εφαρμογή κατάλληλου αλγόριθμου αξιολόγησης απορρίπτονται μετρήσεις που δεν πληρούν ορισμένα κριτήρια. Τέλος αποστέλλονται στη μνήμη του συστήματος οι αποδεκτές μετρήσεις συχνότητας και χρόνου.
- Η συσκευή **μετατόπισης συχνότητας** (frequency shifter), η οποία ενεργοποιεί ένα κελλί Bragg το οποίο παρεμβάλλεται στο οπτικό σύστημα αλλάζοντας τη συχνότητα σε μια από τις δύο δέσμες του Laser. Η μετατόπιση της συχνότητας είναι αναγκαία για τη διάκριση της διεύθυνσης της ροής σε περιπτώσεις που η ταχύτητα αλλάζει πρόσημο, ή σε περιπτώσεις τυρβώδους ροής με μηδενική μέση τιμή της ταχύτητας.
- Η **μονάδα αποθήκευσης** (buffer interface), η οποία είναι μια συσκευή προσωρινής αποθήκευσης των μετρήσεων με σκοπό της αποστολής τους στον Η/Υ.

### 3. Περιγραφή των εφαρμογών λογισμικού

#### 3.1 Περιγραφή της εφαρμογής ελέγχου του ψηφιακού παλμογράφου

Η πρώτη εφαρμογή που αναπτύχθηκε αφορά τον έλεγχο του ψηφιακού παλμογράφου και ονομάστηκε **DORCI** (Digitizing Oscilloscope Remote Control Interface). Στο **Σχήμα 1** φαίνεται το κύριο "παράθυρο" της εφαρμογής DORCI, η οποία παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες δυνατότητες: Να **συλλέξει**, με μια απλοποιημένη, αυτοματοποιημένη διαδικασία, δείγματα εισερχομένων στον παλμογράφο κυματομορφών από εξωτερικές πηγές σημάτων, να **ελέγξει** σε πραγματικό χρόνο τα πλήκτρα του πίνακα ελέγχου του παλμογράφου και να **στείλει** στο όργανο εντολές ή ακολουθίες εντολών της γλώσσας προγραμματισμού του οργάνου, με στόχο το στενότερο και καλύτερο έλεγχό του.

Η κυριότερη βεβαίως λειτουργία της συσκευής είναι η συλλογή δεδομένων. Ο παλμογράφος απεικονίζει συνεχώς στην οθόνη του τα δεδομένα της μνήμης του, μεγέθους 2 KB για το καθένα από τα 4 κανάλια εισαγωγής σημάτων. Τα δεδομένα αυτά, με την κατάλληλη ακολουθία εντολών της γλώσσας προγραμματισμού του οργάνου, μπορούν να αποσταλούν στον Η/Υ, όπου και φυλάσσονται σε μορφή αρχείων. Να σημειωθεί ότι η διαδικασία μεταβίβασης δεδομένων στον Η/Υ από το όργανο διαρκεί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (της τάξης του sec, λόγω των προδιαγραφών του παλμογράφου) κατά το οποίο ο παλμογράφος παραμένει ανενεργός, γεγονός που καθιστά απαγορευτική κάθε σκέψη για συνεχή δειγματοληψία. Παρά το γεγονός αυτό ο παλμογράφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή "εικόνων" περιοδικών σημάτων μεγάλων συχνοτήτων. Τα αρχεία των συλλεγόμενων σημάτων μπορούν να απεικονιστούν στην οθόνη του Η/Υ, να εκτυπωθούν, αλλά και να μετασχηματιστούν έτσι ώστε να είναι συμβατά με την εφαρμογή λογισμικού για το LDA η οποία περιγράφεται παρακάτω, όπου μπορούν να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία [4].

Οι υπόλοιπες λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένων και ορισμένων βοηθητικών, αποσκοπούν στον καλύτερο έλεγχο του οργάνου, έτσι ώστε η δειγματοληψία να γίνει κάτω από τις καλύτερες δυνατές συνθήκες.

#### 3.2 Περιγραφή της εφαρμογής ελέγχου του συστήματος επεξεργαστή σήματος-LDA

Η δεύτερη εφαρμογή λογισμικού που αναπτύχθηκε αφορά τον έλεγχο του επεξεργαστή σήματος, ο οποίος συλλέγει δεδομένα από ένα Ανεμόμετρο Laser Doppler. Η εφαρμογή ονομάστηκε **LDAWIN** και αποτελεί αναβάθμιση στο περιβάλλον των Windows μιας προϋπάρχουσας εφαρμογής ελέγχου του επεξεργαστή σήματος, με το όνομα LDA [6]. Η εφαρμογή LDAWIN χωρίζεται σε δύο βασικά τμήματα, το τμήμα της **συλλογής** δεδομένων και το τμήμα της **επεξεργασίας** των δεδομένων αυτών. Ένα άλλο τμήμα της εφαρμογής είναι αυτό των **βοηθητικών εργασιών** που δεν έχουν σχέση με τη συλλογή και την επεξεργασία, αλλά είναι απαραίτητες στο χρήστη.

**Συλλογή δεδομένων:** Στο πρώτο τμήμα συλλέγονται μέσω του επεξεργαστή σήματος μεγάλα και συνεχή δείγματα σημάτων από το Ανεμόμετρο Laser Doppler. Ο επεξεργαστής σήματος είναι "προσανατολισμένος" να συλλέγει δεδομένα από το LDA, χωρίς ωστόσο να αποκλείεται η σύνδεσή του, επομένως και η συλλογή δεδομένων, από άλλες πηγές σημάτων. Ο μετρητής παλμών στέλνει τις μετρήσεις του σε ψηφιακή μορφή στη μνήμη του συστήματος, η

οποία μέσω του GPIB επικοινωνεί με τον υπολογιστή. Η χωρητικότητα της μνήμης αυτής είναι 1 KB. Τα στοιχεία που μπορεί να δώσει ο μετρητής παλμών για κάθε μέτρηση είναι ο πραγματικός αριθμός των κροσσών που διέσχισε το σωματίδιο, ο χρόνος που χρειάστηκε για να διασχίσει το μετρητικό όγκο, η συχνότητα Doppler και ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικές μετρήσεις. Τα συλλεγόμενα δεδομένα φυλάσσονται στον H/Y σε μορφή αρχείου δυαδικών δεδομένων (binary).

**Επεξεργασία δεδομένων:** Κατά την διαδικασία της επεξεργασίας γίνεται αρχικά μετάφραση του σήματος από τα κωδικοποιημένα δεδομένα τα οποία αποστέλλονται από τη συσκευή, σε πραγματικά ζεύγη δεδομένων ταχύτητας και αντίστοιχου χρόνου συλλογής. Ακολουθεί η μέθοδος ανακατασκευής του σήματος, το οποίο αποτελείται από μη ισαπέχοντα χρονικά σημεία. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την επανασυλλογή δεδομένων τα οποία ισαπέχουν χρονικά, προϋπόθεση απαραίτητη για τον υπολογισμό του φάσματος συχνοτήτων, της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης καθώς και τη μείωση των αποκλίσεων των στατιστικών τιμών του σήματος (bias) [3], [5].

Η περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει [4]:

- εύρεση στατιστικών μεγεθών (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τυπικό σφάλμα κλπ),
- υπολογισμό της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας των δεδομένων ταχύτητας του ανακατασκευασμένου σήματος αλλά και των δεδομένων ταχύτητας και χρόνου του μεταφρασμένου σήματος,
- υπολογισμό της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης,
- υπολογισμό των φασμάτων συχνοτήτων ενός σήματος με τη βοήθεια του μετασχηματισμού κατά Fourier (FFT, Average FFT, FFT via Autocorrelation) [1] και,
- υπολογισμό του φάσματος συχνοτήτων με τη μέθοδο μέγιστης εντροπίας (Maximum Entropy Method) .

Τα δυαδικά αρχεία που δημιουργούνται κατά τη συλλογή μπορούν να υποστούν κατά ομάδες μαθηματική επεξεργασία, σε **περισσότερες** από μια εργασίες επεξεργασίας, τα αποτελέσματα της οποίας αποθηκεύονται σε μορφή αρχείων. Τα αρχεία αυτά μπορούν να παρουσιαστούν γραφικά ή και αριθμητικά σε κατάλληλες οθόνες της εφαρμογής και να εκτυπωθούν. Να σημειωθεί ότι στο τμήμα επεξεργασίας μπορούν να μεταβληθούν οι παράμετροι της επεξεργασίας για το καθένα από τα επεξεργαζόμενα αρχεία.

**Βοηθητικές εργασίες:** Στην εφαρμογή αυτή το τμήμα των βοηθητικών εργασιών είναι σημαντικότερο. Περιλαμβάνει μεταξύ άλλων την κατάλληλη μετατροπή αρχείων άλλων εφαρμογών με σκοπό την επεξεργασία τους και την απεικόνισή τους από την παρούσα εφαρμογή, τον έλεγχο και τη μετατροπή των αρχείων διαμόρφωσης (configuration files), τα οποία περιέχουν απαραίτητες πληροφορίες για όλα τα αρχεία επεξεργασίας.

### 3.3 Απαιτήσεις του λογισμικού

Οι δύο προαναφερόμενες εφαρμογές απαιτούν για τη λειτουργία τους μοντέλο H/Y συμβατού με IBM με επεξεργαστή 80386 ή μεταγενέστερο, ικανού μεγέθους αποθηκευτικά μέσα (hard disks) και μνήμης RAM (τουλάχιστο 2 MB), και λειτουργικό σύστημα Windows 3.0 ή μεταγενέστερο. Επίσης απαιτείται η εγκατάσταση της κάρτας διασύνδεσης με εξωτερικές συσκευές (GPIB) και του κατάλληλου λογισμικού διαμόρφωσης των παραμέτρων λειτουργίας της.

## 4. Προτάσεις- Σχόλια

Ο έλεγχος της καλής και αξιόπιστης λειτουργίας των τμημάτων συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων των δύο αναπτυχθέντων εφαρμογών είναι απαραίτητος. Για την εφαρμογή DORCI, ο έλεγχος της δειγματοληψίας έγινε με απλή οπτική σύγκριση των απεικονιζόμενων, στην οθόνη του H/Y και στην οθόνη του παλμογράφου, σημάτων. Στην εφαρμογή LDAWIN ο έλεγχος αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας έγινε με τη χρήση ενός γνωστού "τεχνητού" σήματος που παράγεται από μαθηματικές συναρτήσεις (π.χ. σύνθεση 3 ημιτονοειδών συναρτήσεων διαφορετικού συντελεστή βαρύτητας και χαρακτηριστικής συχνότητας). Έτσι τα αποτελέσματα της επεξεργασίας της συγκεκριμένης εφαρμογής συγκρίθηκαν με τα θεωρητικά αναμενόμενα, αλλά και με τα αποτελέσματα άλλων παρόμοιων αξιόπιστων εφαρμογών [6],[7].

Οι εφαρμογές λογισμικού που αναπτύχθηκαν στην παρούσα εργασία μειονεκτούν όσον αφορά την ταχύτητα εκτέλεσής τους. Η αιτία είναι, όπως αναφέρθηκε και εισαγωγικά, το γεγονός ότι η χρησιμοποιούμενη γλώσσα προγραμματισμού (Professional Visual Basic 3.0), παρά τα φανερά πλεονεκτήματά της δημιουργεί αργό κώδικα. Τα παραπάνω ισχύουν και για την δυναμική βιβλιοθήκη διασύνδεσης (DLL), που αναπτύχθηκε για την εκτέλεση των μαθηματικών συναρτήσεων του LDAWIN με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Quick C. Η λύση για τη βελτίωση της ταχύτητας των εφαρμογών είναι η χρήση όσο το δυνατόν ταχύτερων H/Y.

## 5. Βιβλιογραφία

- [1]. BENDAT, J.S. & PIERSOL, A.G. 1986 *Random Data : Analysis and measurement procedures*, Wiley-Interscience, New York.
- [2]. DRAIN, L.E. 1980 *The Laser Doppler Technique*, J. Wiley & Sons, New York
- [3]. PARAS, S.V. & KARABELAS, A.J. 1992 "Measurements of local velocities inside thin liquid films in horizontal two-phase flow" *Experiments in Fluids*, 13, 190-198
- [4]. ΛΙΑΚΟΣ, Χ.Λ. 1996 *Λογισμικό Επικοινωνίας H/Y με Συσκευές μέσω "Κάρτας" Διασύνδεσης GPIB*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- [5]. ΠΑΡΑΣ, Σ.Β. 1991 *Μελέτη διφασικής δακτυλιοειδούς διφασικής ροής σε οριζόντιο αγωγό*, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- [6]. ΣΑΚΕΛΛΑΡΗΣ, Ε. 1988 *Συλλογή και επεξεργασία μετρήσεων από ένα Laser Doppler Ανεμόμετρο*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- [7]. ΚΑΝΑΚΗΣ, Ν.Θ. 1994 *Λογισμικό συλλογής & επεξεργασίας πειραματικών δεδομένων από H/Y*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.