

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

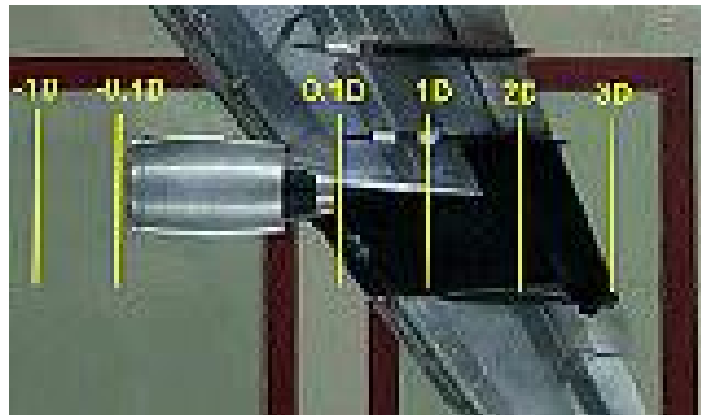
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονες Οπτικές Μέθοδοι Μέτρησης Ροϊκών Πεδίων –
Ανεμομετρία LDA, PDA

Βλάχου Γαλάτεια Α.Μ. 3760

Κουφωλιά Ελένη Α.Μ. 4136

Γεωργακοπούλου Γεωργία Α.Μ. 3824



Εισηγητής Καθηγητής Βούρος Ανδρέας

ΠΑΤΡΑ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 1	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1		
✓ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ		
1.1 Περίθλαση.....	σελ. 9	
1.2 Πόλωση.....	σελ. 25	
1.3 Διάθλαση σε σφαιρική επιφάνεια.....	σελ. 36	
1.4 Συμβολή και σύμφωνες πηγές.....	σελ. 39	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2		
✓ ΑΝΕΜΟΜΕΤΡΙΑ LDA ΚΑΙ PDA.....		σελ. 49
✓ ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΕΔΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ		
2.1 Μεγάλα σωματίδια.....	σελ. 51	
✓ ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ		
2.2 Τεχνικές μέτρησης LDA και PDA.....	σελ. 52	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3		
✓ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ LDA ΚΑΙ PDA.....		σελ. 83
3.1 Αεροδιαστημική.....	σελ. 84	
3.2 Αυτοκινητική.....	σελ. 99	
3.3 Διαγνωστικά καύσης.....	σελ. 104	
3.4 Γεωφυσική & προστασία του περιβάλλοντος.....	σελ. 107	
3.5 Υδραυλική & υδροδυναμική.....	σελ. 113	
3.6 Μίξη των διαδικασιών.....	σελ. 126	
3.7 Διαδικασία / χημική εφαρμοσμένη μηχανική.....	σελ. 127	
3.8 Έρευνα στροβιλισμού.....	σελ. 128	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		
✓ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΟΠΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ		
ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ)		
4.1 BSA.....	σελ. 129	
4.2 LDA-OPTICAL SYSTEM.....	σελ. 153	

4.3 SEEDING	σελ. 180
4.4 SOFTWARE	σελ. 202
4.5 TRAVERSESES	σελ. 241
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 254

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

"Το λέιζερ" είναι ακρώνυμο από το: ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας , το οποίο περιγράφει πολύ περιληπτικά πώς ένα λέιζερ λειτουργεί.

Ένα λέιζερ είναι μια συσκευή που ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο ενεργοποιημένα άτομα απελευθερώνουν φωτόνια. Η περιοχή μηκών κύματος ενός λέιζερ κυμαίνεται από την περιοχή των υπερύθρων ως εκείνη των υπεριωδών. Το φως λέιζερ, μπορεί να γίνει εξαιρετικά έντονο, ιδιαίτερα κατευθυντικό, και πολύ καθαρό στο χρώμα (συχνότητα). Οι συσκευές λέιζερ επεκτείνονται τώρα στο φάσμα συχνότητας των ακτίνων X και τα μείζερ είναι παρόμοιες συσκευές για τα μικροκύματα.

Όταν έντονες κόκκινες και πράσινες ακτίνες λέιζερ αερίου φωτός π.χ.(λέιζερ αργού και neodymium) διασχίζουν ένα δωμάτιο, οι πορείες τους κάμπτουν αισθητά, δεδομένου ότι χτυπούν στους καθρέφτες. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τις μοναδικές ιδιότητες του φωτός λέιζερ για να εκτελέσουν τα πειράματα που ήταν προηγουμένως αδύνατα. Το φως λέιζερ δεν είναι πάντα ορατό. Είτε ορατό είτε όχι, η υψηλή ένταση ακόμη και του περιπλανώμενου φωτός μπορεί να είναι επικίνδυνη στο λεπτό ιστό των ματιών. Για αυτόν τον λόγο, καθένας που εργάζεται με τα λέιζερ πρέπει να φοράει προστατευτικό ματιών.

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ LASER

Τα λέιζερ εκμεταλλεύονται τα άτομα για να αποθηκεύσουν και να εκπέμψουν το φως. Τα ηλεκτρόνια στα άτομα ενός μέσου λέιζερ αντλούνται αρχικά, ή ενεργοποιούνται, από μια πηγή ενέργειας. Έπειτα "υποκινούνται" από τα εξωτερικά φωτόνια για να εκπέμψουν την αποθηκευμένη ενέργεια υπό

μορφή φωτονίων, μια διαδικασία γνωστή ως υποκινημένη εκπομπή. Τα φωτόνια εκπεμπόμενα έχουν μια συχνότητα χαρακτηριστική των ατόμων, σε συμφωνία με τα παρακίνητα φωτόνια. Αυτά τα φωτόνια, προσκρούουν στη συνέχεια σε άλλα κινούμενα άτομα για να απελευθερώσουν περισσότερα φωτόνια. Η ελαφριά ενίσχυση επιτυγχάνεται ως κίνηση φωτονίων πέρα δώθε μεταξύ δύο παράλληλων καθρεφτών, που προκαλούν τις περαιτέρω υποκινημένες εκπομπές. Το έντονο, κατευθυντικό, και μονοχρωματικό φως λέιζερ φεύγει τελικά μέσω ενός από τους καθρέφτες, ο οποίος ασημώνεται «μόνο» μερικώς.

ΤΥΠΟΙ LASER

Βασισμένοι στα συνήθως χρησιμοποιούμενα λέιζερ, ταξινομούμε αυτά σε: στερεάς κατάστασης, αερίων, ημιαγωγών και υγρών.

A) Laser στερεάς κατάστασης

Τα πιο κοινά στερεά μέσα λέιζερ είναι ράβδοι των ροδοκόκκινων κρυστάλλων και των εμπλουτισμένων με neodymium γυαλιών και κρυστάλλων. Οι άκρες της ράβδου διαμορφώνονται σε δύο παράλληλες επιφάνειες που καλύπτονται με μια μη μεταλλική ταινία απεικόνισης. Τα στερεάς κατάστασης λέιζερ προσφέρουν την παραγωγή υψηλότερης δύναμης. Χρησιμοποιούνται συνήθως με έναν παλλόμενο τρόπο για να παράγουν μια έκρηξη φωτός κατά τη διάρκεια ενός σύντομου χρόνου. Εκρήξεις τόσο σύντομες όπως 10-15 sec έχουν επιτευχθεί, χρήσιμες στη μελέτη φυσικών φαινομένων πολύ συνοπτικής διάρκειας. Η άντληση επιτυγχάνεται με το φως από τους σωλήνες λάμπης ξένου, τους λαμπτήρες τόξων, ή τους λαμπτήρες μέταλλο-ατμού. Το φάσμα συχνότητας έχει επεκταθεί από το υπέρυθρο (IR) στην υπεριώδη ακτίνα (UV) με τον πολλαπλασιασμό της αρχικής συχνότητας λέιζερ με το κρύσταλλο-όπως διυδρογόνο καλίου - φωσφορικό άλας, και τα μήκη κύματος των ακτίνων X έχουν επιτευχθεί στοχεύοντας με ακτίνες λέιζερ έναν yttrium στόχο.

B) Laser αερίου

Τα λέιζερ αργού μπορούν να παράγουν μια σειρά γαλαζοπράσινων μηκών κύματος φωτός. Χρησιμοποιούνται στην ψυχαγωγία (με λέιζερ) και έχουν πολλές ιατρικές χρήσεις, όπως στη χειρουργική επέμβαση ματιών και τη σκλήρυνση-πήξη των σφραγισμάτων των δοντιών. Οι χειριστές χρησιμοποιούν αυτό το λέιζερ για να παράγουν τις ολογραφικές εικόνες.

Το μέσο λέιζερ ενός λέιζερ αερίου μπορεί να είναι ένα καθαρό αέριο, ένα μίγμα αερίων ή ακόμα και ατμός μετάλλων και περιλαμβάνεται συνήθως σε έναν κυλινδρικό σωλήνα γυαλιού ή χαλαζία. Δύο καθρέφτες βρίσκονται έξω από τις άκρες του σωλήνα για να διαμορφώσουν την κοιλότητα λέιζερ. Τα λέιζερ αερίου αντλούνται από το υπεριώδες φως, τις δέσμες ηλεκτρονίων, το ηλεκτρικό ρεύμα, ή τις χημικές αντιδράσεις. Το λέιζερ ηλίου-νέου είναι γνωστό για τη σταθερότητα υψηλής συχνότητας, την αγνότητα χρώματος, και την ελάχιστη ακτίνα που διαδίδεται. Τα λέιζερ διοξειδίου του άνθρακα είναι πολύ αποδοτικά, και συνεπώς είναι τα ισχυρότερα λέιζερ συνεχών κυμάτων (CW).

Γ) Laser ημιαγωγών

Η πιο συμπαγής ακτινοβολία λέιζερ είναι αυτή των λέιζερ ημιαγωγών που αποτελείται συνήθως από μια σύνδεση μεταξύ των στρωμάτων των ημιαγωγών με τις διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες τους. Το αρσενίδιο γαλλίου είναι ο πιο κοινός ημιαγωγός χρησιμοποιούμενος για αυτά. Τα λέιζερ ημιαγωγών αντλούνται από την άμεση εφαρμογή του ηλεκτρικού ρεύματος πέρα από τη σύνδεση, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν λέιζερ συνεχών κυμάτων με καλύτερη από 50 τοις εκατό αποδοτικότητα. Μια μέθοδος που επιτρέπει ακόμη αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας έχει επινοηθεί και περιλαμβάνει μικροσκοπικά λέιζερ κάθετα σε κυκλώματα, σε μια πυκνότητα περισσότερο από ενός εκατομμυρίου ανά τετραγωνικό εκατοστόμετρο. Τα λέιζερ ημιαγωγών χρησιμοποιούνται κυρίως σε CD players καθώς και σε εκτυπωτές λέιζερ. Στη

δεκαετία του '90 οι επιστήμονες ανέπτυξαν τα μπλε και ιώδη λέιζερ. Επειδή αυτά τα λέιζερ εκπέμπουν φως με μικρά μήκη κύματος, μπορούν να επιτρέψουν σε ένα CD να χωρέσουν περισσότερες πληροφορίες και να κάνουν τους εκτυπωτές λέιζερ να τυπώνουν πιο καθαρά. Επίσης θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να κάνουν τον οικιακό φωτισμό να «εξοικονομεί» ενέργεια.

Δ) Υγρά Laser

Τα πιο κοινά υγρά μέσα λέιζερ είναι ανόργανες χρωστικές ουσίες που περιλαμβάνονται στα περιβλήματα γυαλιού αυτά αντλούνται από τους έντονους λαμπτήρες λάμπης με έναν τρόπο σφυγμού ή από ένα λέιζερ αερίου με τον τρόπο συνεχών κυμάτων.

Ε) Laser ελεύθερης ακτινοβολίας

Τα λέιζερ που χρησιμοποιούν ηλεκτρόνια ασύνδετα στα άτομα, αντλούν την ικανότητα από μια σειρά μαγνητών , αναπτύχθηκαν αρχικά το 1977 και γίνονται τώρα σημαντικά ερευνητικά όργανα. Είναι παρόμοια με τα λέιζερ χρωστικών ουσιών και θεωρητικά, ένας μικρός αριθμός θα μπορούσε να καλύψει ολόκληρο το φάσμα από τις υπέρυθρες ακτίνες στις ακτίνες Χ. Τα λέιζερ ελεύθερων ηλεκτρονίων πρέπει επίσης να γίνουν ικανά να παράγουν πολύ υψηλής ισχύος ακτινοβολία που είναι αυτήν την περίοδο πάρα πολύ ακριβή για να παραχθεί.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ LASER

Η χρήση των λέιζερ περιορίζεται μόνο από τη φαντασία. Τα λέιζερ έχουν γίνει πολύτιμα εργαλεία στη βιομηχανία, την επιστημονική έρευνα, την επικοινωνία, την ιατρική, το στρατιωτικό τομέα και τις τέχνες.

1) Βιομηχανία

Τα υψηλής ισχύος λέιζερ οξυγονοκολλητών, χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για να ενώσουν στενά μαζί τα μεγάλα κομμάτια των σκληρών μετάλλων. Αυτά τα λέιζερ μπορούν να παράγουν θερμοκρασίες πάνω από 5.500C°(περίπου 10.000 F).

Οι ισχυρές ακτίνες λέιζερ μπορούν να εστιαστούν επιτόπου σε ένα μικρό σημείο με μεγάλη πυκνότητα ισχύος. Συνεπώς, οι ακτίνες μπορούν εύκολα να θερμάνουν, να λειώσουν, ή να ατμοποιήσουν το υλικό κατά τρόπο ακριβή. Τα λέιζερ έχουν χρησιμοποιηθεί, παραδείγματος χάριν, σαν τρυπάνια για διαμάντια ,, για να διαμορφώσουν εργαλειομηχανές, για να τακτοποιήσουν τη μικροηλεκτρονική δομή τσιπ ημιαγωγών, για να κόψουν τα σχέδια μόδας, για να συνθέσουν νέα υλικά, καθώς επίσης και στο προκαλέσουν ελεγχόμενη πυρηνική τήξη. Ο ισχυρός σύντομος σφυγμός λέιζερ κάνει επίσης πιθανή τη «μεγάλη» φωτογραφία, μέσα σε έναν χρόνο έκθεσης διάφορα trillionths ενός δευτερολέπτου. Οι ιδιαίτερα κατευθυντικές ακτίνες λέιζερ χρησιμοποιήθηκαν επίσης για την ευθυγράμμιση στην κατασκευή του γρήγορου συστήματος διέλευσης περιοχής κόλπων στο Σαν Φρανσίσκο.

Τα λέιζερ χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των γήινου φλοιού μετακινήσεων και για τις γεωδαιτικές έρευνες. Είναι επίσης οι αποτελεσματικότεροι ανιχνευτές ορισμένων τύπων ατμοσφαιρικών ρυπάνσεων. Επιπλέον, τα λέιζερ έχουν χρησιμοποιηθεί για τον ακριβή προσδιορισμό της απόστασης γης-πλανητών και στις δοκιμές της σχετικότητας. Οι πολύ γρήγοροι λέιζερ-ενεργοποιημένοι διακόπτες αναπτύσσονται για τη χρήση στους επιταχυντές μορίων. Τεχνικές έχουν βρεθεί για τη χρησιμοποίηση των ακτινών λέιζερ για να επιβραδύνουν τα άτομα για τις εξαιρετικά ακριβείς μελέτες των φασμάτων τους.

2) Επιστημονική έρευνα

Επειδή το φως λέιζερ είναι ιδιαίτερα κατευθυντικό και μονοχρωματικό, τα εξαιρετικά μικρά ποσά ελαφριάς διασποράς ή μικρών μετατοπίσεων συχνότητας (που προκαλείται από το θέμα) μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν. Με τα λέιζερ, η ταχύτητα του φωτός έχει καθοριστεί σε μια πρωτοφανή ακρίβεια, οι χημικές αντιδράσεις μπορούν να προκληθούν επιλεκτικά, και η ύπαρξη των ουσιών ιχνών στα δείγματα μπορεί να ανιχνευθεί. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν επίσης τα λέιζερ για να παγιδεύσουν τα ενιαία άτομα και άλλα μικρά μόρια για να τα μελετήσουν (παγίδα μορίων).

3) Επικοινωνία

Το φως λέιζερ μπορεί να ταξιδέψει μια μεγάλη απόσταση στο εξωτερικό διάστημα με λίγη μείωση της δύναμης σημάτων. Λόγω της υψηλής συχνότητάς του, το φως λέιζερ μπορεί να φέρει, παραδείγματος χάριν, 1.000 φορές τα τηλεοπτικά κανάλια που φέρονται σήμερα από τα μικροκύματα. Τα λέιζερ είναι επομένως ιδανικά για τις διαστημικές επικοινωνίες. Οι low-loss οπτικές ίνες έχουν αναπτυχθεί για να διαβιβάσουν το φως λέιζερ για την επικοινωνία earthbound στα συγκροτήματα τηλεφώνων και ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι τεχνικές λέιζερ έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης για την καταγραφή πληροφοριών υψηλής πυκνότητας. Παραδείγματος χάριν, το φως λέιζερ απλοποιεί την καταγραφή ενός ολογράμματος, από το οποίο μια τρισδιάστατη εικόνα μπορεί να αναδημιουργηθεί με μια ακτίνα λέιζερ. Τα λέιζερ χρησιμοποιούνται επίσης για να παίξουν ακουστικά CDs και βιντεοδίσκους .

4) Ιατρική

Οι έντονες, στενές ακτίνες του φωτός λέιζερ μπορούν να κόψουν ιστούς σε ένα μικρό χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου, χωρίς καταστροφή των περιβαλλόντων υγιών ιστών. Έχουν χρησιμοποιηθεί για "να ενώσουν στενά" τον αμφιβληστροειδή, να αντέξουν τις τρύπες στο κρανίο, να ατμοποιήσουν τα

τραύματα, και τα σκάφη αίματος. Οι τεχνικές λέιζερ έχουν αναπτυχθεί επίσης για τις δοκιμές εργαστηρίων των μικρών βιολογικών δειγμάτων.

5) Στρατιωτικές εφαρμογές

Το Επιμελητήριο στόχων των τεχνικών λέιζερ Nona εγκαθιστά το διαγνωστικό εξοπλισμό στην αίθουσα στόχων της Nona, το ισχυρότερο λέιζερ στον κόσμο. Μέσα στην αίθουσα στόχων, δέκα ακτίνες λέιζερ κατευθύνονται ταυτόχρονα προς ένα μικρό δείγμα καυσίμων, παράγοντας τις αντιδράσεις τήξης. Το λέιζερ χρησιμοποιείται αυτήν την περίοδο για την έρευνα όπλων και πρέπει να βοηθήσει τους επιστήμονες στο μέλλον να ερευνήσουν τη χρήση της τήξης ως ερευνητές μιας πιθανής ενέργειας. Τα συστήματα καθοδήγησης λέιζερ για τα βλήματα, τα αεροσκάφη, και τους δορυφόρους έχουν κατασκευαστεί. Η χρήση των ακτινών λέιζερ έχει προταθεί ενάντια στα εχθρικά βαλλιστικά βλήματα, όπως στο αμυντικό σύστημα που ωθείται από τον Πρόεδρο Ronald Reagan το 1983.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ LASER

Τα λέιζερ είναι ταξινομημένα σε τέσσερις ευρείες περιοχές ανάλογα με τη δυνατότητα πρόκλησης **βιολογικής ζημίας**. Όταν βλέπετε ένα λέιζερ, πρέπει να ονομαστεί με έναν από αυτούς τους τέσσερις προσδιορισμούς τάξης:

- **Τάξη I** - αυτά τα λέιζερ δεν μπορούν να εκπέμψουν την ακτινοβολία λέιζερ σε γνωστά επίπεδα κινδύνου.
- **Τάξη IA**- αυτό είναι ένας ειδικός προσδιορισμός που ισχύει μόνο για τα λέιζερ που προορίζονται "μη για την όψη," όπως ένας σαρωτής λέιζερ υπεραγορών. Η ανώτερη ανοχή ισχύος της τάξης είναι περίπου 4,0 mW.
- **Τάξη II** - αυτά είναι χαμηλής ισχύος ορατά λέιζερ που εκπέμπουν επάνω από την τάξη I τα επίπεδα αλλά σε μια ακτινοβολία ισχύος όχι επάνω από 1

mW. Η έννοια είναι ότι η ανθρώπινη αντίδραση αποστροφής στο φωτεινό φως θα προστατεύσει ένα πρόσωπο.

- **Τάξη IIIA** - αυτά είναι λέιζερ ενδιάμεσης-ισχύος(CW: 1-5 mW), τα οποία είναι επικίνδυνα μόνο για την όψη intrabeam. Τα περισσότερα pen-like λέιζερ υπόδειξης (laser pointers) είναι σε αυτήν την τάξη.
- **Τάξη IIIB** - αυτά είναι λέιζερ μέτριας-ισχύος.
- **Τάξη IV** - αυτά είναι υψηλής ισχύος λέιζερ (CW: 500 mW, παλλόμενο: 10 j/cm^2 . ή η διάχυτη ανοχή αντανάκλασης), που είναι επικίνδυνα να εμφανίσουν υπό οποιοδήποτε όρο (άμεσα ή diffusely διεσπαρμένα), και είναι ένας πιθανός κίνδυνος πυρκαγιάς και ένας κίνδυνος δερμάτων. Σημαντικοί έλεγχοι απαιτούνται για την τάξη IV στις εγκαταστάσεις λέιζερ.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ LASER

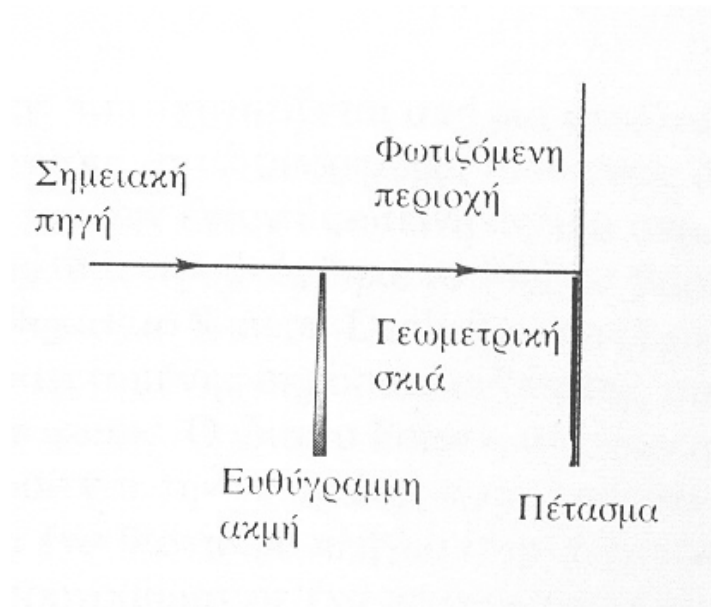
Επειδή το μάτι εστιάζει τις ακτινοβολίες επάνω του , ο κύριος κίνδυνος στην εργασία με τα λέιζερ είναι η ζημία ματιών. Επομένως, το φως λέιζερ δεν πρέπει ούτε να στοχεύει ευθέως στο μάτι , ούτε να προσπίπτει σε αυτό μετά από ανάκλαση.Απαραίτητη προϋπόθεση για την προστασία των ματιών είναι η χρησιμοποίηση των γυαλιών ασφαλείας για όποιον δουλεύει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

Για την κατανόηση της αρχής λειτουργίας του Laser και των εφαρμογών του, θα πρέπει αρχικά ως θεωρητικό υπόβαθρο να περιγραφούν μερικές βασικές έννοιες της γεωμετρικής οπτικής. Παρακάτω θα μελετήσουμε τα εξής οπτικά φαινόμενα:

1.1 ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ

Σύμφωνα με τη γεωμετρική οπτική, όταν ένα αδιαφανές αντικείμενο τοποθετηθεί μεταξύ μιας σημειακής φωτεινής πηγής και ενός πετάσματος, όπως φαίνεται στο Σχ.1.1 η σκιά του αντικείμενου διαμορφώνει ένα περίγραμμα που διακρίνεται με απόλυτη σαφήνεια (ή οξύτητα). Δεν προσπίπτει καθόλου φως στο πέτασμα σε σημεία μέσα στη σκιά, ενώ η εκτός σκιάς περιοχή φωτίζεται σχεδόν ομοιόμορφα. Η κυματική φύση του φωτός προκαλεί φαινόμενα που δεν μπορούν να εξηγηθούν βάσει του απλού μοντέλου της γεωμετρικής οπτικής. Μια σημαντική κατηγορία των φαινομένων αυτών εκδηλώνεται όταν το φως προσπίπτει σε ένα εμπόδιο με ένα άνοιγμα ή μια ακμή. Τα διαμορφώματα (patterns) συμβολής που προκύπτουν υπό τις συνθήκες αυτές συμπεριλαμβάνονται στα πειράματα που ταξινομούνται υπό τον τίτλο φαινόμενα περίθλασης.



Σχ.1.1 Η γεωμετρική οπτική προβλέπει ότι μια ευθύγραμμη ακμή σκιαγραφεί μιας σκοτεινή περιοχή, τη σκιά, με σαφές (οξύ) περίγραμμα ή όριο και μια περιοχή σχετικά ομοιόμορφο φωτισμού πάνω από αυτήν.

Η περίθλαση περιγράφεται πολλές φορές ως " η παράκαμψη του φωτός γύρω από ένα εμπόδιο". Εν τούτοις η διαδικασία που προκαλεί φαινόμενα περίθλασης ενυπάρχει στη διάδοση κάθε κύματος. Όταν ένα μέρος του κύματος αποκόπτεται από ένα εμπόδιο, παρατηρούμε φαινόμενα περίθλασης που προκύπτουν από τη συμβολή των υπόλοιπων μερών των μετώπων του κύματος. Κάθε οπτικό όργανο χρησιμοποιεί ένα περιορισμένο τμήμα του κύματος ` για παράδειγμα, ένα τηλεσκόπιο χρησιμοποιεί μόνο το μέρος του κύματος που εισχωρεί στο σύστημα μέσω του αντικειμενικού φακού του. Επομένως η περίθλαση παίζει ρόλο σε όλα σχεδόν τα οπτικά φαινόμενα.

Τα διαμορφώματα των κροσσών που σχηματίζονται από φαινόμενα περίθλασης μπορούν να αναλυθούν με χρήση της αρχής του Huygens. Ας επιχειρήσουμε μια σύντομη ανασκόπηση της αρχής αυτής. Κάθε σημείο ενός μετώπου κύματος είναι δυνατό να θεωρηθεί ως πηγή δευτερογενών κυμάτων που εξαπλώνονται προς όλες τις διευθύνσεις με ταχύτητα ίση προς την ταχύτητα διάδοσης του κύματος. Η θέση του μετώπου κύματος για κάθε μεταγενέστερη χρονική στιγμή είναι η περιβάλλουσα των δευτερογενών κυμάτων τη χρονική

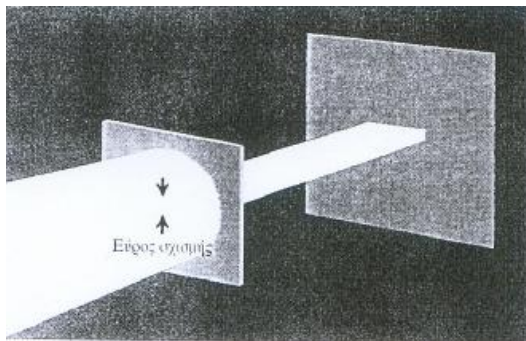
εκείνη στιγμή. Για την εύρεση της συνιστάμενης (ολικής) μετατόπισης σε κάθε σημείο, συνδυάζουμε όλες τις επιμέρους μετατοπίσεις που παρήγαγαν τα δευτερογενή αυτά κυμάτια, χρησιμοποιώντας την αρχή της υπέρθεσης (επαλληλίας) και λαμβάνοντας υπόψη τα πλάτη τους και τις σχετικές τους φάσεις.

Στο Σχ.1.1, τόσο η σημειακή πηγή όσο και το πέτασμα απέχουν πεπερασμένες αποστάσεις από το εμπόδιο που σχηματίζει την εικόνα περίθλασης. Η συνθήκη αυτή περιγράφεται ως περίθλαση εγγύς (κοντινού) πεδίου ή περίθλαση Fresnel [από τον Augustin Jean Fresnel (Ογκουστέν Ζαν Φρενέλ, 1788-1827)]. Αν η πηγή το εμπόδιο και το πέτασμα είναι αρκετά απομακρυσμένα μεταξύ τους ώστε όλες οι ευθείες από την πηγή προς το εμπόδιο να μπορούν να θεωρηθούν παράλληλες, καθώς επίσης και όλες οι ευθείες από το εμπόδιο ως ένα σημείο του διαμορφώματος να μπορούν να θεωρηθούν παράλληλες, το φαινόμενο ονομάζεται περίθλαση μακρινού πεδίου, ή περίθλαση Fraunhofer [από τον Joseph von Fraunhofer (Ζόζεφ φον Φραουνχόφερ, 1787-1826)].

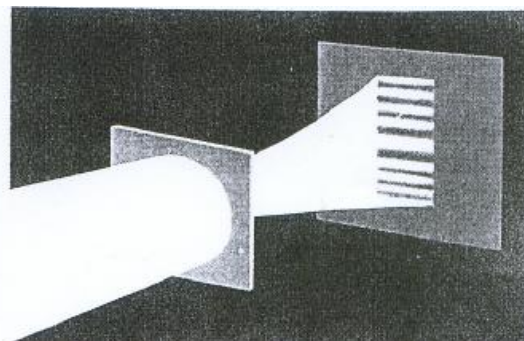
1.1.1 ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ ΜΙΑ ΣΧΙΣΜΗ

Στο εδάφιο αυτό θα εξετάσουμε το διαμόρφωμα περίθλασης που σχηματίζεται από επίπεδα κύματα (παράλληλες ακτίνες) μονοχρωματικού φωτός, όταν αυτό αναδύεται από μια σχισμή μεγάλου μήκους και μικρού εύρους, όπως φαίνεται στο Σχ.1.2 (Ονομάζουμε την μικρή διάσταση εύρος παρόλο που πρόκειται για μια κατακόρυφη διάσταση στο σχήμα αυτό). Σύμφωνα με τη γεωμετρική οπτική, η εξερχόμενη δέσμη θα έπρεπε να έχει την ίδια διατομή με τη σχισμή, όπως δείχνει το Σχ.1.2α. Στην πραγματικότητα όμως αυτό που παρατηρείται είναι η εικόνα που φαίνεται στο Σχ.1.2β . Η δέσμη εξαπλώνεται στην κατακόρυφη διεύθυνση αφού διέλθει από τη σχισμή. Το

διαμόρφωμα περίθλασης αποτελείται από μια κεντρική φωτεινή ταινία, η οποία ίσως να είναι πολύ ευρύτερη από το κατακόρυφο εύρος της σχισμής, πλαισιωμένη από εναλλασσόμενες σκοτεινές και φωτεινές ταινίες ταχέως μειούμενης έντασης. Το 85% περίπου της ολικής έντασης περιέχεται στην κεντρική φωτεινή ταινία, της οποίας το εύρος της διαπιστώνεται ότι είναι αντιστρόφως ανάλογο του εύρους της σχισμής. Μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε μια παρόμοια εικόνα περίθλασης, αν κοιτάξουμε μια σημειακή πηγή – για παράδειγμα, ένα απομακρυσμένο λαμπτήρα φωτισμού ενός δρόμου – μέσω μιας στενής σχισμής σχηματισμένης μεταξύ δύο δακτύλων μπροστά από τα μάτια μας. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας του ματιού σας αντιστοιχεί στην περίπτωση αυτή στο πέτασμα.



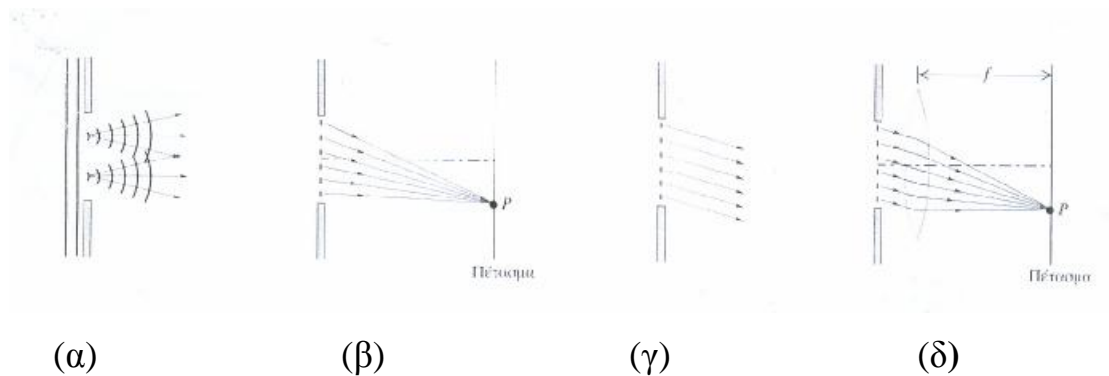
Σχ.1.2α Γεωμετρική "σκιά" μιας οριζόντιας σχισμής.



Σχ.1.2β Εικόνα περίθλασης μιας οριζόντιας σχισμής. Το εύρος της σχισμής έχει υπερεκτιμηθεί σε σημαντικό βαθμό στο σχήμα αυτό.

Το Σχ.1.3 δείχνει μια πλάγια όψη της ίδιας διάταξης: οι πλευρές μεγάλου μήκους της σχισμής είναι κάθετες στο σχήμα. Σύμφωνα με την αρχή του Huygens, κάθε στοιχείο επιφάνειας του ανοίγματος της σχισμής μπορεί να θεωρηθεί ως πηγή δευτερογενών κυμάτων. Συγκεκριμένα, αν θεωρήσουμε τη διαίρεση της σχισμής σε αρκετές στενές ταινίες του ίδιου εύρους, παράλληλες

προς τις ακμές μεγάλου μήκους και κάθετες προς τη σελίδα στο Σχ.1.3α. Από την κάθε ταινία εξαπλώνονται κυλινδρικά δευτερογενή κυμάτια, όπως φαίνεται σε τομή στο σχήμα.



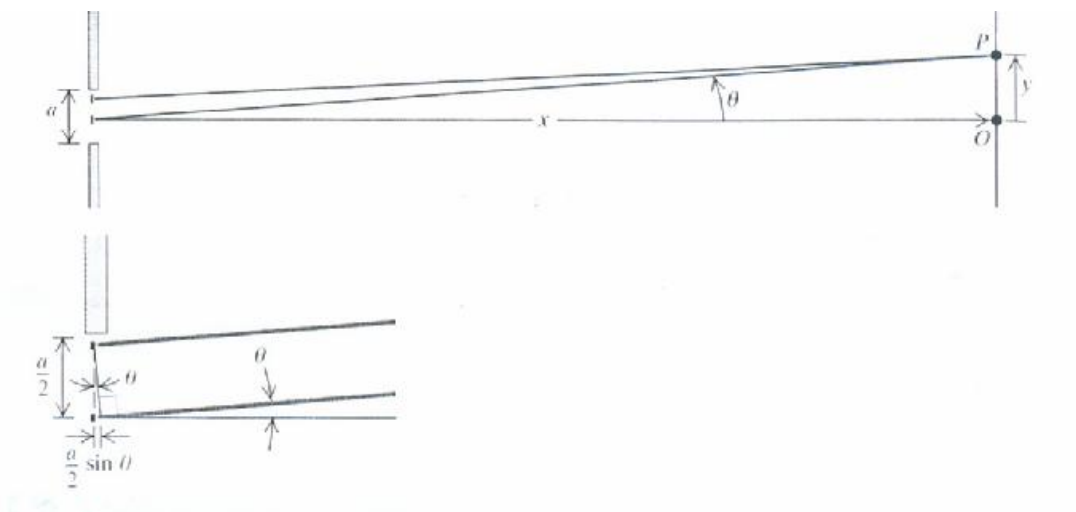
Σχ.1.3 Περίθλαση από μια (μόνη) ορθογώνια σχισμή.

Στο Σχ.1.3α κάθε λωρίδα της σχισμής δρα ως πηγή κυλινδρικών δευτερογενών κυμάτων. (β) Αν οι ακτίνες από κάθε ταινία ή λωρίδα προς το σημείο P δεν είναι παράλληλες πρόκειται για περίθλαση Fresnel (εγγύς πεδίου). (γ) Αν οι ακτίνες αυτές μπορούν να θεωρηθούν παράλληλες, τότε συμβαίνει περίθλαση Fraunhofer (μακρινού πεδίου). (δ) Χρησιμοποιώντας ένα συγκλίνοντα κυλινδρικό φακό για τη δημιουργία μιας εικόνας περίθλασης Fraunhofer σε ένα κοντινό πέτασμα.

Στο Σχ.1.3β έχει τοποθετηθεί ένα πέτασμα δεξιά της σχισμής. Μπορούμε να υπολογίσουμε την συνολική ένταση σε ένα σημείο P του πετάσματος αθροίζοντας τις συνεισφορές από τα επιμέρους κυμάτια, αφού λάβουμε ορθά υπόψη στον υπολογισμό τις διάφορες φάσεις και τα πλάτη τους. Υποθέτουμε ότι το πέτασμα βρίσκεται σε αρκετά μεγάλη απόσταση ώστε όλες οι ακτίνες από διάφορα μέρη της σχισμής προς ένα συγκεκριμένο σημείο P στο πέτασμα να είναι παράλληλες, όπως φαίνεται στο Σχ.1.3γ. Μια ισοδύναμη κατάσταση είναι το Σχ.1.3δ, στο οποίο οι ακτίνες που προσπίπτουν στο φακό είναι παράλληλες και ο φακός σχηματίζει ένα μικροσμένο είδωλο της πανομοιότυπης εικόνας που

θα σχηματιζόταν, χωρίς την παρεμβολή του φακού, σε ένα πέτασμα τοποθετημένο σε άπειρη απόσταση από τη σχισμή. Ίσως θα έπρεπε να αναμέναμε ότι οι ποικίλοι δρόμοι των φωτεινών ακτινών διαμέσου του φακού θα εισήγαγαν πρόσθετες φασικές μετατοπίσεις, στην πραγματικότητα όμως αποδεικνύεται ότι όλοι οι δρόμοι έχουν ίσες φασικές μετατοπίσεις, άρα η ύπαρξη του φακού δεν δημιουργεί τέτοιο πρόβλημα.

Το Σχ.1.3β απεικονίζει την περίθλαση Fresnel τα Σχ.1.3γ και 1.3δ, στα οποία οι εξερχόμενες στα οποία οι εξερχόμενες ακτίνες θεωρούνται παράλληλες, αποτελούν αναπαραστάσεις της περίθλασης Fraunhofer. Μπορούμε να εξάγουμε απλούστατα τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της εικόνας περίθλασης Fraunhofer από μια μόνη (σχισμή). Θεωρούμε καταρχήν δύο λεπτές ταινίες, μια μόλις κάτω από την άνω ακμή του σχεδίου που παριστά τη σχισμή και μια στο μέσο της, όπως φαίνεται σε πλάγια όψη στο Σχ.1.4. Η διαφορά δρόμου ως το σημείο P είναι, $(a/2)\sin\theta$ όπου a είναι το εύρος της σχισμής. Υποθέστε ότι η διαφορά δρόμου γίνεται ίση προς $\lambda/2$ στην περίπτωση αυτή το φως από τις δύο συγκεκριμένες ταινίες φθάνει στο σημείο P με διαφορά φάσης μισού κύκλου και έχουμε αναίρεση.



Σχ.1.4 Πλάγια όψη μιας οριζόντιας σχισμής.

Όταν η απόσταση χ ως το πέτασμα είναι πολύ μεγαλύτερη από το εύρος της σχισμής a , οι ακτίνες που εκκινούν από σημεία που απέχουν απόσταση $a/2$ μεταξύ τους μπορούν να θεωρηθούν παράλληλες. (β) Μεγέθυνση της ημίσειας σχισμής. Η ακτίνα από το μέσο της σχισμής καλύπτει απόσταση κατά $(a/2)\sin\theta$ μεγαλύτερη, καθώς οδεύει προς το σημείο P, από την ακτίνα που εκκινεί από την περιοχή της άνω ακμής της σχισμής.

Παρομοίως, το φως που προέρχεται από τις δύο ταινίες που βρίσκονται αμέσως κάτω από τις ταινίες που δείχνονται στο σχήμα επίσης φθάνει στο σημείο P με διαφορά φάση μισού κύκλου, δηλ. εκτός φάσης. Στην πραγματικότητα το φως κάθε ταινίας στο άνω ήμισυ αναιρεί το φως από μια αντίστοιχη ταινία στο κάτω ήμισυ της σχισμής. Το αποτέλεσμα είναι πλήρης αναίρεση στο σημείο P για ολόκληρη τη σχισμή, η οποία προσθέτει ένα σκοτεινό κροσσό στο διαμόρφωμα περίθλασης. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε σκοτεινό κροσσό όταν

$$\frac{a}{2}\sin\theta = \pm\frac{\lambda}{2}, \text{ ή } \sin\theta = \pm\frac{\lambda}{a} \quad (1.1)$$

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να διαιρέσουμε τη σχισμή σε τέταρτα, έκτα κ.ο.κ. και να χρησιμοποιήσουμε το παραπάνω επιχείρημα για να δείξουμε ότι σημειώνεται και η εμφάνιση ενός σκοτεινού κροσσού οποτεδήποτε ισχύει $\sin\theta = 2\lambda/a, 3\lambda/a$ κ.ο.κ. Επομένως η συνθήκη για έναν σκοτεινό κροσσό είναι $\sin\theta = 2\lambda/a$ ($m = \pm 1, \pm 2, \pm 3$)

Για παράδειγμα, αν το εύρος της σχισμής ισούται προς το δεκαπλάσιο του μήκους κύματος του φωτός ($a = 10\lambda$), έχουμε σκοτεινούς κροσσούς στις γωνίες με $\sin\theta = \pm\frac{1}{10}, \pm\frac{2}{10}, \pm\frac{3}{10}, \dots$. Μεταξύ των σκοτεινών κροσσών εμφανίζονται οι φωτεινοί κροσσοί. Παρατηρούμε επίσης ότι αν $\sin\theta = 0$, ο αντίστοιχος κροσσός είναι μια φωτεινή ταινία· στην περίπτωση αυτή φως από όλο το εύρος της

σχισμής, φθάνει εν φάση στο σημείο P. Θα ήταν λάθος να θέταμε $m = 0$ στην Εξ.(1.2). Ο κεντρικός φωτεινός κροσσός είναι ευρύτερος από τους υπόλοιπους φωτεινούς κροσσούς, όπως δείχνει το Σχ.1.2β. Αν χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση των μικρών γωνιών, την οποία ακολουθούμε στη συνέχεια, ο κεντρικός φωτεινός κροσσός είναι ακριβώς διπλάσιος ως προς το εύρος από τους πλευρικούς φωτεινούς κροσσούς.

Αν πρόκειται για φωτεινά κύματα, το μήκος κύματος λ είναι της τάξεως των $500\text{nm} = 5 \times 10^{-7} \text{m}$. Το μήκος αυτό είναι συχνά πολύ μικρότερο του εύρους της σχισμής a : ένα τυπικό εύρος σχισμής είναι $10^{-2} \text{cm} = 10^{-4} \text{m}$. Επομένως οι τιμές του θ στην Εξ.(1.2) είναι συχνά τόσο μικρές ώστε να είναι επιτρεπτή η προσέγγιση $\sin\theta = \theta$, χωρίς να επηρεάζεται, λόγω της προσέγγισης αυτής η ακρίβεια των υπολογισμών μας. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση αυτή υπό τη μορφή

$$\theta = \frac{m\lambda}{a}, \quad (m = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots)$$

(1.3)

Επίσης, αν η απόσταση σχισμής-πετάσματος είναι R , και η κάθετη απόσταση της m -οστής σκοτεινής ταινίας από το κέντρο του διαμορφώματος είναι

$$Y_m, \quad \text{τότε } \tan\theta = Y_m/R.$$

Για μικρές γωνίες θ μπορούμε να προσεγγίσουμε την εφαπτομένη της γωνίας θ , $\tan\theta$, με την ίδια τη γωνία θ , οπότε βρίσκουμε

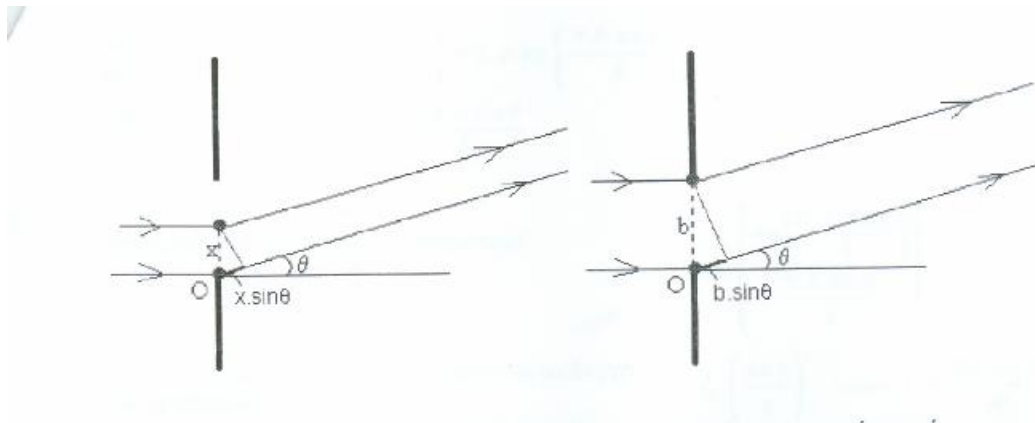
$$Y_m = R \frac{m\lambda}{a}$$

(1.4)

Επίσης η τιμή $m=0$ δεν αντιστοιχεί σε σκοτεινό κροσσό.

1.1.2 ΕΝΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ ΜΙΑΣ ΣΧΙΣΜΗΣ

Σύμφωνα με την αρχή του Huygens, όταν ένα κύμα συναντήσει μια σχισμή όλα τα σημεία της σχισμής δρουν σαν δευτερογενείς πηγές κυμάτων. Στην ενότητα αυτή μπορούμε να μελετήσουμε την περίθλαση από μια σχισμή σαν συμβολή κυμάτων που προέρχονται από άπειρες όμοιες πηγές.

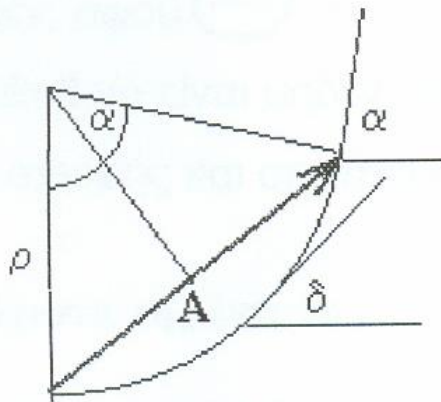


Σχ.1.5 Το πλάτος της σχισμής είναι b , και ας υποθέσουμε ότι οι δευτερογενείς πηγές είναι κατανομημένες κατά μήκος της σχισμής.

- Ø Η διαφορά δρόμου μεταξύ της πηγής που βρίσκεται στο σημείο O (η μια άκρη της σχισμής, βλέπε τις πιο πάνω εικόνες) και αυτής που βρίσκεται στη θέση χ είναι, $\chi \cdot \sin\theta$
- Ø Η διαφορά δρόμου μεταξύ της πηγής που βρίσκεται στο σημείο O (η μια άκρη της σχισμής, βλέπε τις πιο πάνω εικόνες) και αυτής που βρίσκεται στο άλλο άκρη της σχισμής είναι $b \cdot \sin\theta$

Η κίνηση ενός σημείου P της οθόνης, προκύπτει από την υπέρθεση (επαλληλία) άπειρων Α.Α.Τ (Απλών Αρμονικών Ταλαντώσεων). Το συνιστάμενο πλάτος της Α.Α.Τ που προκύπτει, είναι το άθροισμα άπειρων (αφού έχουμε άπειρες πηγές)

διανυσμάτων. Η γωνία δ που σχηματίζει το διάνυσμα στη θέση χ με την οριζόντια είναι $k\chi \cdot \sin\theta$.



Σχ.1.6 Η γωνία α που σχηματίζει το άνυσμα του πλάτους στη θέση $\chi=b$ με την οριζόντια.

Η γωνία α που σχηματίζει το άνυσμα του πλάτους στη θέση $\chi=b$ με την οριζόντια είναι, $kb \cdot \sin\theta = 2\rho b \cdot \sin\theta / l$. Αυτή η γωνία είναι ή ίδια με αυτή που υποτείνει το τόξο της περιφέρειας ακτίνας r .

Υπολογίζουμε το μήκος της χορδής δηλαδή το μήκος του πλάτους της συνισταμένης Α.Α.Τ..

$$\text{Μήκος χορδής: } A = 2 \cdot \rho \cdot \rho \cdot s\left(\frac{1}{2} \cdot \alpha\right) = 2 \cdot \rho \cdot \rho \cdot s\left(\frac{\pi \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda}\right) \quad (1.5)$$

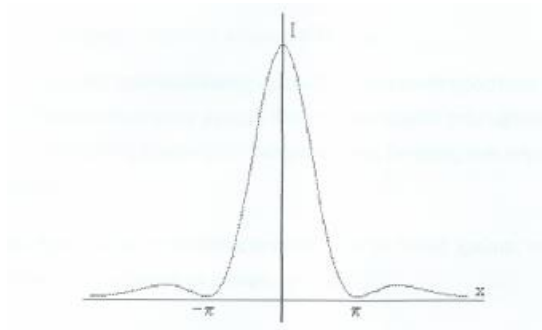
$$\text{Μήκος τόξου: } A_0 = \rho \cdot \alpha = \rho \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda} \quad (1.6)$$

$$\text{Απαλείφοντας την ακτίνα } r, \text{ παίρνουμε: } A = A_0 \cdot \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda}\right)}{\frac{\pi \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda}} \right]$$

(1.7)

Και αφού γνωρίζουμε ότι η ένταση είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους

$$I = I_0 \cdot \left(\frac{\sin\chi}{\chi}\right)^2 \text{ όπου } \chi = \frac{\pi \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda} \quad (1.8)$$



Σχ.1.7 Η κατανομή της έντασης του φωτός.

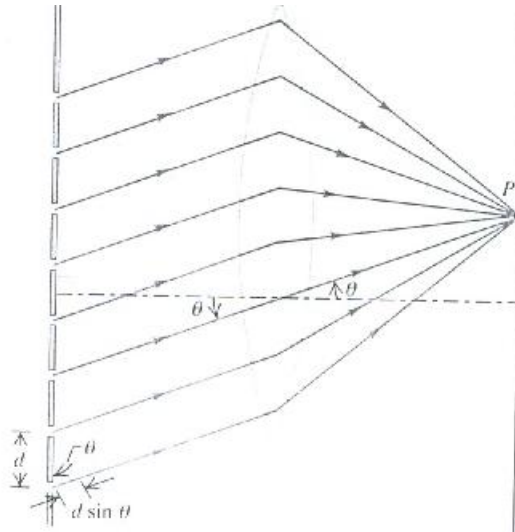
Το μέγιστο της περίθλασης πραγματοποιείται όταν το όρισμα (χ) του ημίτονου είναι μηδέν, αφού $\lim_{\chi \rightarrow 0} \frac{\sin \chi}{\chi} = 1$. Όμως για να είναι μηδέν το όρισμα του ημίτονου, πρέπει η γωνία θ να είναι μηδέν, αυτό σημαίνει ότι το μέγιστο της έντασης βρίσκεται στο μέσο της σχισμής και σε κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σχισμής.

1.1.3 ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

Τα ελάχιστα της έντασης πραγματοποιούνται σε θέσεις για τις οποίες η ποσότητα $\frac{\pi \cdot b \cdot \sin \theta}{\lambda}$ είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του π δηλαδή $\frac{\pi \cdot b \cdot \sin \theta}{\lambda} = m \cdot \pi$, ή όταν $b \cdot \sin \theta = m \lambda$ ($m = 1, 2, 3, \dots$).

Στη συνέχεια ας θεωρήσουμε διαμορφώματα παραγόμενα από πολύ λεπτές σχισμές. Υποθέτουμε ότι κάθε σχισμή είναι λεπτή, συγκρινόμενη με το μήκος κύματος, έτσι η εικόνα περίθλασης της απλώνεται σχεδόν ομοιόμορφα καταλαμβάνοντας όλο το διαθέσιμο γωνιακό εύρος. Το Σχ 1.5 δείχνει μια συστοιχία από οκτώ ισαπέχουσες λεπτές σχισμές, ενώ δυο γειτονικές σχισμές απέχουν απόσταση d μεταξύ τους. Ενισχυτική συμβολή συμβαίνει για ακτίνες που σχηματίζουν γωνία θ με την κάθετο και φθάνουν στο σημείο P όταν η

διαφορά δρόμου μεταξύ γειτονικών σχισμών είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος.



Σχ.1.8 Στην περίθλαση από πολλαπλές σχισμές, οι ακτίνες από κάθε σχισμή φθάνουν σε φάση και δίνουν ένα οξύ μέγιστο, αν η διαφορά δρόμου μεταξύ γειτονικών σχισμών είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος.

Εναλλακτικά εμφανίζεται ενίσχυση όταν η διαφορά φάσης ϕ στο σημείο P μεταξύ γειτονικών σχισμών είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο του 2π . Αυτό σημαίνει ότι τα μέγιστα στο διαμόρφωμα εμφανίζονται στις ίδιες θέσεις που εμφανίζονται τα μέγιστα του διαμορφώματος των δύο σχισμών, αν η απόσταση μεταξύ των σχισμών είναι d και στις δυο περιπτώσεις. Μέχρι του σημείου αυτού το διαμόρφωμα είναι παρόμοιο με την εικόνα περίθλασης δυο σχισμών.

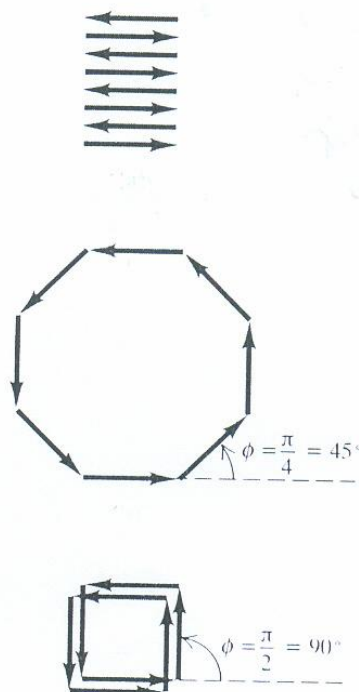
Τι συμβαίνει όμως στο χώρο μεταξύ των μεγίστων; Στην εικόνα περίθλασης δυο σχισμών υπάρχει ακριβώς έναν ελάχιστο έντασης στο χώρο μεταξύ κάθε ζεύγους μεγίστων, που αντιστοιχεί σε γωνίες για τις οποίες ισχύει

$$d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

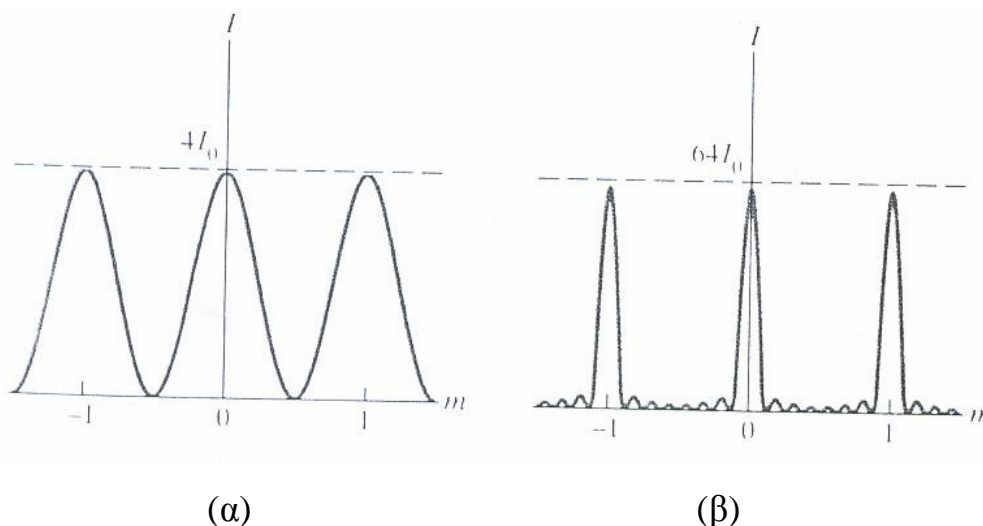
(1.9)

ή για τις οποίες η διαφορά φάσης μεταξύ κυμάτων από τις δυο πηγές είναι π , 3π , 5π κ.ο.κ. Στο διαμόρφωμα περίθλασης οκτώ σχισμών οι γωνίες αυτές δίνουν επίσης ελάχιστα, γιατί σημειώνεται αλληλοεξάλειψη του ζεύγους των συνεισφορών από δυο γειτονικές σχισμές, πράγμα που αντιστοιχεί στο διάγραμμα περιστρεφόμενων διανυσμάτων φάσης (φασόρων) του Σχ.1.6α. Στην περίπτωση αυτή όμως εκδηλώνονται πρόσθετα ελάχιστα. Για παράδειγμα όταν η διαφορά φάσης ϕ από γειτονικές πηγές είναι $\pi/4$, το διάγραμμα περιστρεφόμενων διανυσμάτων φάσης (φασόρων) είναι όπως φαίνεται στο Σχ.1.6β και η ένταση είναι μηδενική.

Αν $\phi = \pi/2$, καταλήγουμε στο διάγραμμα φασόρων του Σχ.1.6γ και πάλι η ένταση είναι μηδενική. Γενικότερα, όταν το ϕ είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του $\pi/4$, η ένταση είναι μηδενική, πλην της περιπτώσεως κατά την οποία το ϕ είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του 2π . Έτσι υπάρχουν επτά ελάχιστα για κάθε μέγιστο. Λεπτομερείς υπολογισμοί δείχνουν ότι το διαμόρφωμα περίθλασης έχει τη μορφή που φαίνεται στο Σχ.1.7. Τα μέγιστα βρίσκονται στις ίδιες θέσεις, όπως και στην εικόνα των δυο σχισμών, έχουν όμως πολύ μικρότερο εύρος.



Σχ.1.9. Μέγιστα έντασης εμφανίζονται όταν η διαφορά φάσης $\varphi = 0, 2\pi, 4\pi$. Μεταξύ των μεγίστων στις θέσεις $\varphi = 0$ και $\varphi = 2\pi$ υπάρχουν επτά ελάχιστα, που αντιστοιχούν στις τιμές $\varphi = \pi/4, \pi/2, 3\pi/4, \pi, 5\pi/4, 3\pi/2$ και $7\pi/4$. Έχουν σχεδιαστεί τα διαγράμματα περιστρεφόμενων διανυσμάτων φάσης (φασόρων) (α) $\varphi = \pi$ (β) $\varphi = \pi/4$ (γ) $\varphi = \pi/2$



Σχ.1.10 Διαμορφώματα περίθλασης για πολλαπλές λεπτές σχισμές που απέχουν απόσταση d μεταξύ τους (απόσταση γειτονικών σχισμών).

(α) Δύο σχισμές. Εμφανίζεται ένα ελάχιστο μεταξύ δύο γειτονικών μεγίστων .

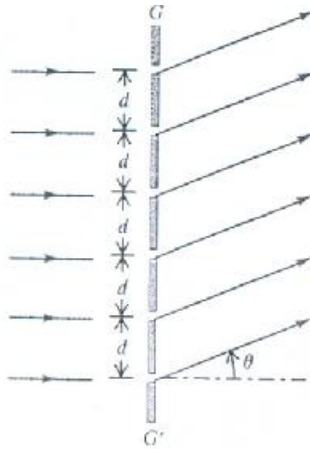
(β) Οκτώ σχισμές. Εμφανίζονται επτά ελάχιστα μεταξύ δύο γειτονικών ζευγών των μεγάλων μεγίστων, που τώρα έχουν μικρότερο εύρος. Οι κλίμακες των κατακόρυφων αξόνων είναι διαφορετικές · αν I_0 είναι η μέγιστη ένταση για μια

σχισμή, η μέγιστη ένταση για N σχισμές είναι $N^2 I_0$.

1.1.4 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ

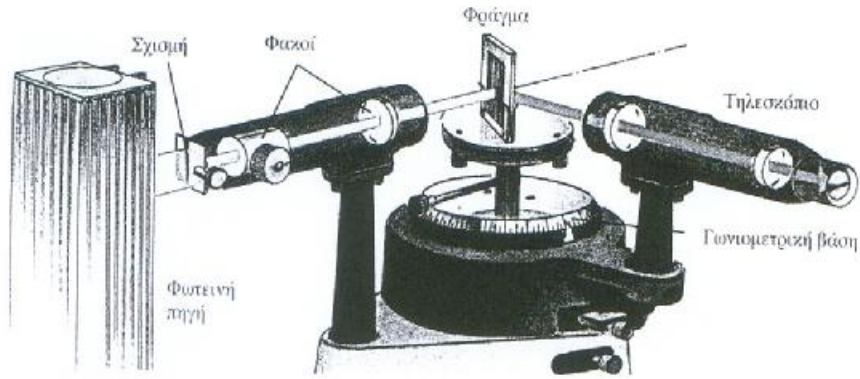
Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των σχισμών σε ένα πείραμα περίθλασης και ενώ διατηρείται σταθερή η απόσταση μεταξύ γειτονικών σχισμών, τα διαμορφώματα περίθλασης που σχηματίζονται διατηρούν τα μέγιστα στις ίδιες θέσεις, όπως στην περίπτωση των δύο σχισμών, προοδευτικά όμως τα μέγιστα αυτά εμφανίζονται οξύτερα και έχουν μικρότερο εύρος. Μια συστοιχία ενός μεγάλου αριθμού ισαπεχουσών παράλληλων σχισμών του ίδιου πλάτους d - ενώ d είναι η σταθερή απόσταση μεταξύ των κέντρων δυο διαδοχικών σχισμών - ονομάζεται φράγμα περίθλασης. Το πρώτο φράγμα περίθλασης επινοήθηκε από τον Fraunhofer που χρησιμοποίησε πολύ λεπτά σύρματα κατά την κατασκευή του. Τα φράγματα μπορούν να κατασκευαστούν χρησιμοποιώντας μια ακίδα αδάμαντα για τη χάραξη πολλών ισαπεχουσών εγκοπών σε μια υάλινη ή μεταλλική επιφάνεια ή σμικρύνοντας με φωτογραφική μέθοδο μια εικόνα μαύρων και λευκών λωρίδων που έχουν σχεδιαστεί επί χάρτου με στυλογράφο ή έχουν εκτυπωθεί με τη βοήθεια υπολογιστή. Σε ένα φράγμα ότι ως τώρα ονομάζαμε σχισμές αναφέρονται συχνά ως χαραγές ή ως γραμμές.

Στο Σχ.1.9 η GG' είναι μια τομή του φράγματος· οι χαραγές (σχισμές) είναι κάθετες στο επίπεδο της σελίδας. Στο διάγραμμα φαίνονται μόνο πέντε χαραγές (σχισμές), αλλά ένα πραγματικό φράγμα μπορεί να περιέχει αρκετές χιλιάδες γραμμές. Η απόσταση d μεταξύ των κέντρων δύο γειτονικών χαραγών (σχισμών) ονομάζεται σταθερά του φράγματος. Σημειώνουμε μια τυπική τιμή της σταθεράς αυτής : 0,002 περίπου. Ένα επίπεδο κύμα μονοχρωματικού φωτός προσπίπτει κάθετως στο φράγμα από την αριστερή πλευρά. Υποθέτουμε συνθήκες «μακρινού πεδίου»· αυτό σημαίνει ότι το διαμόρφωμα σχηματίζεται επί ενός πετάσματος σε αρκετά μεγάλη απόσταση, έτσι ώστε όλες οι ακτίνες που θα καταλήξουν στο ίδιο σημείο του πετάσματος, αναδύονται από το φράγμα σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση, δηλαδή είναι παράλληλες.



Σχ.1.11 Τμήματα ενός περιθλαστικού φράγματος διελεύσεως.

Τα φράγματα περίθλασης χρησιμοποιούνται ευρέως στη φασματομετρία ως μέσο διασκεδασμού μιας δέσμης φωτός σε οπτικό φάσμα. Αν είναι γνωστή η απόσταση μεταξύ διαδοχικών χαραγών – η ονομαζόμενη σταθερά- του φράγματος, μπορούμε να μετρήσουμε τις γωνίες εκτροπής. Μια τυπική διάταξη φασματομετρίας φαίνεται στο Σχ. 1.10. Ένα πρίσμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να εκτρέψει τα διάφορα μήκη κύματος κατά διαφορετικές γωνίες, αφού ο δείκτης διάθλασης μεταβάλλεται πάντα συναρτήσει του μήκους κύματος. Εντούτοις δεν υπάρχει μια απλή σχέση που περιγράφει την εξάρτηση αυτή, επομένως ένα φασματόμετρο πρίσματος πρέπει να βαθμονομηθεί με την βοήθεια γνωστών μηκών κύματος των οποίων το ακριβές μέγεθος προσδιορίζεται με τη χρήση κάποιας άλλης μεθόδου μέτρησής τους. Μια άλλη διαφορά είναι ότι ένα πρίσμα εκτρέπει κατά την ελάχιστη γωνία το ερυθρό φως και κατά τη μέγιστη γωνία το ιώδες φως, ενώ σε ένα φράγμα συμβαίνει το αντίστροφο.



Σχ.1.12 Ένα φασματόμετρο με φράγμα περίθλασης.

Οι φακοί μεταξύ της πηγής και του φράγματος σχηματίζουν μια δέσμη παράλληλων ακτινών που προσπίπτει στο φράγμα. Η δέσμη περιθλάται σε πολλές τάξεις και σε κατευθύνσεις που ικανοποιούν την εξίσωση $d\sin\theta = m\lambda$ ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$). Η περιθλώμενη δέσμη παρατηρείται μέσω ενός τηλεσκοπίου με σταυρόνημα, ενώ καθίσταται εφικτή η ακριβής μέτρηση της γωνίας θ .

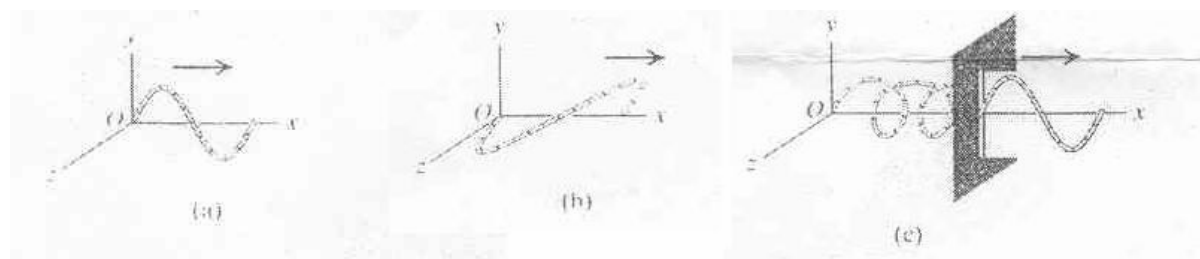
1.2. ΠΟΛΩΣΗ

Η πόλωση είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα όλων των εγκάρσιων κυμάτων. Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στα εγκάρσια κύματα σε μια χορδή. Για μια χορδή της οποίας η θέση ισορροπίας συμπίπτει με το άξονα x , οι μετατοπίσεις ίσως γίνονται κατά μήκος της διεύθυνσης y , δηλαδή όπως στο Σχ.1.11α. Στην περίπτωση αυτή η χορδή κείται πάντα επί του επιπέδου $X\psi$. Είναι δυνατό όμως οι μετατοπίσεις να πραγματοποιούνται κατά μήκος του άξονα Z , όπως στο Σχ.1.11β στην περίπτωση αυτή η χορδή κείται επί του επιπέδου.

Όταν ένα κύμα έχει μετατοπίσεις μόνο κατά μήκος της διεύθυνσης y , λέμε ότι είναι γραμμικά πολωμένο στην διεύθυνση y ένα κύμα με μετατόπισης μόνο στη διεύθυνση z είναι γραμμικά πολωμένα στην διεύθυνση z . Για μηχανικά κύματα μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα πολωτικό φίλτρο που επιτρέπει να

διέρχονται μόνο κύματα με ορισμένη διεύθυνση πόλωσης. Στο Σχ.1.11γ η χορδή μπορεί να ολισθαίνει κάθετα, κατά μήκος της σχισμής, χωρίς τριβή, αλλά δεν είναι δυνατή οποιαδήποτε οριζόντια κίνησή της. Το φίλτρο αυτό επιτρέπει τη διέλευση κυμάτων, πολωμένων στην διεύθυνση y , αλλά ανακόπτει τα κύματα που είναι πολωμένα στη διεύθυνση z .

Η ίδια φρασεολογία μπορεί να εφαρμοσθεί και στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, που επίσης χαρακτηρίζονται από το γνώρισμα της πόλωσης. Όπως γνωρίζουμε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι ένα εγκάρσιο κύμα. Τα κυμαινόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία είναι κάθετα τόσο μεταξύ τους όσο και προς την κατεύθυνση διάδοσης του κύματος. Η διεύθυνση πόλωσης ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος, συμπίπτει πάντοτε εξ ορισμού με τη διεύθυνση του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου, και όχι του μαγνητικού πεδίου, επίσης οι περισσότεροι κοινοί ανιχνευτές (φωρατές) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπινου ματιού) είναι ευαίσθητοι στις ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκούνται στα ηλεκτρόνια των υλικών και όχι στις μαγνητικές δυνάμεις.

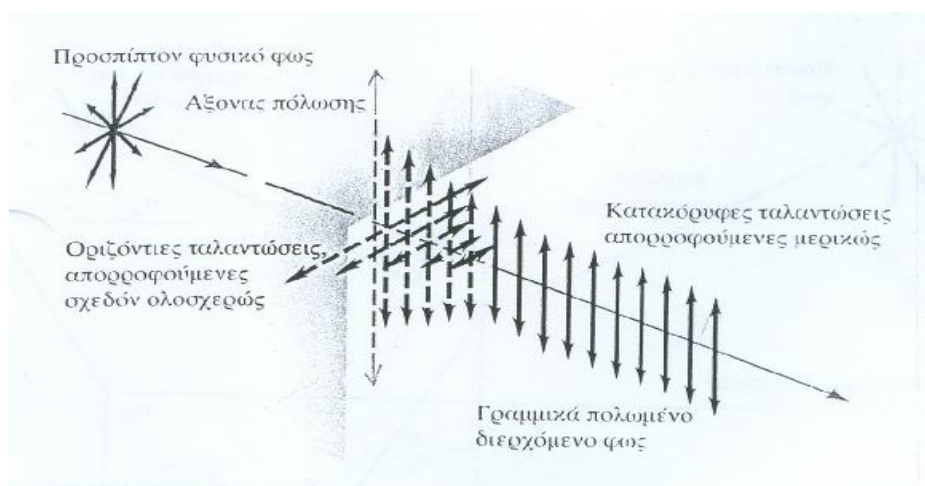


Σχ.1.13 (α) Εγκάρσιο κύμα σε χορδή πολωμένο κατά τη διεύθυνση y (β) Κύμα πολωμένο κατά τη διεύθυνση Z (γ) Ένα φράγμα στο οποίο έχει εγκοπή μια λεία κάθετη σχισμή επιτρέπει τη διέλευση των συνιστωσών που είναι πολωμένες κατά τη διεύθυνση Ψ , αλλά παρεμποδίζει τις συνιστώσες που είναι πολωμένες κατά τη διεύθυνση Z , συμπεριφερόμενο ως πολωτικό φίλτρο.

1.2.1 ΠΟΛΩΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

Είναι δυνατή η κατασκευή πολωτικών φίλτρων (πολωτικών ηθμών) για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Οι λεπτομέρειες της κατασκευής τους εξαρτώνται από τη φασματική περιοχή στην οποία ανήκει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα που πολώνουν. Για ακτινοβολία μικροκυμάτων μήκους μερικών εκατοστών, ένα πλέγμα αποτελούμενο από παράλληλα αγωγικά σύρματα και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, θα επιτρέψει τη διέλευση των κυμάτων των οποίων τα ηλεκτρικά πεδία E είναι κάθετα προς τα σύρματα, ενώ θα αποκόψει τα κύματα των οποίων τα ηλεκτρικά πεδία E είναι παράλληλα προς τα σύρματα.

Το πιο κοινό πολωτικό φίλτρο είναι ένα γνωστό με την εμπορική ονομασία Polaroid, χρησιμοποιούμενο ευρέως στα γυαλιά ηλίου (αντιθαμβωτικά γυαλιά) καθώς και στα πολωτικά φίλτρα των φωτογραφικών μηχανών. Το υλικό αυτό, που εφευρέθηκε αρχικά από τον Edwin H. Land περιέχει ουσίες που παρουσιάζουν διχρωισμό, δηλαδή επιλεκτική απορρόφηση μιας από τις συνιστώσες πόλωσης σε πολύ έντονο βαθμό, ενώ η άλλη συνιστώσα απορροφάται ελάχιστα από αυτές Σχ.1.14.



Σχ.1.14. Γραμμικά πολωμένο φως διερχόμενου από ένα πολωτικό φίλτρο. Οι συνιστώσες που είναι κάθετες στον άξονα πόλωσης απορροφούνται.

Ένα φίλτρο (ηθμός) Polaroid επιτρέπει τη διέλευση του 80% (ή ακόμα μεγαλύτερου ποσοστού) της έντασης κυμάτων πολωμένων παράλληλα προς ορισμένο άξονα (ονομαζόμενο άξονα πόλωσης) μέσα στο υλικό, ενώ διέρχεται μόλις το 1% (ή ακόμα λιγότερο ποσοστό) της έντασης κυμάτων πολωμένων κάθετα προς τον άξονα αυτόν.

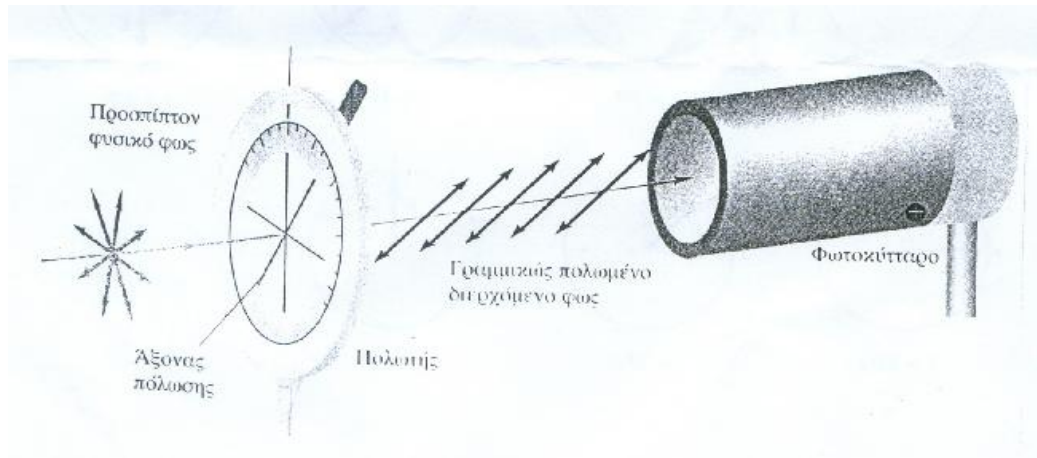
Τα κύματα που εκπέμπονται από ένα πομπό ραδιοκυμάτων είναι συνήθως γραμμικώς πολωμένα. Οι κεραίες σε σχήμα κατακόρυφης ράβδου που χρησιμοποιούνται στη ζώνη ραδιοκυμάτων CB (Citizen Band) εκπέμπουν κύματα τα οποία, ως προς οριζόντιο επίπεδο στο ύψος της κεραίας, είναι πολωμένα κατά την κατακόρυφη διεύθυνση (παράλληλα προς την κεραία). Οι κεραίες τηλεόρασης που τοποθετούνται συνήθως στις στέγες των κατοικιών έχουν οριζόντια στοιχεία στις Ηνωμένες Πολιτείες και κάθετα στοιχεία στη Μεγάλη Βρετανία, διότι τα μεταδιδόμενα κύματα είναι πολωμένα σε διαφορετικές διευθύνσεις στις δύο χώρες.

Το φως που εκπέμπεται από τις συνήθεις φωτεινές πηγές δεν είναι πολωμένο. Οι “κεραίες” που ακτινοβολούν φωτεινά κύματα είναι τα μόρια είναι τα μόρια τα οποία συνιστούν τις πηγές. Τα κύματα που εκπέμπονται από κάθε ένα μόριο είναι, ίσως, γραμμικώς πολωμένα, όπως συμβαίνει και με τα κύματα από μια κεραία ραδιοκυμάτων. Αλλά μια οποιαδήποτε συνήθης πραγματική φωτεινή πηγή αποτελείται από ένα τεράστιο αριθμό μορίων με τυχαίους προσανατολισμούς, έτσι το εκπεμπόμενο φως είναι ένα τυχαίο μείγμα κυμάτων που είναι γραμμικώς πολωμένα σε όλες τις δυνατές εγκάρσιες διευθύνσεις.

Ένα τέλειο πολωτικό φίλτρο, ή πολωτής επιτρέπει τη διέλευση του 100% του προσπίπτοντος φωτός, αν αυτό είναι πολωμένο στη διεύθυνση του άξονα πόλωσης του φίλτρου, αλλά αποκόπτει τελείως το σύνολο των φωτεινών λυμάτων που είναι πολωμένα σε διεύθυνση κάθετα προς τον άξονα αυτόν. Το οπτικό αυτό εξάρτημα είναι μια ανέφικτη εξιδανίκευση, αλλά το νοητικό αυτό κατασκεύασμα, έχει πρακτική χρησιμότητα, γιατί αποσαφηνίζει τις υπεισερχόμενες βασικές έννοιες. Στην επόμενη ανάλυση θα υποθέσουμε ότι όλα

τα πολωτικά φίλτρα είναι τέλεια. Στο Σχ.1.15, μη πολωμένο φως (ένα τυχαίο μείγμα όλων καταστάσεων πόλωσης) προσπίπτει σε ένα πολωτή που έχει τη μορφή επίπεδης πλάκας. Ο άξονας πόλωσης σημειώνεται με την κυανή γραμμή. Τα διάνυσμα E του προσπίπτοντος κύματος μπορεί να αντικατασταθεί από τις δύο συνιστώσες του, την παράλληλη και την κάθετη αντίστοιχα προς τον άξονα πόλωσης. Ο πολωτής επιτρέπει τη διέλευση μόνο των συνιστωσών του E που είναι παράλληλες προς τον άξονα αυτόν. Το φως που αναδύεται από τον πολωτή είναι γραμμικώς πολωμένο παράλληλα προς τον άξονα πόλωσης.

Αν μετρήσουμε την ένταση (δηλαδή την ισχύ ανά μονάδα επιφάνειας) του φωτός που διέρχεται μέσω ενός τέλειου πολωτή, χρησιμοποιώντας το φωτοκύτταρο του Σχ.1.15, βρίσκουμε ότι είναι ίση ακριβώς με το μισό της έντασης του προσπίπτοντος φωτός, χωρίς να εξαρτάται από τη γωνία προσανατολισμού του άξονα πόλωσης. Ο λόγος είναι ο εξής. Μπορούμε να αναλύσουμε το πεδίο E του προσπίπτοντος κύματος σε μια συνιστώσα παράλληλη προς τον άξονα πόλωσης και σε μια συνιστώσα κάθετη προς αυτόν. Αφού το προσπίπτον φως είναι ένα τυχαίο μείγμα όλων των καταστάσεων πόλωσης, οι δύο αυτές συνιστώσες είναι κατά μέσο όρο ίσες, αφού το φωτοκύτταρο καταγράφει τις μέσες τιμές, χρονικά, των εντάσεων των συνιστωσών. Ο τέλειος πολωτής επιτρέπει τη διέλευση μόνο της συνιστώσας που είναι παράλληλη προς τον άξονα πόλωσης, άρα εξέρχεται η μισή ένταση από την ένταση που προσπίπτει στον πολωτή.

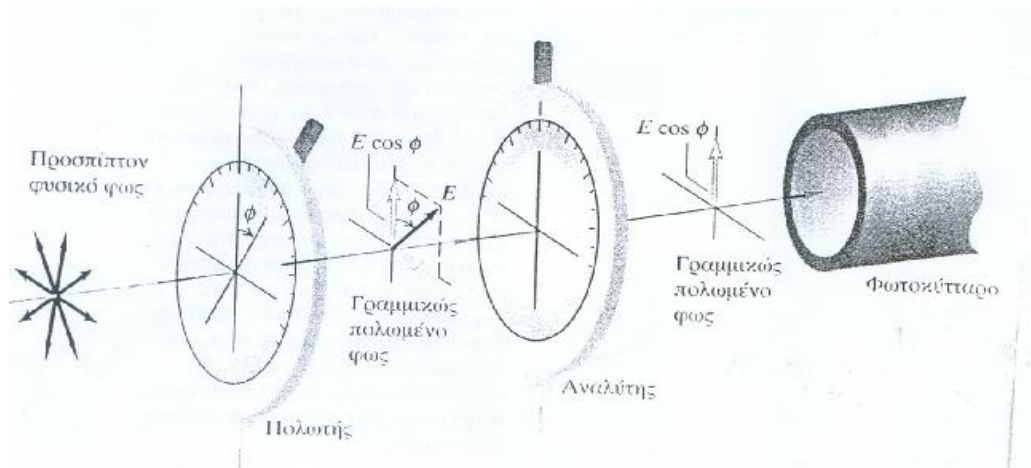


Σχ.1.15. Η ένταση του διερχομένου γραμμικώς πολωμένου φωτός, καθώς μετρείται από το φωτοκύτταρο, παραμένει σταθερή για οποιαδήποτε γωνία προσανατολισμού του πολωτικού φίλτρου. Αν πρόκειται για ιδανικό φίλτρο, η ένταση του διερχόμενου φωτός είναι ίση με το μισό της έντασης του προσπίπτοντος.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι παρεμβάλουμε ένα δεύτερο πολωτή μεταξύ του πρώτου πολωτή και του φωτοκύτταρου Σχ.1.16. Ο άξονας πόλωσης του δευτέρου πολωτή, ή του αναλύτη, είναι κατακόρυφος, ενώ ο άξονας του πρώτου πολωτή σχηματίζει γωνία φ με την κατακόρυφο. Αυτό σημαίνει ότι η γωνία μεταξύ των αξόνων πόλωσης των δύο πολωτών είναι φ . Μπορούμε να αναλύσουμε το γραμμικώς πολωμένο φως που διήλθε από τον πρώτο πολωτή σε δύο συνιστώσες, όπως φαίνεται στο Σχ.1.16, την μια παράλληλη και την άλλη κάθετη προς τον άξονα του αναλυτή. Μόνο η παράλληλη συνιστώσα, πλάτους $E \cos\varphi$, διέρχεται από τον αναλυτή. Η ένταση που διερχόμενου φωτός είναι μέγιστη αν $\varphi=0$ είναι μηδέν αν $\varphi=90^\circ$, δηλαδή αν ο άξονας πόλωσης του πολωτή και του αναλύτη είναι κάθετοι (ή διασταυρωμένοι) μεταξύ τους.

Η ένταση ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι ανάλογη προς το τετράγωνο του πλάτους του κύματος. Ο λόγος του πλάτους της διερχόμενης προς το πλάτος της προσπίπτουσας δέσμης είναι ίσο προς το $\cos\varphi$, άρα ο λόγος της έντασης της εξερχόμενης προς την ένταση της προσπίπτουσας δέσμης είναι μικρότερο προς το $\cos^2\varphi$. Επομένως ισχύει $I = I_{\max} \cos^2\varphi$. Όπου I_{\max} είναι η

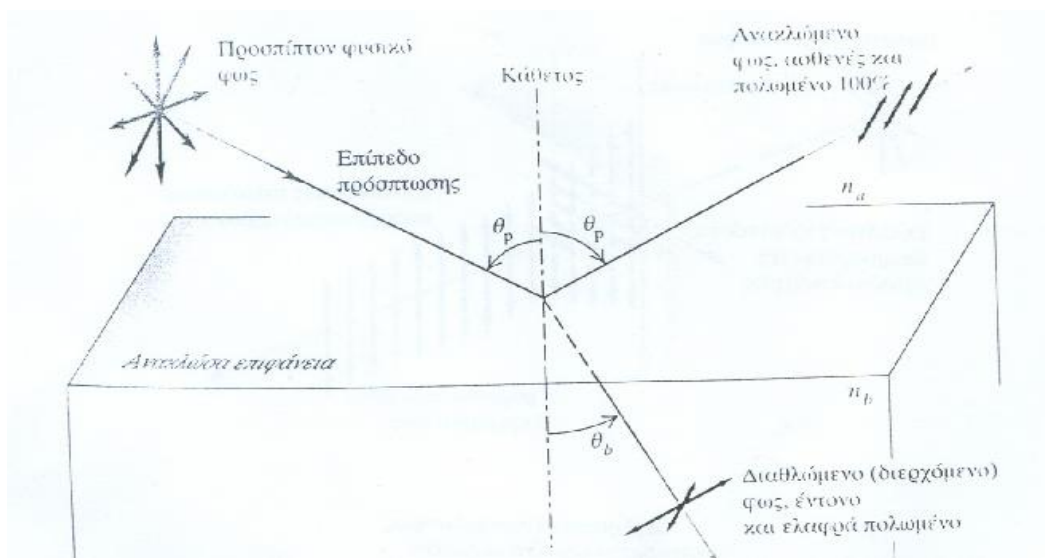
μέγιστη έντασης του διερχόμενου φωτός (όταν $\phi=0$) και I είναι η ένταση του διερχόμενου φωτός αν η γωνία μεταξύ των αξόνων των δύο πολωτών είναι ϕ . Η σχέση αυτή, που ανακαλύφθηκε πειραματικά από τον Etienne Louis Malus το 1809, ονομάζεται νόμος του Malus.



Σχ.1.16. Ο τέλειος αναλύτης επιτρέπει τη διέλευση μόνο της συνιστώσας που είναι παράλληλη προς την χαρακτηριστική του διεύθυνση, η οποία ονομάζεται άξονας πόλωσης του αναλυτή.

1.2.2. ΠΟΛΩΣΗ ΑΠΟ ΑΝΑΚΛΑΣΗ

Το μη πολωμένο φως είναι δυνατό να πολωθεί μερικώς λόγω ανάκλασης. Όταν μη πολωμένο φως προσπίπτει σε ανακλαστική επιφάνεια μεταξύ δύο οπτικών υλικών, ακολουθεί επιλεκτική ανάκλαση για εκείνα τα κύματα, στα οποία το ηλεκτρικό πεδίο είναι παράλληλο προς την ανακλώσα επιφάνεια. Στο Σχ.1.17 το επίπεδο που περιλαμβάνει την προσπίπτουσα ακτίνα, την ανακλώμενη ακτίνα καθώς και την κάθετο προς την επιφάνεια ονομάζεται επίπεδο πρόσπτωσης. Για μια συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης που ονομάζεται γωνία πόλωσης Θ_P ανακλάται μόνο το φως του οποίου το διάνυσμα E είναι κάθετο στο επίπεδο πρόσπτωσης (παράλληλη προς την ανακλώσα επιφάνεια). Το ανακλώμενο φως είναι επομένως γραμμικά πολωμένο με πόλωση κάθετη προς το επίπεδο πρόσπτωσης, όπως φαίνεται στο Σχ.1.17.



Σχ.1.17 Όταν φως προσπίπτει σε ανακλώσα επιφάνεια υπό τη γωνία πόλωσης, το ανακλώμενο φως είναι γραμμικά πολωμένο.

Όταν φως προσπίπτει στην ανακλώσα επιφάνεια υπό την γωνία πόλωσης, δεν ανακλάται καθόλου η συνιστώσα του πεδίου E που είναι παράλληλη προς το επίπεδο πρόσπτωσης η συνιστώσα αυτή διέρχεται εξολοκλήρου 100% στο δεύτερο μέσο και αποτελεί τη διαθλώμενη δέσμη. Επομένως το ανακλώμενο φως είναι ολικώς πολωμένο. Το διαθλώμενο φως είναι ένα μείγμα της συνιστώσας που είναι παράλληλη προς το επίπεδο πρόσπτωσης, -συνιστώσας που διαθλάται εξολοκλήρου -και του υπολοίπου της συνιστώσας που είναι κάθετη προς το επίπεδο πόλωσης είναι, επομένως, μερικώς πολωμένο.

Το 1812 ο Sir David Brewster παρατήρησε ότι όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση προς τη γωνία πόλωσης θ_P , η ανακλώμενη ακτίνα και η διαθλώμενη ακτίνα είναι κάθετες μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο σχ.6. Στην περίπτωση αυτή η γωνία διάθλασης θ_b , είναι η συμπληρωματική της θ_P , άρα ισχύει $\sin \theta_b = \cos \theta_P$.

$$\text{Από τον νόμο της διάθλασης, } n_a \sin \theta_P = n_b \sin \theta_b \quad (1.10)$$

$$\text{Άρα καταλήγουμε στη σχέση } n_a \sin q_p = n_b \cos q_p \quad (1.11)$$

$$\text{όπου } \tan q_p = \frac{n_b}{n_a} \quad (1.12)$$

Η σχέση αυτή είναι γνωστή ως νόμο του Brewster. Αν και αρχικά η ανακάλυψή της προέκυψε από πειραματικές μετρήσεις, είναι δυνατό να εξαχθεί ο νόμος αυτός με βάση το κυματικό μοντέλο και χρήση των εξισώσεων του Maxwell.

1.2.3 ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΙ ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΗ ΠΟΛΩΣΗ.

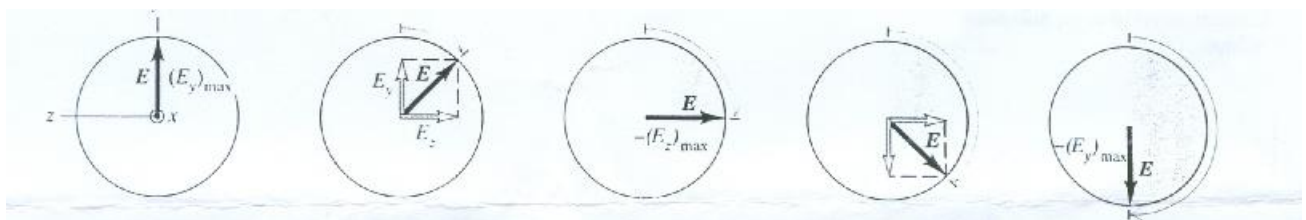
Το φως αλλά και η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία γενικά μπορεί ακόμα να έχει κυκλική ή ελλειπτική πόλωση. Για να εισαγάγουμε τις έννοιες αυτές, ας επανέλθουμε για μια ακόμα φορά στα μηχανικά κύματα σε τεντωμένη χορδή. Στο Σχ.1.18 ας υποθέσουμε ότι τα δύο γραμμικά πολωμένα κύματα είναι σε φάση και ότι έχουμε ίσα πλάτη. Αν θεωρήσουμε την επαλληλία τους, κάθε σημείο της χορδής υφίσταται ταυτόχρονες μετατοπίσεις κατά μήκος των διευθύνσεων y και z που έχουν το ίδιο μέτρο. Με λίγη σκέψη οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι το προκύπτον συνιστάμενο κύμα κείται επί επιπέδου που σχηματίζεται γωνία 45° με τους άξονες y και z (δηλαδή επί επιπέδου που σχηματίζει γωνία 45° με τα επίπεδα xy και xz). Το πλάτος του συνιστάμενου κύματος είναι μεγαλύτερο κατά τον παράγοντα $\sqrt{2}$ από το πλάτος του καθενός επιμέρους συνιστάμενου κύματος, ενώ το συνιστάμενο κύμα είναι γραμμικώς πολωμένο.

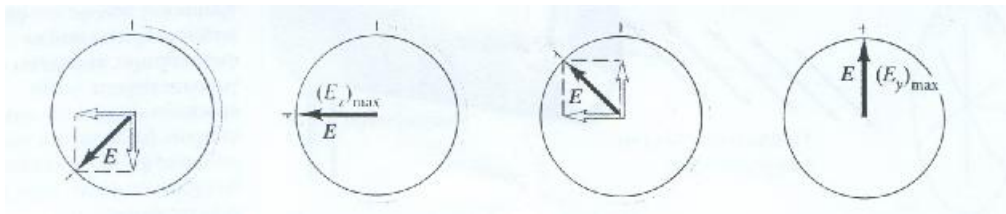
Ας υποθέσουμε τώρα ότι τα δύο κύματα ίσου πλάτους έχουν διαφορά φάσης $\pi/2$ που ισοδυναμεί με διαφορά φάσης τεταρτοκυκλίου. Σ αυτή την περίπτωση η συνισταμένη κίνηση κάθε σημείου περιγράφεται από μια υπέρθεση δύο απλών αρμονικών κινήσεων κατά μήκος δύο κάθετων αξόνων, ενώ η διαφορά φάσης τους είναι $\pi/2$, που αντιστοιχεί σε διαφορά φάσης

τεταρτοκυκλίου. Η μετατόπιση ενός σημείου είναι μέγιστη τη χρονική στιγμή κατά την οποία η μετατόπισης z είναι μηδέν, και αντιστρόφως. Επομένως η κίνηση της χορδής δεν κείται επί ενός μόνου επιπέδου. Είναι δυνατό να αποδειχθεί ότι κάθε σημείο της χορδής διαγράφει περιφέρεια κύκλου επί επιπέδου παράλληλου προς το επίπεδο ψz . Συνεχόμενα σημεία της χορδής έχουν διαδοχικές φάσης, με αποτέλεσμα η συνολική κίνηση της χορδής να έχει τη μορφή μιας περιστρεφόμενης κυλινδρικής έλικας. Αυτή η συγκεκριμένη υπέρθεση δύο γραμμικώς κυμάτων ονομάζεται κυκλική πόλωση. Συμβατικά λέμε ότι το κύμα είναι κυκλικά δεξιόστροφο αν η φορά της κίνηση ενός σωματιδίου της χορδής-για ένα παρατηρητή με κατεύθυνση παρατήρησης από εμπρός προς τα πίσω και κατά μήκος της κατεύθυνσης διάδοσης-συμπίπτει με τη φορά των δεικτών του ρολογιού θεωρούμε ότι το κύμα είναι κυκλικά πολωμένο αριστερόστροφο αν συμβαίνει το αντίθετο.

Το Σχ.1.18 δείχνει την ανάλογη κατάσταση για ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Δύο κύματα, πολωμένα κατά μήκος των διευθύνσεων y και z , υπερτίθενται, ενώ η διαφορά φάσης τους ισοδυναμεί με γωνία τεταρτοκυκλίου $\pi/2$. Το αποτέλεσμα είναι ένα κύμα, σε κάθε σημείο του οποίου το διάνυσμα E περιστρέφεται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Ονομάζουμε το κύμα αυτό κυκλικά πολωμένο, δεξιόστροφο ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

Αν η διαφορά φάσης μεταξύ των δύο συνιστωσών κυμάτων δεν είναι ίση προς $\pi/2$ (γωνία που αντιστοιχεί σε τεταρτοκύκλιο), ή αν τα δυο συνιστώμενα κύματα έχουν διαφορετικά πλάτη, τότε κάθε σημείο της χορδής διαγράφει, αντί της περιφέρειας κύκλου, μια έλλειψη. Το προκύπτον κύμα ονομάζεται ελλειπτικά πολωμένο.





Σχ.1.18 Κυκλική πόλωση. Η συνιστώσα y του E καθυστερεί, σε σχέση με τη συνιστώσα z , ο δε χρόνος καθυστέρησης ισοδυναμεί με ένα τεταρτοκύκλιο. Αυτή η διαφορά φάσης οδηγεί σε δεξιόστροφη κυκλική πόλωση αν το κύμα οδεύει προς τον αναγνώστη (δηλ. ακολουθώντας την κατεύθυνση $+x$).

Στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα των οποίων η συχνότητα εμπίπτει στην περιοχή των ραδιοκυμάτων, η κυκλική ή η ελλειπτική κατάσταση πόλωσης μπορεί να παραχθεί αν χρησιμοποιηθούν δύο κεραίες, κάθετες μεταξύ τους, τροφοδοτούμενες από τον ίδιο πομπό αλλά με την προσθήκη ενός κυκλώματος διαφοροποίησης της φάσης που εισάγει την ορθή διαφορά φάσης. Στο φως η διαφορά φάσης μπορεί να εισαχθεί αν χρησιμοποιηθεί ένα υλικό που εμφανίζει διπλοθλαστικότητα παρουσιάζει δείκτες διάθλασης για διαφορετικές διευθύνσεις πόλωσης. Ένα συνηθισμένο παράδειγμα είναι ο ασβεστίτης. Όταν ένας κρύσταλλος ασβεστίτη είναι κατάλληλα προσανατολισμένος ως προς μια δέσμη μη πολωμένου φωτός, ο δείκτης διάθλασής του (για φως μήκους κύματος $\lambda=589\text{nm}$) είναι 1,658 για μια διεύθυνση πόλωσης και 1,486 για την διεύθυνση πόλωσης που είναι κάθετη προς την πρώτη. Όταν δύο κύματα με κάθετες διευθύνσεις πόλωσης εισέρχονται σε ένα διπλοθλαστικό υλικό, οδεύουν με διαφορετικές ταχύτητες. Αν έχουν την ίδια φάση όταν εισέρχονται στο υλικό, οι φάσεις τους δεν συμπίπτουν πλέον, στη γενική περίπτωση, όταν εξέρχονται από το υλικό. Αν ο κρύσταλλος είχε ακριβώς το απαιτούμενο πάχος, ώστε να επιτευχθεί η εισαγωγή διαφοράς φάσης $\pi/2$, που αντιστοιχεί σε τεταρτοκύκλιο, τότε ο κρύσταλλος μετατρέπει γραμμικώς πολωμένο φως σε κυκλικώς

πολωμένο. Ένας τέτοιος κρύσταλλος ονομάζεται πλακίδιο $\lambda/4$, Ένα πλακίδιο $\lambda/4$ μετατρέπει επίσης κυκλικώς πολωμένο φως σε γραμμικώς πολωμένο φως.

1.3 ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΣΕ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Το επόμενο θέμα μας είναι η διάθλαση σε σφαιρική επιφάνεια, δηλαδή σε μια σφαιρική επιφάνεια διαχωρισμού δύο οπτικών υλικών με διαφορετικούς δείκτες διάθλασης. Η ανάλυση αυτή εφαρμόζεται άμεσα σε μερικά πραγματικά οπτικά συστήματα, όπως είναι ο ανθρώπινος οφθαλμός. Αποτελεί ακόμη τον <<ακρογωνιαίο λίθο>> στον οποίο στηρίζεται η μελέτη των φακών, οι οποίοι έχουν συνήθως δύο σφαιρικές επιφάνειες. Στο Σχ.1.17 μια σφαιρική επιφάνεια ακτίνας R αποτελεί την επιφάνεια διαχωρισμού δύο υλικών με δείκτες διάθλασης n_a και n_b . Η επιφάνεια σχηματίζει το είδωλο P' ενός σημειακού αντικειμένου θέλουμε να βρούμε τη σχέση μεταξύ των αντικειμένου και ειδώλου (s και s'). Θα χρησιμοποιήσουμε τους ίδιους κανόνες πρόσημου που χρησιμοποιήσαμε για τα σφαιρικά κάτοπτρα. Το κέντρο καμπυλότητας C βρίσκεται προς την πλευρά εξόδου των ακτινών από την επιφάνεια, επομένως το R είναι θετικό. Η ακτίνα PV προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια στην κορυφή V (δηλαδή, είναι κάθετη στο επίπεδο που εφάπτεται στην επιφάνεια στο V). Εισέρχεται στο δεύτερο υλικό χωρίς απόκλιση. Η ακτίνα PB , που σχηματίζει γωνία α με το άξονα, προσπίπτει υπό γωνία Θ_α ως προς την κάθετο στο B και διαθλάται υπό γωνία Θ_b . Οι δύο προηγούμενες ακτίνες τέμνονται στο P' (υπό γωνία β) σε απόσταση s' , δεξιά της κορυφής. Στο Σχ.1.19 αντιμετωπίζεται η περίπτωση όπου ο δείκτης n_b είναι μεγαλύτερος από τον n_a . Οι αποστάσεις αντικειμένου και ειδώλου είναι θετικές. Θα αποδείξουμε τώρα ότι αν η γωνία α

είναι μικρή, όλες οι ακτίνες από το P τέμνονται στο ίδιο σημείο P', οπότε το P' είναι το πραγματικό είδωλο του P. Από τα τρίγωνα PBC και P'BC έχουμε

$$\Theta_a = \alpha + \varphi, \quad \varphi = \beta + \Theta_b \quad (1.13)$$

$$\text{Από τον νόμο διάθλασης, } n_a \sin \Theta_a = n_b \sin \Theta_b \quad (1.14)$$

Επίσης, οι εφαπτόμενες των γωνιών α , β και φ είναι

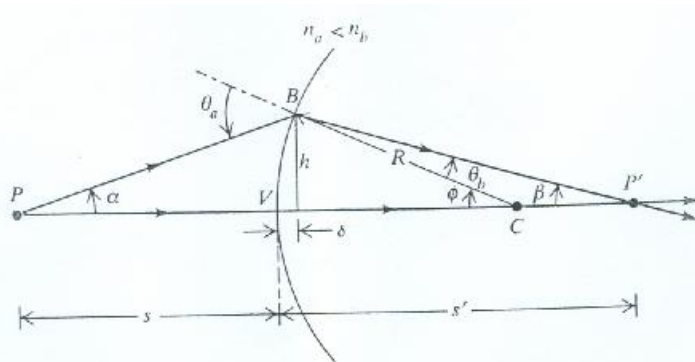
$$\tan \alpha = \frac{h}{s + \delta}, \quad \tan \alpha = \frac{h}{s' - \delta}, \quad \tan \varphi = \frac{h}{R - \delta} \quad (1.15)$$

Για παραξονικές ακτίνες μπορούμε να προσεγγίσουμε το ημίτονο και την εφαπτόμενη μιας γωνίας, και να αμελήσουμε τη απόσταση δ . Ο νόμος διάθλασης δίνει τότε

$$n_a \theta_a = n_b \theta_b \quad (1.16)$$

Συνδυάζονται αυτό με την πρώτη από τις Εξ.(1.13) καταλήγουμε στη σχέση

$$n_b = \frac{n_a}{n_b} (a + \varphi) \quad (1.17)$$



Σχ.1.19 Γεωμετρική κατασκευή για την εύρεση της θέσης του σημειακού ειδώλου P' ενός σημειακού αντικειμένου, το οποίο σχηματίζεται λόγω διάθλασης σε σφαιρική επιφάνεια.

Αν αντικαταστήσουμε αυτό το αποτέλεσμα στη δεύτερη από τις Εξ.(1.13), βρίσκουμε

$$n_a a + n_b b = (n_b - n_a) f \quad (1.18)$$

Χρησιμοποιούμε τώρα τις προσεγγίσεις $\tan \alpha = \alpha$, στις Εξ(1.15) και αμελούμε το

$$\delta \text{ οι εξισώσεις αυτές γίνονται } a = \frac{h}{s}, \quad b = \frac{h}{s'}, \quad f = \frac{h}{R} \quad (1.19)$$

Τέλος, αντικαθιστούμε αυτές τις εξισώσεις στην Εξ(1.18) και διαιρούμε δια του κοινού παράγοντα h . Καταλήγουμε στην έκφραση

$$\frac{n_a}{s} + \frac{n_b}{s'} = \frac{n_b - n_a}{R} \quad (1.20)$$

Αυτή η εξίσωση δεν περιέχει τη γωνία α , άρα η απόσταση του ειδώλου είναι ίδια για όλες τις παραξονικές ακτίνες που προέρχονται από το P. Για να βρούμε τη μεγέθυνση σε αυτή την περίπτωση, χρησιμοποιούμε την κατασκευή του Σχ.1.20. Σχεδιάζουμε δύο ακτίνες από το σημείο Q η μια να διέρχεται από το κέντρο καμπυλότητας C και η άλλη να προσπίπτει στην κορυφή V. Από τα τρίγωνα PQV και P'Q'V,

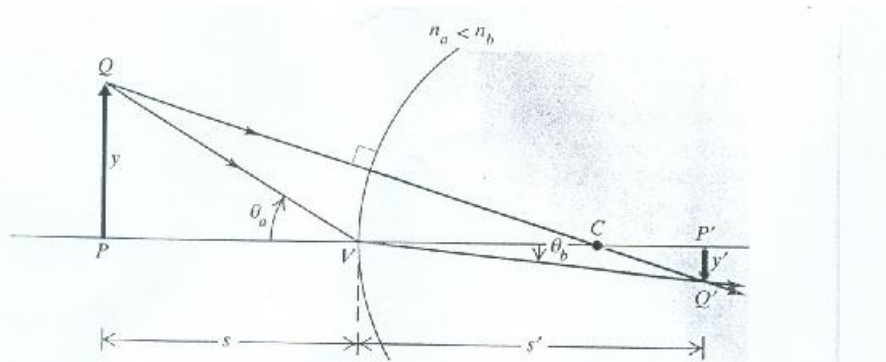
$$\tan q_a = \frac{y}{s}, \quad \tan q_b = \frac{-y'}{s'} \quad (1.21)$$

$$\text{και από τον νόμο διάθλασης, } n_a \sin q_a = n_b \sin q_b \quad (1.22)$$

$$\text{Για μικρές γωνίες, } \tan q_a = \sin q_a, \quad \tan q_b = \sin q_b, \quad (1.23)$$

$$\text{άρα έχουμε τελικά } \frac{n_a y}{s} = -\frac{n_b y'}{s'} \quad (1.24)$$

$$\text{ή } m = \frac{y'}{y} = -\frac{n_a s'}{n_b s} \quad (1.25)$$



Σχ.1.20. Γεωμετρική κατασκευή για τον προσδιορισμό του ύψους ειδώλου σχηματιζόμενου λόγω διάθλασης σε σφαιρική επιφάνεια.

1.4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΑΙ ΣΥΜΦΩΝΕΣ ΠΗΓΕΣ

Ένα κύμα, στην οπτική είναι χαρακτηριστικό μονοχρωματικού φωτός. Ένα επακριβώς μονοχρωματικό φωτεινό κύμα είναι μια εξιδανίκευση, όμως το μονοχρωματικό φως μπορεί να προσεγγιστεί στο εργαστήριο. Για παράδειγμα, μερικά φίλτρα ανακόπτουν όλα τα μήκη κύματος εκτός μιας πολύ στενής περιοχής. Οι λυχνίες εκκενώσεως αερίων-παράδειγμα είναι η λυχνία ατμών υδραργύρου-εκπέμπουν φως που αποτελείται από ένα διακριτό σύνολο χρωμάτων, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μια στενή ζώνη μηκών κύματος. Η ισχυρή σε φωτεινότητα πράσινη γραμμή στο φάσμα της λυχνίας ατμών υδραργύρου έχει μήκος κύματος περίπου 546,1nm, με ένα εύρος της τάξης του 0,001nm. Η περισσότερη μονοχρωματική πηγή που έχουμε στη διάθεσή μας σήμερα-πρώτη σε μονοχρωματικότητα, με μεγάλη διαφορά, από τις υπόλοιπες πηγές-είναι ο λέιζερ. Ο συνηθισμένος λέιζερ He-Ne, φθηνός και εύκολα διαθέσιμος, εκπέμπει ερυθρό φως στα 632,8nm με εύρος γραμμής (περιοχή μηκών κύματος) της τάξης του 0,000001nm, που ισοδυναμεί με διασπορά των μηκών κύματος, ή των συχνοτήτων, της τάξης του ενός μέρους στα 10^9 .

Ο όρος συμβολή αναφέρεται σε κάθε περίπτωση κατά την οποία δύο ή περισσότερα κύματα αλληλεπικαλύπτονται στο χώρο. Όταν υπάρχει αυτή η

επικάλυψη, η ολική μετατόπιση σε οποιοδήποτε σημείο και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή υπαγορεύεται από την αρχή της γραμμικής επαλληλίας. Αυτή είναι η πιο σπουδαία αρχή ολόκληρης της φυσικής οπτικής, γι' αυτό βεβαιωθείτε ότι την κατανοείτε πλήρως. Ορίζει τα εξής Όταν δύο ή περισσότερα κύματα αλληλεπικαλύπτονται, η προκύπτουσα μετατόπιση σε οποιοδήποτε σημείο και οποιαδήποτε χρονική στιγμή μπορεί να βρεθεί αν προστεθούν οι στιγμιαίες μετατοπίσεις που θα παράγονταν στο σημείο αυτό από τα κύματα, αν το καθένα από αυτά υφίστατο αφεαυτού.

Χρησιμοποιούμε τον όρο μετατόπιση με τη γενική έννοια. Αν πρόκειται για κύματα στην επιφάνεια υγρού, εννοούμε την πραγματική μετατόπιση της επιφάνειας πάνω ή κάτω από το κανονικό επίπεδο της. Για κύματα ήχου, ο όρος αναφέρεται στην αύξηση και στη μείωση της πίεσης. Για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, εννοούμε συνήθως μια ορισμένη συνιστώσα του ηλεκτρικού ή του μαγνητικού πεδίου.

Για να εισαγάγουμε τις βασικές έννοιες της συμβολής, ας θεωρήσουμε πρώτα δύο πανομοιότυπες πηγές μονοχρωματικών κυμάτων που βρίσκονται σε ορισμένη απόσταση μεταξύ τους. Οι δύο πηγές είναι μόνιμα σε φάση ταλαντώνονται συγχρονισμένα. Μπορεί να είναι δύο αναδευτήρες σε δοχείο με υγρό, δύο ηχεία που τροφοδοτούνται από τον ίδιο ενισχυτή, δύο κεραίες ραδιοφώνου που τροφοδοτούνται από τον ίδιο πομπό, ή δύο μικρές οπές ή σχισμές σε αδιαφανές πέτασμα που φωτίζονται από την ίδια μονοχρωματική πηγή φωτός.

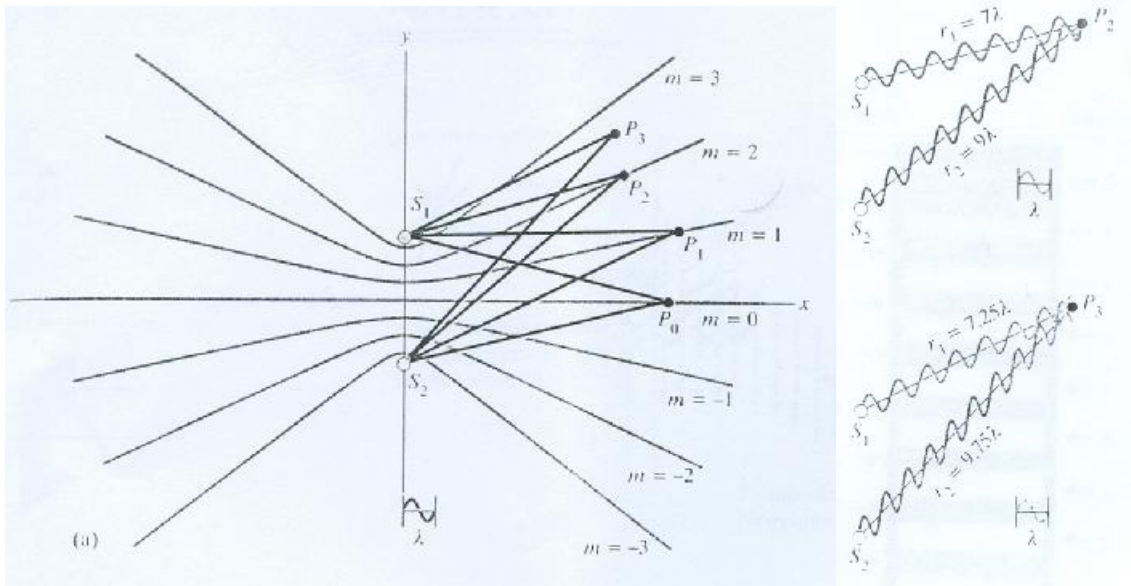
Τοποθετούμε τις πηγές στα σημεία S_1 και S_2 κατά μήκος του άξονα y , ισαπέχοντα από την αρχή των αξόνων όπως φαίνεται στο Σχ.1.19α. Έστω P_0 ένα σημείο στον άξονα x . Οι δύο αποστάσεις του S_1 από το P_0 και του S_2 από το P_0 είναι ίσες λόγω συμμετρίας έτσι τα κύματα από τις δύο πηγές χρειάζονται ίσους χρόνους για να φθάσουν στο P_0 . Κύματα που φεύγουν από

τα S_1 και S_2 σε φάση φθάνουν στο P_0 σε φάση. Τα δύο κύματα προστίθενται, και το ολικό πλάτος P_0 στο είναι διπλάσιο του πλάτους ενός έκαστου κύματος.

Παρομοίως, η απόσταση του P_1 από το S_2 είναι ακριβώς ένα μήκος κύματος μεγαλύτερη από την απόσταση του P_1 από το S_1 . Μια κορυφή κύματος από το S_1 φθάνει στο P_1 ακριβώς ένα κύκλο προηγουμένως από μια κορυφή που εκπέμπεται την ίδια χρονική στιγμή από το S_2 , έτσι και πάλι τα δύο κύματα φθάνουν σε φάση. Για το σημείο P_2 η διαφορά δρόμου είναι δύο μήκη κύματος και πάλι τα δύο κύματα φθάνουν σε φάση.

Η πρόσθεση των πλατών που προκύπτει όταν κύματα από δύο ή περισσότερες πηγές φθάνουν σε ένα σημείο σε φάση ονομάζεται ενισχυτική συμβολή, ή ενίσχυση Σχ.4.1β. Έστω ότι η απόσταση S_1 από κάποιο σημείο P είναι r_1 και η απόσταση του S_2 από το P είναι r_2 . Τότε η συνθήκη που πρέπει να ικανοποιείται για να συμβεί ενισχυτική συμβολή στο P είναι ότι η διαφορά δρόμου $r_1 - r_2$ από τις δύο πηγές πρέπει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος λ και $r_1 - r_2 = m\lambda$ ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$) (1.26)

Για παράδειγμα, όλα τα σημεία που ικανοποιούν αυτή τη συνθήκη βρίσκονται στις καμπύλες που φαίνεται στο Σχ.1.21α



Σχ.1.21 Πηγές σε φάση.

(α) Καμπύλες μέγιστης έντασης (ενισχυτική συμβολή) κυμάτων από δύο μονοχρωματικές πηγές. Σε αυτό το παράδειγμα η απόσταση μεταξύ των πηγών είναι 4λ . (β) Όταν η διαφορά δρόμου είναι ένας πλήρης αριθμός μηκών κύματος $m\lambda$, συμβαίνει ενισχυτική συμβολή. (γ) Αναιρετική συμβολή συμβαίνει όταν η διαφορά δρόμου είναι ημιακέραιος αριθμός μηκών κύματος, $\left(m + \frac{1}{2}\lambda\right)$.

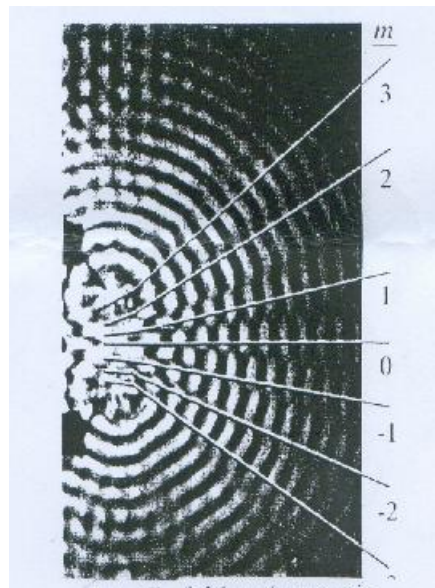
Ενδιαμέσως μεταξύ αυτών των καμπυλών υπάρχει ένα άλλο σύνολο καμπυλών για τις οποίες η διαφορά δρόμου μεταξύ των δύο πηγών είναι ημιακέραιος αριθμός μηκών κύματος. Κύματα από τις δύο πηγές φθάνουν σε ένα σημείο πάνω σε μιας από αυτές τις γραμμές (όπως το σημείο P_3 στο Σχ.1.19α) ακριβώς μισό κύκλο εκτός φάσης. Μια κορυφή ενός κύματος φθάνει την ίδια χρονική στιγμή με μια αντεστραμμένη κορυφή από άλλο κύμα στο Σχ.1.19β και το προκύπτουν πλάτος είναι η διαφορά μεταξύ των δύο επιμέρους πλάτων. Εάν τα επιμέρους πλάτη είναι ίσα, τότε το ολικό πλάτος είναι μηδέν.

Αυτή η περίπτωση ονομάζεται αναιρετική (καταστροφική) συμβολή ή αναίρεση. Για το παράδειγμα μας, η συνθήκη για αναιρετική συμβολή είναι

$$r_1 - r_2 = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots) \quad (1.27)$$

Τα σχήματα Σχ.1.21α και Σχ.1.21β δείχνουν τις σχέσεις των φάσεων για ενισχυτική και αναιρετική συμβολή δύο κυμάτων.

Ένα παράδειγμα αυτής της εικόνας συμβολής είναι η γνωστή κυματοειδής εικόνα της επιφάνειας ενός δοχείου με υγρό, που φαίνεται στο Σχ.1.22



Σχ.1.22. Φωτογραφία της εικόνας (ή του διαμορφώματος) συμβολής που παράγεται από κύματα νερού σε αβαθές αναδευόμενο δοχείο με υγρό.

Οι δύο πηγές κυμάτων είναι μικρές σφαίρες που κινούνται πάνω-κάτω από τον ίδιο μηχανισμό δόνησης. Καθώς τα κύματα απομακρύνονται από τις πηγές, αλληλεπικαλύπτονται και δημιουργούν εικόνα (διαμόρφωμα) συμβολής. Οι γραμμές μέγιστου πλάτους στην εικόνα δείχνονται από τις υπερτιθέμενες γραμμές.

Οι δύο πηγές των κυμάτων είναι δύο αναδευτήρες που διεγείρονται από τον ίδιο μηχανισμό δόνησης. Οι περιοχές των μέγιστων και των μηδενικών πλατών φαίνονται με αρκετή ευκρίνεια. Οι υπερτιθέμενες χρωματιστές γραμμές μέγιστου πλάτους, όπως συμβαίνει και στο Σχ.1.21α

Η κυματοειδής επιφάνεια δοχείου είναι από τη φύση της μια δυδιάστατη κατάσταση, όμως σε μερικές περιπτώσεις, όπως με δύο ηχεία ή δύο κεραίες ραδιοκυμάτων, το διάγραμμα είναι τρισδιάστατο. Φανταστείτε ότι οι καμπύλες του Σχ.4.α περιστρέφονται γύρω από τον άξονα y τότε η ενισχυτική συμβολή παρουσιάζεται σε όλα τα σημεία των επιφανειών εκ περιστροφής.

Για να ισχύουν οι Εξ(1.26) και (1.27) πρέπει οι δύο πηγές να είναι συνεχώς σε φάση. Όταν το κύμα είναι φως, δεν υπάρχει πρακτικός τρόπος να επιτύχουμε τέτοια σχέση με δύο διαφορετικές πηγές εξ αιτίας του τρόπου με τον οποίο εκπέμπεται το φως.

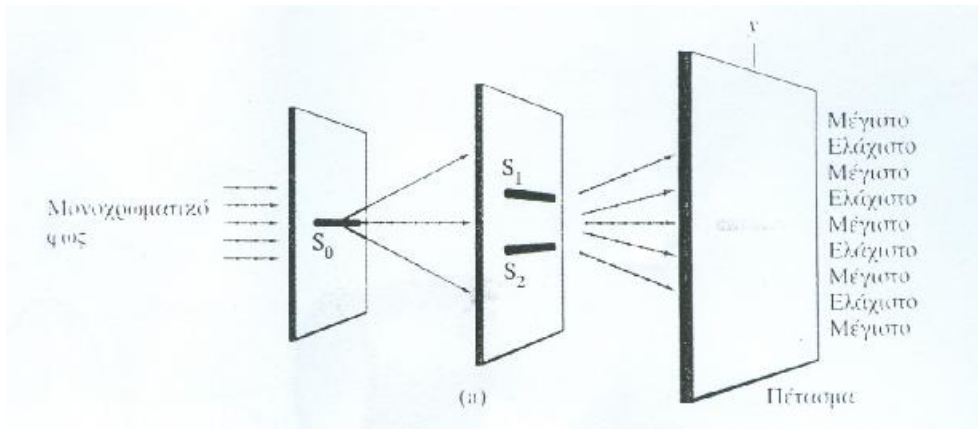
Στις συνηθισμένες πηγές φωτός, τα άτομα αποκτούν περίσσειμα ενέργειας μέσω θερμικών διαδικασιών ή μέσω κρούσεων επιταγχνόμενων ηλεκτρονίων. Ένα άτομο λοιπόν, που “διεγείρεται” με τους τρόπους αυτούς, αρχίζει να ακτινοβολεί ενέργεια και εξακολουθεί να την εκπέμπει έως ότου χάσει όλο το περίσσειμα ενέργειας του τυπικά σε ένα χρόνο της τάξης των 10^{-8} .s Τα πολλά άτομα που αποτελούν μια πηγή συνήθως ακτινοβολούν μη συγχρονισμένα με τυχαίες φάσεων και το φως που εκπέμπεται από δύο τέτοιες πηγές δεν έχει καθορισμένη σχέση φάσεων.

Όμως το φως από μια μονό πηγή μπορεί να διαχωριστεί έτσι ώστε τμήματα του να αναδύονται από δύο ή περισσότερες περιοχές του χώρου, σχηματίζονται δύο ή περισσότερες δευτερεύουσες πηγές. Τότε, κάθε τυχαία αλλαγή φάσης στην πηγή επηρεάζει εξ ‘ίσου αυτές τις δευτερογενείς πηγές και δεν μεταβάλλει τη σχετική τους φάση. Φως από δύο τέτοιες πηγές, παραγόμενο από μια μόνη πρωτογενή πηγή και με καθορισμένη σταθερή σχέση φάσης, χαρακτηρίζεται με τον όρο σύμφωνο.

Το διακριτικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του φωτός ενός λέιζερ είναι ότι εκπομπή φωτός από πολλά άτομα είναι συγχρονισμένη ως προς τη συχνότητα και τη φάση, με αποτέλεσμα οι τυχαίες αλλαγές φάσης που αναφέρθηκαν παραπάνω να παρουσιάζονται πολύ λιγότερο συχνά. Καθορίζει σχέσεις φάσεων διατηρούνται αντίστοιχα για πολύ μεγαλύτερα μήκη στη δέσμη και το φως του λέιζερ είναι πολύ πιο σύμφωνο από το συνήθως φως.

1.4.1 ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΠΟ ΔΥΟ ΠΗΓΕΣ

Ένα από τα πρώτα ποσοτικά πειράματα συμβολής φωτός έγινε από τον Άγγλο επιστήμονα Thomas Young το 1800. Το πείραμά του αναφερόταν στη συμβολή από δύο πηγές. Η διάταξη του φαίνεται στο Σχ.1.23α Μονοχρωματικό φως που προέρχεται από λεπτή σχισμή S_0 (πλάτος $1,0\mu\text{m}$ περίπου) προσπίπτει σε πέτασμα με δύο άλλες λεπτές σχισμές S_1 και S_2 πλάτος $1,0\mu\text{m}$ περίπου (για την κάθε σχισμή), ενώ η απόσταση μεταξύ τους είναι λίγα μικρόμετρα. Σύμφωνα με την αρχή του Huygens, κυλινδρικά μέτωπα κύματος εκκινούν από τη σχισμή S_0 και φθάνουν στις σχισμές S_1 και S_2 με την ίδια φάση επειδή διανύουν ίσες αποστάσεις από το S_0 . Τα κύματα που αναδύονται από τις σχισμές S_1 και S_2 είναι λοιπόν πάντοτε σε φάση συνεπώς οι S_1 και S_2 είναι σύμφωνες πηγές Σχ.1.21β. Όμως τα κύματα που προέρχονται από αυτές τις πηγές δε φθάνουν υποχρεωτικά σε φάση στο σημείο P λόγω της διαφοράς δρόμου $r_2 - r_1$.



Σχ.1.23 (α) Συμβολή κυμάτων φωτός που διέρχονται μέσω δύο σχισμών.(β) Γεωμετρική ανάλυση του πειράματος του Young. Οι σχισμές είναι οριζόντιες και φαίνονται από τα πλάγια σε κατακόρυφη τομή.(γ) Γεωμετρική επίλυση κατά προσέγγιση, αν το R είναι πολύ μεγαλύτερο από το d.

Για να απλοποιήσουμε την ανάλυση που ακολουθεί, υποθέτουμε ότι η απόσταση R από τις σχισμές προς το πέτασμα είναι τόσο μεγάλη, συγκρινόμενη με την απόσταση μεταξύ των σχισμών d ώστε οι γραμμές από τις S_1 και S_2 προς το P να είναι σχεδόν παράλληλες, όπως φαίνεται στο Σχ.1.23γ. Αυτή είναι η συνηθισμένη κατάσταση στα πειράματα με φως. Η διαφορά δρόμου δίνεται τότε από την

$$r_1 - r_2 = d \sin \theta \quad (1.28)$$

Βρήκαμε ότι παρουσιάζεται ενισχυτική συμβολή (ενίσχυση) στο σημείο P (σε μια έντονα φωτισμένη περιοχή του πετάσματος) όταν η διαφορά δρόμου $d \sin \theta$ είναι ένας ακέραιος αριθμός μηκών κύματος, $m\lambda$, ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$) Συνεπώς παρουσιάζεται ενισχυτική συμβολή σε γωνία θ για τις οποίες ισχύει

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots) \quad (1.29)$$

Ομοίως, αναιρετική συμβολή συμβαίνει, όπου σχηματίζονται σκοτεινές περιοχές στο πέτασμα στα σημεία για τα οποία η διαφορά δρόμου είναι

ημιακέραιος αριθμός μηκών κύματος, $\left(m + \frac{1}{2} \lambda\right), d \sin \theta = m \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$

(1.30)

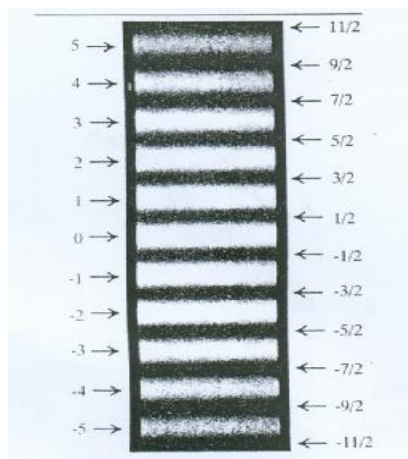
Συνεπώς η εικόνα στο πέτασμα του Σχ.1.23β είναι μια διαδοχή φωτεινών και σκοτεινών λωρίδων (κροσσών). Μια φωτογραφία μιας τέτοιας εικόνας φαίνεται στο Σχ.1.22. Μπορούμε να παραγάγουμε μια έκφραση για τις θέσεις των κέντρων των φωτεινών λωρίδων του πετάσματος. Στο Σχ.1.23β το y μετρείται από το κέντρο της εικόνας και αντιστοιχεί στην απόσταση από το κέντρο του Σχ.1.24. Έστω ότι y_m είναι η απόσταση από το κέντρο της εικόνας ($\theta=0$) έως το κέντρο της m -οστής φωτεινής λωρίδας. Συμβολίζουμε την αντίστοιχη τιμή του θ ως Θ_m τότε $y_m = R \tan \Theta_m$

(1.31)

Σε πειράματα αυτού του τύπου τα y_m είναι συχνά πολύ μικρότερα του R . Αυτό σημαίνει ότι η Θ_m είναι πολύ μικρή, η $\tan \theta_m$ είναι σχεδόν ίση προς το $\sin \theta_m$ και

$$y_m = R \sin \theta_m \tag{1.32}$$

Συνδυάζοντας αυτό με την Εξ(1.30), βρίσκουμε $y_m = R \frac{m \lambda}{d}$ (1.33)



Σχ.1.24. Κροσσοί συμβολής που παράγονται στο πείραμα δυο σχισμών του yang

Μπορούμε να μετρήσουμε το R και το d καθώς επίσης και τις θέσεις y_m των φωτεινών κροσσών, συνεπώς αυτό το πείραμα μας παρέχει μια άμεση μέτρηση του μήκους κύματος λ . Το πείραμα του ήταν πραγματικά η πρώτη άμεση μέτρηση μηκών κύματος φωτός.

Σημειώστε ότι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών φωτεινών κροσσών στην εικόνα είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την απόσταση μεταξύ των σχισμών. Όσο πιο κοντά είναι οι σχισμές, τόσο εξαπλώνεται η εικόνα. Όταν οι σχισμές είναι πολύ μακριά, οι κροσσοί στην εικόνα είναι πλησιέστερα ο ένας στον άλλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανεμομετρία Laser - Doppler και Ανεμομετρία Φάσης Doppler (LDA και PDA)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ Γενικά χαρακτηριστικά – Πεδία Εφαρμογής

Η ανεμομετρία Laser - Doppler και η ανεμομετρία φάσης-Doppler είναι από τις πιο προηγμένες και ακριβείς μη παρεμβατικές τεχνικές για τη μέτρηση των ταχυτήτων του ρευστού και των σωματιδίων σε μια διαφασική ροή. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των στιγμιαίων και των μέσων ταχυτήτων με υψηλή χωρική ανάλυση (διακριτική ικανότητα). Οι στιγμιαίες ταχύτητες δίνονται από τη σχέση:

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.1)$$

ενώ οι μέσες:

$$\bar{\mathbf{v}} = \frac{\sum_{i=1}^N \mathbf{v}_i \Delta t_i}{\sum_{i=1}^N \Delta t_i} \quad (2.2)$$

όπου Δt_i , ο χρόνος παραμονής του κάθε σωματιδίου στον όγκο μέτρησης.

Η θεμελιώδης αρχή για τη μέτρηση των ταχυτήτων με τις τεχνικές LDA και PDA είναι το φαινόμενο Doppler. Το φαινόμενο Doppler αφορά τη μεταβολή της φαινομενικής συχνότητας ενός κύματος, λόγω της σχετικής κίνησης μεταξύ της πηγής και του παρατηρητή.

Σημαντικά άρθρα που δημοσιεύθηκαν τις τελευταίες δύο δεκαετίες βοήθησαν στη κατανόηση των τεχνικών. Η χρήση της γεωμετρικής οπτικής επιτρέπει μια πολύ καλή περιγραφή και των δυο τεχνικών και δίνει ικανοποιητική ανάλυση για τις περισσότερες εφαρμογές (βλ. π.χ. Saffman, 1987 / Sankar και Bachalo, 1991). Επιπλέον η ανάπτυξη ακριβέστερων εργαλείων βασισμένων στη θεωρία Lorenz - Mie (LMT), έχει βελτιώσει σημαντικά την

κατανόηση και την ικανότητά μας να βελτιστοποιήσουμε απαιτητικές οπτικές διατάξεις (π.χ. Grehan et Al, 1992).

Οι βασικές ιδέες για τις εφαρμογές LDA στις ροές εισήχθησαν από τον Farmer (1972 ..1974), τους Durst και Zare (1975) και τον Roberts (1977). Έδειξαν ότι η τεχνική LDA μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τις μετρήσεις ταχύτητας μεγάλων σωματιδίων ανάκλασης και διάθλασης. Επειδή η LDA είναι μια μη παρεμβατική οπτική τεχνική, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετρήσεις σε συστήματα διασπαστικής ροής εφ' όσον είναι δυνατή η οπτική πρόσβαση και το διασπαστικό σύστημα είναι αρκετά αραιό ώστε να επιτρέψει τη μετάδοση της ακτίνας laser και του σκεδαζόμενου φωτός. Πολυάριθμες μελέτες έχουν δημοσιευθεί στο παρελθόν όπου η LDA έχει εφαρμοστεί σε διάφορους τύπους διασπαστικών ροών αερίου-στερεού, υγρών σε σπρέι, και ροών φυσαλίδων. Επίσης έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες ώστε να εφαρμοστεί η ανεμομετρία Laser-Doppler για την ταυτόχρονη μέτρηση της ταχύτητας, του μεγέθους και της συγκέντρωσης σφαιρικών σωματιδίων (Farmer, 1972 / Chigier et Al, 1979 / Durst, 1982 / Hess, 1984 / Hess και Espinola, 1984 / Aliano et Al, 1984/Negus και Drain, 1982).

Χρησιμοποιώντας την ανεμομετρία φάσης Doppler (PDA), μπορούν να οριστούν επακριβώς το μέγεθος των σφαιρικών σωματιδίων, ο δείκτης διάθλασης και η συγκέντρωση των σωματιδίων (Tropea et Al 1995). Επιπλέον έχει αυξηθεί η απαίτηση για κατανόηση της αρχής μέτρησης για μεγαλύτερα σωματίδια, όπως παραδείγματος χάριν στις ροές φυσαλίδων. Για αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται η γεωμετρική οπτική με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

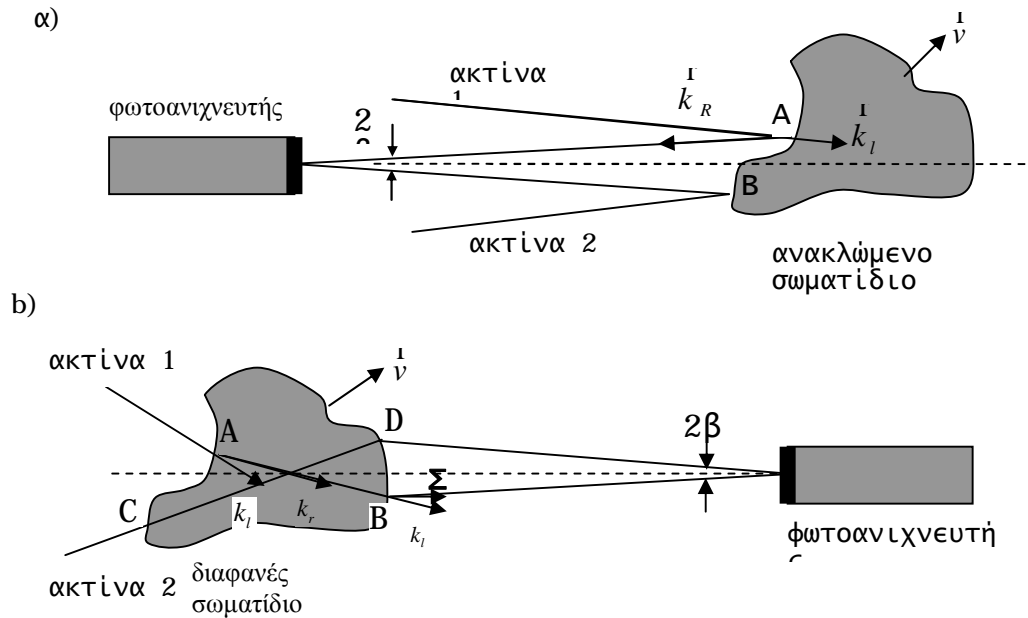
Οι υπολογισμοί Lorenz - Mie χρησιμοποιούνται για τη βελτιστοποίηση των διατάξεων, κυρίως για μικρά και μέσα μεγέθη σωματιδίων (Saffinan, 1987 / Grehan et Al, 1992), δεδομένου ότι τα μεγάλα σωματίδια απαιτούν δύσκολους υπολογισμούς.

Για τα μεγάλα σωματίδια, τα περισσότερα από τα φαινόμενα σκέδασης μπορούν να περιγραφούν από γεωμετρικά μοντέλα οπτικής.

2.1 Μεγάλα σωματίδια

Τα κύματα φωτός που παράγονται από τις δύο προσπίπτουσες ακτίνες laser ανακλούνται ή διαθλώνται στα μεγάλα σωματίδια, παρεμβάλλονται, και δημιουργούν κροσσούς στο χώρο όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1. Ο ρυθμός με τον οποίο οι κροσσοί διασχίζουν οποιοδήποτε σημείο στο χώρο, π.χ. το φωτοανιχνευτή, είναι ο ίδιος σε όλα τα σημεία στο περιβάλλον χώρο. Συνδέεται γραμμικά με τις συνιστώσες της ταχύτητας των μεγάλων μη-παραμορφώσιμων σωματιδίων που είναι κάθετα στη γραμμή συμμετρίας μεταξύ των δύο προσπιπτουσών ακτινών.

Η θεωρητική ανάλυση των Durst και Zare (1975) αποκάλυψε ότι οι σχέσεις για τη μετατόπιση συχνότητας Doppler για τα μεγάλα σωματίδια ανάκλασης ή διάθλασης είναι ίδιες με την καθολική εξίσωση για την ανεμομετρία Laser-Doppler (εξίσωση 2.14). Αυτό ισχύει όταν η περιεχόμενη γωνία των δύο προσπιπτουσών ακτινών είναι μικρή και ο φωτοανιχνευτής τοποθετείται σε μια απόσταση πολύ μεγαλύτερη από τη διάμετρο των σωματιδίων του όγκου μέτρησης.



Σχήμα 2.1: Παρεμβολή δυο ακτινών laser για μεγάλα σωματίδια ανάκλασης και διάθλασης. (Τα σημεία τομής των τυχαίων και των διαθλώμενων ακτινών με την επιφάνεια σημειώνονται με τα A, B, C, D.)

2.2 Τεχνικές μέτρησης LDA – PDA

2.2.1 Βασικές Αρχές της Ανεμομετρίας Laser Doppler (LDA)

Η Ανεμομετρία Laser–Doppler είναι μία τεχνική μέτρησης, κατά την οποία γίνεται ανίχνευση της μετατόπισης συχνότητας του φωτός (συχνότητα Doppler) που σκεδάζεται από ένα κινούμενο σωματίδιο. Σε μετρήσεις ροών το κινούμενο αντικείμενο είναι γενικά ένα σωματίδιο που οδηγεί τη ροή (π.χ πίδακας υγρού) ή που ακολουθεί τη ροή (π.χ. ροή σε κανάλι).

Υπάρχουν δύο τρόποι ανίχνευσης της συχνότητας Doppler: η απευθείας ανίχνευση (Direct Detection), και η ετερόδουνη ανίχνευση (Heterodyne Detection). Για την πρώτη μέθοδο (απευθείας ανίχνευση) ισχύουν τα ακόλουθα.

Όπως προαναφέρθηκε, η μέτρηση της ταχύτητας της ροής βασίζεται στην μεταβολή της συχνότητας της ακτίνας Laser λόγω του φαινομένου Doppler.

Σύμφωνα με την θεωρία του φαινομένου, ένα σωματίδιο που κινείται με ταχύτητα u , στο οποίο προσπίπτει μία ακτίνα Laser με συχνότητα f_L , θα δίνει μία ακτίνα από περίθλαση, συχνότητας:

$$f_p = f_L \left(1 - \frac{1}{c} \frac{\rho \rho^0}{u i} \right) \quad (2.3)$$

όπου:

i : το μοναδιαίο διάνυσμα διεύθυνσης της ακτίνας

c : η ταχύτητα του φωτός

Ο φωτοηλεκτρικός μετατροπέας, ως ακίνητος παρατηρητής, αναγνωρίζει την ακτίνα που περιθλάται με συχνότητα:

$$f_p = f_c \left(1 - \frac{1}{c} \frac{\rho \rho^0}{u k} \right) \quad (2.4)$$

όπου:

k : το μοναδιαίο διάνυσμα διεύθυνσης μεταξύ σωματιδίου και φωτοπολλαπλασιαστή.

Η εκ περιθλάσεως ακτίνα αναγνωρίζεται από έναν ακίνητο παρατηρητή π.χ. έναν φωτοπολλαπλασιαστή με συχνότητα f_c :

$$f_c = f_p \frac{1}{1 - \frac{1}{c} u k} = f_L \frac{1 - \frac{1}{c} \frac{\rho \rho^0}{u i}}{1 - \frac{1}{c} \frac{\rho \rho^0}{u k}} \quad (2.5)$$

Οι συχνότητες που αναφέρονται παραπάνω είναι ιδιαίτερα υψηλές και η μετατόπιση της συχνότητας είναι δύσκολο να μετρηθεί. Η συχνότητα που μετρείται είναι η συχνότητα Doppler, που προκύπτει από την επαλληλία δύο σημάτων που προέρχονται από τη σκέδαση δύο διαφορετικών ακτινών στο κινούμενο σωματίδιο.

Οπτικά ετερόδουνη ανίχνευση είναι η πιο κοινή τεχνική μέτρησης. Σύμφωνα με την τελευταία, η συχνότητα Doppler ανιχνεύεται ως διαφορά συχνότητας μεταξύ του φωτός δύο διαφορετικών πηγών. Όταν ακτίνες φωτός από δύο πηγές προστίθενται στην επιφάνεια του φωτοπολλαπλασιαστή η διαδικασία μίξης δίνει την διαφορά συχνότητας, αφού όλες οι άλλες συχνότητες είναι αρκετά

μεγάλες ώστε να ανιχνευθούν. Υπάρχουν τρεις τεχνικές για την πραγματοποίησης ετερόδυνης ανίχνευσης:

Ø Η τεχνική διπλής ακτίνας: Μέσω ενός διαχωριστή (Beam Splitter) δημιουργούνται συγχρόνως δύο ακτίνες που προέρχονται από περίθλαση δύο ακτίνων Laser, ίδιας έντασης, με διαφορετικά μοναδιαία διανύσματα, οι οποίες συγκλίνουν πάνω στο όγκο μέτρησης από τον οποίο επανεκπέμπονται με διαφορετική συχνότητα, ώσπου τελικά καταλήγουν διαμέσου οπτικών συλλογής στον φωτοπολλαπλασιαστή.

Ø Η τεχνική ακτίνας αναφοράς: Στον φωτοπολλαπλασιαστή καταλήγει μια ακτίνα σκεδασμένη από το σωματίδιο και μια ασθενέστερη η οποία εκπέμπεται κατευθείαν από την πηγή.

Ø Η τεχνική της διπλής εκπομπής: Εκπέμπεται μία μόνο ακτίνα η οποία περιθλάται αφού συναντήσει το κινούμενο σωματίδιο. Η μέτρησή της επιτυγχάνεται μέσω συνδυασμού των ηλεκτρικών σημάτων δύο φωτοανιχνευτών, που συλλέγουν την περιθλώμενη ακτίνα από διαφορετικές διευθύνσεις.

Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι ένα σύστημα διπλής ακτίνας που αποτελεί την περισσότερο χρησιμοποιούμενη τεχνική. Στη συνέχεια, θα αναλυθεί η αρχή λειτουργίας του L.D.A. και θα ακολουθήσει μια αναλυτικότερη παρουσίαση της διάταξης που χρησιμοποιήθηκε.

2.2.2 Όγκος ελέγχου – γεωμετρικά χαρακτηριστικά – ιδιότητες

Δύο ακτίνες laser ίσης έντασης και μήκους κύματος συγκλίνουν μέσω ενός φακού εστίασης και σχηματίζουν τον όγκο μέτρησης (ή ελέγχου) στο σημείο τομής τους. Ο όγκος ελέγχου είναι ένα ελλειψοειδές εκ περιστροφής το οποίο λόγω συμβολής του φωτός αποτελείται από παράλληλα επίπεδα σκοτεινών και

φωτεινών περιοχών (κροσσοί συμβολής), κάθετα στο επίπεδο των δύο ακτινών και παράλληλα προς τη διχοτόμο της γωνίας τους. Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε μετρά την συνιστώσα της ταχύτητας σε διεύθυνση κάθετη στα επίπεδα των κροσσών.

Η χωρική ανάλυση της μέτρησης της ταχύτητας εξαρτάται από τις διαστάσεις του όγκου ελέγχου. Αυτές ορίζονται από την αρχική διάμετρο της ακτίνας laser, τη περιεχόμενη γωνία των δυο ακτινών, το εστιακό μήκος του φακού συλλογής και την γωνία στην οποία είναι τοποθετημένο το οπτικό συλλογής. Η περιεχόμενη γωνία των δυο ακτινών καθορίζεται από την αρχική απόσταση των ακτινών και το εστιακό μήκος του κατευθυντήριου φακού.

Δεδομένου ότι οι προσπίπτουσες ακτίνες laser έχουν κανονική κατανομή έντασης όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.2, η ενεργός διάμετρος τους στο εστιακό επίπεδο καθορίζεται από τη θέση όπου η τιμή της έντασης του φωτός είναι :

$$V = \frac{1}{e^2} V_{\max} \quad (2.6)$$

Η ενεργός διάμετρος δίνεται από τη σχέση:

$$d_m = \frac{4 * f_e * \lambda_e}{\pi * d_0} \quad (2.7)$$

Όπου: d_0 : το $1/e^2$ της διαμέτρου των ακτινών laser

f_e : το εστιακό μήκος του κατευθυντήριου φακού

Ο όγκος ελέγχου που ορίζεται από δύο ακτίνες που τέμνονται, έχει μια ελλειψοειδή μορφή όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.2. Οι διαστάσεις του ελλειψοειδούς, με ενεργό διάμετρο d_m , δίνονται από:

$$\Delta\chi = \frac{d_m}{\cos\theta} \quad (2.8)$$

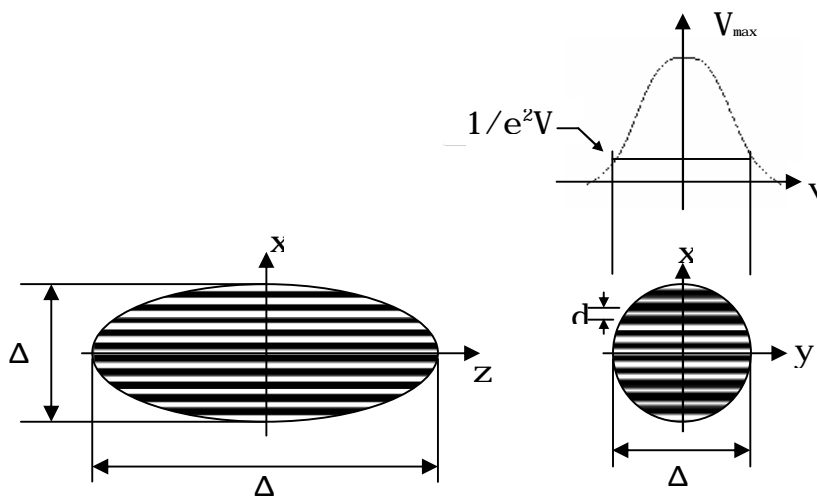
$$\Delta\psi = d_m \quad (2.9)$$

$$\Delta Z = \frac{d_m}{\sin\theta} \quad (2.10)$$

Ο αριθμός των κροσσών του ελλειψοειδούς με ενεργό διάμετρο d_m , μπορεί να καθοριστεί από τη σχέση

$$N_f = \frac{8f_e}{\pi d_0} \tan\theta = \frac{4\Delta b}{\pi d_0} \quad (2.11)$$

Όπου: Δb : η αρχική απόσταση των κατευθυντήριων ακτινών.

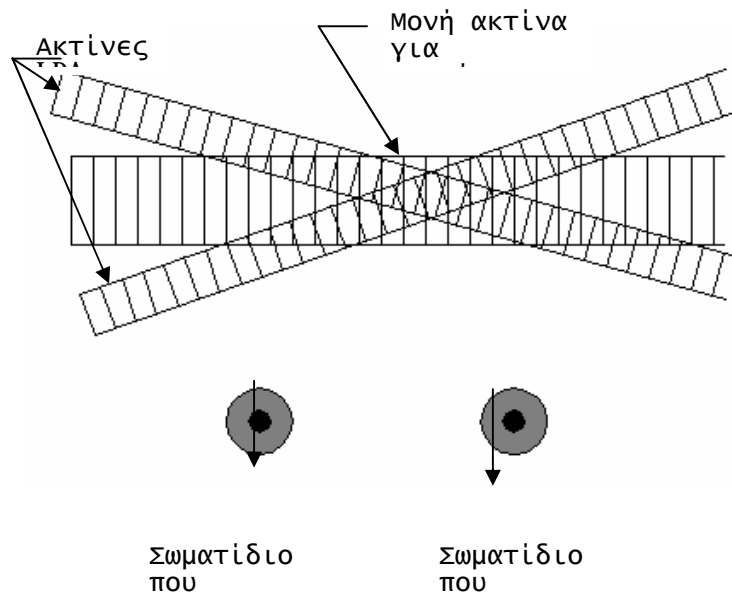


Σχήμα 2.2 : Διαστάσεις του όγκου ελέγχου

Με τη χρησιμοποίηση ενός εκτός άξονα προσανατολισμού του οπτικού συλλογής, το μήκος του μέρους του μετρούμενου όγκου που απεικονίζεται στο φωτοανιχνευτή είναι μειωμένο και η χωρική ανάλυση βελτιωμένη. Εντούτοις, λόγω της γωνιακής εξάρτησης της έντασης του σκεδαζόμενου φωτός, οποιοσδήποτε εκτός άξονα προσανατολισμός του οπτικού συλλογής οδηγεί σε μειωμένες εντάσεις σκέδασης. Αυτή η επίδραση, που καλείται επίσης ασάφεια τροχιάς, οδηγεί στην εξάρτηση των διαστάσεων του όγκου ελέγχου από το μέγεθος των σωματιδίων.

Προκειμένου να περιοριστεί η περιοχή του όγκου ελέγχου από όπου παραλαμβάνονται τα σήματα, οι Chigier et al (1979) χρησιμοποίησαν μια

πρόσθετη λαμβάνουσα οπτική που τοποθετήθηκε σε 90° εκτός άξονα, για να προκαλέσει ένα δεύτερο λαμβάνον σύστημα. Προσθέτοντας δύο όγκους ελέγχου διαφορετικής διαμέτρου και χρώματος ξεκινά σύστημα απόκτησης δεδομένων μόνο όταν τα σωματίδια περνούν μέσω του κεντρικού μέρους του μεγαλύτερου όγκου ελέγχου, όπου η ένταση είναι πιο ομοιόμορφη. Μια τέτοια ομο-αξονική κανονικοποίηση δύο όγκων ελέγχου μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρησιμοποίηση ενός συστήματος δύο-συνιστωσών LDA με διαφορετικό χρώμα για κάθε ενεργό διάμετρο (Yeoman et Al, 1982 Modarres και Tan, 1983) ή με την επικάλυψη μιας ενιαίας ακτίνας μεγάλης διαμέτρου με τον όγκο ελέγχου LDA (Hess, 1984). Όταν ένα σωματίδιο περνά μέσω του όγκου ελέγχου LDA, η ένταση σκέδασης του φωτός από τη μεγαλύτερη ακτίνα μετριέται για να καθοριστεί το μέγεθος των σωματιδίων όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3 : Ομο-αξονική κανονικοποίηση δύο όγκων ελέγχου διαφορετικού χρώματος.

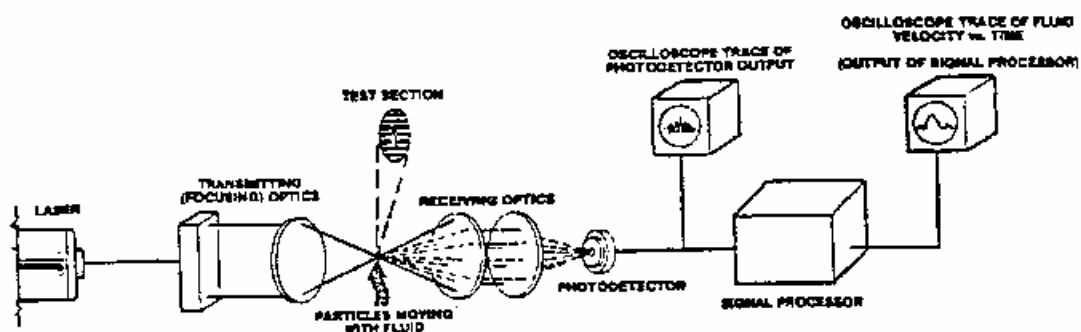
2.2.3 Περιγραφή του Συστήματος Διπλής Ακτίνας

Το σύστημα διπλής ακτίνας μίας μετρητικής διάταξης L.D.A. περιλαμβάνει τα εξής:

- Ø Την πηγή της ακτίνας Laser.
- Ø Τον διαχωριστή ακτίνας (Beam Splitter).
- Ø Το οπτικό μετατόπισης της συχνότητας (Frequency Shifter) που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ένα κύτταρο Bragg.
- Ø Τους κατευθυντήριους φακούς που εστιάζουν στον όγκο ελέγχου.
- Ø Τους φακούς συλλογής.
- Ø Τον φωτοπολλαπλασιαστή που μετατρέπει το οπτικό σήμα σε ηλεκτρικό.
- Ø Τον υπολογιστή στον οποίο υπάρχει η κάρτα μετατροπής A /D και καταγράφονται οι μετρήσεις.

Επίσης χρησιμοποιείται παλμογράφος για την αξιολόγηση του σήματος πριν από την καταγραφή.

Στο παρακάτω σχήμα εικονίζονται τα στοιχεία του L.D.A. που αναφέρθηκαν παραπάνω καθώς επίσης και ο τρόπος διάταξής τους.



Σχήμα 2.4: Σύστημα λειτουργίας L.D.A. διπλής ακτίνας.

Αποτελεί την πλέον διαδεδομένη τεχνική μέτρησης. Η ευκολία στην ευθυγράμμιση των οπτικών του συστήματος καθώς και η μη εξάρτηση της συχνότητας Doppler από την θέση των οπτικών συλλογής, είναι μερικά από τα πλεονεκτήματα που κάνουν το σύστημα ευρέως χρησιμοποιούμενο. Όταν η ταχύτητα του σωματιδίου είναι πολύ μικρότερη της ταχύτητας του φωτός, τότε αποδεικνύεται ότι για το σύστημα διπλής ακτίνας η συχνότητα φωτός που δέχεται ο φωτοπολλαπλασιαστής είναι:

$$f_p = \left| f_{c_1} - f_{c_2} \right| = \frac{1}{\lambda} \left| u (S_1 - S_2) \right| \quad (2.12)$$

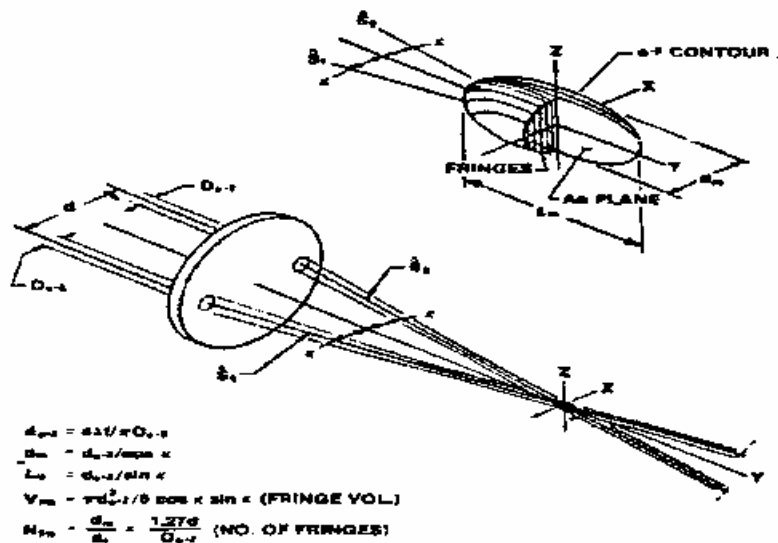
όπου:

λ : το μήκος κύματος της δέσμης του laser και,

S_1, S_2 τα μοναδιαία διανύσματα των δύο ακτίνων laser

Όπως φαίνεται στην παραπάνω σχέση, η συχνότητα είναι ανάλογη της ταχύτητας του σωματιδίου στη διεύθυνση $(S_1 - S_2)$ οπότε μετρώντας τη συχνότητα εύκολα υπολογίζεται η ταχύτητα του σωματιδίου.

Στο Σχήμα 2.5 φαίνεται μία παράσταση του συστήματος διπλής ακτίνας. Δύο ακτίνες laser ίσης έντασης και μήκους κύματος συγκλίνουν μέσω ενός φακού εστίασης και σχηματίζουν τον όγκο μέτρησης (ή ελέγχου) στο σημείο τομής τους. Στο παρακάτω σχήμα, μπορούμε να δούμε πώς είναι η εστίαση των ακτίνων στους φακούς καθώς επίσης και που σχηματίζονται οι κροσσοί συμβολής.



Σχήμα 2.5: Εστίαση των ακτίνων στους φακούς και σχηματισμός των κροσσών συμβολής

Ένα κινούμενο σωματίδιο το οποίο ακολουθεί την ροή, μόλις εισέλθει στον όγκο ελέγχου, θα περάσει από φωτεινές και σκοτεινές περιοχές, δίνοντας σήμα μόνο κατά τη διέλευσή του από τις φωτεινές περιοχές. Το φωτεινό σήμα που εκπέμπει ένα σωματίδιο, μετατρέπεται σε ηλεκτρικό στον φωτοπολλαπλασιαστή και η συχνότητά του υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση:

$$f = \frac{u}{\Delta x} \quad (2.13)$$

όπου:

f: η συχνότητα του σωματιδίου

u: η ταχύτητα του σωματιδίου κάθετα προς το επίπεδο των κροσσών συμβολής

Δx : η απόσταση των επιπέδων των κροσσών

Όπως παρατηρούμε από την παραπάνω σχέση, η συχνότητα του σωματιδίου είναι ευθέως ανάλογη με την μετρούμενη ταχύτητα του σωματιδίου, με συντελεστή αναλογίας την απόσταση των κροσσών συμβολής.

Η απόσταση των κροσσών συμβολής Δx δίνονται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\sin j}$$

(2.14)

όπου:

λ : το μήκος κύματος της αρχικής ακτίνας Laser

φ : ημιγωνία σύγκλισης των δύο ακτίνων Laser

Ο αριθμός των κροσσών συμβολής που σχηματίζονται στο σημείο συμβολής των ακτίνων είναι:

$$N_{fr} = \frac{d_m}{\Delta x}$$

(2.15)

όπου:

d_m : το πλάτος του όγκου ελέγχου

Δx : η απόσταση των κροσσών συμβολής

Το πλάτος του όγκου ελέγχου, ο οποίος έχει ελλειψοειδές σχήμα είναι:

$$d_m = \frac{d}{\cos j}$$

(2.16)

$$\text{όπου: } d \frac{e^{-2}}{e^{-2}} = \frac{4\lambda l}{\pi D e^{-2}}$$

(2.17)

όπου:

λ : το μήκος κύματος της αρχικής ακτίνας Laser

f : εστιακή απόσταση του συγκλίνοντος φακού

D_e^{-2} : διάμετρος των ακτίνων Laser

φ : ημιγωνία σύγκλισης των ακτίνων

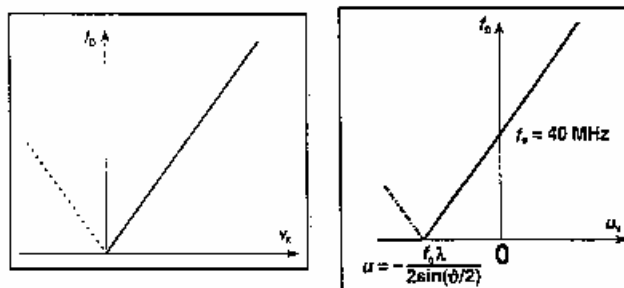
Το μήκος του ελλειψοειδούς των κροσσών συμβολής δίνεται από τη σχέση:

$$l_m = \frac{d}{\sin j} e^{-2} \quad (2.18)$$

2.2.4 Μετατόπιση Συχνότητας

Το πρόβλημα που υπάρχει στο σύστημα διπλής ακτίνας, με ακτίνες ίδιας συχνότητας όπως είδαμε παραπάνω, είναι ότι δεν υπάρχει δυνατότητα αναγνώρισης της φοράς του σωματιδίου. Η συχνότητα δεν εξαρτάται από το πρόσημο της διεύθυνσης της ταχύτητας. Δηλαδή μία θετική και μία αρνητική ταχύτητα ίδιου μέτρου θα έχουν ως αποτέλεσμα την ίδια την μετατόπιση Doppler. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα η συχνότητα μίας εκ των δύο δεσμών μετατοπίζεται. Σε αυτήν την περίπτωση τα επίπεδα των κροσσών συμβολής μετακινούνται κάθετα προς τον εαυτό τους με σταθερή ταχύτητα. Κατά αυτόν τον τρόπο, σωματίδια ακίνητα στον όγκο ελέγχου δίνουν συχνότητα ίση με τη συχνότητα μετατόπισης. Σωματίδια που κινούνται στην ίδια διεύθυνση με τους κροσσούς δίνουν μικρότερες συχνότητες Doppler ενώ εκείνα που κινούνται αντίθετα δίνουν μεγαλύτερες, μετατοπίζεται δηλαδή γραμμικά η σχέση μετατροπής συχνότητας ταχύτητας.

Για την μετατόπιση της ακτίνας στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται ένα κύτταρο Bragg.



Σχήματα 2.6 – 2.7: Σχέση ταχύτητας-συχνότητας α) χωρίς, β) με μετατόπιση συχνότητας

Είναι προφανές από το Σχήμα 2.7, ότι αν το εύρος συχνοτήτων ικανοποιείται, όσο υψηλότερη η μετατόπιση συχνότητας, τόσο μεγαλύτερος ο διασκορπισμός των ταχυτήτων που μπορούν να ανιχνευθούν μέσα σε ένα πληθυσμό σωματιδίων, όπως επίσης μπορούν να μετρηθούν και μεγαλύτερες τυρβώδεις εντάσεις. Η μετατόπιση συχνοτήτων που χρησιμοποιείται είναι 40 MHz. Αυτή η μετατόπιση πετυχαίνεται αφήνοντας τη μία από τις δέσμες να περάσει μέσα από ένα οπτικό-ακουστικό μετατροπέα (Bragg cell).

2.2.5 Περιγραφή της Οπτικής Διάταξης

Στα πειράματα μπορεί ως πηγή φωτός να χρησιμοποιηθεί Laser He-Ne ισχύος 15 mW και μήκους κύματος 632.8 nm (κόκκινη δέσμη). Τα οπτικά μεταβίβασης περιλαμβάνουν έναν διαχωριστή ακτίνας (beam splitter) που πετυχαίνει παράλληλο διαχωρισμό της αρχικής ακτίνας κατά 50 mm, έναν οπτικοακουστικό μετατροπέα (Bragg cell) συνδεδεμένο με έναν μετατοπιστή συχνότητας 40 MHz για την αλλαγή της συχνότητας της μίας δέσμης και ένα φακό εστιακής απόστασης 605 mm. Ως οπτικά συλλογής χρησιμοποιήθηκε η διάταξη του Δυναμικού Αναλυτή Σωματιδίων (πίνακας 2.1).

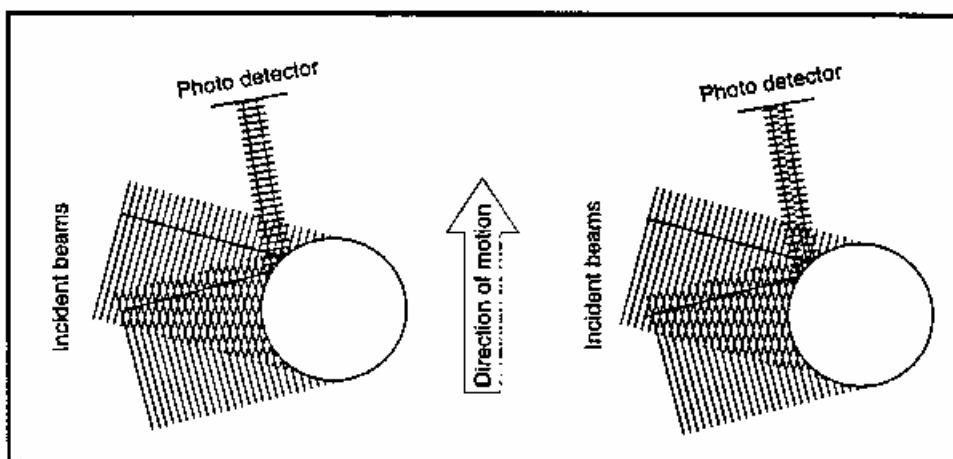
	15m Watt He-Ne
Μήκος Κύματος Ακτίνας	632.8 nm
Εστιακή Απόσταση Φακού Μεταφοράς	605 mm
Τύπος Laser	310 mm
Διάμετρος Ακτίνας Laser	1 mm
Μισή Γωνία Τομής των Ακτινών	2.37 μοίρες
Απόσταση Κροσσών Συμβολής	7.67 μ m
Απόσταση Δεσμών Laser	50 mm
Γωνία Λήψης PDA	35 μοίρες

Πίνακας 2.1 Κυριότερα Χαρακτηριστικά Οπτικών

2.2.6 Βασικές Αρχές της Ανεμομετρίας Phase Doppler (PDA)

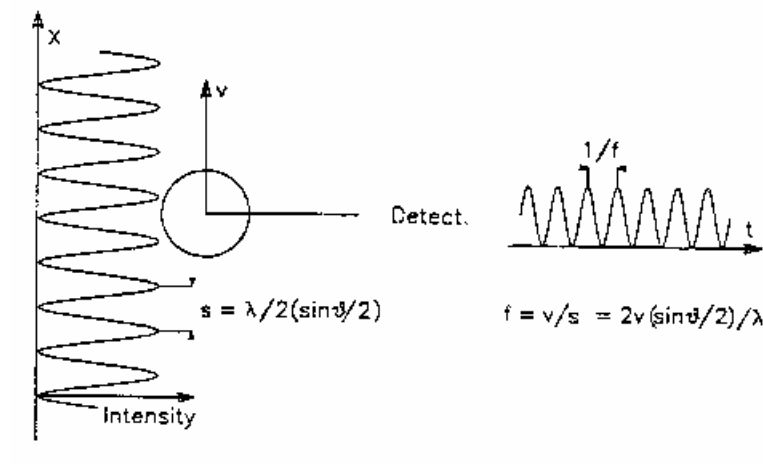
Η Ανεμομετρία Φάσης Doppler (Phase Doppler Anemometry - PDA) αποτελεί μια προέκταση της ανεμομετρίας Laser Doppler (LDA). Στην ενότητα αυτή αναφέρονται οι βασικές αρχές της οπτικής ως υπόβαθρο για την κατανόηση της διαδικασίας μέτρησης.

Μια δέσμη Laser διαχωρίζεται και οι δύο προκύπτουσες συναντούν η μία την άλλη σε δεδομένη γωνία, έτσι ώστε να διασταυρώνονται στον όγκο ελέγχου. Αν ένα σωματίδιο διαπερνά αυτόν τον όγκο και μία φωτοδιόδος τοποθετηθεί ώστε να λαμβάνει το σκεδαζόμενο φως από μία πηγή στον όγκο αυτόν, το λαμβανόμενο φως θα αποτελείται από δύο συνιστώσες, που αντιστοιχούν στις δύο δέσμες. Οι δύο συνιστώσες θα έχουν μία διαφορά Doppler (Doppler shift), λόγω της ταχύτητας του σωματιδίου. Η διαφορά εξαρτάται επίσης από την διεύθυνση της δέσμης φωτός. Λόγω της γωνίας στην οποία βρίσκονται οι δύο δέσμες, οι δύο συνιστώσες του σκεδαζόμενου φωτός έχουν διαφορετικές μετατοπίσεις Doppler. Για τον λόγο αυτό, στην επιφάνεια της φωτοδιόδου, οι δύο συνιστώσες φωτός αλληλεπιδρούν, έχοντας σαν αποτέλεσμα μία παλλόμενη ένταση φωτός. Αυτό φαίνεται στο Σχήμα 2.8, όπου ένα σωματίδιο βρίσκεται σε δύο θέσεις, δίνοντας ως αποτέλεσμα ενισχυτική και αναιρετική συμβολή αντίστοιχα, ερμηνεύοντας έτσι την κατανομή της έντασης του φωτός.



Σχήμα 2.8: Η διαφορά Doppler που εμφανίζεται στο φωτοανιχνευτή.

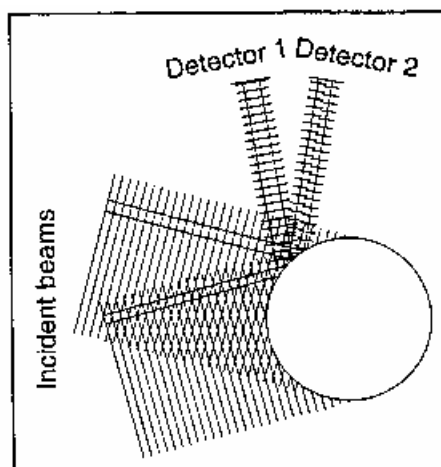
Η ένταση του σκεδαζόμενου φωτός που λαμβάνεται από έναν φωτοπολλαπλασιαστή (φωτοδίοδο), ταλαντώνεται κατά μήκος του δρόμου που το σωματίδιο περνά διαμέσου των κροσσών. Αυτή η ταλάντωση έχει μία συχνότητα ευθέως ανάλογη της συνιστώσας της ταχύτητας (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9 Η σχέση των κροσσών με την ταχύτητα του σωματιδίου και τη συχνότητα της κυματομορφής.

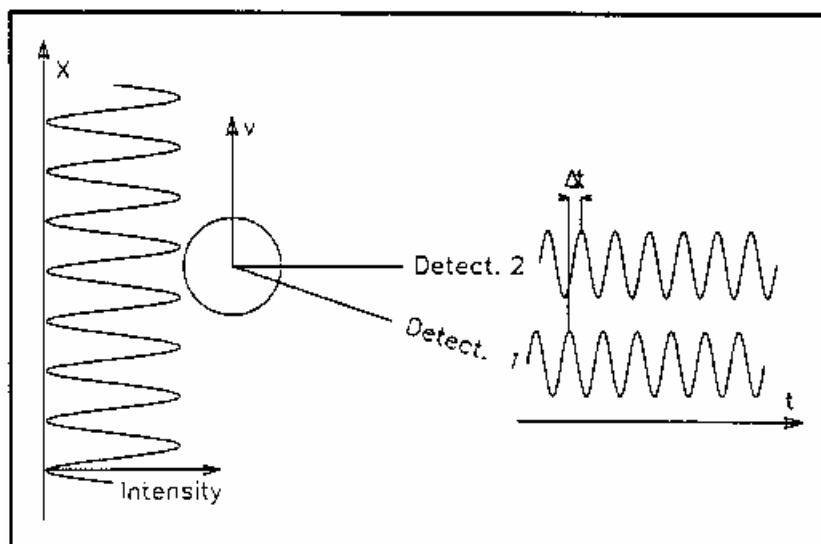
2.2.6 Προέκταση της Τεχνικής LDA- Μέτρηση Μεγέθους με την Τεχνική PDA

Στο LDA σύστημα που περιγράφηκε ως τώρα, περιλαμβάνεται μόνο μία φωτοδίοδος ως οπτικό συλλογής. Αν θεωρήσουμε την κατάσταση στο Σχήμα 2.10, βλέπουμε 2 φωτοδιόδους να λαμβάνουν σκεδαζόμενο φως από την επιφάνεια ενός σφαιρικού σωματιδίου. Το αξιοσημείωτο εδώ είναι, ότι η διαφορά μήκους του οπτικού δρόμου για τις ανακλάσεις από τις δύο αρχικές δέσμες αλλάζει με τη θέση των φωτοδίοδων. Αυτό σημαίνει, ότι όταν το σωματίδιο περνά μέσα από τον όγκο ελέγχου, οι 2 φωτοδιόδοι λαμβάνουν σήματα με την ίδια συχνότητα Doppler, αλλά οι φάσεις των δύο σημάτων ποικίλουν με την γωνιακή θέση των φωτοδίοδων.



Σχήμα 2.10: Οι δύο φωτοανιχνευτές λαμβάνουν σήμα ίδιας συχνότητας αλλά διαφορετικής φάσης.

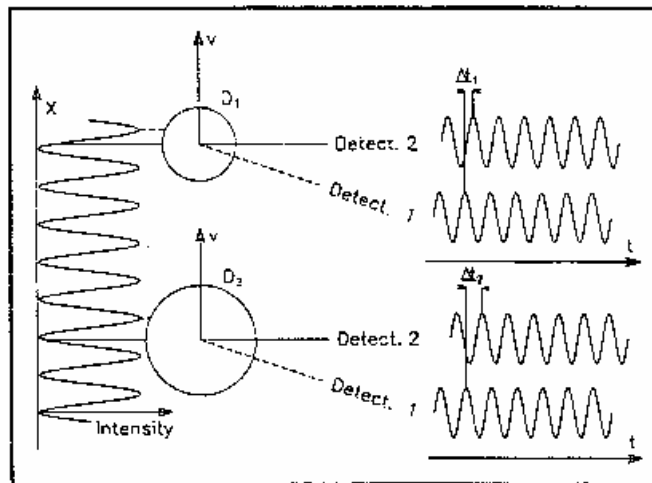
Στο Σχήμα 2.11 φαίνεται η διακύμανση της έντασης σε κάθε μία φωτοδίοδο, καθώς και η χρονική καθυστέρηση, έτσι ώστε να διαχωρίζονται τα μέτωπα των κυμάτων όπως φθάνουν στις φωτοδιόδους. Η αντίστοιχη διαφορά φάσης δίνεται $\Phi_{12} = 2\pi f \cdot \Delta t$.



Σχήμα 2.11: Η διαφορά φάσης ανάμεσα σε δύο φωτοανιχνευτές τοποθετημένους σε διαφορετικές γωνίες.

2.2.8 Σχέση μεταξύ Διαμέτρου και Διαφοράς Φάσης

Η σημαντικότερη ιδιότητα είναι, ότι η διαφορά φάσης ανάμεσα σε δύο συχνότητες Doppler εξαρτάται από το μέγεθος του σωματιδίου. Στο Σχήμα 2.12 βλέπουμε δύο σωματίδια διαφορετικού μεγέθους. Η διαφορά φάσης ανάμεσα στα σήματα Doppler για το μεγάλο σωματίδιο υπερβαίνει εκείνη του μικρότερου.



Σχήμα 2.12: Εξάρτηση της διαφοράς φάσης από τη διάμετρο του σωματιδίου

Μαθηματικά, μπορούμε να εκφράσουμε τη φάση ενός σήματος Doppler που λαμβάνεται από μία δίοδο ως εξής:

$$\Phi_1 = \alpha \cdot \beta_1 \quad (2.19)$$

όπου

$$\alpha = \pi \frac{n_1}{\lambda} D, \text{ η παράμετρος του μεγέθους,}$$

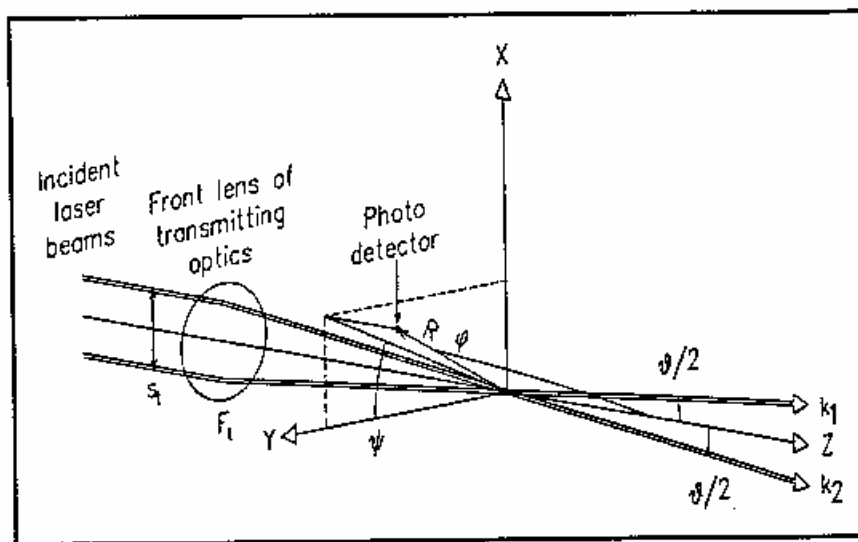
n_1 : συντελεστής διάθλασης του σκεδαζόμενου μέσου

λ : το μήκος κύματος του Laser στο κενό

D: η διάμετρος του σωματιδίου

Υπάρχει όπως φαίνεται παραπάνω μία γραμμική σχέση ανάμεσα στο μέγεθος σωματιδίου και τη φάση.

Ο γεωμετρικός παράγοντας β_i εξαρτάται από τον τρόπο σκέδασης και τις γωνίες θ , φ_i , ψ_i . Η γωνία που σχηματίζουν οι δύο αρχικές δέσμες θ , καθορίζει το διαχωρισμό των κροσσών, ενώ οι φ_i , ψ_i ορίζουν τη διεύθυνση προς το κέντρο της φωτοδιόδου από τον όγκο ελέγχου (Σχήμα 2.13).



Σχήμα 2.13: Σχηματική παράσταση των γωνιών του οπτικού συστήματος

Η γωνία σύμπτωσης ανάμεσα στις 2 αρχικές δέσμες θ , καθορίζεται από την απόσταση των δεσμών S_t και την εστιακή απόσταση των οπτικών διάδοσης. Για την μετρητική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε, τα παραπάνω εφαρμόζονται ως ακολούθως:

$$\varepsilon\varphi\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{S_t/2}{F_t} \Rightarrow \tan^{-1}\left(\frac{S_t/2}{F_t}\right)$$

$$\left(\frac{\theta}{2}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{25}{605}\right) = 2,37^{\circ} \quad (2.20)$$

άρα $\theta=4,7$

όπου:

θ η γωνία μεταξύ των δύο δεσμών Laser που καθορίζεται από την απόσταση S_i και την εστιακή απόσταση του φακού διάδοσης F_i ,

φ_i είναι η γωνία σκέδασης μετρούμενη από τον άξονα των οπτικών διάδοσης (η διχοτόμος των δύο αρχικών δεσμών με τον κατακόρυφο άξονα)

ψ_i η αζιμούθια γωνία που δίνει την θέση εκ περιστροφής γύρω από τον κατακόρυφο άξονα. Η έκφραση του γεωμετρικού παράγοντα για ανάκλαση και διάθλαση πρώτης τάξης δίνεται παρακάτω:

Για ανάκλαση:

$$\beta_i = \sqrt{2} \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{1 + \sin \frac{J}{2} \sin j_i \sin \psi_i - \cos \frac{J}{2} \cos j_i} - \\ \sqrt{1 - \sin \frac{J}{2} \sin j_i \sin \psi_i - \cos \frac{J}{2} \cos j_i} \end{array} \right\}$$

Για διάθλαση πρώτης τάξης:

$$\beta_i = 2 \left[\sqrt{1 + n_{rel}^2 - \sqrt{2} n_{rel} \sqrt{f_{i+}}} - \sqrt{1 + n_{rel}^2 - \sqrt{2} n_{rel} \sqrt{f_{i-}}} \right]$$

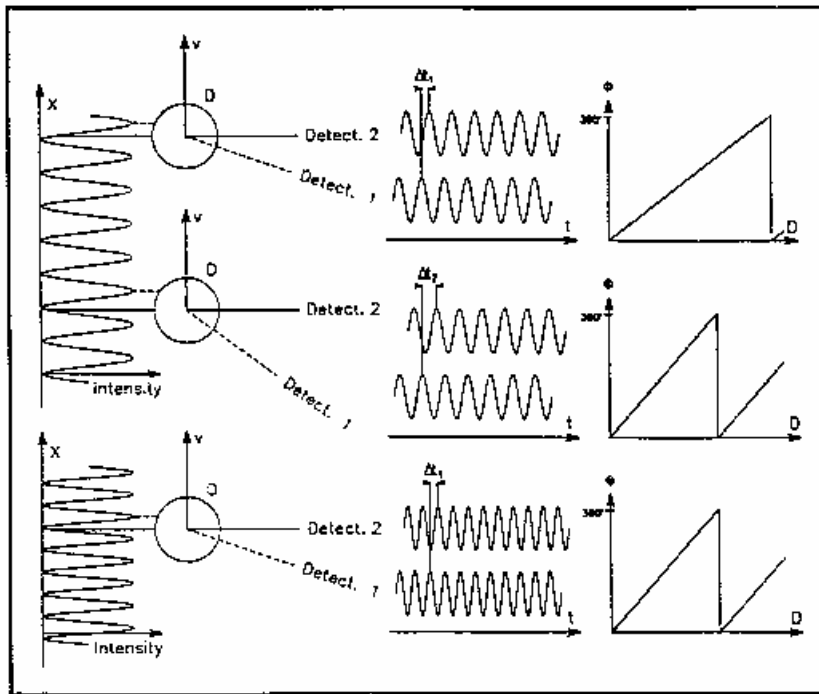
όπου:

$$f_{i\pm} = 1 \pm \sin \frac{J}{2} \sin j_i \sin \psi_i + \cos \frac{J}{2} \cos j_i$$

Όπως φαίνεται από την έκφραση του β_i γεωμετρικού παράγοντα, η ευαισθησία και το εύρος του PDA μπορούν να μεταβληθούν αλλάζοντας οποιαδήποτε από τις γωνίες θ , φ_i , ψ_i . Τυπικά, η επιλογή της γωνίας σκέδασης φ , είναι εντελώς περιορισμένη είτε ως προς την εξασφάλιση συγκεκριμένου τρόπου σκέδασης είτε ακόμα ως προς ικανό λόγο σήματος προς θόρυβο, ή από πρακτικούς περιορισμούς της όλης μετρητικής διάταξης.

Το Σχήμα 2.14 δείχνει την αύξηση της κλίσης στη σχέση φάσης - διαμέτρου όταν αυξάνεται η γωνιακή απόσταση ανάμεσα στις φωτοδιόδους ψ_{12} καθώς και όταν η απόσταση των κροσσών μειώνεται, αυξάνοντας τη γωνία θ

ανάμεσα στις αρχικές δέσμες. Αλλαγή στη γωνιακή απόσταση ψ_{12} έχει επίδραση μόνο στην κλίση στη σχέση $\Phi = f(D)$ δηλαδή για παράδειγμα στην ευαισθησία και το εύρος μεγεθών και δεν έχει επίδραση στη σχέση ταχύτητας-συχνότητας.



Σχήμα 2.14: Το αποτέλεσμα της αλλαγής της γωνίας ψ και της γωνίας θ στην κλίση της συνάρτησης διαμέτρου σωματιδίου-φάσης.

Επιπρόσθετες μεταβολές μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας φακούς με διαφορετικές εστιακές αποστάσεις. Αλλάζοντας δηλαδή τη γωνία θ επηρεάζεται η κλίση στη σχέση $\Phi = f(D)$ όπως και στην σχέση ταχύτητας - συχνότητας. Η θ μπορεί να αλλάξει κατά 2 τρόπους:

- α) αλλάζοντας την εστιακή απόσταση του φακού διάδοσης
- β) αλλάζοντας την απόσταση των δεσμών

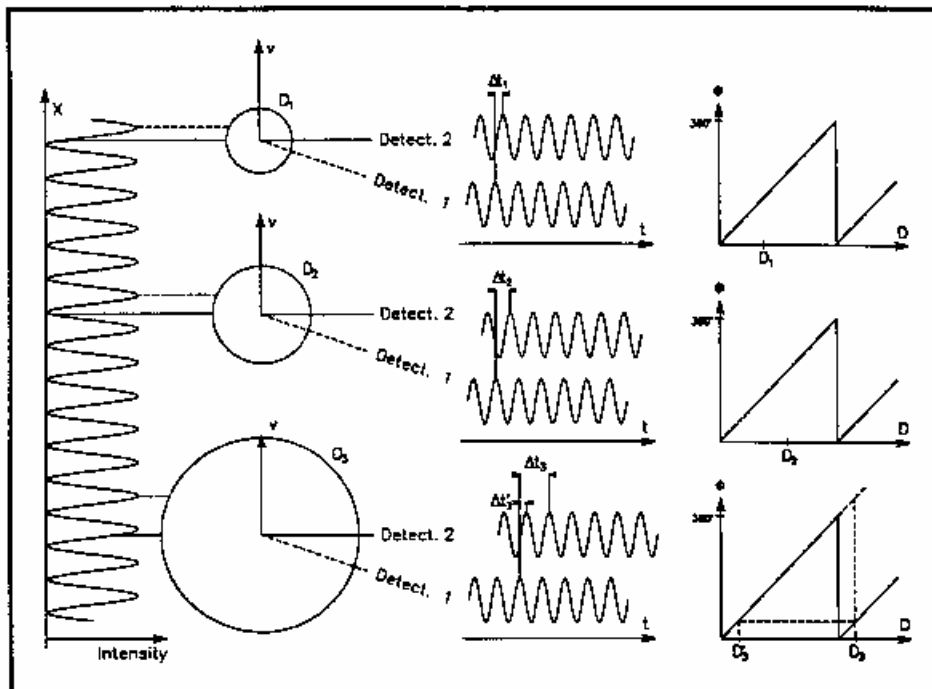
Στο Σχήμα 2.15 φαίνεται η διαφορά φάσης για τρία διαφορετικά σωματίδια αυξανόμενου μεγέθους. Ενώ η διαφορά φάσης για τα πρώτα δύο βρίσκονται μέσα στο εύρος 2π στο τρίτο σωματίδιο αυτή πέφτει εκτός του παραπάνω εύρους. Μετρώντας τη διαφορά φάσης ανάμεσα σε σήματα Doppler που

λαμβάνονται από δύο διόδους μόνο δεν μπορεί να καθοριστεί αν η διάμετρος είναι D_3 ή D'_3 . Αυτό συμβαίνει γιατί δεν είναι δυνατή η διάκριση ανάμεσα σε διαφορά φάσης

$$\Phi, \Phi \pm 2n\pi \quad (2.21)$$

όπου $n=1,2,3,\dots$

Η κατάσταση αυτή αναφέρεται ως « 2π - ασάφεια».

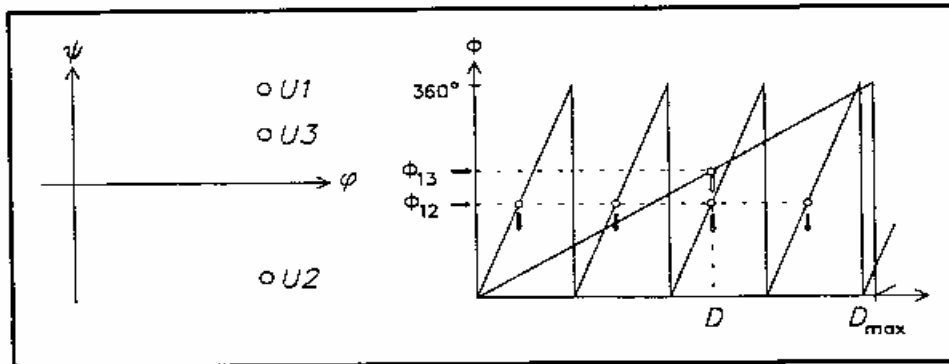


Σχήμα 2.15: Η διαφορά φάσης που προκαλείται από σωματίδια διαφόρων διαμέτρων και η περίπτωση διαφοράς φάσης μεγαλύτερης από 2π .

Έτσι σε ένα σύστημα με 2 φωτοδιόδους, είμαστε αναγκασμένοι να συμβιβαστούμε ανάμεσα σε υψηλή ευαισθησία και μικρό εύρος διαμέτρων ή σε μεγαλύτερο εύρος διαμέτρων σε βάρος της ευαισθησίας. Η λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η χρήση 3 διόδων, ασύμμετρα τοποθετημένων έτσι ώστε δύο από αυτές U_1, U_2 να σχηματίζουν ένα ζευγάρι σχετικά σε μεγάλη απόσταση δίνοντας υψηλότερη διακριτική ικανότητα, και μικρότερο εύρος διαμέτρων ενώ δύο

άλλες U_1, U_3 να σχηματίζουν ένα κοντινότερο ζευγάρι με ένα μεγαλύτερο εύρος διαμέτρων αλλά επίσης με μικρότερη διακριτική ικανότητα.

Στο Σχήμα 2.16 φαίνονται μία σειρά από τιμές διαμέτρων που αντιστοιχούν στην μετρούμενη τιμή της ϕ_{12} (όπως φαίνεται από τα βέλη). Η τιμή της ϕ_{13} στο διάγραμμα (μόνο ένα βέλος), χρησιμοποιείται για την επιλογή της μοναδικής σωστής τιμής.

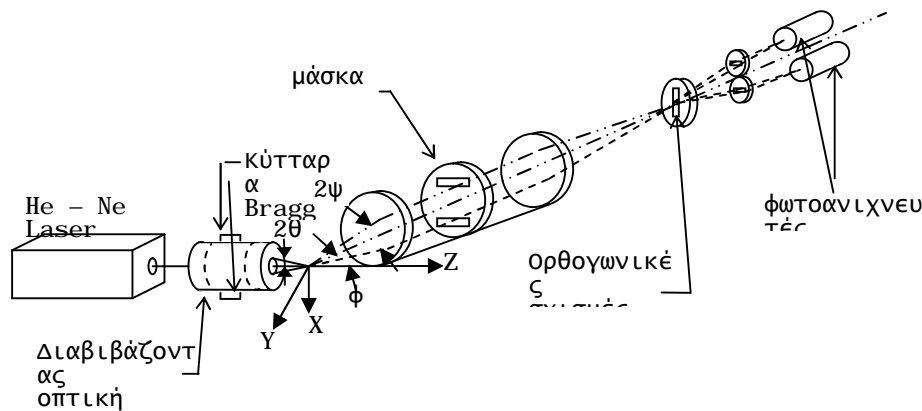


Σχήμα 2.16: Επιλογή της μοναδικής σωστής τιμής ϕ_{13} ανάμεσα από μια σειρά διαμέτρων που αντιστοιχούν στη μετρούμενη τιμή ϕ_{12} .

2.2.9 Τυπικά συστήματα PDA

Η χαρακτηριστική οπτική οργάνωση ενός συστήματος PDA δύο ανιχνευτών παρουσιάζεται στο σχήμα 2.17. Η διαβιβάζοντας οπτική είναι η κοινή οπτική διπλής ακτίνας LDA που, σε αυτήν την περίπτωση, χρησιμοποιεί δύο κύτταρα Bragg για τη μεταβολή της συχνότητας. Ο δέκτης PDA τοποθετείται στην εκτός άξονα γωνία f . Αποτελείται από έναν φακό συλλογής, ο οποίος παράγει μια παράλληλη δέσμη ακτίνων του σκεδασμένου φωτός. Αυτή η παράλληλη δέσμη φωτός περνά μέσω μιας μάσκας, η οποία καθορίζει τις υψομετρικές γωνίες των δύο φωτοανιχνευτών. Σε αυτή την περίπτωση η μάσκα έχει δύο ορθογώνιες σχισμές προκειμένου να περάσει το φως και να καταλήξει

τελικά στους φωτοανιχνευτές. Οι σχισμές είναι τοποθετημένες παράλληλα στο επίπεδο y-z σε υψομετρική γωνία $\pm Y$. Το φως εστιάζεται έπειτα σε ένα χωρικό φίλτρο, π.χ. μια κατακόρυφη τομή η οποία καθορίζει το ενεργό μήκος του όγκου ελέγχου, από όπου μπορεί να ληφθεί το σκεδασμένο φως. Το ενεργό μήκος του όγκου ελέγχου καθορίζεται από το πλάτος του χωρικού φίλτρου l_s (τυπικά 100 mm) και την δυνατότητα μεγέθυνσης του οπτικού συλλογής, δηλαδή το εστιακό μήκος του φακού συλλογής στο δεύτερο φακό, $L_s = l_s f_1 / f_2$. Τελικά το σκεδασμένο φως που περνά τις δύο ορθογώνιες σχισμές εστιάζεται επάνω στους φωτοανιχνευτές χρησιμοποιώντας δύο φακούς επιπλέον.



Σχήμα 2.17 : Οπτική οργάνωση ενός συστήματος PDA δυο ανιχνευτών

2.2.10 Σκέδαση φωτός κατά Lorenz – Mie

Η θεωρία Mie στηρίζεται στην άμεση λύση των εξισώσεων Maxwell για την περίπτωση της σκέδασης ενός επιπέδου φωτεινού κύματος από ένα ομοιογενές σφαιρικό σωματίδιο με αυθαίρετο μέγεθος και συντελεστή διάθλασης. Προκειμένου να υπολογιστεί το σκεδαζόμενο πεδίο ενός συστήματος PDA, είναι απαραίτητο να προστεθούν οι συμβολές των δύο προσπιπτουσών ακτινών και ο μέσος όρος πέρα από το άνοιγμα της

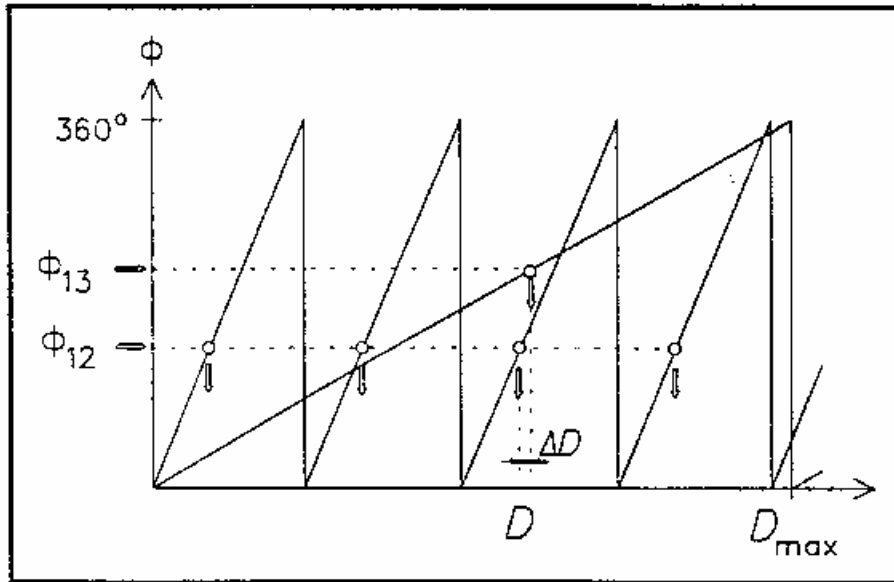
λαμβάνουσας οπτικής λαμβάνοντας υπόψη την πόλωση και τη φάση κάθε δέσμης ακτίνων. Έτσι, είναι δυνατό να καθοριστεί η ένταση, η ορατότητα και η φάση για αυθαίρετες οπτικές διαμορφώσεις. Η γενικευμένη θεωρία Lorenz- Mie (GLMT) έχει εφαρμοστεί πρόσφατα για να βελτιστοποιήσει τα συστήματα PDA (Grehan et Al, 1992).

Υπάρχουν διάφορα πορίσματα όσον αφορά τη βέλτιστη επιλογή των οπτικών συστημάτων για διαφορετικούς τύπους σωματιδίων (π.χ. ανάκλαση και διαφανή σωματίδια) που βασίζονται στους υπολογισμούς από τη γεωμετρική οπτική και τη θεωρία Mie. Οι υπολογισμοί που είναι βασισμένοι στη γεωμετρική οπτική εκτελούνται για μια σχισμή, ενώ οι υπολογισμοί Mie αποτελούν την ολοκλήρωση πέρα από ένα ορθογώνιο άνοιγμα με δεδομένες τις ημιγωνίες στις οριζόντιες και κάθετες κατευθύνσεις όσον αφορά το επίπεδο y-z όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.17. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ολοκλήρωση του σκεδαζόμενου φωτός πέρα από το άνοιγμα της λαμβάνουσας οπτικής είναι σημαντική για τη λήψη μιας γραμμικής σχέσης φάσης – μεγέθους.

2.2.11 Σφαιρικότητα

Η διάταξη των 3 φωτοδίοδων έχει ένα ακόμα χαρακτηριστικό. Η διαφορά φάσης που αντιστοιχεί σε κάθε ζευγάρι δίοδων, δίνει πληροφορία για την καμπυλότητα σε μία δεδομένη επιφάνεια της επιφάνειας του σωματιδίου. Με δύο τέτοια ζευγάρια δίοδων είναι δυνατή η μέτρηση της καμπυλότητας σε δύο διαφορετικές τοποθεσίες. Εάν το σωματίδιο είναι σφαιρικό, τα δύο ζευγάρια δίοδων θα έπρεπε να μετρήσουν ταυτόσημες καμπυλότητες. Αυτή είναι η βασική αρχή του ελέγχου σφαιρικότητας που γίνεται από την διάταξη του Δυναμικού Αναλυτή Σωματιδίων (Particle Dynamic Analyzer - PDA).

Στο Σχήμα 2.18, οι διάφορες φάσεις Φ_{12} , Φ_{13} θα έπρεπε να δείχνουν στην ίδια διάμετρο D . Εάν οι δύο τοπικές καμπυλότητες αποκλίνουν, οι φάσεις Φ_{12} , Φ_{13} θα δείχνουν σε τιμές διαμέτρων που θα διαφέρουν κατά ΔD .



Σχήμα 2.18: Η διαφορά ΔD στη διάμετρο αντιστοιχεί στη διαφορά των δύο φάσεων και οφείλεται στη μη σφαιρικότητα του σωματιδίου.

Στο λογισμικό του οργάνου μέτρησης PDA ένα κριτήριο αξιολόγησης είναι η μέγιστη επιτρεπτή απόκλιση από τη σφαιρικότητα. Έτσι εάν $\Delta D/D$ είναι μεγαλύτερο από ένα συγκεκριμένο ποσοστό που τίθεται από τον χρήστη, το σωματίδιο δεν γίνεται αποδεκτό.

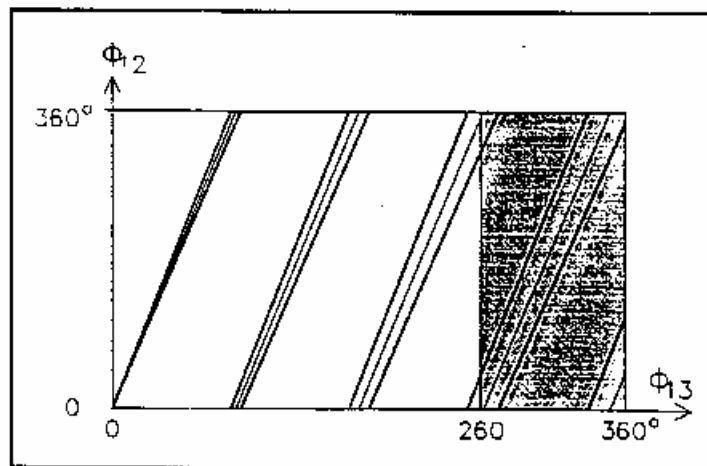
Οι μετρήσεις φάσης συνοδεύονται πάντα από κάποια αβεβαιότητα. Οι δίοδοι «βλέπουν» μέσα σε συγκεκριμένα όρια ανοχής και εν μέρει θα παρουσιάζεται θόρυβος που επηρεάζει

την ακρίβεια. Στην ιδανική περίπτωση για το άθροισμα των διαφορών φάσης πρέπει να ισχύει:

$$\Phi_{12} + \Phi_{13} + \Phi_{31} = 0 \quad (2.22)$$

Λόγω όμως της αβεβαιότητας στις μετρήσεις φάσης το μετρούμενο παραπάνω άθροισμα θα αποκλίνει από το 0. Η απόλυτη τιμή της απόκλισης αποτελεί το σφάλμα φάσης το οποίο δεν πρέπει να υπερβαίνει συγκεκριμένη τιμή που δίνεται από το χρήστη ώστε το σωματίδιο να γίνεται αποδεκτό κατά την μέτρηση. Η τιμή αυτή του σφάλματος τίθεται στις 10 – 15 μοίρες.

Αν η φάση δεν μπορεί να θεωρηθεί ακριβώς, μικρή σημασία έχει ο καθορισμός της σφαιρικότητας κάτω από μία συγκεκριμένη ακρίβεια. Το λογισμικό δημιουργεί ένα δισδιάστατο πίνακα που σχετίζεται με τις δύο διαφορές φάσης Φ_{12} και Φ_{13} δίνοντας μια τιμή διαμέτρου εάν ικανοποιείται το κριτήριο αξιολόγησης σφαιρικότητας και αντιστοιχεί στις εντός των ευθειών περιοχές όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.19. Εάν τα κριτήρια δεν ικανοποιούνται (στην λευκή περιοχή του διαγράμματος) το σωματίδιο θα απορριφθεί.

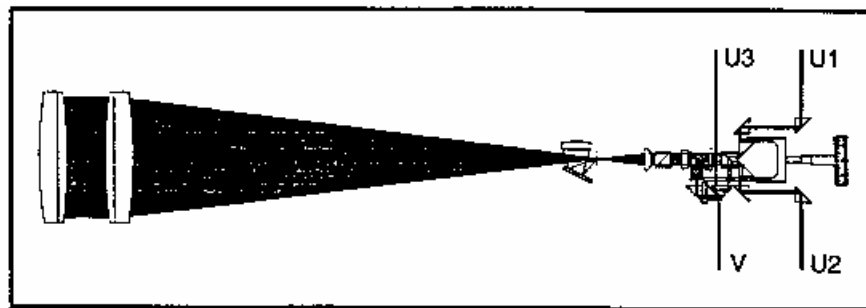


Σχήμα 2.19: Πίνακας κριτηρίου αξιολόγησης σφαιρικότητας

2.2.12. Λειτουργία του Οπτικού Συλλογής PDA

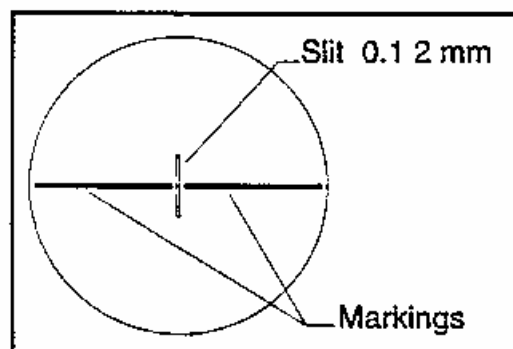
Αν και το όργανο έχει 3 διόδους σε 3 διαφορετικές αζιμούθιες γωνίες (ψ_1, ψ_2, ψ_3) το οπτικό μέρος λήψης είναι μία ολοκληρωμένη μονάδα, όπου η ευχέρεια καθορισμού των αζιμούθιων συνδυάζεται με την ευκολία ευθυγράμμισης ενός μόνο κοινού φακού.

Στο Σχήμα 2.20 φαίνονται οι οπτικές συνιστώσες του φακού συλλογής καθώς και ο οπτικός δρόμος από τον φακό προς τους φωτοπολλαπλασιαστές για το φως που σκεδάζεται από τον μετρούμενο όγκο.



Σχήμα 2.20: Φακός συλλογής και φωτοπολλαπλασιαστές.

Ο φακός λειτουργεί ως ένας τρόπος ευθυγράμμισης, λαμβάνοντας μία δέσμη παράλληλου φωτός που εστιάζεται, έτσι ώστε η εικόνα του όγκου ελέγχου να πέφτει στο χωρικό φίλτρο-σχισμή φαίνεται στο Σχήμα 2.21.

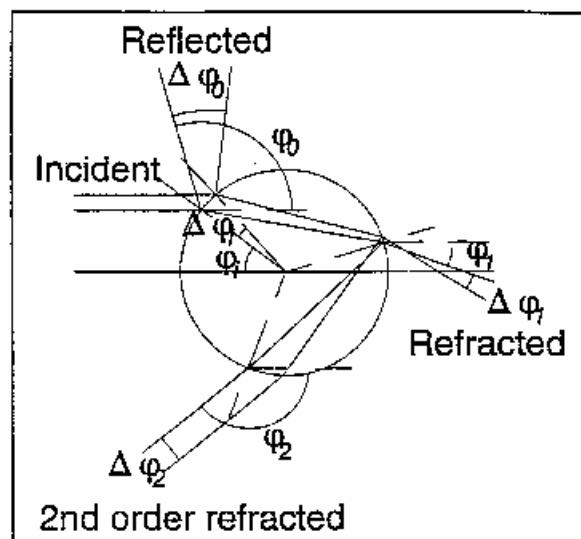


Σχήμα 2. 21: Εστίαση δέσμης

Το μέρος της εικόνας που πέφτει στη σχισμή αντιστοιχεί στον μετρούμενο όγκο. Μόνο το φως από τον μετρούμενο όγκο περνά προς τους φωτοπολλαπλασιαστές. Το φως περνώντας από τη σχισμή ευθυγραμμίζεται από φακό εστιακής απόστασης $f = 310 \text{ mm}$ σε μία δέσμη παράλληλου φωτός διαμέτρου 7.5 mm . Η δέσμη αυτή περνά από ένα πολωτικό φίλτρο αφήνοντας στο χρήστη να καθορίσει την πόλωση με ένα μικρομετρικό δείκτη.

2.2.13 Τρόποι Σκέδασης (Βελτίωση Συνθηκών Μέτρησης)

Στο Σχήμα 2.22 φαίνονται οι γωνίες σκέδασης όπως προκύπτουν κατά την πρόσπτωση δύο παραλλήλων ακτίνων φωτός καθώς έρχονται από τα αριστερά χτυπώντας σε ένα σφαιρικό σωματίδιο με αρχικές γωνίες $\varphi_i, \varphi_i + \Delta\varphi_i$. Οι γωνίες $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$ αντιστοιχούν σε ανακλώμενο, διαθλώμενο και δεύτερης τάξης διαθλώμενο φως. (Υψηλότερες τάξεις διάθλασης μεταφέρουν μόνο ένα μικρό ποσό έντασης φωτός και παραλείπονται παρακάτω)



Σχήμα 2.22: Γωνίες σκέδασης

Αυτοί οι τρεις τρόποι σκέδασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον Δυναμικό Αναλυτή Σωματιδίων (PDA). Υπάρχει ένα κρίσιμο σημείο που θα πρέπει όμως να συνυπολογιστεί. Το PDA αξιολογεί το μέγεθος σωματιδίων από τις διαφορές φάσης των σημάτων Doppler όπως αυτά λαμβάνονται από τις 3 φωτοδιόδους στο οπτικό συλλογή. Λόγω του ότι οι 3 τρόποι σκέδασης δίνουν διαφορετικούς συντελεστές μετατροπής (συντελεστές φάσης), λαμβανόμενο φως με περισσότερους του ενός τρόπους σκέδασης εμπεριέχει τον κίνδυνο σφάλματος.

Έτσι, το όργανο πρέπει να τίθεται ώστε να κυριαρχεί μόνο ένας τρόπος σκέδασης κατά την συλλογή του φωτός. Διαφορετικοί τρόποι σκέδασης κυριαρχούν στο σκεδαζόμενο φως σε διαφορετικές γωνίες σκέδασης. Η παραπάνω υπόθεση πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν κατά την επιλογή της γωνίας σκέδασης. Επίσης, η γωνιακή εξάρτηση για κάθε τρόπο σκέδασης διαφέρει ανάλογα με την πόλωση του σκεδαζόμενου φωτός, κάτι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διάκριση ανάμεσα στους διαφορετικούς τρόπους.

Γενικά ένα σύστημα φάσης Doppler πρέπει να λειτουργεί έτσι ώστε η σχέση $\Phi=f(D)$ να είναι γραμμική. Αυτό επιτυγχάνεται εκλέγοντας μία γωνία όπου κυριαρχεί μόνο ένας τρόπος σκέδασης και όπου ο λόγος σήματος προς θόρυβο είναι όσο μεγαλύτερος γίνεται.

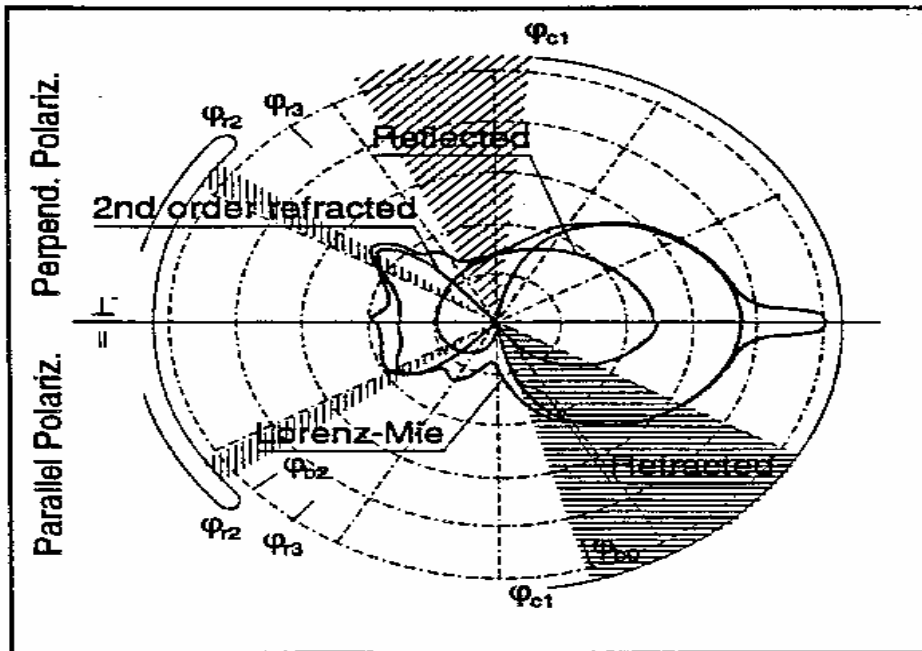
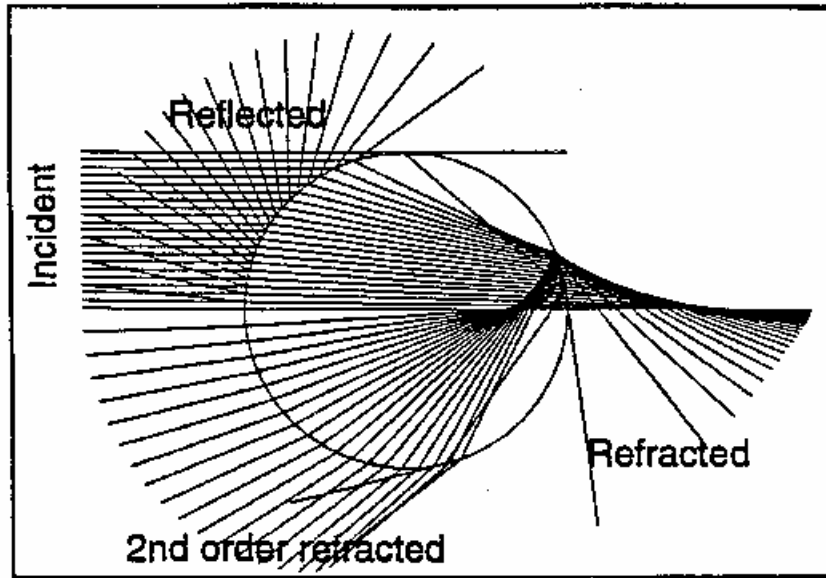
Στο Σχήμα 2.23 φαίνονται τα ίχνη της δέσμης για ανάκλαση, πρώτης και δεύτερης τάξης διάθλαση. Πιο σημαντικά στο δεύτερο πολικό διάγραμμα φαίνεται η ένταση του φωτός που σκεδάζεται με 3 διαφορετικούς τρόπους ως προς της γωνία σκέδασης και για δύο καταστάσεις πόλωσης, κατακόρυφη και παράλληλη ως προς το επίπεδο σκέδασης. Επίσης, φαίνονται η ολική ένταση του σκεδαζόμενου φωτός όπως υπολογίστηκε κατά την ανάλυση Lorentz-Mie. Όταν η καμπύλη Lorentz-Mie είναι πολύ κοντά σε έναν από τους τρόπους σκέδασης, αυτός ο τρόπος κυριαρχεί και θα αναμέναμε «καλή» γραμμικότητα.

Και για τις 2 καταστάσεις πόλωσης, η διάθλαση πρώτης τάξης είναι κυρίαρχη για μικρές γωνίες σκέδασης. Όπως φαίνεται, η ένταση είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη για ανακλώμενο φως. Έτσι μία γωνία σκέδασης $\varphi = 30^\circ$ (για σταγονίδια νερού) μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πόλωση είτε κατακόρυφη είτε παράλληλη. Αύξηση της γωνίας σκέδασης πέρα από τις 30° έχει ως αποτέλεσμα διαφορετική συμπεριφορά για τις δύο καταστάσεις πόλωσης. Η διάθλαση γίνεται λιγότερο κυρίαρχη για κατακόρυφη πόλωση σε αντίθεση με την παράλληλη.

Λόγω του αποτελέσματος Brewster στην επιφάνεια του σταγονιδίου, το ανακλώμενο φως (καταβάλλεται-υποτάσσεται) σε γωνία σκέδασης $\varphi_{b1} = 73.7^\circ$ (για ένα σταγονίδιο νερού). Αυτή είναι μία πολύ καλή γωνία για μέτρηση του μεγέθους των σταγονιδίων νερού, θεωρώντας ότι και τα οπτικά συλλογής μπορούν να τοποθετηθούν ώστε το φως, να είναι παράλληλα πολωμένο. Πέρα από γωνία σκέδασης $\varphi_{c1} = 82.9^\circ$ δεν υπάρχει πλέον διάθλαση πρώτης τάξης. Έτσι, η ανάκλαση είναι ο μόνος τρόπος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κατακόρυφη πόλωση.

Διάθλαση δεύτερης τάξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα τόξο πέρα από $\varphi_r = 138.0$. Γενικά αυτός ο τρόπος σκέδασης πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή. Σε μέρος του εύρους δύο συνιστώσες συνεισφέρουν σ' αυτόν τον τρόπο επιφέροντας μη γραμμικότητα στη σχέση μεγέθους-φάσης ενώ στο υπόλοιπο μέρος δεν υπάρχει σπουδαία διαφορά στην ένταση ανάμεσα σε διάθλαση δεύτερης τάξης και σε ανάκλαση.

Γενικά, ένα πολικό διάγραμμα περιγράφει τη γωνιακή κατανομή της σχετικής έντασης του σκεδαζόμενου φωτός. Η κλίμακα είναι λογαριθμική (με 5 δεκάδες, κάθε δεκάδα δηλώνεται με κάθε διακεκομμένο κύκλο) για καθένα από τους 3 τρόπους σκέδασης. Οι υπολογισμοί βασίστηκαν σε γεωμετρική οπτική και αναφέρονται σε σωματίδια διαμέτρου 50mm.



Σχήμα 2.23: Πολικό διάγραμμα

Η ερμηνεία των όρων που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι:

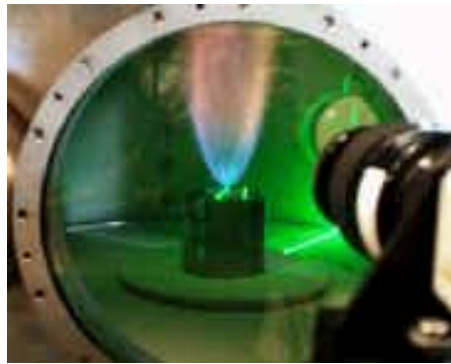
- ∅ φ_{b0} → είναι η γωνία όπου ικανοποιείται η συνθήκη Brewster για εξωτερική ανάκλαση, δηλαδή η γωνία όπου το P (παράλληλα) πολωμένο ανακλώμενο φως εξαλείφεται.

- ∅ φ_{b2} → είναι η γωνία όπου ικανοποιείται η συνθήκη Brewster για εσωτερική ανάκλαση δηλαδή η γωνία όπου το P (μία συνιστώσα από) (παράλληλα) πολωμένο 2ης τάξης διάθλασης φως εξασφαλίζεται.
- ∅ φ_{c1} → η κρίσιμη γωνία διάθλασης, η μέγιστη γωνία σκέδασης για διάθλαση πρώτης τάξης.
- ∅ φ_{c2} → η κρίσιμη γωνία για δεύτερης τάξης διάθλαση
- ∅ φ_{r2} → το τόξο γωνίας για δεύτερης τάξης διάθλαση
- ∅ φ_{r3} → το τόξο γωνίας για τρίτης τάξης διάθλασης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Εφαρμογές LDA – PDA

Τα οπτικά συστήματα μέτρησης λέιζερ της Dantec Dynamics χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα των εφαρμογών της Ρευστομηχανικής και της Μηχανικής Στερεού Σώματος.

Μπορείτε να λάβετε τα στοιχεία για τις φυσικές ιδιότητες όπως η ταχύτητα, ο στροβιλισμός, η θερμοκρασία, η συγκέντρωση, το μέγεθος μορίων, η καταπόνηση, η πίεση και η δόνηση.



- Ø 3.1 Αεροδιαστημική**
- Ø 3.2 Αυτοκινητική**
- Ø 3.3 Διαγνωστικά καύσης**
- Ø 3.4 Γεωφυσική & προστασία του περιβάλλοντος**
- Ø 3.5 Υδραυλική & υδροδυναμική**
- Ø 3.6 Μίξη των διαδικασιών**
- Ø 3.7 Διαδικασία & χημική εφαρμοσμένη μηχανική**
- Ø 3.8 Έρευνα στροβιλισμού**

3.1. Αεροδιαστημική

Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Πρότυπη αεροδυναμική αεροσκαφών
- Ø Καταπόνηση /πίεση και δόνηση των υλικών
- Ø Εξαερισμός καμπίνων πτήσης
- Ø Σχέδιο στροφέων ελικοπτέρων
- Ø Πάγωμα (π.χ. στα φτερά αεροσκαφών)
- Ø Πύραυλος /αεριοθούμενη προώθηση
- Ø Σχέδιο φτερών (έλξη & ανελκυστήρας)
- Ø Να σύρει δίνες
- Ø Έξοχες ηχητικές ροές
- Ø Ρευστά στη βαρύτητα μικροϋπολογιστών
- Ø Έγχυση καυσίμων στροβίλων αερίου
- Ø Ψύξη στροβίλων αερίου
- Ø CFD επικύρωση κώδικα

Ενδεικτικά με χρήση της τεχνικής LDA μπορούν να γίνουν μετρήσεις ταχυτήτων στο τμήμα των πτερυγίων ή της μηχανής αεροσκαφών, διερεύνηση της επίδρασης της γεωμετρίας των πτερυγίων στη ροή του αέρα γύρω από αυτά όπως και μετρήσεις του ροικού πεδίου σε υπερηχητικές στροβιλομηχανές.

3.1.1 Μετρήσεις LDA στο τμήμα φτερών /μηχανών ενός Airbus A380.

Οι κατασκευαστές αεροσκαφών ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τη μείωση της έλξης αεροσκαφών προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμων και να βελτιστοποιηθεί η απόδοση μηχανών. Αυτό επιτρέπει στα αεροσκάφη να εκτελέσουν μια πιο απότομη απογείωση και να επιτύχουν μια χαμηλότερη

ταχύτητα προσγείωσης, καθώς επίσης και τη μείωση της στροβιλισμού αέρα στο διάδρομο που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της απογείωσης και της προσγείωσης.

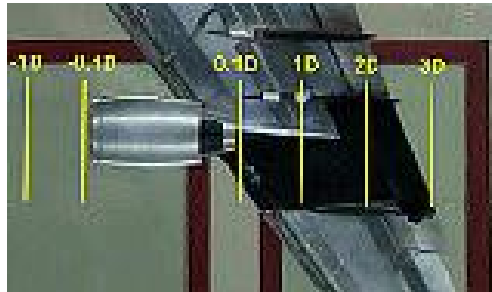
Για να αποκτήσουν περισσότερη γνώση σε αυτές τις περιοχές, η αεροδιαστημική βιομηχανία και τα ερευνητικά ιδρύματα ερευνούν εκτενώς την ελασματοποίηση των οριακών στρωμάτων των αεροσκαφών. Ιδιαίτερα ενδιαφέρει εν προκειμένω μέρη από τα αεροσκάφη όπου τα διαφορετικά συστατικά είναι ενωμένα μαζί π.χ. διαμορφώσεις φτερών /μηχανών.



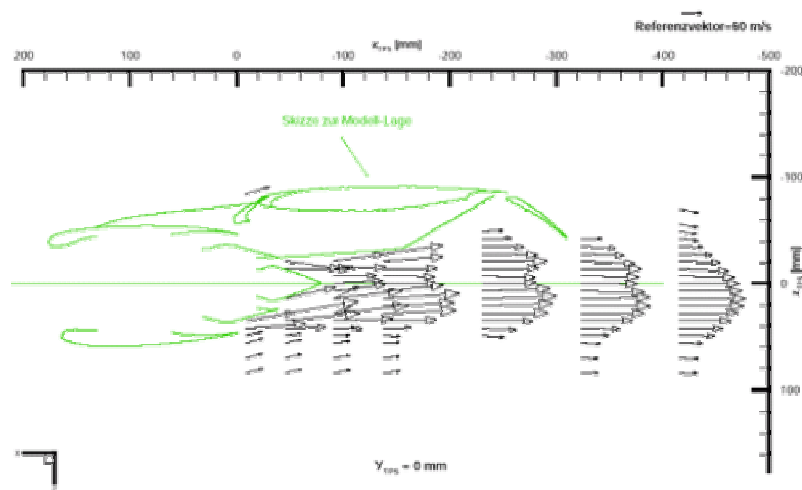
Σχήμα 2 Το μισό πρότυπο αεροσκάφος A380 στην σήραγγα χαμηλού αέρα ταχύτητας στο Airbus, Βρέμη. Οι μετρήσεις ταχύτητας έγιναν με ένα Dantec Dynamics σύστημα 2D LDA.

Το κέντρο της Εφαρμοσμένης Διαστημικής τεχνολογίας και Μικροβαρύτητας (ZARM) έχει διευθύνει επιτυχώς τις μετρήσεις LDA σε συνεργασία με το DASA Airbus. Οι μετρήσεις έγιναν με ένα Dantec Dynamics σύστημα 2D LDA στο τμήμα μηχανών /φτερών ενός πλήρους μηχανοποιημένου προτύπου A/C Airbus. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τις μετρήσεις από τους σωλήνες 5 οπών. Τα αποτελέσματα δημοσιεύθηκαν σε μια εργασία που

παρουσιάστηκε στο 10^ο διεθνές συμπόσιο για τις εφαρμογές των τεχνικών λέιζερ στη ρευστομηχανική, 10-13 Ιουλίου 2000 στη Λισσαβόνα.



Σχήμα 3 Σχηματική άποψη της μέτρησης στο διαγώνιο τμήμα φτερών /μηχανών



Σχήμα 4 Σχεδιαγράμματα ταχύτητας πίσω από τη μηχανή και το φτερό. Ταχύτητα ανεμιστήρων μηχανών 64.000 περιστροφών / λεπτό λήφθηκε με έναν στροβιλοδυναμικό προσομοιωτή

3.1.2 Έρευνα στη γεωμετρία φτερών

Έχει υπάρξει πρόσφατα μια ενδυνάμωση της έρευνας στην ανάπτυξη της τεχνολογίας ελασματικών - φτερών για τα εμπορικά αεροσκάφη. Η έρευνα

αναλαμβάνεται στα πανεπιστημιακά και κυβερνητικά ερευνητικά ιδρύματα, καθώς επίσης και από τα τμήματα R&D κατασκευαστών αεροσκαφών.

Οι πειραματικές καθώς και αριθμητικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν στην κατανόηση των μεθόδων της καθυστέρησης από ελασματική σε στροβλική μετάβαση και για να ερευνηθεί τα μέσα της επανελασματοποίησης ροής. Ο ενεργός έλεγχος ροής είναι επίσης υπό έρευνα, που εκμεταλλεύεται τη γνώση μηχανισμών της ελασματικής σε στροβλική μετάβαση ροής για να καθυστερήσει το περιστατικό του στροβιλισμού. Ο στόχος είναι να αναπτυχθεί η νέα γεωμετρία φτερών για τα εμπορικά αεροπλάνα. Μια από τις οργανώσεις που ενεπλάκησαν σε αυτήν την έρευνα είναι το ίδρυμα LSTM στη Γερμανία. Το ίδρυμα έχει διεξαγάγει διάφορες εν πτήση έρευνες ροής χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό Dantec Dynamics LDA.



Σχήμα 5 Ο επεξεργαστής BSA της Dantec Dynamics χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της πτήσης για να αναλύσει τα στοιχεία.



Σχήμα 6 Το αεροπλάνο κατά τη διάρκεια των εν πτήση μετρήσεων

3.1.3 3-D Μετρήσεις LDA Αεριοθούμενου αεροπλάνου στη διαμέσου ροή σε ένα εκροούμενο - στρογγυλό πιάτο

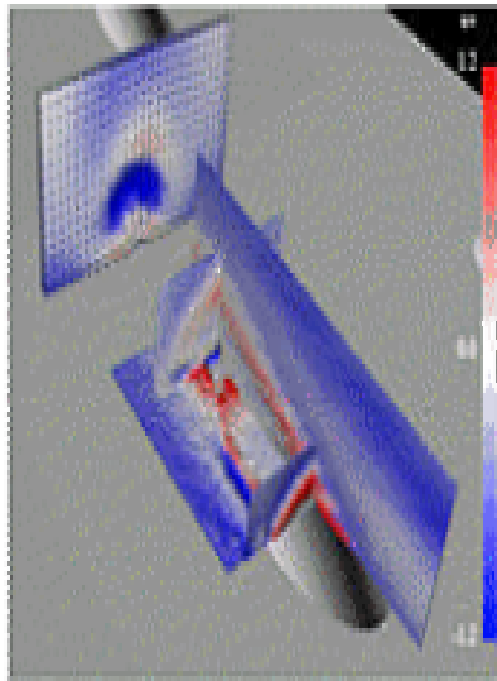
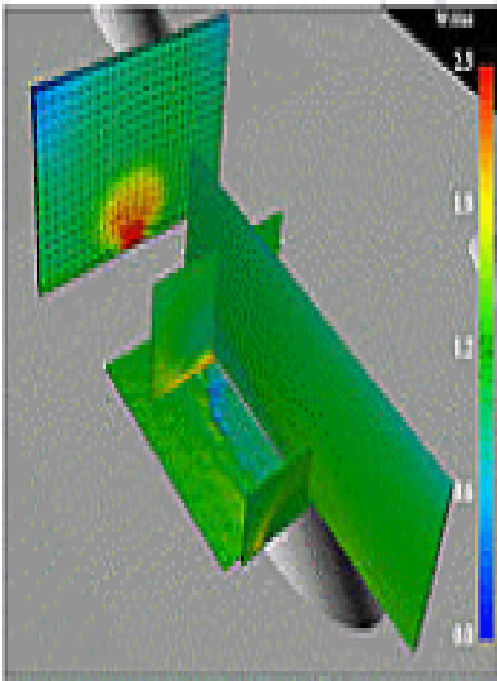
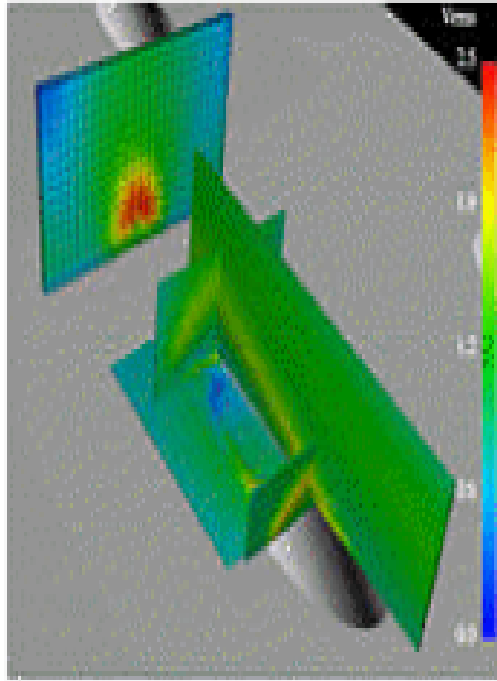
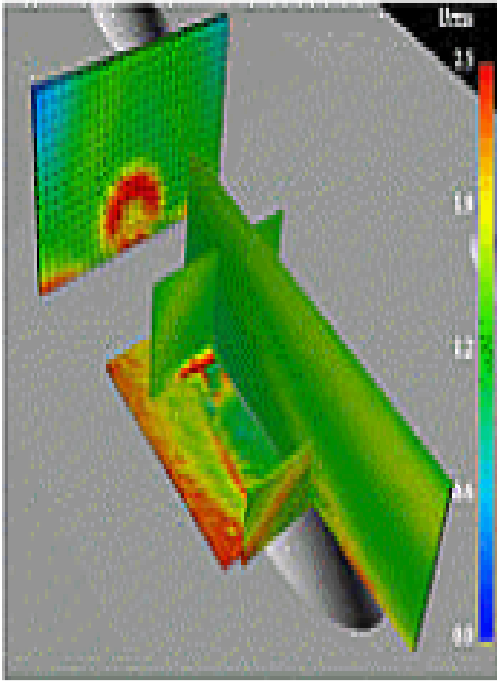
Υπάρχει μια γενική επιθυμία να μειωθεί η συγκεκριμένη κατανάλωση καυσίμων και να αυξηθεί η αναλογία ώθησης /βάρους των στροβίλων αερίου, η οποία απαιτεί τις υψηλότερες θερμοκρασίες κολπίσκων στροβίλων. Υπάρχει έτσι μια ανάγκη για τις αποδοτικές μεθόδους ψύξης που θα εξασφαλίσουν χαμηλές και ομοιόμορφες θερμοκρασίες σκαφών της γραμμής τοίχων. Άλλα μέρη που χρειάζονται την προστασία είναι οι τουρμπίνες, λεπίδες τουρμπίνων και τα συστήματα κράτησης φλόγας. Η αποτελεσματικότερη μέθοδος ψύξης είναι ψύξη εφίδρωσης, όπου το ψυκτικό μέσο διατρέχει ενός πορώδους τοίχου. Μια μεγάλη περιοχή είναι διαθέσιμη για τη μεταφορά θερμότητας και ο αέρας που προκύπτει από τον τοίχο διαμορφώνει μια προστατευτική ταινία. Το σημαντικότερο μειονέκτημα με την ψύξη εφίδρωσης είναι ότι τα μόρια ή τα οξείδια φράζουν τους πόρους. Μια πρακτικότερη μέθοδος ψύξης επομένως είναι η ψύξη διάχυσης. Ένας μεγάλος αριθμός μικρών τρυπών εγχύσεων τρυπιέται με τρυπάνι μέσω του τοίχου. Αυτές οι τρύπες είναι αρκετά μεγάλες να εξασφαλίσουν ότι κανένα μόριο δεν κολλάει και εμποδίζει τη ροή αέρος.

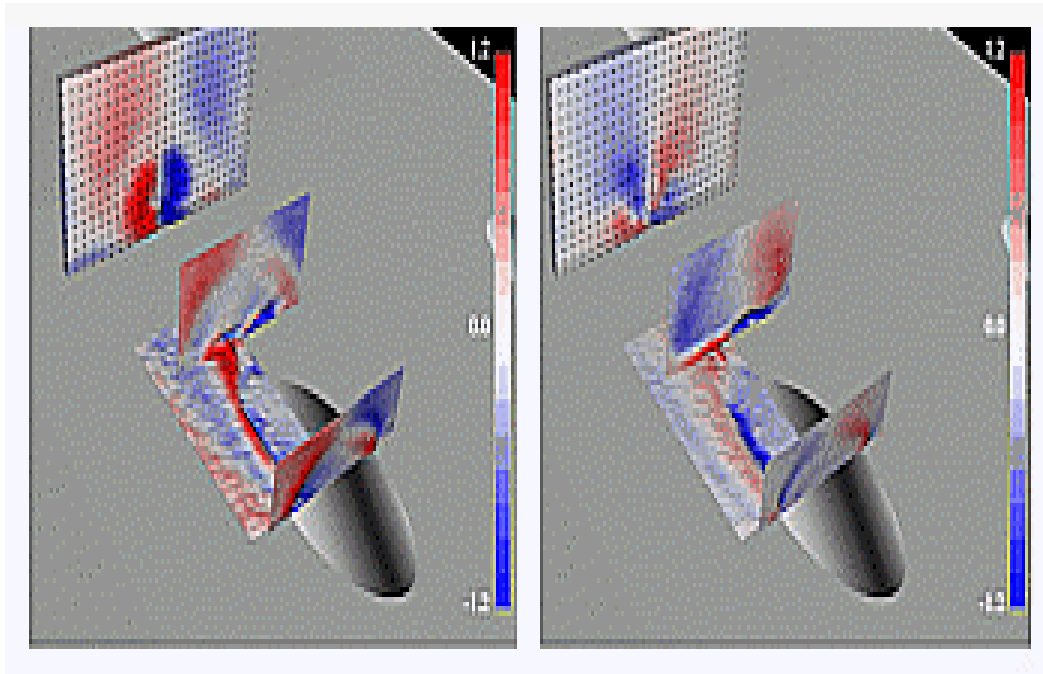
Ένα κλιμακωτό πείραμα σχεδιάστηκε και μετρήσεις εκτελέστηκαν σε ένα επίπεδο πιάτο με πολλές σειρές εμφυσημένων οπών κεκλιμένες κατά 30° στην κύρια κατεύθυνση ροής. Οι μετρήσεις έγιναν σε ένα από αυτά τα αεριοθούμενα αεροπλάνα στην τρίτη σειρά χρησιμοποιώντας την τριών -συστατικών Ανεμομετρίας. Laser-Doppler .

Ο ερευνημένος όγκος περιέλαβε 35.340 σημεία μέτρησης και ήταν 11 d μακριά, 2 d υψηλά και 2 d ευρέως, d που είναι η διάμετρος τρυπών εγχύσεων. Η διάμετρος τρυπών εγχύσεων ήταν 5 mm. στα πειράματα. Οι τρύπες τρυπήθηκαν με τρυπάνι σε ένα κλιμακωτό σχέδιο με ένα πλευρικό διάστημα 4 d και ένα διαμήκες διάστημα 6 d. Σε αυτήν την έρευνα οι λειτουργικές παράμετροι ήταν $\text{κόκκινος} = 6000$, $\text{Ma}_0 = 0.05$, $U_{\text{jet}} / U_0 = 0.89$, $T_{\text{jet}} / T_0 = 1$ και $r_{\text{jet}} / r_0 = 1$.

Δύο αντιθέτως περιστρεφόμενες εστιάσεις κοντά στον τοίχο στα ίχνη ενός αεριοθούμενου διαμέσου ροής αεροπλάνου. Οι γραμμές ρευμάτων παρατηρούνται από μια προς τα κάτω θέση και καθρεφτίζεται στο αεροπλάνο συμμετρικά για ευκολότερη ερμηνεία. Το μέγεθος ενός όγκου είναι 0.9 mm. "0.9mm." 0.4mm. και τα κέντρα βρίσκεται $x / d = 1.5$, $y / d = 0,1$ και $z / d = \pm 0.1$. Ένας όγκος περιλαμβάνει 500 σημεία μέτρησης. Οι γραμμές ρευμάτων είναι χρωματισμένες σύμφωνα με μέγεθος ταχύτητας.

Τρεις αναλυτές φάσματος έκρηξης Dantec Dynamics (BSA) χρησιμοποιήθηκαν. Το LDA λειτούργησε με μερικό-διασκορπισμένο τρόπο, ο οποίος μείωσε τις αντανάκλασεις τοίχων. Κάθε οπτικός έλεγχος είχε έναν αποσυμπιεστή 1,94 ακτινών και έναν μπροστινό φακό 310mm.. Αυτή η ρύθμιση έδωσε έναν όγκο μέτρησης 45mm με μια σχεδόν σφαιρική μορφή. Ο μικρός όγκος μέτρησης μείωσε την προδιάθεση κλίσης ταχύτητας. Και τα τρία BSAs λειτούργησαν στον κύριο τρόπο σύμπτωσης υλικού.



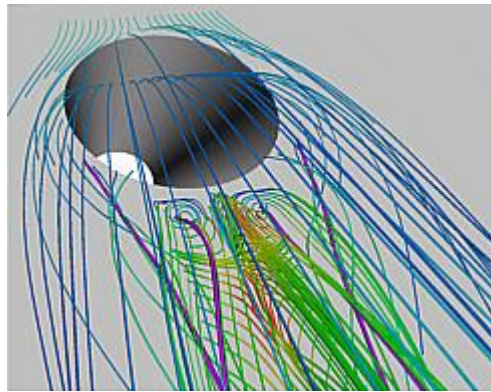


Σχήμα 7 Ο Reynolds τονίζει στα διαφορετικά αεροπλάνα. Υψηλή αναταραχή τα επίπεδα (26%) βρέθηκαν προς τα κάτω των εστιάσεων και χαμηλά τα επίπεδα στροβιλισμού (4%) βρέθηκαν κάτω από το αεριωθούμενο αεροπλάνο στην έξοδο.

Η ροή είναι από το κατώτατο δικαίωμα στο κορυφαίο αριστερό.

Ένα σημείο εστίασης βρέθηκε σε κάθε πλευρά του κεντρικού αεροπλάνου αμέσως μετά το αεριωθούμενο αεροπλάνο. Αυτές οι εστιάσεις είναι αντιθέτως περιστρεφόμενες και προκαλούν μια ροή πίσω από την τρύπα εγχύσεων. Η δίνη εστίασης και μια δίνη στην πλευρά της τρύπας ομο-περιστρέφονται σε κάθε πλευρά του κεντρικού αεροπλάνου. Στις προς τα κάτω θέσεις ευθυγραμμίζουν και ενδεχομένως σπείρα από κοινού. Κατωτέρω ο τομέας ταχύτητας εξουσιάζεται από τις δύο δίνες σε κάθε πλευρά του κεντρικού αεροπλάνου. Ένα ασταθές σημείο κόμβος-σελών βρέθηκε προς τα κάτω των αντιθέτως περιστρεφόμενων εστιάσεων. Το απογυμνωμένο στρώμα μεταξύ του αεριωθούμενου αεροπλάνου και στροφόμετρου ροής κάτω από αυτό, και επίσης στις εστιάσεις, παρουσίασε μεγάλες μέσες κλίσεις ταχύτητας. Τα χαμηλά επίπεδα στροβιλισμού (4%) και τα υψηλά επίπεδα στροβιλισμού (26%) βρέθηκαν σε κάθε πλευρά των εστιάσεων. Τα χαμηλά επίπεδα στροβιλισμού

βρίσκονται κοντά στο στόμιο τρυπών ενώ τα υψηλά επίπεδα στροβιλισμού βρίσκονται κοντά στον ασταθή κόμβο. Οριζόντια κατάλληλα διαμορφωμένες ενώσεις p.d.f.s (U,W) παρατηρήθηκαν στις θέσεις προς τα κάτω του σημείου κόμβων, μια ένδειξη της δίνης που ρίχνει ή που ταλαντεύεται του αεριοθούμενου αεροπλάνου. Αυτό επίσης δείχνει ότι τα υψηλής θερμοκρασίας ρευστά εκτείνονται μέσα από τις πλευρές.



Σχήμα 8 Οι λεπτές γραμμές ρεύματος δείχνουν τους κύριους τομείς ταχύτητας,χρωματισμένες κωδικοποιημένες σύμφωνα με την στροβιλική κινητική ενέργεια. Οι παχιοί χρωματισμένοι ροζ σωλήνες ρεύματος βρίσκονται μέσα στον πυρήνα των δινών. Η ροή είναι από την κορυφή προς το κατώτατο σημείο. Το στοιχείο λαμβάνεται από [1]

Οι κλίσεις πίεσης υπολογίστηκαν με την εξισορρόπηση όλων των όρων στην υπολογισμένη κατά μέσο όρο κατά Reynolds εξίσωση ορμής. Ο τομέας πίεσης λήφθηκε από την ενσωμάτωση των κλίσεων υπό μια ελάχιστα ξεκάθαρη έννοια. Μια υψηλή περιοχή πίεσης μπροστά από το αεριοθούμενο αεροπλάνο βρέθηκε. Αυτό αναγκάζει το ρευστό διασταυρώσεων να ανυψώσει και να εκτρέψει λοξά. Μια περιοχή χαμηλής πίεσης φάνηκε στον πυρήνα των δινών στην πλευρά του αεριοθούμενου αεροπλάνου και μέσα σε κάθε εστίαση. Μια ζώνη της χαμηλής πίεσης βρέθηκε ακριβώς προς τα κάτω της τρύπας εγχύσεων, αναγκάζοντας το αεριοθούμενο αεροπλάνο να εκτρέψει κάτω προς τον τοίχο. Μια περαιτέρω περιοχή χαμηλής πίεσης βρέθηκε στον πυρήνα των αντιθέτως περιστρεφόμενων δινών. Για περισσότερες πληροφορίες δείτε [1]. [

1] Gustafsson, K. M. B. 2001, πειραματικές μελέτες της ψύξης διάχυσης. Ph.D. διατριβή, τμήμα Thermo και ρευστής δυναμικής, πανεπιστήμιο Chalmers της τεχνολογίας, SE- 412 96 Göteborg, Σουηδία.

3.1.4 Μετρήσεις ταχύτητας σε υπερηχητική στροβιλοκίνητων μηχανικών λεπίδων καταρρακτώδη ροή

Οι δισδιάστατες μετρήσεις ταχύτητας εκτελέστηκαν σε έναν γραμμικό καταρράκτη λεπίδων στροβιλοκίνητων μηχανών, μαζί με τις μετρήσεις πίεσης επιφάνειας και την απεικόνιση ροής. Υπήρξε ιδιαίτερη έμφαση στον Mach αριθμό και τη διανομή στροβιλισμού στη ροή ιχνών λεπίδων και ένα πρόσφατα προτεινόμενο σύστημα ψύξης τουρμπο-λεπίδων, που χρησιμοποιούν τα μεγάλα αεριοθούμενα αεροπλάνα.

Η αυξανόμενη θερμοκρασία κολπίσκων στροβίλων, που εξελίσσεται για τη βελτίωση αποδοτικότητας, έχει οδηγήσει σε μια ανάγκη για την ψύξη ταινιών πλήρης-κάλυψης για τις πρώτες τουρμπο-λεπίδες και πτερύγια. Σε αυτό το πρόγραμμα, η πιθανή χρήση των αεριοθούμενων αεροπλάνων για την ψύξη τουρμπο-λεπίδων ερευνήθηκε πειραματικά. Τα αεριοθούμενα αεροπλάνα έχουν μια ισχυρή τάση να κάμψουν προς τις κυρτές επιφάνειες, έτσι ώστε αυτές οι ταινίες να έχουν μια υψηλή δυνατότητα για την περιθωριακή ψύξη ταινιών τουρμπο-λεπίδων. Σε αυτήν την περιοχή τα ίχνη και οι κλονισμοί από τις προηγούμενες λεπίδες παρεμποδίζουν έντονα την ψύξη των ταινιών, που μειώνουν την αποδοτικότητα ψύξης. Τα πειράματα εκτελέστηκαν στην εγκατάσταση γεώτρησης δοκιμής στροβιλοκίνητων μηχανικών λεπίδων καταρρακτών του ιδρύματος για να δουν εάν αυτή η επίδραση οδηγεί σε μια βελτίωση στην αποδοτικότητα ψύξης ταινιών τουρμπο-λεπίδων.

Παράλληλα σε αυτά τα πειράματα ταινία-ψύξης, μετρήσεις εκτελέστηκαν αμέσως μετά τα τυποποιημένα σχεδιαγράμματα λεπίδων στροβίλων VKI. Στις

στροβιλοκίνητες μηχανές, η ροή ιχνών μαζί με την έμφυτη αστάθεια που προκαλείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ του στάτη και του στροφέα ασκεί σημαντική επίδραση στην αποδοτικότητα και την απόδοση. Η πρόβλεψη της στροβιλισμού ροής ιχνών εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από τη διαμόρφωση στροβιλισμού. Οι μελέτες για τα τυποποιημένα σχεδιαγράμματα λεπίδων στροβίλων επομένως αναλήφθηκαν πειραματικά και αριθμητικά με σκοπό την επικύρωση αριθμητικού κώδικα..

Εξοπλισμός

Το ίδρυμα για τις θερμικές στροβιλοκίνητες μηχανές και δυναμική μηχανών ενεργοποιεί διάφορες δοκιμές εγκαταστάσεων γεώτρησης, μεταξύ των οποίων είναι ένας γραμμικός καταρράκτης λεπίδων και μια υπερηχητική δοκιμή στροβίλου, υπό κατασκευή αυτήν την περίοδο. Αυτές οι εγκαταστάσεις γεώτρησης δοκιμής χρησιμοποιούνται συνεχώς από έναν 3MW σταθμό συμπιεστών που βρίσκεται στο δεύτερο υπόγειο του τμήματος. Για τους στόχους μέτρησης στις εγκαταστάσεις γεώτρησης, το ίδρυμα είναι εξοπλισμένο με ένα LDA-σύστημα Dantec Dynamics βασισμένο σε ένα ενισχυμένο BSA σύστημα 57N20/57N35, ένα τρισδιάστατο ελαφρύ πέρασμα 41T50, ένα 6W αργό-ιονικό λέιζερ, και μια συσκευή αποστολής σημάτων 60x41 FiberFlow. Η πρόσφατη οπτική περιέλαβε έναν 2D-έλεγχο 60x67 με φακούς διαμέτρων ακτίνων 2.2 mm., μονάδων ρύθμισης γωνίας ακτίνων 55x82 και τους εστιακούς μήκους 400mm και 250mm για τις δοκιμές καταρρακτών μας (με συνέπεια τους όγκους μέτρησης κατά προσέγγιση 100m μ και 70m μ στη διάμετρο και μέγιστες ανιχνεύσιμες ταχύτητες 430 και 270 m/s ανά κανάλι αντίστοιχα). Αυτό το σύστημα μοιράζεται από τέσσερα ιδρύματα στη σχολή TU Graz's της εφαρμοσμένης μηχανικής.

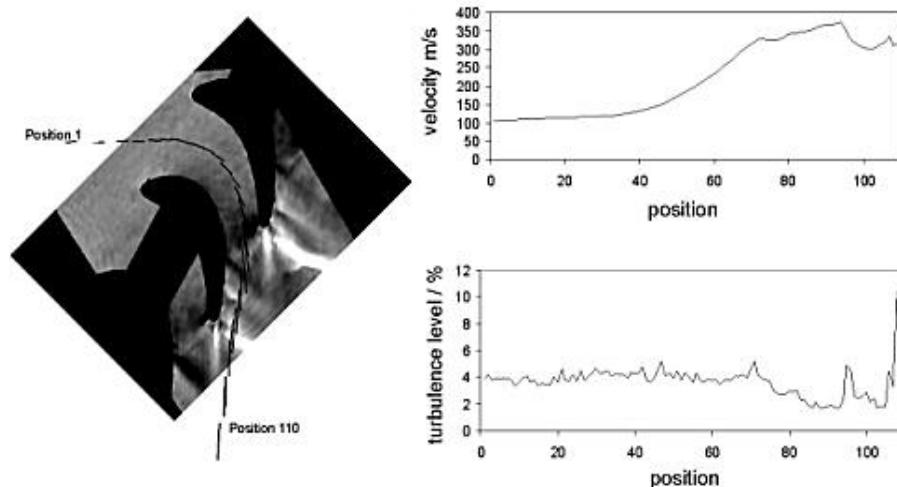
Πειραματική διαδικασία

Τα διάφορα τμήματα δοκιμής με τους διαφορετικούς αριθμούς λεπίδων εξετάστηκαν στις έρευνες στροβιλισμού και ταινία-ψύξης στο γραμμικό καταρράκτη λεπίδων στροβιλοκίνητων μηχανών του ιδρύματος. Γενικά, το ύψος λεπίδων ήταν 100 mm., με μια έκταση κολπίσκων τμημάτων δοκιμής 230 X 100 mm. Το κεντρικό μέρος ήταν προσιτό μέσω των τμημάτων παραθύρων 170 X 95 mm. και στις δύο πλευρές (γυαλί κορωνών με ένα επίστρωμα αντι-αντανάκλασης που βελτίωσε τα αποτελέσματα). Η σπορά τοποθετήθηκε 6 μ μπροστά από το τμήμα δοκιμής, χρησιμοποιώντας μια γεννήτρια μορίων palas AGF – 5D και μια υγρή σπορά DEHS, παράγοντας τα εξαιρετικά λεπτά σταγονίδια ανιχνευτών. Στην προς τα κάτω περιοχή των λεπίδων στροβίλων, μια υψηλής ποιότητας ρύθμιση παράγοντα χρησιμοποιήθηκε κατά απόκτηση των στοιχείων προκειμένου να αγνοηθούν τα στοιχεία από τα μεγάλα σταγονίδια. Τα μεγαλύτερα σταγονίδια παρατηρήθηκαν, προκαλούμενα πιθανότατα από αλληλεπίδραση επιφάνειας στο κανάλι λεπίδων και σύρσιμο λεπίδων στην περιοχή των άκρων. Κατά την πάροδο της ροής κοντά στην επιφάνεια χρησιμοποιώντας ένα 3D ελαφρύ πέρασμα και έναν φακό 250mm ή 400 mm., οι τέσσερις ακτίνες λέιζερ ρυθμίστηκαν κατά τέτοιο τρόπο ώστε είτε μια ακτίνα να μετατοπιστεί στο κέντρο του ελέγχου, οπότε οι άλλες τρεις ακτίνες σε ένα αεροπλάνο παράλληλο στην επιφάνεια, ή η έρευνα να παρεκκλίνει ελαφρώς με δύο ακτίνες παράλληλες στην επιφάνεια και τα δύο κανάλια να μετρούν σχεδόν τις ίδιες ταχύτητες όταν είναι κοντά στην επιφάνεια. Αυτό οδήγησε σε ένα καλύτερο ποσοστό επικύρωσης στις συμπίπτουσες μετρήσεις. Μετά από μια ακριβή ευθυγράμμιση του περάσματος στις λεπίδες στροβίλων όταν ήταν το σύστημα σε λειτουργία, ήρθαμε τόσο κοντά όπως 2/10mm. στην επιφάνεια με μια να επανατοποθετημένη ακρίβεια $\pm 1/10\text{mm}$.

Σε όλα τα πειράματα, τα ίδια φάσματα συχνότητας για BSA1 και BSA2 επεξεργαστές χρησιμοποιήθηκαν μετά από τη βελτιστοποίηση στις

προκαταρκτικές δοκιμαστικές λειτουργίες, κυρίως ανάλογα με τα επίπεδα στροβιλισμού που ανιχνεύθηκαν και που λαμβάνουν υπόψη ότι όσο μεγαλύτερα τα φάσματα συχνότητας τόσο περισσότερο ο θόρυβος που καταγράφεται. Οι κεντρικές συχνότητες βελτιστοποιήθηκαν για κάθε σημείο πλέγματος και κάθε επεξεργαστή. Για ένα βέλτιστο συμπίπτον ποσοστό, το 2D σύστημα ρυθμίστηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε στα μέρη της ροής όπου η στροβιλική δομή είναι κύριας σπουδαιότητας, τα u και v τμήματα ταχύτητας ήταν περίπου του ίδιου μεγέθους.

Αποτελέσματα

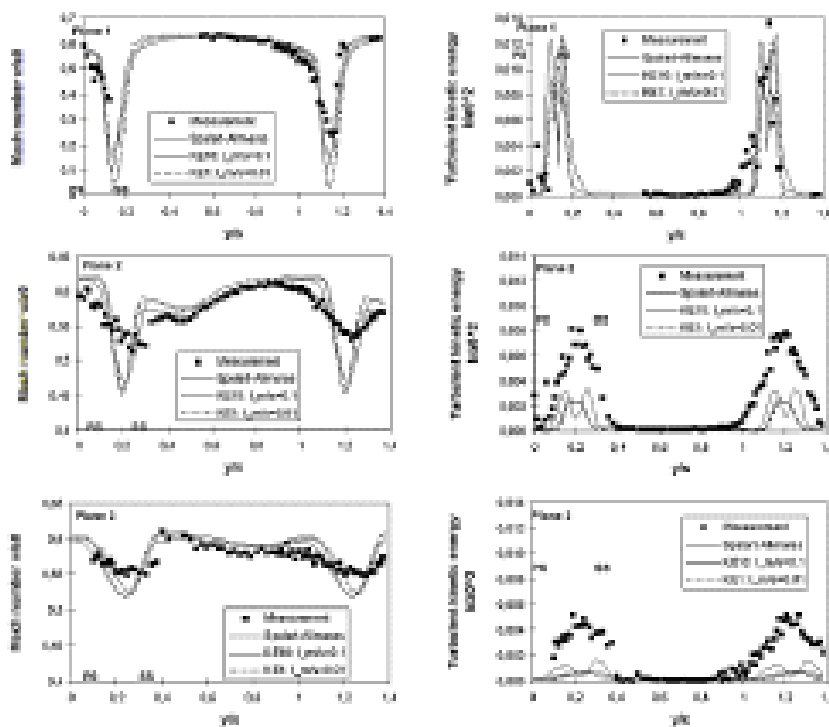
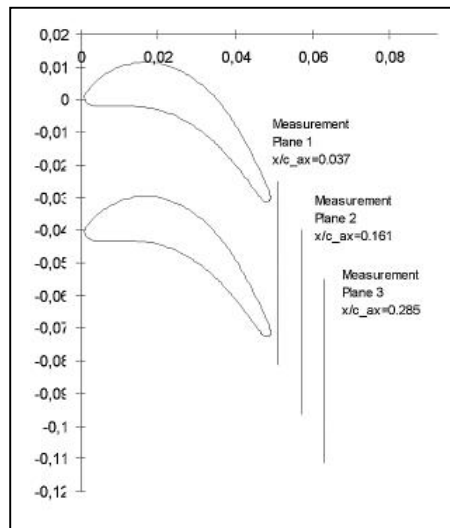


Σχημα 9

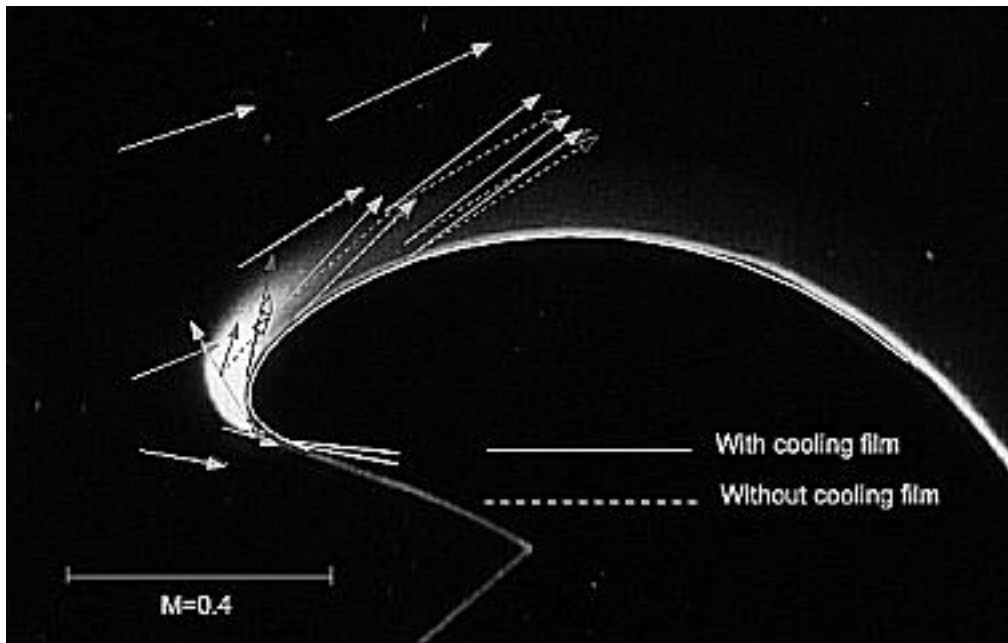
Εικόνα 3-1 - οι δισδιάστατες μετρήσεις ταχύτητας και στροβιλισμού σε έναν καταρράκτη

λεπίδων στροβίλων στη ροή βγαίνουν Mach αριθμός 1.2. Η αριστερή εικόνα παρουσιάζει διανύσματα ταχύτητας ως επικάλυψη σε ένα ψηφιακά αξιολογημένο διαφορικό χάρτη κλίσης πυκνότητας. Σαφώς ορατός είναι ο πρώτος κλονισμός στη θέση 74 και ο δεύτερος στη θέση 94. Στα ίχνη, το επίπεδο στροβιλισμού αυξάνεται σημαντικά. (Εδώ το επίπεδο στροβιλισμού

είναι το RMS που διαιρείται με τον τοπικό μέσο όρο (ένας φακός 400 mmήταν χρησιμοποιημένος).



Εικόνα 3-2. Η εξάπλωση της ταχύτητας και της ακανόνιστης ατμοσφαιρικής κίνησης σε τρία διαγράμματα στο πέρασμα του στροβίλου εξαπλώνεται σε μια κλιμακοειδή επιφάνεια σε συνθήκες κίνησης με ταχύτητα μικρότερη από αυτή του ήχου; a_0 είναι η αδρανής ταχύτητα του ήχου. Το πειραματικό αποτέλεσμα συγκρίθηκε σε διαφορετικούς αριθμητικούς τύπους της ακανόνιστης ατμοσφαιρικής κίνησης. (a_0 αδράνεια ταχύτητας του ήχου, w ταχύτητα, k κινητικής ενέργειας από δυο διαστάσεων διακυμάνσεις της ταχύτητας U και V $\frac{3}{4}(\overline{U'^2} + \overline{V'^2})$, άξονας C . Το μήκος της ευθείας γραμμής ένωσης είναι πραγματική κατεύθυνση, S ευθεία κλίση, X και Ψ συντεταγμένες μήκους)



Εικόνα 3-3. Μετρήσεις ταχύτητας που παρουσιάζουν την επιρροή μιας υψηλής ψυγμένης ταινίας ταχύτητας που κάμπει γύρω από την περιθωριακή περιοχή της λεπίδας στροβίλων μαζί με μια απεικόνιση Schlieren (εδώ ένας φακός 250 mm. χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις LDA).

Οι εικόνες 3-1 και 3-2 παρουσιάζουν μετρήσεις ταχύτητας και στροβιλισμού όπως έγιναν για τη βελτίωση αριθμητικού κώδικα, συγκρίνοντας

τα διαφορετικά πρότυπα στροβιλισμού για τη δυνατότητά τους να προβλέψουν την στροβιλώδη ροή στροβιλοκίνητων μηχανών. Η εικόνα 3-3 καταγράφηκε όταν μελετήθηκε νέα προσέγγιση για την ψύξη μεγάλων ταινιών. Η ψυγμένη ταινία που κάμπτει γύρω από την αιχμή είναι σαφώς ορατή. Οι ταχύτητες με και χωρίς ψύξη της ταινίας συγκρίνονται. Αμέσως μετά από το σκίσιμο από την ψύξη (ύψος εξόδων 0.1 mm.), η ψυγμένη ταινία και η κύρια κίνηση ρευμάτων η μια απέναντι από την άλλη, παράγει την υψηλή στροβιλώδη κινητική ενέργεια, σαφώς ορατή από όλες LDV τις καταγραφές σε αυτήν την περιοχή (δισδιάστατες συμπίπτουσες καταγραφές). Αν και υψηλά επίπεδα στροβιλισμού παράγονται στο απογυμνωμένο στρώμα, το αεριοθούμενο αεροπλάνο κολλά εντελώς στην επιφάνεια γύρω από την αιχμή. Στην εικόνα 3-3, η καταγραφή δείχνει μια σημαντική αλλαγή της κατεύθυνσης ροής και το μέγεθος ροής στον τομέα στασιμότητα-σημείου της ροής. Αυτή η ψυγμένη ταινία υποβλήθηκε επίσης στα περιοδικά κύματα πίεσης, με τις αλλαγές πίεσης τόσο υψηλές όπως 20% της συνολικής πίεσης κολπίσκων, χωρίς φύσημα μακριά από την επιφάνεια που αυτό έπρεπε να προστατεύσει θερμικά. Οι περιοδικά επιλυμένες μετρήσεις ταχύτητας ροής εκτελέστηκαν επίσης σε αυτήν την περίπτωση, χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό Dantec Dynamics.

3.2 Αυτοκινητική

Η μέτρηση των σχεδίων ροής και του στροβιλισμού γύρω από τα οδικά οχήματα, τα τραίνα κ.λ.π. έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό για να αξιολογήσει την αεροδυναμική αποδοτικότητά τους και για να βελτιστοποιήσει το σχέδιο.

Τα συστήματα μέτρησης της Dantec Dynamics χρησιμοποιούνται ευρέως σε αυτήν την εργασία, και στις σήραγγες αέρα και επί τόπου.

Τα οφέλη που απορρέουν από την αεροδυναμική βελτιστοποίηση περιλαμβάνουν τη μειωμένη κατανάλωση καυσίμων, τη μεγαλύτερη

σταθερότητα, τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου και την αυξανόμενη άνεση επιβατών

Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Αεροδυναμική σωμάτων αυτοκινήτων
- Ø Καταπόνηση /πίεση & δόνηση των μερών σωμάτων αυτοκινήτων
- Ø Μείωση έλξης
- Ø Έρευνα αερο-ακουστικής
- Ø Ροή χώρων των επιβατών
- Ø Ροές διαμερισμάτων μηχανών
- Ø Διαγνωστικά καύσης μηχανών
- Ø Συστήματα εξάτμισης
- Ø Ροές στα θερμαντικά σώματα, τους αγωγούς και τα φρένα
- Ø Υψηλή αεροδυναμική τραίνων ταχύτητας
- Ø Επικύρωση κώδικα CFD

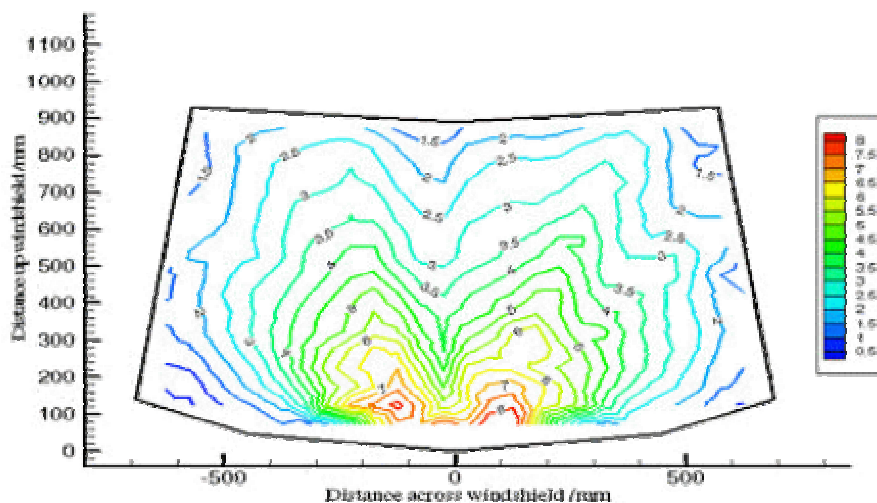
3.2.1 Μετρήσεις διανομής ταχύτητας ανεμοφρακτών που χρησιμοποιούν χαμηλό τροφοδοτημένο 2D Flow Lite

Στην βιομηχανία αυτοκινήτων, οι έρευνες πελατών έχουν αποκαλύψει την σημασία στον πελάτη της καλής απόδοσης στην ψύξη στο όχημά τους. Η προσδοκία είναι για τον πάγο στο εξωτερικό, και την υδρονέφωση στο εσωτερικό, να καθαρίζεται γρήγορα και ομοιόμορφα, χωρίς τις σημαντικές εμβυθίσεις ή τις αιχμές στο σχέδιο.

Παραδοσιακά η απόδοση της απόψυξης και το σχέδιο καθορίζεται από το "μούλιασμα" ενός οχήματος ολονυκτίς σε ένα κρύο δωμάτιο, και ψεκάζοντας το έπειτα νερό για να διαμορφώσει ένα ομοιόμορφο στρώμα πάγου πάνω σε ολόκληρο τον ανεμοθώρακα. Η μηχανή αρχίζει στη συνέχεια και το σχέδιο

καθαρίσματος καταγράφεται καθώς προχωρεί επάνω στον ανεμοθώρακα. Η επανάληψη είναι μερικές φορές φτωχή, και λόγω της υψηλής θερμικής αδράνειας ενός οχήματος μόνο μια δοκιμή ανά ημέρα είναι γενικά δυνατή.

Μια νέα τεχνική που αναπτύσσεται και που υιοθετείται περιγράφεται από Visteon GmbH, που συσχετίζεται εξαιρετικά καλά με τα αποτελέσματα κρύων δωματίων, αλλά στηρίζεται απλά επάνω στη μέτρηση της διανομής ταχύτητας του αέρα καθώς ρέει επάνω στον ανεμοθώρακα. Η μέθοδος που υιοθετείται είναι να χαρακτηριστεί επάνω ένα πλέγμα (που χωρίζεται κατά διαστήματα 50mm. X 50mm.) στην εξωτερική επιφάνεια του ανεμοθώρακα , κατόπιν να τοποθετηθεί μια τυποποιημένη Dantec Dynamics 2D έλεγχος 27 mm. (με το φακό 60 mm.) σε έναν κάτοχο ελέγχων, τα πόδια του οποίου διαμορφώνουν ένα τετράγωνο (50 mm X 50 mm. που χωρίζουν κατά διαστήματα). Με τον κάτοχο ελέγχων που τοποθετείται σε οποιοδήποτε σημείο στο πλέγμα ο όγκος μέτρησης επεκτείνει 10 mm. στην καμπύνα.

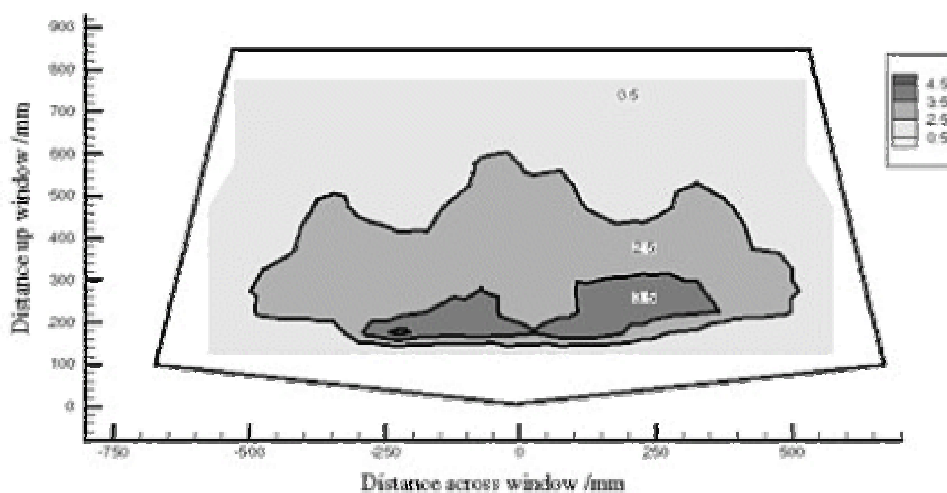


Πλοκή των γραμμών περιγράμματος του μεγέθους ταχύτητας (m/s) 10 10χιλ. μέσα στον ανεμοθώρακα

3.2.2 Μια γρήγορη και εύκολα επαναλαμβανόμενη τεχνική.

Ο κάτοχος ελέγχων κινείται έπειτα με το χέρι από μια θέση πλέγματος στην επόμενη (350 έως 450 θέσεις στο σύνολο), με τα στοιχεία που αποκτιούνται για 4 δευτερόλεπτα σε κάθε θέση. Μόλις η πλήρης επακόλουθη ταχύτητα καθορίζεται σε έναν υπολογισμό με λογιστικό φύλλο (spreadsheet) και τις συντεταγμένες XY κάθε αντίστοιχης προστιθέμενης θέσης πλέγματος. Το στοιχείο, μαζί με τη γεωμετρία ανεμοθωράκων, φορτώνεται έπειτα σε Tecplot™, και ο επακόλουθος σχεδιασμένος χάρτης περιγράμματος ταχύτητας.

Το κύριο όφελος της τεχνικής είναι ότι διαρκεί μόνο 2 ώρες που ολοκληρώνονται, με τις επόμενες επαναλήψεις που απαιτούν μόνο 1 ώρα. Επιπλέον, η τεχνική στηρίζεται μόνο στη μέτρηση της ταχύτητας (με αυτόν τον τρόπο δεν απαιτείτε μια μηχανή ως πηγή θερμότητας) και επομένως είναι ανάλογα με την περίπτωση σε μια ροή αέρος buck δεδομένου ότι είναι σε ένα πλήρες όχημα. Τελικά η τεχνική είναι εξαιρετικά επαναλαμβανόμενη και παρέχει την πολύτιμη εισαγωγή στα πρότυπα CFD που χρησιμοποιούνται.





Συσχετισμός μεταξύ της πλοκής περιγράμματος ταχύτητας και της δοκιμής κρύων δωματίων

3.2.3 Ασφαλές στο μάτι σύστημα FlowLite για τα υπαίθρια πειράματα

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι οι αποψυκτικές αξιολογήσεις μπορούν πραγματικά να διεξαχθούν στον τομέα, σε εγκαταστάσεις παραγωγής οχημάτων ή σε μια αντιπροσωπεία.

Το χρησιμοποιημένο σύστημα FlowLite, που λειτουργεί σε κανονικά επίπεδα παραγωγής ακτινών στο εργαστήριο, μεταπηδά αυτόματα στη χαμηλή δύναμη όταν αφαιρείται από ένα ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον. Στο χαμηλό τρόπο δύναμης, η συνολική παραγωγή ακτινών είναι λιγότερο από 1 mW. Αυτό επιτρέπει αποφασιστικά στο FlowLite να αναταξινομηθεί το σύστημα ως κατηγορία 2 (με άλλα λόγια ασφαλής αφ' εαυτού), ταυτόχρονα διατηρώντας τα ποσοστά στοιχείων πάνω από 100 Hz και με αυτόν τον τρόπο παρέχοντας το ίδιο επίπεδο ακρίβειας όπως επιτυγχάνεται με ένα τυποποιημένο σύστημα FlowLite ή FiberFlow.

3.3 Διαγνωστικά καύσης

Τα συστήματα της Dantec Dynamics χρησιμοποιούνται ευρέως από τους μηχανικούς στις αυτοκίνητες και αεροδιαστημικές βιομηχανίες στη ροή μελέτης, στη συγκέντρωση και θερμοκρασία μέσα στις μηχανές και με αυτόν τον τρόπο κερδίζουν τα σημαντικά στοιχεία όσον αφορά την έγχυση, την καύση και τη μίξη καυσίμων των διαδικασιών.

Τα οφέλη που απορρέουν από αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν τις βελτιώσεις στην αποδοτικότητα καυσίμων, τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου και τις μειώσεις των μολυσματικών εκπομπών.

Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Μηχανές ολοκληρωμένου κυκλώματος (διαγνωστικά καύσης)
- Ø Έγχυση καυσίμων (βενζίνη & diesel)
- Ø Μίξη καυσίμων /αέρα
- Ø Ανάφλεξη μικροϋπολογιστών
- Ø Έρευνα φλογών και πυρκαγιάς
- Ø Εφαρμοσμένη μηχανική πυραύλων
- Ø Αεριοθούμενη προώθηση
- Ø Σκάφη αντιδραστήρων στην ενεργειακή παραγωγή
- Ø Έρευνα έκρηξης
- Ø Έλεγχος εξάτμισης
- Ø Μελέτες καύσης άνθρακα
- Ø Εφαρμοσμένη μηχανική των φούρνων, των καυστήρων & των σομπών.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ LDA

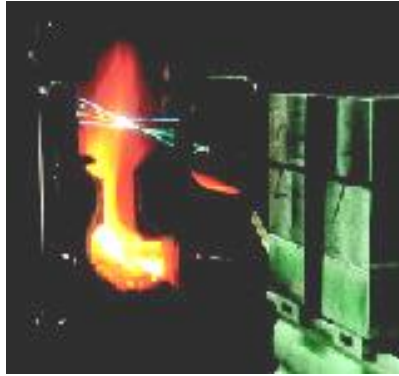
Ανάλυση τομέων ροής στις ζώνες αντίδρασης των ξύλινων σομπών

3.3.1 Ανάλυση των τομέων ροής στις ζώνες αντίδρασης των ξύλινων σομπών που χρησιμοποιούν LDA

Η αντικατάσταση των απολιθωμένων καυσίμων με το ξύλο στην ηλεκτρικής παραγωγής θερμότητας συστήνεται ως ένας τρόπος να μειωθεί η αύξηση στο ατμοσφαιρικό CO₂ και έτσι η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αυτή η επιλογή είναι επίσης κατάλληλη για τις συσκευές οικιακής θέρμανσης. Εντούτοις, ένα από τα προβλήματα που συνδέονται με τα μικρής κλίμακας ξύλινα συστήματα καύσης είναι η υψηλή εκπομπή των προϊόντων ελλιπούς καύσης όπως το κοβάλτιο, οι υδρογονάνθρακες και τα μόρια. Ένα κοινό ευρωπαϊκό έργο επομένως έχει αρχίσει μέσα στο πλαίσιο του JOULE III το πρόγραμμα: "Πρόσφατα σχεδιασμένα φλεγόμενα ξύλινα συστήματα με τις χαμηλές εκπομπές και την υψηλή αποδοτικότητα".

Ο στόχος του προγράμματος, που άρχισε τον Ιανουάριο του 1996, ήταν η έρευνα για τις διαδικασίες καύσης στις ζώνες αντίδρασης των μικρών ξύλινων σομπών. Ο χαρακτηρισμός και η περιγραφή τέτοιων παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η συγκέντρωση αερίου και η ταχύτητα πραγματοποιούνται με τη βοήθεια των θερμοηλεκτρικών ζευγών, των ελέγχων αναρρόφησης και της Ανεμομετρίας Laser-Doppler (LDA). Τα στοιχεία που λαμβάνονται από τις μετρήσεις LDA χρησιμοποιούνται για τις λεπτομερείς αναλύσεις τομέων ροής και τις έρευνες για τους όρους μίξης μεταξύ των καυσίμων αερίων και του αέρα ουδετεροποίησης.



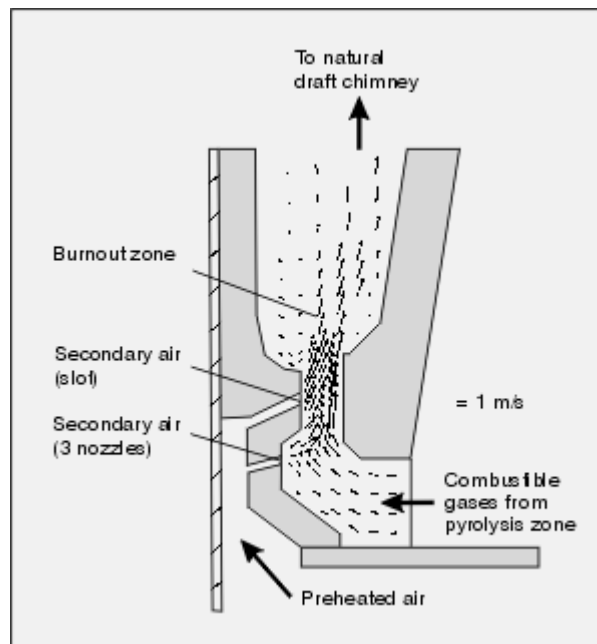
Μέτρηση σχεδιαγράμματος LDA κατά τη διάρκεια της καύσης.
Φωτογραφία του πανεπιστημίου της Στουτγάρδης.

Το ανεμόμετρο Laser-Doppler αποτελείται ένα 2W αργό-ιονικό λέιζερ που συνδέεται από με ένα σύστημα FiberFlow. Το σύστημα FiberFlow περιλαμβάνει ένα κιβώτιο συσκευών αποστολής σημάτων, μια σύνδεση οπτικών ινών 10m και έναν έλεγχο 85mm. διαμέτρων με το μεταφραστή ακτίνων 55X82, τον αποσυμπιεστή ακτινών και τον μπροστινό φακό 600 mm.. Δύο αναλυτές φάσματος χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν τα στοιχεία ταχύτητας και στροβιλισμού.

Η εικόνα παρουσιάζει σχεδιάγραμμα ταχύτητας στο αεροπλάνο συμμετρίας της ζώνης ουδετεροποίησης κατά τη διάρκεια των ισόθερων όρων. Η επιρροή στον τομέα ροής του εγγεόμενου δευτεροβάθμιου αέρα με τη βοήθεια των τριών ακροφυσίων και της αυλάκωσης μπορεί να αναγνωριστεί σαφώς. Στο λαιμό του θαλάμου καύσης, η ροή επιταχύνεται σε μια μέγιστη ταχύτητα περίπου 2 m/s. Ως αποτέλεσμα της δευτεροβάθμιας έγχυσης αέρα και της σύνδεσης σωλήνας-αερίου στην καπνοδόχο, η κύρια ροή εκτρέπεται στο σωστό τοίχο. Στο αριστερό μέρος της ζώνης ουδετεροποίησης, μια μεγάλη ζώνη επανακυκλοφορίας διαμορφώνεται.

Το στοιχείο μέτρησης χρησιμοποιείται για να λάβει μια καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών σχηματισμού και αποσύνθεσης των διαφορετικών

τμημάτων αερίου, όπως το κοβάλτιο, οι υδρογονάνθρακες, κ. λ. π... υπό τους ποικίλους όρους πυρκαγιών. Επιπλέον, τα στοιχεία που μετριοούνται στους κολπίσκους σομπών χρησιμοποιούνται ως όροι ορίου για τις μαθηματικές μελέτες διαμόρφωσης. Οι μετρήσεις σχεδιαγράμματος χρησιμοποιούνται ως περίπτωση αναφοράς για την επικύρωση του προτύπου. Προορίζεται ότι τα αποτελέσματα των ερευνών και των μελετών διαμόρφωσης θα αποτελέσουν τη βάση για τις οδηγίες οικοδόμησης και τις εκρηκτικές ιδέες για την ανάπτυξη των νέων σομπών χαμηλών-εκπομπών.



Έρευνα τομέων ροής στη ζώνη ουδετεροποίησης της σόμπας δοκιμής.

3.4 Γεωφυσική & προστασία του περιβάλλοντος

Ο εξοπλισμός μέτρησης της Dantec Dynamics χρησιμοποιείται σε έρευνα στις γεωφυσικές ροές, ωκεανογραφία και κλίμα. Αυτός ο ερευνητικός τομέας έχει γίνει σημαντικότερος τα τελευταία χρόνια λόγω μιας αυξανόμενης συνειδητοποίησης της λεπτής ισορροπίας στα ρευστά στα οποία όλη η ζωή στη

γη εξαρτάται τελικά. Οι χαρακτηριστικοί ερευνητικοί τομείς περιλαμβάνουν τη δυναμική κυμάτων, τη μεταφορά μορίων, τη διάβρωση και την αλληλεπίδραση μεταξύ των κυμάτων και των παράκτιων εγκαταστάσεων όπως τα λιμάνια.

Μια κατανόηση των ρευστών διαδικασιών είναι επίσης σημαντική σε ένα ευρύ φάσμα των περιβαλλοντικών ζητημάτων. Μια περιοχή είναι η φυσική θέση των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας και άλλων εγκαταστάσεων που απαιτούν τις μεγάλες ροές του ψυγμένου ύδατος ή που περιλαμβάνουν τη χρήση ή τη δημιουργία των τοξικών χημικών ουσιών. Η ακριβής πρόβλεψη των ροών γύρω από τέτοιες εγκαταστάσεις είναι αυστηρά σημαντική εάν η ρύπανση πρόκειται να αποφευχθεί. Μια άλλη ζωτικής σημασίας περιοχή είναι προστασία ενάντια στις διαρροές των υγρών ρύπων εν πλω.



Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Δυναμική κυμάτων
- Ø Μαζική μεταφορά
- Ø Ιζηματογένεση /μεταφορά μορίων
- Ø Εξαγωγή των ρευστών από τα ιζήματα
- Ø Παράκτια εφαρμοσμένη μηχανική

- Ø Ωκεανογραφία
- Ø Παλιρροιακή διαμόρφωση
- Ø Διάβρωση
- Ø Καιρός /ατμοσφαιρικές μελέτες
- Ø Τήξη
- Ø Έλεγχος της ρύπανσης
- Ø Υδρολογία ποταμών
- Ø Ροές υπόγειων νερών και λάβας

3.4.1 Σφαιρικό πείραμα ροής Couette

Η ροή ενός ρευστού σε ένα σφαιρικό χάσμα μεταξύ μιας εσωτερικής σφαίρας και ενός διαφανούς εξωτερικού σφαιρικού κοχυλιού είναι μια από τη βασική γεωμετρία της ρευστής δυναμικής όπως τη couette Taylor -ροή σε ένα κυλινδρικό χάσμα ή την απογυμνωμένη ροή πέρα από ένα πιάτο. Η μελέτη των φαινομένων μετάβασης από ελασματική σε στροβιλώδη ροή είναι ακόμα θεμελιώδους ενδιαφέροντος για αυτά τα συστήματα [1].



Εικ.3.4: Σφαιρικό πείραμα ροής Couette

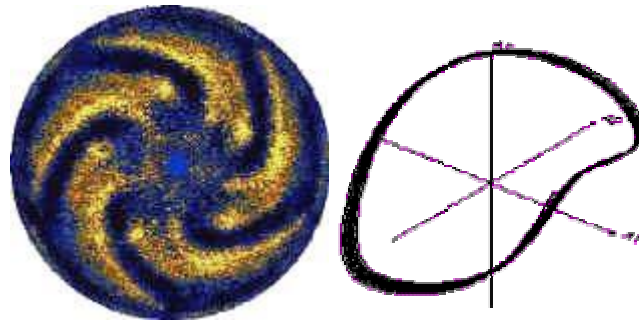
Οι προκύπτουσες ροές ερευνώνται επίσης κάτω από την κανονική βαρύτητα χρησιμοποιώντας τις τεχνικές απεικόνισης ροής, ένα ταχύμετρο εικόνας μορίων Flow Map (PIV) και ένα ανεμόμετρο Doppler Laser 1D-FlowLite (LDA) που συνδέεται με έναν ενισχυμένο BSA επεξεργαστή Dantec Dynamics.

Τα κατάλληλα μόρια για την απεικόνιση και PIV είναι ανιχνευτές αργιλίου, ενώ για τις LDAμετρήσεις οι σφαίρες TiO_2 ή πολυστυρολίου χρησιμοποιούνται [1].

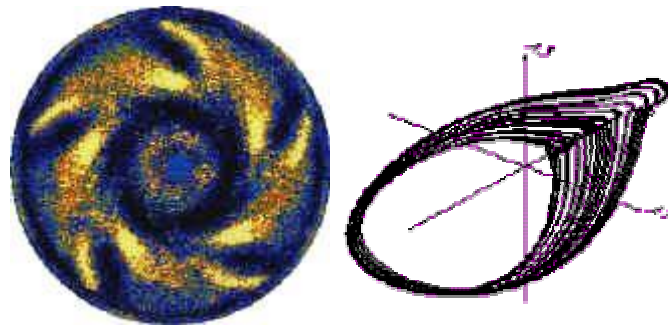
Προκειμένου να γίνει καλύτερη κατανόηση του σχηματισμού δομών και της αυτό-οργάνωσης της ροής ένας πλήρως τρισδιάστατος και χρονικός εξαρτώμενος αριθμητικός κώδικας αναπτύχθηκε για να μιμηθεί τη συμπεριφορά ροής υπό τους κανονικούς όρους μικροβαρύτητας με ή χωρίς κεντρικό τομέα δύναμης [2].

Τα αποτελέσματα των LDA-μετρήσεων επιτρέπουν να μελετήσουν τις διαδρομές στο χάος για τη μετάβαση από ελασματική σε στροβιλώδη ροή. Οι έτσι αποκτηθείσες κλιμακωτές χρονικές σειρές ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηρίζονται από τις στατιστικές μεθόδους, τα φάσματα δύναμης, την αυτοσυσχέτιση και τον αναδημιουργημένο μαγνήτη της.

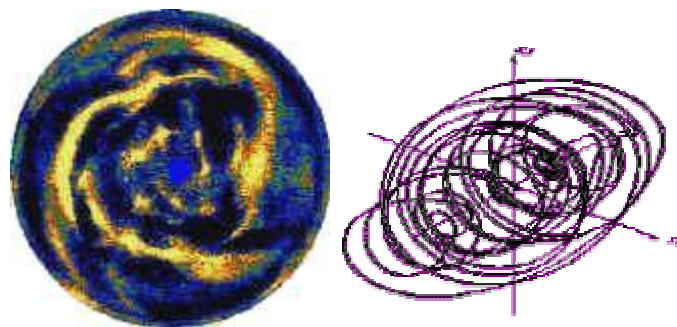
Η ροή (που φαίνονται από το POL) και το μαγνήτη ενός περιοδικού (α), ενός σχεδόν-περιοδικού (β) και μιας χαοτικής ροής (γ) παρουσιάζονται στην εικόνα 2



$(\alpha) Re = 1450$



$(\beta) Re = 1875$



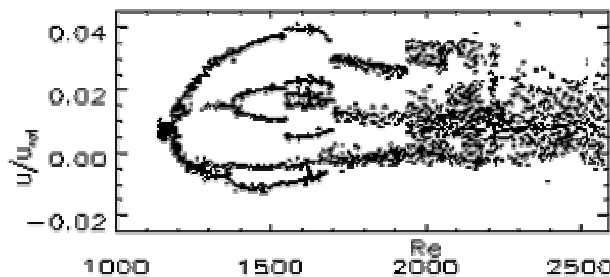
$(\gamma) = Re = 3000$

Εικόνα 3.5: Αναδημιουργημένοι μαγνήτες για $h = 0.66$

Η πολυπλοκότητα της λύσης μπορεί να υπολογιστεί από την κλασματική διάσταση του μαγνήτη, ενώ η σταθερότητά της ενάντια στις μικρές διαταραχές (που χαρακτηρίζουν μια ροή ως μη-χαοτική ή χαοτική) εκφράζεται από τους Lyapunov -εκθέτες.

Κατά χάραξη αυτών των διαφορετικών τιμών ενάντια στη ελεγχόμενη παράμετρο ροής οι διαφορετικές καταστάσεις της μετάβασης από ελασματική σε στροβιλώδη ροή χαρακτηρίζονται και οι κρίσιμες παράμετροι τους μπορούν να καθοριστούν.

Το σχήμα 3 παρουσιάζει ένα τέτοιο διάγραμμα διακλάδωσης, όπου τα άκρα της μετρημένης u ταχύτητας (που ομαλοποιείται από την ταχύτητα περιστροφής u_{rot}) σχεδιάζονται ενάντια στον αριθμό Reynolds σχετικά με [3].



Εικ. 3.6: Διάγραμμα διακλάδωσης για $h=0.66$

Η σφαιρική ροή Couette με ένα ευρύ χάσμα είναι επίσης κατάλληλη για τη μεγάλης κλίμακας αστρο- και γεωφυσική ροή και συμβατικά φαινόμενα όπως εμφανίζονται στο εσωτερικό της γης ή άλλων πλανητών. Οι χαρακτηριστικές αναλογίες της εσωτερικής έως εξωτερικής ακτίνας είναι $h = 0.34$ (εσωτερικός στον εξωτερικό γήινο πυρήνα) και $h = 0.54$ (εξωτερικός πυρήνας στον εσωτερικό γήινο μανδύα), ενώ για τους πλανήτες αερίου είναι δυνατές ακόμα μεγαλύτερες αναλογίες [4].

Ο κεντρικός τομέας δύναμης απαραίτητος για την έρευνα αυτών των ροών μπορεί να καθιερωθεί κάτω από τη μικροβαρύτητα με την εφαρμογή ενός

ισχυρού ηλεκτρικού τομέα μεταξύ του εξωτερικού σφαιρικού κοχυλίου και της εσωτερικής σφαίρας.

3.5 Υδραυλική & υδροδυναμική

Ο εξοπλισμός μέτρησης ροής της Dantec Dynamics μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει τα χαρακτηριστικά των ροών του νερού γύρω από τους σκελετούς των σκαφών. Τα οφέλη είναι μια μείωση της αντίστασης, η αύξηση της σταθερότητας και της βελτιωμένης αποδοτικότητας προώθησης.

Άλλες υδραυλικές εφαρμογές περιλαμβάνουν τα περιστρεφόμενα μηχανήματα με τις εσωτερικές ροές (π.χ. μηχανές, αντλίες και στρόβιλοι) όπου οι μηχανικοί ψάχνουν την ευκαιρία να καθορίσουν με ακρίβεια τα σχέδια προϊόντων για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα.

Ο εξοπλισμός μέτρησης της Dantec Dynamics μπορεί να είναι μια σημαντική ενίσχυση σε αυτήν την διαδικασία, που βοηθά τους σχεδιαστές για να επιτύχει μια σαφέστερη κατανόηση των σχετικών ρευστών μηχανικών.



Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

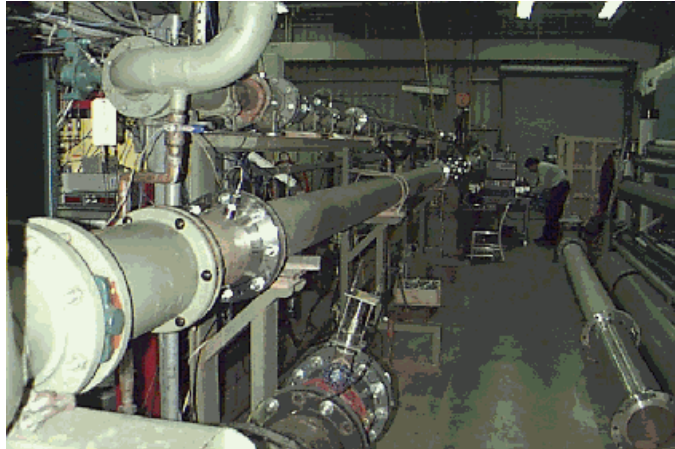
- Ø Σχέδιο σκελετών σκαφών (υδροδυναμική)
- Ø Αποδοτικότητα προώθησης
- Ø Ροές σωλήνων
- Ø Ροές στις αντλίες

- Ø Ροές καναλιών
- Ø Πρόληψη δημιουργίας κοιλότητας (προωσθήρες σκαφών)
- Ø Πρόληψη δημιουργίας κοιλότητας (στροφεία αντλιών)
- Ø Απόδοση ψύξης
- Ø Δυναμική φυσαλίδων
- Ø Υδραυλικά μηχανήματα

3.5.1 Μετρήσεις σχεδιαγράμματος Pipeflow για NIST (National Institute of Standard Technology) Επισκόπηση

Οι λεπτομερείς, ταυτόχρονες μετρήσεις και της μέσης ταχύτητας και των σχεδιαγραμμάτων έντασης στροβιλισμού μέσα στα πρότυπα μέτρησης ροής του νερού NIST (Εθνικό Ίδρυμα Προτύπων και Τεχνολογίας) δεν είχαν γίνει. Σημάνετε ότι τα σχεδιαγράμματα ταχύτητας που χρησιμοποιούν τους pitot σωλήνες είχαν γίνει, αλλά οι πρόσφατες πρόοδοι στις υπερηχητικές μεθόδους δοσολογίας έδιναν τις ενδείξεις ότι ήταν σημαντικό να υπάρξουν αυτά τα αποτελέσματα για να καταλάβει καλύτερα τις προοπτικές τέτοιας τεχνολογίας.

Επιπλέον, "τα αποτελέσματα εγκατάστασης μετρητών ροής" έχουν σημειωθεί από μια σειρά μετρολογικής ροής, και στις ΗΠΑ και στο εξωτερικό, για να είναι μια σημαντική πηγή αβεβαιότητας στη μέτρηση ροής, χρησιμοποιώντας ουσιαστικά όλες τις τεχνικές δοσολογίας. Συνεπώς, η NIST συμβλήθηκε τη Dantec Dynamics κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου του 1998 για να εκτελέσει τις μετρήσεις των ιδιοτήτων σχεδιαγράμματος ταχύτητας και στις γραμμές σωλήνων 8-inch (200 mm.) και 10-inch (250 mm.) των προτύπων ροής NIST (Εικόνα 1). Η παρούσα σημείωση εφαρμογής περιγράφει τα πειράματα διενεργηθέντα και τα σημαντικά αποτελέσματα που επιτυγχάνονται στη γραμμή σωλήνων 200 mm.



Εικόνα 3.7: Δυνατότητα βαθμολόγησης μετρητών ροής του νερού NIST γραμμή σωλήνων (8-inch (200 mm.)) που προετοιμάζεται για τη ροή LDA που σχεδιάζει περιγραμματικά τις μετρήσεις.

Εισαγωγή

Η ανιχνευσιμότητα για τα στοιχεία μέτρησης ροής που χρησιμοποιούν υγρό flowmeter εξοπλισμό είναι ένα σημαντικό ζήτημα στους τομείς της εφαρμοσμένης μηχανικής, ειδικά όπου τα πολύτιμα ρευστά όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο αγοράζονται και πωλούνται και επίσης όπου οι κρίσιμες βιομηχανικές διαδικασίες πρέπει να βελτιστοποιηθούν, όπως στους τομείς της δύναμης και ενέργειας. Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατό να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες που δεν ελέγχονται και δεν είναι δυνατός ο έλεγχος χωρίς μέτρηση. Επομένως, οι μετρήσεις ροής είναι κρίσιμες σε αυτές τις διαδικασίες, και το στοιχείο πρέπει να είναι επαρκώς καλό, το οποίο σημαίνει ανιχνεύσιμο σε ρευστά πρότυπα.

Κρίσιμος στην καθιέρωση τέτοιας ανιχνευσιμότητας είναι ο όρος εγκαταστάσεων για το μετρητή όπως χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, δηλ., εργασία σωλήνων που παραδίδει το ρευστό στο μετρητή. Αυτή η συνθήκη πρέπει να αναπαραχθεί όταν βαθμολογείται ο μετρητής στα πρότυπα ροής. Συνήθως, το σχεδιάγραμμα ροής σωλήνων που παραδίδεται στο μετρητή απαιτείται να είναι ο πλήρως αναπτυγμένος τύπος για τον στροβιλώδη όρο που

συνδέεται με το ρευστό, τα χαρακτηριστικά σωλήνων (διάμετρος και επιφάνεια roughness), και τους όρους ροής (αριθμός Reynolds, κ.λπ....>.>). Είναι αυτός ο όρος που η NIST επιθύμησε να μετρήσει.

Συμβατικά, η τυποποιημένη μέθοδος για τα υγρά πρότυπα μέτρησης ροής και για τη βαθμολόγηση υγρών flowmeters είναι μια μαζικά χρονομετρημένη συλλογή τεχνικής που η NIST χρησιμοποιεί για μια σειρά των μεγεθών σωλήνων. Αυτές οι εγκαταστάσεις τύπων "κάδων και χρονομέτρων με διακόπτη" γίνονται αποδεκτές σε όλη την κοινότητα μέτρησης ροής σαν "πρωτοεμφανιζόμενες" δεδομένου ότι δεν βαθμολογούνται από μια "υψηλής-αρχής" εγκατάσταση. Βασικά, δεδομένου ότι η λειτουργία τους γίνεται κατανοητή εύκολα και οι συστατικές αβεβαιότητες όλες αξιολογούνται για να παράγουν έναν λογικό προϋπολογισμό αβεβαιότητας, τα αποτελέσματά τους γίνονται αποδεκτά μέσα στην αναφερόμενη αβεβαιότητα. Στα καλά εργαστήρια ροής, εντούτοις, οι συγκρίσεις μπορούν να γίνουν με NIST χρησιμοποιώντας τις εξεταστικές τεχνικές ικανότητας για να επικυρωθεί η αναφερόμενη αβεβαιότητα και καθιερώνοντας την ανιχνευσιμότητα μέτρησης ροής σε NIST για τα στοιχεία που προέρχονται από ένα τέτοιο εργαστήριο. Τέτοια ανιχνευσιμότητα σε NIST εξυπηρετεί έπειτα τον πολύτιμο σκοπό δηλ., ποσολογώντας, κάτω από την πραγματική δυναμική ροή μετρώντας τους όρους τα επίπεδα απόδοσης μέτρησης του εργαστηρίου σχετικά με τα πρότυπα ροής NIST. Πραγματικά, οι μέθοδοι "κάδων και χρονομέτρων με διακόπτη" περιορίζονται από τη σειρά των μεγεθών των κάδων, των σωλήνων, και των ροών που μπορούν να παραχθούν λαμβάνοντας υπόψη την ικανότητα αντλιών, κ.λπ. Επιπλέον, η απόδοση της σχετικής λαμβανόμενης θερμοκρασίας και της πυκνότητας για να μετατρέψει τη μάζα στον όγκο, κ.λπ. εισάγεται στον προϋπολογισμό αβεβαιότητας. Εντούτοις, εκτός από όλο αυτό, είναι πολύ σημαντικό για την ικανή μετρολογία ροής, στα σχεδιαγράμματα ροής σωλήνων εγγράφων για τις συνθήκες λειτουργίας της δυνατότητας.

Τα τελευταία χρόνια, οι υπερηχητικές μέθοδοι δοσολογίας ροής έχουν προωθηθεί αρκετά έτσι ώστε προνοητικές μετρολογικές ροές να θεωρούνται ως μέθοδοι που θα μπορούσαν ενδεχομένως να προωθηθούν για να εξελιχθούν στην αποδοχή ως "αρχικά" πρότυπα ροής. Εάν αυτό επρόκειτο να συμβεί, θα μπορούσε να επεκτείνει αρκετά τις ικανότητες για τη διάδοση των προτύπων ροής από NIST ή άλλες πηγές. Η NIST έχει αναλάβει την έρευνα της δυνατότητας εξέλιξης των υπερηχητικών τεχνικών για αυτόν το σκοπό δοκιμάζοντας μονοεπίπεδους και πολυεπίπεδους υπερηχητικούς αισθητήρες στις εγκαταστάσεις βαθμολόγησης flowmeter. Προκειμένου να αξιολογηθεί ακριβώς η απόδοση των υπερηχητικών αισθητήρων, η απάντησή τους στις χαρακτηριστικές διαμορφώσεις pipeflow πρέπει να εξακριβωθεί. Αυτό απαιτεί ότι οι ιδιότητες μορφής και στροβιλισμού σχεδιαγράμματος ταχύτητας μετριοούνται προσεκτικά, δεδομένου ότι είναι μια σημαντική ανησυχία στην υπερηχητική ακρίβεια flowmeter.

Διαμόρφωση συστημάτων

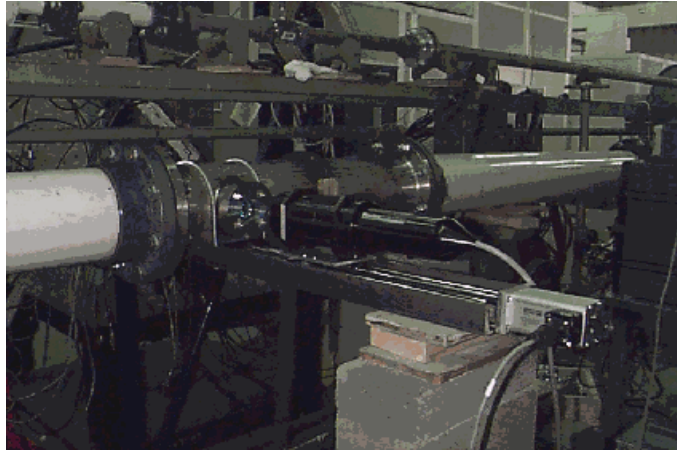
Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα ήταν ένα 2D ενισχυμένο BSA ανεμόμετρο Doppler Laser FiberFlow (LDA). Πήρε στην ομάδα της τον κορυφαίο καθηγητή και επεξεργαστή του λογισμικού σημάτων της Dantec Dynamics για τον πλήρη έλεγχο των στοιχείων απόκτησης, ανάλυσης, και διαχείρισης. Η συσκευή ανάλυσης φάσματος έκρηξης (BSA) χρησιμοποιεί τις γρήγορες αρχές μετασχηματισμού κατά Φουριέ (FFT) και την κβαντοποίηση σημάτων πολυ-κομματιών για να βελτιώσει και την απόδοση- σε σχέση με την στροβιλώδη ροή μέτρηση- και τον χειρισμό των θορυβωδών σημάτων. Το όφελος αυτών των δύο τεχνικών ήταν πολύ χρήσιμο κατά τη μέτρηση κοντά στον τοίχο σωλήνων, όπου ο σημαντικός θόρυβος λόγω των αντανάκλασεων ακτινών λέιζερ από τη διασπορά επιφάνειας εξουσίασε το ακατέργαστο σήμα. Επιπλέον, το ψήφισμα 14-κομματιών και η πολλαπλάσια επιλογή εύρους ζώνης

του BSA παρήγαγαν τα απόλυτα αποτελέσματα στη σειρά ταχύτητας mm/s. Η οπτική διαμόρφωση του συστήματος χρησιμοποιούμενου είναι λεπτομερής στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Οπτική Διαμόρφωση	
Δύναμη λέιζερ	300 mW ar-Ion
Οπτική	85 mm FiberFlow (2D)
Επέκταση	1:1.95
Εστιακό μήκος	310 mm
Όγκος ελέγχων (στον αέρα)	Διάμετρος ~ 74 mm Μήκος ~ 700 mm

Λεπτομέρειες μέτρησης

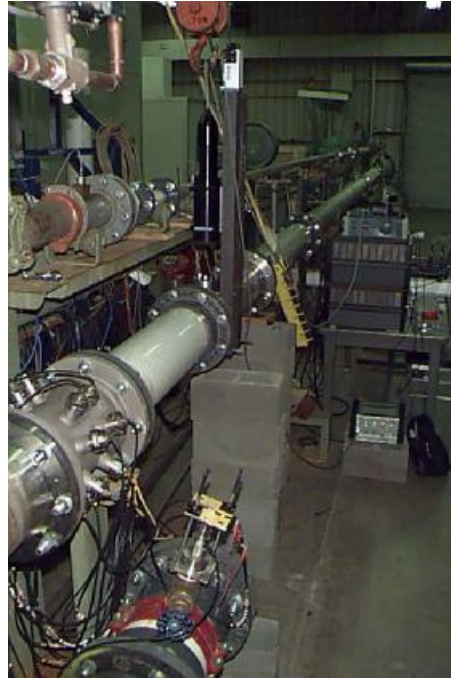
Τα τμήματα σωλήνων ανοξείδωτου χάλυβα, περίπου 0.5 m και των εσωτερικών διαμέτρων που ταιριάζουν με την αντίστοιχη pipeflow διαμόρφωση υπό έρευνα (10- inch ή 8- inch) κατασκευάστηκαν έτσι ώστε να ταιριάζουν στην υπάρχουσα εγκατάσταση. Κατασκεύασαν ένα παράθυρο χαλαζία διαμέτρου 50.8mm, μέσω του οποίου οι ακτίνες λέιζερ κατευθύνθηκαν στη ροή. Ο 85-mm 2D έλεγχος τοποθετήθηκε σε ένα γραμμικό ελεγχόμενο υπολογιστή, το οποίο καθορίστηκε στη συνέχεια επάνω στο τμήμα δοκιμής έτσι ώστε η διαχωριστική ακτίνα να ήταν ορθογώνια στο πρόσωπο του παραθύρου χαλαζία (Εικόνα 2).



Εικόνα 3.8: Οργάνωση ελέγχων LDA 85-mm που χρησιμοποιεί το ειδικό στρόφιο σωλήνων τμήμα που χαρακτήρισε ένα επίπεδο παράθυρο χαλαζία διαμέτρου 2-inch για το κοίταγμα μέσα στο σωλήνα.

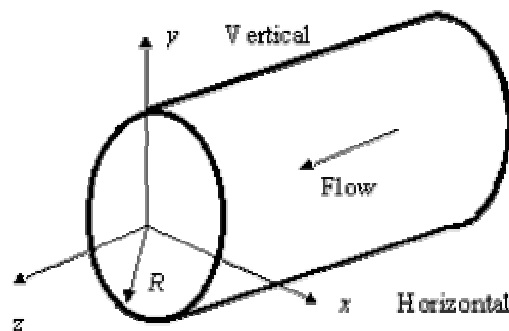
Το ρευστό που χρησιμοποιήθηκε ήταν νερό, και υπήρχαν αρκετά φυσικά εμφανιζόμενα μόρια στη ροή ώστε καμία πρόσθετη σπορά δεν ήταν απαραίτητη. Ο προσδιορισμένος θέσης όγκου έλεγχος διορθώθηκε για τα αποτελέσματα δείκτη- διάθλαση καθορίζοντας τη διερχόμενη απόσταση για το λειτουργώντας μέσο.

Τα οριζόντια και κάθετα περάσματα κατά μήκος της διαμέτρου σωλήνων έγιναν με την περιστροφή του ειδικού τμήματος στροφίων σωλήνων στο οποίο ο έλεγχος LDA τοποθετήθηκε σχετικά με το σωλήνα, όπως φαίνεται στη φωτογραφία της εικόνας 3, που λήφθηκε ενώ ο έλεγχος LDA έτεινε κάθετα.

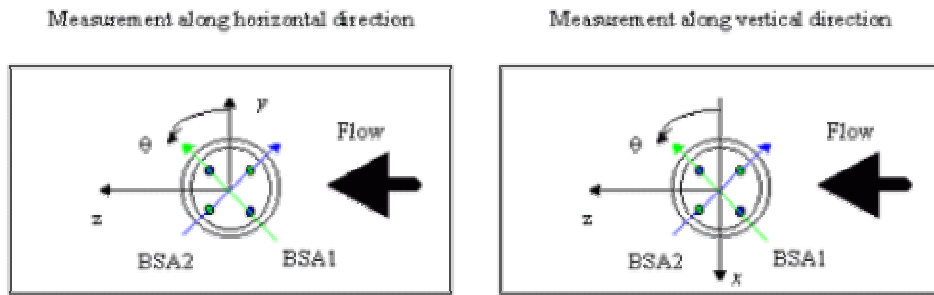


Εικόνα 3.9: Οργάνωση ελέγχων LDA για τη μέτρηση κατά μήκος μιας κάθετης διαμέτρου(σημειώστε ότι ειδικός πολυεπίπεδος υπερηχητικός μετρητής ροής είναι βαθμολογημένος στο αριστερό πρώτο πλάνο της φωτογραφίας)

Μια σχηματική αναπαράσταση που παρουσιάζει ισότιμη ρύθμιση ακτίνων συστημάτων και λέιζερ παρουσιάζεται στα σχήματα 4 και 5, αντίστοιχα. Ένας μετασχηματισμός ταχύτητας χρησιμοποιήθηκε για να καθορίσει τις ταχύτητες κατά μήκος των συντεταγμένων σωλήνων.



Εικόνα 3.10: Σχηματική αναπαράσταση της γεωμετρίας και του ισότιμου συστήματος.

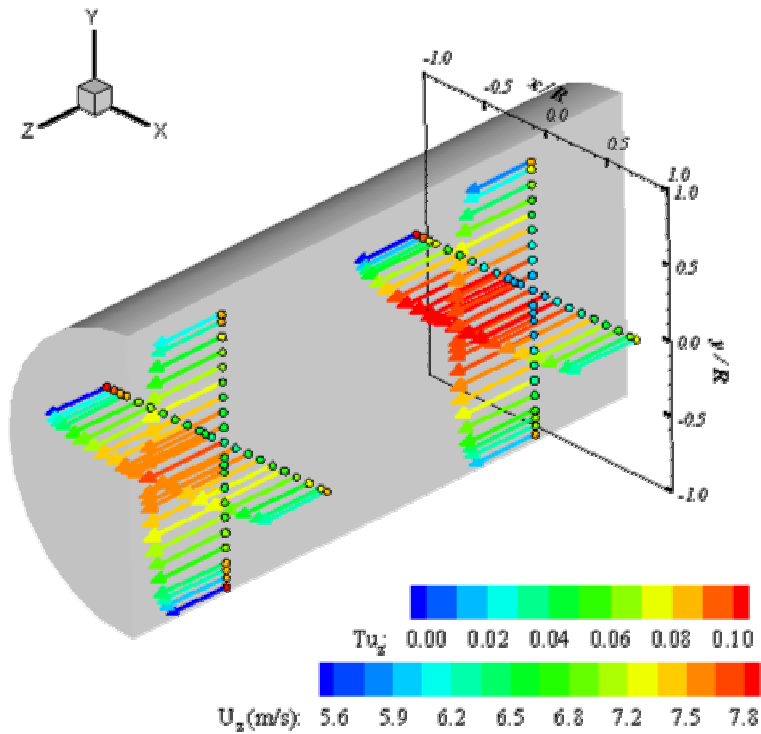


Εικόνα 3.11: Προσανατολισμός και ρύθμιση ακτίνων λέιζερ.

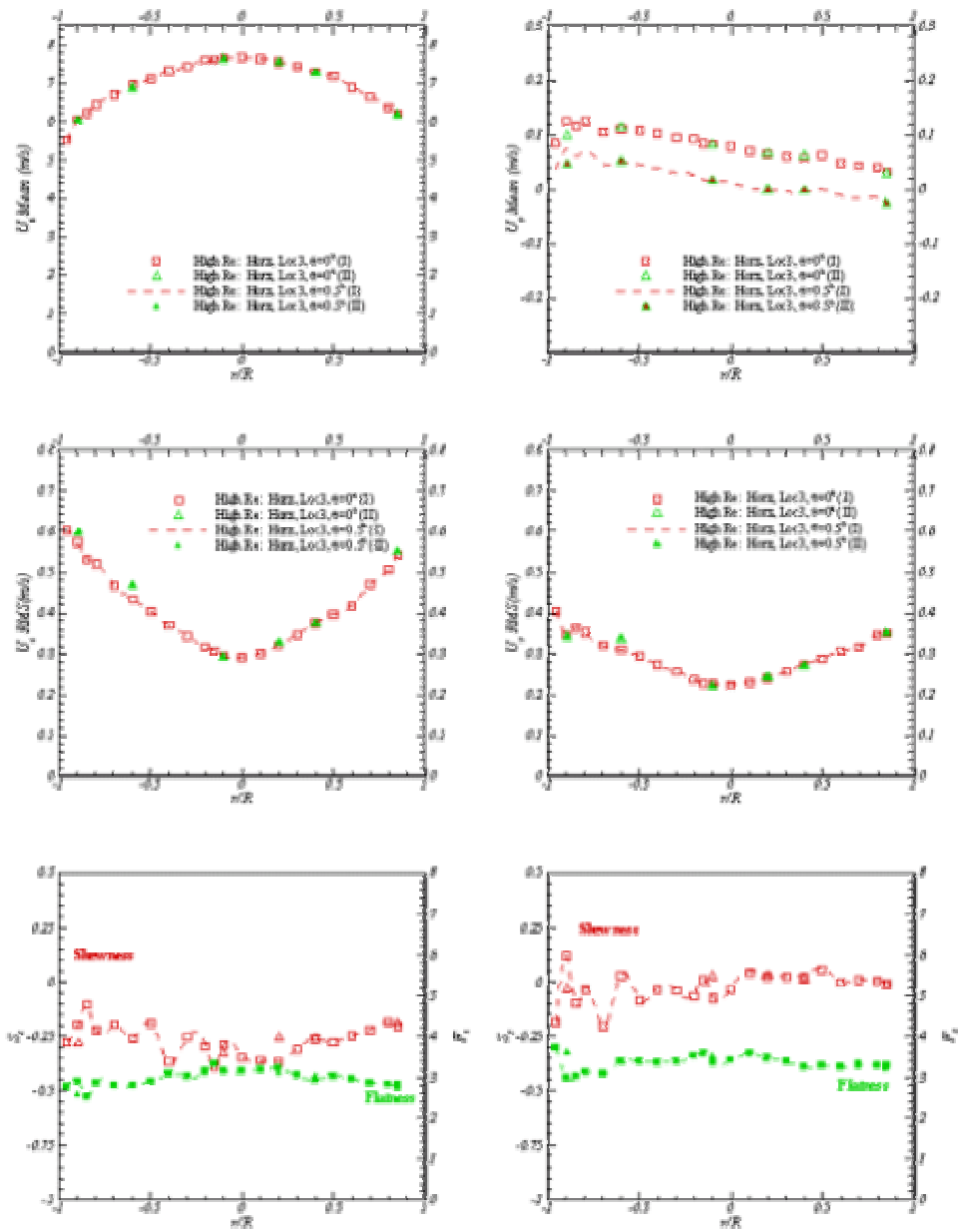
Μια χαμηλή και υψηλή περίπτωση ροής αριθμού Reynolds ερευνήθηκε, με την εξέταση που εκτελέστηκε κοντά στον κολπίσκο του σωλήνα και μακριά προς τα κάτω, για να μάθει των αποτελεσμάτων αριθμού Reynolds στην ανάπτυξη ροής.

Αποτελέσματα

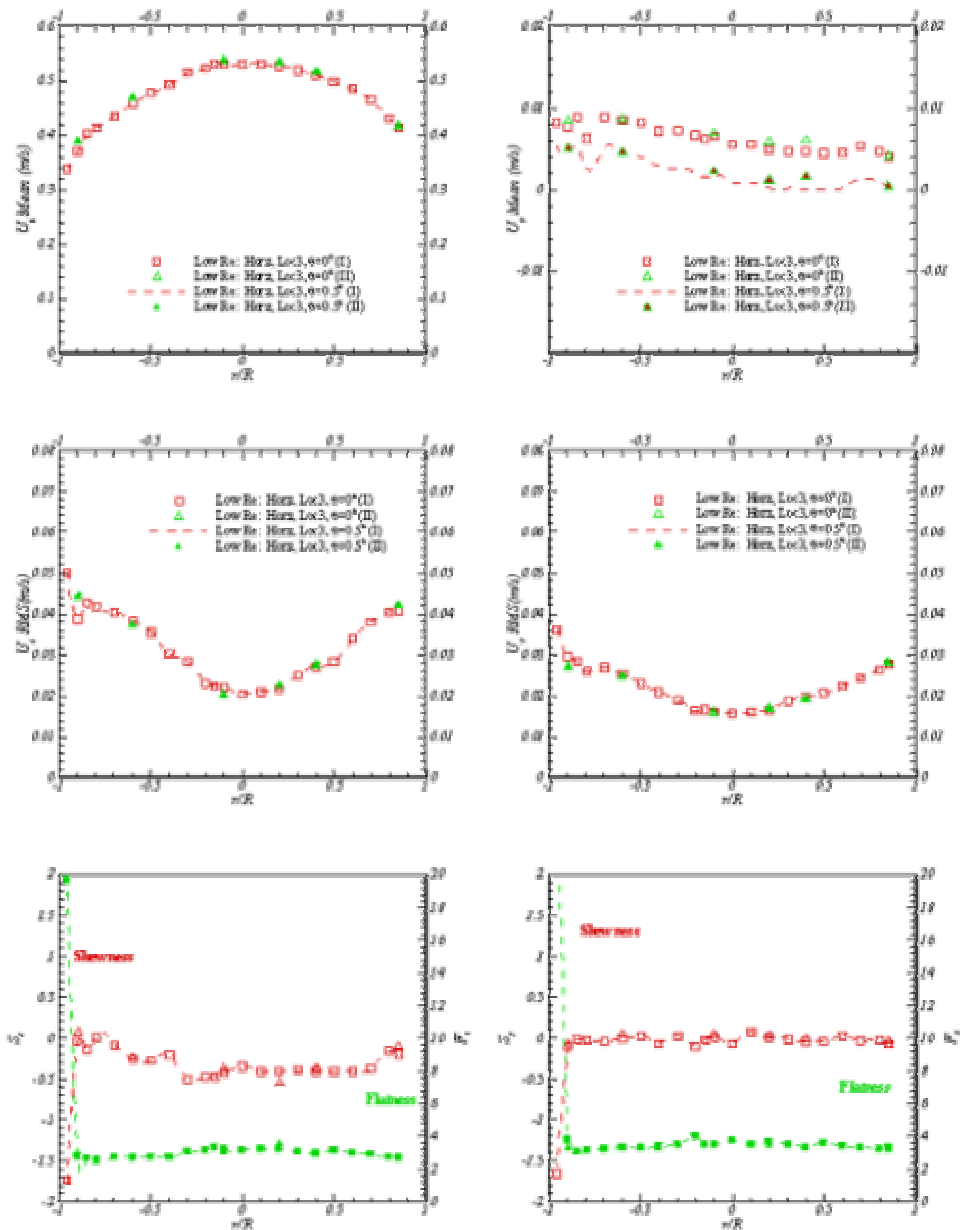
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται για διάφορες περιπτώσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται ο μακρινός τοίχος σωλήνων είναι $r/R = -1.0$, ενώ το οπτικό παράθυρο είναι $r/R = 1.0$, πολύ κοντά σε αυτό το στοιχείο παραθύρων παραλείφθηκε λόγω των λαθών ως αποτέλεσμα του κακού συνδυασμού μεταξύ του επίπεδου παραθύρου και του κυκλικού τοίχου σωλήνων. Αρκετά δείγματα λήφθηκαν στατιστικά για να παραχθούν τα καλά αποτελέσματα για τις μέσες και υψηλότερες τιμές. Επίσης, επαναλάβετε ότι οι μετρήσεις λήφθηκαν για να καθορίσουν την επανάληψη μέτρησης.



Εικόνα 3.12: Μέγεθος ταχύτητας Streamwise, U_z , (διανύσματα) και ένταση στροβιλισμού, T_{uz} , (σύμβολα) για την υψηλή περίπτωση ροής αριθμού Reynolds στις δύο θέσεις ανάπτυξης που ερευνώνται: η ροή κοντά στον κολπίσκο παρουσιάζει πιθανή κεντρική περιοχή με το ομοιόμορφο μέγεθος ταχύτητας και την ομοιόμορφη χαμηλή ένταση στροβιλισμού · περαιτέρω προς τα κάτω αυτός ο πυρήνας εξαφανίζεται.



Εικόνα 3.13: Το οριζόντιο σχεδιάγραμμα οδηγεί για την υψηλή περίπτωση αριθμού Reynolds στο σωλήνα 8-inch στη μακριά προς τα κάτω θέση.

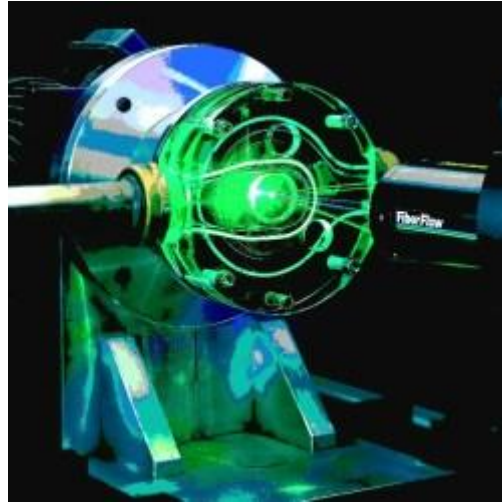


Εικόνα 3.14: Το οριζόντιο σχεδιάγραμμα οδηγεί για τη χαμηλή περίπτωση αριθμού Reynolds στο σωλήνα 8-inch στη μακριά προς τα κάτω θέση.

3.5.2 Μετρήσεις LDA σε μια πρότυπη αντλία

Οι κατασκευαστές αντλιών χρησιμοποιούν πολλά διαγνωστικά εργαλεία στην έρευνά τους για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των αντλιών, συμπεριλαμβανομένης της υπολογιστικής ρευστής δυναμικής (CFD) και LDA.

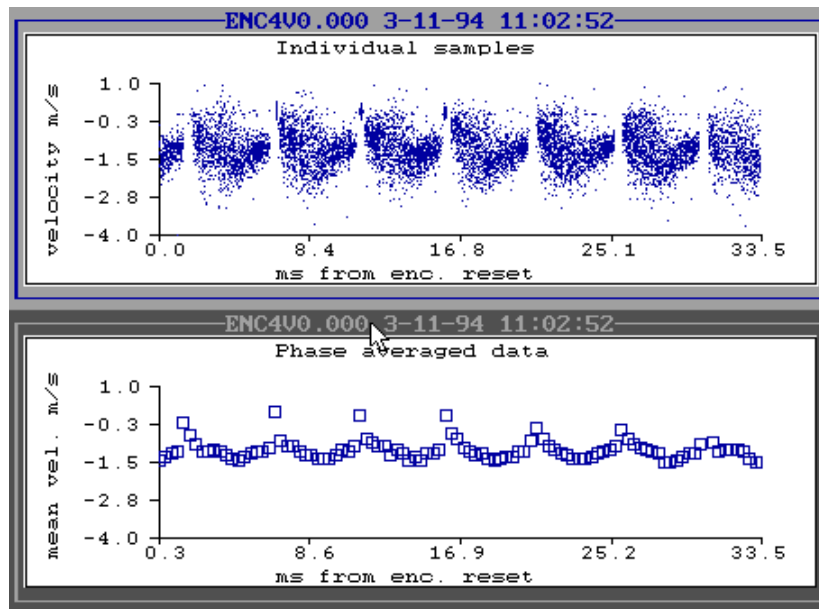
Σε αυτήν την εφαρμογή, CFD χρησιμοποιείται για να μιμηθεί τη ροή στη σύνθετη γεωμετρία αντλιών. Το στοιχείο LDA χρησιμοποιείται για να παρέχει τους όρους κοιλίσκων στις προσομοιώσεις CFD και για να επικυρώσει τον κώδικα CFD



Ο FiberFlow έλεγχος κάνει τη μέτρηση δύο τμημάτων ταχύτητας σε μια πρότυπη αντλία

Για μια κατανόηση της συμπεριφοράς ροής γύρω από τις λεπίδες στροφείων, οι μετρήσεις ταχύτητας πρέπει να αφορούν τη θέση των περιστρεφόμενων μηχανημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα ανά-επαναστάσεων κωδικοποιημένο σήμα που συνδυάζεται με τα χρόνος-σφραγισμένα στοιχεία ταχύτητας. Εάν οι χρόνοι άφιξης των κωδικοποιημένων σημάτων και των εκρήξεων Doppler είναι γνωστοί, οι μετρήσεις ταχύτητας μπορούν να ταξινομηθούν στα γωνιακά παράθυρα και τις στατιστικές όπως η μέση ταχύτητα και η σταθερή απόκλιση μπορεί να υπολογιστεί για κάθε γωνιακό παράθυρο.

Το στοιχείο απεικονίζεται ως ταχύτητα εναντίον της γωνιακής θέσης του περιστρεφόμενου μέρους, όπως φαίνεται στη γραφική παράσταση κατωτέρω.



Ταχύτητα εναντίον της γωνιακής θέσης. Στην ανώτερη γραφική παράσταση, κάθε σημείο αντιπροσωπεύει μια μέτρηση ταχύτητας. Η περιοδικότητα των στοιχείων είναι λόγω των επτά λεπίδων στροφείων. Η χαμηλότερη γραφική παράσταση παρουσιάζει υπολογισμένες ανά φάση κατά μέσο όρο μέσες ταχύτητες, με 100 γωνιακά παράθυρα πέρα από τον κύκλο.

3.6 Μίξη των διαδικασιών

Η αποτελεσματική μίξη των στερεών και υγρών υλικών είναι πολύ σημαντική στην κατεργασία τροφών, φαρμακευτικών ειδών, χημικών ουσιών και βιομηχανίες βιοτεχνολογίας. Η μίξη είναι συχνά μια από τις βασικές διαδικασίες στην αλυσίδα παραγωγής και η λεπτομερής γνώση της διαδικασίας μίξης μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας στο επίτευγμα ενός υψηλής ποιότητας τελικού προϊόντος. Οι προμηθευτές της μίξης του εξοπλισμού χρησιμοποιούν επίσης τα συστήματα μέτρησης Dantec Dynamics για να βελτιστοποιήσουν τα σχέδιά τους.

Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Έρευνα στη μίξη των διαδικασιών
- Ø Ροή στους βιομηχανικούς αναμίκτης
- Ø Micromixers

3.7 Διαδικασία & χημική εφαρμοσμένη μηχανική

Οι μηχανικοί ψάχνουν συνεχώς τους τρόπους να βελτιώσουν τις ροές στις βιομηχανικές διαδικασίες. Οι στόχοι περιλαμβάνουν τη βελτίωση της αποδοτικότητας, τη διάσωση της ενέργειας, τη βελτίωση του ολοκληρωμένου προϊόντος και την προστασία του περιβάλλοντος από τα προϊόντα αποβλήτων.

Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Υγρές ροές μετάλλων (φόρμες)
- Ø Υγρές διαδικασίες ψεκασμού μετάλλων
- Ø Παραγωγή μέταλλο-σκονών
- Ø Διαχωριστές κυκλώνων
- Ø Κουκούλες καπνών
- Ø Ink-jet εκτυπωτές
- Ø Ανταλλάκτες θερμότητας
- Ø Dispersers μικροϋπολογιστών
- Ø Χημικές μικροαντιδράσεις

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ LDA

Μετρήσεις ροής στα τόξα και τα πλάσματα συγκόλλησης

Ροή στους μεταλλουργικούς αντιδραστήρες

Έρευνα για τη ροή μορίων στους κυκλώνες

Προσομοίωση των ροών λειωμένων μετάλλων
Μετρίαση επιφάνειας μετάλλων

3.8 Έρευνα στροβιλισμού

Οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ø Έρευνα στροβιλισμού
- Ø Στρώματα ορίου
- Ø Αλληλεπιδράσεις ρευστός-δομών
- Ø Εξέλιξη δίνης
- Ø Μελέτες έντασης επιφάνειας
- Ø Μελέτες μεταφοράς θερμότητας
- Ø Έξοχες ηχητικές ροές
- Ø Επικύρωση κώδικα CFD

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Οπτικές Διατάξεις και Λογισμικό Ελέγχου Μετρήσεων

4.1 BSA

4.1.1 Επιλογή αναλογικής /ψηφιακής εισαγωγής για BSA F/P

Ολοκληρωτές LDA/PDA και συστήματα μετρήσεων

Εφαρμογές

Απόκτηση και συγχώνευση αναλογικών LDA ή PDA δεδομένων, όπως:

Διακυμάνσεων θερμοκρασίας ή συγκεντρώσεων στο νερό με χρήση τεχνικών

LIF (Λείζερ Επαγόμενου Φθορισμού)

Διακυμάνσεων πίεσης με χρήση μικροφώνων

Δονήσεων με χρήση επιταχυνσιόμετρων

Διακυμάνσεων θερμοκρασίας στον αέρα με χρήση ελεγκτών τύπου

ψυχρού καλωδίου

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

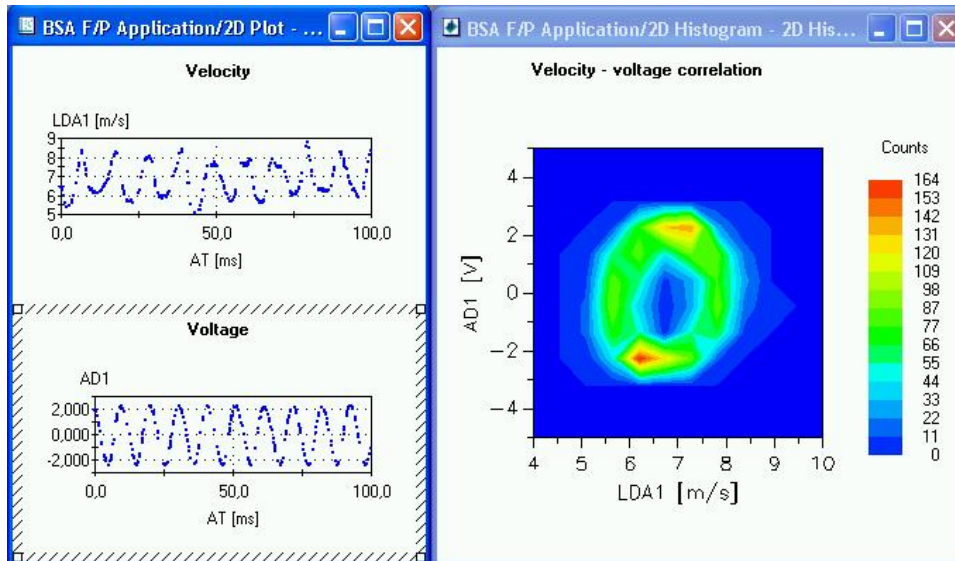
4 αναλογικές και 1 ψηφιακή εισαγόμενη μορφή δεδομένων

Έως και συνολικά 1 ψηφιακή και 8 αναλογικές εισαγόμενες μορφές δεδομένων

Προκαλούμενη από “έκρηξη” (burst) δειγματοληψία

Ταυτόχρονη δειγματοληψία σε όλα τα κανάλια

Ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων μέσω λογισμικού ροής BSA



Σχήμα 4.1 Ενδεικτική εικόνα Λογισμικό επικοινωνίας Χρήστη – Μετρητικής Διάταξης

Εισαγωγή

Πειράματα ρευστοδυναμικής καθώς και δυναμικής σωματιδίων απαιτούν τη συλλογή δεδομένων με εξάρτηση από ένα πλήθος παραμέτρων του υπό εξέταση φαινομένου. Προκειμένου να ερευνηθεί η συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων αυτών, ο συγχρονισμός των δεδομένων είναι απαραίτητος. Η επιλογή εισαγωγής αναλογικών δεδομένων στους επεξεργαστές τύπου BSA F και P, αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την ολοκλήρωση δεδομένων προερχόμενων από διαφορετικούς μετατροπείς.

Αναλογικά δεδομένα σχετικά με τη ταχύτητα ή το μέγεθος των μετρήσεων είναι δυνατόν να συλλεχτούν από τα LDA ή PDA συστήματα και η πληροφορία αποθηκεύεται μαζί με τα δεδομένα των LDA ή PDA για περαιτέρω ανάλυση και παρουσίαση. Αυτά τα δεδομένα εισαγωγής μπορούν να γραμμικοποιηθούν με τη χρήση ενός πολυωνύμου.

Περιγραφή

Η επιλογή εισαγωγής αναλογικών δεδομένων αποτελεί μία επιπρόσθετη (plug-in) λογισμική μονάδα για τον επεξεργαστή τύπου BSA, με τέσσερα κανάλια εισαγωγής. Το BSA μπορεί να διατηρήσει έως και δύο τέτοιες μονάδες. Τα δείγματα των αναλογικών σημάτων που επιλέγονται με την ανίχνευση των εκρήξεων, μετατρέπονται σε ψηφιακά δεδομένα 14 bit και συγχωνεύονται με τα LDA ή τα PDA δεδομένα. Το λογισμικό ροής BSA ελέγχει την οργάνωση, απόκτηση, αποθήκευση και ανάλυση των δεδομένων αυτών. Τα πλήρη χαρακτηριστικά επεξεργασίας και παρουσίασης των δεδομένων του λογισμικού ροής BSA μπορούν να εφαρμοστούν επί των αναλογικών δεδομένων. Αυτά συμπεριλαμβάνουν τον υπολογισμό στατιστικών μεγεθών, φασματική ανάλυση, ανάλυση συσχετισμού, καταλόγους και σχεδιαγράμματα.

Περιβάλλον χρήστη

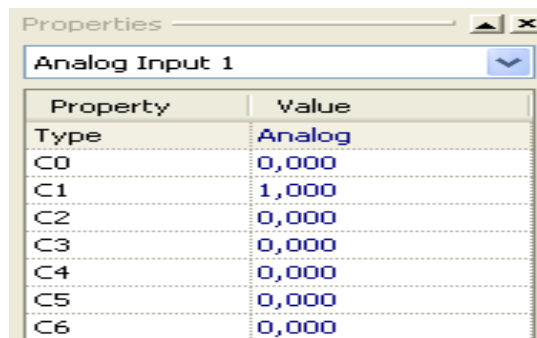
Η πρόσβαση στην επιλογή εισαγωγής αναλογικών /ψηφιακών δεδομένων παρέχεται μέσω του λογισμικού ροής BSA από το αντίστοιχο εικονίδιο που εμφανίζεται στον Πίνακα Συσκευών.



Σχήμα 4.2 Ενδεικτικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης του χρήστη με το λογισμικό του οργάνου

Πρόσβαση της αναλογικής /ψηφιακής εισαγωγής

Τα αναλογικά εισαγόμενα δεδομένα είναι δυνατόν να γραμμικοποιηθούν με τη χρήση πολωνύμων έκτης τάξης. Σε κάθε εισαγόμενο δεδομένο αντιστοιχεί ξεχωριστό πολυώνυμο.



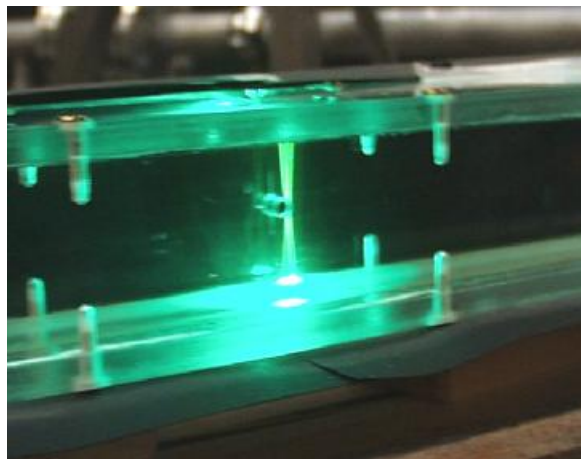
Property	Value
Type	Analog
C0	0,000
C1	1,000
C2	0,000
C3	0,000
C4	0,000
C5	0,000
C6	0,000

Σχήμα 4.3 Συντελεστές πολωνύμων για τη γραμμικοποίηση αναλογικών εισαγόμενων δεδομένων

Παράδειγμα εφαρμογής

Ο συσχετισμός ταχύτητας-συγκέντρωσης στο νερό είναι δυνατόν να μετρηθεί με τη χρήση συνδυασμένων τεχνικών LDA και LIF. Μια φθορίζουσα χρωστική ουσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανιχνευτής συγκέντρωσης. Ο φωτισμός της χρωστικής ουσίας με πράσινο φως από το LDA σύστημα οδηγεί στο φθορισμό της με πορτοκαλί χρώμα. Η ένταση του πορτοκαλιού αυτού φωτός εξαρτάται από τη συγκέντρωση στον ανιχνευτή. Το σκεδαζόμενο από τον μετρούμενο όγκο LDA φως διαχωρίζεται σε πράσινο (για τις LDA μετρήσεις) και σε πορτοκάλι (για τις μετρήσεις συγκέντρωσης). Ο ανιχνευτής τύπου LIF αποτελεί έναν φωτοπολλαπλασιαστή. Το παραγόμενο ανοδικό ρεύμα από τον φωτοπολλαπλασιαστή συνδέεται με τα αναλογικά εισαγόμενα δεδομένα. Το σήμα αυτό εμπεριέχει πληροφορία σχετικά με για τη στιγμιαία συγκέντρωση.

Το μη επεξεργασμένο σήμα της συγκέντρωσης είναι δυνατόν να γραμμικοποιηθεί χρησιμοποιώντας ένα πολυώνυμο στο λογισμικό ροής BSA διαδικασία που είναι βασισμένη στη βαθμολόγηση του ανοδικού ρεύματος ως προς τη συγκέντρωση της χρωστικής ουσίας. Η ροή Reynolds μπορεί να υπολογιστεί από τη γνώση της έντασης στροβιλισμού και των συγκεντρώσεων διακυμάνσεων.



Σχήμα 4.4 Πείραμα LDA / LIF σε υδάτινο κανάλι: ταυτόχρονη μέτρηση της ταχύτητας και της συγκέντρωσης

Προδιαγραφές

Τέσσερα (4) εισαγόμενα κανάλια ανά ενότητα για επεξεργαστές τύπου BSA F και P, έως 2 ενότητες για κάθε BSA, εντός του BSA.

Εύρος εισαγωγής -10 έως +10 V, ανάλυση 14 bit σταθερό όφελος.

Μέγιστος ρυθμός εξαγόμενων δεδομένων 100 k δείγματα/sec ανά κανάλι.

Προκαλούμενη από σκανδαλισμό (burst) δειγματοληψία: ένα αναλογικό δείγμα /κανάλι ανά “έκρηξη” (burst).

Ταυτόχρονη δειγματοληψία σε όλα τα κανάλια

Ψηφιακή εισαγωγή δεδομένων: 16 bit

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Μοντέλο Περιγραφή

62N520 Επιλογή αναλογικής /ψηφιακής εισαγωγής δεδομένων για επεξεργαστές τύπου BSA F& P, 4 κανάλια.

4.1.2 Αναλυτές φάσματος (BSA)

Μετρήσεις ταχύτητας και σωματιδιακών διαστάσεων με χρήση τεχνικών λέιζερ Doppler.

Εφαρμογές

Μετρήσεις ταχύτητας και διαμέτρων σταγονιδίων ψεκαστήρων εγχύσεων-καυσίμων

Μετρήσεις ροής και συγκέντρωσης

Μετρήσεις τύπου εγγύς-τοιχώματος σε υπερηχητικές ροές

Κυκλικά φαινόμενα

1, 2 και 3 συνιστώσες ταχύτητας και μέγεθος σωματιδίου

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

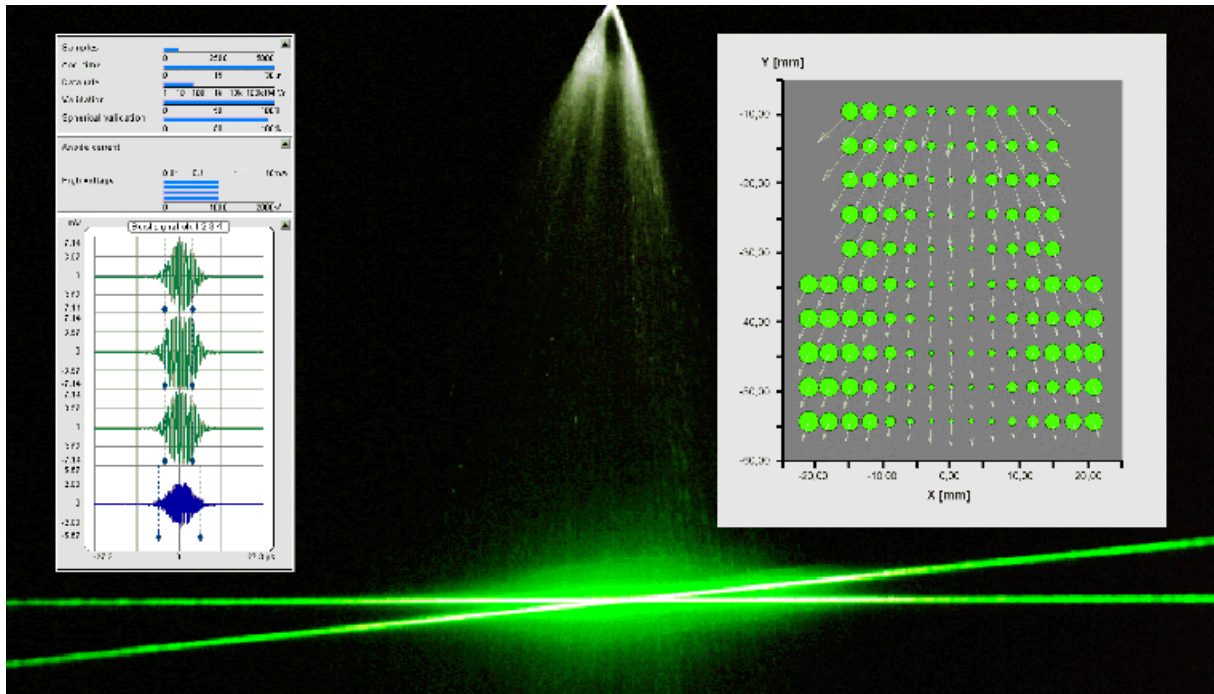
Επεξεργασία πολλαπλών-bit τύπου Άμεσου Μετασχηματισμού Fourier (Fast Fourier Transform)

Αυτόματη προστασία φωτοπολλαπλασιαστή

Ανίχνευση “έκρηξης” (burst) πολλαπλών-bit βασισμένη στο SNR και πλάτος

Προηγμένη επικύρωση ταχύτητας-πεδίου συχνότητας και διαστάσεων

Συνεχής επί της οθόνης παρουσίαση των εκρήξεων



Σχήμα 4.5 Σύστημα συνεχής παρουσίασης επί της οθόνη συμπεριλαμβανομένης της ψηφιακής μορφής των εκρήξεων (αριστερά). Νέα συνδυασμένα γραφήματα ταχύτητας και διαστάσεων σωματιδίων προερχόμενα από ψεκαστήρα (δεξιά).

Εισαγωγή

Οι επεξεργαστές σημάτων της σειράς BSA F και P αποτελούν τους πρώτους εμπορικούς επεξεργαστές τύπου LDA/PDA που έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν ταυτόχρονα το σωματιδιακό μέγεθος και ταχύτητα χρησιμοποιώντας αλγορίθμους εύρωστου τύπου FFT πολλαπλών-bit. Αυτοί συνδυάζουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των προηγούμενων επεξεργαστών τύπου PDA και BSA της Dantec με νέα που προκύπτουν από τις τεχνολογικές εξελίξεις.

Αυτο-προσαρμοζόμενη δειγματοληψία τύπου burst

Η δειγματοληψία τύπου “έκρηξης” (burst) επικεντρώνεται αυτόματα γύρω από το μέγιστο της “έκρηξης” και είναι προσαρμοσμένη στη διάρκεια αυτής. Το γεγονός αυτό διασφαλίζει τη βέλτιστη ανάλυση σημάτων βασισμένη στο σύνολο της εμπειροχόμενης στο σήμα πληροφορίας.

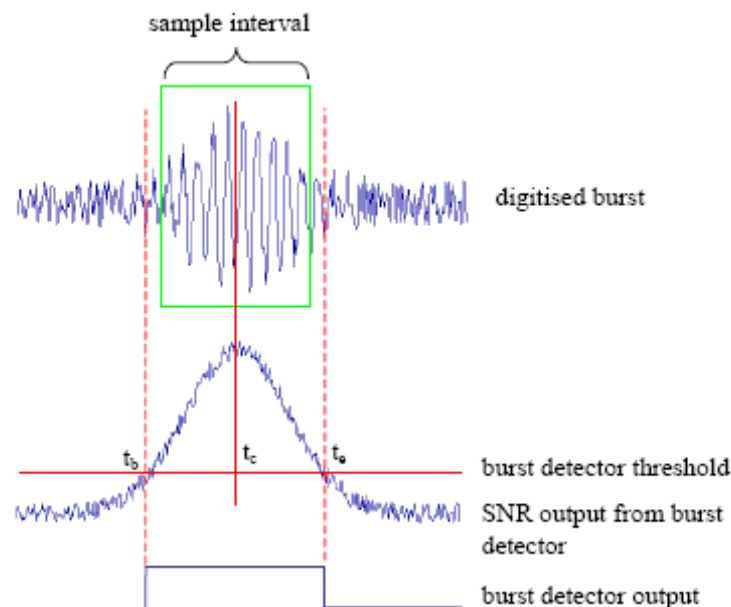
Συνεχής παρουσίαση των burst επί της οθόνης

Η συνεχής παρουσίαση των εκρήξεων επί της οθόνης του BSA παρέχει μία άμεση επιβεβαίωση της ποιότητας του σήματος, του ρυθμού και ορθότητας των δεδομένων, της σύμπτωσης μεταξύ καναλιών, του ανοδικού ρεύματος τύπου PM και της υψηλής τάσης. Αυτό αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη βελτιστοποίηση της οργάνωσης και της επί της οθόνης παρουσίασης των πειραμάτων.

Δυϊκή PDA δυνατότητα

Η δυϊκή PDA οπτική ελαχιστοποιεί τα αποτελέσματα της σωματιδιακής τροχιάς στις μετρήσεις σωματιδιακών διαστάσεων. Οι επεξεργαστές τύπου BSA P60 και P80 έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν με δυϊκή PDA οπτική καθώς επίσης και με τη συμβατική PDA οπτική.

Αυτο-εστίαση κατά το burst.



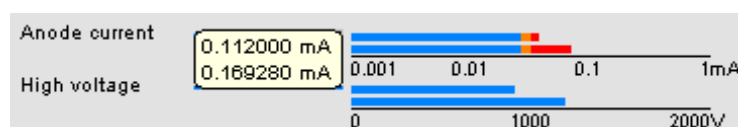
Σχήμα 4.6 Ανίχνευση burst και επιλογή διαστήματος εστίασης.

Οι ανιχνευτικές διαδικασίες σήμα -προς-θόρυβο (SNR) και πλάτος-βασισμένο επί της ανίχνευσης “έκρηξης”(burst) πολλαπλών-bit διασφαλίζουν την εύρωστη ανίχνευση των εκρήξεων και τη δραστική απόρριψη του θορύβου. Το SNR μετριέται σε συνεχή βάση. Ο ανιχνευτής εκρήξεων καθορίζει την έναρξη t_b , και το πέρας t_e της έκρηξης. Το κέντρο της έκρηξης t_c , χρησιμοποιείται στην εστίαση του δείγματος γύρω από την αιχμή της έκρηξης το οποίο αυτόματα προσαρμόζεται έτσι ώστε να είναι το κατάλληλο κατά τη διάρκεια της έκρηξης.

Ετοιμότητα δικτύου με χρήση καθιερωμένης διατάξεως Ethernet

Η χρήση καθιερωμένων Ethernet προσαρμοστών 100 Mbit σημαίνει ότι ο επεξεργαστής μπορεί να συνδεθεί με PC μέσω ενός τοπικού δικτύου. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις, το γεγονός αυτό καθιστά δυνατή την τοποθέτηση του επεξεργαστή σε κοντινό στο πείραμα σημείο, και του PC σε έναν δωμάτιο ελέγχου σε κάποια απόσταση από αυτό.

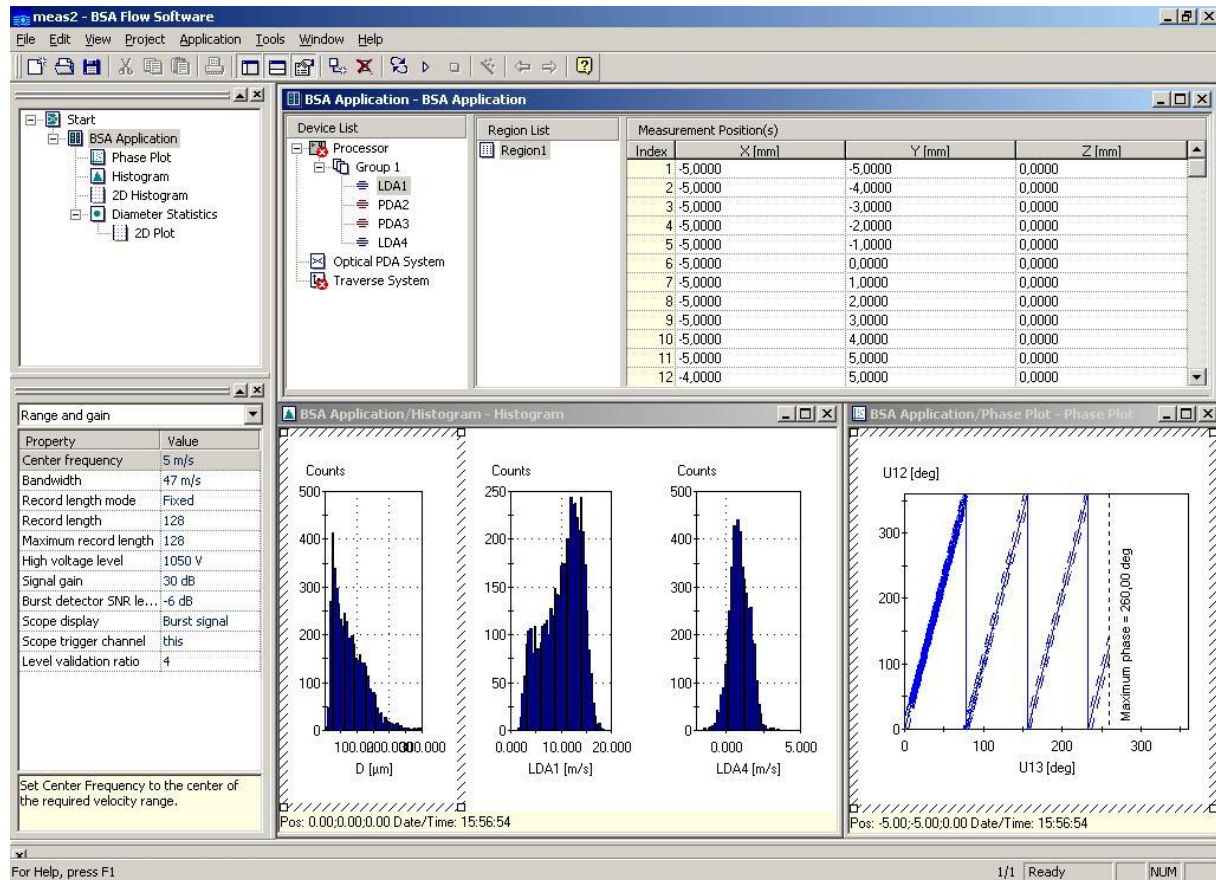
Αυτόματη προστασία του φωτοπολλαπλασιαστή (PM)



Σχήμα 4.7 Ένδειξη της υπερφόρτωσης ανοδικού ρεύματος στο Σύστημα παρακολούθησης

Ο αναλυτής BSA προστατεύει τους φωτοπολλαπλασιαστές από υπερφόρτωση μέσω αυτόματης μείωσης της υψηλής τάσης του πολλαπλασιαστή όταν το ρεύμα λαμβάνει τιμές υψηλότερες μίας οριακής τιμής. Το Σύστημα παρακολούθησης προειδοποιεί τον χρήστη ότι το ρεύμα προσεγγίζει την οριακή τιμή με τη χρήση του πορτοκάλι χρώματος, και με κόκκινο την υπέρβαση αυτής. Το κύκλωμα προστασίας επιτρέπει τη βραχυπρόθεσμη υπερφόρτωση για μετρήσεις σε περιστρεφόμενα μηχανήματα.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων με χρήση λογισμικού ροής τύπου BSA

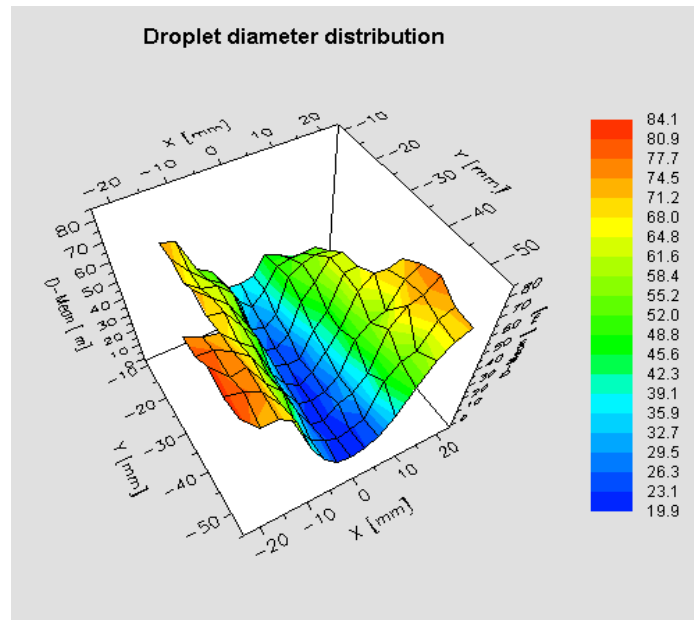


Σχήμα 4.8 Τα παρουσιαζόμενα αποτελέσματα ενημερώνονται κατά συνεχή τρόπο στο λογισμικό ροής τύπου BSA.

Το σύστημα ρυθμίσεων των LDA ή PDA ελέγχεται διαμέσου του λογισμικού ροής BSA της Dantec, το οποίο προσφέρει ανάλυση και παρουσίαση των δεδομένων που καθορίζονται από τον χρήστη και που ενημερώνονται με δυναμικό τρόπο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Οι χρήστες μπορούν να προσαρμόσουν την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιώντας τη σύνδεση MatLab®.

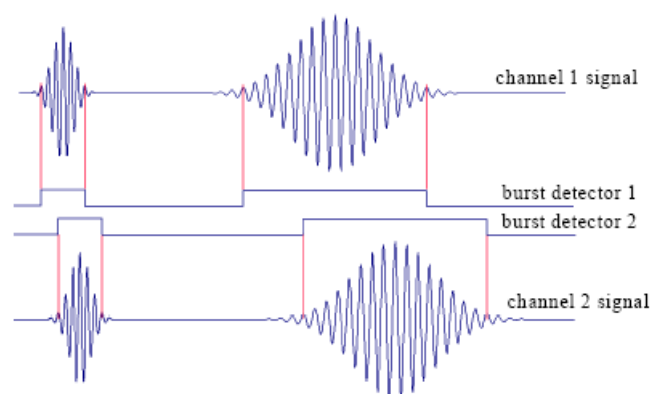
Η γραφική εξαγωγή δεδομένων περιλαμβάνει διανυσματικά γραφήματα με ενδείξεις της σωματιδιακής διαμέτρου, 2D διαγράμματα, 3D διαγράμματα

καθώς και δυναμική ανταλλαγή δεδομένων. Η αριθμητική εξαγωγή δεδομένων περιλαμβάνει δυαδικές, ASCII ή TecPlot συμβατές μορφές.



Σχήμα 4.9 Τρισδιάστατο σχεδιάγραμμα επιφάνειας της κατανομής της Διαμέτρου σταγονιδίων ενός ψεκαστήρα με τη χρήση λογισμικού ροής τύπου BSA.

Δυναμικό φιλτράρισμα σύμπτωσης (DCF)



Σχήμα 4.10 Σήματα Doppler από ένα ταχύ κινούμενο σωματίδιο που ακολουθείται από ένα κινούμενο αργά σωματίδιο, με τις ενδιάμεσες ανιχνεύσεις εκρήξεων να παρουσιάζονται.

Κατά το DCF, λόγω του ότι τα δεδομένα εξόδου του ανιχνευτή επικαλύπτονται, και τα δύο ζευγάρια των εκρήξεων λαμβάνονται. Αντιθέτως, το φιλτράρισμα σύμπτωσης σταθερού παραθύρου θα έχανε το δεύτερο ζευγάρι. Το BSA συμπεριλαμβάνει και τις δύο μεθόδους.

Συμπίπτοντα ή ανεξάρτητα από την ταχύτητα κανάλια.

Οι αναλυτές BSA δύο και τριών καναλιών μπορούν να διαμορφωθούν ώστε να λειτουργούν με κανάλια συμπίπτουσας ταχύτητας, ανεξάρτητα από αυτή ή ακόμα και με συνδυασμό αυτών. Τα ανεξάρτητα της ταχύτητας κανάλια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την συλλογή δεδομένων στο μέγιστο ρυθμό ανά κανάλι. Τα δεδομένα αυτά είναι δυνατόν να επεξεργαστούν στη συνέχεια από φιλτράρισμα συμπτωματικού τύπου.

Αυτόματος διακόπτης υψηλής τάσης φωτοπολλαπλασιαστή.

Η υψηλή τάση του φωτοπολλαπλασιαστή ενεργοποιείται αυτόματα όταν η οθόνη συνεχούς ελέγχου λειτουργεί, ή/ και όταν απαιτείται απόκτηση δεδομένων. Το γεγονός αυτό προστατεύει το φωτοπολλαπλασιαστή και επεκτείνει τη διάρκεια ζωής του.

Υψηλοί ρυθμοί δεδομένων με προηγμένη προσωρινή αποθήκευση

Η χρήση τεχνικών προσωρινής αποθήκευσης κυκλωμάτων δυϊκών θυρών καθώς και τα DSP επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων από μετρήσεις σε πολύ υψηλούς ρυθμούς, χαρακτηριστικοί σε υπερηχητικές ροές, ψεκαστήρες έγχυσης καυσίμων, σωλήνες κλονισμού και άλλες εφαρμογές υψηλής ταχύτητας.

Ροές υψηλής ταχύτητας με σύντομες εκρήξεις

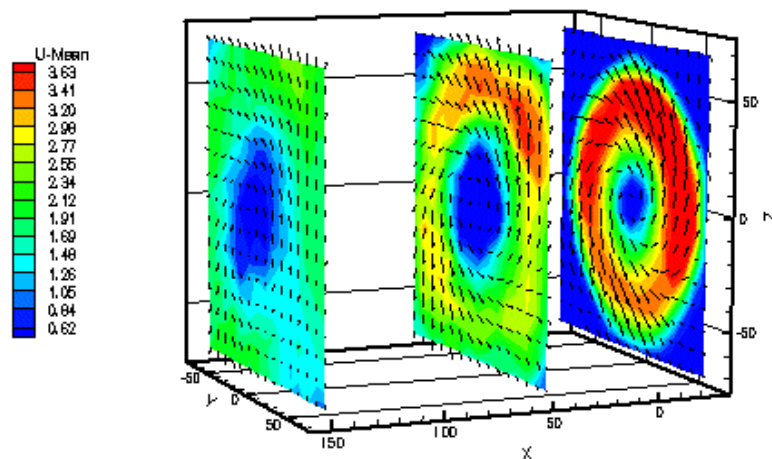
Η σύγχρονη οπτική των απαιτητικών εφαρμογών συχνά χρησιμοποιεί πολύ μικρό όγκο μετρήσεων. Στις ροές υψηλής ταχύτητας, οι εκρήξεις Doppler ενδεχομένως να έχουν πολύ σύντομη διάρκεια. Η δειγματοληψία υψηλών

ρυθμών των BSA καθώς και το υψηλό αυτοπροσαρμοζόμενο διάστημα δειγματοληψίας είναι σε θέση να εξαγάγουν πληροφορία αξιόπιστης ταχύτητας και μεγέθους από εκρήξεις συντομότερες από 50 ns.

Ταχύτητα εκτεταμένου εύρους

Το BSA έχει εκτεταμένο εύρος επιλογών κεντρικών συχνοτήτων και εύρη ζώνης Η μέγιστη συχνότητα εισαγωγής δεδομένων των 180 MHz του BSA F/P 80 το καθιστά βέλτιστη επιλογή για υψηλής ταχύτητας τυρβώδη ροών και ψεκαστήρων. Ο χρήστης εργάζεται απευθείας σε μονάδες ταχύτητας. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέγει την προτιμημένη μονάδα ταχύτητας ως m/s, ft/s ή ft/min. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία μπορούν επίσης να τυποποιηθούν.

Ευέλικτη ανταλλαγή δεδομένων



Σχήμα 4.11 Εξαγόμενα σε TecPlot δεδομένα για παρουσίαση: ροή που διεγείρει έλικα

Το λογισμικό ροής BSA έχει εκτεταμένες δυνατότητες ανταλλαγής δεδομένων:

Σύνδεση MatLab

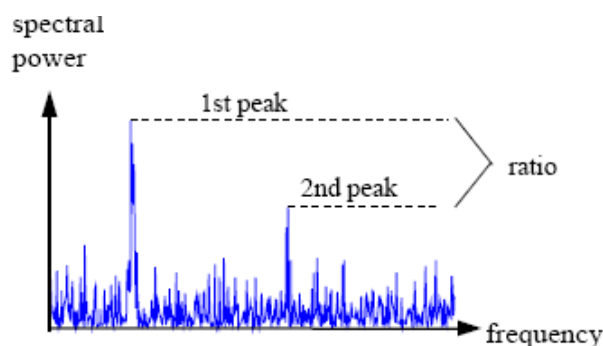
Εξαγωγή σε δυαδική και ASCII μορφές

Εξαγωγή σε μορφή TecPlot

Εξαγωγή γραφημάτων σε καθιερωμένες μορφές

Τα έγγραφα MatLab του χρήστη, για την επεξεργασία και την παρουσίαση δεδομένων, είναι δυνατόν να ενσωματωθούν στο λογισμικό χρησιμοποιώντας τη σύνδεση MatLab. Κάτι που φανερώνει ένα πλήθος δυνατοτήτων που ο χρήστης μπορεί να εκμεταλλευθεί ώστε να προσαρμόσει την ανάλυση των δεδομένων στις ιδιαίτερες ανάγκες του και να τα παρουσιάσει συγχρόνως στο λογισμικό ροής BSA. Τα έγγραφα MatLab είναι δυνατόν να ανταλλαχθούν μεταξύ χρηστών διάμεσου της ιστοσελίδας της Dante Dynamics. Η μορφή TecPlot παρέχει πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα γραφικών δυνατοτήτων παρουσίασης. Η δυαδική μορφή είναι συμπαγής και αποδοτική. Δεδομένα μπορούν να εξαχθούν on-line. Η ASCII είναι αναγνώσιμη από σχεδόν όλα τα λογισμικά τρίτων.

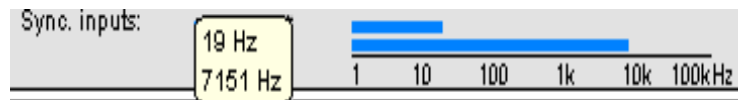
Προηγμένη επικύρωση φάσματος burst.



Σχήμα 4.12 Επικύρωση φάσματος burst μέσω του λόγου κορυφών

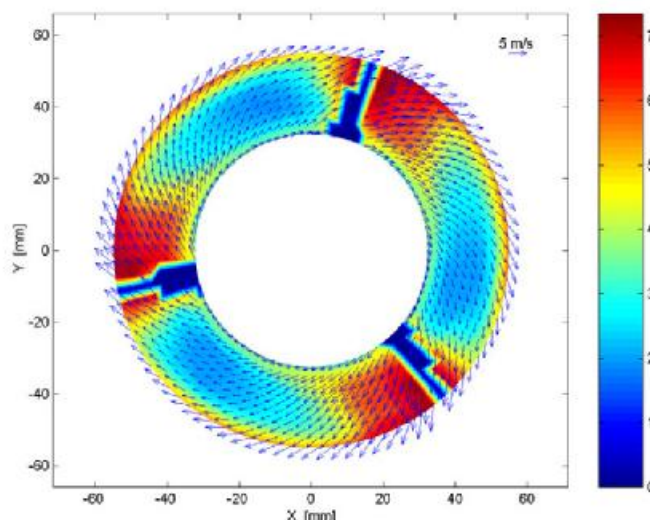
Βασισμένοι επί της εκάστοτε ψηφιακόποιημένης έκρηξης (burst), ο DSP υπολογίζει το φάσμα συχνοτήτων χρησιμοποιώντας ένα FFT οκτώ bit. Η συχνότητα Doppler εξάγεται από το φάσμα μέσω zero-padding και curve-fitting. Το αποτέλεσμα επικυρώνεται διαμέσου του λόγου μεταξύ της υψηλότερης και της αμέσως υψηλότερης φασματικής κορυφής. Στο BSA F/P80, η κορυφή επικύρωσης είναι προσαρμόσιμη. Ο συνδυασμός μίας εύρωστης διαδικασίας ανίχνευσης εκρήξεων και εύρους συχνοτήτων επικύρωσης αποτελεσματικά αποτρέπει λανθασμένα δεδομένα.

Παρουσίαση συγχρονισμού.



Σχήμα 4.13 Παρουσίαση του ρυθμού παλμών συγχρονισμού στο Σύστημα ελέγχου

Οι BSA έχουν τη δυνατότητα του ενσωματωμένου συγχρονισμού εισαγόμενων δεδομένων για την έναρξη και το πέρας της συλλογής δεδομένων, για τη συγχώνευση της γωνίας κωδικοποίησης καθώς και για την επαναρύθμιση του παλμού αφίξεων από τα δεδομένα ταχύτητας ή μεγέθους. Τα δεδομένα του ρυθμού του παλμού συγχρονισμού επιδεικνύονται στο Σύστημα ελέγχου.



Σχήμα 4.14 Ανάλυση κωδικοποιημένων δεδομένων ταχύτητας από έναν έλικα. Τα δεδομένα επεξεργάζονται και παρουσιάζονται μέσω της σύνδεσης MatLab.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

BSA F80	επεξεργαστής LDA, μέγιστη συχνότητα 180 MHz
BSA P80	επεξεργαστής PDA και LDA, μέγιστη συχνότητα 180 MHz
BSA F60	επεξεργαστής PDA, μέγιστη συχνότητα 100 MHz
BSA P60	επεξεργαστής PDA και LDA, μέγιστη συχνότητα 100 MHz
Διασύνδεση συγχρονισμού	Για BSA F60, P60, F80 και P80



Σχήμα 4.15 Επεξεργαστής BSA PDA τριών-συνιστωσών, εξ ολοκλήρου ελέγξιμος μέσω λογισμικού.

Προδιαγραφές.

Μέγιστη συχνότητα

BSA F/P 80 180 MHz

BSA F/P 60 100 MHz

Ελάχιστη συχνότητα

BSA F/P 80 0.21 Hz

BSA F/P 60 0.28 Hz

Μέγιστο εύρος ζώνης

BSA F/P 80 120 MHz

BSA F/P 60 30 MHz

Ελάχιστο εύρος ζώνης

BSA F/P 80 11 kHz

BSA F/P 60 15 kHz

Ανίχνευση έκρηξης 8 bit SNR και βασισμένο επί πλάτους

Δειγματοληψία έκρηξης Εστιασμένη γύρω από το μέγιστο της έκρηξης και καταγραφή του αυτο-προσαρμόσιμο από το εύρος της έκρηξης διαστήματος

Επικύρωση έκρηξης

BSA F/P 80 8 bit FFT με zero-padding and curve fitting
προσαρμόσιμο λόγο κορυφής φάσματος έκρηξης
BSA F/P 60 Καθορισμένο λόγο κορυφής φάσματος έκρηξης

Δυναμικό φιλτράρισμα σύμπτωσης	Για το βέλτιστο ρυθμό δεδομένων για τυρφόδης ροές
Ψηφιακό σήμα	8 bit
Ελάχιστος χρόνος διέλευσης	
BSA F/P 80	< 50 ns
BSA F/P 60	< 100 ns
Μήκος καταγραφής	Δυναμικά προσαρμοσμένο στο μήκος της έκρηξης: 16 έως 256 δείγματα
Δυνατότητα Δυϊκού PDA	Για την απαλοιφή αποτελεσμάτων της σωματιδιακής τροχιάς σε PDA
Εξαγόμενα δεδομένα	
Συχνότητα	16 bit
Φάση	16 bit
Χρονική επικύρωση	48 bit
Χρόνος διέλευσης	12 bit
Προστασία υπερφόρτωσης	
Φωτοπολλαπλασιαστή	Αυτόματη
Καθορισμένη από χρήστη επεξεργασία	Δυναμική, ενσωματωμένος μέσω της σύνδεσης MatLab

Απομονωτής εισαγωγής	Μηδενικός νεκρός χρόνος για τον υψηλότερο ταυτόχρονο ρυθμό δεδομένων
Διασύνδεση PC	100 Mbit Ethernet
Συγχρονισμός διασύνδεσης	Επιλογή

4.1.3 Πληροφορίες προϊόντος - Επιλογή συγχρονισμού για BSA F/P50, 60, 80.

Εφαρμογές

Έλεγχος του συστήματος LDA διαμέσου εξωτερικού εξοπλισμού Χρήση των αξονικών κωδικοποιητών με περιστρεφόμενα μηχανικά μέρη για το συσχέτισμό δεδομένων ταχύτητας και γωνιακής θέσης Συστήματα προκαλούμενης ή gating συλλογής δεδομένων.

Εισαγωγή

Η επιλογή συγχρονισμού παρέχει τη δυνατότητα της ουσιαστικής σύνδεσης μεταξύ ενός LDA ή ενός συστήματος PDA μίας εξωτερικής συσκευής, η οποία μπορεί να είναι ένα σύστημα καταγραφής δεδομένων, ένας υπολογιστής που ελέγχει ένα πείραμα, μετατροπείς A/D, συσκευές ώθησης ή αξονικοί κωδικοποιητές.

Σχετικά με την εισαγωγή δεδομένων, το σύστημα LDA ή PDA μπορεί να τρέχει ως δευτερεύων υπολογιστής που θα ελέγχεται από μία άλλη συσκευή όπως από τον κύριο υπολογιστή του πειράματος.

Σχετικά με την εξαγωγή δεδομένων, το σύστημα LDA ή PDA μπορεί να αποτελεί τον κύριο υπολογιστή ελέγχοντας άλλες συσκευές του πειράματος, π.χ. μετατροπείς A/D.

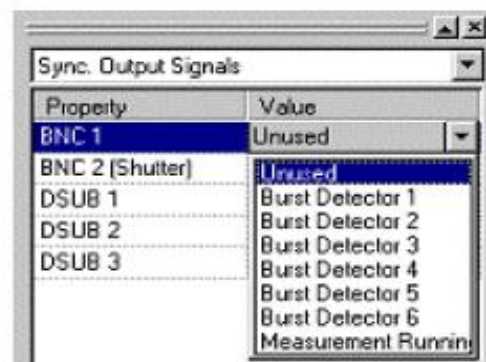
Αποτελέσματα συγχρονισμού

Δύο τύποι σημάτων μπορούν να απεικονιστούν σε connectors

"Προγραμματισμένη εξαγωγή δεδομένων 1" ή "S1":

Το σήμα ανιχνευτών έκρηξης TTL, το οποίο είναι υψηλό κατά τη διάρκεια της έκρηξης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί π.χ. για την εκκίνηση δημιουργίας ενός πίνακα A/D.

Το σήμα μίας Τρέχουσας Μέτρησης TTL, το οποίο είναι υψηλό κατά τη διάρκεια της συλλογής δεδομένων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το gating ενός άλλου επεξεργαστή BSA ή μίας εξωτερικής συσκευής κατά τη συλλογή δεδομένων.



Σχήμα 4.16 Ιδιότητες συγχρονισμού εξαγόμενων δεδομένων του λογισμικού ροής

Χαρακτηριστικά

Εισαγόμενα δεδομένα συγχρονισμού για την έναρξη και το πέρας της συλλογή δεδομένων, για την ανάγνωση αξονικών κωδικοποιητών γωνιών και για την επαναρύθμιση παλμών, ή ακόμα για τη χρονική επικύρωση εξωτερικών

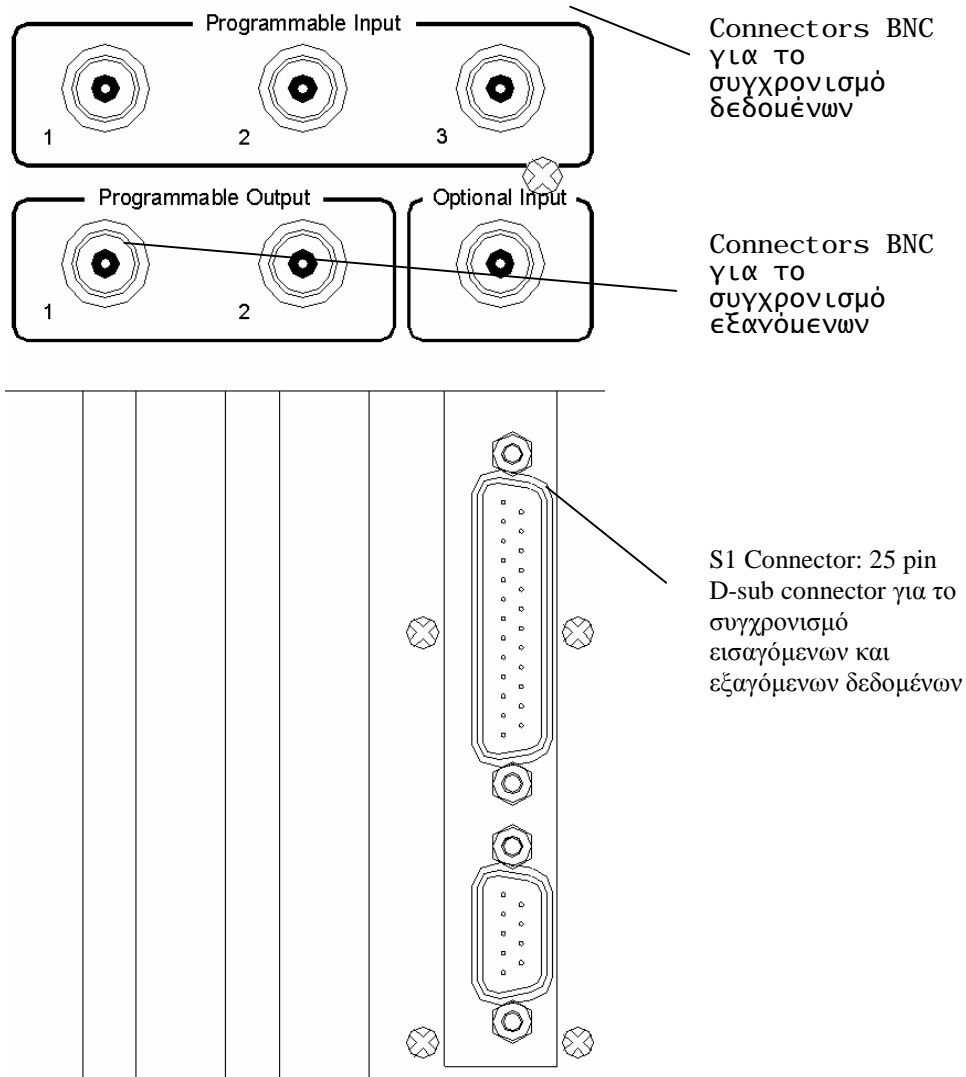
παλμών συγχρονισμού. Αποτελέσματα συγχρονισμού για τις εν λειτουργία συσκευές και αποτελέσματα από τους ανιχνευτές έκρηξης.

Περιγραφή.

Ο επεξεργαστής BSA κατέχει ένα πλήθος connectors εισαγωγής και εξαγωγής για το συγχρονισμό και ουσιαστική σύνδεση με εξωτερικές συσκευές. Το λογισμικό ροής BSA ελέγχει τη δρομολόγηση αυτών των σημάτων από /προς τους connectors στο οπίσθιο πλαίσιο διαμέσου των ιδιοτήτων του μενού οργάνωσης των Σημάτων Συγχρονισμού Εισαγωγής και Σημάτων Συγχρονισμού Εξαγωγής δεδομένων.

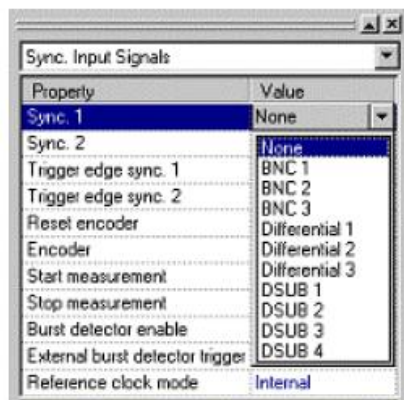
Σύνδεσμοι (Connectors) συγχρονισμού.

Οι εισαγωγές δεδομένων μπορούν να είναι TTL για τους connectors προγραμματίσιμης Εισαγωγής δεδομένων BNC και επί ορισμένων pin του S1 connector, ή διαφορεικά σήματα σε άλλα pins του S1 connector. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα είναι δυνατόν να απεικονιστούν στον connector της Προγραμματίσιμης Εξαγωγή δεδομένων 1 BNC ή σε ορισμένα pins του connector S1. Αποτελούν σήματα επιπέδων TTL. Η Προγραμματίσιμη Εξαγωγή δεδομένων φυλάσσεται για χρήση του συστήματος σε σύνδεση με την οπτική PDA.



Σχήμα 4.17 Connectors συγχρονισμού του οπίσθιου πλαισίου του BSA

Συγχρονισμός δεδομένων εισαγωγής



Σχήμα 4.18 Ιδιότητες δεδομένων εισαγωγής συγχρονισμού στο λογισμικό ροής

Συγχρονισμός¹ και Συγχρονισμός²: για τη χρονική επικύρωση εξωτερικών γεγονότων /παλμών όπως οι παλμοί επαναρύθμισης και οι παλμοί γωνιών από έναν κωδικοποιητή γωνιών. Οι Προσθήκες των Κυκλικών Φαινομένων του λογισμικού Ροής BSA έχουν τη δυνατότητα να ταξινομούν δεδομένα σύμφωνα με το χρόνο που παρήλθε από την τελευταία επαναρύθμιση εάν ο ο παλμός επαναρύθμισης είναι συνδεδεμένος με το Συγχ. 1

Trigger edge Συγχ. 1 και 2: η τιμή μπορεί να είναι Θετική ή Αρνητική. Αυτές καθορίζουν το κατά πόσο το triggering αποτελεί η θετικά-κινούμενη ή η αρνητικά-κινούμενη άκρη του παλμού.

Κωδικοποιητής επαναρύθμισης: χρησιμοποιείται για παλμούς κωδικοποίησης τύπου μία φορά-ανά-περιστροφή. Αυτό επαναρυθμίζει έναν εσωτερικό μετρητή κωδικοποίησης

Κωδικοποιητής: χρησιμοποιείται για παλμούς κωδικοποίησης. Είναι συνδεδεμένος με έναν μετρητή, του οποίου η ανάγνωση πραγματοποιείται όταν ανιχνεύεται μια έκρηξη Doppler. Η ανάγνωση του μετρητή χρησιμοποιείται για τη συσχέτιση μετρήσεων ταχύτητας και γωνιακής θέσης του κωδικοποιητή. Στο Επιπρόσθετο των Κυκλικών Φαινομένων, τα δεδομένα μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τη γωνιακή θέση για τη γραφική αναπαράσταση π.χ. της ταχύτητας ως προς τη γωνία. Ο αριθμός των παλμών κωδικοποίησης οι παλμοί ανά περιστροφή ή ανά κύκλο καθορίζουν τη γωνιακή ανάλυση

Έναρξη μετρήσεων: το δεδομένο που προκαλεί την εισαγωγή θα εκκινήσει τη συλλογή δεδομένων και ως εκ τούτου και του μετρητή του χρόνου αφίξεως του BSA στην αναπτυσσόμενη άκρη ενός παλμού TTL

Πέρασ μετρήσεων: το δεδομένο που προκαλεί την εισαγωγή θα τερματίσει τη συλλογή δεδομένων στη μειωμένη άκρη ενός παλμού TTL. Το ίδιο σήμα της θύρας TTL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έναρξη και το πέρας των μετρήσεων εάν η Έναρξη και το Πέρασ της μέτρησης είναι συνδεδεμένα σε αυτό.

Ενεργοποιημένος ανιχνευτής έκρηξης: αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σήμα θύρας ώστε να επιτραπούν μετρήσεις μόνο κατά το χρονικό διάστημα που το σήμα είναι υψηλό (επίπεδο TTL). Η διαφορά μεταξύ αυτού του εισαγόμενου δεδομένου και του δεδομένου έναρξης /πέρατος είναι ότι το δεύτερο εκκινεί ή σταματάει τον μετρητή του χρόνου άφιξης, ενώ η ενεργοποίηση του ανιχνευτής εκρήξεων απλά ενεργοποιεί ή θέτει εκτός λειτουργίας την ανίχνευση εκρήξεων, ενώ ο μετρητής του χρόνου άφιξης συνεχίζει την καταμέτρηση

Trigger εξωτερικού ανιχνευτή εκρήξεων: μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σύνδεση με κυκλώματα ανιχνευτών εκρήξεων τρίτων

Κατάσταση χρονιστή αναφοράς: μπορεί να είναι Εσωτερικός ή Εξωτερικός. Η προεπιλογή είναι αυτή του εσωτερικού. Εάν δύο ή περισσότερα BSA χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα, ένα από αυτά απαιτείται να έχει αυτήν την επιλογή προκαθορισμένη ως εσωτερικός και ο BNC connector "10 MHz REF out" από αυτήν την μονάδα θα πρέπει να είναι συνδεδεμένος με το "10 MHz REF In" του άλλου ή των άλλων BSA, που θα πρέπει να έχουν επιλεγμένη την επιλογή εξωτερική. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό με άλλες εξωτερικές συσκευές.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο	Περιγραφή
62N560	Επιλογή συγχρονισμού για BSA F/P 50, 60 και 80

Σχετικά προϊόντα

Πρότυπο	Περιγραφή
62N20	Επεξεργαστής ροής BSA F50
62N25	Σωματιδιακός επεξεργαστής ροής P50 BSA
62N40	Επεξεργαστής ροής BSA F60

62N45	Σωματιδιακός επεξεργαστής ροής P60 BSA
62N50	Επεξεργαστής Ροής BSA F50
62N55	Σωματιδιακός επεξεργαστής Ροής P80 BSA
57S10	Λογισμικό ροής BSA (κύρια συσκευασία), περιλαμβάνει Προσθήκες Κυκλικών Φαινομένων
41N75	Γωνιακός κωδικοποιητής, 3600 παλμούς /περιστροφή και 1 παλμό αναφοράς, μέγιστου ρυθμού παλμών 300 kHz, καλώδιο 5 m

4.2 LDA OPTICAL SYSTEM.

Εφαρμογές

Μετρήσεις ροής σε χώρους περιορισμένων διαστάσεων, περιορισμένα χωρικά διαστήματα, διατηρώντας μικρό όγκο μετρήσεων. Οργανωτικό πλαίσιο όπου οι εκλεκτές μετρήσεων ινών ροής 14mm έχουν πολύ μικρό χωρικό διαχωρισμό μέτρησης ή πολύ μεγάλο όγκος μέτρησης Μετρήσεις όπου οι εκλεκτές μετρήσεων ινών ροής 60mm είναι πού μεγάλοι, αλλά όπου απαιτείται ένας παρόμοιος όγκος μετρήσεων. Συμπαγείς 3D οπτικές οργανώσεις για μετρήσεις αποστάσεων έως και 160 mm.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

1.35 mm διάμετρο ακτίνας για μικρό όγκο μετρήσεων

Υδατοστεγές σχεδιασμός επί ανοξείδωτου χάλυβα

Έντες χωρίς συντήρηση λόγω του ότι οι ίνες των connectors έχουν σφραγισμένες άκρες

Ευθυγραμμισμένη εργοστασιακή οπτική για την διευκόλυνση της χρήσης

Εστιακό μήκος έως και 160 mm, έως και 400 mm με την επιλογή αποσυμπιεστή αλ ακτινών

Διαθέσιμοι ελεγκτές 1 και 2-τμημάτων



Σχήμα 4.19 Πηγή Laser Οπτικής Ίνας.

Εισαγωγή

Σε πολλές εφαρμογές της ανεμομετρίας Laser Doppler, ο χώρος γύρω από το tip της ροής είναι περιορισμένος. Κάτι που απαιτεί τη χρήση μικρών οπτικών κεφαλών. Λόγω των μικρών διαστάσεων των ελεγκτών, είναι απαραίτητη η χρήση οπτικών διαμορφωτών με μικρή διάμετρο ακτίνας επί των ελεγκτών, κάτι που δυστυχώς επιφέρει σχετικά μεγάλο όγκο μετρήσεων. Επιπλέον, οι ελεγκτές με μικρή διάμετρο απαιτούνται να έχουν εμπρόσθιους φακούς με βραχύ εστιακό μήκος για τη διατήρηση μίας λογικής γωνίας διατομής καθώς και ελαφριάς γωνίας συλλογής.

Ο ελεγκτής ροής ίνας 27 mm επιλύει την απαίτηση ελεγκτών μικρού φυσικού μεγέθους, με την ταυτόχρονη διατήρηση ενός μικρού όγκου μετρήσεων.

Περιγραφή

Ο ελεγκτής ίνας ροής 27 mm είναι ένας εργοστασιακά ευθυγραμμισμένος ελεγκτής από ανοξείδωτο χάλυβα. Χρησιμοποιεί σχεδιασμό τραχύ οπτικών ινών με εντελώς σφραγισμένες οπτικές ίνες που δεν απαιτούν συντήρηση αφού καμία μόλυνση δεν είναι δυνατόν να εμφανιστεί.

Η πολύ συμπαγής συσκευασία έχει καταστήσει δυνατή την 1.35 mm διάμετρο ακτίνας, όπως σε μεγαλύτερους ελεγκτές.

Χωρικές μετρήσεις έως και 160 mm είναι εφικτές με τους συνηθισμένους εμπρόσθιους φακούς.

Χωρικές μετρήσεις έως και 400 mm είναι εφικτές με τη χρήση του προαιρετικού αποσυμπιεστή ακτινών διαμέτρου 60 mm.

Απαραίτητο υλικό.

Το φως λέιζερ προωθείται στις οπτικές ίνες μέσω του αποστολέα 60X41 και του χειριστή ινών 60X24. Ο αποστολέας τοποθετείται επί ενός πάγκου τοποθετήσεως. Η χρήση ενός λέιζερ Argon-Ion είναι απαραίτητη.

Με τον προαιρετικό αποσυμπιεστή ακτινών, το διάστημα ακτινών και η διάμετρος αυτών διπλασιάζεται. Αυτό επιφέρει τη μείωση της διαμέτρου του όγκου μετρήσεων στο μισό για σταθερό εστιακό μήκος, ή το ίδιο μέγεθος όγκου μετρήσεων για το διπλάσιο εστιακό μήκος.

Σχετικά προϊόντα

Πρότυπο Περιγραφή

- | | |
|-------|---|
| | Αποσυμπιεστής ακτινών για τον ελεγκτή Ίνας Ροής 27 mm, |
| 61X40 | διάμετρος 60 mm, παράγοντας διαστολής 2, συμβατός
με τους εμπρόσθιους φακούς διαμέτρου 60 mm |
| 60X24 | Χειριστής ινών |

60X41	Αποστολέας
55X35	Ο διαχωριστής χρωμάτων, περιλαμβάνει 488 και 514.5 nm φίλτρα διασύνδεσης
41X910	Φίλτρο παρεμβολής, 476.5 nm
57X08	Φωτοπολλαπλασιαστής με ενισχυτή
50X21	Mounting bench, ευθύς, 1200 mm.
50X20	Mounting bench, ευθύς, 1800 mm Λείζερ Argon-Ion, αερόψυκτο ή υδρόψυκτο Λείζερ bench fittings

Προδιαγραφές

Διαστάσεις ελεγκτών	Ø27 x 205 mm (περιλαμβάνει εμπρόσθιο φακό αλλά όχι καλώδια)
Μήκος καλωδίων ελεγκτών	5 m, 10 m ή 20 m (άλλα μήκη κατόπιν αιτήσεως)
Υλικό	Ανοξείδωτος χάλυβας
Διάμετρος ακτίνων	1.35 mm
Διάστημα ακτίνων	15 mm

Διαστάσεις του όγκου μετρήσεων (για 488 nm)

Εστιακό μήκος mm	Διάμετρος Mm	Μήκος mm	Διάστημα περιθωρίου μ
60	0.028	0.22	1.97
100	0.046	0.62	3.26
160	0.074	1.57	5.21

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο Περιγραφή

61X22	1-D ελεγκτής, διάμετρο 27 mm, ανοξείδωτος χάλυβας (υδατοσυμπιεσμένος), 1.35 mm διάμετρο ακτίνας, καλώδιο μήκους 5 m
61X23	2-D ελεγκτής, διάμετρο 27 mm, ανοξείδωτος χάλυβας (υδατοσυμπιεσμένος), 1.35 mm διάμετρο ακτίνας, καλώδιο μήκους 5 m
61X30	Εμπρόσθιους φακούς, 27 mm, f=60 mm, ανοξείδωτος χάλυβας (υδατοσυμπιεσμένος)
61X32	Εμπρόσθιους φακούς, 27 mm, f=100 mm, ανοξείδωτος χάλυβας (υδατοσυμπιεσμένος)
61X35	Εμπρόσθιους φακούς, 27 mm, f=160 mm, ανοξείδωτος χάλυβας (υδατοσυμπιεσμένος)

Οι εμπρόσθιοι φακοί είναι κατασκευασμένοι για χρήση εντός του αέρα. Εμπρόσθιοι φακοί για καταδυόμενους ελεγκτές διατίθενται κατόπιν αιτήσεως.

4.2.2 Ελεγκτές Ίνας Ροής διαμέτρου 60 mm

Εφαρμογές

Μετρήσεις ροής αποστάσεων από 120 έως 1000 mm

Μετρήσεις ψεκαστήρων

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Ίνες που δεν απαιτούν συντήρησης επειδή οι connectors έχουν σφραγισμένες άκρες ινών

Εργοστασιακά ευθυγραμμισμένη οπτική για ευκολία χρήσης

Εκδόσεις με 1 και 2-τμήματα
Διάμετρος ακτινών 1.35 mm ή 2.2 mm
Σχεδιασμός για προστασία κατά ψεκασμούς



Σχήμα 4.20 Πηγή Laser Οπτικής Ίνας για μετρήσεις κοντινών αποστάσεων

Εισαγωγή

Οι ελεγκτές Ίνας Ροής 60 mm σχεδιάζονται ώστε να χρειάζονται την ελάχιστη δυνατή συντήρηση, με εργοστασιακά ευθυγραμμισμένη οπτική και ίνες που δεν χρειάζονται συντήρηση. Η μόνη ρύθμιση που απαιτείται είναι η τοποθέτηση των χειριστών για τη βέλτιστη μετάδοση του φωτός λέιζερ διαμέσου των οπτικών ινών. Οι ελεγκτές είναι πολύ κατάλληλοι για rigs ροής μέτριου μεγέθους. Ο συμπαγής, ελαφρύς σχεδιασμός τους καθιστά εύκολους στο χειρισμό. Άριστη ποιότητα σήματος με ελάχιστη εσωτερική αντανάκλαση που διασφαλίζεται από το αχρωματικό οπτικό σχεδιασμό και ενσωματωμένα διαφράγματα.

Περιγραφή

Οι εργοστασιακά ευθυγραμμισμένοι ελεγκτές Ίνας Ροής 60 mm είναι πολύ κατάλληλοι για μετρήσεις ψεκασμών. Σχεδιασμός των τραχιών οπτικών ινών με εντελώς σφραγισμένες οπτικές ίνες που δεν απαιτούν συντήρηση αφού καμία μόλυνση δεν είναι δυνατόν να εμφανιστεί.

Οι ελεγκτές είναι διαθέσιμοι με διάμετρο ακτίνων 1.35 mm ή οι 2.2 mm. Μεγάλες διαμέτροι ακτίνων παρέχουν μικρότερο όγκου μετρήσεων.

Μετρήσεις αποστάσεων έως και 400 mm είναι εφικτές με τη χρήση συνηθισμένων εμπρόσθιων φακών. Αποσυμπιεστής ακτίνων και μεγαλύτερης διαμέτρου εμπρόσθιοι φακοί είναι διαθέσιμοι για εστιακά μήκη έως 1000 mm.

Απαραίτητο υλικό

Το φως λέιζερ προωθείται στις οπτικές ίνες μέσω του αποστολέα 60X41 και του χειριστή ινών 60X24. Ο αποστολέας τοποθετείται επί ενός πάγκου τοποθετήσεως. Η χρήση ενός λέιζερ Argon-Ion είναι απαραίτητη.

Ο διαστολέας της οπτικής δέσμης διπλασιάζει το διάστημα της δέσμης και τη διάμετρο αυτών. Αυτό επιφέρει τη μείωση της διαμέτρου του όγκου μετρήσεων στο μισό για σταθερό εστιακό μήκος, ή το ίδιο μέγεθος όγκου μετρήσεων για το διπλάσιο εστιακό μήκος.

Προδιαγραφές

Διαστάσεις ελεγκτών	Ø60 x 275 mm
Μήκος καλωδίων ελεγκτών	5 m, 10 m or 20 m (άλλα μήκη κατόπιν αιτήσεως)
Καλώδιο ελέγχων	Υδατοστεγής, θωρακισμένος, διάμετρος 11.5 mm
Υλικό	Μαύρο αλουμίνιο

Βάρος	1.0 Kg
Διάμετρος δέσμης	1.35 mm ή 2.2 mm
Διάστημα δέσμης	38 mm
Μετάδοση Ινών	Πόλωση που διατηρεί single-mode
Λήψη ινών	Πολλαπλού τρόπου

Δεδομένα όγκου μετρήσεων

Εστιακό μήκος mm	Δέσμες 1.35 mm		Δέσμες 2.2 mm	
	Διάμετρος mm	Μήκος mm	Διάμετρος mm	Μήκος mm
120	0.058	0.37	0.036	1.64
160	0.078	0.66	0.048	2.18
200	0.097	1.03	0.060	3.72
250	0.12	1.6	0.075	3.39
300	0.15	2.3	0.089	4.07
400	0.19	4.1	0.119	5.42

Οι τιμές υπολογίζονται για μήκος κύματος 514.5 mm

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο	Περιγραφή
60X60	1-D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm, αλουμίνιο, Διάμετρος δέσμης 1.35 mm, μήκος καλωδίων 5m
60X61	2-D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm, αλουμίνιο, Διάμετρος δέσμης 1.35 mm, μήκος καλωδίων 5m

60X62	1-D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm, αλουμίνιο, Διάμετρος δέσμης 2.2 mm, μήκος καλωδίων 5m
60X63	2- D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm, αλουμίνιο, Διάμετρος δέσμης 2.2 mm, μήκος καλωδίων 5m
41X870	Εμπρόσθιοι φακοί, 60 mm, f=120 mm, αλουμίνιο
60X70	Εμπρόσθιοι φακοί, 60 mm, f=160 mm, αλουμίνιο
41X871	Εμπρόσθιοι φακοί, 60 mm, f=200 mm, αλουμίνιο
41X872	Εμπρόσθιοι φακοί, 60 mm, f=250 mm, αλουμίνιο
41X873	Εμπρόσθιοι φακοί, 60 mm, f=300 mm, αλουμίνιο
60X71	Εμπρόσθιοι φακοί, 60 mm, f=400 mm, αλουμίνιο

Σχετικά προϊόντα

Πρότυπο	Περιγραφή
60X24	Χειριστής ινών
60X41	Αποστολέας σημάτων
55X35	Διαχωριστής χρώματος, συμπεριλαμβάνει φίλτρα παρέμβασης 488 και 514.5 nm
41X910	Φίλτρο παρέμβασης, 476.5 nm
57X08	Φωτοπολλαπλασιαστής με ενισχυτή
50X21	Mounting bench, ευθύς, 1200 mm
50X20	Mounting bench, ευθύς, 1800 mm
55X12	Διαστολέας δέσμης
50X57	Εμπρόσθιοι φακοί, αχρωματικοί, διάμετρος 122 mm, f=310 mm
50X58	Εμπρόσθιοι φακοί, αχρωματικοί, διάμετρος 122 mm, f=500 mm
50X59	Εμπρόσθιοι φακοί, αχρωματικοί, διάμετρος 122 mm, f=1000 mm
	Λείζερ Argon-Ion, αερόψυκτο ή υδρόψυκτο
	Λείζερ bench fittings

4.2.3 Κινητό όργανο παρακολούθησως του συστήματος Ασύρματο εργαλείο για την ευθυγράμμιση συστημάτων LDA και PDA.

Εφαρμογές

Όργανο ελέγχου σημάτων για την ευθυγράμμιση της οπτικής LDA και PDA

Εγκάρσιος έλεγχος

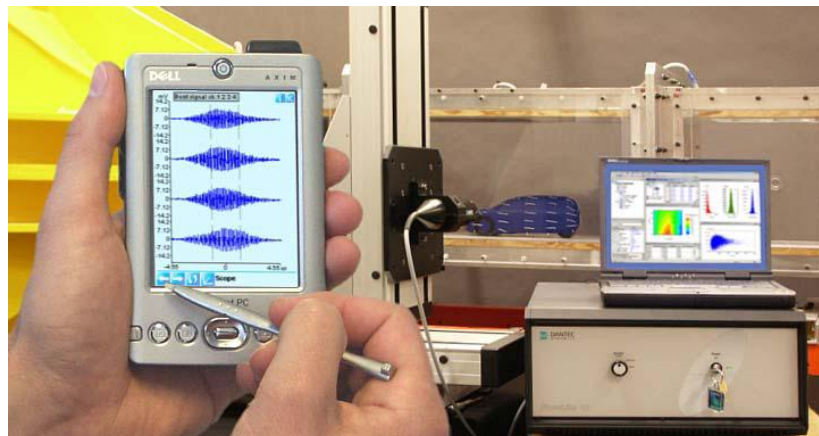
Ασύρματη συνδεσιμότητα για περισσότερη ευελιξία

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Επί της οθόνης ενός ασύρματου PC Τσέπης:

Εκρήξεις Doppler και φάσματα έκρηξης για όλα τα κανάλια LDA και PDA

Συλλογή παραμέτρων



Σχήμα 4.21 Ασύρματη σύνδεση ελέγχου – παρακολούθησης του οπτικού συστήματος.

Εισαγωγή

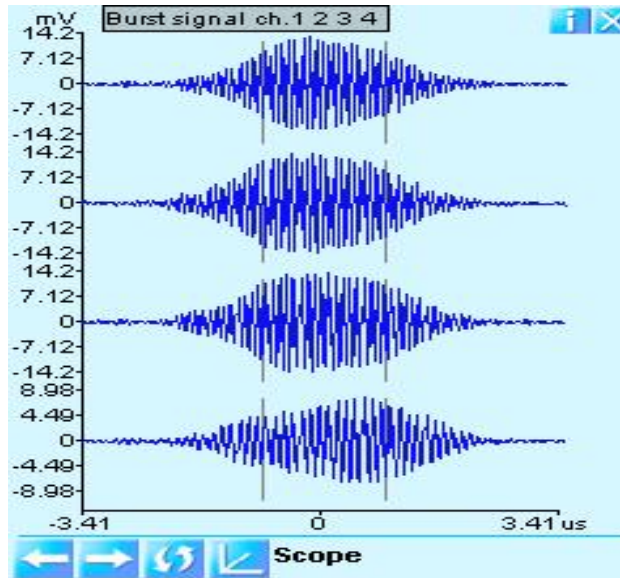
Τα συστήματα LDA και PDA της Dante Dynamics (επεξεργαστές BSA F/P με λογισμικό ροής BSA) περιλαμβάνουν ένα όργανο ελέγχου του συστήματος που παρουσιάζει on-line τις εκρήξεις Doppler και τη συλλογή παραμέτρων. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται στην ευθυγράμμιση της οπτικής που ελέγχει την

ποιότητα σήματος (το ρυθμό δεδομένων, την επικύρωση του σήματος κ.τ.λ.). Η Dantec Dynamics προσφέρει πλέον αυτό το εργαλείο καθώς και έναν εγκάρσιο ελεγκτή σε ασύρματο PC Τσέπης. Το κινητό όργανο ελέγχου του συστήματος σας επιτρέπει να ευθυγραμμίσετε την οπτική ενώ ελέγχετε την ποιότητα σήματος και την εγκάρσια θέση ακόμα και αν το PC συλλογής είναι πολύ μακριά από την πειραματική σας τοποθεσία.

Περιγραφή

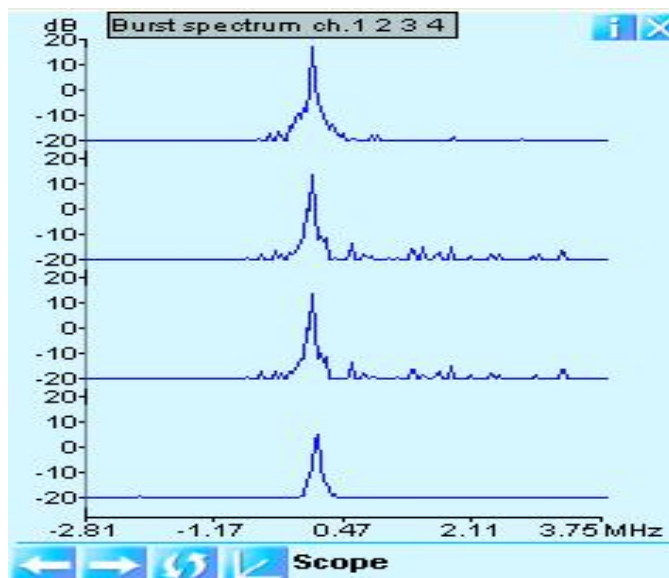
Το ασύρματο PC Τσέπης μπορεί να συνδεθεί με το PC συλλογής και τον επεξεργαστή BSA F/P μέσω ενός ασύρματου router και συνηθισμένων συνδέσεων Ethernet. Το λογισμικό του κινητού οργάνου ελέγχου του συστήματος περιλαμβάνει έναν scope mode και έναν mode εγκάρσιου ελεγκτή. Ο scope mode επιτρέπει την εξέταση των εκρήξεων Doppler, του ανοδικού ρεύματος και την υψηλή τάση των φωτοπολλαπλασιαστών σε όλα τα κανάλια. Οι παράμετροι συλλογής όπως ο ρυθμός δεδομένων, ο αριθμός των δειγμάτων, επικυρώσεις (για LDA και PDA) επίσης παρουσιάζονται επί της οθόνης. Ο εγκάρσιος mode επιτρέπει τη μετακίνηση κατά συνεχή τρόπο ή βήμα προς βήμα.

Σήματα Doppler και Φάσματα Εκρήξεων. Οι εκρήξεις Doppler και το μήκος καταγραφής όλων των καναλιών PDA και LDA παρουσιάζονται επί της οθόνης on-line επιτρέποντας στο χρήστη τον έλεγχο της ποιότητας των μετρήσεων.,



Σχήμα 4.22 Εκρήξεις Doppler (2D PDA) από το ασύρματο όργανο παρακολουθήσεως του συστήματος.

Τα φάσματα FFT όλων των καναλιών μπορούν επίσης να παρουσιαστούν επί της οθόνης σε απευθείας σύνδεση επιτρέποντας την αξιολόγηση της ποιότητας του σήματος και του επιπέδου θορύβου.



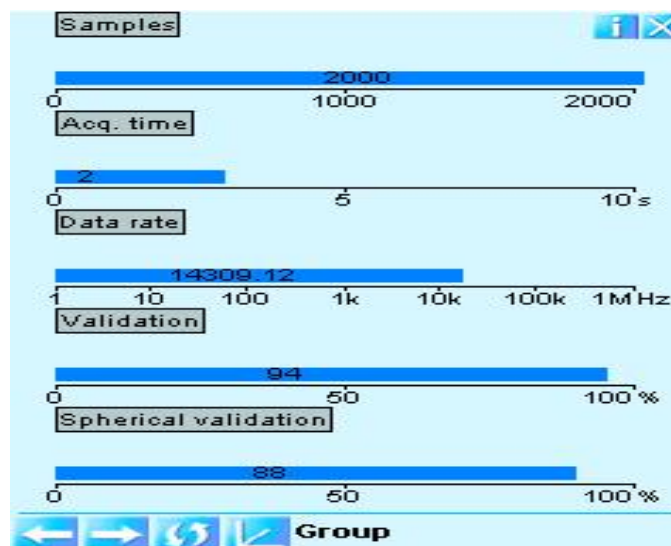
Σχήμα 4.23 Φάσματα εκρήξεων (2D PDA) μέσω ασύρματης επικοινωνίας

Προσδιορισμός της θέσης του όγκου ελέγχου εντός της ροής.

Το ανοδικό ρεύμα του φωτοπολλαπλασιαστή και η υψηλή τάση παρουσιάζονται επί της οθόνης σε απευθείας σύνδεση. Το ανοδικό ρεύμα μπορεί παραδείγματος χάριν να χρησιμοποιηθεί ως ένδειξη για τον προσδιορισμό της θέσης του όγκου ελέγχου ως προς ένα επιφανειακό τοίχωμα των LDA μετρήσεων σε συνοριακά στρώματα. Κατά την μετακίνηση του εγκάρσιου ελεγκτή από το ασύρματο PC Τσέπης έως τον κορεσμό των φωτοπολλαπλασιαστών, ο προσδιορισμός της θέσης του τοιχώματος είναι εύκολος.

Ευθυγράμμιση της οπτικής λήψης PDA.

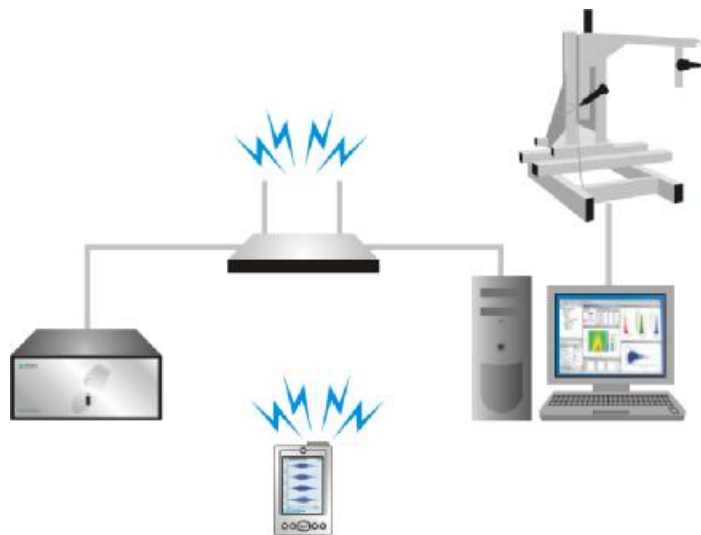
Η ανάγνωση του ρυθμού δεδομένων, της επικύρωσης και της σφαιρικής επικύρωσης (για PDA μόνο) και ταυτόχρονος έλεγχος της οπτικής ευθυγράμμισης είναι τώρα εφικτά. Οι παράμετροι αυτές παρουσιάζονται επί του PC Τσέπης σε απευθείας σύνδεση και επιτρέπουν στον χρήστη να ρυθμίζει την οπτική οργάνωση με την κίνηση του ελεγκτή ή του εγκάρσιου ελεγκτή.



Σχήμα 4.24 Πειραματικές παράμετροι για ένα σύστημα 2D PDA.

Ευκολία σύνδεσης.

Το κινητό όργανο ελέγχου του συστήματος χρησιμοποιεί ένα συνηθισμένο ασύρματο router και ένα PC Τσέπης. Ο router μπορεί εύκολα να συνδεθεί με το PC και τον επεξεργαστή BSA F/P χρησιμοποιώντας μια σύνδεση Ethernet. Το λογισμικό του κινητού οργάνου ελέγχου του συστήματος, που είναι εγκαταστημένο στο PC Τσέπης, βρίσκει αυτόματα τον συνδεδεμένο επεξεργαστή BSA F/P, το PC συλλογής και τον εγκάρσιο ελεγκτή.



Σχήμα 4.25 Οργάνωση του κινητού οργάνου παρακολουθήσεως του συστήματος

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο Περιγραφή

Επιλογή κινητού οργάνου παρακολουθήσεως του συστήματος για τους επεξεργαστές BSA F/P συμπεριλαμβάνει ασύρματο PC Τσέπης, 62N540 λογισμικό κινητού λογισμικού κινητού οργάνου παρακολουθήσεως του συστήματος και ασύρματο router

Σχετικά προϊόντα

Επεξεργασία σήματος

Πρότυπο Περιγραφή

62N** Επεξεργαστές BSA F/P

Λογισμικό

Πρότυπο Περιγραφή

62S10 Λογισμικό ροής BSA (κύρια συσκευασία) για τους επεξεργαστές 62N

62S18 Επιπρόσθετο μετρητή σωματιδιακών διαστάσεων για το λογισμικό ροής BSA για τους επεξεργαστές 62N (για PDA)

4.2.4 Ελεκτήρ Ροής Ίνας, διαμέτρου 85 mm Δέσμη συνεχούς μεταβαλλόμενου διαστήματος για LDA και PDA

Εφαρμογές

Μετρήσεις ροής σε αποστάσεις 160 έως 2000 mm

Μετρήσεις διαμέσου κυρτών παραθύρων

Μετρήσεις διαμέσου μικρών παραθύρων

Μετρήσεις μεγέθους και ταχύτητας σωματιδίων

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Προσαρμόσιμες δέσμες

Ίνες χωρίς συντήρηση λόγω του ότι οι ίνες των connectors έχουν σφραγισμένες άκρες

Διαθέσιμοι ελεγκτές 1 και 2-τμημάτων

Διάμετρος δέσμης 1.35 mm ή 2.2 mm



Σχήμα 4.26 Πηγή Laser Οπτικής Ίνας για μετρήσεις κοντινών αποστάσεων

Εισαγωγή

Οι ελεγκτές Ροής Ίνας 85 mm είναι ιδανικοί για τις εφαρμογές που απαιτούν μεταβαλλόμενο διάστημα δέσμης, όπως για μετρήσεις του μεγέθους σωματιδίων χρησιμοποιώντας την τεχνική PDA. Το εύρος των σωματιδιακών διαστάσεων μπορεί να ρυθμιστεί με εύκολο τρόπο αλλάζοντας το διάστημα της δέσμης. Οι ελεγκτές είναι κατάλληλοι για rigs υψηλής ροής που απαιτούν εμπρόσθια οπτική αρκετά μεγάλου εστιακού μήκους. Το προσαρμόσιμο διάστημα δέσμης καθιστά δυνατές μετρήσεις διαμέσου πολύ μικρών παραθύρων, π.χ. στους στροβίλους αερίου. Η άριστη ποιότητα σήματος διασφαλίζεται από το αχρωματικό οπτικό σχεδιασμό και τα ενσωματωμένα διαφράγματα που ελαχιστοποιούν τις εσωτερικές αντανάκλασεις.

Περιγραφή

Η οπτική τραχιών οπτικών ινών με εντελώς σφραγισμένες οπτικές ίνες υποδηλώνει ότι οι ίνες δεν χρειάζονται συντήρηση αφού καμία μόλυνση δεν είναι δυνατόν να εμφανιστεί. Ελεγκτές με διάμετρο δέσμης 1.35 mm ή 2.2 mm είναι διαθέσιμοι. Η χρήση μεγάλης διάμετρος δέσμης έχει ως αποτέλεσμα

μικρότερο όγκο μετρήσεων. Μετρήσεις αποστάσεων έως και 2000 mm είναι εφικτές με χρήση διαστολέων δέσμης.

Απαραίτητο υλικό.

Το φως λέιζερ προωθείται στις οπτικές ίνες μέσω του αποστολέα 60X41 και του χειριστή ινών 60X24. Ο αποστολέας τοποθετείται επί ενός πάγκου τοποθετήσεως. Η χρήση ενός λέιζερ Argon-Ion (αερόψυκτου ή υδρόψυκτου) είναι απαραίτητη.

Προδιαγραφές

Διαστάσεις ελεγκτών	Ø85/112 × 340 mm
Μήκος καλωδίων ελεγκτών	5 m, 10m ή 20 m (άλλα μήκη κατόπιν αιτήσεως)
Καλώδιο ελεγκτών	Υδατοστεγής, θωρακισμένος, διάμετρος 11.5 mm
Υλικό	Μαύρο αλουμίνιο με ανοδική επίστρωση
Βάρος	2.0 Kg
Διάμετρος δέσμης	1.35 mm ή 2.2 mm
Διάστημα δέσμης	Προσαρμόσιμο 6-40 mm
Ίνες μετάδοσης	Διατήρηση πόλωσης single-mode
Ίνες λήψης	Πολλαπλού-mode

Διαστάσεις όγκου μετρήσεων

Υπολογισμένο για μήκος κύματος 514.5 nm, με το μέγιστο διάστημα δέσμης

εστιακό μήκος mm	Δέσμες 1.35 mm		Δέσμες 2.2 mm		Διάστημα περιθωρίου Mm
	διάμετρος mm	μήκος mm	διάμετρος mm	μήκος mm	
160	0.040	0.19	0.025	0.11	1.22
240 ¹	0.060	0.36	0.037	0.22	1.58
310 ¹	0.076	0.60	0.047	0.37	2.03
500 ¹	0.12	1.55	0.075	0.95	3.26
600 ²	0.10	1.00	0.06	0.61	2.61
800 ¹	0.20	3.97	0.12	2.43	5.20
1000 ¹	0.25	6.20	0.15	3.80	6.50
1200 ²	0.20	3.97	0.12	2.43	5.20
1600 ²	0.26	7.05	0.16	4.33	6.93
2000 ²	0.33	11.0	0.20	6.76	8.67

1) συμπεριλαμβανομένου του Διαστολέα Δέσμης 55X12, συνολική διαστολή 1,98

2) συμπεριλαμβανομένου του Διαστολέα Δέσμης 55X12 και του Διαστολέα Δέσμης της σειράς 41X200, συνολική διαστολή 2,97

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο	Περιγραφή
60X80	1-D ελεγκτής, διάμετρο 85 mm, Δέσμη 1.35 mm, καλώδιο μήκους 5 m, συμπεριλαμβάνει μεταφραστή δέσμης και εργαλεία ευθυγράμμισης
60X81	2-D ελεγκτής, διάμετρο 85 mm, Δέσμη 1.35 mm, καλώδιο μήκους 5 m, συμπεριλαμβάνει μεταφραστή δέσμης και εργαλεία ευθυγράμμισης
60X82	1-D ελεγκτής, διάμετρο 85 mm, Δέσμη 2.2 mm, καλώδιο μήκους 5 m, συμπεριλαμβάνει μεταφραστή δέσμης και εργαλεία ευθυγράμμισης
60X83	2-D έλεγχος, διάμετρος 85 mm., ακτίνες 2.2 mm, μήκος καλωδίων 5 m, συμ. το μεταφραστή ακτίνων και εργαλεία ευθυγράμμισης
41X157	Αέρο-διαχωριζόμενος τριπλός εμπρόσθιος φακός, $f=160$ mm, άνοιγμα 78 mm, διάμετρος 112 mm
50X55	Εμπρόσθιος φακός, $f=240$ mm, \varnothing 112 mm
50X57	Εμπρόσθιος φακός, $f=310$ mm, \varnothing 112 mm
50X58	Εμπρόσθιος φακός, $f=500$ mm, \varnothing 112 mm
50X56	Εμπρόσθιος φακός, $f=800$ mm, \varnothing 112 mm
50X59	Εμπρόσθιος φακός, $f=1000$ mm, \varnothing 112 mm
55X12	Διαστολέας δέσμης, \varnothing 112 mm, $E = 1.98$
41X206	Διαστολέας δέσμης, \varnothing 160 mm, $f=600$ mm, $E=1.5$
41X208	Διαστολέας δέσμης, \varnothing 160 mm, $f=800$ mm, $E=1.5$
41X212	Διαστολέας δέσμης, \varnothing 160 mm, $f=1200$ mm, $E=1.5$
41X216	Διαστολέας δέσμης, \varnothing 160 mm, $f=1600$ mm, $E=1.5$
41X220	Διαστολέας δέσμης, \varnothing 160 mm, $f=2000$ mm, $E=1.5$

Σχετικά προϊόντα

Πρότυπο	Περιγραφή
60X24	Χειριστής ινών
60X41	Αποστολέας σημάτων
55X35	Διαχωριστής χρώματος, συμπεριλαμβάνει φίλτρα παρέμβασης 488 και 514.5 nm
41X910	Φίλτρο παρέμβασης, 476.5 nm
57X08	Φωτοπολλαπλασιαστής με ενισχυτή
50X21	Mounting bench, ευθύς, 1200 mm.
50X20	Mounting bench, ευθύς, 1800 mm. Argon-Ion λέιζερ, αερόψυκτο ή υδρόψυκτο Λέιζερ bench fittings

4.2.5 Βαθμολογημένοι ελεγκτές LDA/PDA - Ανιχνεύσιμη ακρίβεια μέτρησης

Εφαρμογές

Χρήση του συστήματος LDA ως βαθμολογητή για άλλους αισθητήρες ταχύτητας

Ανιχνεύσιμη ακρίβεια μέτρησης

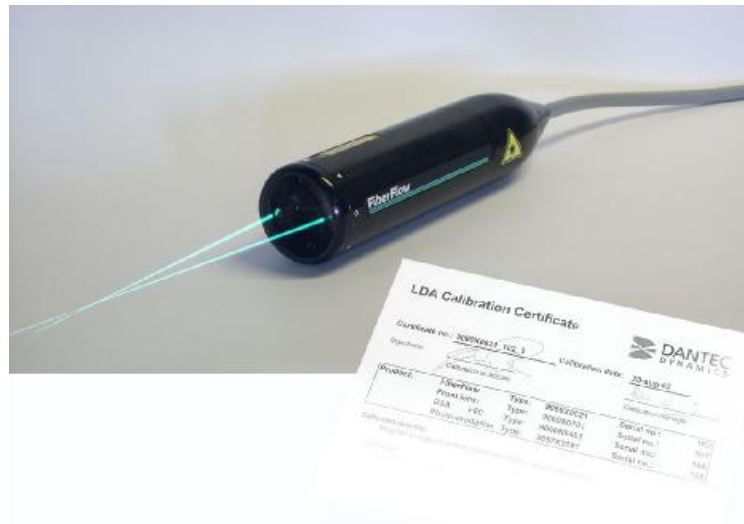
Πιστοποίηση ISO του συστήματος μέτρησης LDA/PDA

Ανάλυση αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων των μετρήσεων LDA/PDA

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Διαθέσιμος για τους ελεγκτές Ροής Ίνας διαμέτρου 60 mm και τους ελεγκτές Ροής Lite Ανίχνευση με διεθνή πρότυπα. Το πιστοποιητικό

περιλαμβάνει περιγραφή της μεθόδου βαθμολόγησης, της ανάλυσης αβεβαιότητας, στοιχεία βαθμολόγησης και πληροφορίες της ανιχνευσιμότητας.



Σχήμα 4.27 Πηγή Laser Οπτικής Ύνας 65X -

Εισαγωγή

Η LDA θεωρείται η απόλυτη μέθοδος μέτρησης ροής. Με γνωστό το μήκος κύματος λέιζερ και της γωνίας διασταύρωσης μεταξύ των δεσμών λέιζερ η σταθερά βαθμολόγησης ή το διάστημα περιθωρίου μπορεί να υπολογιστεί εύκολα. Ενδεχομένως να φαντάζει περιττό να βαθμολογήσει κανείς ένα σύστημα LDA.

Στον πραγματικό κόσμο, οι ανοχές των λέιζερ, οι οπτικές ίνες, οι φακοί και η ευθυγράμμιση εισαγάγουν μικρές αποκλίσεις από το ονομαστικό διάστημα περιθωρίου. Αυτό οδηγεί σε συστηματικά λάθη επί των μετρούμενων ταχυτήτων, τα οποία μπορούν να διορθωθούν με τη βαθμολόγηση του διαστήματος περιθωρίου.

Περιγραφή

Η Dantec Dynamics προσφέρει τώρα την προαιρετική βαθμολόγηση του διαστήματος περιθωρίου για τους ελεγκτές Ροής Ίνας 60 mm για τους ελεγκτές Ροής Lite, με αβεβαιότητα βαθμολόγησης 0,067% (παράγοντας κάλυψης 2).

Οι βαθμολογημένοι ελεγκτές παρέχονται με ετικέτα με την ένδειξη του βαθμολογημένου διαστήματος περιθωρίου, ένα πιστοποιητικό βαθμολόγησης συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων βαθμολόγησης, περιγραφή του rig βαθμολόγησης, ανάλυση της αβεβαιότητας της διαδικασίας βαθμολόγησης, καθώς και ανιχνεύσεις αναφοράς.

Μέθοδος βαθμονόμησης.

Το διάστημα περιθωρίου του ελεγκτή d_{cal} βαθμολογείται βάσει ενός ειδικού τροχού γνωστής *periferal* ταχύτητας, U_{ref} .

Η ταχύτητα του τροχού υπολογίζεται από τον αριθμό περιστροφών n και την ακτίνα του r . Ο ονομαστικός παράγοντας μετατροπής ταχύτητας $k_{nom}=d_{nom}$ υπολογίζεται από το ονομαστικό διάστημα περιθωρίου $d_{nom}=W/(2*\sin(\text{atan}(S_{nom}/(2*L)))$ σε mm, όπου W = το μήκος κύματος του λέιζερ σε nm, L = το εστιακό μήκος του εμπρόσθιου φακού σε mm και S_{nom} = το ονομαστικό διάστημα δέσμης σε mm. Ο βαθμολογημένος παράγοντας μετατροπής ταχύτητας k_{cal} υπολογίζεται ως η ταχύτητα του τροχού U_{ref} διαιρεμένη με τη συχνότητα f_{BSA} που μετράει ο BSA. Η βαθμολόγηση πραγματοποιείται σε ένα αριθμό τομέων του όγκου μετρήσεων σε μια ταχύτητα του τροχού. Ο μέσος όρος των παραγόντων μετατροπής ταχύτητας λαμβάνει υπ' όψη του τη βαρύτητα της αναμενόμενης κατανομής ευαισθησίας W_Z του όγκου μετρήσεων. Η W_Z ορίζεται ως ο αριθμός δειγμάτων N σε κάθε τομέα. Ένας τομέας συμπεριλαμβάνεται μόνο όταν $N_{\text{Τομέα}} > 10\%$ του N_{max} .

Προδιαγραφές

Αβεβαιότητα της ταχύτητας αναφοράς: 0.04%, παράγοντας κάλυψης 2.
Αβεβαιότητα του βαθμολογημένου διαστήματος περιθωρίου: 0.067%, παράγοντας κάλυψης 2.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο Περιγραφή

- | | |
|--------|--|
| 60X351 | 1D βαθμολόγηση διαστήματος περιθωρίου, πρώτος φακός |
| 60X352 | 1D βαθμολόγηση διαστήματος περιθωρίου, επόμενοι φακοί |
| 60X353 | 2D βαθμολόγηση διαστήματος περιθωρίου, πρώτος φακός |
| 60X354 | 2D βαθμολόγηση διαστήματος περιθωρίου, δευτερεύοντες φακοί |

Σχετικά προϊόντα

- | | |
|--------|--|
| 60X60 | 1-D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm., αλουμίνιο, διάμετρος δέσμης 1.35 mm, μήκος καλωδίων 5 m |
| 60X61 | 2- D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm., αλουμίνιο, διάμετρος δέσμης 1.35 mm, μήκος καλωδίων 5 m |
| 60X62 | 1-D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm., αλουμίνιο, διάμετρος δέσμης 2.2 mm, μήκος καλωδίων 5 m |
| 60X63 | 2- D ελεγκτής, διάμετρος 60 mm., αλουμίνιο, διάμετρος δέσμης 2.2 mm, μήκος καλωδίων 5 m |
| 41X870 | Εμπρόσθιος φακός, 60 mm., $f=120$ mm., αλουμίνιο (όχι κατάλληλος για Ροή Lite 2D) |
| 60X70 | Εμπρόσθιος φακός, 60 mm., $f=160$ mm., αλουμίνιο |
| 41X871 | Εμπρόσθιος φακός, 60 mm., $f=200$ mm., αλουμίνιο |
| 41X872 | Εμπρόσθιος φακός, 60 mm., $f=250$ mm., αλουμίνιο |
| 41X873 | Εμπρόσθιος φακός, 60 mm., $f=300$ mm., αλουμίνιο |

- 60X71 Εμπρόσθιος φακός, 60 mm., $f=400$ mm., αλουμίνιο
Ροής Lite 1-D μονάδα οπτικής λέιζερ με 10 mW λέιζερ He-Ne,
- 65X50 μετατόπιση συχνότητας, καλώδιο 5m και ελαφριού ελεγκτή 60 mm
και εμπρόσθιος ακός, $f=160$ mm, αναβαθμίσιμος σε 2D
Ροής Lite – Υψηλής Ισχύος μονάδα οπτικής λέιζερ.
- 65X64 Ενσωματωμένη 1-D οπτική λέιζερ για λέιζερ Nd:YAG,
μετατόπιση συχνότητας, καλώδιο 5m και ελαφριού ελεγκτή 60 mm
και εμπρόσθιος φακός, $f=160$ mm.
- 65X68 Ελαφριάς Ροής 2-D μονάδα οπτικής λέιζερ με 10 mW λέιζερ He-Ne
και προετοιμασμένο για λέιζερ Nd:YAG,
μετατόπιση συχνότητας, καλώδιο 5m και ελαφριού ελεγκτή 60 mm
και εμπρόσθιος φακός, $f=160$ mm.

4.2.6 FlowLite - Οπτική χωρίς ρυθμίσεις για LDA και PDA

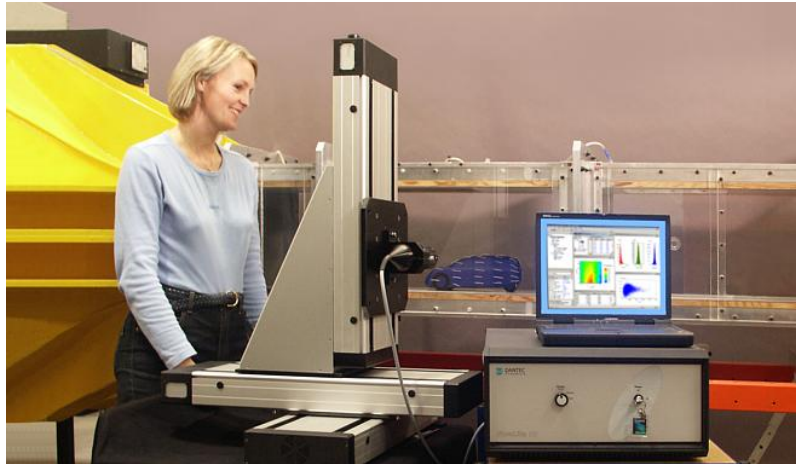
Εφαρμογές

Μελέτες στροβιλισμών σε αυτοκίνητα, αεροσκάφη, τρένα και σκάφη μέσω
Ανεμομετρίας Λέιζερ Doppler (LDA)
Πειράματα αεροδυναμικής σήραγγας
Πειράματα υδάτινων καναλιών
Ανάλυση Δυναμικής Σωματιδίων (PDA)

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Χωρίς ρυθμίσεις - εργοστασιακά ευθυγραμμισμένη
Συμπαγής - ιδανική για κινητές εφαρμογές
1D, 2D και 3D διαθέσιμες διαμορφώσεις
Βαθμολογημένοι διαθέσιμοι ελεγκτές

Μετρήσεις υψηλής ταχύτητας ή /και μεγάλης απόστασης με εκδόσεις υψηλής ισχύος



Σχήμα 4.28 Πείραμα αεροδυναμικής σήραγγας με FlowLite και το εγκάρσιο σύστημα

Ευκολία μετρήσεων LDA.

Τα FlowLite συστήματα είναι ετοιμοπαράδοτα, οπτικά συστήματα οπισθοδιασποράς για LDA, που περιλαμβάνουν έναν ελεγκτή με σύνδεση οπτικής ίνας και της μονάδας που περιέχει τα λέιζερ, οπτική μετατόπισης συχνότητας και φωτοανιχνευτές. Τα πειράματα μπορούν να στηθούν πολύ γρήγορα αφού δεν απαιτείται καμία ρύθμιση από τον χρήστη.

Για την κάλυψη ενός ευρύ φάσματος απαιτήσεων σχετικά με την απόσταση μετρήσεων και του διαθέσιμου διαστήματος, προσφέρονται αρκετά μεγέθη ελεγκτών που καλύπτουν αποστάσεις μετρήσεων από 20 εκατοστά έως ένα μέτρο.

Συμπαγή συστήματα PDA

Εκδόσεις FlowLite χωρίς φωτοανιχνευτές είναι διαθέσιμες για συστήματα PDA. Συνδυασμένες με PDA οπτική λήψης (που περιλαμβάνει

φωτοανιχνευτές), αποτελούν πλήρη συστήματα μετρήσεων σωματιδιακών μετρήσεων.

Απαιτείται απλή ευθυγράμμιση για την εξασφάλιση της επικάλυψη της δέσμης λέιζερ και του όγκου του ελεγκτή λήψης. Μερικοί ελεγκτές FlowLite έχουν μεταβλητό διάστημα δέσμης για την προσαρμογή της οπτικής οργάνωσης στο επιθυμητό σωματιδιακό εύρος διαστάσεων.



Σχήμα 4.29 Σύστημα FlowLite 3-συνιστωσών που περιλαμβάνει 1D και 2D μονάδες FlowLite, υποστηρικτές ελεγκτών, επεξεργαστής σημάτων BSA και λογισμικό

Συστήματα μίας συνιστώσας.

Συστήματα για τη μέτρηση μίας συνιστώσας της ταχύτητας είναι διαθέσιμα με ερυθρό και πράσινο μήκος κύματος λέιζερ. Για εφαρμογές χαμηλών ταχυτήτων με μικρή απόσταση μετρήσεων, το 1D σύστημα FlowLite που χρησιμοποιεί ένα ερυθρό λέιζερ με ισχύ 10 mW αποτελεί την πιο οικονομική λύση. Για μεγαλύτερες αποστάσεις μετρήσεων, διατίθενται 1D συστήματα FlowLite που χρησιμοποιούν λέιζερ πράσινου μήκους κύματος στο εύρος ισχύος 30-200 mW. Η ισχύς 200 mW αποτελεί ιδανική λύση για μετρήσεις

πυκνών ψεκασμών, όπου η δέσμη λέιζερ υψηλής ισχύος είναι απαραίτητη για την αντιστάθμιση της μείωσης της δέσμης του λέιζερ που επέρχεται λόγω της ύπαρξης σταγονιδίων εντός της διαδρομής της δέσμης.

Συστήματα δύο συνιστωσών.

Συστήματα FlowLite 2D είναι τώρα διαθέσιμα με συνδυασμό κυανών /πράσινων λέιζερ που τα καθιστά ιδανικά για το ροές εντός νερού, δεδομένου ότι φως κυανού και πράσινου μήκους κύματος φως εισχωρεί βαθύτερα εντός του νερού από ότι αυτό ερυθρού μήκους κύματος. Παρέχονται εκδόσεις και υψηλής ισχύος καθώς και χαμηλής. Η έκδοση υψηλής ισχύος έχει λέιζερ 200 mW για αμφότερα το κυανό και το πράσινο μήκος κύματος. Η χαμηλής ισχύος έκδοση έχει λέιζερ 20 και 30 mW.

Συστήματα τριών συνιστωσών.

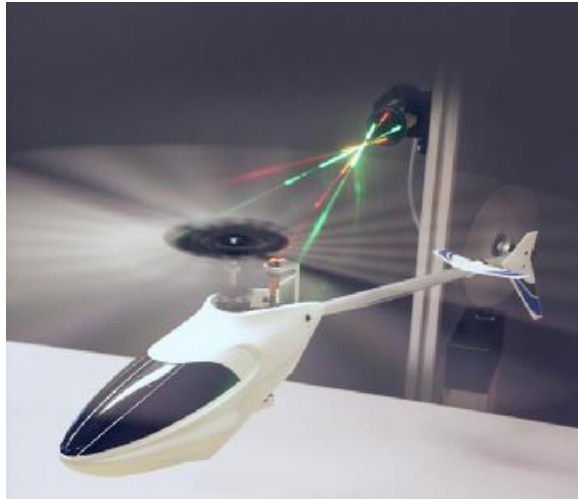
Ένα σύστημα μίας συνιστώσας μπορεί να συνδυαστεί με ένα σύστημα δύο συνιστωσών για τη δημιουργία ενός συστήματος τριών συνιστωσών, χρησιμοποιώντας ερυθρό, πράσινο και κυανό φως για τον διαχωρισμό των επιμέρους συνιστωσών. Η μόνη ρύθμιση του οπτικού συστήματος είναι αυτή της επικάλυψης των όγκων μετρήσεων των δύο ελεγκτών.

Επεξεργασία σήματος και λογισμικό

Η νέα γενιά των Αναλυτών Φάσματος Έκρηξης (BSA) είναι διαθέσιμη, με δύο επίπεδα απόδοσης, στις εκδόσεις για LDA και PDA. Και οι δύο εκδόσεις είναι διαθέσιμες με μέχρι 3 κανάλια ταχύτητας.

Το πλήρες σύστημα LDA ή PDA συμπεριλαμβανομένης της οπτικής FlowLite, του επεξεργαστή BSA και του εγκάρσιου συστήματος μπορούν να ελεγχθούν από ένα PC με Windows XP χρησιμοποιώντας το Λογισμικό ροής BSA. Το λογισμικό περιλαμβάνει περιεκτικά χαρακτηριστικά ανάλυσης δεδομένων και παρουσίασης αυτών, καθώς επίσης και παραγωγής πλεγμάτων μετρήσεων θέσης

για το εγκάρσιο σύστημα. Τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν σε διάφορες κοινά χρησιμοποιούμενες μορφές.



Σχήμα 4.30 Πείραμα συστήματος περιστροφής ελίκων ελικοπτέρου χρησιμοποιώντας 2D Flowlite

4.3 SEEDING – Διασπορά Τροχιοδικτικών Σωματιδίων της Ροής.

4.3.1 Πληροφορίες προϊόντος - Συστήματα γεννητριών ομίχλης SAFEX

Εφαρμογές

Για τη μελέτη ροών αερίων με τη βοήθεια

Απεικόνισης ροής και Ανεμομετρίας Laser Doppler τα συστήματα παραγωγής ομίχλης SAFEX[®] παράγουν κατάλληλα σωματίδια ανίχνευσης.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Μικρές και φορητές συσκευές

Υψηλά πρότυπα ασφαλείας

Μη-επικίνδυνα ρευστά ομίχλης

Μεταβλητή παραγόμενη ποσότητα ομίχλης

Μεταβλητή διάρκεια ομίχλης

Εγγύηση 2 ετών



Σχήμα 4.31 Σύστημα Τροχοδικτικών Σωματιδίων

Εισαγωγή.

Η μελέτη ροών αερίων συχνά περιλαμβάνει την απεικόνιση της ροής ως ένα από τα πρώιμα βήματα της κατανόησης διαδικασιών ροής. Η απεικόνιση της ροής χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις για τον εντοπισμό περιοχών ειδικού ενδιαφέροντος για την περαιτέρω λεπτομερή ανάλυση μέσω της π.χ. της Ανεμομετρίας Laser Doppler ή της Εικόνας Μέτρησης Σωματιδιακής Ταχύτητας.

Περιγραφή

Οι γεννήτριες ομίχλης SAFEX[®] είναι ισχυρές, αλλά όμως μικρές σε μέγεθος συσκευές. Λευκή, πυκνή, μη-ερεθιστική, μη-εύφλεκτη και μη-επικίνδυνη ομίχλη παράγεται μέσω της εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός υγρού ομίχλης που κατά κύριο λόγο αποτελείται από νερό. Το μέσο μέγεθος των σταγονιδίων της ομίχλης είναι περίπου 1 μm και η διάρκεια της ομίχλης μπορεί

να ελεγχθεί διαμέσου της επιλογής διαφορετικών ρευστών ομίχλης. Οι γεννήτριες ομίχλης SAFEX[®] χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου έναν μεγάλο όγκος απαιτείται να γεμίσει γρήγορα με ομίχλη όπως επίσης και σε εφαρμογές όπου μόνο μια μικρή ποσότητα ομίχλη ζητείται να εγχεθεί τοπικά.

Επιλογή Διαθέσιμων γεννητριών ομίχλης διαφορετικών τύπων:

FOG 2010 Το επιλεγόμενο σύστημα για την πλειοψηφία των εφαρμογών. Η παραγόμενη ποσότητα ομίχλης μπορεί να ρυθμιστεί εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας την μιας εκ των δύο διαθέσιμων μονάδων τηλεχειρισμού ή απευθείας τη γεννήτρια ομίχλης.

FOG 2005-LOOP Συγχρονισμένη για εφαρμογές όπου απαιτείται μια εξαιρετικά μικρή ποσότητα ομίχλης. Όλες οι υπόλοιπες προδιαγραφές είναι ίδιες με αυτές του συστήματος FOG 2010.

FOG 2004 Αυτή η μονάδα προσφέρει το καλύτερο συσχετισμό μέγιστης τιμής/ μέγιστης απόδοσης. Η μεταβλητή ποσότητα ομίχλης που μπορεί να παραχθεί ελέγχεται με τηλεχειριστήριο.

195 PE / D Ορισμένες εφαρμογές απαιτούν μια εξαιρετικά μεγάλη ποσότητα ομίχλης. Η συγκεκριμένη συσκευή παρέχει την υψηλότερη αλλά ελέγξιμη παραγωγή ομίχλης.

Fog Probe NS2 Το σύστημα ελέγχου ομίχλης αυτό που έχει έναν ελεγκτή μήκους 1100 mm είναι ειδικά κατασκευασμένο για βέλτιστη πεδιακή απεικόνιση ροής εντός αεροδυναμικών σηράγγων όπου απαιτείται σπορά των διακριτών streaklines. Η μεταβλητή παραγωγή ομίχλης επιτρέπει την προσαρμογή σε διάφορες ταχύτητες ροής. Διαφορετικά ακροφύσια ελεγκτών είναι διαθέσιμα για την ελαχιστοποίηση των παλμών σε διάφορες ταχύτητες ανέμων (0.6/1 mm για χαμηλές ταχύτητες, 2 mm για υψηλότερες ταχύτητες). Η ευέλικτη σύνδεση μεταξύ του ελεγκτού και της μονάδας τροφοδοσίας απλοποιεί σημαντικά τη χρήση του συστήματος αυτού. Πολλαπλοί ελεγκτές ομίχλης

μπορούν συνδυαστούν σε ένα κοινό υποστήριγμα για τη δημιουργία μιας χτένας ομίχλης

Ρευστά ομίχλης - Fog

Η διάρκεια της ομίχλης μεταβάλλεται με την επιλογή διαφορετικών ρευστών ομίχλης, αλλά επίσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος χώρου. Χαρακτηριστική διάρκεια ομίχλης (σε χωρικά περιορισμένες περιοχές) για διαφορετικούς τύπους υγρών ομίχλης είναι:

Blitz (για γρήγορα εξαφανιζόμενη ομίχλη): 5 - 10 λεπτά

Standard (τυπικής μορφής): 10 - 30 λεπτά

Super (για ομίχλη μακράς διάρκειας): 30 - 60 λεπτά

Εξαρτήματα

Προσαρμοστής σωληναρίου και ευέλικτο σωληνάριο: για την καθοδήγηση της ομίχλης επί μεγάλων αποστάσεων

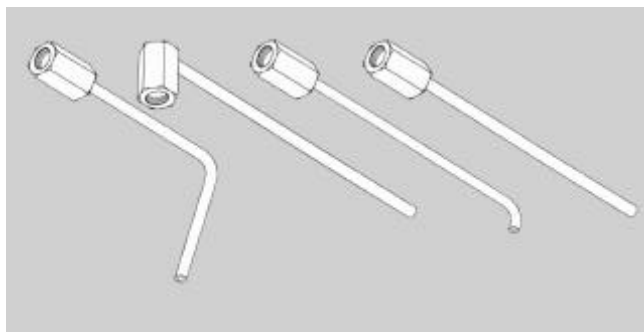
Εξ αποστάσεως έλεγχος ποσότητας: για την εξ αποστάσεως ενεργοποίηση της παραγωγής και της παραλλαγής της ποιότητας της ομίχλης

Εξ αποστάσεως έλεγχος της ομίχλης: (όχι για την FOG 2004)

όπως παραπάνω αλλά με επιπρόσθετες μεταβλητές χρονικές λειτουργίες για παραγωγή πεπερασμένου χρονικού διαστήματος

Ακροφύσια εγχύσεων ομίχλης: (μόνο για την FOG 2010)

μια συλλογή διαφορετικών ακροφυσίων εγχύσεως ομίχλης τύπου screw-on μικρής διαμέτρου (6 mm) μήκους 100/200 mm είναι διαθέσιμα για να διευκολυνθεί η έγχυση ομίχλης κατά χωρικά περιορισμένες ροές



Σχήμα 4.32 Τύποι Ακροφυσίων έγχυσης σωματιδίων.

	Ισχύς Θέρμανσης (W)	Κατανάλωση Ρευστού Ομίχλης min-max (ml/min)	Τάσης Τροφοδοσίας (V)
FOG 2010	1500	10-85	110/220
FOG 2005-LOOP	1500	2 - 19	220
FOG 2004	1500	5 - 60	220
195 PE / D	2000	15 - 130	220
Fog Probe NS2	1650	3 - 19	220

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Γεννήτριες και εξαρτήματα ομίχλης Safex

10D15 FOG 2010 (220 V)

10D25 FOG 2010 (110 V)

10D35 FOG 2004 (220 V)

10D55 FOG 2005-LOOP (220 V)

10D60 195 PE / D (220 V)

10D11 Προσαρμοστής σωληναρίου

- 10A10 Εύκαμπτος σωλήνας
- 10A30 Ακροφύσιο εγχύσεων ομίχλης, ευθύ, 6/200
- 10A31 Ακροφύσιο εγχύσεων ομίχλης, τόξο, 6/200
- 10A32 Ακροφύσιο εγχύσεων ομίχλης, ορθή γωνία, 6/200
- 10A33 Ακροφύσιο εγχύσεων ομίχλης, γάντζος, 6/100/100
- 10B20 Μακρινός έλεγχος ποσότητας
- 10B30 Μακρινός έλεγχος ομίχλης
- Σύστημα και εξαρτήματα ελέγχων ομίχλης Safex
- 10D45 Σύστημα ελέγχων ομίχλης NS2 (incl. 10A45)
- 10A40 NS2 Ακροφύσιο ελέγχων, 0.6 mm, κατ' ευθείαν
- 10A41 NS2 Ακροφύσιο ελέγχων, 0.6 mm, κλίση 90°
- 10A41 NS2 Ακροφύσιο ελέγχων, 1 mm, κατ' ευθείαν
- 10A47 NS2 Ακροφύσιο ελέγχων, 1 mm, κλίση 90°
- 10A44 NS2 Ακροφύσιο ελέγχων, 2 mm, κατ' ευθείαν
- 10A45 NS2 Ακροφύσιο ελέγχων, 2 mm, κλίση 90°
- Ρευστά ομίχλης
- 10T10 Blitz
- 10T20 Standard
- 10T30 Super
- 10T40 Extra Clean

4.3.2 Γεννήτρια σποράς (seeding) για LDA και PIV

Εφαρμογές.

Σπορά (seeding) σταγονιδίων για Εικόνα Μέτρησης Σωματιδιακής Ταχύτητας

Σπορά σταγονιδίων για Ανεμομετρία Laser Doppler

Υδρονέφωση ελαίου για απεικόνιση ροής

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Έως 10 bar σε λειτουργία ως back-pressure

Δέκα ακροφύσια Laskin

Πάνελ εξ αποστάσεως ελέγχου

Γρήγορη λειτουργία ξαναγεμίσματος χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση του πειράματος.



Σχήμα 4.33 Γεννήτρια σωματιδίων για τεχνικές LDA – PIV.

Εισαγωγή

Αυτή η γεννήτρια σποράς παράγει σταγονίδια ιδανικά για μετρήσεις PIV και LDA. Αποτελεί τη λύση που προτιμάται για εγκαταστάσεις μικρού έως μεσαίου μεγέθους, όπου απαιτείται έλεγχος εξ αποστάσεως.

Δέκα πανομοιότυπα ακροφύσια Laskin επί της βάσης της συσκευής μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα ώστε να παρέχεται εύκολα ελεγχόμενη και επαναλαμβανόμενη πυκνότητα σποράς. Η περαιτέρω διάλυση της σποράς γίνεται δυνατή με τη βοήθεια ενός επιπρόσθετου jet διαλύσεως που παρακάμπτει το υγρό και αναμιγνύεται με την αναδύομενη υδρονέφωση.

Περιγραφή

Τα επιμέρους ακροφύσια Laskin λειτουργούν πλησίον ηχητικών συνθηκών στις χαρακτηριστικές πιέσεις παρεχόμενου αέρα. Η περιοχή υψηλής δύναμης συνάφειας μεταξύ του αναδυόμενου αέρα και του υγρού παρασύρει υπό μορφή ψεκασμού μικροσκοπικά σταγονίδια του υγρού σε φυσαλίδες που απελευθερώνουν τη σπορά κατά την έκρηξη στην ελεύθερη επιφάνεια. Οι εκρήξεις των φυσαλίδων αποτελούν την πηγή ενός δευτερεύοντος ψεκασμού που αποδίδει μεγαλύτερα σταγονίδια, η έξοδος των οποίων από τη σπορά αποτρέπεται από το οριζόντιο πιάτο διαφραγμάτων στην κορυφή της συσκευής.

Προδιαγραφές

Έως 10 bar σε λειτουργία ως back-pressure

Δέκα ακροφύσια Laskin

Κατά προσέγγιση 10^8 σωματίδια /δεύτερη παραγωγή σποράς ανά jet

Εύρος σωματιδιακών διαστάσεων: 1-3 μm

Κατασκευή από αγγείο πίεσης ανοξείδωτου χάλυβα

Δείκτης ακρυλικού επιπέδου εκτιμώμενος για 10 bar μέγιστης πίεσης.

Αέρας διαλύσεων: Μεταβλητός διαμέσου του κεντρικού σωλήνα

Πάνελ εξ αποστάσεως: Θέτει σε λειτουργία οποιοδήποτε αριθμό ακροφύσιων (1-10) για τον έλεγχο της πυκνότητας σποράς σε απόσταση από το πείραμα.

Συμβατό σύστημα σωληνοειδών βαλβίδων για PLC ή τον έλεγχο υπολογιστών.

Βαλβίδες μίας κατευθύνσεως επί όλων των ακροφυσίων Laskin για την αποφυγή μόλυνσης των σωλήνων παροχής αέρα με το υγρό σποράς.

M6 tapped mounting οπές

Γρήγορη λειτουργία ξαναγεμίματος χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση του πειράματος

Συνιστώμενα υγρά λειτουργίας

Χαρακτηριστικά υλικά σποράς περιλαμβάνουν το λάδι καλαμποκιού, το ελαιόλαδο, και ρευστά σιλικόνης (π.χ. Dow Corning). Το λάδι καλαμποκιού συχνά χρησιμοποιείται σε εφαρμογές αεροδυναμικών σηράγγων υπό ατμοσφαιρικές πιέσεις και θερμοκρασίες, καθώς είναι ανέξοδο και παράγει σταγονίδια διατάσεων μερικών μικρών. Το ελαιόλαδο έχει υψηλότερη σημείο ανάφλεξης ή θερμοκρασία αποσύνθεσης, και αποτελεί το επιλέξιμο υγρό για ροές πολλών μηχανών εσωτερικής καύσεως. Όπου απαιτείται λειτουργία σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και μειωμένη πίεση, τα ρευστά σιλικόνης κενού είναι αυτά που προτιμώνται. Τα ρευστά αυτά αναπτύχθηκαν για χρήση σε αντλίες διαχύσεως κενού και συνδυάζουν πολύ χαμηλές πιέσεις ατμού με υψηλά σημεία ανάφλεξης και επιφανειακές τάσεις και κινηματικά ιξώδη παρόμοια με αυτά των φυτικών ελαίων. Αυτή η γεννήτρια σποράς είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθεί για την παροχή στερεών σωματιδίων σποράς με την αραίωση σκονών με νερό ή μεθανόλη.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο Περιγραφή

9010E0010 Γεννήτρια υγρής σποράς, back pressure 10 bar,
έλεγχος εξ αποστάσεως

4.3.3 Πληροφορίες προϊόντος.

Σπορά σωματιδίων για απεικόνιση ροής, LDA και PIV

Εφαρμογές

Για μελέτες ροής διαμέσου

Απεικόνισης ροής,

Ανεμομετρίας Laser Doppler και

Εικόνας Μέτρησης Σωματιδιακής Ταχύτητας

τα σωματίδια σποράς που περιγράφονται στη συνέχεια είναι κατάλληλοι ανιχνευτές για την παραγωγή κατά της ροής ικανοποιητικού σκεδαζόμενου φωτός, σημάτων υψηλής ορατότητας και άριστης ανιχνευσιμότητας.

Εισαγωγή

Η εφαρμογή τεχνικών μετρήσεων οπτικών ροών σε ροές αερίων και υγρών συνήθως απαιτεί τεχνητή σπορά της ροής. Ανάλογα με την οπτική διαμόρφωση και τις εν γένη συνθήκες, τα σωματίδια ανιχνευτές πρέπει να εκπληρώσουν διάφορες απαιτήσεις. Τα αποτελέσματα μπορούν να βελτιωθούν ουσιαστικά με την προσεκτική επιλογή του υλικού σποράς.

Περιγραφή

PSP: Σωματίδια Σποράς Polyamid που παράγονται από διαδικασίες πολυμερισμού επεξεργάζεται και κατά συνέπεια έχουν κυκλικό αλλά όχι ακριβώς σφαιρικό σχήμα. Τα σωματίδια τύπου μικροπόρων συνιστώνται για εφαρμογές υδάτινων ροών.

HGS, S-HGS: Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες και Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες με Ασημένια Επένδυση που είναι borosilicate σωματίδια γυαλιού με σφαιρικό σχήμα και μια λεία επιφάνεια, που προτιμώνται για υγρές ροές. Ένα λεπτό ασημένιο επίστρωμα αυξάνει περαιτέρω την ανακλαστικότητα.

FPP: Φθορίζοντα Σωματίδια Πολυμερών που είναι βασισμένα επί της ρητίνης μελαμινών. Η φθορίζουσα χρωστική ουσία είναι ομοιογενώς κατανεμημένη στο σύνολο του σωματιδιακού όγκο. Σε εφαρμογές με υψηλό επίπεδο φωτός υποβάθρου, φθορίζοντα σωματίδια σποράς είναι δυνατόν να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα των διανυσματικών απεικονίσεων των μετρήσεων PIV και LDA. Η οπτική λήψης είναι απαραίτητο να εφοδιαστεί με ένα φίλτρο εστιασμένο γύρω από το μήκος κύματος εκπομπής.

EMS: Διαστελλόμενες Μικροσφαίρες που είναι λευκά, σφαιρικά σωματίδια με ένα θερμοπλαστικό κοχύλι που συμπυκνώνει ένα αέριο. Η εξαιρετικά χαμηλή πυκνότητά τους, τα καθιστά κατάλληλα για τις εφαρμογές PIV σε ροές αερίων.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα.

Βέλτιστη σπορά για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών

Τα φθορίζοντα σωματίδια παρέχουν βελτιωμένες διανυσματικές απεικονίσεις από εφαρμογές PIV πλησίον τοιχωμάτων ή μέσω μη καθαρών παραθύρων

Τα φθορίζοντα σωματίδια επιτρέπουν ταυτόχρονες διφασικές μετρήσεις με PIV (υγρό-αέριο, υγρό-στερεό)

Μη τοξικά υλικά

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

PSP, Σωματίδια Σποράς Polyamid

80A3011 PSP-5, διαμ. 5 μm , 250 g

80A4011 PSP-20, διαμ. 20 μm , 250 g

80A5011 PSP-50, διαμ. 50 μm , 250 g

HGS, Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες

80A6011 HGS-10, μέση διαμ. 10 μm , 250 g

S-HGS, Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες με Ασημένια Επένδυση
 80A7001 S-HGS-10, μέση διαμ. 10 μm , 100 g
 FPP, Φθορίζοντα Σωματίδια Πολυμερών
 Μεγ. Διέγερση: 550 nm
 Μεγ. Εκπομπή max.: 590 nm

80A8001 FPP-RhB-75, 50-100 μm ,
 100 ml υδάτινη διαθεσιμότητα (50 g particles)

80A8101 FPP-RhB-30, 20-40 μm ,
 100 ml υδάτινη διαθεσιμότητα (50 g particles)

80A8201 FPP-RhB-10, 1-20 μm ,
 100 ml υδάτινη διαθεσιμότητα (50 g particles)

EMS, Διαστελλόμενες Μικροσφαίρες
 80A9001 EMS-40, διαμ. 30-50 μm , 20 g (φιάλη 1 λίτρου)

Προδιαγραφές

	PSP, Σωματίδια Σποράς Polyamid	HGS, Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες	FPP, Φθορίζοντα Σωματίδια Πολυμερών	S-HGS, Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες με ασημένια επένδυση	EMS, Διαστελλόμενες Μικροσφαίρες
Μέση διάμετρος (μm)	5, 20, 50	10	10	10, 30, 75	40
Κατανομή μεγέθους	1 - 10 μm 5 - 35 μm 30 - 70	2 - 20 μm	2 - 20 μm	1-20 μm 20-40 μm 50-100 μm	30-50 μm

	μm				
Σχήμα σωματιδίων	Μη σφαιρικό	Σφαιρικό	Σφαιρικό	Σφαιρικό	Σφαιρικό
πυκνότητα (g/cm ³)	1.03	1.1	1.4	1.5	0.03
Σημείο τήξης (°C)	175	740	740	250	~ 150
Δείκτης διάθλασης	1.5	1.52	-	1.68	-
Υλικό	Polyamid 12	Γυαλί Borosilicate	Γυαλί Borosilicate	Πολυμερές με βάση ρητίνη μελαμινών	Copolymer

Επιλογή σωματιδίων σποράς

Ροές αερίων	LDA	Απεικόνιση ροής, PIV
	Γεννήτρια ομίχλης SAFEX **	Γεννήτρια καπνού SPT ** EMS – Διαστελλόμενες μικροσφαίρες PSP - Σωματίδια Σποράς Polyamid
Ροές υγρών	PSP-Σωματίδια Σποράς Polyamid	HGS - Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες S-HGS - Γυάλινες Κοίλες Σφαίρες με Ασημένιες Σφαίρες FPP - Φθορίζοντα Σωματίδια Πολυμερών

4.3.4 Γεννήτριας Σποράς για LDA και PIV

Γεννήτρια σποράς υγρών σταγονιδίων μεγάλης ποσότητας

Εφαρμογές

Σπορά Σταγονιδίων για Εικόνα Μέτρησης Σωματιδιακής Ταχύτητας

Σπορά Σταγονιδίων για τη Ανεμομετρία Laser Doppler

Υδρονέφωση ελαίου για την απεικόνιση ροής

Μεγάλες σήραγγες αέρα

Υψηλές ταχύτητες ροής

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Έως 3 bar σε λειτουργία ως back-pressure

Ρυθμιζόμενος ρυθμός σποράς

Γρήγορη λειτουργία ξαναγεμίματος χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση του πειράματος

Τραχιά κατασκευή

Εισαγωγή

Αυτή η γεννήτρια σποράς παράγει σταγονίδια ιδανικά για μετρήσεις PIV και LDA. Αποτελεί την λύση που προτιμάται για εγκαταστάσεις μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους. Στη γεννήτρια σποράς 10E03, ρευστό μετατρέπεται σε μικρά σταγονίδια που στη συνέχεια μεταφέρονται σε μια αερομεταφερόμενη μορφή όπως σε ψεκαστήρα. Οι δύο ψεκαστήρες της Γεννήτριας Σποράς επιτρέπουν την παραγωγή υγρού ψεκασμού μεγάλου όγκου. Μία παράκαμψη συμπιεσμένου αέρα και οι δυϊκοί έξοδοι 1'' εγκαθίστανται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτή η μεταφορά της συνολικής ποσότητας ψεκασμού από το δοχείο. Ο μηχανισμός ελέγχου ακρίβειας του ρυθμιστή μετατροπής επιτρέπει την παραγωγή ακόμη και των μικρότερων δόσεων ψεκασμού.

Περιγραφή.

Η βασική αρχή της γεννήτριας σποράς 10E03 είναι η ακόλουθη:
Ο ψεκασμός παράγεται σύμφωνα με την αρχή της αντλίας ανοικτού-jet. Ο συμπιεσμένος αέρας υψηλότερης ταχύτητας που διέρχεται από το στόμιο του τριχοειδούς σωλήνα συμπιεσμένου αέρα προκαλεί τη μείωση της στατικής πίεσης σε σύμφωνα με την εξίσωση του Bernoulli. Το προκύπτον κενό ρουφάει το ρευστό μέσω του τριχοειδούς σωλήνα από το δοχείο τροφοδοσίας. Η υψηλή ταχύτητα του αέρα στο στόμιο του τριχοειδούς σωλήνα διασκορπίζει το ρευστό σε μικρά σταγονίδια.



Σχήμα 4.34 Ρυθμιζόμενη Διάταξη σωματιδίων διασποράς.

Προδιαγραφές

Έως 3 bar σε λειτουργία ως back-pressure

Κατά προσέγγιση 10^{13} σωματίδια /δεύτερη παραγωγή σποράς ανά jet (ονομαστική αξία)

Χρόνος λειτουργίας: μπορεί να λειτουργεί ασταμάτητα. Γρήγορη λειτουργία ξαναγεμίματος χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση του πειράματος.

Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 3 bar

Τροφοδοσία συμπιεσμένου αέρα: μέγ. 5 bar

Ροή συμπιεσμένου αέρα: περ. 43.5 l/min σε 5 bar (20.9 l/min σε 2 bar) (όταν η παράκαμψη είναι κλειστή)

Χωρητικότητα δοχείου: μέγ. 5 λίτρα υγρού ψεκασμού

Μέσο μέγεθος σταγονιδίων: 2 μm . Βλέπε το διάγραμμα που ακολουθεί

Εύρος μεγέθους σταγονιδίων: 1-3 μm . Βλέπε κατανομή που ακολουθεί

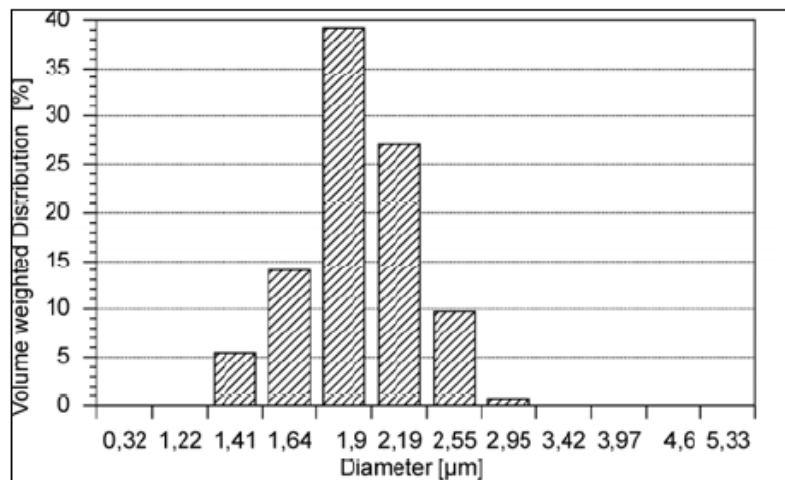
Χημική αντίδραση: έλαια, βενζόλια

Βάρος: περ. 7,2 Kg (όταν άδειο)

Μήκος x πλάτος x ύψος: 305 x 200 x 390 mm

Κατάλληλα υγρά: υγρή παραφίνη, φυτικά έλαια (π.χ. ελαιόλαδο), έλαια λιπαντικών εργαλείων

Κατασκευή από αγγείο πίεσης αλουμινίου



Σχήμα 4.35 Κατανομή μετρούμενου μεγέθους (SMS = 2.14 mm)

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο Περιγραφή

9010E0030 Γεννήτρια υγρής σποράς, μεγάλη ποσότητα, 3 bar σε λειτουργία ως back-pressure, χειροκίνητος έλεγχος

9010T0901 Έλαιο παραφίνης, 1 λιτ.

4.3.5 Γεννήτρια Σποράς για LDA και PIV

Εφαρμογές.

Σπορά σκόνης για Εικόνα Μέτρησης Σωματιδιακής Ταχύτητας

Σπορά σκόνης για Ανεμομετρία Laser Doppler

Απεικόνιση ροής

Μελέτες καύσης υψηλής θερμοκρασίας

Εφαρμογές ροών υψηλής πίεσης (έως 10 bar)

Σπορά σε Εχθρικά Περιβάλλοντα

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Έως 10 bar σε λειτουργία ως back-pressure

Ελέγξιμη πυκνότητα σποράς

Πάνελ ελέγχου εξ αποστάσεως

Κατάλληλη για διάφορα μεγέθη σωματιδίων.

Γρήγορη λειτουργία ξαναγεμίματος χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση του πειράματος



Σχήμα 4.36 Γεννήτρια διασποράς σωματιδίων για μεθόδους LDA – PIV.

Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη γεννήτρια σποράς παράγει σωματίδια σκόνης για μετρήσεις PIV και LDA. Έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε εγκαταστάσεις σταθερής πίεσης, παρέχεται με τηλεχειριστήριο και συνιστάται για δύσκολες εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων των μελετών καύσης.

Περιγραφή

Η 10F01 γεννήτρια σποράς χρησιμοποιεί ηχητικά jets που δημιουργούν πεδιακή ροή υψηλών δυνάμεων συνάφειας που διαχωρίζουν την ευρισκόμενη εντός του θαλάμου εξόδου σκόνη. Ο σχεδιασμός αυτής της γεννήτριας σποράς είναι τέτοιος ώστε να αποφεύγεται εκ κατασκευής η απόφραξη που εμφανίζεται σε άλλες γεννήτριες σποράς σκόνης.

Η συγκεκριμένη μέθοδος διανομής της σκόνης επίσης εξασφαλίζει ομοιόμορφη πυκνότητα σποράς κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

Προδιαγραφές

Έως 10 bar σε λειτουργία ως back-pressure

Ελέγξιμη πυκνότητα σποράς

Διαθέσιμο αέριο διάλυσης

Κατασκευή από αγγείο πίεσης ανοξείδωτου χάλυβα

Πάνελ εξ αποστάσεως ελέγχου: Ηλεκτρικός χειρισμός του ρυθμού διασποράς σκόνης και κατά συνέπεια και της πυκνότητα σποράς. Ελεγκτή πίεσης για τη ρύθμιση της παροχής αέρα στη γεννήτρια σποράς. Δύο μετρητές πίεσης που δείχνουν την παροχή αέρα και τη back pressure της γεννήτριας σποράς. Συμβατή με σωληνοειδείς βαλβίδες για PLC ή ελέγχου μέσου υπολογιστή.

Απλούς συνδέσμους σωλήνων και κωδικοποιημένων ανά χρώμα αεροσωλήνων για εύκολη εγκατάσταση και ρύθμιση του μήκους εξ αποστάσεως καλωδίου.

Κατάλληλη για διάφορες σκόνες και μεγέθη σωματιδίων. Συνιστάται σκόνη από οξειδίο του αλουμινίου ή διοξειδίο του τιτανίου. Αυτή η γεννήτρια σποράς κατασκευάστηκε συγκεκριμένα για εφαρμογές LDA και PIV όπου απαιτείται η χρήση σκόνης μικρών σωματιδιακών κόκκων. Για εφαρμογές LDA συστήνεται η χρήση σκόνης οξειδίου του αλουμινίου μεγέθους 0,3μm.

Η μέγιστη διάρκεια κατά συνεχή παραγωγή σκόνης είναι 30 λεπτά. Ένα δεύτερο δοχείο σκόνης παρέχεται για τη γρήγορη εναλλαγή. Το πάνελ εξ αποστάσεως ελέγχου επιτρέπει την παύση της τροφοδοσίας σκόνης όταν αυτή δεν χρειάζεται επεκτείνοντας κατά αυτό το τρόπο το χρονικό διάστημα μεταξύ των ξαναγεμισμάτων και ελαχιστοποιώντας την χρησιμοποιούμενη ποσότητα σκόνης.

Γρήγορη λειτουργία ξαναγεμίσματος χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση του πειράματος.

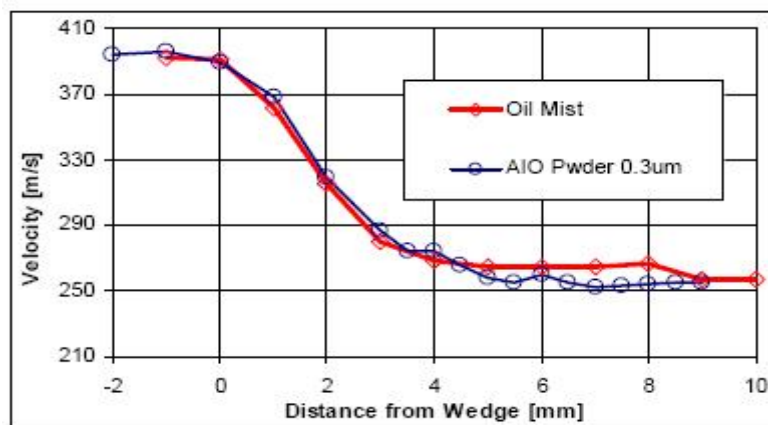
Απόδοση

Το μεγαλύτερο πρόβλημα άλλων γεννητριών σκόνης είναι ο επιτυχής διαχωρισμός της σκόνης σε κόκκους μικρότερου μέγεθος. Σωματίδια με μέγεθος μικρότερο του 1μm τείνουν να συσσωματωθούν και αν αυτά δεν διαχωριστούν από τη γεννήτρια σποράς η δυνατότητά τους να ακολουθήσουν τη ροή μειώνεται.

Η 10F01 γεννήτρια σποράς χρησιμοποιεί ηχητικά jets που δημιουργούν πεδιακή ροή υψηλών δυνάμεων συνάφειας που διαχωρίζουν την ευρισκόμενη εντός του θαλάμου εξόδου σκόνη. Ο σχεδιασμός αυτής της γεννήτριας σποράς είναι τέτοιος ώστε να αποφεύγεται εκ κατασκευής η απόφραξη που εμφανίζεται σε άλλες γεννήτριες σποράς σκόνης. Η συγκεκριμένη μέθοδος διανομής της σκόνης επίσης εξασφαλίζει ομοιόμορφη πυκνότητα σποράς κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

Σύγκριση με γεννήτρια υγρής σποράς:

Η συγκεκριμένη γεννήτρια σποράς εξετάστηκε σε σύγκριση με μία γεννήτρια παραγωγής υδρονέφωσης ελαίου εντός υπερηχητικής αεροδυναμικής σήραγγας και καταγράφηκαν μετρήσεις σωματιδιακής ανταπόκρισης κατά τη διάρκεια κάθετου κύματος κλονισμού χρησιμοποιώντας ένα Laser Ανεμομετρία που λειτουργούσε ως οπισθοσκεδαστής. Χρησιμοποιήθηκε σκόνη οξειδίου του αλουμινίου με σωματίδια μεγέθους 0,3 μm. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.36, υπάρχει άριστη συμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις συσκευές των δύο διαφορετικών τύπων σποράς.



Σχ.4.37 Σύγκριση της σωματιδιακής ανταπόκρισης της σποράς κατά τη διάρκεια κάθετου κύματος κλονισμού. Η γεννήτρια σποράς 10F01 εμφανίζει άριστη συμφωνία με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της σποράς υδρονέφωσης.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο Περιγραφή

9010F0010 Γεννήτρια σποράς σκόνης, 10 bar σε λειτουργία ως back-pressure

4.3.6 Γεννήτρια καπνού για απεικόνιση, LDA και PIV.

Εφαρμογές

Απεικόνιση ροής – π.χ. εξαερισμός

Σπορά για Εικόνα Μέτρησης Σωματιδιακής Ταχύτητας

Σπορά για Ανεμομετρία Laser Doppler

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Ρυθμιζόμενη πυκνότητα καπνού

Ευκολία χειρισμού

Συλλογή επιστομίων

Φιλικός προς το περιβάλλον καπνός

Λειτουργία εξ αποστάσεως



Σχήμα 4.38 Γεννήτρια καπνού για απεικόνιση πεδίων με χρήση LDA – PDA.

Εισαγωγή

Η γεννήτρια καπνού είναι εύκολη σε λειτουργία και χειρισμό. Κατέχει υψηλό βαθμό ευελιξίας λόγω του ελεγκτού ρυθμίσεων λεπτομέρειας και της συλλογής επιστομίων. Τα σωματίδια καπνού μικρού μεγέθους ακολουθούν τις

ταλαντώσεις της γρήγορης ροής και επιτρέπουν την ανίχνευση λεπτομερών χαρακτηριστικών της ροής.

Περιγραφή

Ο ενσωματωμένος συμπιεστής οδηγεί τα μικρά σταγονίδια ελαίου κατά μήκος μιας θερμής σπείρας χαλκού όπου μετατρέπονται σε καπνό. Τα περάσματα του καπνού από τον βελονοειδή ελεγκτή σε μία ράβδο επιτυγχάνεται με μία συλλογή τριών διαφορετικών επιστομίων για τη ορθή κατανομή της ροής του καπνού.

Προδιαγραφές

Χωρητικότητα δοχείου: 1 λίτρο ελαίου

Μέσο μέγεθος σταγονιδίων: 1.5 μm . Βλέπετε διάγραμμα που ακολουθεί

Μέγεθος σταγονιδίων: εύρος 0-4 μm . Βλέπετε κατανομή που ακολουθεί

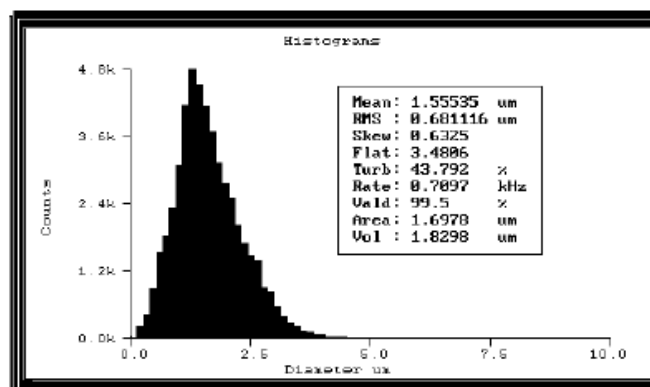
Βάρος: περ. 8 kg

Μήκος x πλάτος x ύψος: 440 x 230 210 x mm

Κατάλληλα ρευστά: έλαιο παραφίνης

Η κατανομή του μεγέθους σταγονιδίων του παραγόμενου καπνού μετρήθηκε με ένα σύστημα ανεμόμετρου φάσης Doppler και παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί. Το σύστημα PDA που χρησιμοποιήθηκε ήταν Dantec Fiber PDA.

Η μέτρηση (50.000 δείγματα) πραγματοποιήθηκε σε γωνία σκέδασης 70°.



Σχήμα 4.39 Κατανομή μεγέθους σταγονιδίων παραγόμενου καπνού.

Η μέση διάμετρος των σταγονιδίων καπνού είναι περίπου 1.5 μm . Ο καπνός δεν περιέχει κανένα σταγονίδιο διαμέτρου μεγαλύτερης των 5 μm κάτι που εξασφαλίζει άριστη ανιχνευσιμότητα των σταγονιδίων καπνού ακόμη και κατά ιδιαίτερα τυρβώδη ροών.

Συνιστώμενα υγρά λειτουργίας

Τύπος:	Παραφίνη
Εμπορικό σήμα:	Ondina 15
Δείκτης διάθλασης:	1.468

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πρότυπο	Περιγραφή
9010D0901	Γεννήτρια καπνού SPT
9010T0901	Ondina Έλαιο Τύπος 15,1 Ltr

4.4 SOFTWARE – ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

4.4.1 Λογισμικό Ροής BSA v2.1 Λογισμικό για συστήματα LDA και PDA.

Εφαρμογές

Μετρήσεις ταχύτητας ροής ρευστών χρησιμοποιώντας LDA

Ανάλυση δυναμικής σωματιδίων

Μετρήσεις σε περιστρεφόμενα μηχανήματα

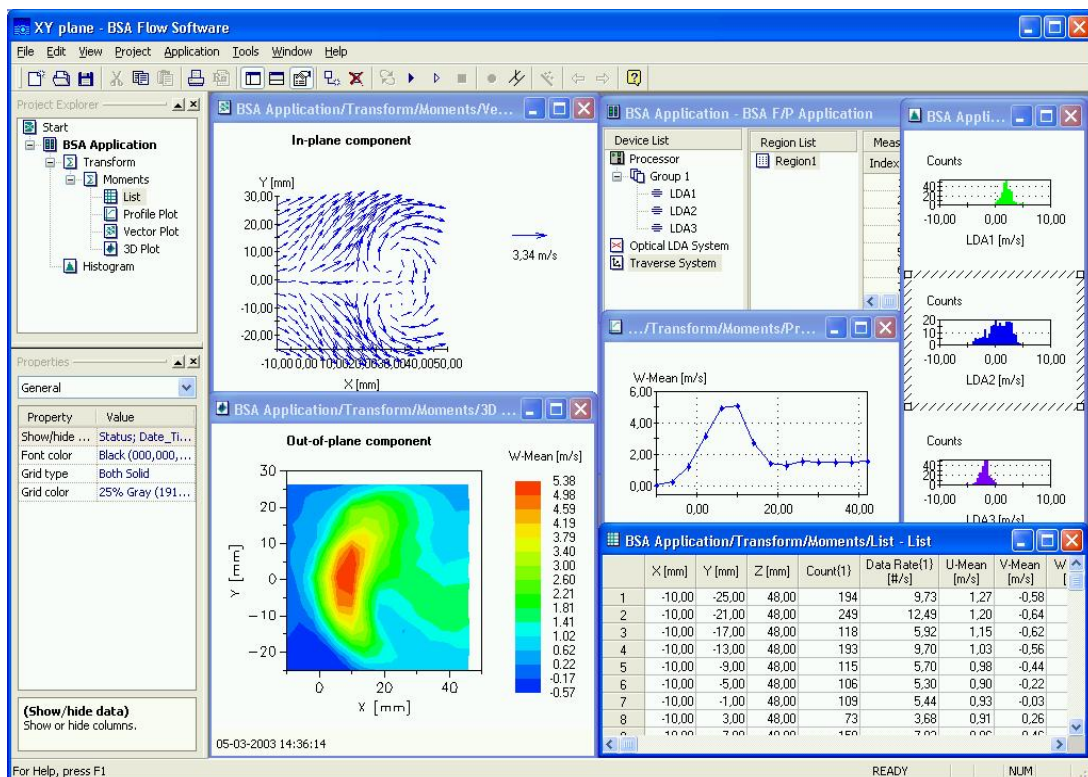
Οργάνωση πειράματος

Συλλογή δεδομένων και εγκάρσιος έλεγχος

Ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Καθορισμένη από το χρήστη ανάλυση δεδομένων σε απευθείας σύνδεση. Κριτήρια παύσης συλλογής δεδομένων με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου. Σε απευθείας σύνδεση υπολογισμός διαστήματος εμπιστοσύνης δεδομένων. Καθορισμένη από τον χρήστη επεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιώντας επιπρόσθετη σύνδεση MATLAB. Αποδίδει επίσης προηγμένη φασματική ανάλυση.



Σχήμα 4.40 Λογισμικό Ελέγχου Ροής και Συλλογής Δεδομένων (Data Acquisition)

Εισαγωγή

Το λογισμικό ροής BSA είναι ένα εκτενές πακέτο λογισμικού για πειράματα LDA ή PDA για τους επεξεργαστές BSA, FVA ή PDA της Dantec Dynamics. Επιτρέπει στον χρήστη να καθορίζει εγκάρσια πλέγματα και σχετικές

ρυθμίσεις επεξεργαστών, να συλλέγει δεδομένα και να παρουσιάζει επί της οθόνης τα αποτελέσματα της συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Ένας εγκάρσιος οδηγός γενικής χρήσεως καθιστά εφικτή τη διασύνδεση με οποιοδήποτε εγκάρσιο σύστημα, χρησιμοποιώντας ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο. Ο χρήστης καθορίζει μια διαδοχή ανάλυσης, η οποία ενημερώνεται σε απευθείας σύνδεση κατά τη διάρκεια της συλλογής των δεδομένων, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση επί της ποιότητας των μετρήσεων. Στο ανωτέρω παράδειγμα, τα βήματα της ανάλυσης περιλαμβάνουν μετασχηματισμό συντεταγμένων, στατιστικούς υπολογισμούς και τετραδιάστατα γραφήματα.

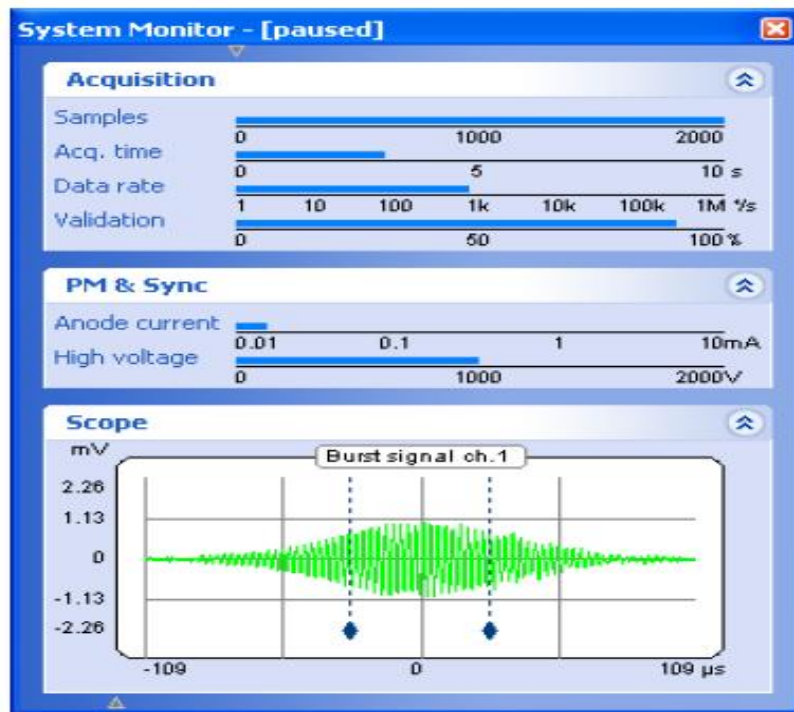
Η ανάλυση μπορεί να βελτιωθεί χωρίς σύνδεση με την προσθήκη αντικειμένων και γραφημάτων ανάλυσης.

Κριτήρια παύσης συλλογής δεδομένων με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου.

Η κατανάλωση μόνο του απαραίτητου χρόνου που απαιτεί η επιθυμητή ποιότητα δεδομένων μειώνει το κόστος του πειράματος και παρέχει επιπλέον δεδομένα όταν το χρονικό εύρος του πειράματος είναι περιορισμένο. Με το λογισμικό ροή BSA 2.1, ο χρόνος μέτρησης είναι δυναμικά βελτιστοποιημένος και βασισμένος στη στατιστική ανάλυση πραγματικού χρόνου των συλλεγμένων δεδομένων. Η συλλογή δεδομένων σταματάει όταν το διάστημα εμπιστοσύνης 95% της μέσης ταχύτητας ή της ταχύτητας RMS βρίσκεται κάτω από το ένα ποσοστό που καθορίζεται από τον χρήστη.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του λογισμικού.

Το λογισμικό μπορεί να οργανώσει, να συλλέξει και να αναλύσει δεδομένα από κατανομές επεξεργαστών 1-, 2- και 3-συνιστωσών. Παρέχει παρουσίαση επί της οθόνης των σημάτων Doppler με τους επεξεργαστές BSA F και P.



Σχήμα 4.41 Απευθείας παρουσίαση επί της οθόνης των σημάτων Doppler

Μετασχηματισμός συντεταγμένων των συνιστωσών της μετρούμενης ταχύτητας είναι εφικτός με τον καθορισμό ενός πίνακα μετασχηματισμού. Φίλτρα μπορούν να εφαρμοστούν επί των μετρούμενων ποσοτήτων. Ένας επαναληπτικός τρόπος για τη ρύθμιση των παραμέτρων μπορεί να επιλεγεί πριν τη λειτουργία του πραγματικού πειράματος.

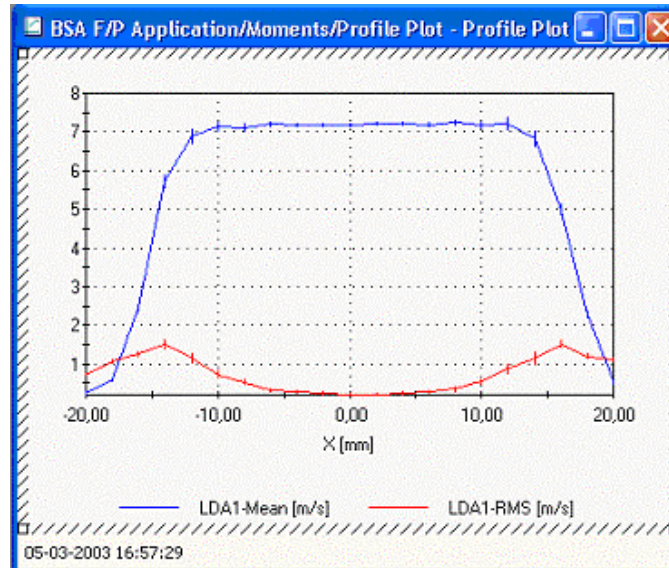
Εγκάρσιος έλεγχος.

Μία βοηθητική λειτουργία του λογισμικού επιτρέπει το γρήγορο καθορισμό ορθογώνιων ή κυλινδρικών πλεγμάτων. Χειροκίνητος εγκάρσιος έλεγχος μέσω προκαθορισμένου πλέγματος είναι δυνατός χρησιμοποιώντας έναν γρήγορο τρόπο λειτουργίας.

Οδηγοί για συστήματα Lightweight Traverse της Dantec Dynamics και το 57G15 Traverse Interface συμπεριλαμβάνονται. Εγκάρσια συστήματα άλλων εταιριών μπορούν να ελεγχθούν μέσω της προσθήκης Advanced Traverse.

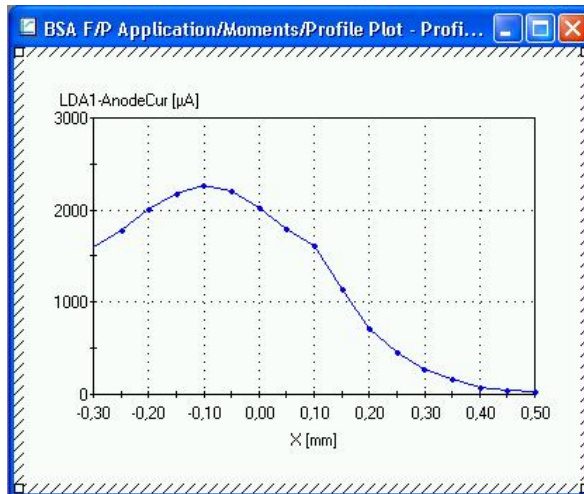
Ανάλυση δεδομένων.

Στατιστική: Το αντικείμενο Moments υπολογίζει το μέσο όρο, τη τιμή RMS, την εκτροπή, την ομαλότητα, καθώς επίσης και το διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη μέση ταχύτητα και για την τιμή RMS.



Σχήμα 4.42 Προφίλ μέσης και RMS τιμής της ταχύτητας

Η στάθμιση της χρονικής διέλευσης μπορεί να εφαρμοστεί για την διόρθωση συστηματικών σφαλμάτων δείγματος (bias). Για δεδομένα 2 ή 3-συνιστωσών, διαγώνιες ορμές (για πληροφορία τάσης συνάφειας) μπορούν να υπολογιστούν. Οι μετρήσεις θέσης, αριθμού δειγμάτων, επικύρωσης, ρυθμού δεδομένων και ανοδικού ρεύματος του φωτοπολλαπλασιαστή αποθηκεύονται μαζί με τα δεδομένα της στατιστικής ανάλυσης.

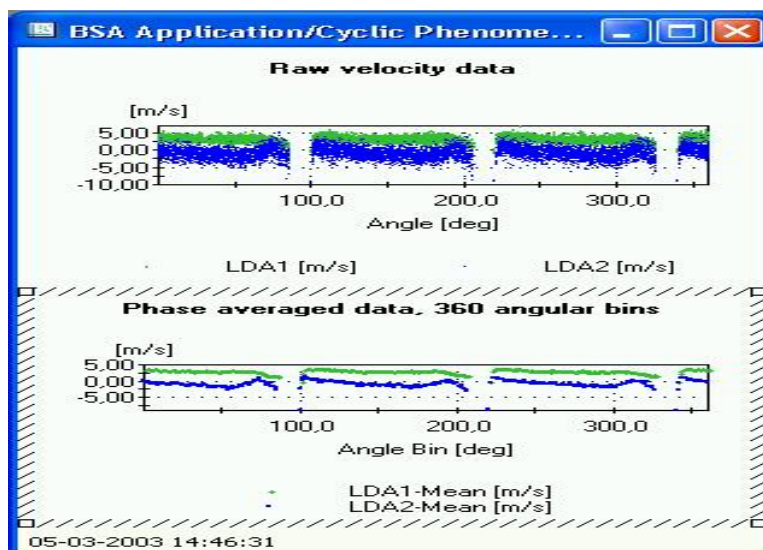


Σχήμα 4.43 Ρεύμα ανόδου του φωτοπολλαπλασιαστή πλησίον γυάλινης επιφάνειας

Τα δεδομένα του ρεύματος ανόδου του φωτοπολλαπλασιαστή μπορούν να βοηθήσουν τον πειραματικό να βρει την ακριβή θέση τοιχώματος όταν αυτός εκτελεί μελέτες συνοριακών στρωμάτων.

Μετασχηματισμός συντεταγμένων: Το αντικείμενο Transform μετατρέπει μη-ορθογώνιες συνιστώσες της μετρούμενης ταχύτητας σε ορθογώνιες μέσω ενός πίνακα μετασχηματισμού που καθορίζεται από τον χρήστη. Περισσότερα του ενός αντικείμενα Transform μπορούν να εφαρμοστούν διαδοχικά, π.χ. έναν μετασχηματισμό για το ίδιο τον LDA ελεγκτή, άλλο για την κλίση του, ένα τρίτο για το φιλτράρισμα του, και ούτε καθεξής. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο κατά την αλλαγή του προσανατολισμού της τρισδιάστατης οπτικής LDA για προσέγγιση στερεών αντικειμένων.

Φιλτράρισμα συμπτώσεως: Το αντικείμενο Coincidence παρέχει φιλτράρισμα συμπτώσεως των δεδομένων ταχύτητας LDA ή PDA. Αυτό καθιστά εφικτή τη συλλογή δεδομένων στον υψηλότερο δυνατό ρυθμό από κάθε κανάλι. Το αντικείμενο Coincidence επιτρέπει επαναληπτική ανάλυση των αρχικών δεδομένων με διαφορετικά παράθυρα.



Σχήμα 4.44 Δεδομένα επιλύσιμης φάσης από έναν έλικα.

Κυκλικά φαινόμενα: Αυτά χρησιμοποιούνται σε περιστρεφόμενα μηχανήματα και άλλα κυκλικά γεγονότα. Η ταξινόμηση της φάσης της ταχύτητας ή των δεδομένων σωματιδιακών διαστάσεων συμπεριλαμβανομένης 1ος παλμού ανά περιστροφή, ή προαιρετικά N παλμών ανά περιστροφή, πληροφορίας του κωδικοποιητή. Υπολογισμός της μέσης φάσης ταξινομημένων κατά φάση δεδομένων. Η γωνία φάσης μπορεί να μετασχηματιστεί κατά κλίμακα σε 360 ή 720 μοίρες ανά κύκλο, η τελευταία περίπτωση χρησιμοποιείται για μηχανές τεσσάρων χρόνων. Για εφαρμογές σε περιστρεφόμενα μηχανήματα, τα δεδομένα από διαφορετικές φάσεις κύκλων μπορούν να επικαλυφθούν χρησιμοποιώντας τη παράμετρο sub-cycles. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μπορούν να απεικονιστούν με την προσθήκη ένας κατάλογος ή ενός 2D γραφικού αντικείμενου (απαιτεί την προσθήκη Advanced Graphics) στο αντικείμενο Cyclic Phenomena, και μπορούν να εξαχθούν με την προσθήκη ενός αντικείμενου εξαγωγής στον ίδιο αντικείμενο. Παρουσίαση επί της οθόνης δεδομένων ταξινομημένων κατά φάση και μέσες τιμές δεδομένων (κατάλογοι ή 2D γραφήματα) που ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο.

Παρουσίαση δεδομένων: η κύρια συσκευασία του λογισμικού ροής BSA περιλαμβάνει κατάλογο (λογιστικό φύλλο (spreadsheet) των αριθμητικών στοιχείων) και ιστόγραμμα.

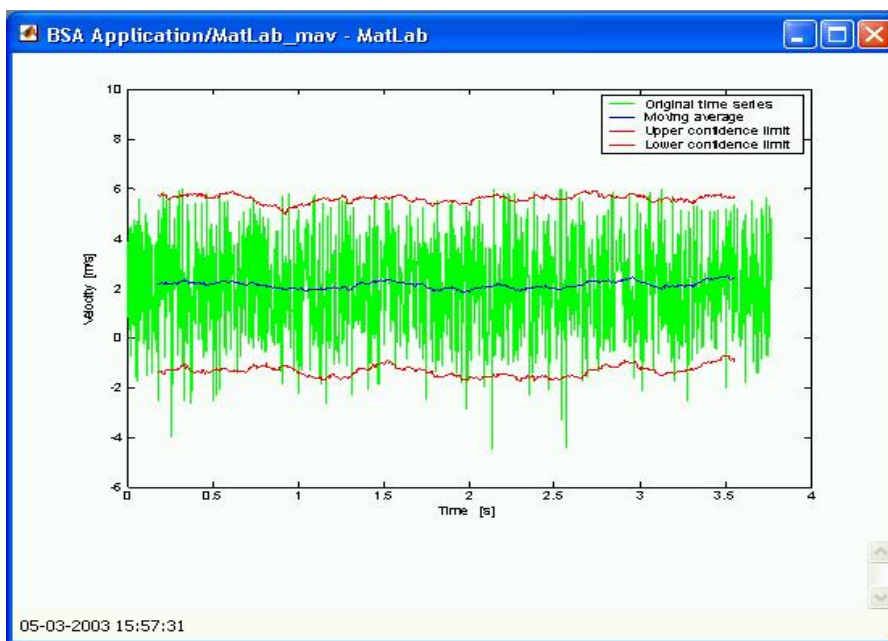
Εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων: Δεδομένα μπορούν να εξαχθούν σε πραγματικό χρόνο στις πιο κοινά χρησιμοποιούμενες μορφές, συμπεριλαμβανομένων των ASCII, CSV, Tecplot καθώς και της συμπαγής δυαδικής μορφής. Δεδομένα μπορούν να εισαχθούν ως αρχεία ASCII (.txt) ή διαμέσου των παλιότερων DOS λογισμικών της Dantec: FloWare, SizeWare και BurstWare. Εγκάρσια πλέγματα μπορούν να εισαχθούν ως αρχεία ASCII. Γραφικά μπορούν να εξαχθούν στους ακόλουθους τύπους αρχείων Windows: EMF, BMP, JPG, TIF και PNG ή μέσω του clipboard.

Φιλτράρισμα

Τα δεδομένα μπορούν να φιλτραριστούν έτσι ώστε είτε να βρίσκονται εντός είτε εκτός συγκεκριμένου εύρους. Το φιλτράρισμα μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τύπους διαθέσιμων δεδομένων των πατρικού αντικειμένου. Φίλτρα είναι δυνατόν να προστεθούν σε φίλτρα, π.χ. για φιλτράρισμα του χρόνου άφιξη καθώς επίσης και για το εύρος ταχύτητας.

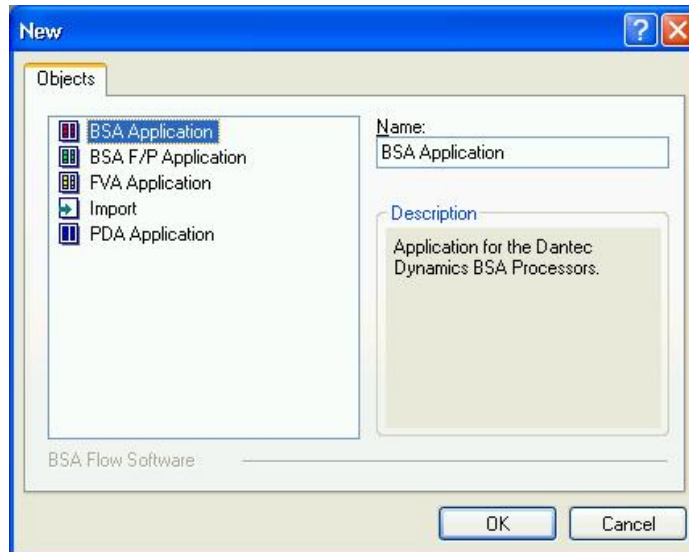
Επιπρόσθετο Σύνδεσης MATLAB

Η συνεχής ολοκλήρωση με Matlab[®] επιτρέπει ανάλυση δεδομένων που να μπορεί να καθοριστεί από τον χρήστη. Ο χρήστης επιλέγει δεδομένα από το λογισμικό Ροής BSA τα οποία μεταφέρονται στο Matlab, όπου εφαρμόζονται αλγόριθμοι ανάλυσης που καθορίζονται από τον χρήστη. Τα γραφικά καθώς και τα αριθμητικά αποτελέσματα του Matlab μπορούν να επιστρέψουν στο λογισμικό Ροής BSA για παρουσίαση επί της οθόνης. Τα αποτελέσματα της προσαρμοσμένης ανάλυσης δεδομένων αποθηκεύεται στο αρχείο του προγράμματος του BSA έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ανιχνευσιμότητα. Υποστηρίζει επεξεργαστές BSA, FVA και PDA.



Σχήμα 4.45 Χρονοσειρά δείγματος και όρια εμπιστοσύνης.

Με ενιαία πλατφόρμα λογισμικού για όλους τους επεξεργαστές, όλοι οι χρήστες ωφελούνται από τη συνεχή ανάπτυξη νέων λογισμικών χαρακτηριστικών. Με τους επεξεργαστές της FVA, PDA και 57N της σειράς BSA, η διαμόρφωση του υλικού μπορεί να καθοριστεί γρήγορα χρησιμοποιώντας την βοηθητικά προγράμματα οργάνωσης. Η διαμόρφωση αφού καθοριστεί μπορεί να αποθηκευτεί ως πρότυπο. Με τους επεξεργαστές της σειράς 62N, το utility Device Configuration της Dantec στον Πίνακα Ελέγχου των Windows χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της διαμόρφωσης υλικού στη Registry των Windows. Αυτή η διαμόρφωση θα χρησιμοποιείται σε νέο περιβάλλον εργασίας ως προεπιλογή.



Σχήμα 4.46 Το λογισμικό Ροής BSA υποστηρίζει όλους τους επεξεργαστές της Dantec Dynamics και όλους τους αντίστοιχους τρόπους εισαγωγής δεδομένων.

Όλοι οι επεξεργαστές BSA (σειρά 62N και 57N) υποστηρίζονται από τα Windows XP, Windows 2000 και Windows NT. Οι επεξεργαστές FVA και PDA (σειρά 58N) υποστηρίζονται από τα Windows 2000 και Windows NT.

Προηγμένη ανάλυση φάσματος

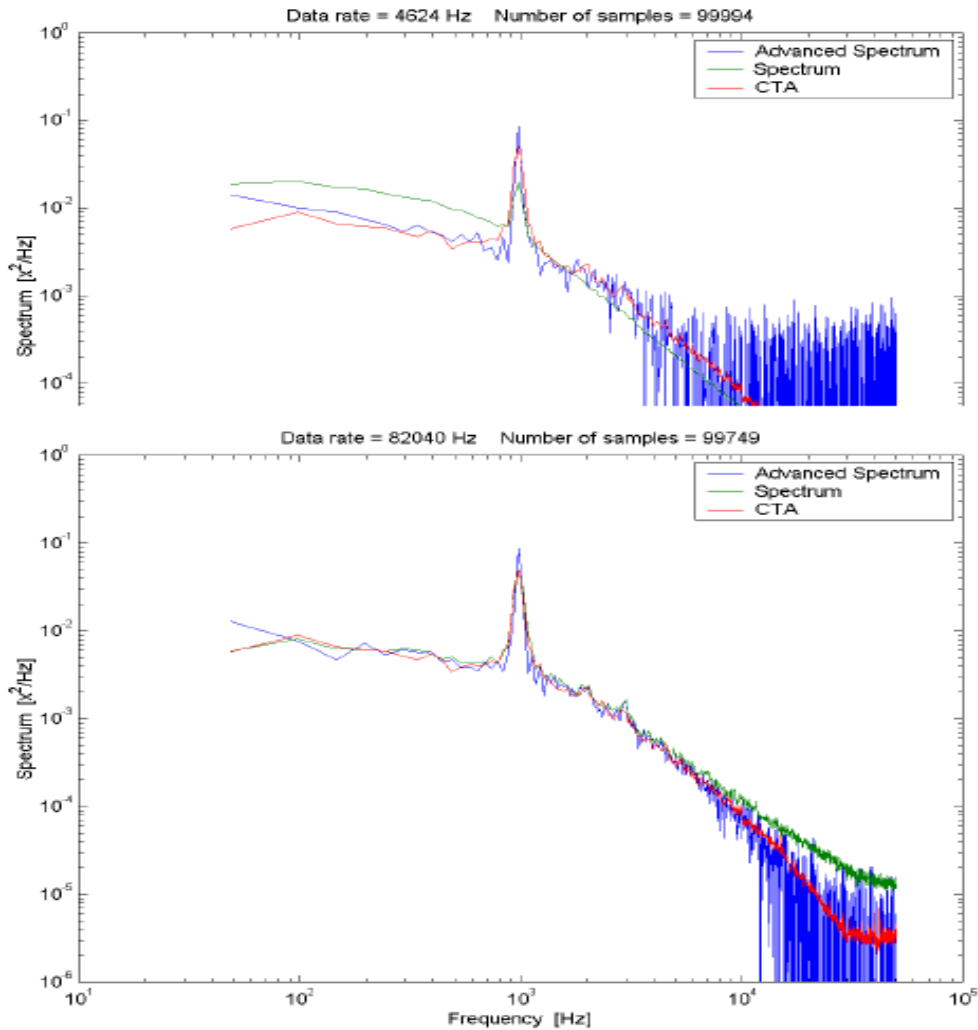
Το επιπρόσθετο Spectrum/Correlation τώρα περιλαμβάνει τον Προηγμένο αλγόριθμο φάσματος. Με αυτόν τον αλγόριθμο, τα φάσματα στροβιλισμών μπορούν να εκτιμηθούν σωστά σε συχνότητες κοντά στο μέσο ρυθμό δεδομένων. Το ανώτερο όριο συχνότητας είναι επομένως υψηλότερο από αυτό του αλγορίθμου Φάσματος, το οποίο παρουσιάζει συμπεριφορά φιλτραρίσματος χαμηλής-διέλευσης, με συχνότητα αποκοπής ίση με το μισό του μέσου ρυθμού δεδομένων, όπως περιγράφεται στη βιβλιογραφία για sample-and-hold δεδομένα ανασυγκρότησης LDA.

Οι ακόλουθες γραφικές παραστάσεις συγκρίνουν:

Κόκκινο: Φάσμα CTA (ορθό φάσμα)

Μπλε: Προηγμένο φάσμα

Πράσινος: Φάσμα για ρυθμό δεδομένων LDA 4,6 kHz και 82 kHz.

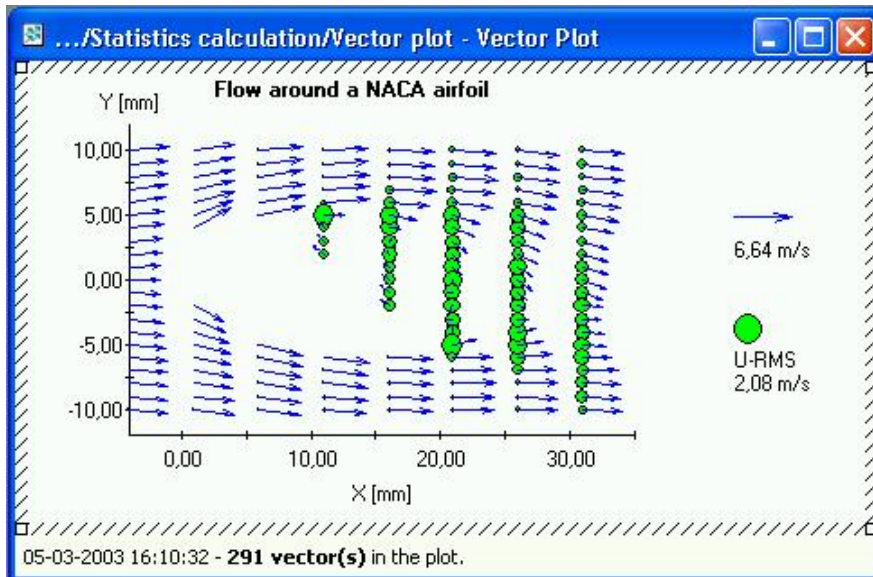


Σχήμα 4.47 Σύγκριση φασμάτων.

Στην περίπτωση ρυθμού δεδομένων των 4,6 kHz, οι μπλε και κόκκινη καμπύλες συμφωνούν καλά μέχρι 3-4 kHz, υψηλότερα του οποίου η μπλε καμπύλη παρουσιάζει υψηλή ασυμφωνία. Η ασυμφωνία μπορεί να μειωθεί με τη συλλογή περισσότερων δεδομένων. Η πράσινη καμπύλη υπερεκτιμά τη φασματική ισχύ κάτω από το 1 kHz και μειώνεται γραμμικά επάνω από αυτό το ρυθμό δεδομένων, σαν ένα φίλτρο χαμηλής διέλευσης.

Στην περίπτωση ρυθμού δεδομένων των 82 kHz, όλες οι καμπύλες συμφωνούν έως τα 40-50 kHz. Επάνω από τα οποία, η πράσινη καμπύλη συνεχίζει να

μειώνεται γραμμικά σαν ένα φίλτρο χαμηλής διέλευσης, και η μπλε καμπύλη συνεχίζει να συμφωνεί με την κόκκινη καμπύλη έως και πάνω από τα 100 kHz. Επιπρόσθετο προηγμένων γραφικών



Σχήμα 4.48 Διανυσματικό γράφημα με σχεδιασμένη τις διακυμάνσεις της ταχύτητα ως δευτερεύων δεδομένο.

Το επιπρόσθετο προηγμένων γραφικών περιλαμβάνει τους ακόλουθους τύπους σχεδιαγραμμάτων:

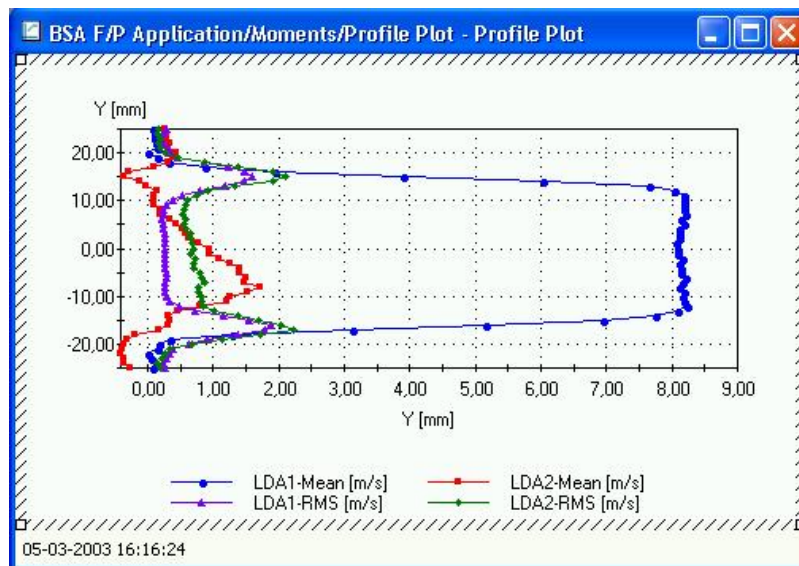
Profile plot για την αναπαράσταση γραμμικών προφίλ της μέσης τιμής, της RMS τιμής ή άλλων δεδομένων από τα αντικείμενα moments ή diameter statistics. Πολλαπλές καμπύλες στο ίδιο γράφημα. Ο προσανατολισμός των γραφημάτων μπορεί να αλλαχθεί.

Διανυσματικά γραφήματα για την αναπαράσταση των δεδομένων της 2- ή 3-συνιστώσας της μέσης ταχύτητας ως διανύσματα στο επίπεδο. Δυνατότητα αναπαράστασης δευτερευόντων δεδομένων.

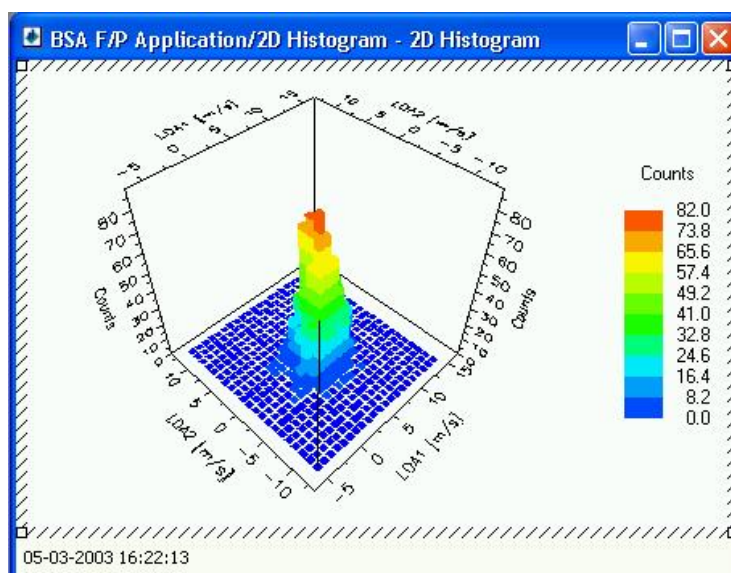
2D ιστόγραμμα για την αναπαράσταση του αριθμού μετρήσεων των δεδομένων δύο καναλιών κατά ενιαία τρόπο. Παρουσίαση ως γράφημα ράβδων, επιφανειακό ή γράφημα περιγράμματος.

2D γράφημα για την αναπαράσταση X-Y συσχετισμών μεταξύ δεδομένων, π.χ. χρονικές σειρές των δεδομένων ταχύτητας ή της ταχύτητας ως προς τη γωνία φάσης για τα κυκλικά φαινόμενα.

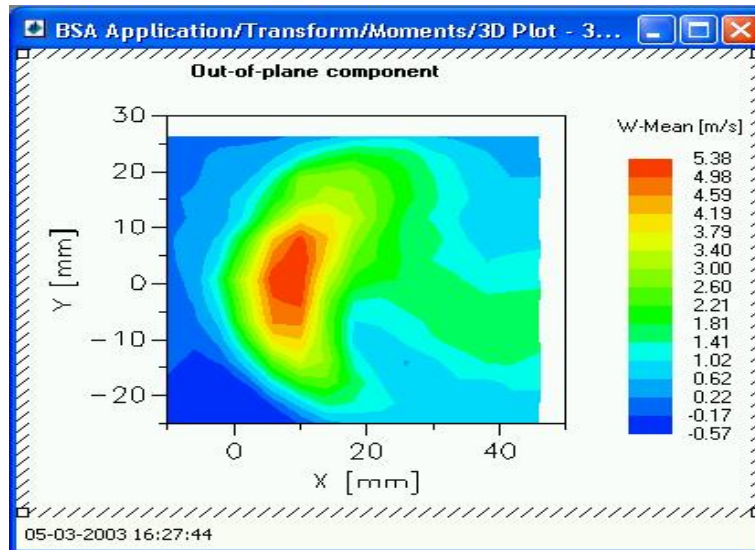
2D γράφημα για την αναπαράσταση X-Y-Z συσχετισμών μεταξύ δεδομένων, π.χ. μέση ταχύτητα ως προς τη συντεταγμένη X και Y. Παρουσίαση ως γράφημα ράβδων, επιφανειακό ή γράφημα περιγράμματος.



Σχήμα 4.49 Γράφημα μέσων και κυμαινόμενων ταχυτήτων όπου φαίνεται και η αλλαγή προσήμου στη διεύθυνση της ροής.



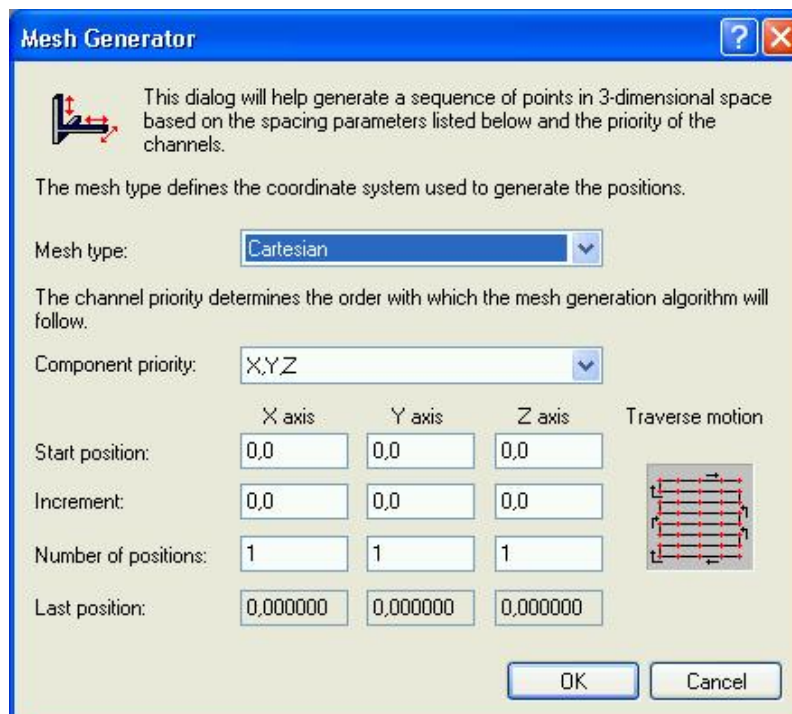
Σχήμα 4.50 Γράφημα 2D ιστογράμματος.



Σχήμα 4.51 3D γράφημα περιγράμματος με παρεμβολή δεδομένων.

Παραγωγή εγκάρσιου πλέγματος

Τα εγκάρσια πλέγματα μπορούν να εισαχθούν ως αρχεία ASCII, ή να παραχθούν από τον ενσωματωμένο παραγωγό πλέγματος. Καρτεσιανά όπως και κυλινδρικά πλέγματα μπορούν να παραχθούν.

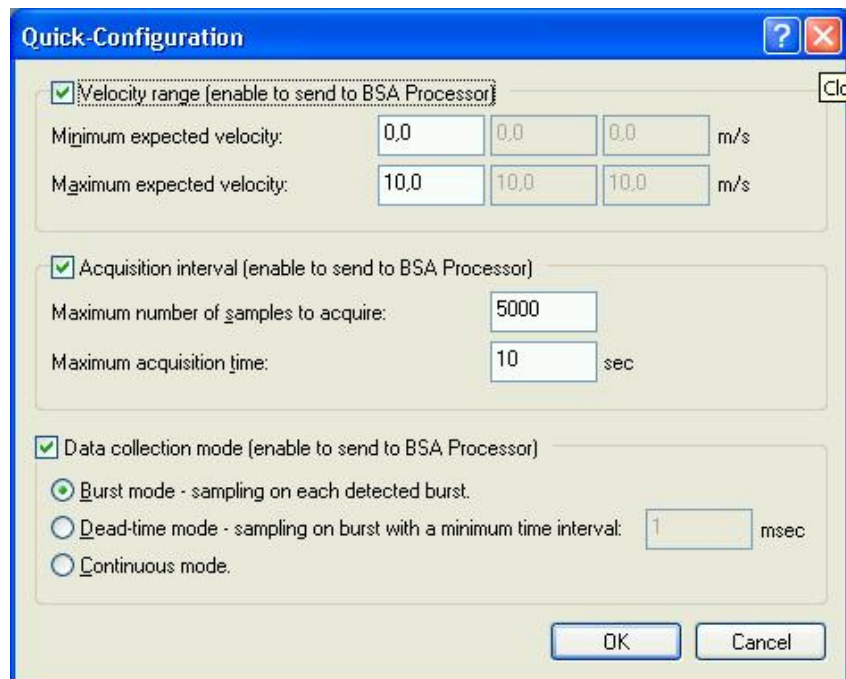


Σχήμα 4.52 Ενσωματωμένο παραγωγό από καρτεσιανά ή κυλινδρικά πλέγματα

Πληροφορίες Διάταξης.

Μοντέλο Περιγραφή

- 57S10 Ροή BSA (κύριο πακέτο), περιλαμβάνει κυκλικά φαινόμενα που προστίθενται.
- 57S11 Προχωρημένα γραφικά προστίθενται
- 57S12 Φάσμα /αντιστοιχία προστίθενται
- 57S14 MATLAB σύνδεσμος προστίθεται. Απαιτεί άδεια του MATLAB (δεν περιέχεται)
- 57S17 Προχωρημένη / εξελιγμένη κίνηση προστίθεται
- 57S18 Ταξινόμηση τμήματος επιπροστίθεται για ροή BSA
- 57S20 Πρόσθετη άδεια για ροή BSA



Σχήμα 4.53 Οδηγός ρύθμισης των παραμέτρων μέτρησης.

Προτεινόμενες ρυθμίσεις του εξοπλισμού μέτρησης όπως το σχέδιο των Windows στο SOFTWARE μπορούν να διασωθούν ως υποστηρίγματα για επαναχρησιμοποίηση.

Υποστηρίγματα μπορούν να προσδιοριστούν σε όλα τα επίπεδα της αλυσίδας ανάλυσης, για παράδειγμα ένα αντικείμενο ροπής τυπικά ακολουθείται από ένα αντικείμενο ροπής τυπικά ακολουθείται από ένα αντικείμενο λίστας. Με σωστό πάτημα στο αντικείμενο της Ροπής ένας διάλογος επιτρέπει τη διάσωση του αντικειμένου Ροπής και των συγγενικών του αντικειμένων ως υποστήριγμα.

Σχετικά προϊόντα

Μοντέλο Περιγραφή

80S49 Φορτιστής δεδομένων για το Tecplot. Απαιτεί Tecplot 7.5 ή υψηλότερο δεν περιέχεται.

4.4.2 Στατιστικά μη συνεχιζόμενα κριτήρια στην Ροή του BSA SOFTWARE

Υπολογισμός στατιστικών ροπών από τα δεδομένα του LDA.

Στην Ροή BSA Software v.2.1, η εκμάθηση των στατιστικών δεδομένων μη συνεχιζόμενων κριτηρίων έχει εισαχθεί. Αυτό το έγγραφο περιγράφει τους αλγορίθμους που έχουν χρησιμοποιηθεί στο Software.

Μια κρίσιμη κατάσταση για να χρησιμοποιήσετε τα μη συνεχιζόμενα κριτήρια είναι ότι τα δείγματα ταχύτητας είναι στατιστικά ανεξάρτητα. Για να το εκτελέσετε αυτό, το δειγματολογημένο διάστημα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τη διπλά ολοκληρωτική χρονική κλίμακα T1. Μια μέθοδος για τον προσδιορισμό της T1 περιγράφεται στο τελευταίο τμήμα αυτού του εγγράφου.

ΤΥΠΟΙ:

1ος ρυθμός ροπής
(μέσος όρος)

$$m_u \cong \bar{U} = \frac{\sum n_i u_i}{\sum n_i} \quad (1)$$

2ος ρυθμός ροπής
(μεταβολή)

$$\sigma_u^2 \cong \bar{u}^2 = \frac{\sum n_i (u_i - \bar{U})^2}{\sum n_i} \quad (2)$$

Για το χρόνο μεταβολής το να ζυγίσεις τα βάρη n_i θα ισούται ο χρόνος μεταβολής για το δείγμα υπό αμφισβήτηση, καθώς θα ισούται ένα για απλή αριθμητική στατιστική. Άλλες μελέτες βάρους ισχύουν αλλά δεν θα συζητηθούν εδώ, οπότε στα επόμενα το σύμβολο n αντικαθίσταται από το t για το χρόνο μεταβολής

Παραγόμενες ποσότητες:

$$\text{RMS } \sigma_u \cong \sqrt{\bar{u}^2} \quad (3)$$

Όρια ασφαλείας:

Βασισμένο στους τύπους από το ακόλουθο χαρτί:

Benedict & Gould: "Εκτιμήσεις αβεβαιότητας για κάθε στατιστική αναταραχής",

Πρακτικά του 8^{ου} διεθνούς συμποσίου πάνω στις τεχνικές των εφαρμογών με λέιζερ στους ρευστούς τεχνίτες, Λισσαβόνα, Πορτογαλία, 1996 έγγραφο 36.1

Για αξιόπιστα αποτελέσματα οι παραπάνω εκφράσεις απαιτούν ότι N είναι μεγάλο (τουλάχιστον 30-50, κατά προτίμηση περισσότερο), που κανονικά δεν είναι πρόβλημα σε ένα πείραμα LDA. Επίσης απαιτείται ότι τα δείγματα είναι ανεξάρτητα. Εάν δεν είναι το N, πρέπει να αντικατασταθεί από τον " αποτελεσματικό " αριθμό δειγμάτων που λαμβάνονται πραγματικά.

$$N_{eff} = \begin{cases} \frac{T_m}{2t_I} & \text{If } N > \frac{T_m}{2t_i} \\ N & \end{cases} \quad (4)$$

εκεί που T_m είναι ο χρόνος μεταξύ πρώτου και τελευταίου δείγματος, και t_i είναι η ολοκληρωτική χρονική κλίμακα της ροής, που πρέπει να εκτιμηθεί είτε με το χέρι ή βασισμένη πάνω στα ίδια τα δείγματα.

Οι παραπάνω εκφράσεις θα παράγουν 68% όρια ασφαλείας, που σημαίνει ότι βασισμένες στα δεδομένα δειγμάτων που παρέχονται υπάρχει 68% βεβαιότητα ότι η αληθινή στατιστική που ψάχνουμε θα είναι μέσα στην εκτιμώμενη αξία πάνω κάτω από την οριακή τιμή ασφαλείας / αξία του ορίου ασφαλείας από τα παραπάνω. Για άλλα επίπεδα ασφαλείας η οριακή τιμή ασφαλείας πρέπει να πολλαπλασιαστεί από ένα συντελεστή, που μπορεί να δοθεί από το επιθυμητό επίπεδο ασφαλείας χρησιμοποιώντας την αντίστροφη λειτουργία λάθους.

$$\text{confFact} = \text{erf}^{-1}(\text{conflevel})\sqrt{2} \quad (5)$$

Παραδείγματα από κοινά χρησιμοποιούμενους συντελεστές:

Επιθυμητό επίπεδο Ασφαλείας	50%	75%	90%	95%	98%
Παράγοντας ορίου Ασφαλείας	0.674	1.150	1.645	1.960	2.326
	2.576				

Στην Ροή BSA Software, έχουμε επιλέξει ένα επίπεδο ασφαλείας 95%, και υπολογίζουμε τα όρια ασφαλείας για τις πρώτες και δεύτερες ροπές. Έχουμε συμπληρώσει τους υπολογισμούς ορίου ασφαλείας ώστε να είναι εφαρμόσιμοι στις κανονικές αξίες :

Στατιστική Όριο ασφαλείας 95%
υποθέτοντας κανονικές αξίες

$$\text{Μέσος όρος} \quad 1.96\sqrt{\frac{u^2}{N}} \quad (6)$$

$$\text{RMS} \quad 1.96\sqrt{\frac{u^2}{2N}} \quad (7)$$

Εφαρμογή του Software

Εάν οι υπολογισμοί είναι βασισμένοι σε παλιά δεδομένα, όπου όλα τα δείγματα είναι διαθέσιμα από την αρχή και κανένα άλλο δείγμα δεν αποκτηθεί επιπλέον, οι τύποι παραπάνω χρησιμοποιούνται άμεσα. Κατά τη διάρκεια της απόκτησης των δεδομένων υπολογίζονται προσωρινά αποτελέσματα και συγχρονίζονται καθώς νέα δείγματα φθάνουν. Μια διαφορετική προσέγγιση χρησιμοποιείται για να κάνει γρήγορους και αποτελεσματικούς υπολογισμούς στην προκειμένη περίπτωση.

Οδηγίες για βασισμένη σε κριτήρια στατιστική.

Οι τύποι στις προηγούμενες σελίδες μπορούν να συνοψιστούν στην ακόλουθη βαθμιαία διαδικασία περιγράφοντας τι να κάνετε όταν ένα φράγμα από Μ δείγματα δεδομένων έρχονται.

Ένα πακέτο δειγμάτων υποτίθεται ότι περιέχει Μ δείγματα, το καθένα αποτελούμενο από χρόνο μεταβολής t και δυο σύμφωνα δείγματα ταχύτητας U και V. Οι χρόνοι μεταβολής χρειάζονται μόνο εάν ο χρήστης θέλει να εκτελέσει

μέτρηση χρόνου μεταβολής στον υπολογισμό της στατιστικής. Εάν αυτό δεν είναι επιθυμητό απλώς θέστε $t=1$ οπουδήποτε στους επόμενους τύπου. Εάν τα δείγματα δεν είναι σύμφωνα δεν μπορείτε να υπολογίσετε καμιά από τις μικτές ροπές, και ο χρήστης δεν θα πρέπει να έχει την άδεια να προσπαθήσει, αλλά θα λάβει ένα μήνυμα λάθους εάν επιχειρήσει κάτι τέτοιο.

Για τη στατιστική πάνω σε τρισδιάστατες μετρήσεις ένα τρίτο στοιχείο ταχύτητας θα περιληφθεί. Οι τύποι παραπάνω μπορούν εύκολα να αναπτυχθούν για να το χειριστείτε αυτό, και δεν θα περιγραφεί λεπτομερώς πως να το κάνετε αυτό.

Συγχρονισμένα αθροίσματα 0th ρυθμού (δείγμα μέτρησης και αθροίσματος χρόνων μεταβολής):

$$N \leftarrow N + M$$

$$\Sigma t \leftarrow (\Sigma t)_N + (\Sigma t)_M$$

Συγχρονισμένα αθροίσματα 1ου ρυθμού (άθροισμα μετρημένων ταχυτήτων):

$$\Sigma tU \leftarrow (\Sigma tU)_N + (\Sigma tU)_M$$

$$\Sigma tV \leftarrow (\Sigma tV)_N + (\Sigma tV)_M$$

Συγχρονισμένες 1ου ρυθμού ροπές (υπολογισμοί μέσης τιμής):

$$\bar{U} = \frac{\Sigma tU}{\Sigma t} \quad (8)$$

$$\bar{V} = \frac{\Sigma tV}{\Sigma t} \quad (9)$$

Συγχρονισμένα 2ου ρυθμού αθροίσματα:

$$\Sigma tU^2 \leftarrow (\Sigma tU^2)_N + (\Sigma tU^2)_M$$

$$\sum tV^2 \leftarrow \left(\sum tV^2 \right)_N + \left(\sum tV^2 \right)_M$$

Συγχρονισμένες ροπές 2^{ου} ρυθμού (ο χρόνος διορθωμένης λοξοδρόμησης στο τέλος είναι προαιρετικός)

$$\overline{u^2} = \frac{\sum tu^2 - 2\bar{u}\sum tu + \bar{u}^2\sum t}{\sum t} \cdot \frac{N}{N-1} \quad (10)$$

$$\overline{v^2} = \frac{\sum tv^2 - 2\bar{v}\sum tv + \bar{v}^2\sum t}{\sum t} \cdot \frac{N}{N-1} \quad (11)$$

Συγχρονισμένες παραγόμενες ποσότητες:

$$\sigma_u = \sqrt{\overline{u^2}} \quad (12) \quad \mathbf{S}_v = \sqrt{\overline{v^2}} \quad (12)$$

Συγχρονισμένες αξίες ορίου ασφαλείας (υποθέτουμε κανονικά διανεμημένες ταχύτητες)

$$\begin{aligned} \varepsilon(\bar{U}) &= 1.96 \frac{\sigma_u}{\sqrt{N}} & \varepsilon(\bar{V}) &= 1.96 \frac{\sigma_v}{\sqrt{N}} \\ \varepsilon(\sigma_v) &= 1.96 \frac{\sigma_v}{\sqrt{2N}} & \varepsilon(\sigma_v) &= 1.96 \frac{\sigma_v}{\sqrt{2N}} \end{aligned}$$

Ο συντελεστής 1.96 δίνει 95% την ασφάλεια.

Υπολογισμός της ακέραιης χρονικής κλίμακας t_1 .

Όλες οι παραπάνω εκφράσεις είναι χρήσιμες για στατιστικά ανεξάρτητα, ή μη συσχετιζόμενα, δείγματα ταχύτητας. Ένας τρόπος για να επιβεβαιώσετε ότι τα δείγματα είναι μη συσχετιζόμενα είναι να χρησιμοποιήσετε τον ελεγχόμενο

νεκρό χρόνο τρόπου εκμάθησης του επεξεργαστή BSA, μ' ένα νεκρό χρόνο ίσο με $t_{neutral} = 2 \cdot t_1$.

Για να υπολογίσετε τον t_1 , το πρόσθετο Φάσμα /Αντιστοιχία για την Ροή BSA Software μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Μια βαθμιαία διαδικασία δίνεται παρακάτω:

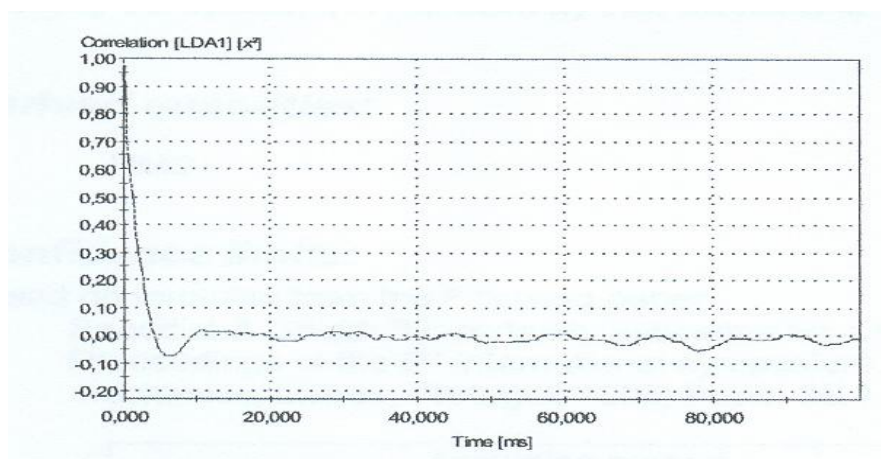
Προσδιορίστε ένα BSA Flow σχέδιο με τον τρόπο της συλλογής των δεδομένων του BSA ρυθμισμένο στο "Burst".

Προσθέστε ένα σχετικό αντικείμενο.

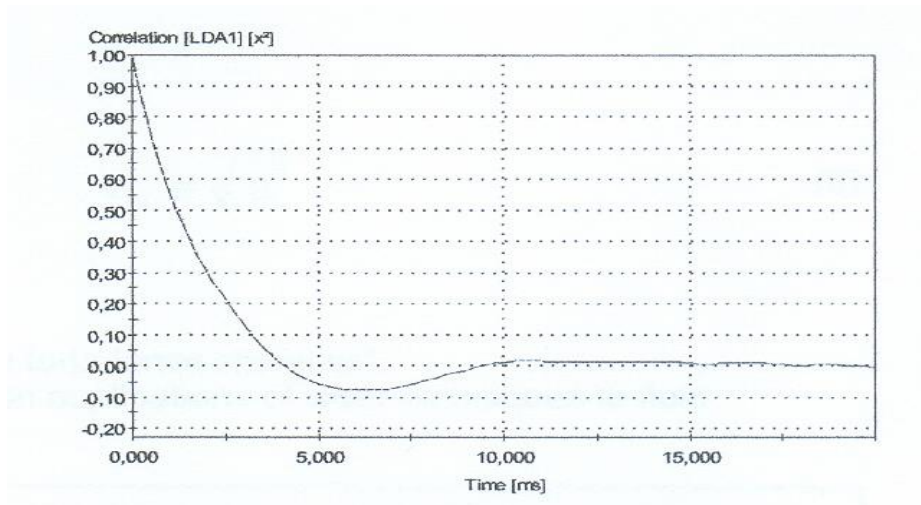
Προσθέστε ένα 2D σχεδιάγραμμα στο σχετιζόμενο αντικείμενο. Προσδιορίστε το X άξονα χρόνου και το Ψ άξονα συσχετισμού, θέστε σε λειτουργία το Normalize στις ιδιότητες του Συσχετισμού.

Κάντε μια εκμάθηση με υψηλό ποσοστό δεδομένων, και ένα μεγάλο αριθμό δειγμάτων (προτεινόμενα 1000 ή περισσότερα).

Κοιτάξτε στο Σχεδιάγραμμα Συσχετισμού. Τυπικά θα έχει ένα σχήμα παρόμοιο μ' αυτό.



Σχήμα 4.54 Συνάρτηση αυτοσυσχέτισης στα 100ms



Σχήμα 4.55 Συνάρτηση αυτοσυσχέτισης επικεντρωμένη στο αρχικό κομμάτι χρόνων

Η χρονική κλίμακα εξαρτάται από την πορεία, αλλά το σχήμα της συνάρτησης συσχετισμού τυπικά φθίνει απότομα κοντά στο μηδέν και μετά κυμαίνεται γύρω από το μηδέν. Στο παράδειγμα παραπάνω, η συνάρτηση συσχετισμού περνάει από το μηδέν κατά προσέγγιση στα 4 ms και πάλι στα 10ms, μετά από το οποίο ο συσχετισμός είναι χαμηλός.

Το t_1 θα μπορούσε να υπολογιστεί στα 4ms στο παραπάνω παράδειγμα, οπότε ο νεκρός Χρόνος πρέπει να οριστεί στα 8 ms ή παραπάνω.

Επαναλάβετε τα παραπάνω βήματα σε διαφορετικά σημεία της πορείας, για να βρείτε την περιοχή με το μεγαλύτερο t_1 , τυπικά σε περιοχές με χαμηλή ταχύτητα. Για να εξασφαλίσετε στατιστικά ανεξάρτητα δεδομένα σε όλα τα σημεία της πορείας, ο νεκρός Χρόνος πρέπει να ορισθεί σύμφωνα με το μεγαλύτερο t_1 .

4.4.3 Νέα χαρακτηριστικά γνωρίσματα στη Ροή BSA Software v3.

Εφαρμογές

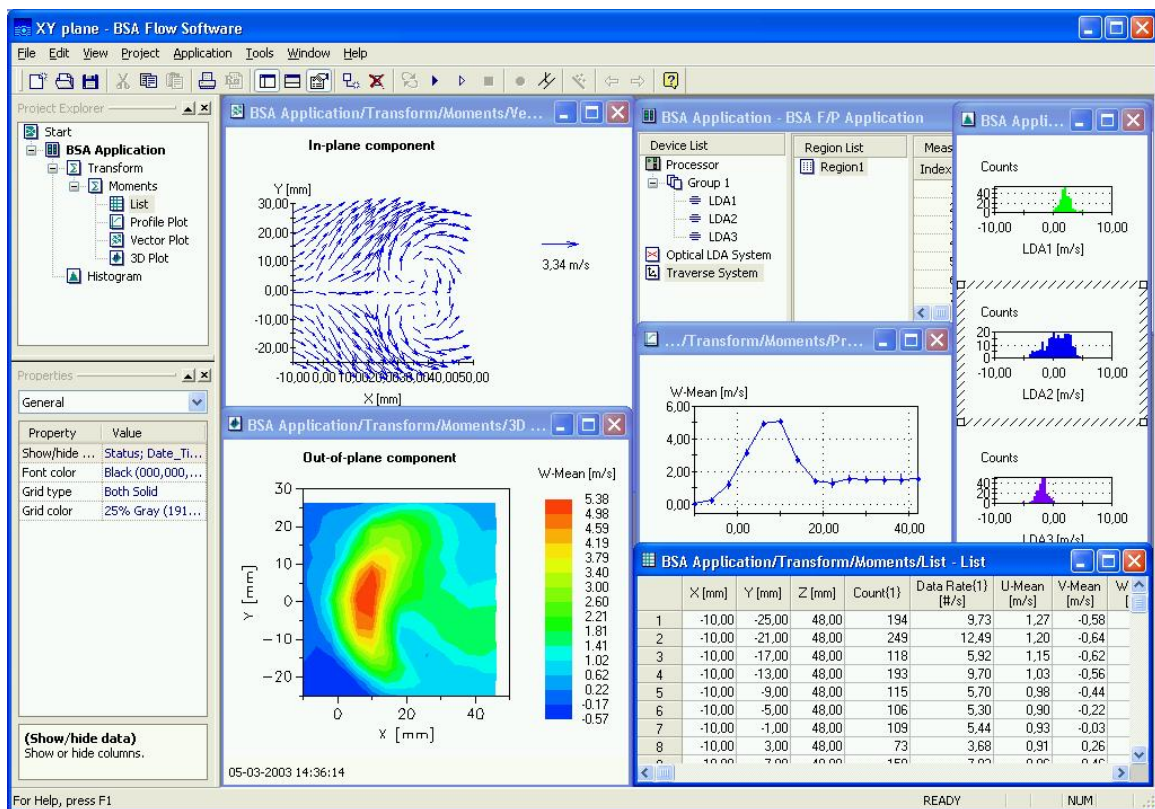
Μετρήσεις LDA με τους επεξεργαστές BSA F

Μετρήσεις PDA με τους επεξεργαστές BSA

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Υποστήριξη για επιλογή Αναλογικού Μόνιτορ (μια οθόνη που εκθέτει πληροφορίες από ένα κομπιούτερ)

Μεταφορά δεδομένων στη δομή των δεδομένων του MS Excel



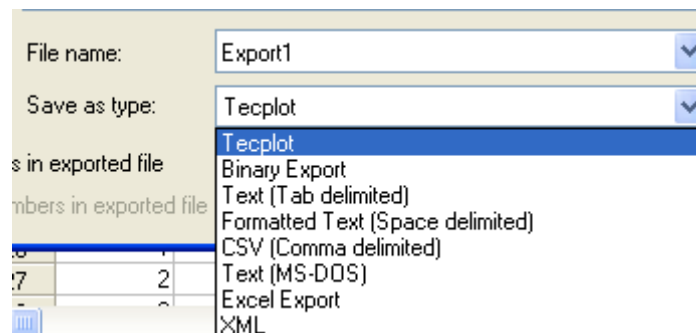
Σχήμα 4.56 Πλατφόρμα αλληλεπίδρασης του χρήστη με την οπτική διάταξη

Υποστήριξη για επιλογή Αναλογικού Μόνιτορ

Οι επιλογές επεξεργαστών του BSA F /P τώρα περιλαμβάνουν το Αναλογικό Μόνιτορ, το οποίο είναι τέσσερα δεδομένα εφοδιασμού για να παρακολουθεί αργά ποικίλα σχήματα, όπως την περιβαλλοντική πίεση ή θερμοκρασία, τυπικά χρησιμοποιούμενος για την ομαλοποίηση ή τη διόρθωση των δεδομένων.

Τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα στο αντικείμενο Ροπών και μπορούν να επιδειχθούν σε αντικείμενα συγγενή με αυτό. Τα ακατέργαστα δεδομένα μπορούν να δοθούν γραμμικά χρησιμοποιώντας ένα έκτου ρυθμού πολυώνυμο.

Μεταφορά δεδομένων στη Δομή των Δεδομένων του MS Excel



Σχήμα 4.57 Δυνατότητες – Τρόποι αποθήκευσης δεδομένων

Τα δεδομένα μπορούν τώρα να μεταφερθούν κατευθείαν στη δομή του MS Excel, χωρίς την παραδοσιακή εκτροπή γύρω από την ASCII ή άλλες δομές. Αυτό επιταχύνει την ανταλλαγή δεδομένων. Συντομεύσεις στα αντικείμενα της Λίστας είναι τώρα όμοιες με αυτές στο Excel .

Πληροφορίες διάταξης

Μοντέλο	Περιγραφή
62S10	Πορεία του BSA Software v.3(κυρίως πακέτο) για επεξεργαστές 62N
62S11	Επιπρόσθετα Προηγμένα Γραφικά
62S12	Επιπρόσθετο Φάσμα / Συσχετισμός
62S13	Επιπρόσθετα Κυκλικά φαινόμενα
62S14	Επιπρόσθετη σύνδεση MATLAB. Απαιτεί άδεια MATLAB (δεν συμπεριλαμβάνεται)
62S17	Επιπρόσθετη Προηγμένη Αντιξοότητα
62S20	Επιπρόσθετη άδεια για το BSA FLOW Software v.3
57S70	Συγχρονισμένη Συμφωνία του Software για την πορεία BSA Software για επεξεργαστές 62N
57S71	12 μήνες παράταση για την Software Update Agreement

Σχετικά προϊόντα

Μοντέλο	Περιγραφή
62N530	Επιλογή Αναλογικού Μόνιτορ για επεξεργαστές BSA F/P ,4 κανάλια
62N540	Επιλογή Κινητού Συστήματος Μόνιτορ για επεξεργαστές BSA F/P
80S49	Φορτιστής δεδομένων για Tecplot 7.5 ή υψηλότερο

4.4.4 Φορτιστής δεδομένων Πορείας BSA για Tecplot

Εφαρμογές

Προχωρημένη ορατότητα στο Tecplot των δεδομένων LDA ή PDA προερχόμενη από την ροή

Γρήγορή ολοκλήρωση με άλλες δομές δεδομένων υποστηριζόμενη από το Tecplot , όπως AutoCAD DXF κ.τ.λ.

Σύγκριση των δεδομένων από μετρήσεις και υπολογισμούς

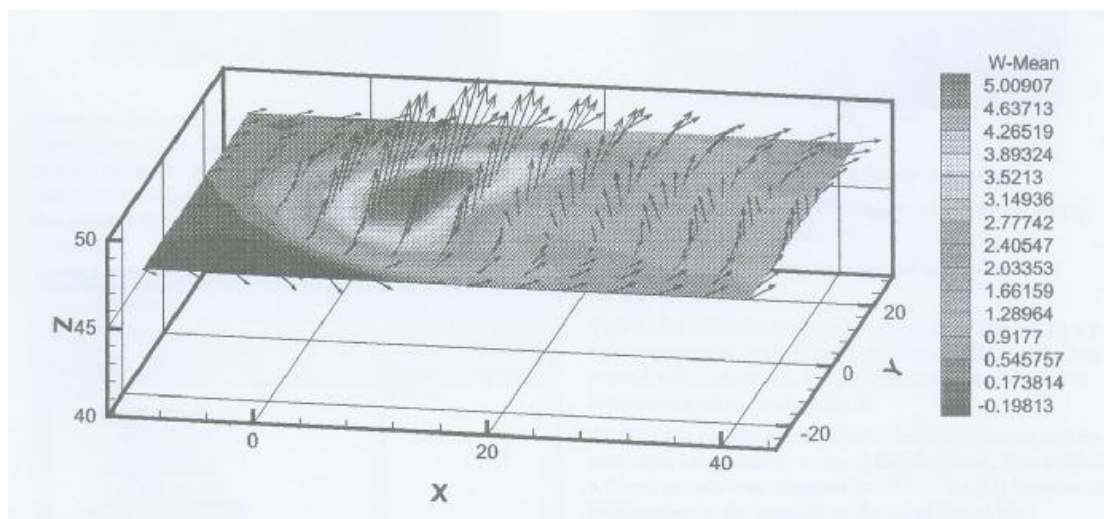
Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα

Αυτοστηριζόμενο πακέτο για χρήση με Tecplot

Γρήγορη μέθοδος αναζήτησης στις βάσεις δεδομένων της ροής BSA χωρίς την εγκατάσταση της ροής BSA

Οικεία μενού αντλούμενα από τη ροή BSA

Άνοιγμα και χρησιμοποίηση των λειτουργιών Macro κατά τη διάρκεια του "φορτώματος" του computer



Σχήμα 4.58 Κατανομές μέσω των ταχυτήτων σε γράφημα Tecplot

Σε λίγα εύκολα βήματα, ο φορτιστής δεδομένων της ροής BSA έχει τα δεδομένα μετρήσεώς σας μέσα στο Tecplot έτοιμο να χρησιμοποιηθούν τα προηγμένα εργαλεία απεικόνισης του Tecplot.

Εισαγωγή

Επωφεληθείτε από τη δοκιμασία εξελίσσοντας μέσα από κάποια από τα καλύτερα δεδομένα πακέτων απεικόνισης Software στον κόσμο και συνδυάστε τα με τα συστήματα LDA και PDA του Dantec Dynamics για να αυξήσετε την ανάλυση και την απεικόνιση της πορείας και του μεγέθους των δεδομένων.

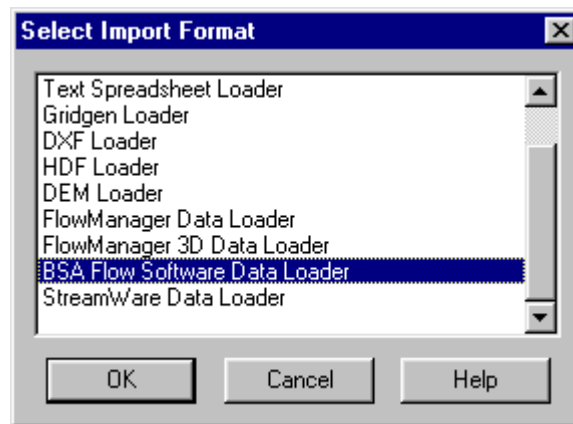
Ο φορτιστής δεδομένων της ροής BSA είναι ένα απλό αλλά δυναμικό πρόσθετο στο Tecplot που δίνει στο χρήστη άμεση πρόσβαση για να δημιουργήσει φακέλους που έχουν φτιαχτεί από το πακέτο του Software της ροής BSA , αποκλείοντας την ανάγκη να εξάγει δεδομένα. Τα δεδομένα έχουν φορτωθεί κατευθείαν μέσα από το Tecplot χρησιμοποιώντας pop-up windows (παράθυρα που ανοίγουν στην οθόνη του computer κατά τη διάρκεια χρησιμοποίησης ενός προγράμματος για να βοηθήσει το χρήστη με επιλογές και οδηγίες) με το γνωστό σχέδιο της ροής BSA. Ο φορτιστής επίσης επιτρέπει τη μεμονωμένη διαμονή των δεδομένων και την εκτέλεση των εντολών macro κατά τη διάρκεια του φορτώματος.

Περιγραφή

Ο φορτιστής δεδομένων της ροής BSA είναι μια μονάδα ταιριασμένης στο πρόγραμμα του Tecplot, ένα πακέτο απεικόνισης δεδομένων προμηθευμένο από την Amtec Engineering Inc. Ο φορτιστής δεδομένων της ροής BSA είναι ένας ξεχωριστός συντελεστής και εφοδιάζεται από την Dantec Dynamics ξεχωριστά από το πρόγραμμα του Tecplot.

Το πακέτο της Ροής BSA Software είναι σχεδιασμένο να σας εφοδιάσει με άμεση και εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα πρόσβασης, συμπεριλαμβανομένων πολλών γραφικών αναπαραστάσεων. Όπως και να' χει, οι περισσότερες

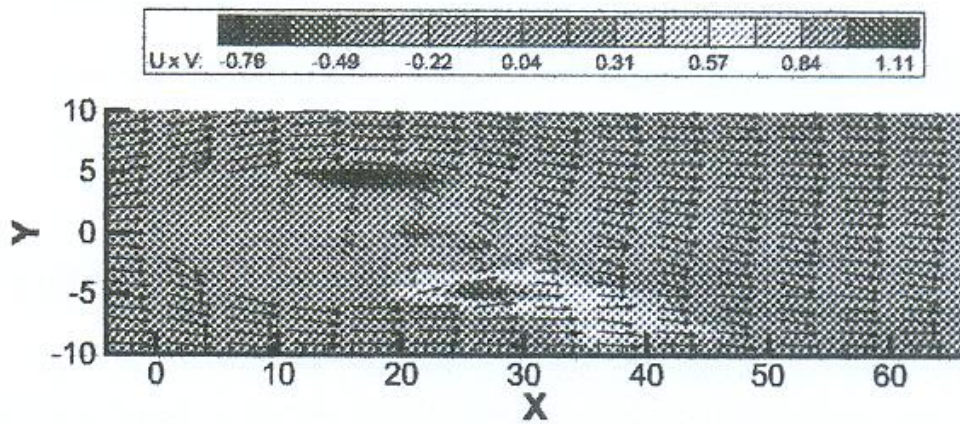
καμπάνιες μέτρησης συνεχίζουν μέσα σε μια προηγμένη και προσαρμοσμένη διαδικασία ανάλυσης. Το Tecplot είναι έναν δημοφιλέσ πρόγραμμα μέσα στην κοινότητα της ρευστής μηχανικής και περιλαμβάνει πολλά εργαλεία κατανόησης γι' αυτά τα θέματα. Για να φορτώσετε δεδομένα από τη βάση δεδομένων της ροής BSA χρειάζεστε μόνο να βάλλεται σε λειτουργία το Tecplot και το φορτιστή δεδομένων για Tecplot της Ροής BSA στον υπολογιστή σας. Ούτε το Software της Ροής BSA ούτε η ασφάλεια προστασίας της Ροής BSA απαιτείται. Μια επιλογή των φορτιστών δεδομένων του Dantec Dynamics εμφανίζεται στο μενού "εισαγωγής" του Tecplot.



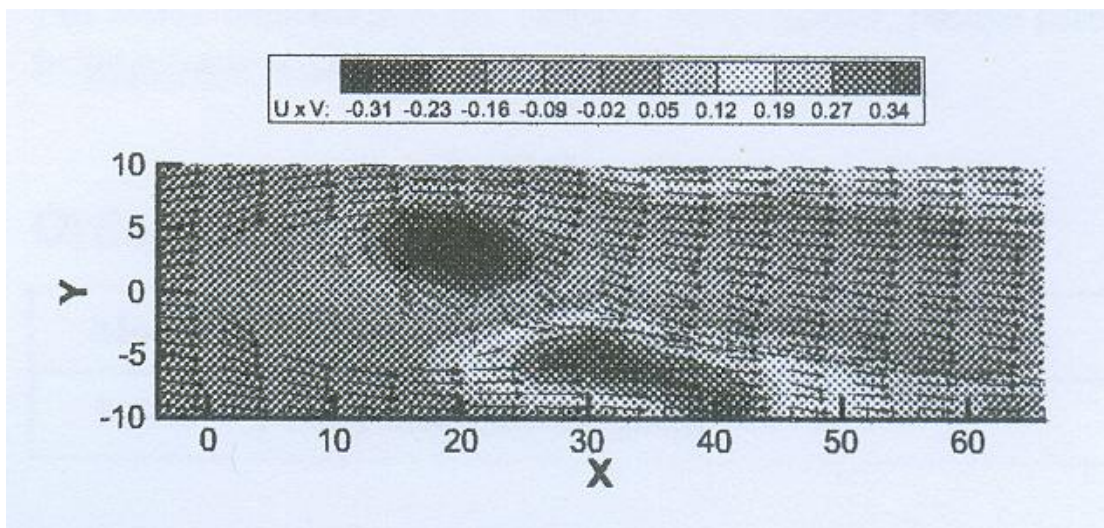
Σχήμα 4.59 Διαδικασία μεταφοράς των δεδομένων του BSA στο Techplot

Επιλέξτε το προϊόν της Dantec Dynamics, σ' αυτή την περίπτωση το Software της Ροής BSA, και το κυρίως μενού εμφανίζεται. Σ' αυτό το σημείο παίρνεται ολική εικόνα από τη οποία έχουν επιλεγθεί τα δεδομένα και έχετε την ευκαιρία να χρησιμοποιήσετε όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που περιγράφονται σ' αυτές τις πληροφορίες προϊόντος για να προσαρμόσετε τα δεδομένα στο δικός σας σκοπό. Η προσθήκη των στοιχείων στη λίστα είναι τόσο εύκολη όσο η χρησιμοποίηση του γραφικού περιβάλλοντος στη Ροή BSA Software γιατί η γνωστή χρησιμοποιείται η γνωστή κατασκευή σχεδιαγράμματος.

Διόρθωση και εξομάλυνση των δεδομένων



Σχήμα 4.60α Πριν την εξομάλυνση των στοιχείων διατεμνημένης πίεσης.

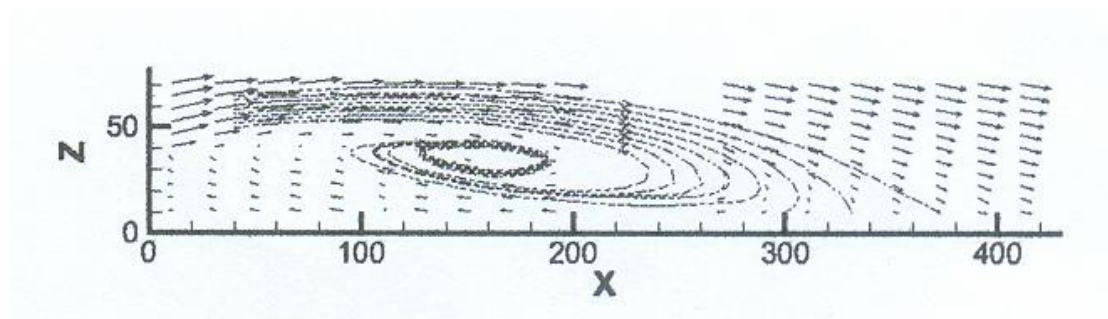


Σχήμα 4.60β Μετά την εξομάλυνση των στοιχείων διατεμνημένης πίεσης.

Στα παραπάνω σχήματα απεικονίζεται η πορεία γύρω από την ατμόσφαιρα μιας πτέρυγας NACA: Σχεδιάγραμμα διανύσματος, περίγραμμα σχεδιαγράμματος διατεμνημένης πίεσης, και ίχνη ρευμάτων.

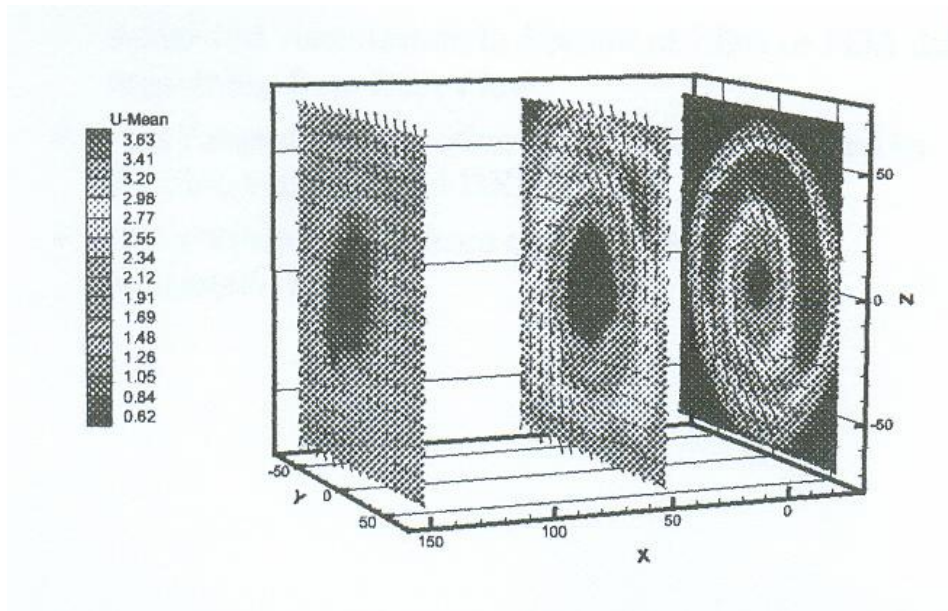
Το Tecplot μπορεί να συνδυάσει τα σχεδιαγράμματα διανύσματος και τα υψομετρικά σχεδιαγράμματα όπως φαίνεται παραπάνω.

Το Tecplot έχει ενσωματώσει εξομαλυντικές σειρές οδηγιών για χρήση στο computer όπως ίχνη ρευμάτων και υψομετρικά σχεδιαγράμματα. Στο παραπάνω παράδειγμα, η πορεία γύρω από το φόντο ατμόσφαιρας της NACA, τα δεδομένα διατεμνημένης πίεσης από τη Ροή BSA εξομαλύνθηκαν για να παράγουν το δεύτερο σχήμα β. Το Tecplot μπορεί να υπολογίσει ίχνη ρευμάτων από σποραδικά στοιχεία ρυθμισμένα από αυτόματη παρεμβολή. Στο παρακάτω παράδειγμα, ρέοντας πίσω από μια περίφραξη, κανένα δεδομένο δεν είχε αποκτηθεί για $191 < X < 271$ εξαιτίας των εμποδίων στο παράθυρο του τούνελ αέρος, αλλά τα σημαντικά σημάδια ρεύματος παράγονται για το τμήμα του σχεδιαγράμματος που λείπει, και το αναπροσαρτόμενο σημείο μπορεί να υπολογιστεί.



Σχήμα 4.61 Ροή πίσω από εμπόδιο - Σχεδιάγραμμα διανύσματος και ίχνη ρευμάτων

Τα δεδομένα LDA έχουν τυπικά συλλεχθεί διαπερνώντας αρκετά επίπεδα στο διάστημα. Ο φυσικός τρόπος για αν παρουσιάσεις τα στοιχεία είναι ανά επίπεδο, ο οποίος στην ορολογία του Tecplot ονομάζεται xyz - διατεταγμένα στοιχεία.



Σχήμα 4.62 Έλεγχος ογκομετρικής ανίχνευσης ρεύματος

Παρόλο αυτά, τα επίπεδα παριστάνουν έναν όγκο εάν είναι με ακρίβεια αραιωμένα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, τα στοιχεία πρέπει να είναι ijk -διατεταγμένα και αυτό μπορεί να είναι ένα πλεονέκτημα για να τακτοποιηθούν έτσι τα στοιχεία. Τα διατεταγμένα στοιχεία ijk απαιτούνται εάν, για παράδειγμα, η ογκομετρική ανίχνευση ρεύματος χρειάζεται για την ανάλυση των στοιχείων. Οι επιλογές στο φορτιστή δεδομένων της Ροής BSA επιτρέπουν και του δυο τύπος αναπαράστασης.

4.4.5 Software για τους επεξεργαστές BSA F/P

Εφαρμογές

Μετρήσεις ταχύτητας ροής ρευστών χρησιμοποιώντας LDA

Ανάλυση δυναμικής σώματος

Μετρήσεις σε περιστρεφόμενη μηχανή

Οργάνωση πειράματος

Εκμάθηση δεδομένων και έλεγχος αντιξοότητας

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

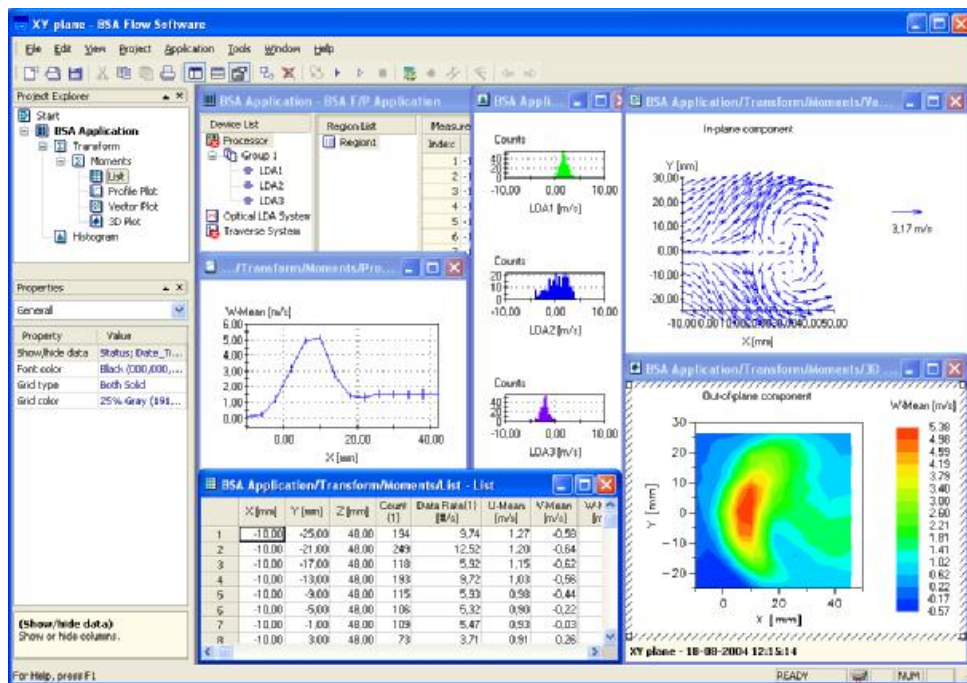
Καθορισμένη από το χρήστη On- Line ανάλυση των δεδομένων

Εξοικονόμηση χρόνου εκμάθησης στοιχείων των κριτηρίων φραγμού

Συνδεδεμένος υπολογισμός χρονικού διαστήματος βεβαιότητας δεδομένων

Καθορισμένη από το χρήστη επεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιώντας σύνδεση Matlab

Προηγμένη φασματική ανάλυση



Σχήμα 4.63 Πλατφόραμ ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων BSA

Περιγραφή

Η Ροή BSA είναι ένα εκτεταμένο πακέτο Software για πειράματα LDA ή PDA με επεξεργαστές της BSA F/P. Επιτρέπει στο χρήστη να προσδιορίσει εγκάρσιες εμπλοκές οπτικές διαμορφώσεις, να ελέγξει τις ρυθμίσεις των επεξεργαστών και τα εγκάρσια συστήματα την εκμάθηση των δεδομένων με στατιστικά κριτήρια για την παύση της εκμάθησης, να υπολογίσει και να επιδείξει τα αποτελέσματα On- Line. Ένας εγκάρσιος γενικός οδηγός καθιστά πιθανό να επικοινωνήσει με κάθε εγκάρσιο σύστημα, χρησιμοποιώντας ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο. Η "αποθήκη" δεδομένων της οθόνης παραπάνω

δείχνει αποτελέσματα 3 στοιχείων μετρήσεων LDA πάνω σ' ένα ρεύμα υπό πίεση σε μια πορεία διασταύρωσης.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του Software

Το Software μπορεί να θέσει σε λειτουργία, να αποκτήσει και να αναλύσει δεδομένα από 1-, 2- και 3- στοιχεία επεξεργαστή διαμορφώσεων. Η ανάλυση και παρουσίαση των δεδομένων μπορεί να γίνει εντός ή εκτός σύνδεσης. Τα σήματα Doppler μπορούν να επιδειχθούν On- Line.

Εγκάρσια πλέγματα μπορούν να εισαχθούν και τα δεδομένα και τα γραφικά μπορούν να εξαχθούν. Οι χρήστες μπορούν να συμπληρώσουν δικά τους δεδομένα προσθέτοντας αλγόριθμους στο Matlab και ολοκληρώνοντας τα στο Software(Σύνδεση Matlab προστίθεται).

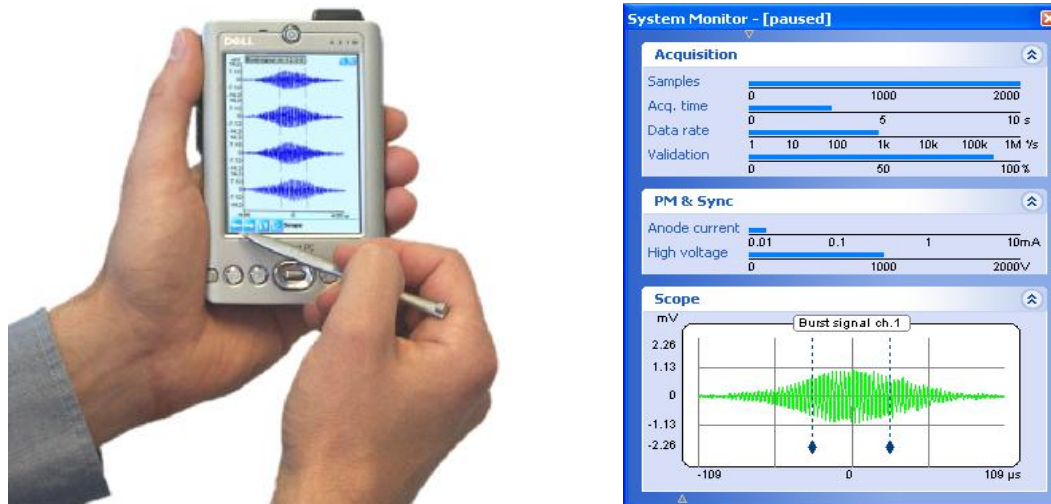
Λειτουργία του συστήματος μέτρησης του Hardware

Η διαμόρφωση του επεξεργαστή σήματος BSA, οι οπτικές παράμετροι και ο εγκάρσιος τύπος γίνονται μέσα στο διάλογο διαμόρφωσης συσκευής. Η διαμόρφωση είναι αποθηκευμένη στο αρχείο των windows έτσι ώστε η ίδια διαμόρφωση λειτουργεί αυτόματα την επόμενη φορά που ξεκινάει η λειτουργία του Software. Οι χρήστες μπορούν να έχουν προσωπικές διαμορφώσεις που σχετίζονται με το σύνολο λειτουργιών της ταυτότητάς τους.

Βελτιστοποίηση της οπτικής ευθυγράμμισης

Η οπτική ευθυγράμμιση επαληθεύεται μαθαίνοντας τα σήματα από τα αναζητούμενα μόρια. Η επίδειξη του συστήματος μόνιτορ είναι μια μεγάλη βοήθεια για την οπτική ευθυγράμμιση, καθώς επιδεικνύει τα σήματα Doppler (ή το φάσμα FFT), την αξία και την επικύρωση των δεδομένων όπως επίσης και ο φωτοπολλαπλασιαστής ρεύματος ανόδου σε σύνδεση στον υπολογιστή. Εάν ο Η/Υ είναι πολύ μακριά από το πείραμα, οι ίδιες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σ' έναν ασύρματο υπολογιστή τσέπης (απαιτεί την επιλογή Κινητού Συστήματος

όργανο ελέγχου) που μπορεί να συνοδευτεί στο πείραμα. Ένας επαναλαμβανόμενος τρόπος για την ρύθμιση των παραμέτρων μπορεί να επιλεγεί πριν τη λειτουργία του κανονικού πειράματος.



Σχήμα 4.64 On- line επίδειξη των σημάτων DOPPLER και απόκτηση των παραμέτρων των δεδομένων.

Προέλευση του εγκάρσιου συστήματος συντεταγμένης

Το εγκάρσιο σύστημα μπορεί να μετακινηθεί είτε από ένα διάλογο στον υπολογιστή, από ένα ασύρματο H/Y τσέπης (απαιτεί την επιλογή Κινητού Συστήματος Όργανο ελέγχου) ή από χειριστήριο παιχνιδιού.

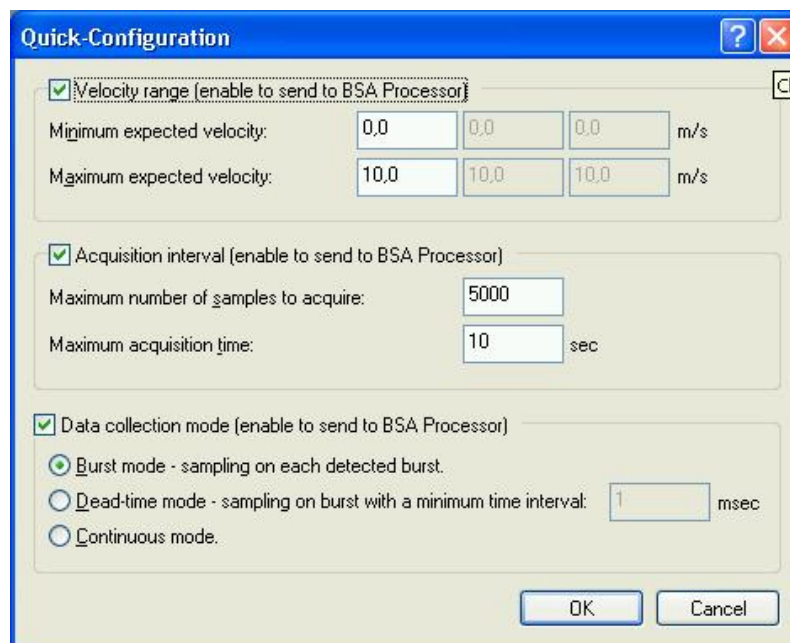
Η θέση προέλευσης είναι συχνά ένα σημείο πάνω σε μια σταθερή επιφάνεια. Το ρεύμα ανόδου ενός φωτοπολλαπλασιαστή το οποίο φαίνεται στο Σύστημα Μόνιτορ, θα φτάσει στην κορυφή όταν το μέγεθος της μέτρησης κεντραριστεί σε μια σταθερή επιφάνεια. Παρακολουθώντας το ρεύμα ανόδου του φωτοπολλαπλασιαστή στο Σύστημα Μόνιτορ, και μετακινώντας το εγκάρσια , η σωστή θέση μπορεί να βρεθεί. Όταν η σωστή θέση έχει βρεθεί, οι μετρητές της εγκάρσιας θέσης μπορούν να επαναρυθμιστούν.

Προγράμματα οδήγησης και πρότυπα για γρήγορη ρύθμιση

Προγενέστερο στην εκμάθηση δεδομένων, ένα πρόγραμμα οδήγησης βοηθάει να καθοριστεί γρήγορα η έκταση της ταχύτητας και οι παράμετροι εκμάθησης.

Προτιμώμενες ρυθμίσεις του εξοπλισμού μέτρησης όπως και η έκθεση των Windows μπορούν να σωθούν ως πρότυπα για επαναχρησιμοποίηση.

Τα πρότυπα μπορούν να καθοριστούν σε όλα τα επίπεδα της αλυσίδας ανάλυσης, για παράδειγμα ένα αντικείμενο ροπής τυπικά ακολουθείται από ένα αντικείμενο Λίστας. Με το σωστό πάτημα στο αντικείμενο ροπής ένας διάλογος επιτρέπει τη διάσωση του αντικειμένου Ροπής και των συγγενών του αντικειμένων ως πρότυπο.



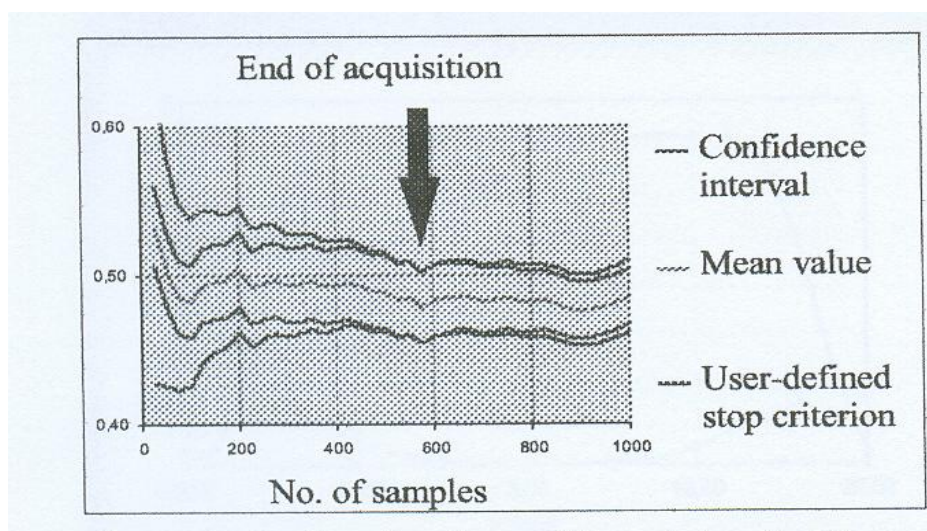
Σχήμα 4.65 Γρήγορη διαμόρφωση της έκτασης της ταχύτητας και των παραμέτρων.

Απόκτηση δεδομένων

Ο τρόπος για να αποκτήσεις δεδομένα εξαρτάται από τι ποσότητες απαιτούνται. Για δεδομένα αναγόμενα στο χρόνο, όλες οι διαιρέσεις πρέπει να αποκτηθούν. Για μέσου ρυθμού δεδομένα, έναν μπορεί είτε να αποκτήσει όλες τις διαιρέσεις και να χρησιμοποιήσει τη μέτρηση Χρόνου Μεταβολής (να μετακινήσει τη λοξοδρόμηση της ταχύτητας), ή να κάνει ημι-ισαπέχουσα δειγματοληψία χρησιμοποιώντας τον τρόπο Νεκρός – χρόνος. Στην τελευταία περίπτωση το μέγεθος των δεδομένων που είναι να αποθηκευτούν είναι πολύ μικρότερος απ' ό τι στην προηγούμενη περίπτωση.

Εξοικονομητικά χρόνου στατιστικά μη συνεχιζόμενα κριτήρια

Ξοδεύοντας αρκετό χρόνο για να αποκτήσετε την ποιότητα των στοιχείων που θέλετε, μειώνετε το κόστος του πειράματος και εφοδιάζετε με περισσότερα δεδομένα όταν ο χρόνος πειράματος είναι περιορισμένος. Με την Ροή BSA Software v3, ο χρόνος μέτρησης μπορεί να βελτιστοποιηθεί δυναμικά, βασιζόμενος σε πραγματικό χρόνο στατιστικής ανάλυσης των αποκτημένων στοιχείων. Η κατοχή των στοιχείων σταματάει όταν το 95% του διαστήματος ασφαλείας του μέσου όρου ή της RMS ταχύτητας είναι κάτω από ένα καθορισμένο από το χρήστη ποσοστό.

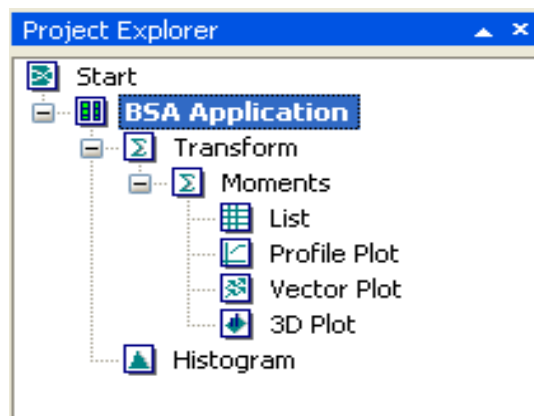


Σχήμα 4.66 Κριτήρια βάση του διαστήματος ασφαλείας της μέσης τιμής.

Ανάλυση στοιχείων

Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει μια αλυσίδα ανάλυσης στοιχείων, ενστικτωδώς παρουσιασμένη σαν εικόνες (αντικείμενα) σε μια δομή δέντρου. Ολόκληρη η αλυσίδα ανάλυσης και τα αντικείμενα παρουσίασης συγχρονίζονται ON- LINE κατά τη διάρκεια της απόκτησης, εφοδιάζοντας με άμεση ανατροφοδότηση την ποιότητα μέτρησης. Στο παράδειγμα η αλυσίδα ανάλυσης περιλαμβάνει ισοβάθμια μεταβολή, υπολογισμούς στατιστικής και τέσσερα σχεδιαγράμματα. Για να αποφύγετε την υπερφόρτωση του PC, τα αντικείμενα εντατικού υπολογισμού μπορούν να τεθούν εκτός λειτουργίας κατά τη διάρκεια της απόκτησης και να τεθούν σε λειτουργία έπειτα.

Περαιτέρω αντικείμενα μπορούν να προστεθούν για αν καθαρίσουν την ανάλυση. Το κύριο πακέτο της Ροής BSA Software περιλαμβάνει την παρακάτω ανάλυση και τα αντικείμενα παρουσίασης.



Σχήμα 4.67 Δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων.

Ροπές: Το αντικείμενο Ροπών υπολογίζει τις στατιστικές ποσότητες της ταχύτητας, το μέγεθος του σωματιδίου και αναλογικές εισαγωγές. Επίσης αποθηκεύει το ρυθμό των δεδομένων, την εγκυρότητα και τα δεδομένα του ρεύματος ανόδου του φωτοπολλαπλασιαστή.

Τα δεδομένα του ρεύματος ανόδου του φωτοπολλαπλασιαστή μπορούν να βοηθήσουν τον πειραματιστή να βρει την ακριβή θέση ενός φράγματος όταν κάνει μελέτες για τη θέση του ορίου.

Ισοβάθμια μεταβολή: Εάν η οπτική δεν μπορεί να τοποθετηθεί για να μετρήσει τις συνισταμένες του διανύσματος της ταχύτητας στο επιθυμητό ισοβάθμιο σύστημα, το αντικείμενο μεταβολής μπορεί να μεταβάλλει τις συνισταμένες της μετρημένης ταχύτητας στις επιθυμητές διαμέσου ενός καθορισμένου από το χρήστη καλουπιού μεταβολής.

Αρκετά αντικείμενα μεταβολής μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σειρές, π.χ. μια μεταβολή του ίδιου του αγωγού του LDA, άλλη μια για αναποδογύρισμα του αγωγού, κ.τ.λ. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν αλλάζοντας τον προσανατολισμό της οπτικής LDA για να έχεις την πρόσβαση κοντά σε στερεά αντικείμενα.

Φιλτράρισμα της συνταύτισης: Παρέχει το φιλτράρισμα συνταύτισης της ταχύτητας (και μεγέθους σωματιδίου) δεδομένα. Αυτό το καθιστά πιθανό να αποκτήσει δεδομένα στο υψηλότερο πιθανό ποσοστό από κάθε αγωγό και να αναλύσει ξανά τα μη αναλυμένα ή μη τροποποιημένα δεδομένα με διαφορετικά παράθυρα συνταύτισης.

Παρουσίαση στοιχείων: Το κύριο πακέτο της Ροής BSA Software περιλαμβάνει λίστες (έκθεση Spreadsheet αριθμητικών στοιχείων) και ιστόγραμμα.

Εξαγωγή και εισαγωγή στοιχείων: Τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν ON-LINE στις πιο κοινές δομές περιλαμβάνοντας τις ASCII, CSV, Excel, Tecplot, XML και ένα σχήμα δυαδικής συμφωνίας. Τα δεδομένα μπορούν να εισαχθούν ως αρχεία ASCII(.txt)ή από το προηγούμενο βασισμένο σε DOS Software της Dantec: FloWare, SizeWare και BurstWare.

Φίλτράρισμα: Τα δεδομένα μπορούν να φιλτραριστούν είτε για να είναι μέσα είτε έξω από μια σειρά. Το φιλτράρισμα μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους διαθέσιμους τύπους δεδομένων στο πρωτογενές αντικείμενο. Φίλτρα μπορούν να προστεθούν σε φίλτρα, π.χ. στο φίλτρο πάνω στο χρόνο άφιξης όπως επίσης και στο βεληνικές της ταχύτητας.

Πρόσθετο λογισμικό ελέγχου

Τα επόμενα πρόσθετα μέρη λογισμικού παρέχουν περαιτέρω λειτουργία στο κύριο πακέτο:

Πρόσθετες προηγμένες γραφικές παραστάσεις

Πρόσθετο Φάσμα / Συσχετισμός

Πρόσθετα κυκλικά φαινόμενα

Πρόσθετη σύνδεση Matlab

Πρόσθετη ταξινόμηση σωματιδίων

4.5 Μηχανισμοί μετακίνησης (Traverses).

Εφαρμογές

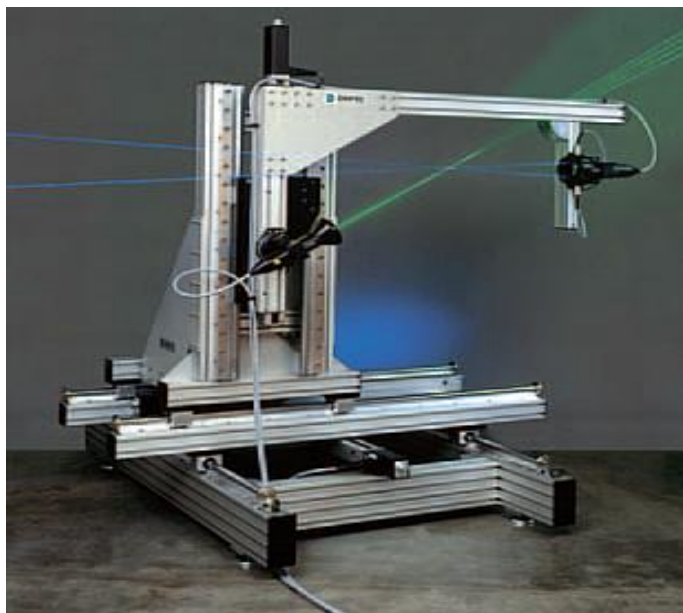
Εγκάρσιος έλεγχος συντεταγμένων μέτρησης σε εκτεταμένο πεδίο με μηχανισμούς βηματικής από computer εκτεταμένων, περίπλοκων μέτρησης ακριβείας συστημάτων.

Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα

Τοποθέτηση υψηλής ανάλυσης συστήματος μέτρησης.

Αυστηρά υποστηριγμένη μηχανική κατασκευή για ευρωστία και διάρκεια.

Υψηλή φυσική συχνότητα για να εξαλείψει τον προκληθέντα από ροή συντονισμό της εγκάρσιας κατασκευής.



Σχήμα 4.68 Τρισδιάστατος μηχανισμός μετακίνησης.

Εισαγωγή

Σε πολλές εφαρμογές έρευνας δυναμικής ρευστών, μέρος του εξοπλισμού μέτρησης του LDA ή PDA πρέπει να τοποθετηθεί στην ροή είτε σε μια αεροσύραγγα ή κάτω από το νερό σε μια δεξαμενή κύματος, για παράδειγμα. Για να αποκτήσετε αξιόπιστα πολυσημειακά δεδομένα LDA/PDA σε τέτοιες συνθήκες, ένα άκαμπτο και σταθερό εγκάρσιο σύστημα είναι απαραίτητο.

Τα ρυθμιζόμενα εγκάρσια συστήματα της Dantec Dynamics επιτυγχάνουν τοποθέτηση υψηλής ανάλυσης μ' ένα σχέδιο που ενώνει υψηλής ποιότητας εγκάρσιους μηχανισμούς και μια αυστηρά υποστηριζόμενη και σταθερή μηχανική κατασκευή.

Περιγραφή

Τα ρυθμιζόμενα εγκάρσια συστήματα της Dantec Dynamics έχουν ως χαρακτηριστικά γραμμικές βάσεις σφαιρών και σκληρή χρωμιωμένη ράβδο με συνεχή υποστήριξη, στερεωμένη πάνω σε άκαμπτες αλουμινένιες κατατομές. Αυτές οι κατατομές είναι αμπαρωμένες μαζί με ειδικές αγκύλες και λάμες που επιτρέπουν σωστή εφαρμογή. Το εγκάρσιο είναι βηματοκινητήριο οδηγούμενο,

με τον κινητήρα άμεσα συνδεδεμένο με της υψηλής ακρίβειας βίδες μολύβδου. Αυστηρή τοποθέτηση της ενοργάνωσης επιτυγχάνεται με φρένα στον κάθετο άξονα. Η εγκάρσια κίνηση ελέγχεται είτε από την εφαρμογή του Software της Dantec Dynamics είτε από μια μονάδα προαιρετικού χειροποίητου ελέγχου και ένα προσαρμοστή PC. Για την ακριβή ευθυγράμμιση του εγκάρσιου συστήματος μέτρησης LDA/PDA στην ροή:

Ένας γερανός μπορεί να στερεωθεί άμεσα στο εγκάρσιο πλαίσιο, επιτρέποντας ασφαλή και σωστή τοποθέτηση.

Το εγκάρσιο μπορεί να κατευθυνθεί, χρησιμοποιώντας τα ρυθμιζόμενα πόδια του και το ενσωματωμένο μηχάνημα spirit level (αλφάδι)

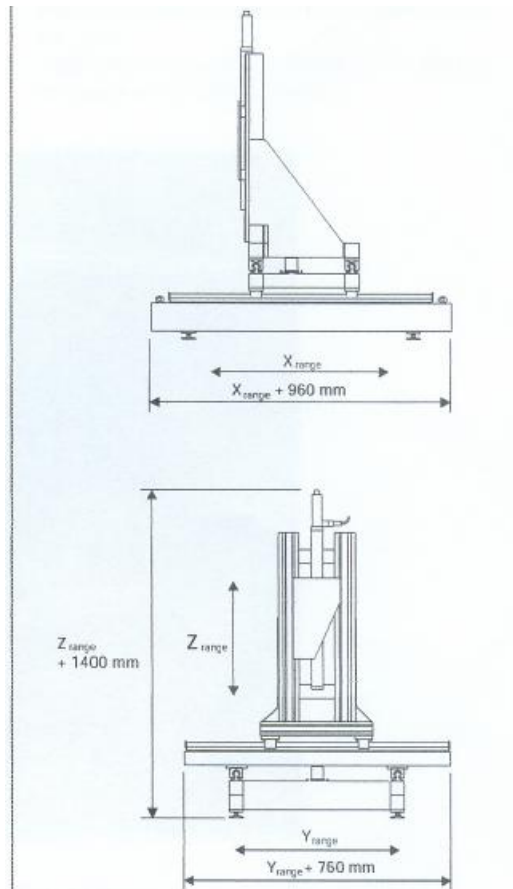
Ρυθμιζόμενα υποστηρίγματα αγωγού LDA/PDA είναι διαθέσιμα.

Λεπτομέρειες

Βεληνεκές	Επιλεγμένο να ταιριάζει την εφαρμογή
Ανάλυση	6.25 μm για όλους τους άξονες
Ακρίβεια τοποθέτησης (στην κατεύθυνση της κίνησης)	Τυπικά 0.2 mm ανά άξονα
Ταχύτητα	25 mm/s
Χωρητικότητα φορτίου	60Kg
Σημείο διεπαφής	RS232
Βάρος	.
Εγκάρσιο: (αποκλείοντας	Περίπου 200 Kg για ένα τριαξονικό
σύστημα	εγκάρσιο
LDA/PDA)	Το ακριβές βάρος εξαρτάται από το σχέδιο
Ελεγκτής	12 Kg
Μήκος καλωδίων	5 m (πρότυπο)
Ελεγκτής στον κινητήρα	5 m (πρότυπο)

Παράδειγμα

Από τη στιγμή που το ρυθμιζόμενο εγκάρσιο σύστημα είναι διαμορφωμένο να ταιριάζει στην εφαρμογή, οι διαστάσεις ποικίλουν από σύστημα σε σύστημα. Το σχέδιο παρακάτω δείχνει ένα παράδειγμα. (X και Y είναι οι οριζόντιοι άξονες και ο Z ο κάθετος άξονας).



Σχήμα 4.69 Ρυθμιζόμενο σύστημα μετακίνησης τριών διαστάσεων.

4.5.2 Εγκάρσιος Μηχανισμός - 1-D, 2-D και 3-D εγκάρσιο σύστημα

Εφαρμογές

Ελεγχόμενος από computer προσδιορισμός θέσεως του LDA/PDA, PIV ή CTA εξοπλισμού μέτρησης ακρίβειας.

Χαρτογράφηση όγκου PIV.

Ελεγχόμενος από computer προσδιορισμός θέσεως π.χ. μικρών εξοπλισμών ροής.

Ελεγχόμενος από computer προσδιορισμός θέσεως των στομίων των σπρέι για μετρήσεις PDA.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Αυστηρά υποστηριζόμενη κατασκευή με υποκινητήρα, οδηγούμενες υψηλής ακρίβειας βίδες μολύβδου που ενσωματώνονται σε όλες τις εγκάρσιες μονάδες.

Βελτιωμένα ρουλεμάν με αντοχή υψηλού φορτίου.

Ηλεκτρικοί διακόπτες ορίου σε όλες τις μονάδες.

Αυτόματος εγκάρσιος έλεγχος των κινήσεων ενσωματωμένων στην εφαρμογή του Software της Dantec Dynamics

Υψηλή ανάλυση



Σχήμα 4.70 Αυτόματοποιημένος μηχανισμός μετακίνησης με κινητήρες για υψηλής ακρίβειας βηματικές μεταβολές.

Περιγραφή

Το εγκάρσιο σύστημα της Dantec Dynamics συνδυάζει αυτόματο, υψηλής ανάλυσης προσδιορισμό θέσεως με μια μηχανική λύση προσαρμοσμένη στα συστήματα μετρήσεως LDA ,PDA, PIV, CTA και PIV.

Με τις τεχνικές μετρήσεως σημείου LDA ,PDA και CTA, αυτόματος προσδιορισμός θέσεως καθιστά πιθανό να χαρτογραφήσετε τη ροή είτε μετακινώντας το μηχάνημα μέτρησης είτε τον εξοπλισμό ροής πάνω σε μια γραμμή, σ' ένα σχεδιάγραμμα ή έναν όγκο. Τα συστήματα PIV ήδη μετρούν σ' ένα διάγραμμα, και ένα εγκάρσιο σύστημα καθιστά πιθανό να κάνετε χαρτογράφηση του όγκου διαπερνώντας κατακόρυφα στο διάγραμμα μέτρησης. Διαπερνώντας ένα διάγραμμα παράλληλο στο διάγραμμα μέτρησης, μια μεγαλύτερη περιοχή της ροής μπορεί να προσεγγιστεί.

1-D εγκάρσιος μηχανισμός

	41T31
	1-D εγκάρσιος μηχανισμός
Βεληνεκές X	610mm
Ταχύτητα	25 mm/sec
Ανάλυση	6.25 μ m
Επανάληψη	$\pm 0.005/300$ mm εγκάρσιο μήκος
Διατάσεις	w 500mm
	L 1050mm
	H 190mm
Ανώτατο φορτίο (M χ)	340Nm
(δυναμικό) (M ψ)	150Nm
	(M ζ) 170Nm

Ικανότητα ανέλκυσης	60Kg
	Λάμα στερέωσης για κατατομή της Dantec Dynamics ή υποστήριγμα
Συμπεριλαμβάνονται	Αγωγού. Ρυθμιζόμενα πόδια
Ελεγκτής (προτεινόμενος)	41T21 (230V) , 41T22 (120V) ή 41T23(100V)

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

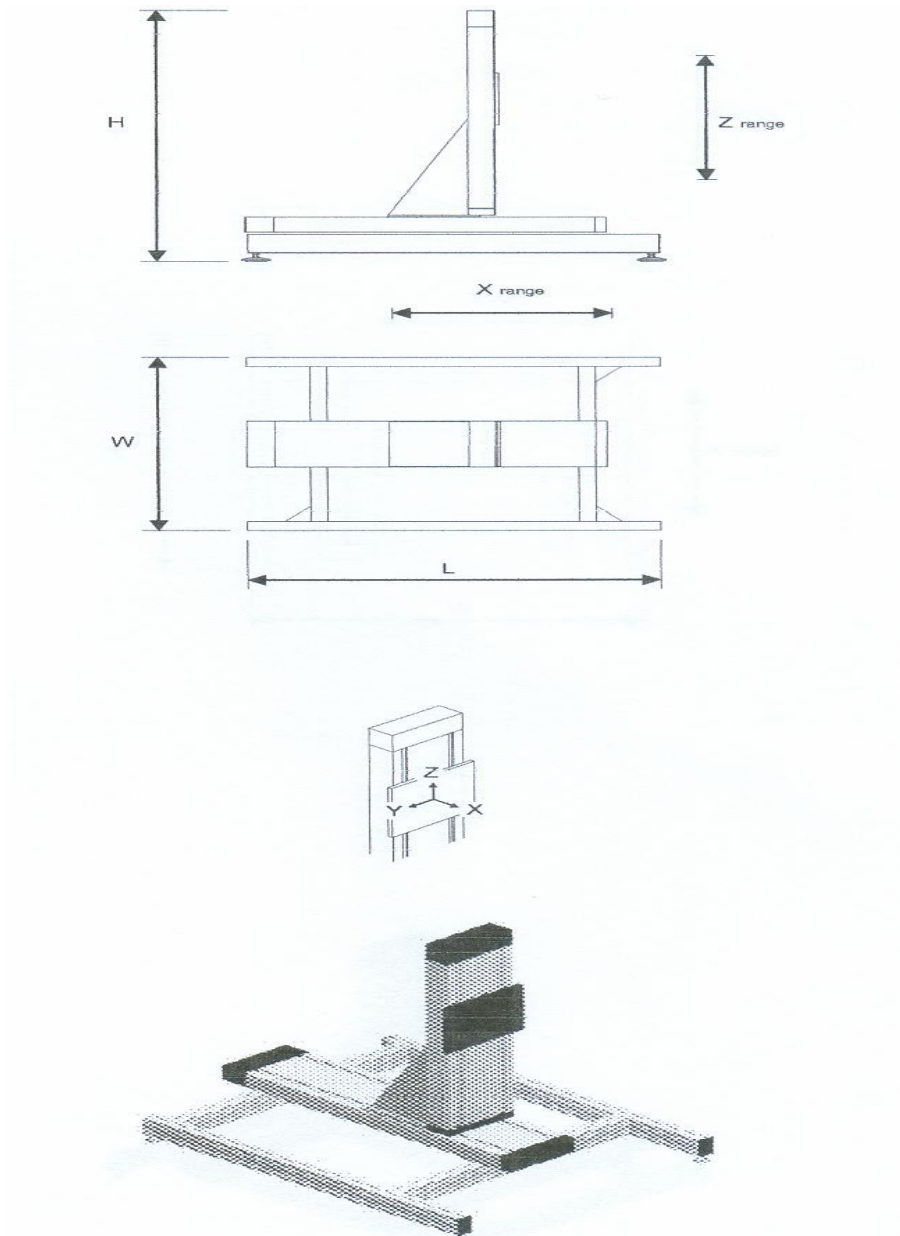
1-D εγκάρσιος μηχανισμός
Μοντέλο X βεληνεκούς
41T31 610mm
41T311 (M) 410mm

2-D εγκάρσιος μηχανισμός
Λεπτομέρειες

		41T32
		2-D εγκάρσιος μηχανισμός
Βεληνεκές	Y	610 mm
	Z	610 mm
Ταχύτητα		25 mm/sec
Ανάλυση		6.25 μm
Επανάληψη		±0.005/300mm εγκάρσιος μήκος
Διαστάσεις	W	850 mm

	L	1150 mm
	H	1230 mm
Ανώτατο φορτίο	M _χ	175 Nm
(δυναμικό)	M _ψ	150 Nm
	M _ζ	340 Nm
Ικανότητα ανέλκυσης		60 Kg
		Ηλεκτρομαγνητικό φρένο ενσωματωμένο στην κάθετη εγκάρσια μονάδα.
Συμπεριλαμβάνονται		Λάμα στερέωσης για κατατομή πάγκου της Dantec Dynamics ή υποστήριγμα αγωγού.
		Ρυθμιζόμενα πόδια.
Ελεγκτής (προτεινόμενος)		41T24 (230V) ,41T25(V) ή 41T26(100V)

Το X δηλώνει οριζόντια κατεύθυνση, το Z δηλώνει κάθετη κατεύθυνση.



Σχήμα 4.71 Μοντέλο μετακίνησης δύο διαστάσεων της Dantec Dynamics

2-D εγκάρσιος μηχανισμός

Μοντέλο	Ψ βεληνεκές	Z βεληνεκές
41T32	610mm	610mm
41T321 (M)	410mm	410mm
41T323 (M)	1010mm	1010mm

M: έγινε για να ορίζει

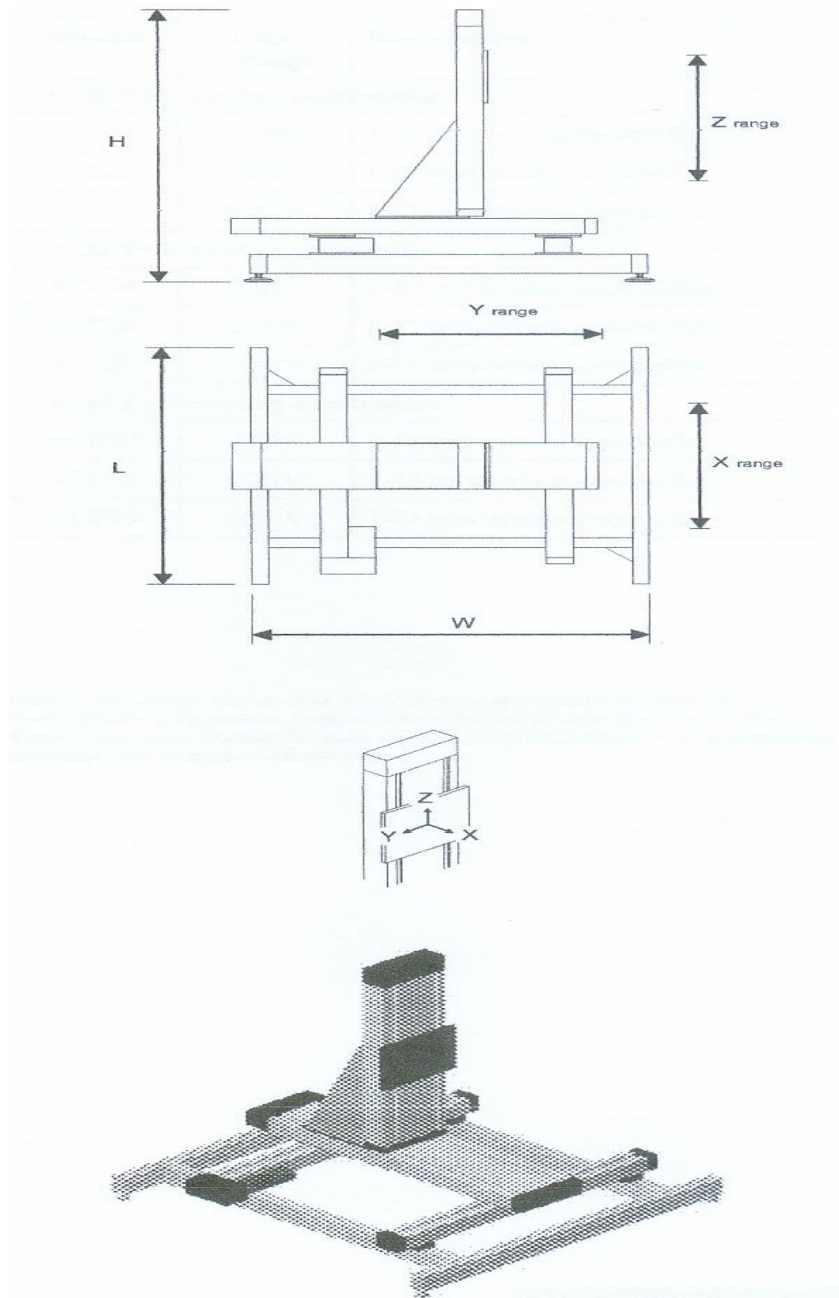
3-D εγκάρσιος μηχανισμός

Λεπτομέρειες

		41T33
		3-D εγκάρσιος μηχανισμός
Βεληνεκές X		610 mm
	Ψ	610 mm
	Z	610 mm
Ταχύτητα		25 mm/sec
Ανάλυση		6.25 μm
Επανάληψη		± 0.005/300 εγκάρσιο μήκος
Διαστάσεις	W	1150 mm
	L	1150 mm
	H	1330 mm
Ανώτατο φορτίο	M _χ	175 Nm
(δυναμικό)	M _ψ	150Nm
	M _ζ	340Nm
Ικανότητα ανέλκυσης		60 Kg
		Ηλεκτρομαγνητικό φρένο ενσωματωμένο στην κάθετη εγκάρσια μονάδα.
Συμπεριλαμβάνονται		Λάμα στερέωσης για κατατομή πάγκου της Dantec Dynamics ή υποστήριγμα αγωγού.
		Ρυθμιζόμενα πόδια.
Ελεγκτής		
(προτεινόμενος)		41T27(230V) , 41T28(120V) ή 41T29(100V)

Τα X και Ψ δηλώνουν οριζόντια κατεύθυνση, το Z δηλώνει κάθετη κατεύθυνση.

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται μια διάταξη δυνατότητας μετακίνησης σε τρεις διαστάσεις.



Σχήμα 4.72 Μηχανισμός μετακίνησης τριών διαστάσεων της Dantec Dynamics

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

3-D εγκάρσιος μηχανισμός

Μοντέλο	X βεληνεκές	Ψ βεληνεκές	Z βεληνεκές
41T33	610mm	610mm	610mm
41T331 (M)	410mm	410mm	410mm
41T333 (M)	1010mm	1010mm	1010mm

Ελεγκτής

	Εγκάρσιος Ελεγκτής
Σημείο διεπαφής	RS 232 ή USB
Αριθμοί ρυθμίσεων της δύναμης του κινητήρα	1 έως 3
Τάση ηλεκ.	230V/3A
ρεύματος/γραμμής	120V/5A (US)
κατανάλωση ισχύος	100V/6A (Japan)
Ανεφοδιασμός κεντρικών αγωγών	Αποσπάσιμο τυποποιημένο καλώδιο κεντρικών αγωγών
Διαστάσεις WHD	475*186*410mm
Βάρος	21/6
	5μετρο καλώδιο μηχανής
	5μετρο καλώδιο τμηματικού σημείου διεπαφής.
Συμπεριλαμβάνονται	STOP εκτάκτου ανάγκης που συμπεριλαμβάνει 5μετρο καλώδιο
	Καλώδιο USB



Σχήμα 4.73 Συσκευή ελέγχου των ηλεκτροκινητήρων (step – motors)

Μοντέλο	Τάση ηλεκτρ. Ρεύμ. γραμμής	Περιγραφή
1-D εγκάρσιος ελεγκτής		
41T21	230 V	1-D εγκάρσιος ελεγκτής
41T22	120 V	1-D εγκάρσιος ελεγκτής
41T23	100 V	1-D εγκάρσιος ελεγκτής
2-D εγκάρσιος ελεγκτής		
41T24	230 V	2-D εγκάρσιος ελεγκτής
41T25	120 V	2-D εγκάρσιος ελεγκτής
41T26	100 V	2-D εγκάρσιος ελεγκτής
3-D εγκάρσιος ελεγκτής		
41T27	230 V	3-D εγκάρσιος ελεγκτής
41T28	120 V	3-D εγκάρσιος ελεγκτής
41T29	100 V	3-D εγκάρσιος ελεγκτής

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Malkiel E., Levinski V. and J. Cohen, «The evolution of a localized vortex disturbance in external shear flows. Part 2. Comparison with experiments in rotating shear flows», *Journal of Fluid Mechanics* **Publisher:** Cambridge University Press, 1999
2. Wulf P., C Egbers, and H. J. Rath «Routes to chaos in wide-gap spherical couette flow» *Physics of fluids*, American Institute of Physics, 1999
3. Tachie Mark F.(1) ,Donald J. Bergstrom(2), Ram Balachandar (3), «Roughness Effects on the Mixing Properties in Open Channel Turbulent Boundary Layers», *Journal of Fluids Engineering*, American Society of Mechanical Engineers, 2004
4. Groszmann Daniel E., Chris B. Rogers «Turbulent scales of dilute particle-laden flows in microgravity» *Physics of fluids*, American Institute of Physics, 2004
5. Poncet S., M. P. Chauve, P. Le Gal «Turbulent rotating disk flow with inward throughflow», *Journal of Fluid Mechanics*, Cambridge University Press, 2005
6. Plesniakand M. W., D. M. Cusano «Scalar mixing in a confined rectangular jet in crossflow» *Journal of Fluid Mechanics*, Cambridge University Press, 2005
7. Ducci A. ,M. Yianneskis «Analysis of errors in the measurement of energy dissipation with two-point LDA» *Experiments in Fluids*, Springer-Verlag, 2005
8. Domnick J., A. Scheibe, T. Steigleder & G. Weckerle «Jet disintegration and droplet formation of high-speed rotary bells» 15th Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Onera, Centre de Toulouse, 1999
9. Becker J. and C. Hassa «Breakup and atomization of a kerosene jet in crossflow of air at elevated pressure» 15th Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Onera, Centre de Toulouse1999
10. Jiménez Mu J.E., F. Castro Ruiz, A. Melgar Bachiller and B. Giménez Olavarría «Influence of air pressure on a kerosene spray» 15th Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Onera, Centre de Toulouse, 1999

- 11.** Roisman I.V., L. Araneo, M. Marengo, C. Tropea «Evaluation of drop impingement models: experimental and numerical analysis of a spray impact» 15th Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Onera, Centre de Toulouse, 1999