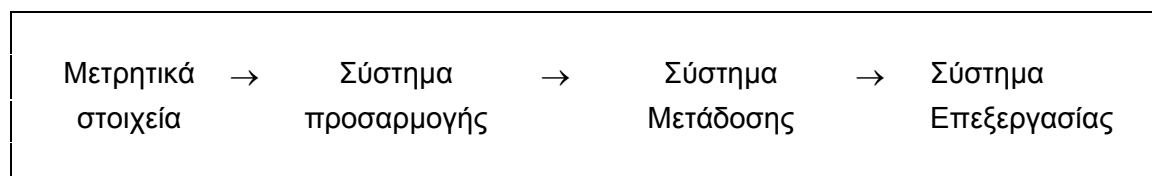


ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΟΠΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ LABVIEW

Η έννοια της μέτρησης καθώς και η μέτρηση καθαυτή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την επιστημονική μεθοδολογία. Επίσης ο κάθε άνθρωπος αντιμετωπίζει μετρήσεις ακόμη και στην καθημερινή του ζωή. Με την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας ο ρόλος των μετρήσεων γίνεται συνέχεια πιο σημαντικός. Σε μια φυσική διαδικασία η μέτρηση μιας ποσότητας είναι συνυφασμένη με την απόκτηση πληροφορίας. Καθώς δε η σημασία της πληροφορίας και οι δυνατότητες επεξεργασίας της αυξάνουν συνέχεια, αυξάνουν παράλληλα και οι απαιτήσεις που υπάρχουν για καλύτερες μεθόδους και διατάξεις μετρήσεων.

Με την ευρεία χρήση συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου που γίνεται σήμερα, έχει εξαπλωθεί σε μεγάλο βαθμό η χρήση μετρητικών στοιχείων. Σχεδόν για κάθε φυσική ποσότητα υπάρχει και ένα ή περισσότερα μετρητικά στοιχεία ενός ή διαφόρων τύπων. Σημαντικό πλεονέκτημα ενός μετρητικού στοιχείου είναι η εύκολη προσαρμογή ή σύνδεση του με ηλεκτρονικά συστήματα ή μικροϋπολογιστές. Η ανάπτυξη των μικροϋπολογιστών έχει δημιουργήσει μεγάλες περιοχές εφαρμογής και έχει δώσει μια νέα διάσταση στους τόπους και την χρήση των μετρήσεων.



Τα βασικά μέρη ενός συστήματος μέτρησης είναι:

- Μετρητικά στοιχεία.
- Σύστημα προσαρμογής.
- Σύστημα μετάδοσης.
- Σύστημα επεξεργασίας των μετρήσεων.

Σαν παράδειγμα ενός συστήματος μέτρησης αναφέρουμε το σύστημα μέτρησης θερμοκρασιών σε διάφορα τμήματα μιας μονάδας παραγωγής. Η θερμοκρασία μπορεί να μετριέται με θερμοζεύγος για παράδειγμα. Τα θερμοζεύγη είναι σε αυτή την περίπτωση τα μετρητικά στοιχεία. Επειδή το σήμα του θερμοζεύγους είναι μικρό, χρειάζεται ενίσχυση μέσω ενισχυτικών βαθμίδων (τελεστικοί ενισχυτές, ενισχυτές απομόνωσης κλπ). Σε άλλες περιπτώσεις χρειάζεται και φιλτράρισμα για την απομάκρυνση τυχόν θορύβων. Οι ενισχυτικές διατάξεις, φίλτρα κλπ. αποτελούν το σύστημα επεξεργασίας της πληροφορίας των μετρήσεων. Το σύστημα επεξεργασίας μπορεί να είναι από μια απλή διάταξη καταγραφής μέχρι ένας μεγάλος

υπολογιστής.

Αν η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων γίνεται ψηφιακά, τότε πρέπει να γίνει μετατροπή του σήματος (αποτέλεσμα της μέτρησης) από την αναλογική του μορφή σε ψηφιακή μορφή. Δηλαδή απαιτείται ένας μετατροπέας που μετατρέπει ένα σήμα από την αναλογική του μορφή σε ψηφιακή. Οι μετατροπείς αυτοί λέγονται A/D (Analog to Digital converters).

Σε περίπτωση που η μετάδοση του σήματος γίνεται ψηφιακά, τότε η μετατροπή σε ψηφιακή μορφή πρέπει να γίνει πριν την βαθμίδα της μετάδοσης. Συχνά, η επεξεργασία των πληροφοριών, γίνεται ψηφιακά και το αποτέλεσμά της πρέπει να μετατραπεί σε αναλογική μορφή. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται ένας μετατροπέας ψηφιακού σήματος σε αναλογικό σήμα. Οι μετατροπείς αυτοί λέγονται D/A (Digital to Analog converters).

Πριν προχωρήσουμε πρέπει να εξηγήσουμε τι εννοούμε με τον όρο «μετρητικό στοιχείο». Το μετρητικό στοιχείο είναι ένας «μετατροπέας» (transducer). Μετατροπέας λέγεται η διάταξη που απορροφά ενέργεια από ένα σύστημα και την μεταφέρει, αφού συνήθως την μετατρέπει σε ενέργεια άλλης μορφής, σε ένα άλλο σύστημα. Οι μετατροπείς που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις είναι οι λεγόμενοι μετατροπείς εισόδου ή μετατροπείς μέτρησης. Δηλαδή διεγείρονται από κάποια φυσική ποσότητα (θέση, πίεση, θερμοκρασία κλπ) και δημιουργούν ένα σήμα εξόδου, συνήθως ηλεκτρικό, το οποίο χρησιμοποιείται για την μέτρηση της αντίστοιχης φυσικής ποσότητας. Μετατροπείς εξόδου λέγονται οι μετατροπείς που μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια άλλης μορφής, συνήθως μηχανική. Αυτοί οι μετατροπείς όταν χρησιμοποιούνται σε συστήματα ελέγχου, λέγονται και ενεργοποιητές (όπως π.χ. κινητήρες, ηλεκτρικές βαλβίδες, σωληνοειδή κλπ). Μετατροπείς εξόδου είναι και τα μεγάφωνα, οι μετατροπείς υπερήχων κλπ.

Οι αρχές λειτουργίας των διαφόρων μετατροπέων (αρχές μετατροπής), είναι πολλές και ποικίλες. Οι πιο διαδεδομένοι τύποι μετατροπέων αναφέρονται παρακάτω. Ο κάθε ένας χαρακτηρίζεται από μια αρχή μετατροπής.

1. Ηλεκτρομηχανικός τύπος.
2. Τύπος ποτενσιόμετρου.
3. Τύπος διαφορικού μετασχηματιστή.
4. Τύπος πιεζοαντίστασης (strain gage).
5. Φωτοηλεκτρικός τύπος.
6. Πιεζοηλεκτρικός τύπος.
7. Θερμοηλεκτρικός τύπος.
8. Τύπος μεταβλητής ηλεκτρικής αντίστασης.
9. Τύπος θερμοδιαστολής.

10. Ημιαγωγικοί μετατροπείς θερμοκρασίας.
11. Χωρητικός τύπος.
12. Επαγωγικός τύπος.
13. Τύπος ταλαντωτή.
14. Τύπος Hall και μαγνητοαντίστασης.

«Αισθητήριο» (sensor) λέγεται μια διάταξη που χρησιμοποιείται για την μέτρηση ή ανίχνευση ενός φυσικού μεγέθους. Στη βιβλιογραφία οι όροι «μετατροπέας» και «αισθητήριο» χρησιμοποιούνται ελεύθερα και συχνά έχουν την ίδια σημασία. Έτσι υπάρχει κάποια ασάφεια γύρω από αυτούς τους όρους. Ειδικά ο όρος «αισθητήριο» στην αγγλόφωνη βιβλιογραφία (sensor) χρησιμοποιείται πολλές φορές για την περίπτωση ενός απλού μετρητικού στοιχείου. Πολλές φορές όμως χρησιμοποιείται και για σύνθετες διατάξεις μέτρησης. Για παράδειγμα, συχνά γίνεται αναφορά σε «αισθητήρια για μέτρηση στάθμης με Laser» (Laser level sensors). Πρόκειται για διατάξεις που μετρούν την στάθμη ενός ρευστού σε μια δεξαμενή, εκπέμποντας μια δέσμη φωτός από ένα Laser. Η δέσμη ανακλάται στην επιφάνεια του ρευστού και επιστρέφει. Η ανακλώμενη δέσμη ανιχνεύεται από τη διάταξη μέτρησης και μετρίεται ο χρόνος που μεσολαβεί από την εκπομπή μέχρι τη λήψη. Βάσει αυτού του χρόνου υπολογίζεται (με χρήση μικροϋπολογιστού ή όχι) η απόσταση μεταξύ της διάταξης μέτρησης και της στάθμης του ρευστού. Επίσης γίνεται λόγος για αισθητήρια πίεσης (pressure sensors) τα οποία σε ολοκληρωμένες σειρές χρησιμοποιούνται σαν αισθητήρια αφής (tactile sensors). Τα αισθητήρια αφής βρίσκουν εφαρμογές στα ρομπότ. Τα αισθητήρια για μέτρηση στάθμης με Laser είναι σύνθετες διατάξεις. Για να αντιδιαστείλουμε τη σύνθετη διάταξη μέτρησης από το απλό μετρητικό στοιχείο θα χρησιμοποιούμε τον όρο «μετρητής» για την πρώτη και «αισθητήριο» για την δεύτερη. Ο όρος «αισθητήριο» θα μπορούσε να αναφέρεται στο βασικό μετρητικό στοιχείο που αντιδρά στην μετρούμενη ποσότητα. Ενώ μετατροπέας να είναι πιο γενικός όρος. Για παράδειγμα, το θερμίστορ θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν αισθητήριο ενώ η γέφυρα στην οποία χρησιμοποιείται (ώστε η έξοδος να είναι τάση) θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν μετατροπέας. Βέβαια αν το αισθητήριο μετατρέπει ενέργεια, θα μπορούσε να ονομασθεί και μετατροπέας. Πάντως στην βιβλιογραφία, οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται πολύ ελεύθερα.

Για την εφαρμογή της διάταξης μέτρησης δυνάμεων έχουμε επιλέξει τον πιεζοηλεκτρικό τύπο (πιεζοκρύσταλλος) για την μέτρηση των συνιστωσών της δύναμης κοπής.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η μετρητική διάταξη των δυνάμεων κοπής κατά το φραιζάρισμα. Απώτερος στόχος μας είναι να ελέγχουμε πλήρως την μετρητική διάταξη κάνοντας χρήση αποκλειστικά του

ηλεκτρονικού υπολογιστή. Διαδοχικά οι λειτουργίες που πραγματοποιούνται φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

INPUT → DATA ACQUISITION → SIGNAL PROCESSING → CONTROL
(αριθμός και συχνότητα μετρήσεων)

Για να πραγματοποιήσουμε τις παραπάνω διαδικασίες ήρθαμε στο δίλημμα επιλογής του προγραμματισμού LABVIEW ή της μονάδας επεξεργασίας δεδομένων PLC. Γενικά παρατηρήσαμε ότι ο γραφικός προγραμματισμός LABVIEW της NATIONAL INSTRUMENT (με την αντίστοιχη μετροτεχνική διάταξη), δεν πλεονεκτεί μόνο ως προς το γεγονός του ότι είναι γραφικός, δηλαδή αποτελείται από εικονίδια που εκτελούν τις διάφορες εργασίες και κάνουν ευκολότερο τον προγραμματισμό, αλλά πλεονεκτεί επειδή είναι ιδιαίτερα πρακτικός και παρέχει πολλές δυνατότητες επιλογής ως προς τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να πραγματοποιήσουμε εργασίες όπως DATA ACQUISITION, ANALYSIS, CONTROL, PRESENTATION και GENERATION, σε σχέση με την Μονάδα Λογικού Προγραμματισμού (PLC) η οποία είναι πολύ πιο δύσχρηστη. Τα πλεονεκτήματα του περιβάλλοντος LABVIEW σε σχέση με άλλες γλώσσες προγραμματισμού είναι ότι υπάρχει μία γκάμα από έτοιμα προγράμματα (vi.s) που χρησιμοποιούνται ως υπορουτίνες για την δημιουργία άλλων πιο σύνθετων προγραμμάτων. Μας δίνει επίσης την δυνατότητα να δημιουργήσουμε και δικές μας ρουτίνες τις (subVIs) στις οποίες δίνουμε όνομα και συγκεκριμένο σχήμα εικονιδίου καθορίζοντας τις εξόδους και εισόδους του και τις χρησιμοποιούμε για την δημιουργία άλλων προγραμμάτων. Ακριβώς για αυτούς τους λόγους επιλέξαμε το γραφικό περιβάλλον LABVIEW.

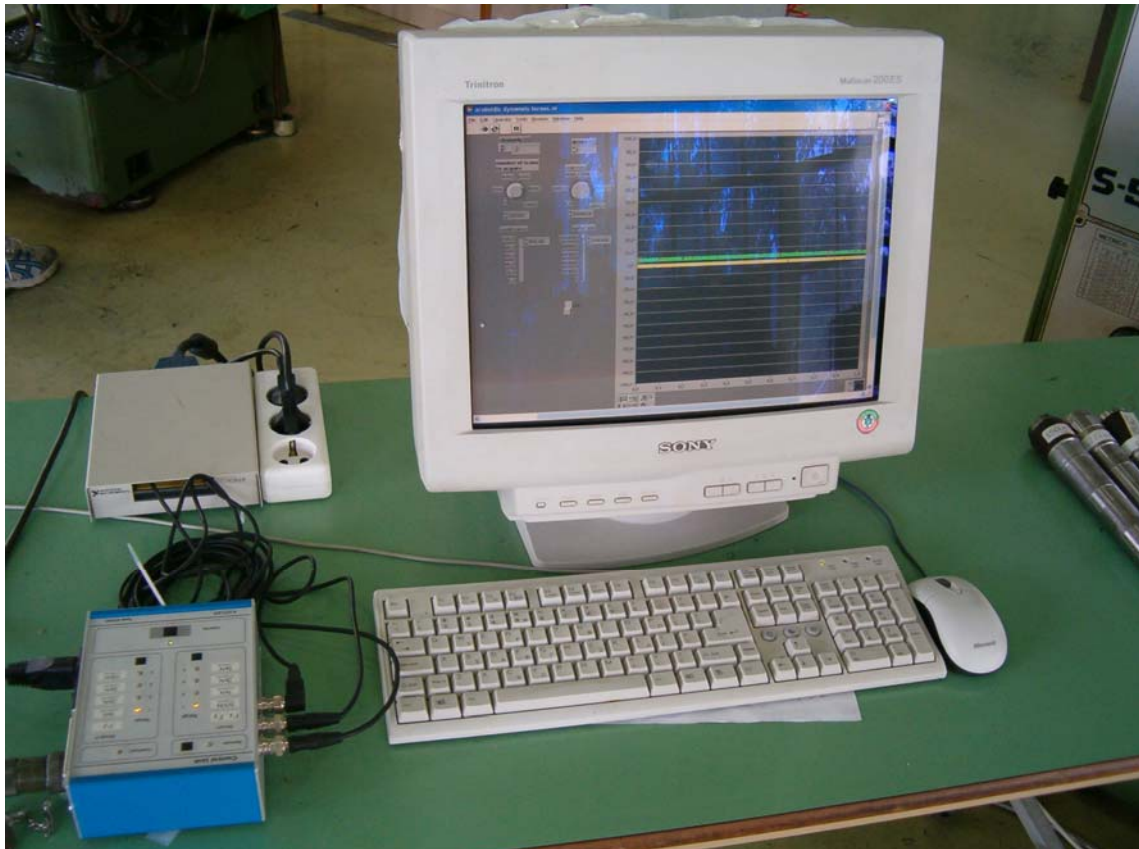
Συνοπτικά λοιπόν μπορούμε να αναφέρουμε ότι το γραφικό περιβάλλον του LABVIEW μας δίνει την δυνατότητα να δημιουργήσουμε προγράμματα τα οποία μπορούν να αναλάβουν πλήρως τον έλεγχο και τους υπολογισμούς που απαιτούνται για το είδος μέτρησης που μας απασχολεί. Με σιγουριά όμως μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για μία εργασία η οποία δίνει ασφαλή αποτελέσματα όταν βεβαίως ακολουθήσουμε πιστά τις οδηγίες χρήσης και λειτουργίας του κάθε προγράμματος.

Για τη μέτρηση των δυνάμεων κοπής χρησιμοποιήθηκε το μετρητικό σύστημα που φαίνεται στην Εικόνα 1. Η μετροτεχνική διάταξη συνολικά περιλαμβάνει τη δυναμομετρική τράπεζα της εταιρείας KISTLER (Εικόνα 3), τον ανορθωτή της εναλλασσόμενης τάσης (220V), τον μετατροπέα ηλεκτρικού φορτίου σε volts (charge amplifier) KISTLER Type 5233A (Εικόνα

2), το κουτί καναλιών εισόδου και εξόδου (input, output, connector box), την κάρτα μετατροπής του αναλογικού σε ψηφιακό σήμα (analog/digital connector) και τέλος το γραφικό περιβάλλον LABVIEW (Εικόνα 5) που είναι εγκατεστημένο μέσα στον υπολογιστή. Για να πραγματοποιήσουμε τον σκοπό μας, δηλαδή την μέτρηση, ανάλυση, έλεγχο και παρουσίαση των σημάτων της δύναμης είναι απαραίτητη η δημιουργία κατάλληλων προγραμμάτων στο γραφικό περιβάλλον του LABVIEW.

Οι βασικοί στόχοι που πετυχαίνουμε με τον προγραμματισμό LABVIEW και με την συγκεκριμένη μετρητική διάταξη είναι οι εξής:

- ❖ "Data acquisition" και παρουσίαση σε "graph" (των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής)
- ❖ Μέτρηση συχνότητας και περιόδου σήματος δύναμης
- ❖ Μέτρηση μέγιστης δύναμης
- ❖ Δυνατότητα αποθήκευσης αρχείου μέτρησης δύναμης
- ❖ Έλεγχος της λειτουργίας του δοκιμαστηρίου μετρητικού συστήματος (CONTROL)



Εικόνα 1: το μετρητικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση, παρουσίαση και καταγραφή των δυνάμεων κοπής.

Η δυναμομετρική τράπεζα έχει τρεις εισόδους, κάθε μία εκ των οποίων χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μιας από τις βασικές συνιστώσες της δύναμης κοπής F_c , τις F_x , F_y και F_z (Εικόνα 4). Οι μετρήσεις των δυνάμεων επιτυγχάνεται με τη χρήση πιεζοκρυστάλλων.

Ο βασικός ρόλος των πιεζοκρυστάλλων είναι η μετατροπή της δύναμης σε ηλεκτρικό φορτίο το οποίο στη συνέχεια εισέρχεται στην συσκευή charge amplifier και μετατρέπεται από φορτίο σε ηλεκτρικά volts ώστε να μπορεί να τα επεξεργαστεί η κάρτα του υπολογιστή. Οι πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς πίεσης χρησιμοποιούνται για την μέτρηση γρήγορα μεταβαλλόμενης πίεσης. Γενικά χρησιμοποιείται για δυναμικές μετρήσεις και όχι για στατικές. Στις δυναμικές μετρήσεις έχει πολύ καλή απόδοση δεδομένου ότι η περιοχή συχνοτήτων λειτουργίας του φθάνει συνήθως μέχρι μερικές δεκάδες kHz. Μπορεί όμως να φθάσει και μέχρι 500 kHz. Επειδή αυτή οι μετατροπείς πίεσης συχνά χρησιμοποιούνται για πιέσεις που αυξάνονται απότομα πολλοί κατασκευαστές δίνουν το χρόνο απόκρισης του μετατροπέα για μία συγκεκριμένη μεταβολή πίεσης. Υπάρχουν πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς που για μεταβολή πίεσης 55 Kp/cm^2 έχουν χρόνο απόκρισης μικρότερο από 1 μs .

Συχνά χρησιμοποιούνται κρύσταλλοι σε μορφή δίσκου οι οποίοι τοποθετούνται ο ένας επάνω στον άλλο. Οι κρύσταλλοι συμπιέζονται από δύο μεταλλικές πλάκες. Η εξασκούμενη πίεση μεταβάλλει την συμπίεση των κρυστάλλων και έτσι παράγεται μία τάση εξόδου βάσει του πιεζοηλεκτρικού φαινομένου. Συχνά υπάρχουν ενισχυτές μέσα στο περίβλημα του μετατροπέα κυρίως για να μειώσουν την αντίσταση εξόδου του αφού η αντίσταση του κρυστάλλου είναι πολύ μεγάλη. Ο μετατροπέας έχει την ικανότητα να φιλτράρει τους θορύβους, ώστε αυτοί να μην επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

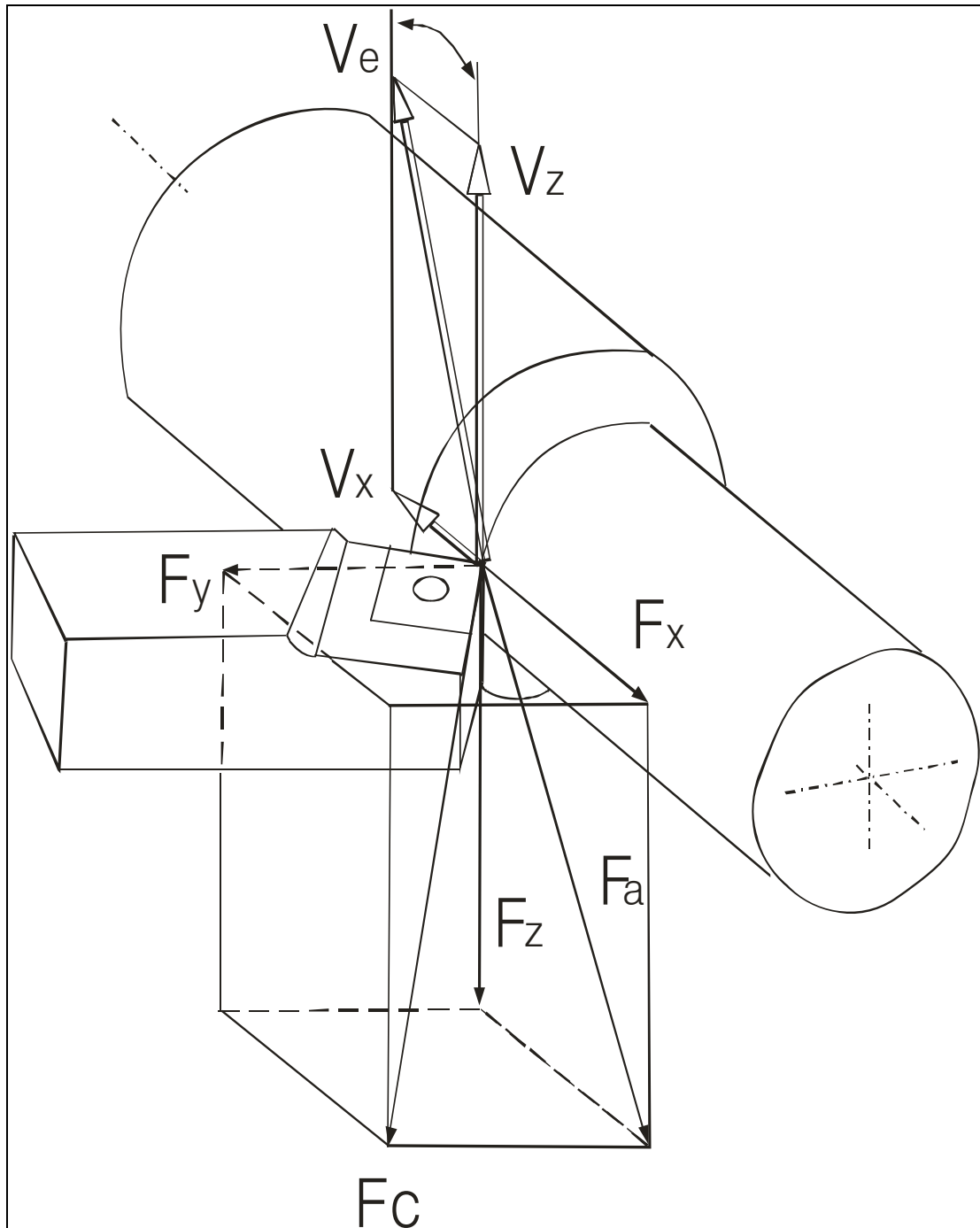


Εικόνα 2: charge amplifier της εταιρείας KISTLER.



Εικόνα 3: η δυναμομετρική τράπεζα της εταιρείας KISTLER που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση των δυνάμεων κοπής.

Το μετρητικό αυτό σύστημα συνοδεύεται από κατάλληλο Software για τον προγραμματισμό του, το οποίο ονομάζεται Labview 7 Express (Εικόνα 5). Για να είναι δυνατή η λειτουργία του μετρητικού, πρέπει να εκπονηθεί κατάλληλο πρόγραμμα, που να αξιοποιεί τις μετρήσεις του, να τις παρουσιάζει on-line στην οθόνη του Η/Υ και να τις αποθηκεύει στο σκληρό δίσκο, προκειμένου να είναι δυνατή η επεξεργασία τους, π.χ. παραγωγή διαγραμμάτων δυνάμεων – χρόνου από την έναρξη του πειράματος.



Εικόνα 4: οι βασικές συνιστώσες της δύναμης κοπής F_c , οι F_x , F_y και F_z .



Εικόνα 5: Software Labview 7 Express.