

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ, ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΕΓΓΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ CNC



ΤΣΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Α.Μ 6371)
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Δρ. ΤΣΙΡΚΑΣ ΣΩΤΗΡΗΣ (Λέκτορας)

ΠΑΤΡΑ 2020

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και μελετά τον τρόπο λειτουργίας, χειρισμού και προγραμματισμού των αυτοματοποιημένων εργαλειομηχανών του εργαστηρίου CNC

Αφορμή για την παρούσα πτυχιακή εργασία αποτέλεσε η πρόθεσή μου να ασχοληθώ με τις εργαλειομηχανές CNC και τις δυνατότητες που παρέχουν. Ελπίζω στο μέλλον να δοθεί η δυνατότητα να αντικατασταθούν οι εργαλειομηχανές που διαθέτει το Τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας με σκοπό οι φοιτητές να εκπαιδεύονται στις καινούργιες προδιαγραφές και λειτουργίες που διαθέτουν οι «νέες» εργαλειομηχανές CNC.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στον Επιβλέποντα Δρ. Τσίρκα Σωτήριο υπεύθυνο καθηγητή μου, για τις πολύτιμες συμβουλές του και την αμέριστη συμπαράστασή του κατά την διεξαγωγή της παρούσας εργασίας. Τον ευχαριστώ για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή και στήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας αλλά και συνολικά κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

Τσούλος Νικόλαος

.....

Υπογραφή

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	x
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ CNC	3
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ CAD/CAM	4
1.2.1. COMPUTER AIDED DESIGN (CAD)	5
1.2.1.1. SOLIDWORKS	5
1.2.2. COMPUTER AIDED MANUFACTURING (CAM)	5
1.3. ΠΕΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ	6
1.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ CNC ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ	6
1.5. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ	7
2. ΜΕΤΡΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΜΑΠ)	13
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΠ	13
2.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩΝ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	13
2.3. ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	14
2.4. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	14
2.4.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΕΦΑΛΙΟΥ	14
2.4.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΟΡΜΟΥ	15
2.4.3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΑΤΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΟΥ	15
2.4.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΚΟΗΣ	15
2.4.5. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΟΔΩΝ	15
2.4.6. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΧΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΡΑΧΙΟΝΩΝ	15
2.4.7. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΟΔΙΩΝ	16
2.5. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ	16
2.5.1. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ CNC	20
2.5.2. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΦΡΕΖΑΣ	22
2.5.3. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΤΟΡΝΟΥ	23
2.6. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ	24
3. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ	25
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	25
3.2. ΣΤΟΧΟΣ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	25
3.3. ΣΥΝΤΑΞΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	26
3.4. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	26
3.4.1. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ	26
3.4.2. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	27
3.4.3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	27
3.5. ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	28
3.5.1. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	28
3.6. ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	29

4. HEINDENHAIN TNC 151 - BRIDGEPORT SERIES INTERACT 2, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	30
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	30
4.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	30
4.2.1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	30
4.2.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	31
4.3. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	31
4.3.1. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	31
4.3.2. ΛΙΠΑΝΣΗ	31
4.3.3. ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΑΝΤΛΗΣΗ	31
4.4. ΑΝΑΘΕΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	31
4.4.1. ΒΗΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	31
4.5. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ – ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	32
4.6. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	32
4.6.1. ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	32
4.6.2. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	33
4.6.3. 24 VOLT D.C. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ	33
4.7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ...	33
4.8. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	34
4.9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	34
4.10. ΠΟΛΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	35
4.11. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΚΤΙΝΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΚΟΠΤΙΚΟΥ.....	35
4.12. ΡΥΘΜΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ F – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ M	36
4.13. ΕΥΘΕΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ.....	37
4.14. ΚΥΚΛΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ C / ΠΟΛΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	37
4.15. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΣΕ ΕΥΘΕΙΑ ΓΡΑΜΜΗ.....	38
4.16. ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	39
4.17. ΠΡΟ-ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (CANNED CYCLES).....	41
4.18. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ.....	43
4.19. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ HEINDENHAIN TNC 151 - BRIDGEPORT SERIES INTERACT 2.....	44
4.20. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ	47
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: OKUMA LB15 - ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	56
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	56
5.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ	56
5.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	57
5.3.1. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	57
5.3.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ	58
5.4. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΡΝΟΥ NC ΣΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΤΑΚΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	70
5.4.1. ΛΙΠΑΝΣΗ	71
5.4.2. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΙΛΤΡΟΥ.....	74
5.4.3. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ	74
5.4.4. ΤΑΝΥΣΤΗΣ ΙΜΑΝΤΩΝ	75
5.4.5. ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΥΡΓΟΥ (TURRETSPEED)	77
5.4.6. ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗ ΤΟΥ HEADSTOCK	77
5.4.7. ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΩΝΙΚΩΝ ΡΟΥΛΕΜΑΝ.....	78

5.4.8.	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΟΝΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ.....	79
5.5.	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ.....	81
5.5.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ	81
5.5.2.	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	81
5.5.3.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	82
5.6.	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ OKUMA LB15	83
6.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: EASITURN 3 - ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	85
6.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	85
6.2.	ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ CNC	86
6.2.1.	PNC 3	86
6.3.	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ CNC.....	86
6.4.	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	87
6.5.	ΒΑΣΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	87
6.6.	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	88
6.7.	ΓΡΗΓΟΡΗ ΑΛΛΑΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ.....	88
6.8.	TAILSTOCK	88
6.8.1.	ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ.....	89
6.9.	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	89
6.10.	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΑΞΟΝΑ.....	89
6.11.	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	90
6.12.	ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ	90
6.13.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	90
6.14.	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΣΕΩΝ.....	91
6.15.	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ.....	91
6.16.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ	91
6.17.	ΠΛΗΚΤΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	92
6.18.	ΚΩΔΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (Μ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ G ΚΩΔΙΚΕΣ)	93
6.19.	ΕΝΑΡΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ.....	95
6.20.	ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	95
6.21.	ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ	96
6.22.	G55 ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ	96
6.23.	ΠΛΩΤΟ ΣΗΜΕΙΟ G99	96
6.24.	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	97
6.25.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	97
6.26.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ.....	98
6.27.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ.....	98
6.28.	ΑΠΟΛΥΤΕΣ/ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ G90/G91.....	98
6.29.	ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΕΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	98
6.30.	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ G81	99
6.31.	ΣΠΕΙΡΩΜΑ G33	99
6.32.	ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ.....	100
6.33.	ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ	100
6.34.	ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΕΚΟΛΥΝΣΗΣ	100
6.35.	ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ DWELL (ΠΑΥΣΗ).....	100
6.36.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	101
6.37.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑ CASSETTE	101
6.38.	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ EASITURN 3	101

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα 1: Ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές [2]	4
Εικόνα 2: Μορφοποίηση τεμαχίων με αφαίρεση υλικού [6]	8
Εικόνα 3: Τόρνοι, Α: συμβατικός τόρνος, Β: Τόρνος με ψηφιακή καθοδήγηση CNC [6].....	8
Εικόνα 4: Φρέζες [6]	9
Εικόνα 5: Δράπανο [6]	9
Εικόνα 6: Λειαντικοί τροχοί [6]	10
Εικόνα 7: Γραναζοκόπτης [6]	10
Εικόνα 8: Πριόνια – πλάνη [6].....	11
Εικόνα 9: Σήμανση εργαστηριακών χώρων με απαγορεύσεις [11]	17
Εικόνα 10: Σήμανση εργαστηριακών χώρων για τα Μέτρα Ατομικής Προστασίας [11]	18
Εικόνα 11: Σήμανση εργαστηριακών χώρων με κινδύνους [11]	19
Εικόνα 12: Σήμανση εργαστηριακών χώρων για πρώτες βοήθειες και έξοδο κινδύνου [11] .	19
Εικόνα 13: Σήμανση εργαστηριακών χώρων για πυροσβεστικά μέσα [11]	20
Εικόνα 14: Σήμανση εργαλειομηχανών CNC [13]	20
Εικόνα 15: Σήμανση εργαλειομηχανών CNC [13]	21
Εικόνα 16: Σήμανση φρέζας [13].....	22
Εικόνα 17: Σήμανση τρόνου [13].....	23
Εικόνα 18: Τύπος σπονδηλωτής δομής εγχειριδίου [12]	27
Εικόνα 19: Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2	30
Εικόνα 20: Εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2 εργαστηρίu CNC TEI Δυτικής Ελλάδας	44
Εικόνα 21: Βασικά μέρη εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2.....	45
Εικόνα 22: Βασικά μέρη εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2.....	45
Εικόνα 23: Πληκτρολόγιο εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2.....	46
Εικόνα 24: Εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2εν ώρα λειτουργίας.....	47
Εικόνα 25: Σχεδιασμός περίμετρος πεταλίας.....	48
Εικόνα 26: Σχεδιασμός περίμετρος πεταλίας.....	48
Εικόνα 27: Σχεδιασμός πεταλίας.....	49
Εικόνα 28: Σχεδιασμός πεταλίας.....	49
Εικόνα 29: Σχεδιασμός πεταλίας.....	49
Εικόνα 30: CAM	50
Εικόνα 31: Set up	50

Εικόνα 32: Άξονες XYZ	50
Εικόνα 33: Πρόπλασμα	51
Εικόνα 34: Όνομα κώδικα.....	51
Εικόνα 35: Επιλογή κοπτικού	51
Εικόνα 36: Επιλογή σημείων που θα γίνει pocket	52
Εικόνα 37: Επιλογή αποστάσεων φρεζαρίσματος και ασφαλείας	52
Εικόνα 38: Επιλογή διαδρομής που θα ακολουθήσει το κοπτικό	52
Εικόνα 39: Προσομοίωση	53
Εικόνα 40: Επιλογή κοπτικού	53
Εικόνα 41: Επιλογή γεωμετρίας επεξεργασίας.....	54
Εικόνα 42: Επιλογή αποστάσεων φρεζαρίσματος και ασφάλειας	54
Εικόνα 43: Επιλέγω βάθος κοπής	54
Εικόνα 44: Τελικός έλεγχος και το τεμάχιο έτοιμο	55
Εικόνα 45: Εργαλειομηχανή CNC τóρνος Okuma LB15	56
Εικόνα 46: Γενική όψη εργαλειομηχανής.....	59
Εικόνα 47: Βαλβίδα επιλογής γραμμής για ένδειξη υδραυλικής πίεσης	59
Εικόνα 48: Ρύθμιση της πίεσης.....	60
Εικόνα 49: Ρύθμιση ώσης tailstock.....	60
Εικόνα 50: Δομή υδραυλικού τσοκ.....	61
Εικόνα 51: Διαδικασία ρύθμισης μέγιστης ταχύτητας άξονα	62
Εικόνα 52: Τοποθέτηση σιαγόνα	64
Εικόνα 53: Εργαλείο ρύθμισης κοπτικών (διαβήτη)	64
Εικόνα 54: Ρύθμιση κλασικού εργαλείου	65
Εικόνα 55: Ανεστραμμένο εργαλείο	65
Εικόνα 56: Εργαλείο συγκράτησης OD, Τύπος Ι.....	66
Εικόνα 57: Εργαλείο συγκράτησης OD, Τύπος ΙΙ	66
Εικόνα 58: Εργαλείο συγκράτησης ID, Κλασικό και ανεστραμμένο εργαλείο.....	66
Εικόνα 59: Boringbar – κλασικό εργαλείο.....	67
Εικόνα 60: Εργαλείου διάτρησης.....	67
Εικόνα 61: Απεικόνιση ρύθμισης θέσης σώματος tailstock	68
Εικόνα 62: Σωστή τοποθέτηση τσοκ.....	70
Εικόνα 63: Απεικόνιση λίπανσης εργαλειομηχανής με αριθμητική σειρά	72
Εικόνα 64: Σύστημα λίπανσης headstock	73
Εικόνα 65: Σύστημα λίπανσης οδηγών	73
Εικόνα 66: Διαδικασία καθαρισμού φίλτρου και σημεία προσοχής.....	74
Εικόνα 67: Καθαρισμός δεξαμενής ψυκτικού	75
Εικόνα 68: Ιμάντας V από το κύριο μοτέρ στο Headstock	75
Εικόνα 69: Ιμάντας χρονισμού για γεννήτρα παλμών	76
Εικόνα 70: Ιμάντας χρονισμού για σερβομηχανισμό.....	76
Εικόνα 71: Ιμάντας χρονισμού για σερβομηχανισμό για τον X- άξονα	77
Εικόνα 72: Απεικόνιση διαδικασίας ευθυγράμμισης του Headstock	78
Εικόνα 73: Ρύθμιση κωνικών ρουλεμάν.	78
Εικόνα 74: Εξωτερική όψη για αντικατάσταση περόνης διάτμησης X- άξονα.....	79
Εικόνα 75: Όψη από παράθυρο παρακολούθησης περόνης διάτμησης X- άξονα.....	79

Εικόνα 76: Πλάγια όψη περόνης διάτμησης Z- άξονα	80
Εικόνα 77: Πλάγια όψη περόνης διάτμησης στο κύριο άξονα	80
Εικόνα 78: Απεικόνιση ανύψωσης με γερανογέφυρα.....	81
Εικόνα 79: Επίπεδο ακρίβειας μηχανήματος	82
Εικόνα 80: Απατήσεις Ηλεκτρικής Ισχύος Μηχανήματος.....	82
Εικόνα 81: Πληκτρολόγιο – Οθόνη Okuma LB15	83
Εικόνα 82: Εργαλειοφορέας Okuma LB15	83
Εικόνα 83: Okuma LB15 εν ώρα λειτουργίας	84
Εικόνα 84: Εργαλειομηχανή Easiturn 3	85
Εικόνα 85: Πληκτρολόγιο – Οθόνη Εργαλειομηχανή Easiturn 3	93
Εικόνα 86: Εργαλειομηχανή Easiturn 3 εν ώρα λειτουργίας	102

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι βασικότερες κατεργασίες [6].....	7
Πίνακας 2: Πρόγραμμα Κοπής τεμαχίου (α)Κώδικας G code (b) pocket G code (c) profil G code.	55
Πίνακας 3: Βασικά χαρακτηριστικά CNC τόρνος Okuma LB15	57
Πίνακας 4: Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ατράκτου και ρύθμιση πίεσης λαδιού	62
Πίνακας 5: Επιτρεπτό φορτίο περιστρεφόμενου κέντρου.....	69
Πίνακας 6: Σημεία ελέγχου εργαλειομηχανής για λίπανση δίνοντας την ποσότητα και το είδος του λαδιού που απαιτείται.....	72
Πίνακας 7: Στοιχεία λίπανσης headstock	73
Πίνακας 8: Στοιχεία λίπανσης οδηγών	73
Πίνακας 9: Στοιχεία ιμάντα χρονισμού για γεννήτρια παλμών	76
Πίνακας 10: Στοιχεία ιμάντα χρονισμού για σερβομηχανισμό	76
Πίνακας 11: Στοιχεία ιμάντα χρονισμού για σερβομηχανισμό για τον X- άξονα	77
Πίνακας 12: στοιχεία για την θεμελίωση του μηχανήματος.....	81

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό να αναλύσει και να περιγράψει τον τρόπο λειτουργίας, χειρισμού και προγραμματισμού των αυτοματοποιημένων εργαλειομηχανών του εργαστηρίου CNC του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

Αρχικά δίνονται στοιχεία για τις εργαλειομηχανές CNC, συγκεκριμένα αναλύονται τα λογισμικά– υπολογιστικά προγράμματα που χρησιμοποιούνται με στόχο την σχεδίαση και τον προγραμματισμό για την δημιουργία τεμαχίων – προϊόντων. Στην συνέχεια δίνεται το πεδίο χρήση των εργαλειομηχανών και οι κατηγορίες αυτών. Έπειτα γίνεται αναφορά στα Μέτρα Ατομικής Προστασίας τα οποία θεωρούνται βασική προϋπόθεση για την ασφαλή χρήση των εργαλειομηχανών. Επιπλέον, δίνονται οι γενικές απαιτήσεις των Μέσων Ατομικής Προστασίας καθώς και οι κανόνες τους που ισχύουν για την χρήση τους. Ακολουθεί ο βασικός εξοπλισμός προστασίας των Μηχανικών καθώς και οι πινακίδες σήμανσης (σήμανση εργαλειομηχανών CNC, φρέζας και τόρνου). Στην συνέχεια δίνονται πληροφορίες για τον στόχο, την σύνταξη, την δομή, τα βασικά μέρη και τον τρόπο ανάπτυξη ενός αρτίου εγχειριδίου.

Στην συνέχεια δημιουργείται ένα τεχνικό φυλλάδιο για κάθε εργαλειομηχανή CNC που υπάρχει στο αντίστοιχο εργαστήριο με στόχο ο φοιτητής να μπορεί να διαβάσει και να κατανοήσει τις βασικές πληροφορίες των εργαλειομηχανών, όπως είναι η λειτουργία, ο χειρισμός και ο προγραμματισμός τους. Το εργαστήριο διαθέτει Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2 (φρέζα), Okuma LB15 (τόρνος), Easiturn 3 (τορνάκι).

Τέλος δίνονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε με στόχο την εκπόνηση της.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο παρατηρήθηκε μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να επηρεαστεί άμεσα και η μηχανουργική τεχνολογία, κάτι που θεωρείται αποτελείται φυσιολογικό αφού από αυτή εξαρτάται μεγάλο μέρος της παγκόσμιας παραγωγικής βιομηχανίας. Στόχος των τεχνολογικών εξελίξεων είναι η μείωση των προβλημάτων ακρίβειας, οι μικρές δυνατότητες παραγωγής καθώς επίσης και του ανθρώπινου παράγοντα. Η λύση δίνεται με την ψηφιακή καθοδήγηση όπου μειώνει με μεγάλο βαθμό τα προαναφερόμενα προβλήματα. Ωστόσο, ο βασικός «βοηθός» αυτής της εξέλιξης ήταν η ραγδαία ανάπτυξη της ηλεκτρονικής, της ηλεκτρολογίας και της επιστήμης των ηλεκτρονικών υπολογιστών όπου οδήγησαν στην αυτοματοποίηση των μηχανών διαμόρφωσης προϊόντων.

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτών των μηχανών είναι η μεγάλη ακρίβεια που παρουσιάζουν στις κατεργασίες, οι δυνατότητες παραγωγής σύνθετων κομματιών, η βελτίωση της παραγωγικότητας, η μείωση των νεκρών χρόνων καθώς και η μεγαλύτερη ασφάλεια κατά την εργασία. όμως θα πρέπει να τονιστεί ότι όλα αυτά προσφέρονται με την αύξηση του κόστους και με την απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού. Με την πάροδο των χρόνων διακρίνονται μεγάλες αλλαγές στα παραδοσιακά μηχανουργεία αφού οι ψηφιακές εργαλειομηχανές κερδίζουν καθημερινά έδαφος από τις συμβατικές. Οι αυτοδίδακτοι τριτοβάθμιοι και τεταρτοβάθμιοι τείνουν να εξαφανιστούν αφού στις θέσεις τους αναλαμβάνουν γρήγορα και έξυπνα μηχανήματα, τα οποία χειρίζονται εκπαιδευμένοι εργάτες.

Η μηχανουργική τεχνολογία έχει ως στόχο τη δημιουργία και την αναπαραγωγή διάφορων γεωμετρικών οντοτήτων, οι οποίες αποτελούν το εκάστοτε τεμάχιο. Για την ακρίβεια της κατασκευής κάθε τεμαχίου απαιτείται η άρτια και η ακριβής περιγραφή των γεωμετρικών του στοιχείων. Για την επίτευξη όμως αυτή απαιτείται να χρησιμοποιείται κοινός γεωμετρικός κώδικας, δηλαδή χρήση συγκεκριμένων συστημάτων συντεταγμένων, από τον προγραμματιστή της κατεργασίας, την μονάδα ελέγχου της εργαλειομηχανής. Όλα αυτά τα συστήματα συντεταγμένων περιέχονται στη μονάδα κεντρικού ελέγχου της εργαλειομηχανής και ο προγραμματιστής μπορεί να τα επιλέξει και να τα χρησιμοποιήσει με ευκολία μέσα από ένα πλήθος επιλογών.

Οι εργαλειομηχανές ψηφιακής καθοδήγησης συγκρινόμενες με τα συμβατικές εργαλειομηχανές παρουσιάζουν διαφορετική φιλοσοφία λειτουργίας με συνέπεια να απαιτείται κατά την σχεδίαση και την κατασκευή τους χρήση αυστηρών κανόνων και προδιαγραφών. Αυτό όμως αφορά και το μηχανικό αλλά και το ηλεκτρολογικό τμήμα τους, συγκεκριμένα τα υποσυστήματα που ενεργοποιούν την κεντρική άτρακτο και τις κινήσεις του κοπτικού και του τεμαχίου πρέπει να παρουσιάζουν αρμονία για την ακρίβεια της κατεργασίας. Τονίζεται ότι στις μέρες μας οι κατασκευαστές εργαλειομηχανών μπορούν να επιλέξουν από ένα μεγάλο πλήθος ηλεκτρικών κινητήρων που δίνουν δυνατότητες ευελιξίας και άνεση στη σχεδίαση.

Οι εργαλειομηχανές έχουν την δυνατότητα να εκτελούν διαφορές λειτουργίες, ιδιαίτερα στο κομμάτι των κατεργασιών κοπής. Αυτό οδήγησε στην εξέλιξη των κοπτικών εργαλείων και στην δημιουργία εξαρτημάτων με μεγάλες δυνατότητες ακρίβειας και επιτάχυνσης των παραγωγικών δυνατοτήτων. Όλα τα παραπάνω εκπληρώνουν μεγάλες απαιτήσεις διαστατικής ακρίβειας και ακρίβεια μορφής των παραγόμενων προϊόντων. Η ακρίβεια των εργαλειομηχανών με ψηφιακή καθοδήγηση είναι ένας από τους βασικότερους λόγους της καθιέρωσης τους στη μηχανουργική τεχνολογία.

Οι εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση στοχεύουν στην απαλλαγή του χειριστή από πλήθος εργασιών και λειτουργιών με αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα του προϊόντος.

Η επίτευξη αυτού όπως προαναφέρθηκε έγινε με την τεχνολογία διαδικασιών αυτομάτου ελέγχου όπου κατά την λειτουργία μιας εργαλειομηχανής, σημαντικός αριθμός παραμέτρων της κοπής καταγράφεται και ελέγχεται συνεχώς, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή ποιότητα κατασκευής. Τέτοιες παράμετροι είναι οι μετατοπίσεις, οι ταχύτητες της ατράκτου και των προώσεων των αξόνων κατεργασίας, οι δυνάμεις κοπής, κ.λπ..

Συνοψίζοντας λοιπόν, οι σύγχρονες εργαλειομηχανές έχουν εντυπωσιακές παραγωγικές ικανότητες και χρησιμοποιούνται στην κατεργασία σύνθετων γεωμετρικών μορφών. Οι κατεργασίες αυτές δεν μπορούν να ελεγχθούν πλήρως από ένα χειριστή αφού υπάρχει μεγάλος όγκος υπολογισμών και μεγάλες ταχύτητες κατεργασιών με συνέπεια η ανθρώπινες αισθήσεις να δείχνουν «φτωχές». Ωστόσο, οι κινήσεις των αξόνων κατεργασίας δεν είναι ανεξέλεγκτες αφού παρακολουθούνται από συστήματα ελέγχου θέσης των εργαλειομηχανών. Τονίζεται ότι τα συστήματα ελέγχου εξαρτώνται από την πολυπλοκότητα των κατεργασιών, το είδος των κατεργασιών καθώς και τις δυνατότητες που παρουσιάζει κάθε εργαλειομηχανή.

Τέλος, η αυτοματοποίηση των εργαλειομηχανών ψηφιακής καθοδήγησης για τους κατασκευαστές κατατάσσεται σε θέματα προτεραιότητας. Η ολοένα μείωση της συνεισφοράς του ανθρώπινου παράγοντα δίνουν μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης στην ακρίβεια των τεμαχίων και στη παραγωγικότητα των μηχανουργικών κατεργασιών. Τα πιο βασικά συστήματα αυτοματισμού που περιέχουν οι σύγχρονες εργαλειομηχανές, είναι τα συστήματα αυτόματης εναλλαγής κοπτικών εργαλείων, τα συστήματα τροφοδοσίας σε πρώτη ύλη και τα συστήματα συγκράτησης και εναλλαγής πρώτης ύλης. Τα προαναφερόμενα τεχνολογικά επιτεύγματα βοηθούν στην ενσωμάτωση των εργαλειομηχανών σε σύγχρονες παραγωγικές δομές (ευέλικτα συστήματα παραγωγής, FMS), όμως μειονεκτούν στην αύξηση του κόστους αγοράς. Όμως δεν γίνεται να παραληφθεί ότι σε περίπτωση που τα συστήματα αυτά αξιοποιούνται σύμφωνα με τις δυνατότητές τους, το κόστος εγκατάστασής τους υπερκαλύπτεται σύντομα από τα κέρδη, που αυτά επιφέρουν [1].

1. ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ CNC

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε μηχανή απαιτεί έλεγχο και καθοδήγηση είτε αυτό είναι σε μεγαλύτερο είτε σε μικρότερο βαθμό. Αυτό εξαρτάται άμεσα από την πολυπλοκότητα και την σύνθεση της μηχανής της. Με το πέρασμα των χρόνων και την εξέλιξη των τεχνολογιών η καθοδήγηση και ο έλεγχος αυτοματοποιήθηκαν με αποτέλεσμα να μην εξαρτώνται οι παραγωγικές δυνατότητες από τις ικανότητες του χειριστή. Επιπλέον, η ανθεκτικότητα των κοπτικών εργαλείων έδωσαν ώθηση στη παγκόσμια μηχανουργική παραγωγή σε πολύ υψηλά επίπεδα.

Οι ανάγκες που δημιουργήθηκαν με το πέρασμα των χρόνων οδήγησε στην εξέλιξη των εργαλειομηχανών σε ότι αφορά τον αυτόματο έλεγχο και την μείωση της απαιτούμενης συμμετοχής του χειριστή. Όλα αυτά προωθήθηκαν με την εξέλιξη της μηχανουργικής τεχνολογίας μέσω των εργαλειομηχανών και εν συνεχεία η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι «νέες» εργαλειομηχανές δίνουν δυνατότητες επικοινωνίας και καθοδήγησης από τον χειριστή με την μηχανή μέσω ενός κώδικα, ο οποίος απαρτίζεται από γράμματα και αριθμούς. Η ιδιότητα αυτή του ελέγχου καλείται αριθμητικός έλεγχος και στην ουσία κάνει χρήση αριθμητικών τιμών για την αναφορά στη θέση και την κίνηση των αξόνων της μηχανής, για τον ορισμό εργαλείων, τον ορισμό στροφών της ατράκτου κ.λπ..

Ο αριθμητικός έλεγχος της εργαλειομηχανής μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια της μονάδας ελέγχου της εργαλειομηχανής (Machine Control Unit – MCU). Επιπλέον, ο συνδυασμός των MCU και αριθμητικού ελέγχου μπορεί να αντικαταστήσει διάφορες χειρονακτικές εργασίες του χειριστή με συνέπεια οι διαδικασίες αυτές να γίνουν αυτοματοποιημένες με βασικό χαρακτηριστικό της ακρίβεια τους και την δυνατότητα επαναληψιμότητας. Αυτές οι μηχανές καλούνται ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές ή NC.

Τα συστήματα ελέγχου κάνουν χρήση διάφορων αριθμητικών τιμών για πλήθος λειτουργιών (μετασχηματισμός συστημάτων συντεταγμένων, διαχείριση πινάκων δεδομένων, αντιστάθμιση διαμέτρου και μήκους εργαλείου κ.λπ.) καθώς και λειτουργιών που απαιτούν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην περίπτωση του απλού αριθμητικού ελέγχου οι εργαλειομηχανές καλούνται NC ενώ στην περίπτωση συνδυασμού του αριθμητικού ελέγχου και ηλεκτρονικού υπολογιστή καλούνται CNC. Οι εργαλειομηχανές CNC έχουν ως βασικό πλεονέκτημα τη συνεργασία της με συστήματα σχεδίασης (Computer Aided Design – CAD) και συστήματα κατεργασιών (Computer Aided Manufacturing – CAM), με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, καθώς ταυτόχρονα δίδεται η δυνατότητα ένταξης της σε ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής με υπολογιστές (Computer Integrated Manufacturing – CIM) και ευέλικτα συστήματα παραγωγής (Flexible Manufacturing Systems – FMS).

Οι διαδικασίες καθοδήγησης και ελέγχου των NC και CNC από τον εκάστοτε χειριστή είναι μονόδρομες. Ο χειριστής NC ή CNC είναι αυτός που καθορίζει την ακολουθία των κινήσεων της εργαλειομηχανής, τις τιμές των συνθηκών κατεργασίας, τον έλεγχο της χρήσης ή μη του υγρού κοπής, την διαχείριση των κοπτικών εργαλείων κ.ά.. Για όλα τα ανωτέρω δημιουργείται ένα πρόγραμμα καθοδήγησης σε τυποποιημένη γλώσσα προγραμματισμού (κώδικας) τα οποία εν συνεχεία μεταφέρονται στη μονάδα ελέγχου και ενεργοποιείται η εκτέλεση της κατεργασίας του υλικού - τεμαχίου [1], [2].



Εικόνα 1: Ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές [2]

1.2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ CAD/CAM

Για την δυνατότητα κατασκευής περίπλοκων γεωμετριών αλλά και προϊόντων με μεγάλη ακρίβεια απαιτείται η σχεδίαση σε τρισδιάστατη μορφή η οποία επιτυγχάνεται με χρήση τεχνολογιών σχεδίασης τριών διαστάσεων και την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAD 3D). Ταυτόχρονα με τη σχεδίαση απαιτείται και η ανάλυση των μεθόδων παραγωγής (manufacturing) και των κατασκευών (engineering analysis). Σύμφωνα με τον Ζαχαριάδη (2014) σε επίπεδο διατιθέμενων υπολογιστικών εργαλείων σε περιβάλλον Η/Υ για αυτά, ο όρος Computer Aided Manufacturing (CAM) σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο θα κατασκευαστεί και θα παραχθεί μαζικά ένα προϊόν, ενώ ο όρος Computer Aided Engineering (CAE) σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο αυτό θα αναλυθεί/μελετηθεί [2].

Οι τεχνολογίες CAM/CAE/CAD κατατάσσονται σε τεχνολογίες βασισμένες σε υπολογιστικά μοντέλα που δίνουν έμφαση στην παραγωγή και ανάπτυξη προϊόντων. Τα τελευταία χρόνια δε δίνεται η δυνατότητα να υπάρχουν σε ενοποιημένο περιβάλλον (συστήματα PLM). Γίνεται εμφανές ότι η μεταξύ τους ενοποίηση και η ομαλή ενσωμάτωση των υποστηρικτικών τεχνολογιών με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών στην ανάπτυξη και παραγωγή νέων προϊόντων είναι ένας σκοπός για πλήθος εταιριών που εργάζονται για την δημιουργία συναφών λογισμικών [1], [2].

1.2.1. COMPUTER AIDED DESIGN (CAD)

Η σχεδίαση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή καλείται CAD (Computer Aided Design) και θεωρείται μια από τις βασικές μεθόδους σχεδίασης. Το CAD θεωρείται ως ένα μέσων αντικατάστασης των συμβατικών οργάνων σχεδίασης (μολύβια, κανόνες, τρίγωνα κ.ά.). Ο όρος CAD χρησιμοποιείται διεθνώς ως τρόπος σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή (drafting), καθώς και ως μέθοδος σχεδιασμού που υποστηρίζονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή (design). Η χρήση του CAD γίνεται για την σχεδίαση, την ανάπτυξη και την βελτίωση του εκάστοτε προϊόντος που είτε πωλείτε στους τελικούς χρήστες είτε αποτελεί τμήμα ενός άλλου προϊόντος. Ωστόσο, αξιοσημείωτη είναι η χρήση τεχνολογιών CAD στο σχεδιασμό εργαλείων παραγωγής, σχεδίαση και κατασκευή εξαρτημάτων μηχανισμών (design), σχεδίαση κατοικιών, βιομηχανικών μονάδων κ.λπ. (drafting). Οι τεχνολογίες CAD θεωρούνται βασικές αφού δίνουν δυνατότητες ελαχιστοποίησης του χρόνου σχεδίασης και μελέτης ενός προϊόντος καθώς χαρακτηρίζονται για την ευκολία και την ευελιξία αλλαγών και τροποποιήσεων με συνέπεια την συνολική μείωση του κόστους σχεδιασμού [2].

1.2.1.1. SOLIDWORKS

Το πρόγραμμα SolidWorks είναι 3D μηχανολογικό CAD (Computer Aided Design). Το SolidWorks είναι ένα προϊόν της Dassault Systèmes SolidWorks Corp, η οποία ήταν θυγατρική της Dassault Systèmes S. A. Το SolidWorks λειτουργεί σε σύστημα Microsoft Windows και αποτελεί εργαλείο για πάνω από δύο εκατομμύρια μηχανικούς και σχεδιαστές σε περισσότερες από 165.000 εταιρείες παγκοσμίως. Η SolidWorks Corporation ιδρύθηκε από τον Jon Hirschtick τον 1993 στο Waltham, Μασαχουσέτη, ΗΠΑ. Ο Jon Hirschtick προσέλαβε μηχανικούς με στόχο την δημιουργία εταιρείας που ανέπτυξε 3D CAD λογισμικό, εύκολο στη χρήση, με προσιτή τιμή και διαθέσιμο στην επιφάνεια εργασίας των Windows.

Η SolidWorks στις μέρες μας κυκλοφορεί πλήθος εκδόσεων του CAD λογισμικού SolidWorks, καθώς και τα eDrawings (εργαλείο συνεργασίας) και DraftSight (2D CAD). Η εφαρμογή SolidWorks είναι πρόγραμμα μοντελοποίησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη για πληροφορίες σχετικά με το μοντέλο, με στόχο να εισάγει και να αποθηκεύει διαφορές μορφές αρχείων (PDF) [3], [4], [5].

Τα «νέα» συστήματα που χρησιμοποιούνται για σχεδίαση μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή βασίζονται στη χρήση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης, η οποία θεωρείται απαραίτητη για την παρουσίαση, την ανάλυση της συμπεριφοράς του αντικειμένου και για την παραγωγή του. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα συστήματα τρισδιάστατης απεικόνισης βασίζονται στα στερεά μοντέλα έχοντας όμως ως βασική προϋπόθεση για την χρήση του μοντέλου τη μονοδιάστατη απεικόνιση του πραγματικού αντικειμένου από το μοντέλο, σε όλες τις φάσεις χρησιμοποίησης του [4], [5]

1.2.2. COMPUTER AIDED MANUFACTURING (CAM)

Το CAM (Computer Aided Manufacturing) είναι η τεχνολογία λογισμικών, που εκτελούνται από υπολογιστικά συστήματα που καταστρώνουν (plan), διαχειρίζονται (manage) και ελέγχουν παραγωγικές (manufacturing) διαδικασίες. Οι βασικότερες εφαρμογές της τεχνολογίας CAM αποτελούνται από αριθμητικό έλεγχο NC (Numeric Control), ρομποτικό έλεγχο και computer aided process planning (CAPP). Η τεχνολογία NC χρησιμοποιεί προγραμματιστικά εργαλεία, με στόχο τον έλεγχο λειαντικών, κοπτικών και διατρητικών εργαλειομηχανών. Ο ρομποτικός έλεγχος κάνει χρήση ρομπότ, τα οποία έχουν την δυνατότητα να τοποθετούν τα εργαλεία και τα τεμάχια που προορίζονται για κατεργασία στις μηχανές NC. Τα στοιχεία για της κατεργασίες λαμβάνονται από το κατασκευαστικό σχέδιο και

το process planning, όπου περιγράφονται αναλυτικά οδηγίες που σχετίζονται με τον τύπο και την αλληλουχία των παραγωγικών διαδικασιών που απαιτούνται για την δημιουργία του προϊόντος σε μια βιομηχανία. Τα CAPP συστήματα αποτελούνται από λογισμικά συστήματα που αυτοματοποιούν ανάπτυξη των παραγωγικών διαδικασιών μιας βιομηχανίας [2].

1.3. ΠΕΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

Στις μέρες μας κάθε μηχανουργική κατεργασία (συμβατική ή μη) υποστηρίζονται από ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές. Ο βασικό στόχος αυτής της εξέλιξης είναι ότι η συμβατικές εργαλειομηχανές παρουσιάζουν αδυναμία στις περίπλοκες κατεργασίες και ιδιαίτερα στις μεγάλες ταχύτητες. Γίνεται άμεσα κατανοητό ότι και ο πιο έμπειρος μηχανουργός δεν μπορεί να καθοδηγήσει χειροκίνητα εργαλειομηχανές, σε ταχύτητες που ξεπερνούν τα 150m/min.

Οι σημερινές μηχανικές διατάξεις χαρακτηρίζονται από πολύπλοκες γεωμετρίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι σε περίπτωση που απαιτείται η κατασκευή ενός απλού σφαιρικού τμήματος σε συμβατικό τόρνο απαιτεί συνδυασμός κινήσεων σε δύο άξονες κατεργασίας δίνοντας όμως προϊόν υποβαθμισμένης ποιότητας. Ωστόσο στη συμβατική φρέζα η κατασκευή μιας απλής σφαίρας είναι αδύνατη.

Οι επιφάνειες με δύσκολες γεωμετρίες μπορούν να κατασκευαστούν μόνο με ψηφιακές καθοδηγούμενες μηχανές ή με χύτευση, όπου είναι μέθοδος που απαιτεί χρόνο, κόπο και κόστος για τη κατασκευή των καλουπιών. Όμως η κατασκευή τέτοιων καλουπιών είναι σήμερα απλή και φθηνή υπόθεση με τη χρήση ενός CNC [2].

1.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ CNC ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

Στις εργαλειομηχανές CNC τα προγράμματα κατεργασίας μεταβιβάζονται στην μηχανή με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή ή κάποιου πληκτρολογίου μέσω μιας οθόνης, το οποίο είναι ενσωματωμένο στη μηχανή. Ο χειριστής μπορεί να ελέγχει διαδοχικά το πρόγραμμά, δηλαδή να πραγματοποιεί προγραμματισμένες κινήσεις της μηχανής χωρίς το τεμάχιο κατεργασίας για να ελέγχει τη πορεία του προγράμματός. Όμως αυτό μπορεί να υλοποιηθεί και σε ένα πρόγραμμα προσομοίωσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή στην οθόνη της εργαλειομηχανής. Αυτή η δυνατότητα μειώνει αισθητά τις πιθανότητες λαθών καθώς επίσης και των χρόνων που απαιτούνται για την προετοιμασία της εργαλειομηχανής.

Οι εργαλειομηχανές CNC έχουν την δυνατότητα να εκτελούν πλήθος κατεργασιών είτε απλών είτε περίπλοκων με μεγάλες ακρίβειες και εξαιρετική ποιότητα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλες ταχύτητες κατεργασίας και οι αυξημένες δυνάμεις κοπής που δημιουργούνται στις μηχανές CNC απαιτούν ακαμψία και απόσβεση των ταλαντώσεων που μπορεί να δημιουργηθούν κατά τη λειτουργία τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η προτεραιότητα του κατασκευαστή των εργαλειομηχανών να είναι η μελέτη για την δυναμική της εκάστοτε εργαλειομηχανής.

Στις εργαλειομηχανές CNC πραγματοποιείται με επιτυχία η παραγωγή τεμαχίων σύνθετης γεωμετρίας με μεγάλη διαστατική ακρίβεια και ποιότητα μορφής. Η κίνηση σε πολλούς άξονες, δίνει την δυνατότητα κατεργασίας σύνθετων επιφανειών. Η αυτοματοποιημένη παραγωγή αυξάνει τη χωρίς λάθη παραγωγή και αναπαραγωγή των τεμαχίων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των ελαττωματικών κομματιών και μειώνεται και ο χρόνος ελέγχου ποιότητας. Επιπλέον, ελαχιστοποιούνται οι νεκροί χρόνοι, δηλαδή οι χρόνοι που η μηχανή δεν παράγει έργο, παρά αναλώνονται για σχεδίαση, δέσιμο/λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή κοπτικού εργαλείου κ.λπ.. Ακόμα, μειώνεται αισθητά ο χρόνος παραμονής του τεμαχίου στην εργαλειομηχανή, λόγω των μεγάλων προώσεων και ταχυτήτων κοπής.

Ο προγραμματισμός των εργαλειομηχανών που βασίζεται στην χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών δίνει μεγάλη ευελιξία στις κατεργασίες που πραγματοποιούνται. Ωστόσο, βασικό πλεονέκτημα σε αυτά τα συστήματα είναι η δυνατότητα αποθήκευσης των προγραμμάτων με συνέπεια την εύκολη αναπαραγωγή ενός τεμαχίου ακόμα και όταν πραγματοποιείται σε άλλη εργαλειομηχανή ή με άλλο χειριστή, αφού η αποθήκευση γίνεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αξιοσημείωτη είναι η βελτίωση της ασφάλειας εργασίας στις εργαλειομηχανές CNC αφού ο χειριστής κατά τη διάρκεια της κοπής έχει αρκετή απόσταση από το κοπτικό εργαλείο και τα κινητά μέρη της μηχανής (άτρακτος, τσοκ κ.λπ.). γίνεται άμεσα κατανοητό ότι αυτό δεν συμβαίνει με τις συμβατικές εργαλειομηχανές όπου χέρια και μάτια του χειριστή είναι πολύ κοντά στη θέση κοπής. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται από τον χειριστή να βρίσκεται σε εγρήγορση, η οποία αναμφίβολα οδηγεί σε πνευματική και σωματική κόπωση.

Οι εργαλειομηχανές CNC έχουν υψηλό κόστος αγοράς που μπορεί να είναι ακόμα και πέντε φορές πιο ακριβές από τις αντίστοιχες συμβατικές εργαλειομηχανές. Όμως η απόσβεση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα ιδιαίτερα στην περίπτωση που απαιτείται μεγάλη παραγωγή. Τα μηχανουργεία όμως που ασχολούνται με απλές κατεργασίες, κατασκευές και επισκευές δύσκολα επενδύουν σε σύγχρονες εργαλειομηχανές CNC, διότι εκτός από μεγάλο κόστος απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό για το προγραμματισμό, αρτία ρύθμιση και συντήρηση τους [2].

1.5. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

Οι εργαλειομηχανές με αφαίρεση υλικού κατατάσσονται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

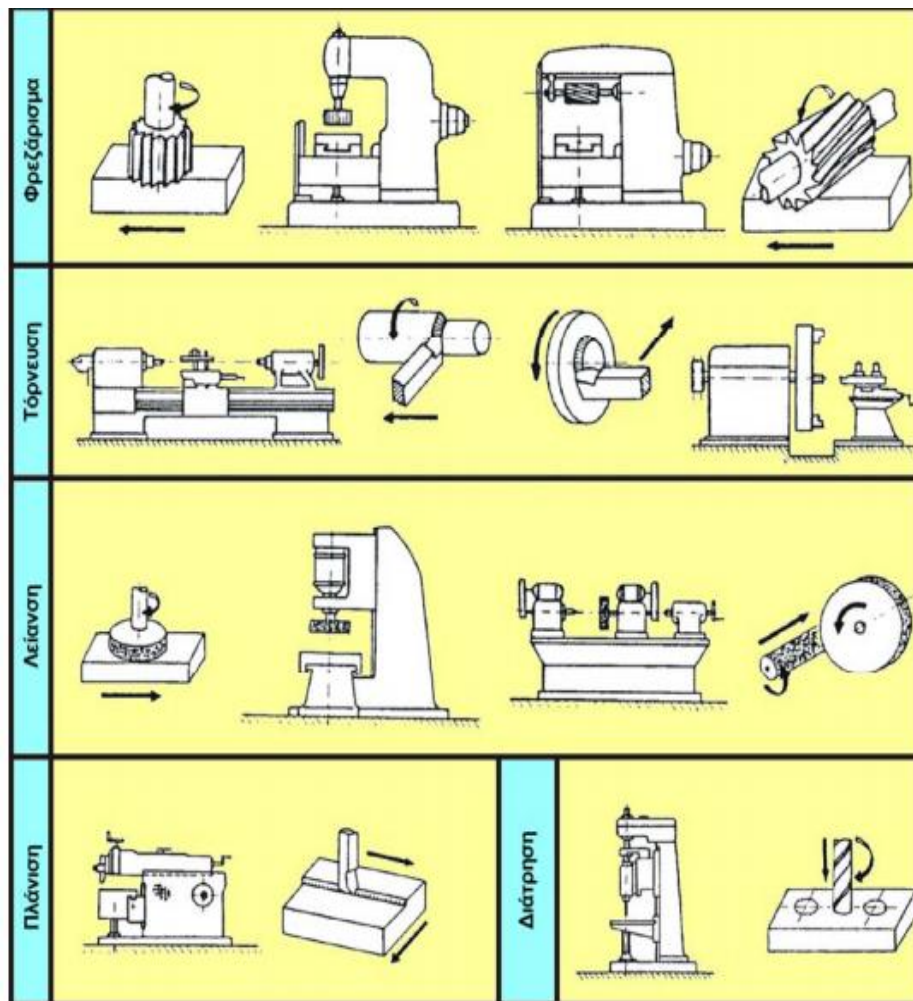
- Ως προς το είδος της πρωτεύουσας κίνησης
- Εργαλειομηχανές με περιστροφική κίνηση
- Ως προς το βαθμό εξειδίκευσεως
- Ως προς την ακρίβεια κατεργασίας
- Ως προς το βαθμό αυτοματισμού

Αναλυτικότερα ισχύει:

➤ ως προς το είδος της κατεργασίας

Κατεργασία	Εργαλειομηχανή	Τεχνικές επιφάνειες	Κίνηση εργαλείου	Κίνηση τεμαχίου
Τόρνευση	Τόρνος	Κυκλικές	Μετατόπιση	Περιστροφή
Φρεζάρισμα	Φρέζα	Επίπεδες Κυκλικές Εσοχές Αυλάκια Οδοντοτροχοί	Περιστροφή	Μετατόπιση
Διάτρηση	Δράπανο	Άνοιγμα οπών	Περιστροφή	Ακίνητο
Πλανίσματα	Πλάνη	Επίπεδες	Μετατόπιση	Μετατόπιση
Λείανση	Λειαντικός Τροχός	Επίπεδες Κυκλικές	Μετατόπιση και περιστροφή	Μετατόπιση και περιστροφή

Πίνακας 1: Οι βασικότερες κατεργασίες [6]

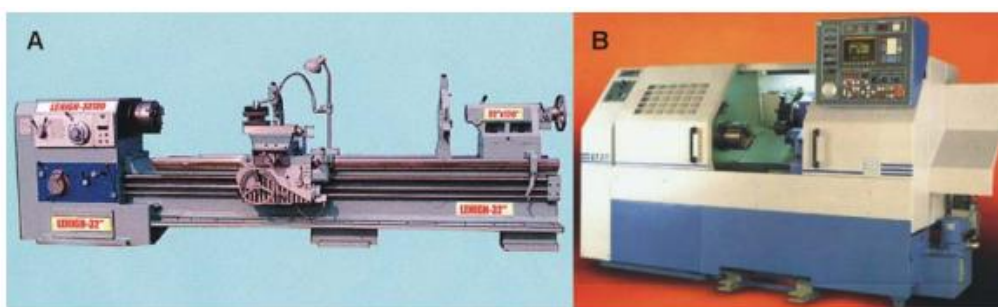


Εικόνα 2: Μορφοποίηση τεμαχίων με αφαίρεση υλικού [6]

➤ Ως προς το είδος της πρωτεύουσας κίνησης

❖ Εργαλειομηχανές με περιστροφική κίνηση τόρνοι

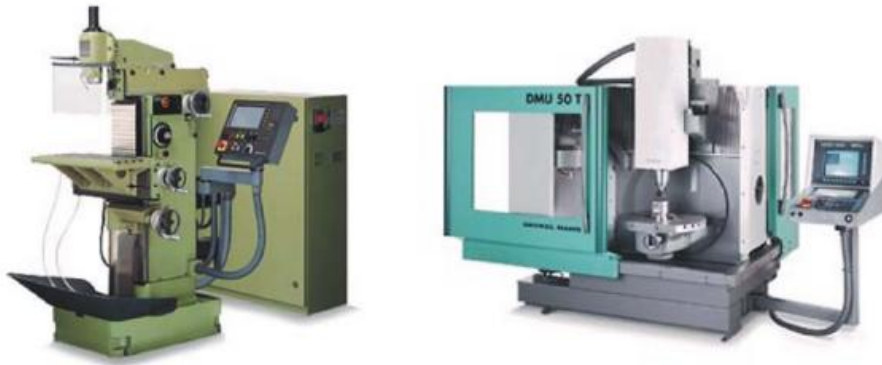
- οριζόντιοι
- κατακόρυφοι
- περιστροφικοί (ή Revolver)
- αυτόματοι ή ημιαυτόματοι



Εικόνα 3: Τόρνοι, Α: συμβατικός τόρνος, Β: Τόρνος με ψηφιακή καθοδήγηση CNC [6]

❖ Φρεζομηχανές

- οριζόντιες
- κατακόρυφες
- αντιγραφής (παντογράφος) [2]



Εικόνα 4: Φρέζες [6]

❖ Δράπανα

- κατακόρυφα
- οριζόντια
- ακτινωτά
- ειδικά (κατακόρυφα και οριζόντια με πολλές ατράκτους)



Εικόνα 5: Δράπανο [6]

❖ Φρεζοδράπανα [2]

❖ Λειαντικοί τροχοί

- επιπέδων επιφανειών
- κυλινδρικών επιφανειών
- άνευ κέντρων
- οδοντώσεων
- σπειρωμάτων
- ειδικά (π.χ. για στροφαλοφόρους άξονες)
- τροχιστικά (π.χ. για κοπτικά εργαλεία)



Εικόνα 6: Λειαντικοί τροχοί [6]

❖ Πριόνια

- περιστροφικά

❖ Μηχανήματα κοπής οδοντώσεων (γρاناζοκόπτες)

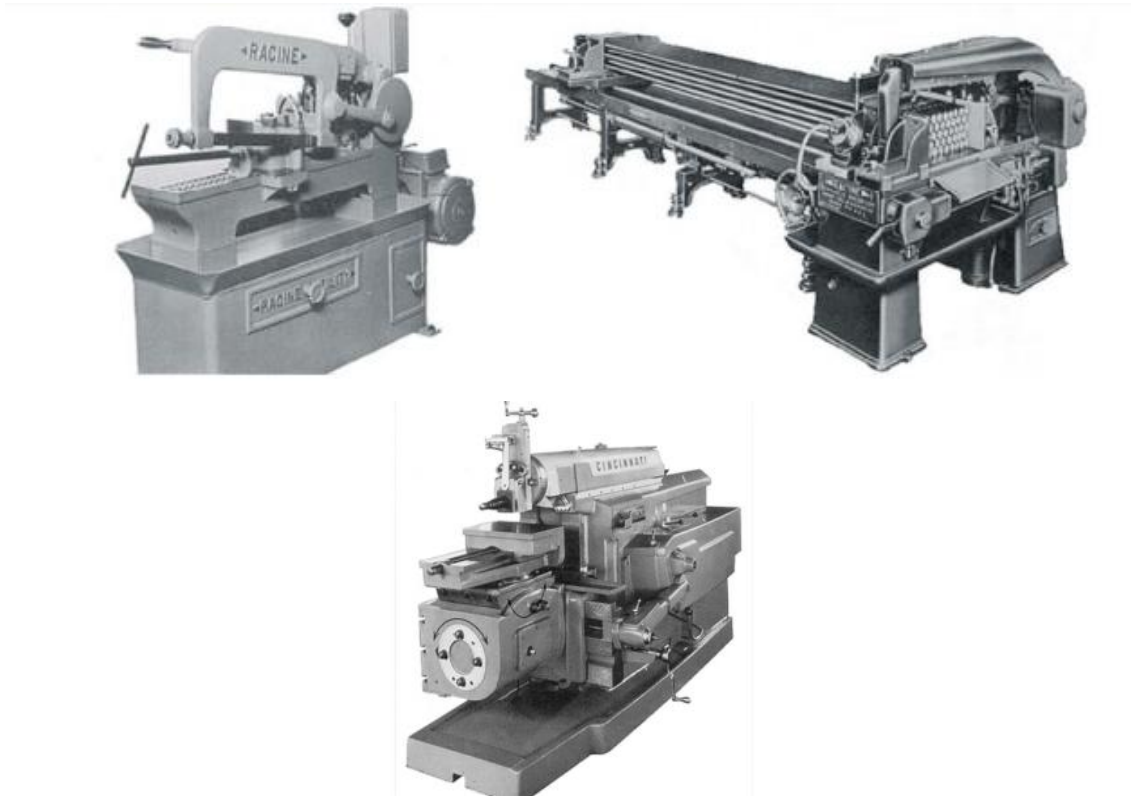
- παραλλήλων οδοντωτών τροχών
- κωνικών οδοντωτών τροχών



Εικόνα 7: Γρاناζοκόπτης [6]

❖ Εργαλειομηχανές με ευθύγραμμη πρωτεύουσα κίνηση πριόνια

- παλινδρομικά πλάνες
- εγκάρσιες
- επιμήκεις
- κατακόρυφες



Εικόνα 8: Πριόνια – πλάνη [6]

- Ως προς το βαθμό εξειδίκευσης
 - ✓ εργαλειομηχανές γενικής χρήσεως (τόρνος)
 - ✓ εργαλειομηχανές ειδικής χρήσεως (γριναζοκόπτης, λειαντικός τροχός οδοντώσεων, κ.ά.)
 - ✓ εξειδικευμένες εργαλειομηχανές (εργαλειομηχανές που είναι μελετημένες μόνο για την εκτέλεση ορισμένης φάσης κατεργασίας σε ορισμένο κομμάτι)
 - ✓ εργαλειομηχανές μεταφοράς (ροϊκή παραγωγή)
- Ως προς την ακρίβεια κατεργασίας
 - ✓ εργαλειομηχανές συνήθους ακριβείας (10 μm)
 - ✓ εργαλειομηχανές ακριβείας (1 μm)
 - ✓ εργαλειομηχανές μεγάλης ακριβείας (0.1 μm)
 - ✓ εργαλειομηχανές υψίστης ακριβείας (<0.1 μm)
- Ως προς το βάρος
 - ✓ εργαλειομηχανές ελαφρές (βάρος μικρότερο του 1 τόνου)

- ✓ εργαλειομηχανές μέσου βάρους (βάρος μεταξύ 1 και 10 τόνων)
- ✓ εργαλειομηχανές βαριές (βάρος μεγαλύτερο των 10 τόνων)

➤ Ως προς το βαθμό αυτοματισμού

- ✓ κοινές εργαλειομηχανές
- ✓ ημιαυτόματες εργαλειομηχανές (οι κινήσεις γίνονται αυτόματα)
- ✓ αυτόματες εργαλειομηχανές (οι κινήσεις και η τροφοδοσία γίνονται αυτόματες)

2. ΜΕΤΡΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΜΑΠ)

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΠ

Οι Βανταράκης και συν. (2013) δίνουν τον ορισμό του Μέσου ή Εξοπλισμού Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ) τον κάθε εξοπλισμό μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα του που καλείται ο εργαζόμενος, ο ερευνητής και εκπαιδευόμενος να φορά ή να φέρει ε στόχο την προστασία του από έναν ή περισσότερους κινδύνους που απειλούν την ασφάλεια ή την υγεία του κατά την εργασία.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση των Μέτρων Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ) πρέπει να είναι η τελευταία λύση για την προστασία των εργαζομένων και ιδιαίτερα των εκπαιδευόμενων. Επιπλέον, η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται μόνο στην περίπτωση που ένας ή περισσότεροι κίνδυνοι δε μπορούν να αποφευχθούν ή να περιοριστούν επαρκώς είτε με τεχνικά μέτρα είτε με μέτρα συλλογικής προστασίας είτε με μέτρα, μεθόδους και διαδικασίες οργάνωσης της εργασίας. Κάθε μέσο ή εξοπλισμός απαιτείται να είναι κατάλληλο για σχετικούς κινδύνους και να εγγυάται ότι δεν θα οδηγήσει σε άλλους κινδύνους ή να αυξάνει τον ήδη υπάρχον. Ακόμα το μέσο ή εξοπλισμός θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο εργασίας και εκπαίδευσης και να ταιριάζει απόλυτα στο χρήστη [7].

2.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩΝ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Οι απαιτήσεις των ΜΑΠ είναι οι εξής [8], [9]:

- Σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις σχετικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή τους από πλευράς ασφάλειας και υγείας.
- Κατάλληλα για τους κινδύνους που πρέπει να προλαμβάνονται και η χρήση τους να μη συνεπάγεται νέους κινδύνους.
- Η επιλογή γίνεται σύμφωνα με συγκεκριμένες συνθήκες και ανάγκες της κάθε περίπτωσης.
- Άριστη εφαρμογή στο χρήστη.
- Χρήση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή
- Τεχνικό φυλλάδιο χρήσης στην αντίστοιχη γλώσσα του χρήστη
- Συντήρηση ή επισκευή ή αλλαγή σε τακτά χρονικά διαστήματα σύμφωνα με τις προδιαγραφές
- Η φύλαξη τους να γίνεται σε ειδικές θέσεις ή χώρους με καλές συνθήκες καθαριότητας και υγιεινής
- Συμβατότητα των ΜΑΠ μεταξύ τους αν γίνεται χρήση περισσότερα από ένα.
- Σε περίπτωση που τα ΜΑΠ διαθέτουν σύστημα με το οποίο μπορούν να συνδέονται με άλλο συμπληρωματικό σύστημα, το εξάρτημα σύνδεσης πρέπει να έχει μελετηθεί και κατασκευαστεί έτσι ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί μόνο σε σύστημα κατάλληλου τύπου.
- Τα ΜΑΠ που προορίζονται για χρήση σε εκρηκτική ατμόσφαιρα πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να μην είναι δυνατό να παραχθεί σε αυτά τόξο ή σπινθήρας ηλεκτρικής ή ηλεκτροστατικής

προέλευσης λόγω κρούσης, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει ανάφλεξη εκρηκτικού μίγματος.

- Η χρήση τους είναι αυστηρά ατομική για κάθε χρήστη.
- Τα ΜΑΠ διατίθενται στο εμπόριο μόνο όταν είναι κατάλληλα κατασκευασμένα, με στόχο την προφύλαξη της υγείας και την εξασφάλιση της ασφάλειας των χρηστών
- Τα ΜΑΠ που διατίθενται στην αγορά απαιτείται να φέρουν τη σήμανση CE πάνω τους και στην συσκευασία τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι ορατή και ευανάγνωστη και να παραμείνει ανεξίτηλη κατά την αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους.
- Για κάθε ΜΑΠ που διατίθεται στο εμπόριο, ο κατασκευαστής υποχρεωτικά συντάσσει και παραδίδει ενημερωτικό σημείωμα στην αντίστοιχη γλώσσα του χρήστη που περιέχει χρήσιμα στοιχεία (στοιχεία κατασκευαστή, οδηγίες χρήσης, αποθήκευσης, συντήρησης, καθαρισμού, επιθεώρησης και απολύμανσης, ημερομηνία ή χρονική διάρκεια απόσυρσής του, συσκευασία της ασφαλούς μεταφοράς, σημασία της σήμανσης κ.ά.).

2.3. ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η χορήγηση των ΜΑΠ απαιτεί την κατάλληλη ενημέρωση των εκπαιδευόμενων για τους κινδύνους που μπορεί απειλήσουν την ασφάλεια και την υγεία τους, καθώς επίσης και για την ενημέρωση των προληπτικών μέσων που έχουν ήδη ληφθεί, τα μέτρα και τις προφυλάξεις που πρέπει να τηρούν και για τους κινδύνους που παραμένουν σε ορισμένες εργασίες και κάνουν αναγκαία τη χρήση τους. Επιπλέον, απαιτείται η παροχή οδηγιών για την αποτελεσματική χρήση των ΜΑΠ, με σχετική εκπαίδευση ή και εξάσκηση των εργαζόμενων και των εκπαιδευόμενων όποτε χρειάζεται. Ακόμα αναγκαίος είναι ο περιοδικός έλεγχος της σωστής χρήσης τους, της φροντίδας για τη φύλαξη τους σε θέσεις με καλές συνθήκες καθαριότητας και υγιεινής καθώς και της διάθεσης κατάλληλων διευκολύνσεων και μέσων για τις αναγκαίες συντηρήσεις, επισκευές και καθαρισμούς τους, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σημαντική είναι η αντικατάστασή τους σε περίπτωση φθοράς ή όταν έχει λήξει ο επιτρεπόμενος χρόνος χρήσης τους [7].

Όμως οι εργαζόμενοι και οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να φορούν τα ΜΑΠ, όπου απαιτείται, για την προστασία της ασφάλειας και της υγείας τους. Να χρησιμοποιούν τα ΜΑΠ σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους και μετά τη χρήση τους να τα τακτοποιούν στη θέση τους. Επιπλέον, να ακολουθούν με ακρίβεια τις οδηγίες χρήσης καθώς επίσης και να αναφέρουν αμέσως στους υπεύθυνους κάθε παρατηρούμενη ανωμαλία κατά τη χρήση των ΜΑΠ ή άλλη αιτία που δικαιολογεί τη συντήρηση, την επισκευή ή την αντικατάστασή τους [10].

2.4. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

2.4.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΕΦΑΛΙΟΥ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθεται σε κίνδυνο τραυματισμού του κεφαλιού κατά την ώρα εργασίας απαιτείται η χρήση του κράνους με στόχο ο εργαζόμενος να προφυλαχθεί από τα ακόλουθα [9]:

- Πτώση των ιδίων των εργαζομένων

- Πτώση ή εκτίναξη αντικειμένων
- Πρόσκρουση σε αντικείμενο, μηχανήμα ή στοιχείο κατασκευής
- Ηλεκτρισμός

2.4.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΟΡΜΟΥ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθενται σε κίνδυνο να λερωθούν ή να καταστραφούν τα κανονικά ρούχα του απαιτείται να εφοδιαστεί με κατάλληλα για το είδος εργασίας ενδύματα εργασίας όπως [9]:

- Ενδύματα προστασίας από τις κακοκαιρίες (βροχή ή κρύο).
- Ενδύματα προστασίας από υψηλές θερμοκρασίες ή ανάφλεξη (στολή ή δερμάτινες ποδιές)
- Ενδύματα προστασίας για εκτέλεση εργασιών με πιθανότητα ύπαρξης εκρηκτικού περιβάλλοντος.
- Γιλέκα, σακάκια και ποδιές προστασίας από τις μηχανικές και χημικές προσβολές.
- Ζώνες συγκράτησης κορμού.

2.4.3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΑΤΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΟΥ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθενται σε κίνδυνο για τα μάτια του ή το πρόσωπο του θα πρέπει να εφοδιάζεται με προσωπίδα, οθόνη, κατάλληλα γυαλιά (με άχρωμα ή έγχρωμα κρύσταλλα) ή άλλο κατάλληλο ανάλογα με τη φύση της εργασίας. Οι πιο συνηθισμένοι κίνδυνοι είναι εκτινασόμενα σωματίδια, επικίνδυνες ουσίες (καυστικά, ερεθιστικά υγρά, ατμούς κ.λ.π.) και επικίνδυνες ακτινοβολίες [9].

2.4.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΚΟΗΣ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθενται σε κίνδυνο για την ακοή του, όπου προέρχεται ή μπορεί να προέλθει κάποιος θόρυβος κατά την εργασία τότε απαιτείται η μέτρηση του θορύβου – ήχου προκειμένου να επισημανθεί στον εργαζόμενο η απαίτηση ή μη των ΜΑΠ. Τα βασικά είδη ΜΑΠ για την προστασία της ακοής είναι ωτοασπίδες, ωτοβύσματα και ωτοπώματα [9].

2.4.5. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΟΔΩΝ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθενται σε κίνδυνο της αναπνευστικής οδού τότε απαιτείται συγκεκριμένος εξοπλισμός ο οποίος διακρίνεται σε στις εξής κατηγορίες α) αναπνευστήρες με φίλτρο για τον καθαρισμό του εισπνεόμενου αέρα του άμεσου περιβάλλοντος από τα αιωρούμενα τοξικά αέρια ή τη σκόνη, β) αυτοδύναμες αναπνευστικές συσκευές και γ) αναπνευστικές συσκευές με συνεχή παροχή καθαρού αέρα, μέσω σωλήνα από το εξωτερικό περιβάλλον εκτός του μολυσμένου χώρου εργασίας [9].

2.4.6. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΧΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΡΑΧΙΟΝΩΝ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθενται σε κίνδυνο των χεριών ή των βραχιόνων απαιτείται ανάλογα με την φύση της εργασίας να γίνεται χρήση γαντιών, κατάλληλων καλυμμάτων των βραχιόνων καθώς και χορήγηση ειδικών προστατευτικών κρεμών. Οι κίνδυνοι κίνδυνο των χεριών ή των βραχιόνων μπορεί να είναι ουσίες θερμές, τοξικές, ερεθιστικές ή διαβρωτικές, εκτινάξεις διάπυρων ή αιχμηρών σωματιδίων, κίνδυνος ηλεκτροπληξίας, αντικείμενα, εργαλεία ή μηχανήματα υψηλής θερμοκρασίας ή με επιφάνειες και ακμές αιχμηρές ή κοφτερές καθώς και μηχανήματα ή εργαλεία που είναι δυνατόν με άλλο τρόπο να τραυματίσουν τα χέρια (π.χ. με συνεχή τριβή, πρόσκρουση ή δονήσεις όπως κατά των διατρητικών αεροσφυρών) [9].

2.4.7. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΟΔΙΩΝ

Όταν ένας εργαζόμενος εκτίθενται σε κίνδυνο που μπορεί να τραυματίσει τα πόδια του απαιτείται συγκεκριμένος εξοπλισμός. Οι κίνδυνοι τραυματίσους των ποδιών μπορούν να προέλθουν από διαφορές πηγές όπως πτώση αντικειμένων, πρόσκρουση ή σύνθλιψη, ουσίες θερμές, τοξικές, ερεθιστικές ή διαβρωτικές, καρφιά ή άλλα αιχμηρά υλικά ή επιφάνειες, εργαλεία με κοφτερές ακμές (όπως π.χ. τσεκούρια) και ολισθηρές επιφάνειες. Ωστόσο ανάλογα με το είδος των προς εκτέλεσης εργασιών επιλέγονται και τα κατάλληλα προστατευτικά υποδήματα ή μπότες που διαχωρίζονται σε υποδήματα, μπότες ασφαλείας, με συμπληρωματική προστασία του άκρου του ποδιού, για προστασία από το κρύο, για προστασία από τα ηλεκτροστατικά φορτία, με ηλεκτρική μόνωση [9]

2.5. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ

Σε έναν χώρο εργασίας απαιτούνται πινακίδες σήμανσης, οι οποίες θα πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές με στόχο η σήμανση να μπορεί να χαρακτηριστεί αποτελεσματική. Ο Τσίρκας Σ. (2011), αναφέρει ότι οι προδιαγραφές των πινακίδων σήμανσης απαιτούν να έχουν τα ακόλουθα [11]:

- Εγγενής χαρακτήρας: 1) χρώμα και σχήμα: απαιτείται να είναι ανάλογο του σκοπού που εξυπηρετούν, δηλαδή απαγορευτικός, προειδοποιητικός, βοηθητικός ή διαβίωσης, υποχρέωσης κ.ά.), 2) εικονοσύμβολο: θα πρέπει να υπάρχει μεγάλος πλήθος πινακίδων στις οποίες θα παραλείπονται οι «άχρηστες» λεπτομέρειες, 3) υλικό κατασκευής: απαιτείται να είναι κατασκευασμένες από υλικό με μεγάλη αντοχή σε κρούσεις, δυσμενείς καιρικές συνθήκες και επιδράσεις του περιβάλλοντος, 4) άρτια ορατότητα: απαιτείται να έχουν κατάλληλες διαστάσεις, χρωματομετρία και φωτομετρία με στόχο να είναι ευδιάκριτες και κατανοητές.
- Συνθήκες χρήσης: 1) κάθε πινακίδα απαιτείται να τοποθετείται σε συγκεκριμένη θέση, τοποθεσία, οπτική γωνία και να έχει τον κατάλληλο φωτισμό, να είναι εύκολα προσπελάσιμο και ορατό με στόχο να γίνεται ευδιάκριτή στο σημείο εισόδου μιας ζώνης κινδύνου ή σε ένα ευρύτερο χώρο που επικρατεί κάποιος κίνδυνος, 2) μη επαρκής φωτισμός: σε περίπτωση που ο φωτισμός είναι κακός τότε απαιτείται η χρήση χρωμάτων που φωσφορίζουν, ανακλαστικών υλικών ακόμα και τεχνητό φωτισμό, 3) παύση κατάστασης: στην περίπτωση που μια κατάσταση αλλάξει τότε απαιτεί η απομάκρυνση της πινακίδας και η αντικατάσταση της με την κατάλληλη ή απλά η αφαίρεση αυτής.

Στην συνέχεια ακολουθούν οι εικόνες που χρησιμοποιούνται σε χώρους εργασίας με σκοπό την ασφάλεια των εργαζομένων και των εκπαιδευόμενων.



Απαγορεύεται το κάπνισμα



Μη πόσιμο νερό



Απαγορεύεται η είσοδος στους μη έχοντες
ειδική άδεια



Μην αγγίζετε



Απαγορεύεται η χρήση
πυρός



Απαγορεύεται η διέλευση πεζών



Απαγορεύεται η κατάσβεση με νερό

Εικόνα 9: Σήμανση εργαστηριακών χώρων με απαγορεύσεις [11]



Υποχρεωτική προστασία ακοής



Υποχρεωτική προστασία προσώπου



Υποχρεωτική προστασία χεριών



Υποχρεωτική προστασία ματιών



Υποχρεωτική προστασία ποδιών



Υποχρεωτική προστασία αναπνευστικής οδού



Υποχρεωτική προστασία κεφαλής



Υποχρεωτική προστασία κορμού

Εικόνα 10: Σήμανση εργαστηριακών χώρων για τα Μέτρα Ατομικής Προστασίας [11]



Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας



Εύφλεκτες ύλες ή υψηλή θερμοκρασία

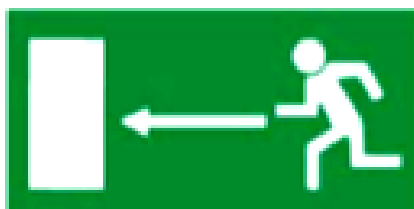


Κίνδυνος παραπατήματος



Γενικός κίνδυνος

Εικόνα 11: Σήμανση εργαστηριακών χώρων με κινδύνους [11]



Οδός / έξοδος κινδύνου



Πρώτες βοήθειες



Τηλέφωνο για διάσωση και πρώτες βοήθειες

Εικόνα 12: Σήμανση εργαστηριακών χώρων για πρώτες βοήθειες και έξοδο κινδύνου [11]



Πυροσβεστική μάνικα



Πυροσβεστήρας

Εικόνα 13: Σήμανση εργαστηριακών χώρων για πυροσβεστικά μέσα [11]

2.5.1. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ CNC

Οι εργαλειομηχανές CNC κατά την λειτουργία τους και την χρήση τους μπορούν να δημιουργήσουν πλήθος κινδύνων με συνέπεια η ασφάλεια των εργαζομένων να είναι αμφιταλαντευόμενοι. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να απαιτείται συγκεκριμένη σήμανση με στόχο τον προσδιορισμό και την αποφυγή των κινδύνων. Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί και να τονιστεί είναι ότι δε πρέπει σε καμία περίπτωση η σήμανση κάθε εργαστηριακού χώρου ή μηχανήματος να αλλάζει θέση από αυτή που έχει προκαθοριστεί από την μελέτη επαγγελματικού κινδύνου ή από τα εγχειρίδια των εργαλειομηχανών. Επιπλέον, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην αντικατάσταση και συντήρηση ης σήμανσης με στόχο να είναι πάντα ευδιάκριτη από τους χειριστές και του εργαζόμενους του εκάστοτε χώρου [11], [12], [13].

Στην συνέχεια ακολουθεί η σήμανση που χρησιμοποιείται για την ασφάλεια των εργαζομένων σε χώρους που υπάρχουν εργαλειομηχανές CNC.

<p>Σύμβολο Προειδοποίησης Αναγνωριστικό πιθανού κινδύνου και τονίζει το λεκτικό μήνυμα Λεκτικό Μήνυμα- Διευκρινίζει ή τονίζει την σοβαρότητα του συμβόλου ειδοποίησης Α: Κίνδυνος Β: Συνέπεια αν αγνοηθεί η προειδοποίηση Γ: Ενέργεια για την αποφυγή τραυματισμού. Αναφέρεται επίσης στο Σύμβολο Ενέργειας</p>	<p>Α. Κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού. Το μηχάνημα δεν σε προστατεύει από τις τοξίνες. Β. Θάμπωμα, μικρά σωματίδια, απόβλητα και αναθυμιάσεις που μπορεί να είναι επικίνδυνα Γ. Ακολουθήστε τις ειδικές οδηγίες ασφαλείας και προειδοποιήσεις για το υλικό του κατασκευαστή του υλικού</p> <p>Επίπεδο Σοβαρότητας Κινδύνου - Κωδικοποιημένο με χρώματα για να επισημαίνεται ο κίνδυνος αγνόησής του. Κόκκινο+ "DANGER" = Ο κίνδυνος ΘΑ επιφέρει θάνατο ή τραυματισμό αν αγνοηθεί Πορτοκαλί+ "WARNING" = Ο κίνδυνος ΜΠΟΡΕΙ να επιφέρει θάνατο ή τραυματισμό αν αγνοηθεί Κίτρινο+ "CAUTION" = Ο κίνδυνος ΙΣΩΣ επιφέρει θάνατο ή τραυματισμό αν αγνοηθεί Μπλε+ "NOTICE" = Υποδεικνύει μια ενέργεια για την αποφυγή βλάβης στο μηχάνημα. Πράσινο+ "INFORMATION" = Οδηγίες για εξαρτήματα του μηχανήματος</p>	<p>Σύμβολο Δράσης- Υποδεικνύει ενέργειες για την αποφυγή τραυματισμού. Οι μπλε κύκλοι υποδηλώνουν υποχρεωτικές ενέργειες για την αποφυγή ζημιάς, Οι κόκκινοι κύκλοι με τις διαγώνιες γραμμές υποδηλώνουν απαγορευτικές ενέργειες για την αποφυγή ζημιάς</p>

Εικόνα 14: Σήμανση εργαλειομηχανών CNC [13]



Το μηχάνημα μπορεί να ξεκινήσει οποιαδήποτε στιγμή.

Τραυματισμός ή θάνατος μπορεί να προκληθεί από ανεξέλεγκτο χειριστή. Διαβάστε και κατανοήστε το εγχειρίδιο του χειριστή και τα σύμβολα ασφαλείας πριν χρησιμοποιήσετε το μηχάνημα.



Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.

Μπορεί να προκληθεί θάνατος από ηλεκτροπληξία.

Σβήστε και ασφαλίστε το σύστημα ενέργειας πριν κάνετε συντήρηση.



Κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού.

Το κάλυμμα μπορεί να μην σταματήσει κάθε τύπο εκτοξευόμενου αντικειμένου, ελέγξτε τις αρχικές ρυθμίσεις της εργασίας πριν ξεκινήσετε οποιαδήποτε μηχανουργική κατεργασία. Ακολουθείτε πάντα ασφαλείς μηχανουργικές πρακτικές. Μην πειράζετε τις πόρτες ή τα παράθυρα.



Κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού στα μάτια.

Ιπτάμενα θραύσματα μπορούν να προκαλέσουν απώλεια όρασης σε απροστάτευτα μάτια. Φοράτε πάντα προστατευτικά γυαλιά όταν χειρίζεστε το μηχάνημα.



Κίνδυνος έκρηξης και πυρκαγιάς.

Το μηχάνημα δεν είναι σχεδιασμένο για να αντέχει ή να περιορίζει εκρήξεις ή φωτιά. Μην κατεργάζεστε εκρηκτικά ή εύφλεκτα υλικά ή ψυκτικά. Δείτε τις οδηγίες ασφαλείας και τις προειδοποιήσεις του κατασκευαστή του υλικού για την χρήση του.



Κίνδυνος σωματικού τραυματισμού.

Σοβαρά κοψίματα, εκδορές, και σωματικός τραυματισμός μπορεί να προκληθεί από ολισθήσεις και πτώσεις. Αποφύγετε τη χρήση του μηχανήματος σε βρεγμένες, νωπές ή βρώμικες περιοχές



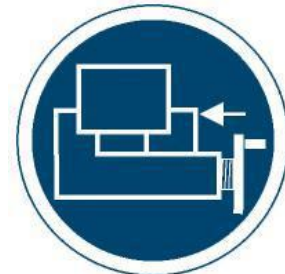
Εικόνα 15: Σήμανση εργαλειομηχανών CNC [13]

2.5.2. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΦΡΕΖΑΣ

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζεται η σήμανση της φρέζας με στόχο την προφύλαξη των εργαζομένων και των εκπαιδευόμενων από τους εφικτούς κινδύνους που μπορούν να λάβουν χώρα κατά την χρήση και λειτουργίας μιας φρέζας.



Κίνδυνος σοβαρού σωματικού τραυματισμού. Ακολουθήστε ασφαλείς μεθόδους στερέωσης. Μη κατάλληλα στερεωμένα μέρη μπορούν να εκτιναχθούν με θανατηφόρες συνέπειες.



Κίνδυνος εγκλωβισμού. Τα μέρη του μηχανήματος μπορούν να συνθλίψουν και να κόψουν. Ποτέ μην πιέζετε κουμπιά όταν το σώμα ή τα χέρια σας ακουμπούν το μηχάνημα. Αφήνετε πάντα ελεύθερη την επιφάνεια των κινούμενων μερών



Μπορεί να προκληθεί σοβαρός τραυματισμός. Τα κινούμενα μέρη μπορούν να εμπλέξουν και να παγιδεύσουν. Μαζεύετε πάντα τα μακριά μαλλιά και τα χαλαρά ρούχα.



Τα κινούμενα μέρη μπορούν να συνθλίψουν. Το σύστημα αλλαγής κοπτικών θα κινηθεί μέσα και θα συνθλίψει το χέρι σας. Μην βάζετε ποτέ το χέρι σας στον άξονα περιστροφής ενώ πιέζετε ATC FWD, ATC REV, NEXT TOOL ή προκαλείτε την εκτέλεση ενός κύκλου αλλαγής κοπτικού εργαλείου.



Εικόνα 16: Σήμανση φρέζας [13]

2.5.3. ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΤΟΡΝΟΥ

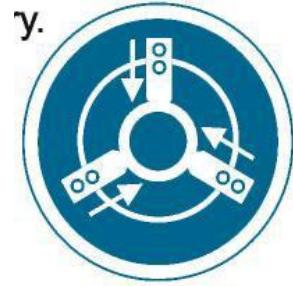
Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζεται η σήμανση του τórνου με στόχο την προφύλαξη των εργαζομένων και των εκπαιδευόμενων από τους εφικτούς κινδύνους που μπορούν να λάβουν χώρα κατά την χρήση και λειτουργίας του τórνου.



Μπορεί να προκληθεί σοβαρός τραυματισμός.
Τα κινούμενα μέρη μπορούν να σε εμπλέξουν και να σε παγιδεύσουν.
Μαζεύετε πάντα τα μακριά μαλλιά και τα χαλαρά ρούχα.



Κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού.
Ακατάλληλα στερεωμένα μέρη θα εκτιναχθούν με δύναμη που μπορεί να προκαλέσει θάνατο.
Ο υψηλός αριθμός στροφών RPM μειώνει τη δύναμη σύσφιξης του σφικτήρα. Μη χρησιμοποιείτε το μηχάνημα με μη-ασφαλείς ρυθμίσεις ή υπερβαίνετε τον καθορισμένο αριθμό στροφών RPM του σφικτήρα.



Τα κινούμενα μέρη μπορεί να κόψουν.
Τα αιχμηρά εργαλεία μπορούν εύκολα να κόψουν το δέρμα.
Μην πατάτε ποτέ κουμπιά όταν το σώμα ή τα χέρια σας ακουμπούν το μηχάνημα.
Μην ακουμπάτε περιστρεφόμενα μέρη



Κίνδυνος πρόσκρουσης.
Ράβδος χωρίς πρόσθετη στήριξη μπορεί να ταλαντεύεται με θανατηφόρες συνέπειες.
Ράβδος προς κατεργασία που εκτείνεται έξω από τον σωλήνα συγκράτησης ή πίσω από τον σφικτήρα πρέπει να έχει καλή πρόσθετη στήριξη.



Κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού.
Οι δυνάμεις της μηχανουργικής κατεργασίας μπορούν να κάμψουν τη ράβδο και να την αποσπιάσουν από την υποστήριξη της κεντροφορέας ή το καβαλέτο.
Μην εφαρμόζετε υπερβολικά φορτία κοπής στο κατεργαζόμενο κομμάτι. Μη σφίγγετε υπερβολικά το καβαλέτο.



Εικόνα 17: Σήμανση τórνου [13]

2.6. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

Σε αυτό το σημείο της Πτυχιακής Εργασία θα αναλυθούν τα βασικά στοιχεία πριν την λειτουργία κάθε εργαλειομηχανής, τα οποία είναι τα ακόλουθα [12], [13]:

- Η χρήση και η λειτουργία των εργαλειομηχανών απαιτείται να γίνεται από ειδικευμένο προσωπικό. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή σε ανειδίκευτο προσωπικό, παρουσιάζονται κίνδυνοι και για τους εργαζομένους αλλά και για την εργαλειομηχανή
- Έλεγχος όλων των εξαρτημάτων και κοπτικών της εργαλειομηχανής με στόχο την άρτια λειτουργία τους. Σε περίπτωση φθοράς ή καταστροφής των εξαρτημάτων ή των κοπτικών της εργαλειομηχανής απαιτείται άμεση αντικατάσταση ή επισκευή από εξειδικευμένο προσωπικό.
- Χρήση κατάλληλων ΜΑΠ, ανάλογα με την εργαλειομηχανή. Κάθε κατασκευαστής αναγράφει τονίζοντας τους κινδύνους βλάβης που μπορεί να προκαλέσει μια εργαλειομηχανή (π.χ. βλάβη όρασης, ακοής κ.ά.).
- Η χρήση του μηχανήματος θα πρέπει να γίνεται αφού έχει ασφαλίσει η μηχανή είτε αφού κλείσουν οι πόρτες και οι μανταλώσεις των θυρών είτε να έχει στερεωθεί το τεμάχιο που θα κατεργαστεί (ανάλογα με το τι ορίζει το εγχειρίδιο κάθε εργαλειομηχανής). Τονίζεται ότι τα περιστρεφόμενα εργαλεία κοπής μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά εργατικά ατυχήματα.
- Το κουμπί Παύσης Ανάγκης ή Κουμπί Άμεσης Διακοπής Ισχύος (Emergency Power Off button) είναι το μεγάλο, στρογγυλό κόκκινο κουμπί στον Πίνακα Ελέγχου. Η χρήση του κουμπιού σταματά ακαριαία όλες οι κινήσεις της εργαλειομηχανής (σερβοκινητήρες, μονάδα αλλαγής εργαλείων, αντλία ψυκτικού υγρού). Τονίζεται ότι η χρήση του κουμπιού γίνεται μόνο σε έκτακτη ανάγκη.
- Ο ηλεκτρικός πίνακας πρέπει να είναι κλειστός καθώς επίσης και οι σύρτες στο θάλαμο ρυθμίσεων με στόχο να είναι ασφαλισμένη διαρκώς. Ωστόσο, κατά την συντήρηση μπορεί η εργαλειομηχανή να μην είναι ασφαλισμένη, αλλά απαιτείται πάντα να υπάρχει ηλεκτρολόγος κατά την διάρκεια της. Στην περίπτωση που ο κύριος διακόπτης κυκλώματος είναι ενεργοποιημένος τότε διακρίνεται υψηλή τάση στον ηλεκτρικό πίνακα καθώς και υψηλές θερμοκρασίες σε εξαρτήματα της εργαλειομηχανής, με συνέπεια να απαιτείται μεγάλη προσοχή. Επιπλέον, τονίζεται ότι μετά την εγκατάσταση του μηχανήματος, ο θάλαμος ελέγχου κλειδώνεται και το κλειδί είναι διαθέσιμο στο εξειδικευμένο προσωπικό αυστηρά.
- Δεν πρέπει ο εξοπλισμός της εργαλειομηχανής να τροποποιείται ή να μεταποιείται. Στην περίπτωση που υπάρχει κάποια ανάγκη τροποποιήσεις αυτές μπορούν να γίνουν μόνο από τον κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Κάποια τροποποίηση μπορεί να φέρει κάποια αλλαγή στην λειτουργία της εργαλειομηχανής και να οδηγήσει σε τραυματισμό του χειριστή ή των εργαζομένων – εκπαιδευόμενων.
- Ο προϊστάμενος του τμήματος ή ο εκπαιδευτικός του εργαστηρίου είναι υπεύθυνος για την επιβεβαίωση ότι όσοι εμπλέκονται στην εγκατάσταση - λειτουργία της εργαλειομηχανής είναι εξοικειωμένοι με τις οδηγίες εγκατάστασης - λειτουργίας και ασφάλειας της πριν την έναρξη οποιαδήποτε εργασία. Η ευθύνη ασφάλειας επιβαρύνει μόνο τον προϊστάμενο ή τον υπεύθυνο προσωπικού ή τον εκπαιδευτικό για τα πρόσωπα που δουλεύουν ή εκπαιδεύονται στην εργαλειομηχανή.

3. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το εγχειρίδιο στην ουσία είναι ένα τεχνικό φυλλάδιο, δηλαδή ένα βιβλίο που το περιεχόμενο του αναφέρεται σε ένα αντικείμενο ή ένα θέμα δίνοντας σχετικές πληροφορίες και οδηγίες είτε για την χρήση, είτε για την λειτουργία, είτε και για τα δύο. Για την κατανόηση των προαναφερόμενων δίνεται το εξής παράδειγμα, ένα εγχειρίδιο ενός προϊόντος περιέχει πληροφορίες που σχετίζονται με την ορθή χρήση αυτού καθώς επίσης και για τον τρόπο αποθήκευση του. Οι τύποι των εγχειριδίων ποικίλουν καλύπτοντας ένα μεγάλο εύρος προϊόντων (μηχανήματα, εξαρτήματα, υπολογιστές, προϊόντα διάφορης φύσης) στοχεύοντας όμως σε όλες τις περιπτώσεις οι χρήστες να μπορούν να κατανοήσουν πλήρως την χρησιμότητα του προϊόντος, τον τρόπο λειτουργίας, τον τρόπο συντήρησης καθώς και αποθήκευση αυτού. Άρα ένα εγχειρίδιο αποτελεί βασική πηγή πληροφοριών για έναν αρχάριο χρήστη που επιθυμεί να «γνωρίσει» ένα συγκεκριμένο προϊόν αλλά μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμο και σε έναν εξειδικευμένο ειδικό – τεχνικό, διότι μπορεί να του δώσει πολύ χρήσιμες πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση εργασιών [2], [14].

Σύμφωνα με τα ανωτέρω γίνεται άμεσα κατανοητό ότι η σύνταξη και η συγγραφή ενός εγχειριδίου δεν είναι μια απλή διαδικασία. Για την άρτια σύνταξη του θα πρέπει να ληφθούν υπόψη συγκεκριμένα στοιχεία από τον συγγραφέα – συντάκτη, ο οποίος καλείται πριν την έναρξη της συγγραφής του εγχειριδίου οφείλει να γνωρίζει – καθορίσει το σκοπό που θα εξυπηρετεί το τεχνικό φυλλάδιο, το κοινό στο οποίο θα απευθύνεται και τον τρόπο που θα δομηθούν οι πληροφορίες με αποτέλεσμα να είναι κατανοητές και αφομοιώσιμες από τον αναγνώστη [2].

3.2. ΣΤΟΧΟΣ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

Το εγχειρίδιο στοχεύει στο να βοηθήσει τον χρήστη να κατανοήσει την αρχή λειτουργίας της μηχανής καθώς επίσης και να του δώσει την δυνατότητα να εκτέλεση διάφορων διαδικασιών όπως είναι οι βασικές λειτουργίες της μηχανής, η εγκατάσταση εργαλείων, ο προγραμματισμός της μηχανής, η συντήρηση κ.ά.. Ωστόσο, με το εγχειρίδιο δίνεται η δυνατότητα ο χρήστης να εξοικειωθεί με μεγαλύτερη ευκολία και σε μικρό σχετικά χρόνο διάστημα με τη μηχανή, αφού σε κάθε τεχνικό φυλλάδιο δίνεται πλήθος παραδειγμάτων που συνοδεύονται από φωτογραφικό υλικό [2].

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για την άρτια συγγραφή του εγχειριδίου είναι ο συντάκτης να μπορεί να κατανοήσει το κοινό στο οποίο αναφέρεται. Στην περίπτωση των εγχειριδίων των εργαλειομηχανών αναφέρονται σε ειδικευμένο – εκπαιδευμένο προσωπικό με συνέπεια να υπάρχουν οι βασικές μηχανολογικές γνώσεις, όπως αντοχή των υλικών, γνώση μηχανολογικού σχεδίου, γνώση χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή κ.ά., με συνέπεια να μπορεί να ακολουθήσει με ευκολία χειριστής τις διαδικασίες χειρισμού που περιγράφει το εγχειρίδιο [2].

3.3. ΣΥΝΤΑΞΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

Ένα εγχειρίδιο έχει συγκεκριμένο σκοπό που δημιουργείται. Στην ουσία στοχεύει στο να εξυπηρετεί το χρήστη να κατανοήσει την χρήση ενός προϊόντος. Σε κάθε εγχειρίδιο θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένες οδηγίες με στόχο να θεωρείται άρτια συντακτικά. Τα βασικά στοιχεία που θα πρέπει να περιέχει ένα εγχειρίδιο είναι τα ακόλουθα [2]:

- Περιγραφή διαδικασίας και αντίστοιχών ενεργειών με στόχο την εκτέλεση μιας εργασίας
- Ανάλυση λειτουργίας του προϊόντος και επεξήγηση χρήσης του, δηλαδή σε ποιες εφαρμογές μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
- Ανάλυση του τρόπου κατάχρησης του προϊόντος
- Ανάλυση και περιγραφή κινδύνων με στόχο την αποφυγή τους κατά την χρήση του προϊόντος (safety information).
- Παρότρυνση των χρηστών να χρησιμοποιούν το προϊόν με ασφαλή και κατάλληλο τρόπο (π.χ. να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα ΜΑΠ κατά την λειτουργία του προϊόντος)
- Επιμόρφωση του τεχνικού – χειριστή σχετικά με την αναβάθμιση του προϊόντος, τον τρόπο λειτουργίας, την συντήρηση, τα νομικά πλαίσια μιας εταιρίας/οργανισμού κ.ά.
- Μείωση λαθών – προβλημάτων κατά την εκτέλεση διάφορων διαδικασιών, μειώνοντας έτσι το κόστος και αυξάνοντας την παραγωγικότητα.

3.4. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

Η δομή και η οργάνωση του εγχειριδίου είναι παράγοντες σημαντική για την σωστή σύνταξη του. Το εγχειρίδιο θα πρέπει να συντάσσεται σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές οι οποίες είναι [2]:

- Δομή και ιεράρχηση κειμένου
- Διαχωρισμός κειμένου σε ενότητες και υποενότητες
- Οργάνωση πληροφοριών

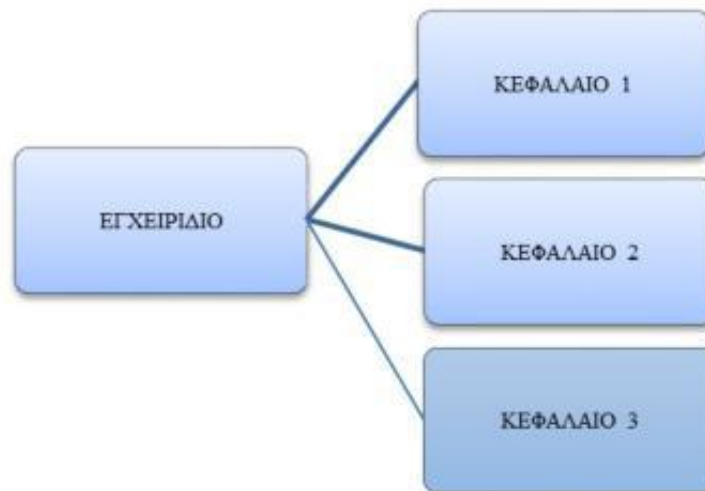
Στην συνέχεια του εδαφίου θα αναλυθούν τα προαναφερόμενα με στόχο την σύνταξη των εγχειριδίων – τεχνικών φυλλαδίων του εργαστηρίου CNC.

3.4.1. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

Τα εγχειρίδια είναι δομημένα με μια ιεραρχία και συγκεκριμένα διαχωρίζονται σε κεφάλαιο και μετά σε ενότητες. Οι επικεφαλίδες, δηλαδή οι τίτλοι του κειμένου διαμορφώνονται διαφορετικά από όλο το κείμενο έχοντας μεγαλύτερη γραμματοσειρά και διαφορετικό χρώμα. Αυτό συμβαίνει διότι απαιτείται να δοθεί έμφαση και η απαραίτητη προσοχή από τον αναγνώστη με στόχο να κατανοήσει την σημασία του κειμένου που ακολουθεί. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου μια επικεφαλίδα οδηγεί στην γρήγορη εύρεση μιας αναζήτησης. Ωστόσο, αξιόλογο είναι ότι σε σημεία που περιγράφονται στοιχεία μηχανών αναγράφονται με έντονους χαρακτήρες (bold) καθώς δίνεται και το αντίστοιχο φωτογραφικό υλικό με στόχο ο ανάγνωσης να κατανοήσει πλήρως που βρίσκεται πάνω στην μηχανή και να το εντοπίσει [2].

3.4.2. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Σύμφωνα με τον Ζαχαριάδης (2014) τα εγχειρίδια προτείνεται να έχουν μια αρθρωτή δομή, διαχωρίζοντας το σε επιμέρους ενότητες. Ο τρόπος με τον οποίο είναι χωρισμένα τα εγχειρίδια, έχει σπονδηλωτή δομή με στόχο να είναι ιδιαίτερα απλός και εύκολος [2].



Εικόνα 18: Τύπος σπονδηλωτής δομής εγχειριδίου [12]

3.4.3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Το μεγαλύτερο πλήθος των εγχειριδίων είναι οργανωμένα με συγκεκριμένη σειρά στην οποία ο χειριστής ακολουθεί με μια φυσική ροή ενεργειών κατά την διάρκεια της χρήσης τους. Αυτό έχει σαν συνέπεια οι συγγραφές των εγχειριδίων να πραγματοποιείται με συγκεκριμένο πλάνο και να μην ξεφεύγουν από αυτό. Τα εγχειρίδια θα πρέπει να προσφέρουν στο χειριστή πληροφορίες και οδηγίες σωστές, αποτελεσματικές και χωρίς κίνδυνό για αυτό και την μηχανή όταν αυτή βρίσκεται σε λειτουργία. Επιπλέον, οι οδηγίες, οι πληροφορίες και οι διαδικασίες θα πρέπει να παρουσιάζονται με μια φιλική διάθεση για τον χειριστή [2].

Ένα σωστό εγχειρίδιο πρέπει να αναφέρεται σε κανόνες ασφαλείας καθώς επίσης και να περιέχει ενδείξεις κινδύνου που βρίσκονται επάνω στην εργαλειομηχανή. Επιπλέον, αναφέρεται στα σημεία και το τρόπο ελέγχου της μηχανής (χειριστήρια, ηλεκτρολόγιο, έναρξη λειτουργίας κ.ά.). Ωστόσο, πολύ σημαντικό για ένα άρτιο εγχειρίδιο είναι η περιγραφή και ο τρόπος τοποθέτησης εργαλείων και εξαρτημάτων καθώς και η τοποθέτηση υλικών προς κατεργασία. Οι οδηγίες προγραμματισμού είναι απαραίτητες να αναγράφονται και με ιδιαίτερη έμφαση με στόχο να γίνεται κατανοητός ο τρόπος δημιουργίας προγράμματος. Χρήσιμο είναι να υπάρχει και κάποιος πίνακας εντολών κατεργασίας με την επεξήγηση τους για πιο εύκολη χρήση του τεχνικού. Επιπλέον, το πλήθος των παραδειγμάτων και του αντίστοιχου φωτογραφικού υλικού κάνει τους χρήστες να κατανοούν τις διαδικασίες και την λειτουργία της εργαλειομηχανής καθώς επίσης και τις δυνατότητες που προσφέρει. Ακόμα θα πρέπει να αναγράφονται οι διαδικασίες συντήρησης οι οποίες τις περισσότερες φορές μπορούν να πραγματοποιηθούν με σχετική ευκολία από τον χειριστή χωρίς να απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό [2].

3.5. ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

Τα βασικά μέρη των εγχειριδίων είναι η σελίδα τίτλου που ορίζει τι είναι αυτό το εγχειρίδιο, που αναφέρεται και τι περιγράφεται στο εσωτερικό με λίγες και περιεκτικές λέξεις, με στόχο την άμεση κατανόηση του αναγνώστη. Ακολουθεί η δήλωση πέραν προειδοποιήσεων που αναφέρεται σε κινδύνους, ασφάλεια χειριστή κ.ά. και μετά ο πίνακας περιεχομένων όπου αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει αμέσως στο σημείο που τον ενδιαφέρει χωρίς να χάνει χρόνο. Στην συνέχεια δίνεται μια εισαγωγή με σκοπό ο αναγνώστης να αφομοιώσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και στοιχεία της μηχανής-προϊόντος και τέλος το περιεχόμενο του εγχειριδίου που είναι το κεντρικό κείμενο και το σημαντικότερο για το εγχειρίδιο [2].

3.5.1. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

Όπως έχει προαναφερθεί τα εγχειρίδια των εργαλειομηχανών ως επί το πλείστον αναφέρονται σε εξειδικευμένο προσωπικό – τεχνικούς – μηχανικούς οι οποίοι έχουν συγκεκριμένες γνώσεις με συνέπεια να μπορούν να κατανοήσουν με σχετική ευκολία τις διάφορες κατεργασίες είτε απλές είτε πιο πολύπλοκες. Ταυτόχρονα όμως το εγχειρίδιο μπορεί να κατατοπίσει το εξειδικευμένο προσωπικό – τεχνικούς – μηχανικούς για την λύση για δυσκολίες και προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν κατά την εκτέλεση εργασιών και απαιτούν άμεση λύση και αντιμετώπιση.

Το κεντρικό κείμενο των εγχειριδίων των εργαλειομηχανών θα πρέπει να αποτελείται από τα ακόλουθα [2]:

- Πληκτρολόγιο - Οθόνη: κάθε εγχειρίδιο αρχικά διαθέτει την ανάλυση του πληκτρολογίου ελέγχου αναφοράς, δηλαδή περιγράφει την λειτουργία κάθε πλήκτρου με στόχο ο χρήστης να μπορεί να εξοικειωθεί άμεσα με τις βασικές λειτουργίες της εργαλειομηχανής. Το πληκτρολόγιο είναι από τα βασικά μέρη ελέγχου της μηχανής όπου έρχεται σε επαφή ο χρήστης αφού με αυτό του δίνεται η δυνατότητα να ενεργοποιήσει την μηχανή, να κινήσει τα μέρη της, να εισάγει προγράμματα κατεργασίας από κάποιο ηλεκτρονικό μέσο αποθήκευσης, να τα τροποποιήσει εάν χρειαστεί ή ακόμη και να προγραμματίσει την μηχανή από την αρχή για μία κατεργασία. Ταυτόχρονα όμως μπορεί ο χρήστης μέσω της οθόνης ελέγχου να παρατηρεί μια διαδικασία που βρίσκεται σε εκτέλεση και να ελέγχει την κίνηση των μερών της εργαλειομηχανής, τον άρτιο προγραμματισμό κ.ά..
- Λειτουργία τμημάτων μηχανής: στο εγχειρίδιο υπάρχει κάποια ενότητα που αναφέρεται στην ανάλυση της λειτουργίας των τμημάτων της εργαλειομηχανής όπως είναι ο μύλος εργαλείων τόνου, το τσόκ κ.ά. καθώς δίνει και τις απαραίτητες πληροφορίες – οδηγίες για την συναρμολόγηση και την αποσυναρμολόγηση αυτών, την τοποθέτηση εργαλείων και των υλικών που είναι για κατεργασία.
- Διαδικασίες Έναρξης Κατεργασίας – Προγραμματισμός: αυτή είναι η πιο βασική ενότητα του εγχειριδίου, αφού αναλύεται βήμα βήμα η διαδικασία που απαιτείται να ακολουθήσει ο χειριστής – χρήστης για να υλοποιήσει με επιτυχία μια κατεργασία ενός υλικού με ασφάλεια. Στην ουσία σε αυτό το κομμάτι αναλύεται η αντιστάθμιση των εργαλείων, ο μηδενισμό αξόνων, ο προγραμματισμό κ.λπ., μέσω αναλυτικών παραδειγμάτων και φωτογραφικού υλικού καθώς υπάρχει και η κατάλληλη επεξήγηση της κάθε εντολής του προγράμματος.
- Συντήρηση: σε αυτό το σημείο του εγχειρίδιο δίνονται πληροφορίες και οδηγίες για την πραγματοποίηση της συντήρησης της εργαλειομηχανής και περιλαμβάνει τον έλεγχο των μερών της και τις διαδικασίες συντήρησής (π.χ. λάδι μετάδοσης, πλήρωσης ψυκτικού κοπής κ.λπ.) σε καθημερινή, εβδομαδιαία και μηνιαία βάση, ανάλογα τη σημαντικότητά τους αλλά και την χρήση της εργαλειομηχανής.

3.6. ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

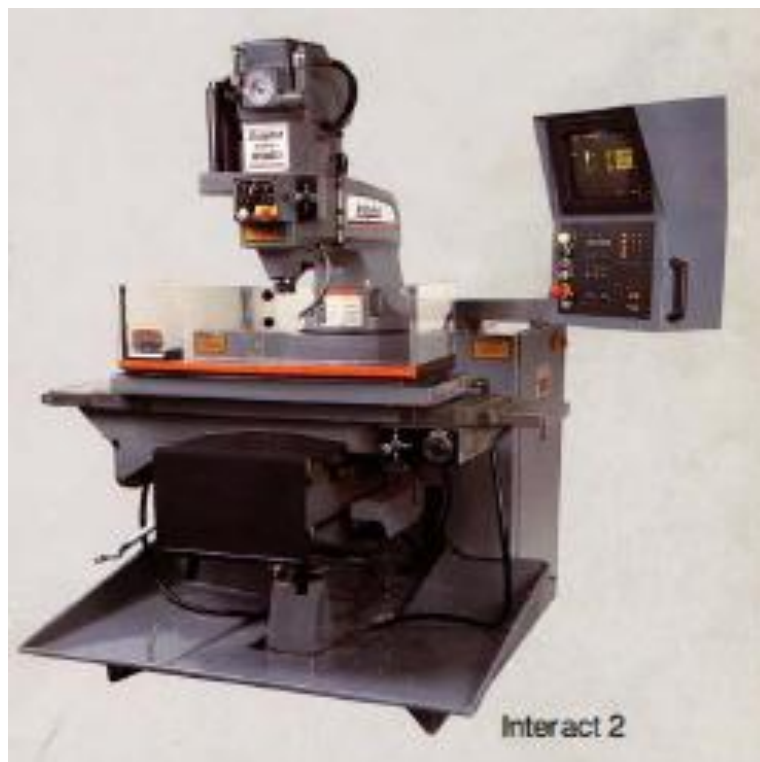
Ο τρόπος ανάπτυξης του εγχειριδίου αποτελείται από τα ακόλουθα [2]:

- Είδος γραφής και σύνταξης: ο πιο αποτελεσματικός τρόπος επικοινωνίας του συγγραφέα ενός εγχειριδίου και των αναγνωστών – χρηστών είναι η αμεσότητα. Όταν γίνεται χρήση περίπλοκου λεξιλογίου πολλές φορές οδηγεί σε αντίθετα αποτελέσματα με συνέπεια να μην εξυπηρετείται ο σκοπός του τεχνικού φυλλαδίου που είναι αποκλειστικά να ενημερώσει και να δώσει τις απαραίτητες πληροφορίες – οδηγίες στο χρήστη. Όταν το κείμενο του εκάστοτε εγχειριδίου είναι γραμμένο με απλές κατανοητές λέξεις δίνεται η δυνατότητα να αφομοιωθεί και να γίνει άμεσα κατανοητό από τον αντίστοιχο αναγνώστη. Στην περίπτωση που υπάρχει εγχειρίδιο στα Αγγλικά και απαιτείται να μεταφραστεί σε άλλη γλώσσα τότε πρέπει η μετάφραση να πραγματοποιηθεί με προσοχή λόγω της διαφορετικής σύνταξης με σκοπό να υπάρχει πιστότητα κειμένου.
- Εργαλεία: για την σύνταξη ενός εγχειριδίου εργαλειομηχανών απαιτείται η χρήση λεξικών ψηφιακής μορφής, συγκεκριμένα προτείνονται τα προγράμματα sysran και magenta, καθώς και Αγγλοελληνικό λεξικό Oxford. Τονίζεται ότι για την συγγραφή ενός εγχειριδίου παίζουν σημαντικό ρόλο οι γνώσεις του συγγραφέα.
- Προβλήματα: η συγγραφή ενός εγχειριδίου – τεχνικού φυλλαδίου δεν θεωρείται κάτι απλό, με συνέπεια να δημιουργούνται διάφορα προβλήματα κατά την συγγραφή ένα από τα συνηθέστερα είναι η τεχνική ορολογία καθώς τα εγχειρίδια προσφέρουν μεγάλο όγκο πληροφοριών.

4. HEINDENHAIN TNC 151 - BRIDGEPORT SERIES INTERACT 2, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα δοθούν οι απαραίτητες πληροφορίες και οδηγίες για την φρέζα τύπου Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2 την οποία διαθέτει το εργαστήριο CNC του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας.



Εικόνα 19: Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2

4.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

4.2.1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Όταν το μηχάνημα τοποθετείται σε εργασιακό περιβάλλον πρέπει κατά προτίμηση να τοποθετείται σε τσιμέντο ή σε βιομηχανικό δάπεδο με πλάκες από ροδέλες, ρυθμιζόμενες πλάκες στήριξης ή λεπτή αρμολόγηση για να αντισταθμίσει τις ανωμαλίες του δαπέδου.

4.2.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η μηχανή συνδέεται σε 210, 220, 240, 380 V ή 400, 420, 440, 460, 480 V και όλα με ηλεκτρική ασφάλεια στα 20 amps. Για κάθε εγκατάσταση πρέπει να γίνεται έλεγχος του κατάλληλου συνδυασμού.

4.3. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

4.3.1. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Μόλις τοποθετηθεί η μηχανή στο εργοστάσιο πρέπει να γίνουν 2 βασικές διεργασίες για να είναι πλήρως λειτουργικό το μηχάνημα:

1. Επικάλυψη και βαφή με σπρέι.
2. Προληπτική εφαρμογή μπογιάς για σκουριά με πιστόλι σπρέι.

4.3.2. ΛΙΠΑΝΣΗ

Υπάρχουν 2 κατηγορίες συστημάτων λίπανσης:

1. Σημεία και αντικείμενα που λιπαίνονται για μια ζωή όπως ρουλεμάν, κιβώτια κίνησης κτλ.
2. Το σύστημα λίπανσης από την αυτόματη αντλία που λιπαίνει οδηγούς, ατέρμονες κτλ. στον άξονα Z.

4.3.3. ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΑΝΤΛΗΣΗ

Το ρεζερβουάρ με το ψυκτικό υγρό έχει χωρητικότητα 25 λίτρων (5 γαλόνια).

4.4. ΑΝΑΘΕΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Η πρώτη τοποθέτηση του μηχανήματος πρέπει να γίνει από το προσωπικό της εταιρείας Bridgerorth από εξειδικευμένο προσωπικό του μεταπωλητή που συνεργάζονται. Επίσης, η ηλεκτρική παροχή δεν πρέπει να συνδεθεί στις εργαλειομηχανές μέχρι να το επιτρέψει ο μηχανικός που επιβλέπει την τοποθέτηση.

4.4.1. ΒΗΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ

Τα βήματα τοποθέτησης είναι τα ακόλουθα:

- Προκαταρκτική επιθεώρηση
- Οπτική επιθεώρηση
- Έλεγχος καλωδίωσης

- Έλεγχος κεντρικής παροχής
- Ηλεκτρολογικός έλεγχος
- Έλεγχος πιέσεων
- Άξονας / Άτρακτος λειτουργίας
 - ✓ Φρενάρισμα ατράκτου
 - ✓ Αλλαγή ταχύτητας ατράκτου
- Τελικός έλεγχος
- MDI εντολές
- Λίπανση
- Ψύξη
- Ένδειξη χαμηλής ισχύος

4.5. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ – ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα βασικά στοιχεία για τη συντήρηση και την αρχή λειτουργίας της εργαλειομηχανής είναι τα ακόλουθα:

- Οι σερβομηχανισμοί λειτουργίας στον ΧΥ άξονα
- Ο μηχανισμός μετάδοσης κίνησης
- Μηχανισμοί κίνησης
 - ✓ Ανύψωση και χαμήλωμα
 - ✓ Σύσφιξη
- Σύστημα λίπανσης
 - ✓ Χρήση προτεινόμενων λιπαντικών από κατασκευαστή
- Οδηγός κίνησης για τον Ζ άξονα
- Φρεζάρισμα
- Διάτρηση
- Δράπανο
- Ατσάλινος άξονας 86mm προφύλαξης ρουλεμάν
- Άξονας λειτουργίας
- Λεπτομέρειες λειτουργίας κάθε εξαρτήματος
 - ✓ Εύρος λειτουργίας
 - ✓ Τράπεζα
 - ✓ Άξονας
 - ✓ Μηχανισμός τροφοδοσίας
 - ✓ Πίνακας ελέγχου
 - ✓ Απόδοση μηχανής

4.6. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

4.6.1. ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η εργαλειομηχανή λειτουργεί με τριφασικό ρεύμα 50/60 Hz. Εναλλασσόμενη λειτουργία επιλέγεται από τον πελάτη κατά την παραγγελία. Μπορούν να γίνουν και μικρο-αλλαγές στις ρυθμίσεις τάσης ανάλογα με τις απαιτήσεις που ισχύουν σε εκάστοτε δίκτυα. Διαθέσιμες επιλογές τάσεως εισόδου είναι: 210, 220, 230, 380, 400, 420, 440, 460 και 480V.

Το τριφασικό ρεύμα τροφοδοτείται από ειδικό σύστημα μέσω του κύριου συστήματος αποκοπής τοποθετημένο στο ηλεκτρικό ερμάριο και τροφοδοτεί την τριφασική καλωδίωση.

Τα αντικείμενα που τροφοδοτούνται στην τριφασική καλωδίωση είναι:

- Ο άξονας του κινητήρα
- Ο μετασχηματιστής τάσης ελέγχου (T1)
- Ο άξονας μετασχηματιστή ρεύματος κίνησης (T2)

4.6.2. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η μονοφασική ισχύς που εξάγεται από το μετασχηματιστή T1 τροφοδοτεί τη μονοφασική καλωδίωση διανομής ρεύματος. Τα αντικείμενα που λειτουργούν με μονοφασική παροχή είναι:

- Άτρακτος και ρελέ τροφοδοσίας
- Κινητήρας αντλίας λίπανσης
- Κινητήρας αντλίας ψυκτικού υγρού

4.6.3. 24 VOLT D.C. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Η σταθερή τροφοδοσία των 24 Volt χρησιμοποιείται για γενικούς σκοπούς για διακόπτες και εντολές ελέγχου όπου δε χρειάζεται εναλλαγή τάσης. Με τέτοια τροφοδοσία λειτουργεί ο ρυθμιστής για το TNC έλεγχο.

4.7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

➤ Ορισμός κοπτικού εργαλείου

Για την ενεργοποίηση του συστήματος ελέγχου για τον προσδιορισμό του μονοπατιού του κοπτικού εργαλείου από το προγραμματισμένο περίγραμμα του αντικειμένου πρέπει να προσδιοριστούν αρχικά το μήκος του εργαλείου και η ακτίνα του. Αυτά τα δεδομένα προγραμματίζονται στην καρτέλα χαρακτηριστικών ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ (TOOLDEFINITION – TOOLDEF).

➤ Αριθμός εργαλείου

Οι τιμές αποτύπωσης πάντα αναφέρονται σε ένα συγκεκριμένο κοπτικό που χαρακτηρίζεται από τον αριθμό του. Οι πιθανές τιμές αρίθμησης των κοπτικών εξαρτώνται από το πώς είναι εξοπλισμένη η εργαλειομηχανή:

- | | |
|---------|--------------------------------|
| 1 – 99 | με αυτόματη αλλαγή κοπτικού |
| 1 – 254 | χωρίς αυτόματη αλλαγή κοπτικού |

➤ Μήκος εργαλείου

Η τιμή μετατόπισης του κοπτικού μπορεί να καθοριστεί στην εργαλειομηχανή. Πρέπει να καθορίζονται τα δεδομένα του αντικειμένου εργασίας αρχικά. Το εργαλείο που χρησιμοποιείται έχει τιμή αντιστάθμισης «0» και ονομάζεται μηδενικό εργαλείο. Οι διαφορές μήκους των υπόλοιπων εργαλείων σε σχέση με το μηδενικό εργαλείο προγραμματίζονται ως τιμές αντιστάθμισης μήκους.

➤ Πινακίδες προθέματος

Εάν ένα εργαλείο είναι πιο κοντό από το μηδενικό εργαλείο τότε η διαφορά ορίζεται ως αρνητικό μήκος συσχέτισης. Ομοίως, αν είναι πιο μεγάλο σε μήκος ορίζεται ως θετική τιμή

συσχέτισης. Εάν χρησιμοποιείται εργαλείο presetter όλα τα μήκη των εργαλείων είναι γνωστά.

4.8. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

➤ *Ακτίνα κοπτικού εργαλείου*

Η ακτίνα του κοπτικού ορίζεται πάντα ως θετική ποσότητα ακόμα και στην περίπτωση της απομνημόνευσης μιας τιμής ακτίνας για αναπαραγωγή προγραμματισμού. Όταν χρησιμοποιούνται εργαλεία διάτρησης η τιμή «0» μπορεί να οριστεί ως τιμή ακτίνας.

Πιθανό εύρος εισόδου: ± 30000.000

➤ *Νέο εργαλείο*

Η εντολή TOOLCALL χρησιμοποιείται για να γίνει προσβάσιμο ένα νέο εργαλείο και όλοι οι συσχετισμοί μήκους και ακτίνας. Εκτός του αριθμού του εργαλείου το σύστημα ελέγχου πρέπει να γνωρίζει τον άξονα της ατράκτου για να υπολογίσει τους συσχετισμούς άξονα και ακτίνας στο κατάλληλο επίπεδο. Αμέσως εισάγεται και η ταχύτητα της ατράκτου ακολουθώντας τον άξονα της ατράκτου. Ταχύτητα εκτός του εύρους λειτουργίας προκαλεί την ακόλουθη ένδειξη: WRONGRPM (Λάθος στροφές).

➤ *Αλλαγή εργαλείου*

Η αλλαγή του εργαλείου συμβαίνει σε μια προκαθορισμένη θέση αλλαγής κοπτικού. Το σύστημα ελέγχου μετατοπίζει το εργαλείο σε προκαθορισμένη θέση μη ονομαστικών τιμών εφόσον έχει ακυρωθεί το εργαλείο από τη λίστα χρήσης. Η διαδικασία αυτή γίνεται με την εντολή TOOL CALL 0.

➤ *Δομή προγράμματος*

Η δομή του προγράμματος πρέπει να διακοπεί με χειροκίνητη εντολή αλλαγής εργαλείου η οποία τοποθετείται πριν την εντολή TOOLCALL. Η δομή του προγράμματος διακόπτεται μέχρι να πατηθεί εξωτερικό κουμπί Επανεναρξης του προγράμματος. Αν η αλλαγή του εργαλείου είναι προγραμματισμένη και γίνεται αυτόματα δε χρειάζεται να γίνει παύση του προγράμματος.

4.9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Το περίγραμμα των αντικειμένων σχεδίασης με την εργαλειομηχανή TNC 355 αποτελείται από ευθείες γραμμές και τόξα.

➤ *Δημιουργία/Παραγωγή περιγράμματος αντικειμένου σχεδίασης*

Τα βήματα στη δημιουργία ενός περιγράμματος αντικειμένου σχεδίασης καθορίζεται από το μπλοκ του κώδικα της μηχανής οπότε είναι αρκετό να:

- Εισάγονται οι συντεταγμένες της επόμενης γνωστής θέσης
- Να καθορίζεται το είδος του μονοπατιού (ευθεία γραμμή, τόξο ή έλικα) που θα ακολουθήσει το αντικείμενο.

➤ *Προγραμματισμός συντεταγμένων*

Η διαδρομή για ένα συγκεκριμένο σημείο πρέπει να προσδιορίζεται πριν οι να προγραμματιστούν οι συντεταγμένες.

➤ *Απόλυτες διαστάσεις*

Για να οριστούν οι απόλυτες διαστάσεις σε απόλυτες τιμές πρέπει να πατηθεί το κουμπί I.

4.10. ΠΟΛΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

Στις πολικές συντεταγμένες το κέντρο είναι το σημείο αναφοράς του συστήματος. Το κέντρο-σημείο αναφοράς πρέπει να ορίζεται πριν εισαχθούν οι συντεταγμένες. Υπάρχουν τρεις τρόποι να οριστεί ο πόλος:

- Το κέντρο επαναπροσδιορίζεται με τις καρτεσιανές συντεταγμένες και ένα CC μπλοκ κώδικα προγραμματίζεται με τις συντεταγμένες του επιπέδου εργασίας.
- Η τελευταία ονομαστική τιμή χρησιμοποιείται ως ο πόλος. Ένα κενό CC μπλοκ προγραμματίζεται. Οι πιο πρόσφατες προγραμματισμένες συντεταγμένες χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τον πόλο.
- Οι συντεταγμένες του πόλου προγραμματίζονται στο τελευταίο CC μπλοκ. Το CC μπλοκ μπορεί να παραλειφθεί.

Ο πόλος μπορεί να προγραμματιστεί μόνο σε καρτεσιανές συντεταγμένες.

- CC σε απόλυτες συντεταγμένες: ο πόλος βασίζεται σε δεδομένα του κομματιού επεξεργασίας.
- CC σε οριακές συντεταγμένες: ο πόλος βασίζεται στην προηγούμενη ονομαστική τιμή του εργαλείου.

➤ Πολικές συντεταγμένες

Αν είναι επιθυμητό τα σημεία μπορούν να προσδιοριστούν από πολικές συντεταγμένες επίσης. Τέτοιες είναι η πολική ακτίνα R ή η πολική ακτίνα PR. Οι πολικές συντεταγμένες βασίζονται σε ένα γνωστό πόλο CC.

➤ Οριακές συνθήκες εισαγωγής

Σε περιπτώσεις οριακών δεδομένων εισαγωγής, η πολική ακτίνα αυξάνεται με την προγραμματισμένη τιμή. Μια οριακή πολική γωνία IPA βασίζεται στην πλευρά της τελευταίας γωνίας που έχει εισαχθεί.

4.11. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΚΤΙΝΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΚΟΠΤΙΚΟΥ

Για να επιτευχθεί αυτόματος συσχετισμός της ακτίνας και του μήκους του κοπτικού – όπως εισάγεται από την εντολή TOOLDEF – το σύστημα ελέγχου πρέπει να γνωρίζει αν το κοπτικό εργαλείο στα αριστερά ή στα δεξιά του περιγράμματος ή ακόμα και απευθείας στο περίγραμμα με βάση την κατεύθυνση της τροφοδοσίας.

Αν το εργαλείο μετακινείται με συσχετισμό της διαδρομής ακολουθεί ένα μονοπάτι που κινείται παράλληλα από και προς μια απόσταση από το περίγραμμα ίση με την ακτίνα του εργαλείου.

Για να προγραμματιστεί η κίνηση του κοπτικού προς την επιθυμητή κατεύθυνση χρησιμοποιούνται τα πλήκτρα R_-^L και R_+^R .

➤ Συσχέτιση διαδρομής σε εσωτερικές γωνίες

Όταν η συσχέτιση της ακτίνας είναι ενεργοποιημένη, το σύστημα ελέγχου αυτόματα υπολογίζει σε εσωτερικές γωνίες τη διχοτόμο Στου περιγράμματος που είναι σε παράλληλη διαδρομή με το κοπτικό.

Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται για να μη γίνεται κόψιμο προς τα πίσω σε εσωτερικές γωνίες με αποτέλεσμα να χαλάει το κοπτικό.

➤ Συσχέτιση διαδρομής σε εξωτερικές γωνίες

Σε περιπτώσεις που έχει προγραμματιστεί η συσχέτιση ακτίνας για εξωτερικές γωνίες τότε το σύστημα ελέγχου εισάγει ένα τόξο μετάβασης στη γωνία το οποίο επιτρέπει στο κοπτικό να «κυλίσσει» γύρω από τη γωνία.

Στις πιο πολλές εφαρμογές το κοπτικό οδηγείται γύρω από τη γωνία με ένα σταθερό ρυθμό βήματος. Αν το βήμα είναι πολύ μεγάλο για το τόξο μετάβασης τότε το βήμα του κοπτικού μειώνεται (με αποτέλεσμα πιο ακριβές περίγραμμα). Η περιοριστική τιμή έχει προγραμματιστεί μόνιμα στο σύστημα ελέγχου.

Υπάρχει η δυνατότητα να απενεργοποιηθεί το αυτόματο βήμα τροφοδοσίας με τον προγραμματισμό της βοηθητικής συνάρτησης M90.

➤ *Συσχέτιση τομής περιγράμματος*

Όταν η ακτίνα του κοπτικού εργαλείου είναι μεγαλύτερη από κάποια γωνία στο περίγραμμα του αντικειμένου μπορεί να προκληθεί ζημιά λόγω του τόξου μετάβασης. Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται το μήνυμα «Η ΑΚΤΙΝΑ ΤΟΥ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΙΝΑΙ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗ» και το προγραμματισμένο μπλοκ εντολών δεν πραγματοποιείται.

Ο προγραμματισμός της βοηθητικής συνάρτησης M97 αποτρέπει την εισαγωγή του τόξου μετάβασης. Το σύστημα ελέγχου πληκτρολογεί ένα βοηθητικό περίγραμμα Σ και καθοδηγεί το κοπτικό ώστε να μην προκαλέσει ζημιά στο αντικείμενο.

- Η βοηθητική συνάρτηση M97 πρέπει να προγραμματίζεται στο ίδιο μπλοκ ως εξωτερικό γωνιακό σημείο.
- Σε ειδικές περιπτώσεις όπως η τομή ενός κυκλικού προφίλ με μια ευθεία γραμμή η χρήση της M97 δεν είναι δυνατή. Σε αυτή την περίπτωση προβάλλεται ξανά το μήνυμα «η ακτίνα του κοπτικού είναι πολύ μεγάλη».

➤ *Σταθερό βήμα σε γωνίες με συνάρτηση M90*

Σε εξωτερικές γωνίες ο ρυθμός του βήματος του κοπτικού μειώνεται ενώ σε εσωτερικές γωνίες το κοπτικό εργαλείο γίνεται στατικό. Η μείωση του ρυθμού βήματος σε γωνίες μπορεί να ακυρωθεί με την βοηθητική εντολή M90 η οποία μπορεί να προκαλέσει μια ελαφριά παραμόρφωση στο περίγραμμα. Η βοηθητική συνάρτηση εξαρτάται από τις ρυθμίσεις της εργαλειομηχανής (συνιστάται η ενημέρωση του κατασκευαστή για να καθορίσει τον τρόπο λειτουργίας των συναρτήσεων της μηχανής).

4.12. ΡΥΘΜΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ F – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ M

➤ *Ρυθμός τροφοδοσίας*

Ο ρυθμός τροφοδοσίας/βήματος πχ. Η ταχύτητα μετατόπισης του κοπτικού κατά μήκος μιας διαδρομής προγραμματίζεται σε mm/min ή 0.1 inch/min. Αν χρησιμοποιείται περιστρεφόμενο τραπέζι (A-, B- ή C- άξονας) η τιμή εισάγεται σε μοίρες/min.

Η παράκαμψη του ρυθμού τροφοδοσίας, είναι τοποθετημένη στο εμπρός μέρος του συστήματος ελέγχου και χρησιμοποιείται για να αλλάξει ο ρυθμός τροφοδοσίας μέσα σε ένα εύρος 0 – 150%.

Οι μέγιστες τιμές εισαγωγής (ταχεία μετατόπιση) για το βήμα είναι:

- ✓ 15.999 mm/min
- ✓ 6.2999/10 inch/min

Ο μέγιστος ρυθμός τροφοδοσίας καθορίζεται από το χειριστή της εργαλειομηχανής.

➤ *Βοηθητική συνάρτηση*

Ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει τις βοηθητικές συναρτήσεις που ελέγχουν το σύστημα ελέγχου της εργαλειομηχανής (πχ. Άτρακτος ON) και να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά του περιγράμματος του αντικειμένου. Οι βοηθητικές συναρτήσεις αποτελούνται από τη διεύθυνση M και τον κωδικό αριθμό. Οι εντολές M είναι ενεργές και

στην αρχή του κάθε μπλοκ. (πχ. M03: Άξονας ON – περιστροφή με τη φορά του ρολογιού) αλλά υπάρχουν και κάποιες που βρίσκονται ενεργές στο τέλος του μπλοκ (πχ. M05: Άξονας STOP).

4.13. ΕΥΘΕΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ

➤ *Σχετικές μετατοπίσεις*

Σχετική μετατόπιση ορίζεται ως η κίνηση του κοπτικού σχετικά με το αντικείμενο κατά μήκος ενός συγκεκριμένου μονοπατιού παράλληλα με ένα άξονα της εργαλειομηχανής.

➤ *2D γραμμική παρεμβολή*

Ως 2D γραμμική παρεμβολή χαρακτηρίζεται η κίνηση του εργαλείου κατά μήκος ευθείας διαδρομής σε κύρια επίπεδα (XY, YZ, ZX).

➤ *3D γραμμική παρεμβολή*

Ως 3D γραμμική παρεμβολή ορίζεται η κίνηση του εργαλείου σε συγκεκριμένο μονοπάτι σχετικά με το αντικείμενο με παράλληλη μετατόπιση και των τριών αξόνων της εργαλειομηχανής.

➤ *Ευθεία γραμμή L*

Για να κινηθεί το κοπτικό κατά μήκος συγκεκριμένης διαδρομής από αρχικό σημείο P1 σε τελικό σημείο P2 πρέπει να προγραμματιστεί το τελικό σημείο P2 σε ευθεία γραμμή είτε σε πολικές είτε σε καρτεσιανές συντεταγμένες.

4.14. ΚΥΚΛΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ C / ΠΟΛΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

➤ *Προγραμματισμός κυκλικής διαδρομής σε πολικές συντεταγμένες*

Αν το τελικό σημείο του τόξο είναι προγραμματισμένο σε πολικές συντεταγμένες, μόνο η πολική ακτίνα RA απαιτείται για να καθοριστεί το τελικό σημείο. Η ακτίνα καθορίζεται ήδη από τη θέση του κοπτικού και προγραμματίζεται στο κέντρο του κύκλου CC.

Αν το κοπτικό είναι τοποθετημένο σε πόλο ή στο κέντρο του κύκλου πριν ξεκινήσει η κυκλική συσχέτιση τότε προβάλλεται το μήνυμα: «ΛΕΙΠΕΙ Η ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ»

➤ *Κυκλική διαδρομή CR*

Εάν το κεντρικό σημείο ενός κυκλικού μονοπατιού είναι άγνωστο αλλά η ακτίνα είναι συγκεκριμένη τότε το μονοπάτι μπορεί να προσδιοριστεί με το CRκλειδί μέσω:

- Του τελικού σημείου
- Της ακτίνας
- Κατεύθυνση ή περιστροφή

Οι συντεταγμένες του τελικού σημείου προγραμματίζονται μόνο σε καρτεσιανές συντεταγμένες.

Η απόσταση μεταξύ του αρχικού και του τελικού σημείου της διαδρομής δεν πρέπει να υπερβαίνει το μέγεθος $2 \times R$ (ακτίνα).

➤ *Ακτίνα*

Δύο είναι οι γεωμετρικές λύσεις για τις κυκλικές διαδρομές και εξαρτώνται από το κέντρο της γωνίας β:

- Το μικρότερο τόξο έχει κεντρική γωνία $\beta < 180^\circ$
- Το μεγαλύτερο τόξο έχει κεντρική γωνία $\beta > 180^\circ$

Για τον προγραμματισμό της μικρής γωνίας πρέπει να εισαχθεί μια θετική ακτίνα ενώ για τη μεγάλη γωνία πρέπει να εισαχθεί αρνητική γωνία.

➤ *Κατεύθυνση της περιστροφής*

Η κατεύθυνση της περιστροφής καθορίζει αν το κυκλικό μονοπάτι είναι κοίλο ή κυρτό.

- DR+ = κοίλο τόξο
- DR- = κυρτό τόξο

➤ *Τόξο με εφαπτομενική σύνδεση*

Ο προγραμματισμός μιας κυκλικής διαδρομής γίνεται πιο απλός αν το τόξο συνδέεται εφαπτομενικά με το περίγραμμα. Μόνο το τελικό σημείο του τόξου χρειάζεται για να προσδιοριστεί το τόξο.

➤ *Ελικοειδής διαδρομή*

Στην περίπτωση της έλικας 2 άξονες κινούνται ταυτόχρονα με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται ένας κύκλος σε κύριο επίπεδο (XY,YZ,ZX). Αν προστεθεί γραμμική κίνηση σε τρίτο άξονα θα προκληθεί η δημιουργία ενός σπειροειδούς μονοπατιού.

Η ελικοειδής συσχέτιση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μεγάλης διαμέτρου εσωτερικών και εξωτερικών σπειρωμάτων ή αυλακιών λίπανσης.

- Η έλικα προγραμματίζεται σε πολικές συντεταγμένες.

➤ *Συσχέτιση ακτίνας*

Η τιμή που εισάγεται για συσχέτιση της ακτίνας εξαρτάται από:

- Την κατεύθυνση της περιστροφής
- Το εσωτερικό ή το εξωτερικό σπείρωμα
- Την κατεύθυνση της διεργασίας (θετική ή αρνητική φορά του άξονα).

➤ *Προσέγγιση περιγράμματος και κίνηση για σχεδιασμό τόξου*

Μια ομαλή προσέγγιση και μετάβαση στο περίγραμμα του αντικειμένου κατά μήκος μιας τοξοειδούς διαδρομής μπορεί να προγραμματιστεί με το πλήκτρο RND.

- Προσέγγιση: Το κοπτικό ξεκινά από μια αρχική θέση PS και στη συνέχεια στο τελικό σημείο του περιγράμματος του αντικειμένου που θα σχεδιαστεί. Το αρχείο προγραμματισμού για μετάβαση στο αρχικό σημείο PS δεν πρέπει να περιλαμβάνει συσχέτιση ακτίνας. Το αρχείο προγραμματισμού για μετάβαση στο πρώτο σημείο P1 πρέπει να περιλαμβάνει συσχέτιση ακτίνας. Με βάση τα δεδομένα του RND συστήματος που σχετίζεται με το μπλοκ τοποθέτησης P1, το σύστημα αναγνωρίζει τότε απαιτείται μια προσέγγιση σε σχήμα τόξου.
- Αναχώρηση: Το κοπτικό φθάνει στο τελικό σημείο P4 και τότε μετακινείται στην τελική θέση PE. Το προγραμματιστικό μπλοκ για μετάβαση σε θέση P4 πρέπει να περιλαμβάνει συσχέτιση ακτίνας, ενώ για μετάβαση στο σημείο PE δεν πρέπει. Με βάση τα δεδομένα του RND συστήματος που σχετίζεται με το μπλοκ τοποθέτησης P4, το σύστημα αναγνωρίζει τότε απαιτείται μια προσέγγιση σε σχήμα τόξου.

4.15. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΣΕ ΕΥΘΕΙΑ ΓΡΑΜΜΗ

Το εργαλείο αρχικά προσεγγίζει το αρχικό σημείο PS και στη συνέχεια προχωρά προς το περίγραμμα. Μόλις ολοκληρωθεί η διεργασία το κοπτικό αναχωρεί από το περίγραμμα και μετακινείται στην τελική θέση PE.

➤ *Γωνία διαδρομής α*

Τα χαρακτηριστικά προσέγγισης και αναχώρησης εξαρτώνται από τη γωνία διαδρομής α. Η γωνία α σχηματίζεται από το πρώτο ή το τελευταίο στοιχείο του

περιγράμματος και την ευθεία γραμμή προσέγγισης ή τη διαδρομή αναχώρησης. Τρεις είναι οι περιπτώσεις:

- $\alpha = 180^\circ$
- $\alpha < 180^\circ$
- $\alpha > 180^\circ$

Όταν η γωνία α είναι ίση με 180° το αρχικό και το τελικό σημείο τοποθετούνται σε ευθεία γραμμή επέκτασης που είναι εφαπτομενική στο πρώτο και στο τελευταίο σημείο του περιγράμματος. Οι συντεταγμένες αυτές πρέπει να προγραμματιστούν με συσχέτιση ακτίνας.

Όταν η γωνία α είναι μεγαλύτερη των 180° τα αρχικά και τελικά σημεία πρέπει να προγραμματίζονται με συσχέτιση ακτίνας (RI ή RL). Τα σημεία αυτά αναλαμβάνουν να σχηματίσουν με εξωτερική γωνία. Το σύστημα ελέγχου εκτελεί μια συσχέτιση ακτίνας σε εξωτερικές γωνίες και εισάγει ένα τόξο μετάβασης.

Όταν η γωνία α είναι μικρότερη των 180° το αρχικό και τελικό σημείο προγραμματίζονται χωρίς συσχέτιση ακτίνας πχ. με R0. Τα σημεία PS και PE προγραμματίζονται χωρίς συσχέτιση διαδρομής.

➤ *Εντολή προσέγγισης M96*

- Η εντολή M96 για εξωτερικές γωνίες είναι πάντα ενεργή εάν δεν υπάρχει συσχέτιση διαδρομής στην αρχή του προγραμματιστικού κώδικα.
- Εάν η M96 προγραμματιστεί και η γωνία α είναι μικρότερη των 180° τότε θα προκληθεί μη ολοκληρωμένη μηχανική κατεργασία του περιγράμματος.

➤ *Εντολή αναχώρησης M98*

Η βοηθητική συνάρτηση M98 είναι αποτελεσματική μόνο για το μπλοκ στο οποίο είναι προγραμματισμένη. Η M98 προλαμβάνει την παρεμβολή των τόξων μετάβασης σε εξωτερικές γωνίες και υπολογίζει τη διασταύρωση των διαδρομών σε εσωτερικές γωνίες.

➤ *Εντολή προσέγγισης M95 για εσωτερικές γωνίες*

Η εντολή M95 είναι ενεργή μόνο στην αρχή του προγράμματος μηχανουργικής κατεργασίας. Εάν η γωνία α είναι μεγαλύτερη των 180° και προγραμματιστεί η M95 τότε το περίγραμμα του αντικειμένου θα καταστραφεί.

4.16. ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

➤ *Επιγραφές – ετικέτες*

Κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού διάφορες ετικέτες-επιγραφές του προγράμματος με ένα συγκεκριμένο αριθμό μπορούν να οριστούν στην αρχή ενός μέρους ενός προγράμματος, όπως μια υπορουτίνα.

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάποια από αυτές τις υπορουτίνες καθώς το πρόγραμμα ήδη βρίσκεται σε λειτουργία. Το αντίστοιχο πλήκτρο για αυτή την διαδικασία είναι το LBLKEY.

Το εύρος επιλογών για ετικέτες είναι από 0 έως 254. Ο αριθμός 0 υποδηλώνει το τέλος μιας υπορουτίνας και συνεπώς είναι μια ετικέτα που υποδηλώνει επιστροφή σε αρχικό στάδιο.

➤ *Επανάληψη μέρους του προγράμματος*

Τμήματα των προγραμμάτων που έχουν εκτελεστεί μπορούν να επαναληφθούν μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος. Αυτή η διαδικασία αναφέρεται ως βρόχος του προγράμματος ή επανάληψη τμήματος του προγράμματος.

Η έναρξη του προγράμματος που θα επαναληφθεί συμβολίζεται με έναν αριθμό – ετικέτα. Το τέλος του προγράμματος αποτελείται από μια ετικέτα που συμβολίζεται με LBLCALL καθώς και τις επαναλήψεις του προγράμματος (REP).

➤ *Εκτέλεση προγράμματος*

Το σύστημα ελέγχου εκτελεί το κύριο πρόγραμμα (μαζί με οποιαδήποτε άλλα βοηθητικά προγράμματα) μέχρι το πρόγραμμα που έχει κληθεί με ετικέτα. Στη συνέχεια εκτελεί επανάληψη του προγράμματος που έχει οριστεί. Οι υπολειπόμενες επαναλήψεις συμβολίζεται στην οθόνη ως: REP 2/1 όταν για παράδειγμα υπολείπεται 1 επανάληψη. Όταν έχει ολοκληρωθεί η επανάληψη στην οθόνη πλέον υπάρχει η ένδειξη REP 2/0.

➤ *Σφάλματα*

Αν δεν οριστεί είσοδος (NO ENTRYKEY) σε απάντηση της εντολής REP τότε θα δημιουργηθεί ένας βρόχος και η ετικέτα που έχει κληθεί θα πραγματοποιηθεί 8 φορές.

➤ *Υπορουτίνες*

Αν το κομμάτι του προγράμματος χρειάζεται και σε άλλα σημεία του προγράμματος κατεργασίας τότε χαρακτηρίζεται ως υπορουτίνα και στην αρχή τοποθετείται όποια ετικέτα είναι επιθυμητή. Στο τέλος της υπορουτίνας όμως τοποθετείται πάντα η ετικέτα 0.

Αν η υπορουτίνα είναι ενσωματωμένη μέσα στο κύριο πρόγραμμα τότε τρέχει και αυτή χωρίς να χρειάζεται άλλος τρόπος ενεργοποίησης.

➤ *Επιπλέον ενσωματωμένη υπορουτίνα (nesting)*

Ως διαδικασία nesting καλείται το κάλεσμα μιας επιπλέον υπορουτίνας ή προγράμματος επανάληψης.

➤ *Υπορουτίνα χωρίς υπορουτίνα*

Μια υπορουτίνα δε μπορεί να γραφεί σε μια υπάρχουσα υπορουτίνα. Συνεπώς, κάθε υπορουτίνα εκτελείται μέχρι το πρώτο σύμβολο 0 της ετικέτας.

Είναι δυνατή η επανάληψη των υπορουτίνων με το σκοπό της διαδικασίας nesting.

➤ *Μετάβαση σε άλλο κύριο πρόγραμμα*

Η διαχείριση ελέγχου των αρχείων ενεργοποιεί τη δυνατότητα μετάβασης από ένα πρόγραμμα σε άλλο. Αυτό ενεργοποιεί:

- Τη δημιουργία συγκεκριμένων κύκλων διεργασίας σε συνδυασμό με παραμετρικό σχεδιασμό.
- Αποθήκευση αρχείων

Οι εναλλαγές πραγματοποιούνται με το πλήκτρο PGM. Τέλος, δεν επιτρέπεται να κληθούν πάνω από 4 επίπεδα προγραμμάτων nesting.

➤ *Παράμετροι*

Οι αριθμητικές τιμές ενός προγράμματος που αντιστοιχούν σε μονάδες μέτρησης (συντεταγμένες ή βήμα) μπορούν να αντικατασταθούν με μεταβλητές παραμέτρους. Η παράμετρος Q δε μπορεί να αλλαχθεί από mm σε inch και αντίστροφα. Το γράμμα Q χρησιμοποιείται για το συμβολισμό των μεταβλητών παραμέτρων. Η εισαγωγή παραμέτρου γίνεται με το πλήκτρο Q DEF.

Στον παραμετρικό προγραμματισμό ένα βήμα μπορεί να διαρκέσει μεταξύ 3 και 20 ms. Σε περιπτώσεις σύνθετων υπολογισμών το κοπτικό ενδέχεται να σταματήσει για λίγο.

Κάποιες χαρακτηριστικές παραμετρικές σχέσεις είναι οι τριγωνομετρικές συναρτήσεις όπως: ημίτονο, συνημίτονο, μήκος υποτινούςας, τετραγωνικές ρίζες κτλ.

Υπάρχουν παραμετρικές σχέσεις για τον προγραμματισμό και οι πιο σημαντικές είναι:

- 1) Ισότητα (=)
- 2) Διαφορετικές τιμές και όχι ίσες (≠)
- 3) Ανισότητες (> , <)

➤ *Παραμετρικές γεωμετρίες*

Ορισμένα από τα γεωμετρικά περιγράμματα αποτελούνται από παραμετροποιημένες σχέσεις όπως για παράδειγμα η έλλειψη. Ο παραμετρικός τρόπος γραφής του σχήματος της έλλειψης είναι:

$$x = ax \cos \alpha$$

$$y = bx \sin \alpha$$

Κάθε γωνία α έχει 2 μεταβλητές X και Y . Η δομή ενός προγράμματος συνήθως είναι η ακόλουθη:

- Ορισμός παραμέτρου
- Καθορισμός σημείων παραμέτρου (πχ. Για φρεζάρισμα της έλλειψης)
- Αύξηση του βήματος της γωνίας
- Παραμετρική σύγκριση και συνεχής εκτέλεση του προγράμματος μέχρι η έλλειψη να ολοκληρωθεί.

4.17. ΠΡΟ-ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (CANNED CYCLES)

Για λόγους απλούστευσης και επιταχύνσεως ενός προγράμματος υπάρχουν κάποιες μηχανουργικές διεργασίες που επαναλαμβάνονται συχνά οι οποίες έχουν προγραμματιστεί από πριν και εκτελούνται μόλις χρειαστεί. Αυτή η διεργασία ονομάζεται canned cycle. Οι κύκλοι που χρησιμοποιούνται για μετατροπή συντεταγμένων τερματίζουν τη συσχέτιση της διαδρομής του εργαλείου.

Όταν καλείται ένα προ-προγραμματισμένο πρόγραμμα κύκλου τότε προκαλείται η ενεργοποίηση του προκαθορισμένου κύκλου διεργασίας. Για την ενεργοποίηση ενός τέτοιου έτοιμου προγράμματος υπάρχουν τρεις επιλογές:

- Το μπλοκ CYCL CALL
- Η βοηθητική συνάρτηση M99
- Η βοηθητική συνάρτηση M89

➤ *Απαιτήσεις*

Πριν γίνει το κάλεσμα ενός έτοιμο κώδικα κύκλου πρέπει να προγραμματιστούν οι εξής εντολές:

- Κάλεσμα κοπτικού εργαλείου
- Βοηθητική συνάρτησης για να καθορίσει τη διεύθυνση της περιστροφής
- Τοποθέτηση του μπλοκ για αρχική θέση

➤ *Μετασχηματισμός συντεταγμένων*

Για μετασχηματισμό των συντεταγμένων υπάρχει η συνάρτηση "Workpiecedatum". Ο έτοιμος εντολές που εμπεριέχονται σε αυτή τη συνάρτηση δε χρειάζεται να καλούνται κάθε φορά αλλά είναι ενεργές κατευθείαν.

➤ *Διαδικασία διάνοιξης οπών (peckdrilling)*

Από την αρχική θέση το εργαλείο εισχωρεί στο αντικείμενο εργασίας στο προκαθορισμένο βάθος και στη συνέχεια προχωρά με τον προγραμματισμένο ρυθμό. Κάθε φορά που το κοπτικό φθάνει στο προκαθορισμένο βάθος τότε επιστρέφει στην αρχική θέση και στη συνέχεια εισχωρεί ξανά στο επόμενο προγραμματισμένο βάθος. Αυτό το επαναλαμβανόμενο τρύπημα και η διαδικασία ανάκλησης του κοπτικού ολοκληρώνεται μόλις φθάσει το κοπτικό στο τελικό βάθος. Τότε το κοπτικό επιστρέφει στην αρχική θέση.

➤ *Τρύπημα (tapping)*

Για τη διάνοιξη σπειρωμάτων καλείται το έτοιμο πρόγραμμα που καθορίζει την περιστροφή του άξονα και το εύρος βήματος καθώς επίσης και το εύρος περιορισμού αυτών. Ο ρυθμός για έναν λεγόμενο tappingcycle υπολογίζεται από το πρόγραμμα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$F = S \times P$$

Όπου,

F = ο ρυθμός τροφοδοσίας

S = ταχύτητα του άξονα σε rpm

P = μέγεθος σπειρώματος

Όταν το κοπτικό φθάσει στο μέγιστο βάθος τότε πραγματοποιείται μια περιστροφή σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που καθορίζεται από κάποιες παραμέτρους. Στο τέλος της διαδικασίας αυτής το κοπτικό επανέρχεται στην αρχική θέση.

➤ Φρεζάρισμα

Η διαδικασία του φρεζαρίσματος είναι μια συνδυαστική διαδικασία φινιρίσματος. Το πάχος της σχισμής πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερο από τη διάμετρο του κοπτικού. Για τον προσδιορισμό της αρχικής θέσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ακτίνα του κοπτικού.

Στη διαδικασία του φρεζαρίσματος ανήκουν διάφορες διεργασίες όπως:

1. Ξεχόνδρισμα (roughing)

a. Διαδικασία pocket milling

i. Κυκλική εντολή Pocket

ii. Διάφορα είδη περιγραμμάτων (πχ. Pilotdrill, rough –out, contourmill, island και συνδυαστικά μοτίβα των προηγούμενων εντολών)

2. Φινίρισμα (Finishing)

➤ Προγραμματισμός υπο-περιγραμμάτων

Διάφορα περιγράμματα αποθηκεύονται σε υπορουτίνες. Το πρώτο σημείο είναι το αρχικό σημείο όπου μπορεί να επιτευχθεί ταίριασμα. Επίσης, το πρώτο σημείο του πρώτου υπο-περιγράμματος είναι σημείο εισαγωγής για την εντολή «pilot drilling». Το πρώτο σημείο προγραμματίζεται με γραμμική παρεμβολή πατώντας το κατάλληλο πλήκτρο.

- Η πρώτη υπορουτίνα πρέπει να είναι pocket.
- Το αρχικό σημείο δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε περίγραμμα ενός ενδιάμεσου περιγράμματος island.
- Η συσχέτιση ακτίνας RL/RR δεν πρέπει να αλλάζεται μέσα σε υπορουτίνα ή υποπερίγραμμα.
- Το πρώτο υποπερίγραμμα πρέπει να είναι pocket.
- Η εντολή cycle για τη διαδικασία pilotmill πρέπει να καλείται ξεχωριστά.
- Το κοπτικό πρέπει να τοποθετείται σε προκαθορισμένη αρχική θέση πάνω από το υλικό πριν κληθεί η προγραμματισμένη εντολή.
- Η εντολή cycle για τη διαδικασία Rough – out πρέπει να καλείται ξεχωριστά.

➤ Φρεζάρισμα περιγράμματος

Αυτή η προγραμματισμένη εντολή cycle μπορεί να χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς φρεζαρίσματος περιγραμμάτων που περιέχουν υπορουτίνες.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται είναι τα ακόλουθα:

- Υπολογίζονται οι διασταυρώσεις των περιγραμμάτων
- Αποφεύγονται οι συγκρούσεις

Επιπλέον, η εντολή Contour mill πρέπει να καλείται ξεχωριστά από τις υπόλοιπες, καθώς και το κοπτικό εργαλείο πρέπει να τοποθετείται στην προκαθορισμένη απόσταση πάνω από το αντικείμενο πριν κληθεί η εντολή cycle.

➤ *Μετατόπιση δεδομένων (Datum shift)*

Το μηδενικό σημείο μπορεί να μετατοπιστεί σε οποιαδήποτε τοποθεσία μέσα στο πρόγραμμα. Αυτή η διαδικασία προσφέρει το πλεονέκτημα του να μπορεί ο χρήστης να πραγματοποιήσει διάφορες κατεργασίες (φρεζάρισμα, οπές κτλ.) σε διάφορες τοποθεσίες στο υλικό χωρίς να χρειάζεται να γράφεται πρόγραμμα από την αρχή.

Η μετατόπιση του αρχικού σημείου μπορεί να γίνει είτε με απόλυτες συντεταγμένες είτε σταδιακά σημείο – σημείο.

➤ *Εντολή mirror (καθρεπτισμός αντικειμένου-διεργασίας)*

Για να επιτευχθεί η εντολή mirror πρέπει να δημιουργηθεί ένας άξονας ο οποίος θα είναι σε κατάλληλο επίπεδο. Με αυτό τον τρόπο επιτρέπεται να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο μιας διεργασίας (πχ. Οπή ή περίγραμμα).

Κατεύθυνση άξονα συμμετρίας:

- Κατά μήκος ενός άξονα
- Κατά μήκος 2 αξόνων

Πριν γίνει η δημιουργία ενός συμμετρικού άξονα απαιτείται να κληθεί η εντολή μετατόπισης.

➤ *Περιστροφή συστήματος συντεταγμένων*

Το σύστημα συντεταγμένων μπορεί να περιστραφεί γύρω από το σημείο μετατόπισης μέσα στο επίπεδο κατεργασίας. Με αυτή τη διεργασία μπορεί να επιτευχθεί να φρεζαριστούν οπές ή ανοίγματα των οποίων οι πλευρές δεν είναι παράλληλες στους αρχικούς άξονες συμμετρίας χωρίς να υπάρξει υπολογιστικό σφάλμα.

Για την περιστροφή απαιτείται να προγραμματιστεί μόνο η γωνία περιστροφής ROT.

➤ *Συντελεστής καθορισμού κλίμακας (Scaling factor)*

Περιγράμματα σε ένα πρόγραμμα κατεργασίας μπορούν να μεγαλώσουν ή και να μικρύνουν μέσα στο ίδιο πρόγραμμα. Αυτή η διεργασία έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία πανομοιότυπων γεωμετρικών περιγραμμάτων χωρίς να απαιτείται να ξανά προγραμματιστούν τα γεωμετρικά στοιχεία.

Με βάση τις προκαθορισμένες παραμέτρους μηχανουργικής κατεργασίας ο παράγοντας κλίμακας μπορεί να εφαρμοστεί είτε στο επίπεδο μηχανουργικής κατεργασίας είτε στους 3 κύριους άξονες.

➤ *Εντολή Dwell time*

Η εντολή αυτή προκαλεί το σταμάτημα της τροφοδοσίας για προκαθορισμένο χρόνο ενώ ο άξονας ακόμα περιστρέφεται. Η εισαγωγή αυτού του χρόνου γίνεται σε δευτερόλεπτα με εύρος εισαγωγής: 0.000s to 19.999.999s

4.18. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ

Να σημειωθεί ότι στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή υπάρχουν αναλυτικές οδηγίες με οδηγίες και επεξηγηματικά σχήματα που αφορούν τις παρακάτω κατηγορίες:

Σύστημα ελέγχου και άξονες

- Πλήρης περιγραφή του συστήματος οδήγησης των αξόνων
- Αντικατάσταση κάποιου συστήματος οδήγησης
- Περιγραφή συστήματος ελέγχου
- Τοποθέτηση νέου συστήματος ελέγχου
- Περιορισμοί του λογισμικού
- Μπαταρίες και τρόποι αντικατάστασης

Συναρμολόγηση και συντήρηση

- Αντικατάσταση ιμάντων αξόνων X και Y
- Αντικατάσταση κινητήρων κίνησης αξόνων X και Y
- Αφαίρεση τραπεζιού
- Αφαίρεση κοχλιών αξόνων X και Y
- Συστήματα υποβοήθησης αέρα
- Αντικατάσταση διακοπών
- Σύστημα λίπανσης για κάθε άξονα

Λίστα ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εξαρτημάτων

Βήματα προληπτικής συντήρησης

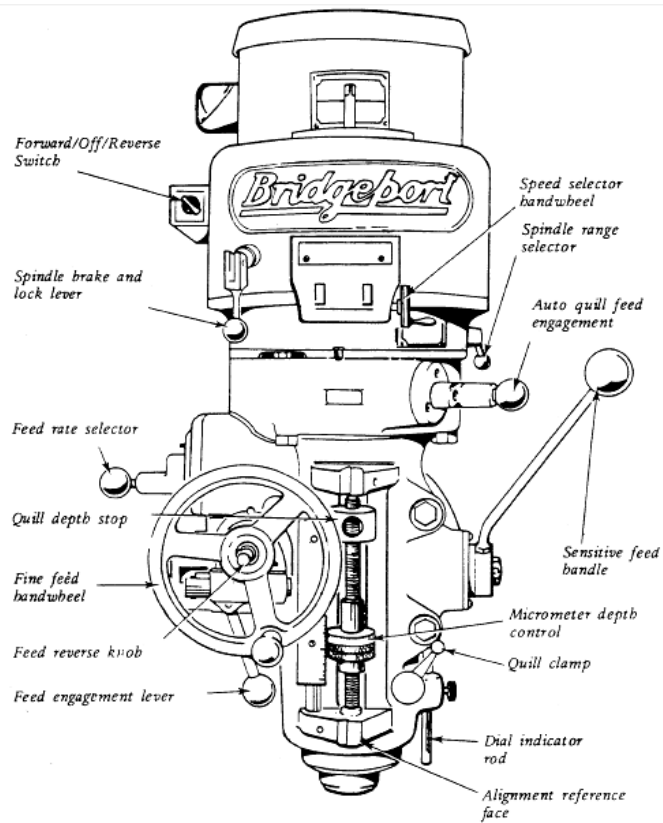
Εγγύηση

Αναγνώριση σημάτων σφάλματος

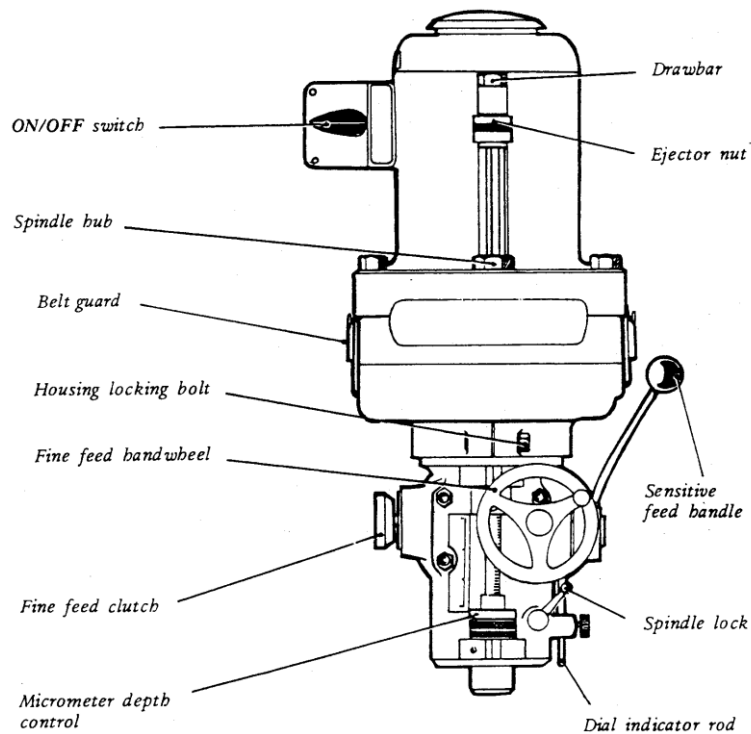
4.19. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ HEIDENHAIN TNC 151 - BRIDGEPORT SERIES INTERACT 2



Εικόνα 20: Εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2 εργαστηρίου CNC ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας



Εικόνα 21: Βασικά μέρη εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2



Εικόνα 22: Βασικά μέρη εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2



(α)



(β)

Εικόνα 23: Πληκτρολόγιο εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2



(α)



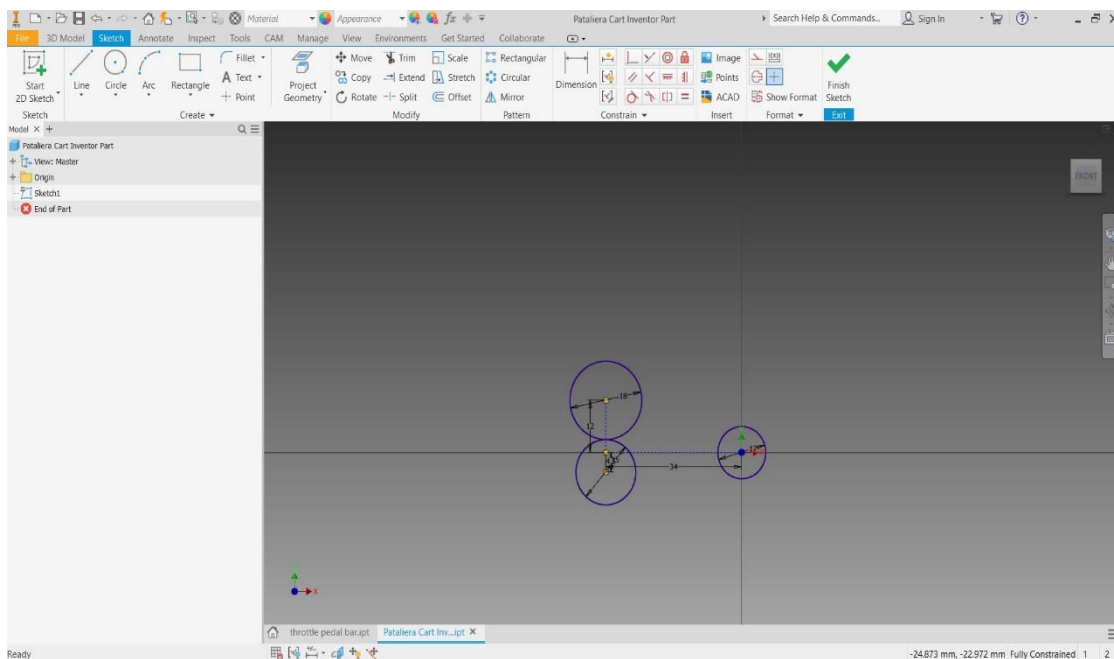
(β)

Εικόνα 24: Εργαλειομηχανής Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2εν ώρα λειτουργίας

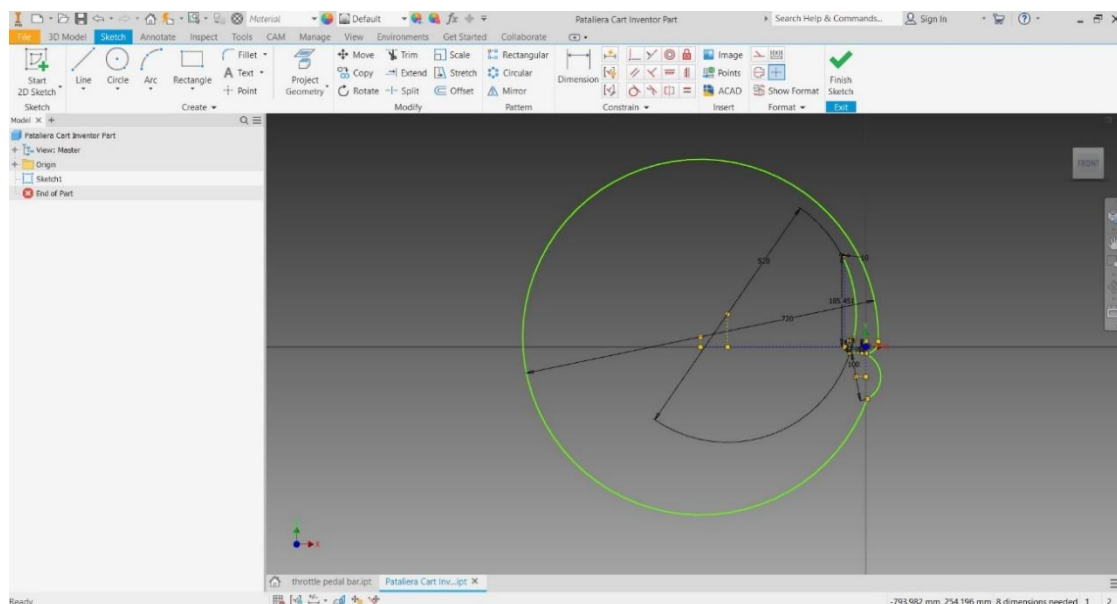
4.20. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ

Σε αυτό το σημείο θα πραγματοποιηθεί ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός ενός τεμαχίου με στόχο να κατανοηθεί πλήρως οι λειτουργίες και οι δυνατότητες της εργαλειομηχανής. Ακολουθεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό του τεμαχίου. Με αρχή των αξόνων την τρύπα 12mm ξεκινά ο σχεδιασμός σχηματίζοντας την περίμετρο της πεταλίσιας. με χρήση της εντολής Measure δίνεται η δυνατότητα ακτίγων, διαμέτρων και αποστάσεων μεταξύ των κέντρων των κύκλων. Στην συνέχεια επιλέγεται Start New 2D Sketch και σχεδιάζεται στο X-Y Plane τοποθετώντας στην αρχή των αξόνων την οπή των 12 mm. Με την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της περιμέτρου επιλέγεται η Finish Sketch αφού πρώτα έχει επιλεγεί το σχέδιο να είναι Fully Constrained. Στην συνέχεια επιλέγεται Extrude και μετατρέπεται το σχέδιο σε 3D με πάχος 12mm.

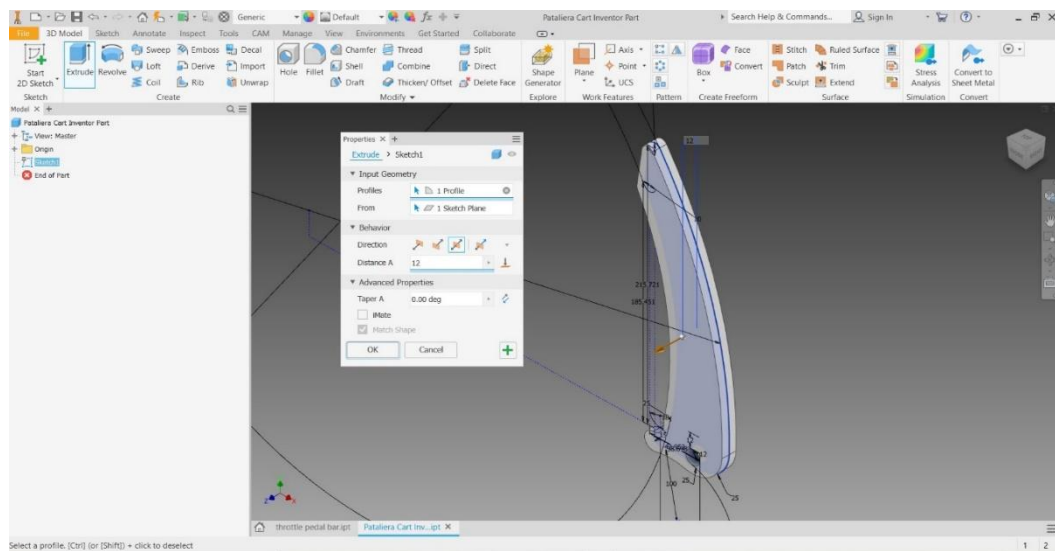
Ακολουθεί η επιλογή της πλευρικής επιφάνειας της πεταλίας και ξεκινά νέο σχέδιο για να δημιουργηθούν τα ελαφρόματα. Αρχικά δημιουργούνται οι τρύπες και έπειτα τα σύνθετα. Κάθε ένα γίνεται στο δικό του Sketch με στόχο να διαχειρίζονται με μεγαλύτερη ευκολία. Αφού ολοκληρώθηκε το σχεδιαστικό τμήμα του τεμαχίου δίνεται η δυνατότητα να περαστεί το τεμάχιο στο CAM με στόχο να εξαχθεί ο κώδικας για την εργαλειομηχανή η οποία θα υλοποιήσει την κατεργασία. Στην συνέχεια ελέγχονται οι διαστάσεις του σχεδίου και επιλέγεται κονδύλι διαμέτρου 4mm, το οποίο θεωρείται κατάλληλο για όλες τις κατεργασίες. Επιπλέον στην παρούσα περίπτωση δεν θα χρειαστεί αλλαγή στο κοπτικό μηχανήμα με συνέπεια να μην υπάρχει νεκρός χρόνος. Οι βέλτιστες συνθήκες κατεργασίας εξαρτώνται άμεσα από το υλικό και είναι: surfare speed:600lit/min, chip load:0.005 in, 14533 rpm και 3696,5 feed rate.



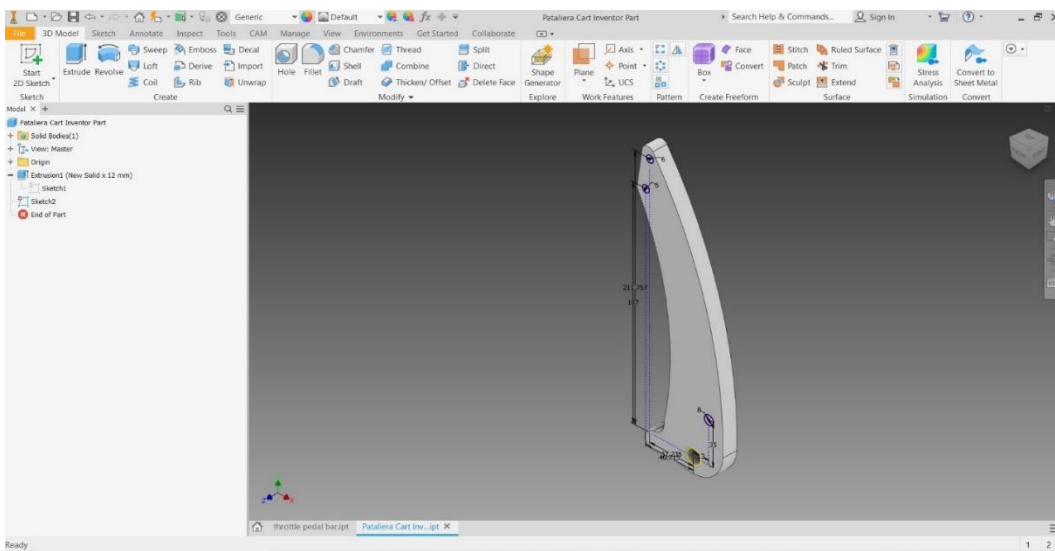
Εικόνα 25: Σχεδιασμός περίμετρος πεταλίας



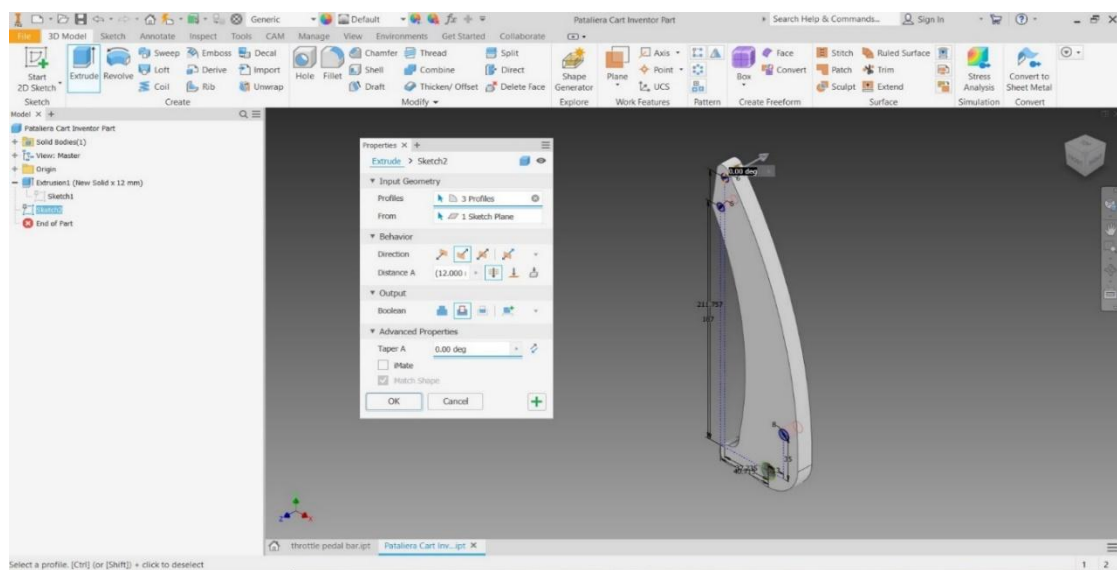
Εικόνα 26: Σχεδιασμός περίμετρος πεταλίας



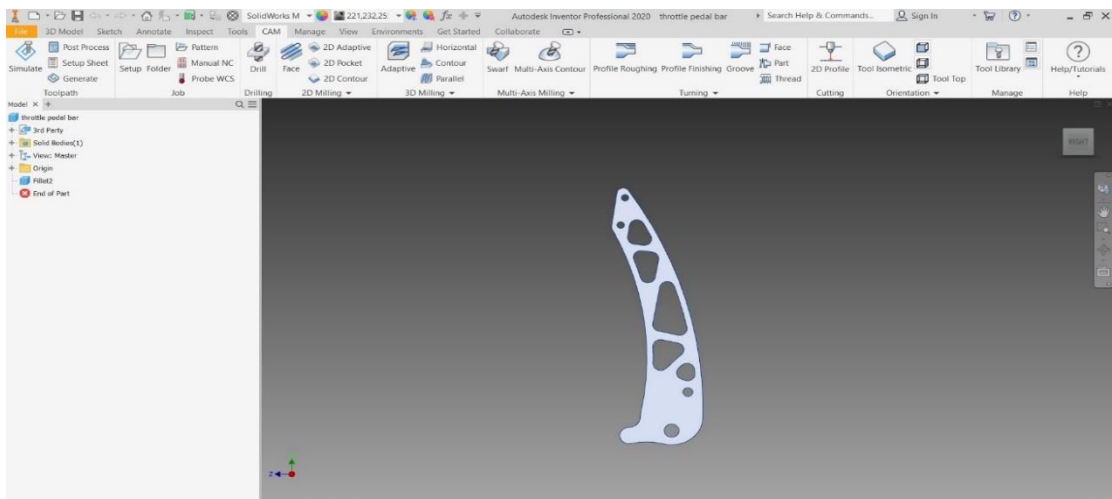
Εικόνα 27: Σχεδιασμός πεταλίσρας



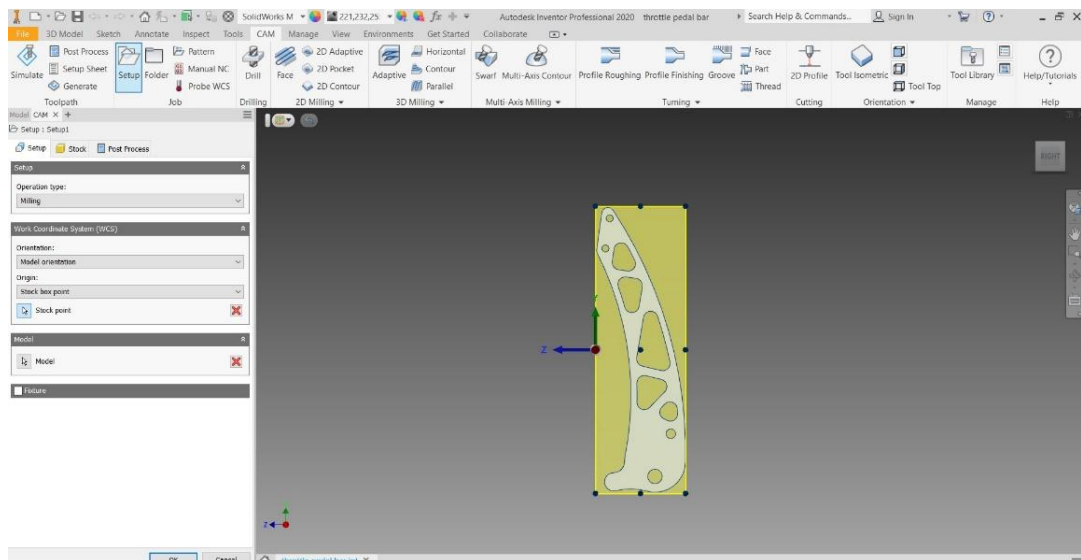
Εικόνα 28: Σχεδιασμός πεταλίσρας



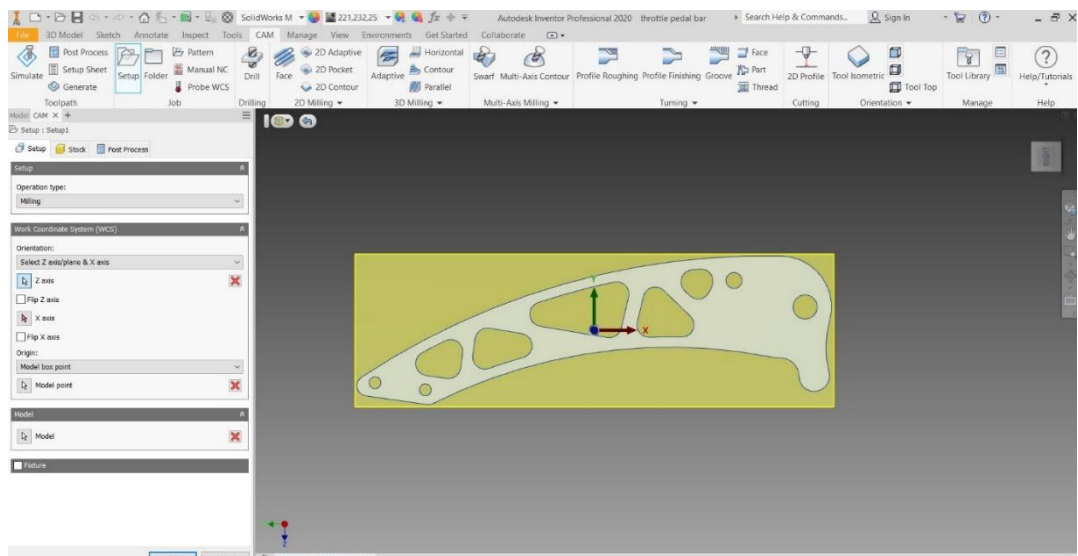
Εικόνα 29: Σχεδιασμός πεταλίσρας



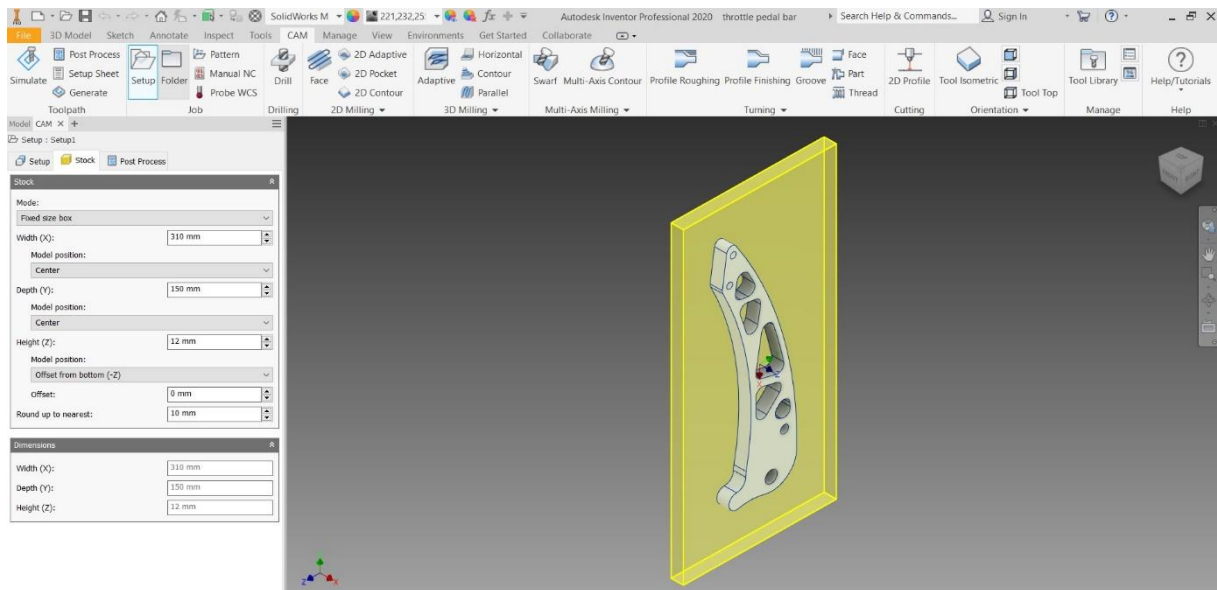
Εικόνα 30: CAM



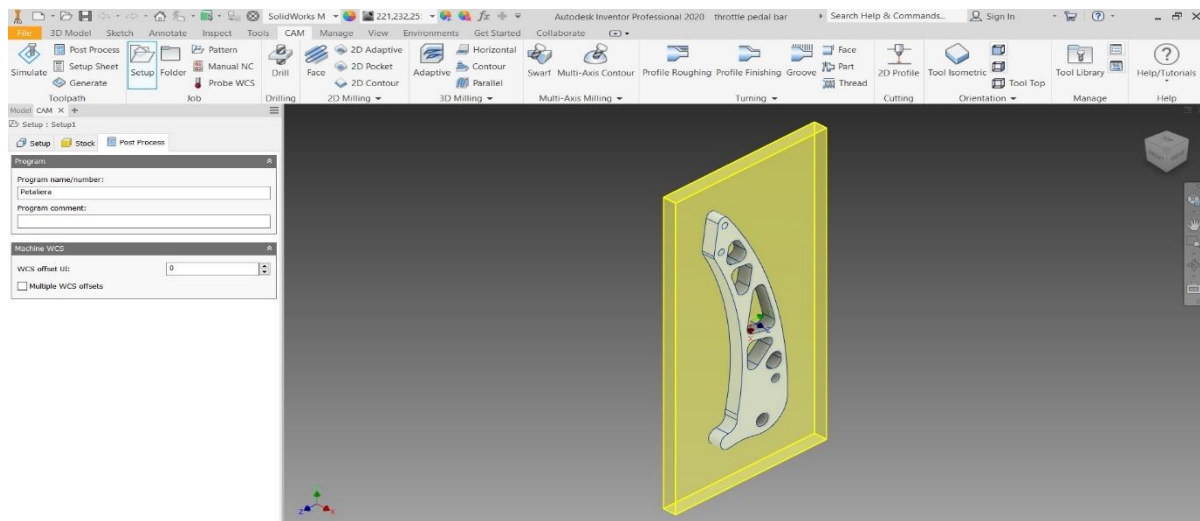
Εικόνα 31: Set up



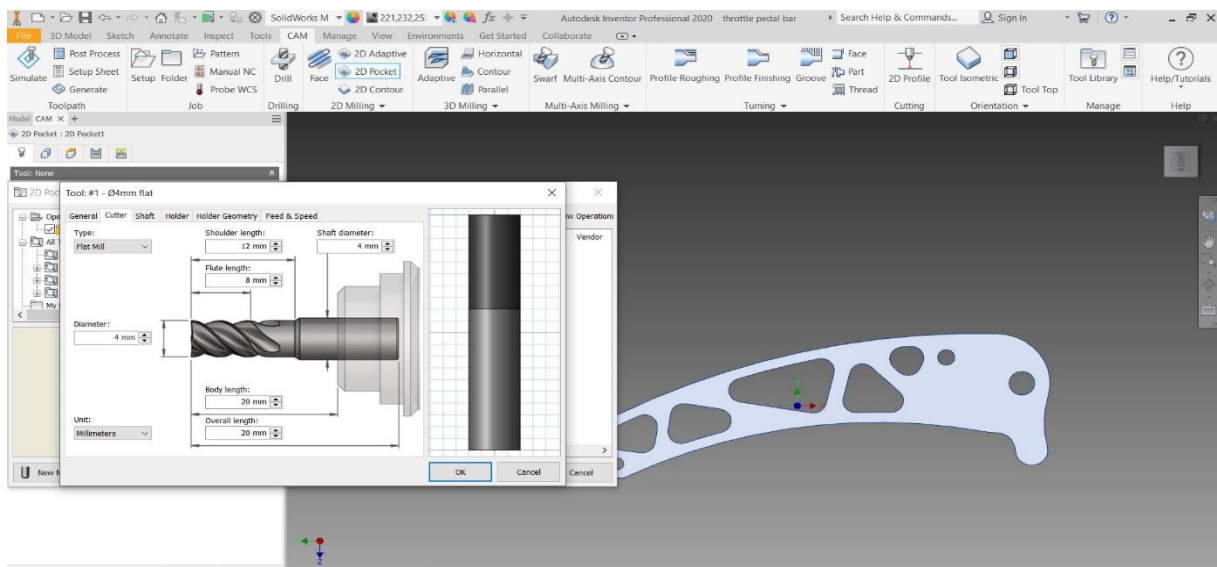
Εικόνα 32: Άξονες XYZ



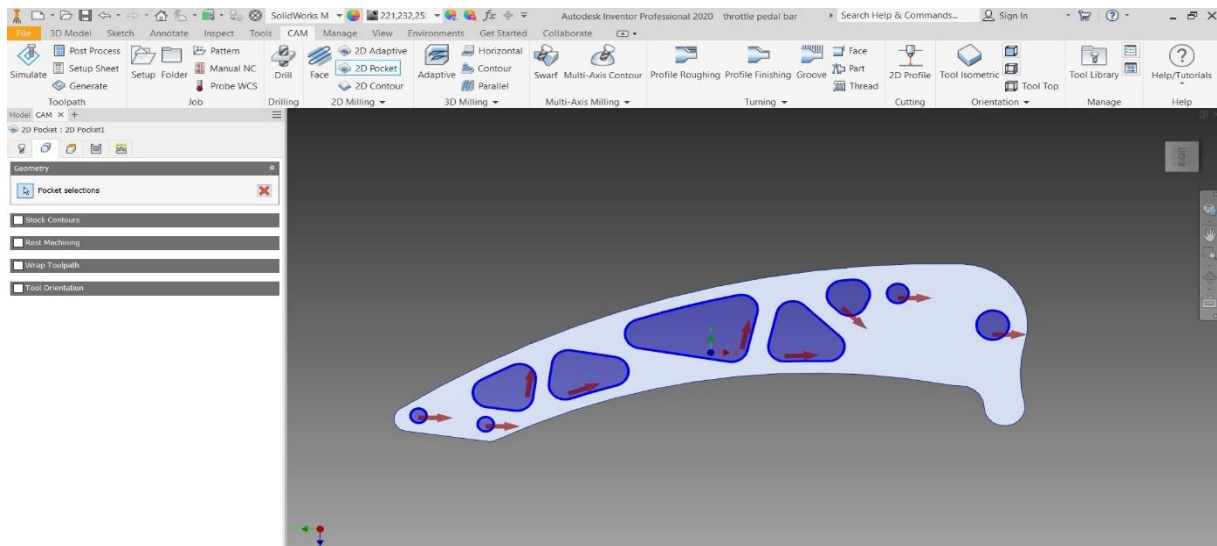
Εικόνα 33: Πρόπλασμα



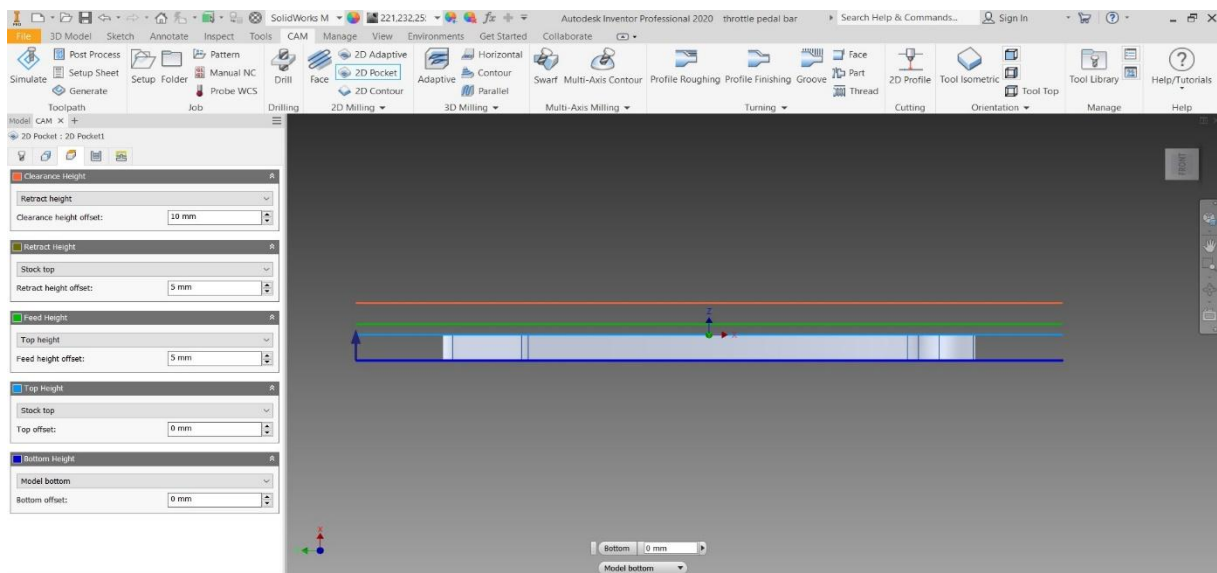
Εικόνα 34: Όνομα κώδικα



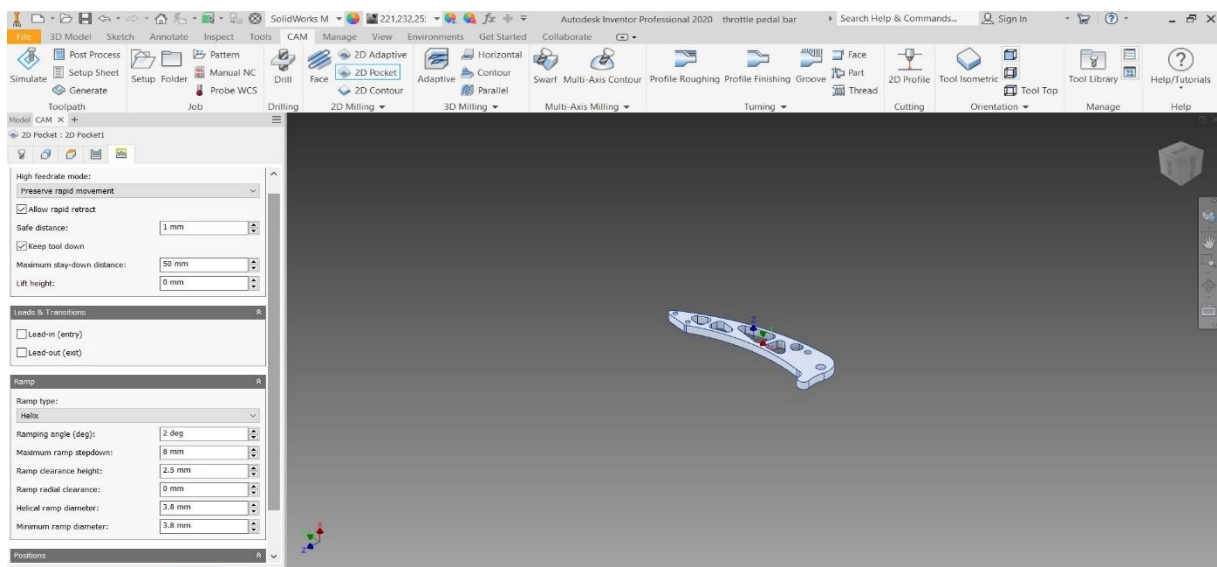
Εικόνα 35: Επιλογή κοπτικού



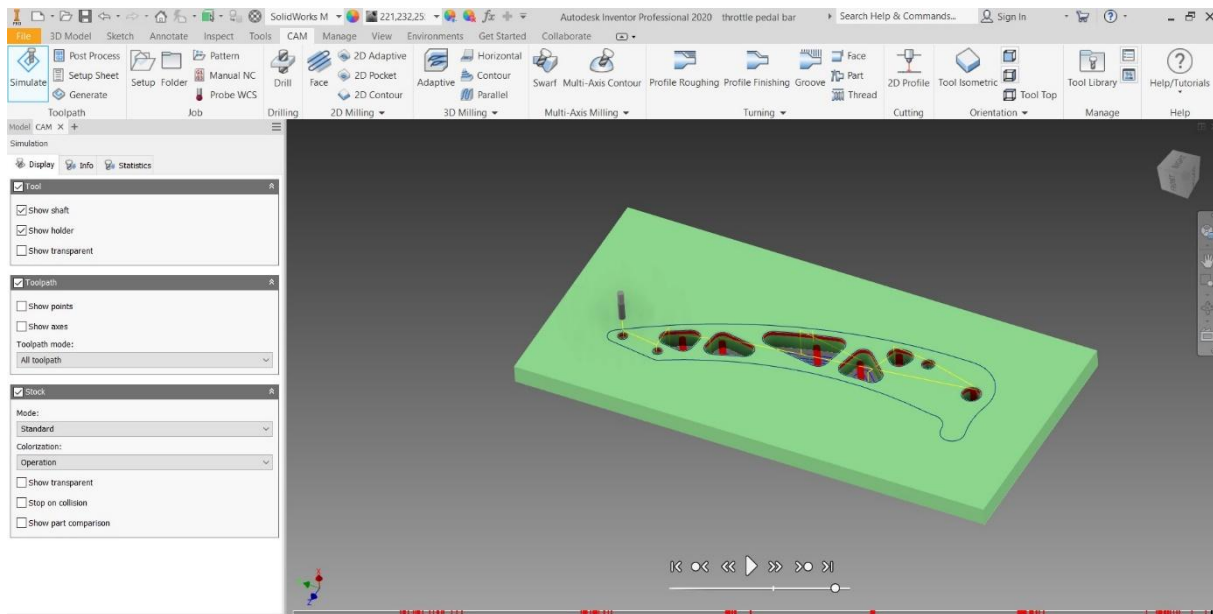
Εικόνα 36: Επιλογή σημείων που θα γίνει pocket



Εικόνα 37: Επιλογή αποστάσεων φρεζαρίσματος και ασφαλείας

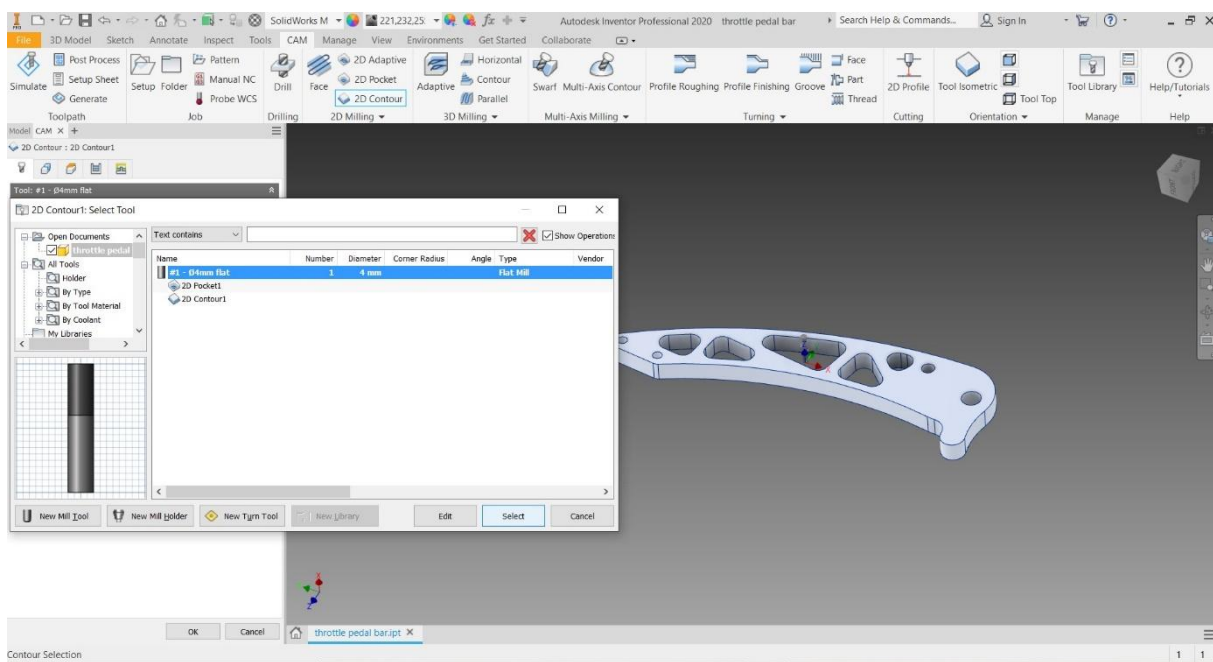


Εικόνα 38: Επιλογή διαδρομής που θα ακολουθήσει το κοπτικό

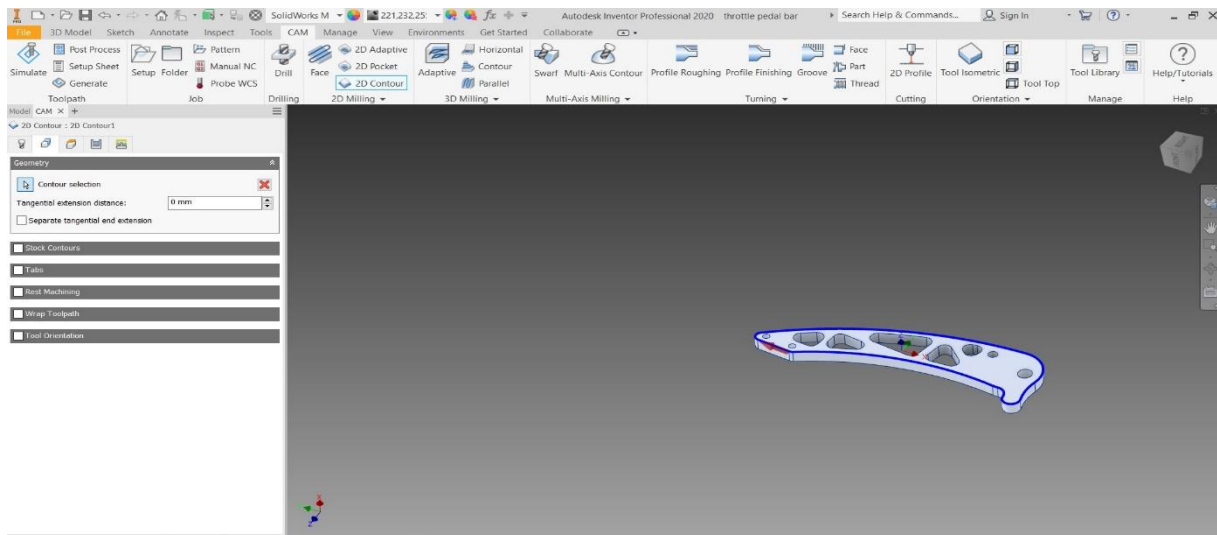


Εικόνα 39: Προσομοίωση

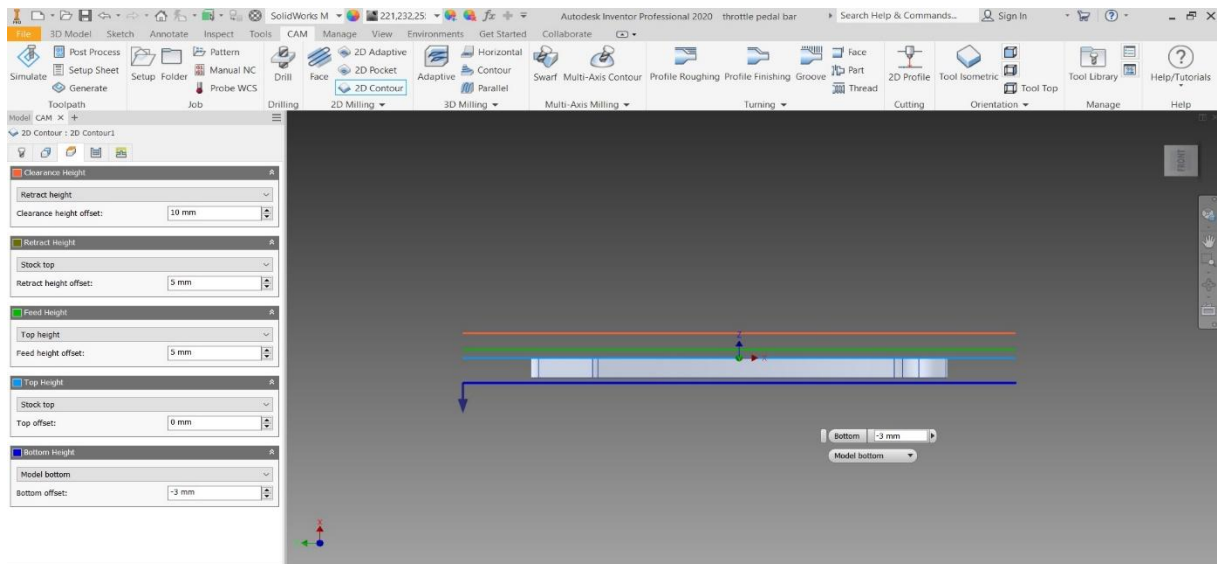
Στην συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία κοπής



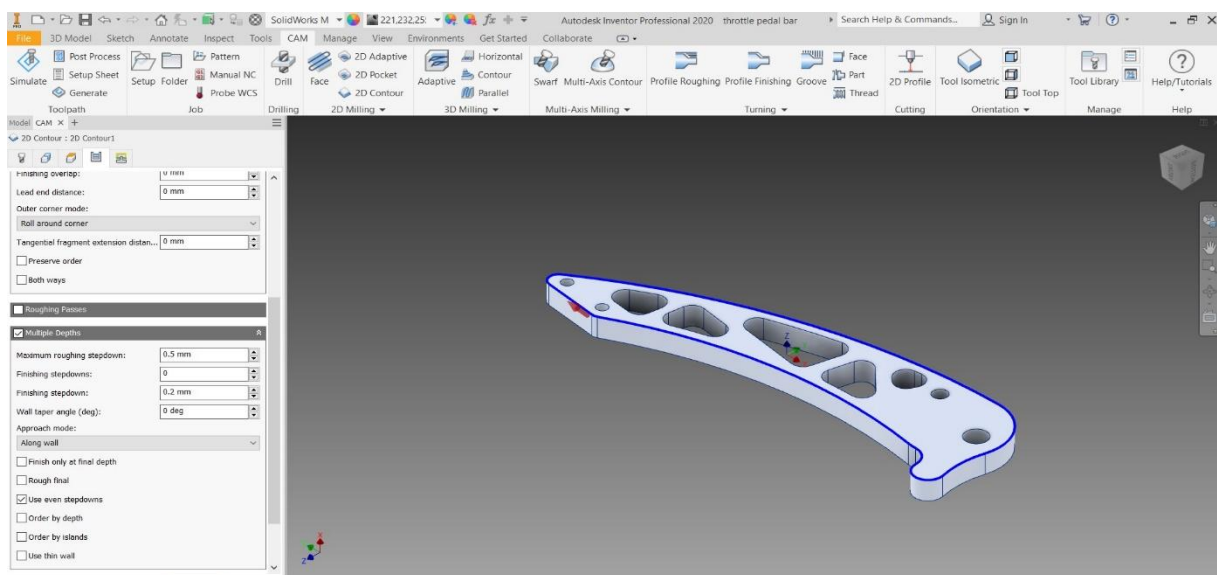
Εικόνα 40: Επιλογή κοπτικού



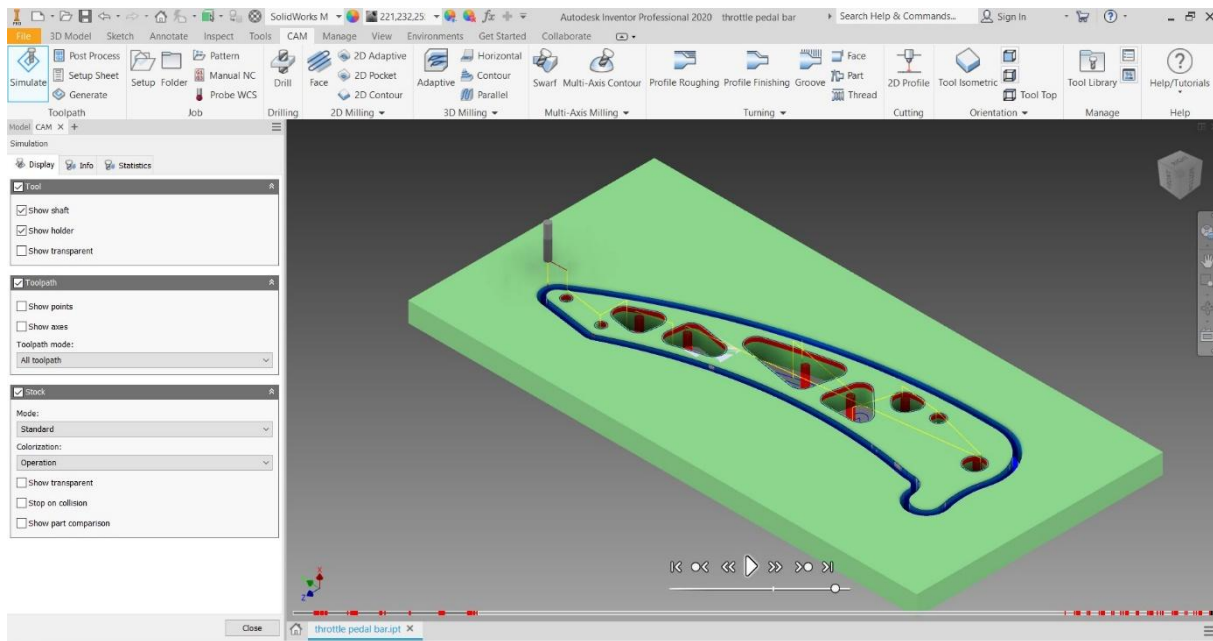
Εικόνα 41: Επιλογή γεωμετρία επεξεργασίας



Εικόνα 42: Επιλογή αποστάσεων φρεζαρίσματος και ασφάλειας



Εικόνα 43: Επιλέγω βάθος κοπής



Εικόνα 44: Τελικός έλεγχος και το τεμάχιο έτοιμο

<p>G Code - Notepad</p> <pre> File Edit Format View Help : :1001; 'T1 D=4. CR=0. - ZMIN=-15. - flat end mill N10G90G44G75G17; N11G17; '2D Pocket1'; N12T1M6; N13S5000M3; N14M8; N15G0X0.877Y9.183; N16Z15.; N17Z5.; N18G1Z2.5F1000.; N19G1X4.668Y9.438Z2.292I2.772J9.311F333.3; N20X0.877Y9.183Z2.083I2.772J9.311; N21X4.668Y9.438Z1.875I2.772J9.311; N22X0.877Y9.183Z1.666I2.772J9.311; N23X4.668Y9.438Z1.458I2.772J9.311; N24X0.877Y9.183Z1.249I2.772J9.311; N25X4.668Y9.438Z1.041I2.772J9.311; N26X0.877Y9.183Z0.832I2.772J9.311; N27X4.668Y9.438Z0.624I2.772J9.311; N28X0.877Y9.183Z0.416I2.772J9.311; N29X4.668Y9.438Z0.207I2.772J9.311; N30X0.877Y9.183Z-0.001I2.772J9.311; N31X4.668Y9.438Z-0.212I2.772J9.311; N32X0.877Y9.183Z-0.418I2.772J9.311; N33X4.668Y9.438Z-0.627I2.772J9.311; N34X0.877Y9.183Z-0.835I2.772J9.311; N35X4.668Y9.438Z-1.044I2.772J9.311; N36X0.877Y9.183Z-1.252I2.772J9.311; N37X4.668Y9.438Z-1.462I2.772J9.311; N38X0.877Y9.183Z-1.669I2.772J9.311; N39X4.668Y9.438Z-1.877I2.772J9.311; N40X0.877Y9.183Z-2.086I2.772J9.311; N41X4.668Y9.438Z-2.294I2.772J9.311; N42X0.877Y9.183Z-2.503I2.772J9.311; N43X4.668Y9.438Z-2.711I2.772J9.311; N44X0.877Y9.183Z-2.922I2.772J9.311; N45X4.668Y9.438Z-3.128I2.772J9.311; N46X0.877Y9.183Z-3.336I2.772J9.311; N47X4.668Y9.438Z-3.545I2.772J9.311; </pre>	<p>G Code - Notepad</p> <pre> File Edit Format View Help N697G3X-68.194Y-18.261Z-71.66J-17.773; N698G1X-67.173Y-10.999; N699G3X-72.188Y-7.373I-70.639J-10.512; N700X-83.479Y-13.201I83.811J-323.476; N701G0Z5.; N702X-83.639Y-29.287; N703G1Z2.5F1000.; N704Z-14.5F333.3; N705G3X-82.639I-83.139J-29.287F1000.; N706X-83.639I-83.139J-29.287; N707G0Z5.; N708X-107.396Y-25.808; N709G1Z2.5F1000.; N710Z-14.5F333.3; N711G3X-108.396I-107.896J-25.808F1000.; N712X-107.396I-107.896J-25.808; N713G0Z15.; '2D Contour1'; N714X-118.775Y-26.174; N715Z15.; N716Z5.; N717G1Z1.5F333.3; N718Z-0.5; N719G2X-115.719Y-21.429I-111.861J-27.27F1000.; N720X92.509Y38.42I83.81J-323.476; N721X117.88Y4.218I91.861J11.427; N722G3X117.576Y-20.264I164.137J-8.6; N723G2X109.524Y-32.001I108.361J-22.572; N724X98.861Y-22.572I108.361J-22.572; N725G3X91.861Y-15.572I91.861J-22.573; N726G2X86.699Y-15.075I91.861J11.428; N727G3X-78.448Y-37.779I37.381J-268.317; N728G2X-82.565Y-38.456I-81.59J-31.524; N729G1X-112.834Y-34.202; N730G2X-118.775Y-26.174I-111.861J-27.27; N731G1Z-1.5F333.3; N732G2X-115.719Y-21.429I-111.861J-27.27F1000.; N733X92.509Y38.42I83.81J-323.476; N734X117.88Y4.218I91.861J11.427; N735G3X117.576Y-20.264I164.137J-8.6; N736G2X109.524Y-32.001I108.361J-22.572; N737X98.861Y-22.572I108.361J-22.572; </pre>
(a)	(b)
	(c)

Πίνακας 2: Πρόγραμμα Κοπής τεμαχίου (a)Κώδικας G code (b) pocket G code (c) profil G code.

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: OKUMA LB15 - ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μοντέλο της εργαλειομηχανής είναι ο CNC τόρνος Okuma LB15. Το συγκεκριμένο εγχειρίδιο χρήσης περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την εγκατάσταση, τη ρύθμιση, τη λειτουργία και τη συντήρηση του συγκεκριμένου μοντέλου εργαλειομηχανής. Για να εξασφαλισθεί η μακροχρόνια εργοστασιακή επίδοση του τόρνου πρέπει να εκτελούνται οι παραπάνω διαδικασίες σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή. Συνίσταται η μελέτη του παρόντος εγχειριδίου χρήσης πριν την εγκατάσταση της εργαλειομηχανής καθώς και η φύλαξη για μελλοντική αναζήτηση/αναφορά.



Εικόνα 45: Εργαλειομηχανή CNC τόρνος Okuma LB15

5.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ

Στον παρακάτω Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του τόρνου LB15.

Ονομαστικό μέγεθος		250 x 500
Αριθμός αξόνων (για έλεγχο)		2
Αιώρηση (Swing)	mm (in.)	400 (15.75)
Μέγιστη διάμετρος περιστροφής χμέγιστο μήκος λειτουργίας	mm (in.)	250 x 500 (9.84 x 9.06)
Διάμετρος κύριου άξονα	mm (in.)	100 (3.94)
Διάμετρος τρυπανιού	mm (in.)	56 (2.20)
Μύτη άξονα		ASA A ₂ – 6
Εσωτερικός κώνος		MT. No. 6
Εύρος ταχύτητας περιστροφής	rpm	75 – 4,200
Εύρος ταχυτήτων περιστροφής		Αυτόματο 2 x απείρως μεταβλητή
Διαμήκης μετατόπιση (Z άξονας)	mm (in.)	520 (20.47)
Ταχύτητα κοπής	mm/rev (ipr)	0.01 – 1,000.00 (0.0001 – 40.000)
Ταχύτητα μετατόπισης	mm/min (ipm)	12,000 (472)
Εγκάρσια μετατόπιση (X άξονας)	mm (in.)	130+45(5.12 + 1.77)
Ταχύτητα κοπής	mm/rev (ipr)	0.01 – 1,000.00 (0.0001 – 40.000)
Ταχύτητα μετατόπισης	mm/min (ipm)	12,000 (472)
Αριθμός εργαλείων		12
Μέγεθος OD/IDπεριστρεφόμενου εργαλείου	mm (in.)	25 x 25/ Ø40 (1 x 1/Ø1 ½)
Μήκος οδηγών	mm (in.)	1170 (46.06)
Πλάτος οδηγών	mm (in.)	390 (15.35)
HYDRAULIC TAILSTOCK		
Διάμετρος πένας (quill)	mm (in.)	Ø90 (3.54)
Κέντρο κώνου		MT No. 5
Quill stroke	mm (in.)	120 (4.72)
ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ		
Κύριο μοτέρ κίνησης άξονα	kW (HP)	VAC11/7.5 (15/10) (30 min/cont. rating)
Κινητήρας Z – άξονα	kW (HP)	Χωρίς ψύκτρα, 2.4 (3.2) (AC)
Κινητήρας X – άξονα	kW (HP)	Χωρίς ψύκτρα, 1.5 (2) (AC)
Υδραυλικό μοτέρ αντλίας	kW (HP)	AC 1.5 (2)
Κινητήρας ψυκτικής αντλίας	kW (HP)	0.25 (0.33) Χωρητικότητα δεξαμενής: 150l
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΧΥΟΣ		
Χωρητικότητα δεξαμενής	Liters (U.S. gal)	40 (10.6)
Εύρος μεταβλητής πίεσης	kg/cm ² (psi)	Μέγιστη 30 (427)
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΩΡΟΥ	mm (in.)	1855 x 2735 (73.03 x 107.68)
ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ (ME CNC)	kg (lb.)	4,500 (9,900)

Πίνακας 3: Βασικά χαρακτηριστικά CNC τóρνος Okuma LB15

5.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΣ

5.3.1. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Τα απαιτούμενα βήματα για τον χειριστή της εργαλειομηχανής είτε είναι έμπειρος είτε αρχάριος είναι τα ακόλουθα:

- Κατά την ανάγνωση του εγχειρίδιου, πρακτικά λειτουργείς την εργαλειομηχανή μόνος σου.
- Απαιτείται γνώση των συμβόλων για τον αριθμητικό έλεγχο.
- Μόλις αποκτήσεις μια γενική γνώση λειτουργίας της εργαλειομηχανής πρέπει να ασχοληθείς με τα επόμενα κεφάλαια που αφορούν προγραμματισμό και προετοιμασία διεργασιών.

Προσοχή: Η εργαλειομηχανή πρέπει να είναι τελείως απενεργοποιημένη με τον κύριο διακόπτη σε θέση off πριν προβεί ο χειριστής σε ρύθμιση ή λειτουργία.

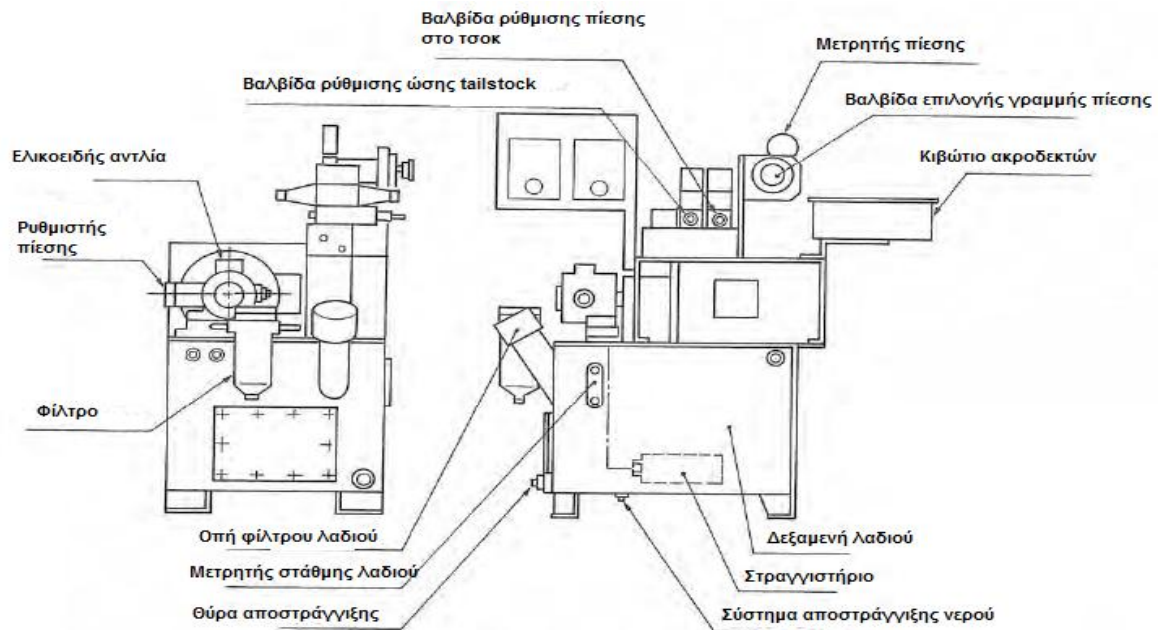
Πριν από οποιαδήποτε λειτουργία της εργαλειομηχανής πρέπει να διεξάγονται τα ακόλουθα βήματα:

1. Ρύθμιση των υδραυλικών σιαγόνων – τσοκ και της απαιτούμενης πίεσης συγκράτησης.
2. Εγκατάσταση και τοποθέτηση των μεμονωμένων κοπτικών εργαλείων με βάση την αρχή λειτουργίας τους.
3. Τοποθέτηση του tailstock (όταν ο τόρνος είναι εξοπλισμένος με αυτό το εξάρτημα).
4. Ρύθμιση της μέγιστης ταχύτητας του άξονα.
5. Ρύθμιση των μετατοπίσεων του εργαλείου (offset).
6. Ρύθμιση των μηδενικών αντισταθμίσεων (offset).
7. Ρύθμιση ρυθμού τροφοδοσίας και ταχύτητας άξονα ώστε να παρακάμπτουν το 100%.
8. Ρύθμιση των ορίων για κάθε άξονα.
9. Τοποθέτηση των γλιστρών στον αντίστοιχο άξονα.

5.3.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ

5.3.2.1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΧΥΟΣ

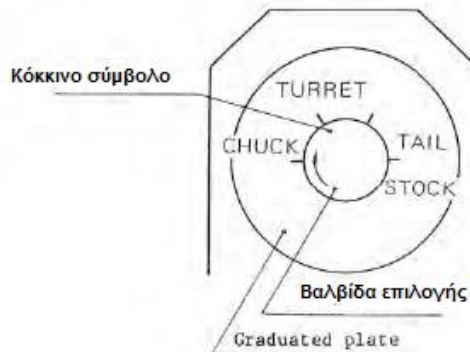
Στην Εικόνα 25 παρουσιάζεται η γενική όψη του τόρνου.



Εικόνα 46: Γενική όψη εργαλειομηχανής

➤ **Βαλβίδα επιλογής γραμμής για ένδειξη υδραυλικής πίεσης**

Ο μετρητής πίεσης χρησιμοποιείται για την ένδειξη των διαφορετικών επιπέδων της υδραυλικής πίεσης κατευθείαν σε λειτουργικές μονάδες της μηχανής. Το σύστημα επιλογής χρησιμοποιείται για αλλαγή γραμμής.



Εικόνα 47: Βαλβίδα επιλογής γραμμής για ένδειξη υδραυλικής πίεσης

Διαδικασία:

- 1) Ταίριαξε το κόκκινο σύμβολο στον λεβιέ της βαλβίδας με την γραμμή ένδειξης.
- 2) Πίεσε την βαλβίδα προς το εσωτερικό.
- 3) Η μέτρηση πίεσης δείχνει τη ρύθμιση της πίεσης λαδιού στην επιλεγμένη γραμμή.

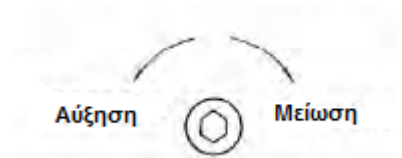
➤ **Ρύθμιση της υδραυλικής πίεσης**

Οι αρχικές ρυθμίσεις της πίεσης έχουν καθοριστεί από το εργοστάσιο, συνεπώς οποιαδήποτε αλλαγή πρέπει να γίνει από εξιδανικευμένο προσωπικό:

A) Υδραυλική πίεση για το τσोक

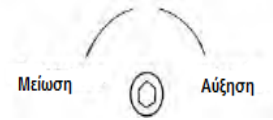
Αντικείμενο 3-2-3.

Β) Υδραυλική πίεση για οδήγηση πυργίσκου



Εικόνα 48: Ρύθμιση της πίεσης

Γ) Υδραυλική πίεση για το tailstock (για το μοντέλο που διαθέτει το εξάρτημα).
Η επιτρεπόμενη μέγιστη πίεση είναι 18 kg/cm² (256 psi).



Εικόνα 49: Ρύθμιση ώσης tailstock

Δ) Υδραυλικό λάδι

Προτεινόμενος τύπος υδραυλικού ρευστού: HL32 (MAS)

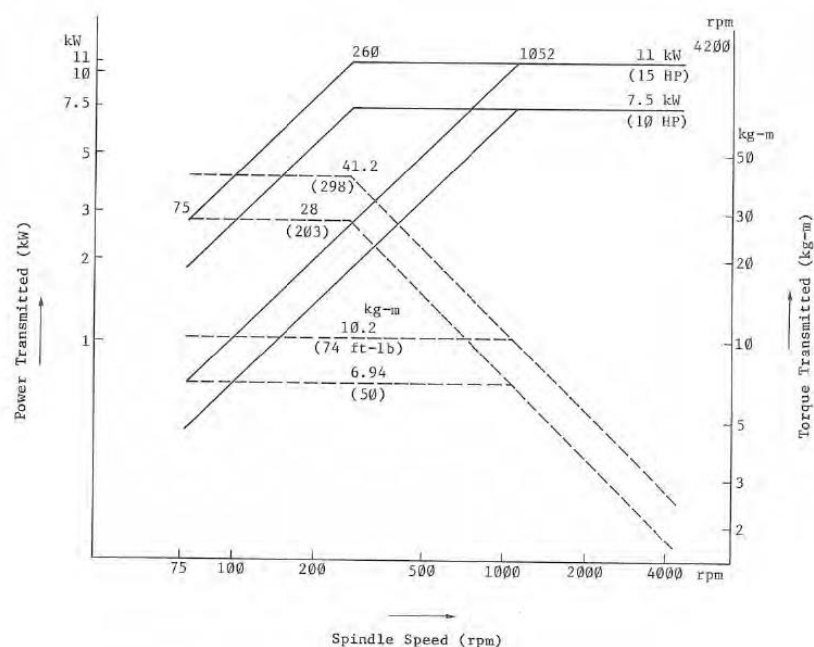
Απαιτούμενη ποσότητα: 40 λίτρα (10.6 U.S. γαλόνια)

Συχνότητα αλλαγής: Αλλαγή μετά τον πρώτο μήνα λειτουργίας και κάθε έξι μήνες έκτοτε.

Πρέπει να καθαρίζεται το σύστημα που στραγγίζει το λάδι καθώς και δεξαμενή λαδιού.

5.3.2.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΥΡΟΥΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

1 Διάγραμμα μετάδοσης μονάδας δίσκου κύριου άξονα.

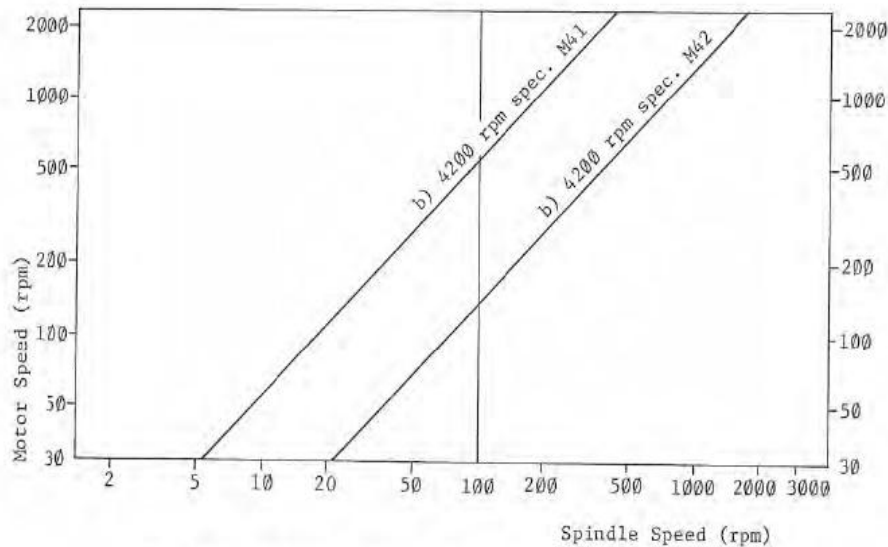


Διάγραμμα 1: Διάγραμμα μετάδοσης μονάδας δίσκου κύριου άξονα.

2 Ρύθμιση ταχύτητας «ταλάντωσης» του άξονα

Ο άξονας συνήθως πρέπει να κινηθεί με μια μη σταθερή ταχύτητας για να κάνει μια κατεργασία και να σταματήσει το τσοκ σε μια θέση υπό γωνία. Η ταχύτητα αυτή (jogspeed) εκφράζεται σε όρους ταχύτητας κινητήρα εφόσον απαιτείται.

Η σχέση μεταξύ της ταχύτητας του κινητήρα και της ταχύτητας του άξονα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.

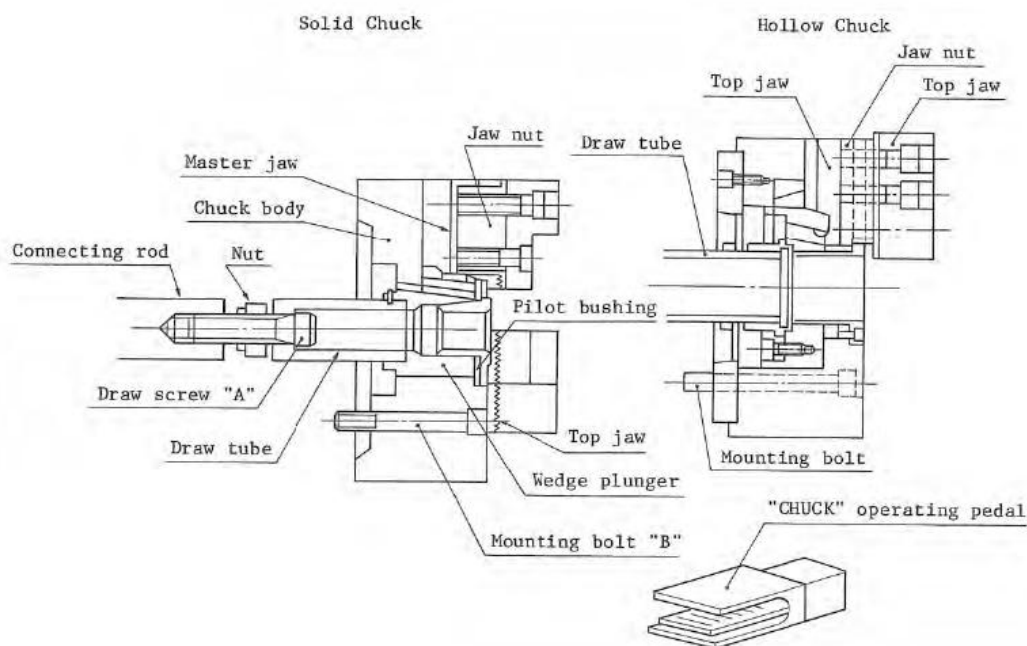


Διάγραμμα 2: Σχέση μεταξύ της ταχύτητας του κινητήρα και της ταχύτητας του άξονα

5.3.2.3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΤΣΟΚ

1 Κατασκευή:

Η δομή του υδραυλικού τσοκ παρουσιάζεται στην Εικόνα 50 (η ορολογία είναι δύσκολο να αποτυπωθεί στα ελληνικά συνεπώς χρησιμοποιούνται οι διεθνείς όροι για τα εξαρτήματα του τόννου).



Εικόνα 50: Δομή υδραυλικού τσοκ

2 Εγκατάσταση Power Chuck

Διαδικασία:

1. Πιέστε το πλήκτρο Control - On /Reset στην οθόνη λειτουργιών για να ενεργοποιηθεί η λειτουργία ελέγχου της μηχανής και απενεργοποιήστε το πεντάλ ποδιού του Chuck. Αυτό προκαλεί εμπρόσθια κίνηση της συνδετικής ράβδου.
2. Στερεώστε τις βίδες «Α» με το κλειδί allen στην συνδετική ράβδο.
3. Ασφαλίστε το τσοκ στο τέλος του άξονα χρησιμοποιώντας τις βίδες στερέωσης «Β».
4. Προσαρμόστε τις βίδες «Α» ώστε το εξωτερικό των σιαγόνων να είναι στο ίδιο επίπεδο με την περιφέρεια του σώματος του τσοκ όταν οι άνω σιαγόνες είναι σε κατάσταση "OPEN".

3 Ρύθμιση πίεσης λαδιού για υδραυλικό power chuck

Η πίεση συγκράτησης των σιαγόνων του τσοκ εξαρτάται από την πίεση συγκράτησης του υδραυλικού ρευστού που καθορίζεται από την βαλβίδα ρύθμισης πίεσης στην υδραυλική μονάδα ισχύος. Μια ωρολογιακή περιστροφή του λεβιέ της βάνας αυξάνει την πίεση του ρευστού κατευθείαν στον κύλινδρο του τσοκ και η αντίθετη κίνηση την μειώνει.

4 Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ατράκτου και ρύθμιση πίεσης λαδιού

Η μέγιστη ταχύτητα ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του τσοκ και τον κύλινδρο που χρησιμοποιείται.

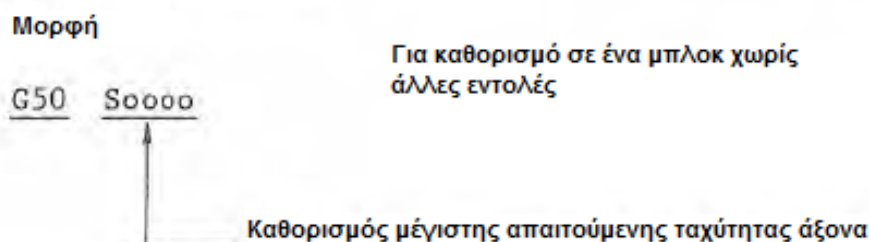
No.	Τύπος και Μέγεθος	Kg/cm ²	rpm	Τύπος κυλίνδρου
1	Hollow type B-08A0601A	23 (327)	4,200	F1546H-01A
2	B-10A0601A	27 (384)	3,500	F1546H-01A
3	B-10A0801B	23 (327)	3,500	F1768H-01
4	Solid type N-108A0601	27 (384)	4,000	Y-1225HE
5	N-10A0601	29 (412)	3,500	Y-1225HE

Πίνακας 4: Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ατράκτου και ρύθμιση πίεσης λαδιού

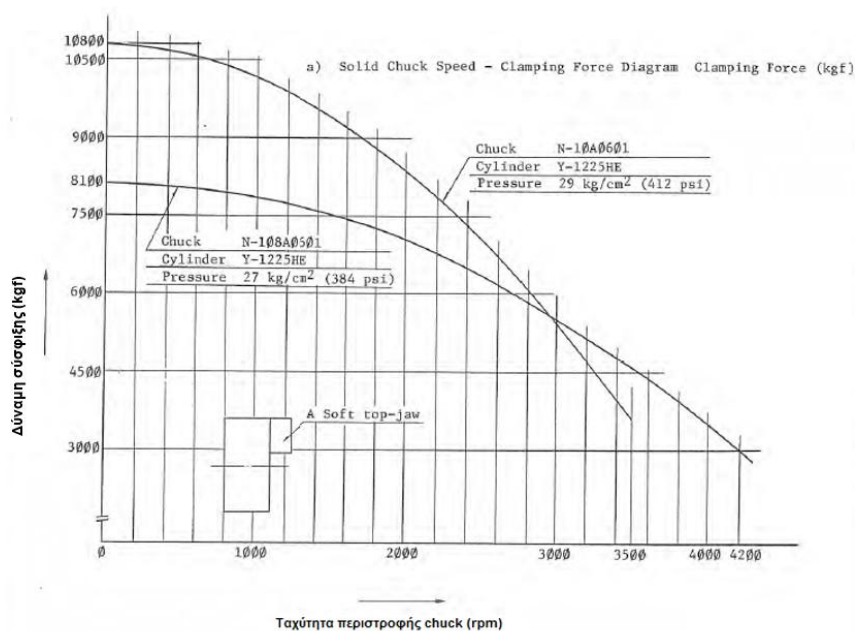
Σημείωση: Ο Πίνακας 3 υποδεικνύει τις επιτρεπόμενες ταχύτητες για το κλασικό τσοκ. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί άλλο τσοκ, πρέπει να ακολουθηθούν οι οδηγίες στην πλακέτα στο εμπρός μέρος της εργαλειομηχανής.

5 Διαδικασία ρύθμισης μέγιστης ταχύτητας άξονα

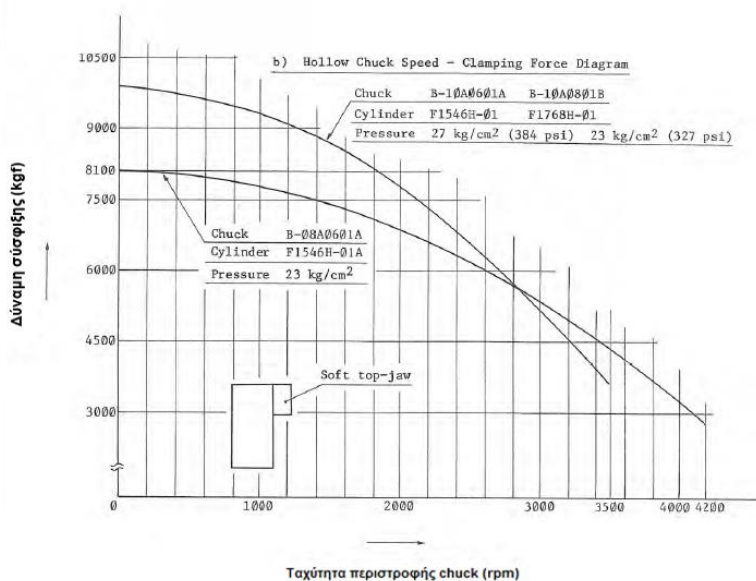
Η μέγιστη ταχύτητα η οποία περιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του τσοκ και που επηρεάζεται από τη φυγόκεντρο δύναμη, την αστάθεια του υπό επεξεργασία κομματιού κτλ. μπορεί να ρυθμιστεί από πρόγραμμα.



Εικόνα 51: Διαδικασία ρύθμισης μέγιστης ταχύτητας άξονα



Διάγραμμα 3: Δύναμη σύσφιξης συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής chuck

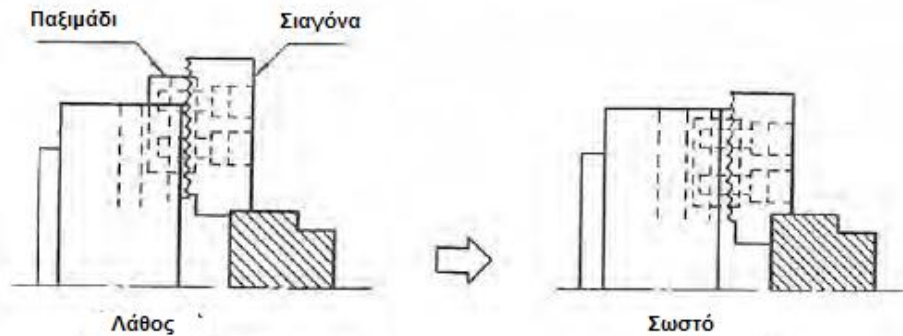


Διάγραμμα 4: Δύναμη σύσφιξης συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής chuck

Οι παρακάτω οδηγίες πρέπει να ακολουθούνται ώστε να εξασφαλίζεται μέγιστη ασφάλεια κατά τη λειτουργία:

- Επιλογή του κατάλληλου τσοκ ώστε να ταιριάζει με τις προδιαγραφές της εργαλειομηχανής.

- Σχέση μεταξύ ταχύτητας άξονα και δύναμης σύσφιξης στο τσοκ.
- Αν αλλαχθούν εξαρτήματα όπως οι άνω σιαγόνες και χρησιμοποιηθούν με το κλασικό τσοκ τότε η αύξηση της φυγόκεντρου δύναμης και η μείωση της απόδοσης μπορεί να μειώσουν την πραγματική δύναμη σύσφιξης, Πρέπει να εξασφαλισθεί η αντίστοιχη μείωση των RPM του άξονα.
- Όταν τα παξιμάδια εκτείνονται εκτός της περιφέρειας του σώματος τότε μόνο μια βίδα συγκρατεί την αντίστοιχη σιαγόνα και πρόκειται για επικίνδυνη κατάσταση. Πρέπει πάντα οι σιαγόνες να τοποθετούνται στο εσωτερικό της περιφέρειας του σώματος.

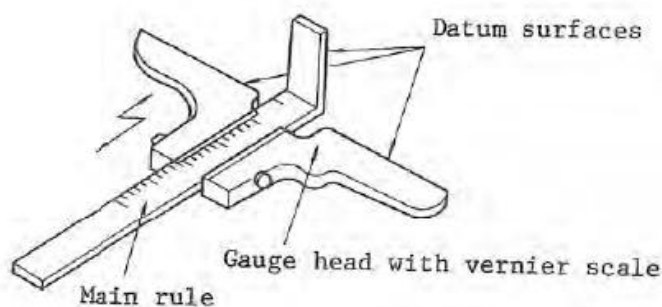


Εικόνα 52: Τοποθέτηση σιαγόνα

- Πριν την έναρξη της περιστροφής του άξονα, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι έχει τοποθετηθεί η εμπρός πόρτα.
- Αλλαγή κατεύθυνσης σύσφιξης.
- Λίπανση.

5.3.2.4. ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Για τη σωστή ρύθμιση του εργαλείου πρέπει να τοποθετηθεί το ειδικού εργαλείο καλιμπραρίσματος για τα κοπτικά εργαλεία και τα εργαλεία συγκράτησης που δίνεται από τον κατασκευαστή.



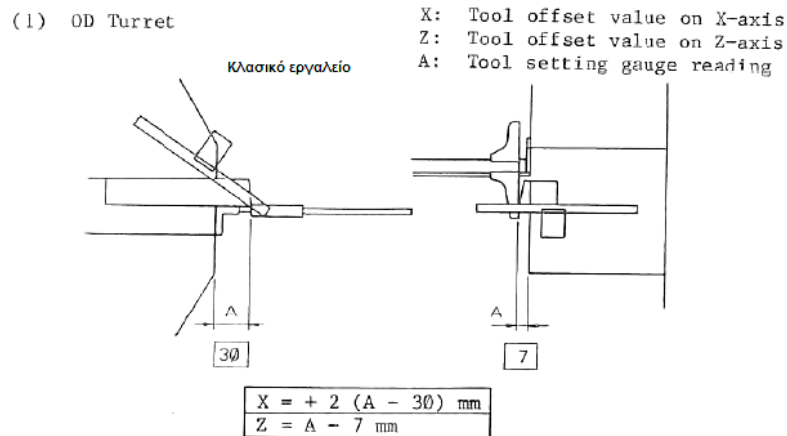
Εικόνα 53: Εργαλείο ρύθμισης κοπτικών (διαβήτη)

Σχεδιασμός:

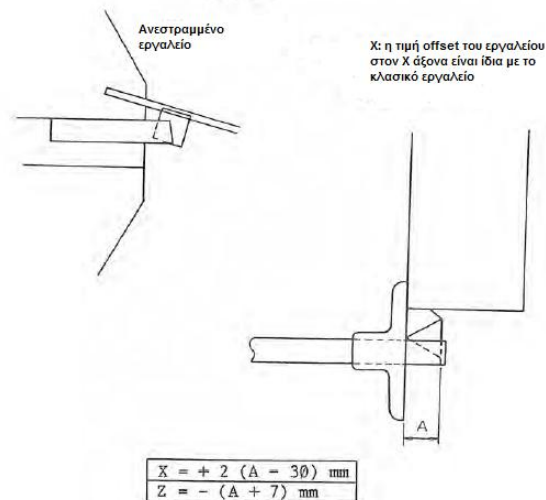
Το εργαλείο ρύθμισης (διαβήτη) αποτελείται από την μετρητική κεφαλή όπου έχει μια εσοχή που εισέρχεται ένας μικρός κανόνας. Παρέχονται τρεις επιφάνειες στοιχείων και ο μετρητής είναι σχεδιασμένος με την ίδια αρχή λειτουργίας όπως ένας διαβήτης. Ο κύριος χάρακας είναι βαθμονομημένος μέχρι τα 150 mm (6 in.).

Μεθοδολογία χρήσης μηχανισμού ρύθμισης εργαλείων:

Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζεται η σωστή τοποθέτηση του εργαλείου για την ρύθμιση των επιθυμητών κοπτικών ή εργαλείων συγκράτησης.

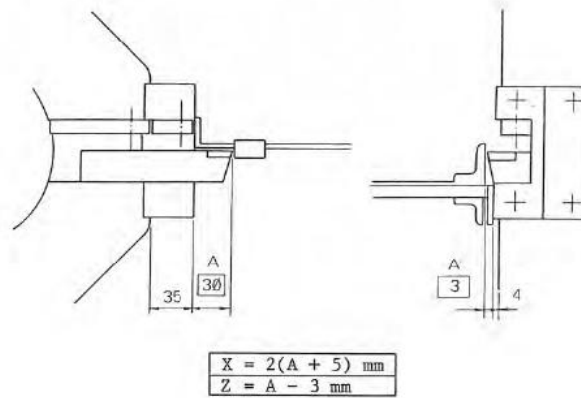


Εικόνα 54: Ρύθμιση κλασικού εργαλείου



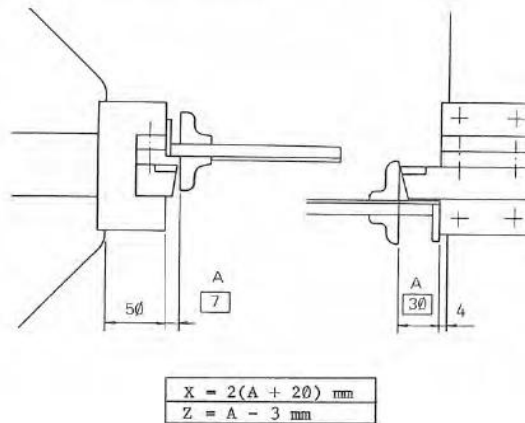
Εικόνα 55: Ανεστραμμένο εργαλείο

(2) OD Toolholder, Type I



Εικόνα 56: Εργαλείο συγκράτησης OD, Τύπος I

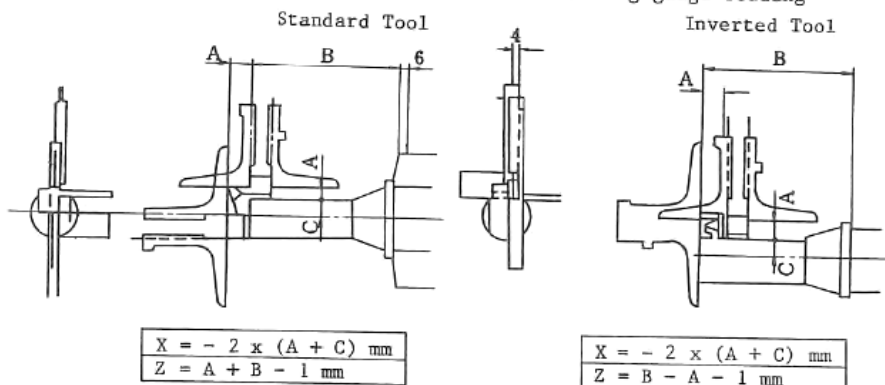
(3) OD Toolholder, Type II



Εικόνα 57: Εργαλείο συγκράτησης OD, Τύπος II

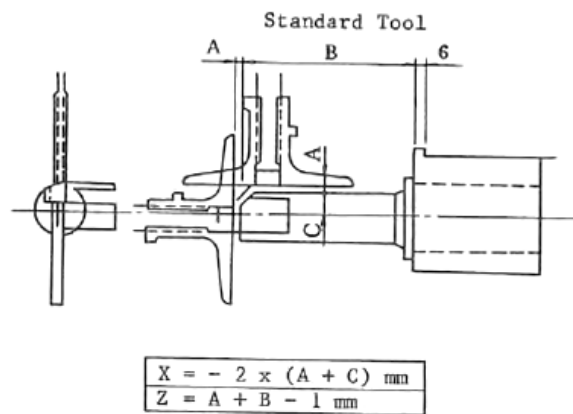
(4) ID Toolholder

X: Tool offset value on X-axis
Z: Tool offset value on Z-axis
A: Tool setting gauge reading

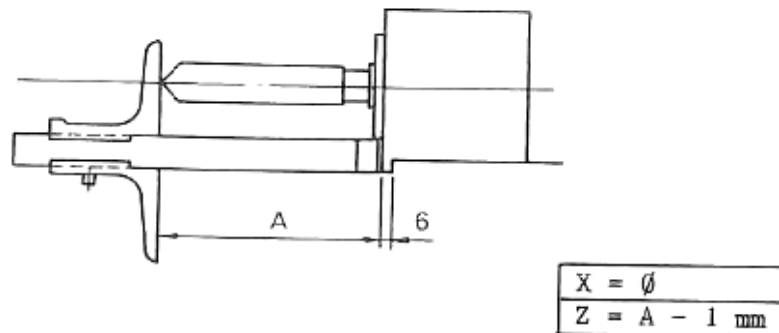


Εικόνα 58: Εργαλείο συγκράτησης ID, Κλασικό και ανεστραμμένο εργαλείο

(5) Boring bar



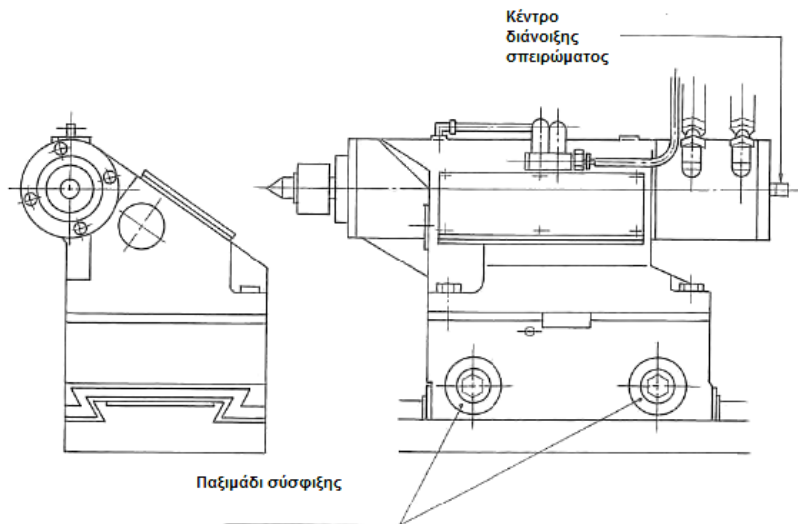
Εικόνα 59: Boringbar – κλασικό εργαλείο



Εικόνα 60: Εργαλείου διάτρησης

5.3.2.5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ TAILSTOCK

1. Ρύθμιση θέσης σώματος tailstock



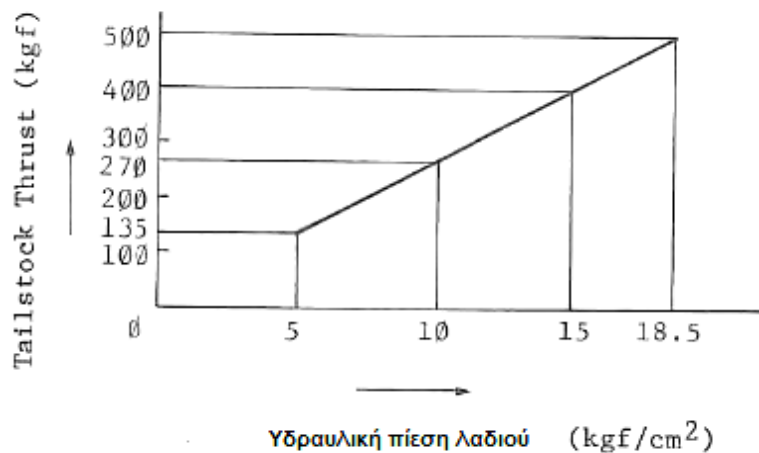
Εικόνα 61: Απεικόνιση ρύθμισης θέσης σώματος tailstock

2. Ρύθμιση θέσης σώματος tailstock

- Η επιθυμητή θέση καθορίζεται από το σημείο σύσφιξης των παξιμαδιών σύσφιξης.

3. Ρύθμιση ώσης tailstock

- Η ώση μπορεί να ρυθμιστεί από την βαλβίδα στην μονάδα ισχύος. Η μέγιστη υδραυλική πίεση είναι 18 kg/cm^2 (256 psi) και η ώση με αυτή την πίεση είναι 500 kg (1100 lbs).



Διάγραμμα 5: Ώση tailstocks συναρτήσει της υδραυλικής πίεσης λαδιού

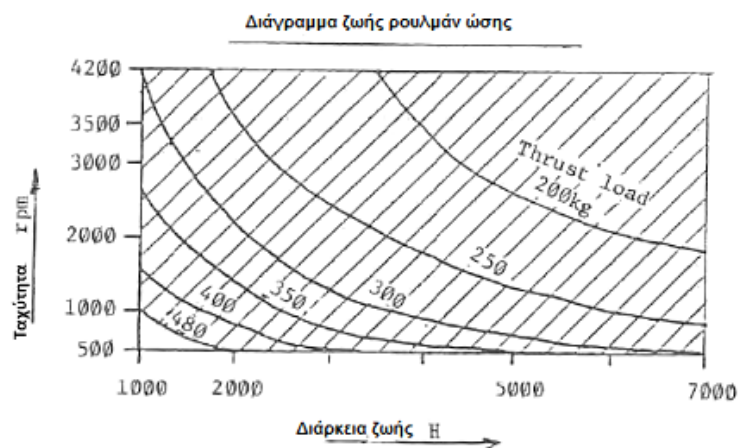
- Προώθηση / ανάκληση tailstocks leene: Η εμπρός και πίσω κίνηση του tailstocks leene γίνεται με τους διακόπτες πετάλ που βρίσκονται μπροστά στην μηχανή. Το αριστερό πετάλ προκαλεί εμπρόσθια κίνηση και το δεξιό καλεί πίσω το εξάρτημα.
- Διακόπτης επιλογής Center-work / Chuck-work: Center – work: Η λειτουργία tailstocks leene ελέγχεται από το πετάλ – διακόπτη. Ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται μόνο όταν το πετάλ είναι τελείως απελευθερωμένο. Chuck – work: Η λειτουργία tailstocks leene δεν ελέγχεται από το πετάλ – διακόπτη. Ο άξονας περιστρέφεται μόνο όταν το tailstocks leene έχει φτάσει στο τελικό σημείο.

- Επιτρεπτό φορτίο και διάρκεια ζωής περιστρεφόμενου κέντρου.

Επιτρεπτό φορτίο (kg)

Τύπος φορτίου Ταχύτητα (rpm)	Ακτινικός	Ωση
500	640	480
1,000	600	380
1,500	530	330
2,000	490	300
2,500	460	280
3,000	430	260
3,500	410	250
4,200	390	240

Πίνακας 5: Επιτρεπτό φορτίο περιστρεφόμενου κέντρου



Διάγραμμα 6: Διάγραμμα ζωής ρουλεμάν ώσης

5.3.2.6. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΙΑΣ ΗΜΕΡΑΣ

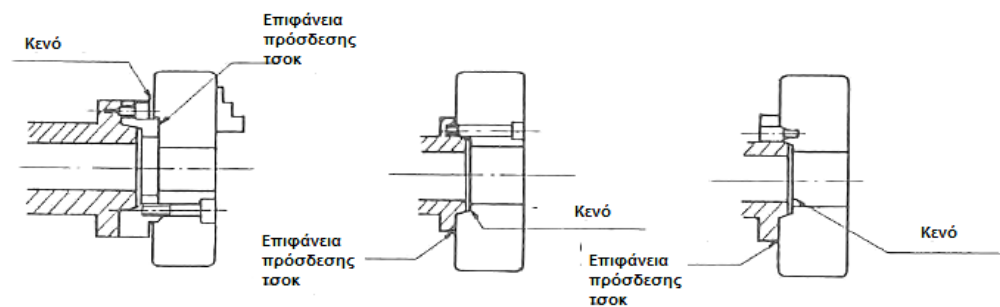
Διαδικασία:

- 1) Πιέστε το πλήκτρο CONTROL-OFF στο πάνελ ελέγχου.
- 2) Ενεργοποιήστε τον κύριο διακόπτη σε θέση OFF.
- 3) Καθαρίστε την εργαλειομηχανή και φροντίστε ο γύρω χώρος να είναι καθαρός και σε τάξη.

5.3.2.7. ΤΣΟΚ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Διαδικασία:

- 1) Επιθεώρηση: Έλεγχος του μοντέλου που υποδεικνύεται στο σώμα του τσοκ για καλή λειτουργία.
- 2) Standards (Πρότυπα)
Το τσοκ τεσσάρων ανεξάρτητων σιαγόνων (Kitagawa) κατασκευάζεται με αυστηρούς περιορισμούς σύμφωνα με JISB6154.
- 3) Εγκατάσταση τσοκ
 - a. Μεγάλη προσοχή στην ακρίβεια εγκατάστασης ώστε να μην επηρεάζεται η ακρίβεια του προϊόντος.
 - b. Εγκατάσταση του στοκ μόνο όταν η περιοχή πρόσδεσης έχει καθαριστεί σωστά από σκόνη, λάδια κτλ.
 - c. Είσοδος του τσοκ στον άξονα σε ευθυγράμμιση με τον άξονα. Σύσφιξη του τσοκ ομοιόμορφα και βαθμωτά. Η σωστή θέση απεικονίζεται στην Εικόνα 16.
 - d. Πρέπει να χρησιμοποιείται το χερούλι σύσφιξης εξαρτημάτων που παρέχεται από τον κατασκευαστή.
 - e. Για τη συγκράτηση ενός μεγάλου κομματιού πρέπει να χρησιμοποιούνται αποστάσεις για την ελεύθερη επιφάνεια του όγκου. Υπολογισμός μήκους l (tailstock).
 - f. Ποτέ να μην τοποθετείται ένα αντικείμενο εργασίας χωρίς σωστή τοποθέτηση στο τσοκ.
 - g. Το μέγεθος του τσοκ πρέπει να ανταποκρίνεται στην προσδοκώμενη εργασία.



Εικόνα 62: Σωστή τοποθέτηση τσοκ

- 4) Λίπανση (συμπλήρωμα λαδιού 2 φορές την ημέρα)
- 5) Μέγιστη ταχύτητα (Σύσφιξη ή χαλάρωση σε συγκεκριμένη ροπή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα.

5.4. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΡΝΟΥ NC ΣΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΤΑΚΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ

Ο τórνος NC (με αριθμητικό έλεγχο) είναι μια υψηλά αποδοτική εργαλειομηχανή που απαιτεί μεγαλύτερο ρυθμό χρήσης από ότι ένας συμβατικός τórνος. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι απαιτήσεις συντήρησης για να εξασφαλιστεί άψογος και απροβλημάτιστος κύκλος ζωής. Επίσης, επισημαίνονται μερικά θέματα που μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα εάν ο τórνος NC για οποιοδήποτε λόγο βγει εκτός σωστής λειτουργίας ή χρειαστεί επισκευή.

Γενικά οι τórνοι NC χρησιμοποιούνται 3 με 4 φορές περισσότερο από τους αντίστοιχους χειροκίνητους. Παρουσιάζεται το απαιτούμενο περιοδικό πρόγραμμα που πρέπει να διεξάγεται ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της εργαλειομηχανής.

Περιοδικό πρόγραμμα ελέγχου

Καθημερινά

- 1) Έλεγχος στάθμης λαδιού μέσω των μετρητικών διατάξεων πίεσης στην μονάδα υδραυλικής ισχύος. Ο έλεγχος της στάθμης γίνεται από διαφανές υλικό στο εμπρός τμήμα του headstock.
- 2) Έλεγχος πίεσης συγκράτησης για το υδραυλικό powerchuck μέσω του μετρητή πίεσης.
- 3) Λίπανση στις γλίστρες των σιαγόνων.
- 4) Έλεγχος συνθηκών λίπανσης για το σώμα και τις επιφάνειες που γλιστρούν μεταξύ τους.

Μηνιαίως

- 1) Έλεγχος των οδηγών ώστε να είναι επίπεδοι και σε ευθεία.
- 2) Καθαρισμός της υδραυλικής μονάδας ισχύος και αλλαγή του ρευστού πίεσης.

Οι 2 παραπάνω ενέργειες πρέπει να διεξάγονται μετά τον 1^ο μήνα της λειτουργίας σύμφωνα με την αρχική εγκατάσταση της μηχανής.

- 1) Μετά τους 3 πρώτους μήνες πρέπει να αλλαχθεί το υγρό λίπανσης στο headstock.

Κάθε έξι μήνες

- 1) Αλλαγή λιπαντικού υγρού στα συστήματα λίπανσης του headstock.
- 2) Αλλαγή υδραυλικού λαδιού στη μονάδα υδραυλικής ισχύος.
- 3) Έλεγχος και προσαρμογή των ιμάντων.

5.4.1. ΛΙΠΑΝΣΗ

Η εργαλειομηχανή πρέπει να λιπαίνεται λεπτομερώς σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

➤ Λιπαντικό

- 1) Πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται το προτεινόμενο λιπαντικό ώστε να αποφευχθεί τυχόν μη σωστή λειτουργία.
- 2) Το λιπαντικό που χρησιμοποιείται πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν προκαλεί διάβρωση ή άλλες αστοχίες στο υλικό εξαιτίας της ανάμιξης με άλλα ρευστά.

➤ Ψυκτικό υγρό

- 1) Το ψυκτικό πρέπει να είναι το προτεινόμενο από τον κατασκευαστή για να μην προκαλεί ζητήματα διάβρωσης ή άλλου είδους αστοχίες στο υλικό.
- 2) Αν χρησιμοποιηθεί άλλο ψυκτικό τότε πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν προκαλούνται τα προαναφερθέντα αρνητικά φαινόμενα.
- 3) Η ποσότητα του ψυκτικού και η κατάσταση «απορριμάτων» πρέπει να ελέγχεται κάθε μέρα.

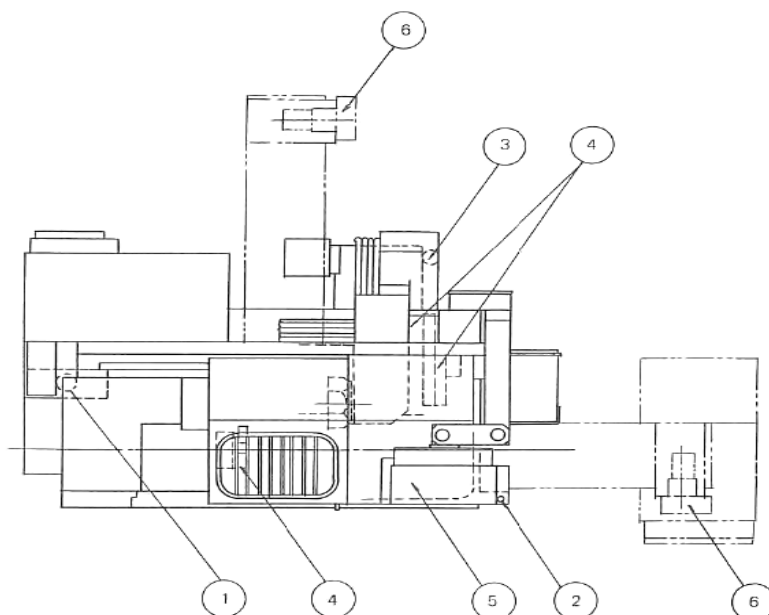
Δεξαμενή λαδιού headstock:	CB32 (MAS)	12.9 liters (3.3 U.S. gal.)
Υδραυλική μονάδα ισχύος:	HL32 (MAS)	40 liters (10.6 U.S. gal.)

Ψυκτικό: High chip NP-2212

Στον Πίνακα 5 αναγράφονται όλα τα σημεία ελέγχου της εργαλειομηχανής που απαιτούν λίπανση. Επίσης αναγράφεται η ποσότητα που χρειάζεται, το είδος του λαδιού και κάποιες βασικές επισήμανσης. Τα σημεία έλεγχου δίνονται στην Εικόνα 41 με την αντίστοιχη αρίθμηση με στόχο να παρουσιαστεί το σκίτσο της εργαλειομηχανής με το διάγραμμα λίπανσης.

No.	Σημείο ελέγχου	Ποσότητα	Είδος λαδιού	Επισημάνσεις
1	Headstock	12.9 liters (3.4 U.S. gal.)	CB32	Αλλαγή μετά το πρώτο 3μηνο και στη συνέχεια κάθε 6 μήνες
2	Οδηγοί (Guide ways)	4 liters (1.1 U.S. gal.)	G68	Συμπλήρωμα όταν απαιτείται
3	Υδραυλική μονάδα ισχύος	40 liters (10.6 U.S. gal.)	HL32	Αλλαγή μετά τον πρώτο μήνα και στη συνέχεια κάθε 6 μήνες
4	Σιαγόνες power chuck	Όσο απαιτείται	XM2	Κάθε μέρα κατά τον καθαρισμό
5	Δεξαμενή ψυκτικού	150 liters (40 U.S. gal.)	High chip NP-2212	Συμπλήρωμα όταν απαιτείται
6	Μεταφορέας chip	Όσο απαιτείται	XM2	Συμπλήρωμα κάθε 3-6 μήνες

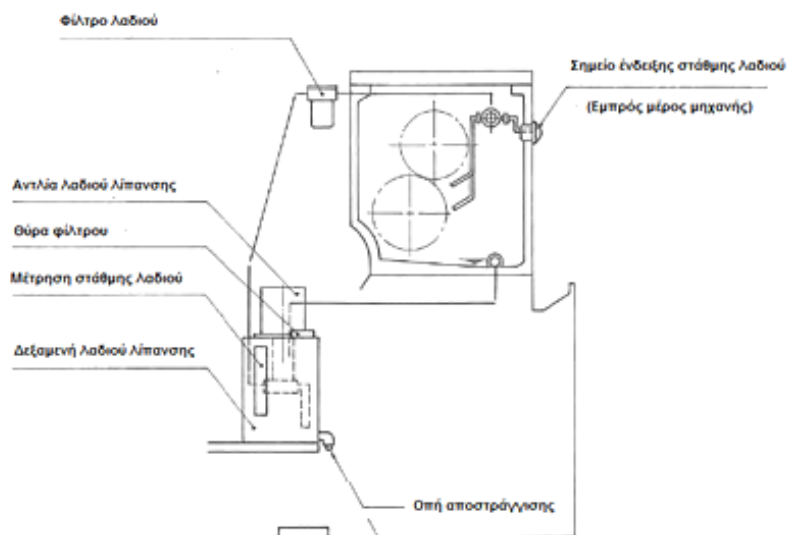
Πίνακας 6: Σημεία ελέγχου εργαλειομηχανής για λίπανση δίνοντας την ποσότητα και το είδος του λαδιού που απαιτείται



Εικόνα 63: Απεικόνιση λίπανσης εργαλειομηχανής με αριθμητική σειρά

5.4.1.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ HEADSTOCK

Το σύστημα λίπανσης και η δεξαμενή λαδιού είναι τοποθετημένα στο εμπρός αριστερό τμήμα του headstock.



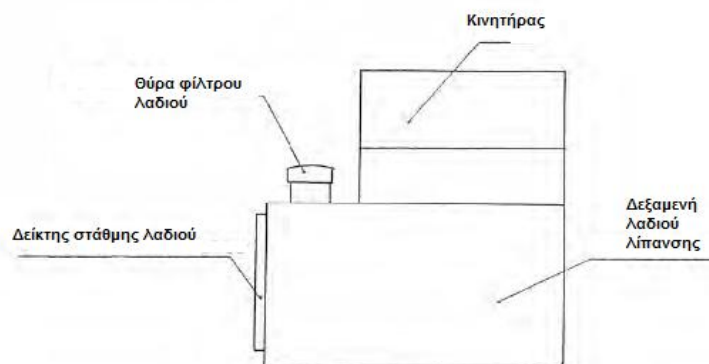
Εικόνα 64: Σύστημα λίπανσης headstock

Συνιστώμενο είδος λιπαντικού (MAS)	CB32
Απαιτούμενη ποσότητα	12.9 liters (3.4 U.S. gal.)
Συχνότητα επισκευής	Αλλαγή μετά τους 3 πρώτους μήνες και στη συνέχεια κάθε 6.

Πίνακας 7: Στοιχεία λίπανσης headstock

5.4.1.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΟΔΗΓΩΝ

Ακολουθεί το σύστημα λίπανσης των οδηγών.



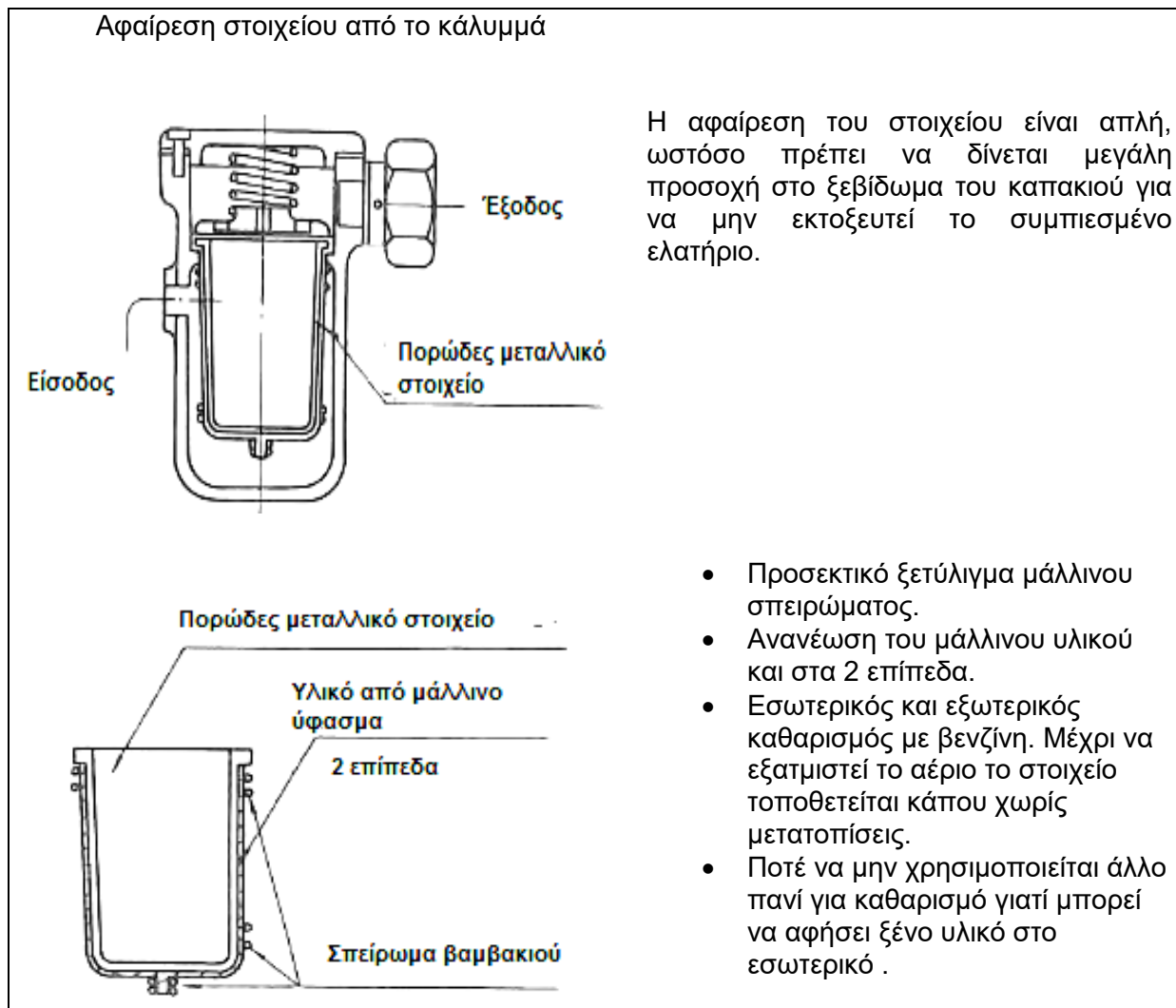
Εικόνα 65: Σύστημα λίπανσης οδηγών

Συνιστώμενο είδος λιπαντικού (MAS)	G68
Απαιτούμενη ποσότητα	4 liters (1.1 U.S. gal.)
Συχνότητα επισκευής	Το λάδι λίπανσης δεν ανακυκλώνεται συνεπώς πρέπει να ελέγχεται κάθε μέρα. Σε 50 ώρες λειτουργίας η εργοστασιακή κατανάλωση λαδιού είναι 30mm (1.18 in.)

Πίνακας 8: Στοιχεία λίπανσης οδηγών

5.4.2. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΙΛΤΡΟΥ

Ο καθαρισμός του φίλτρου πρέπει να γίνεται τακτικά. Αν δεν πραγματοποιείται περιοδικά ο καθαρισμός του φίλτρου τότε «βρώμικο» λάδι ανακυκλώνεται στο σύστημα και θα δημιουργηθεί σοβαρό πρόβλημα.

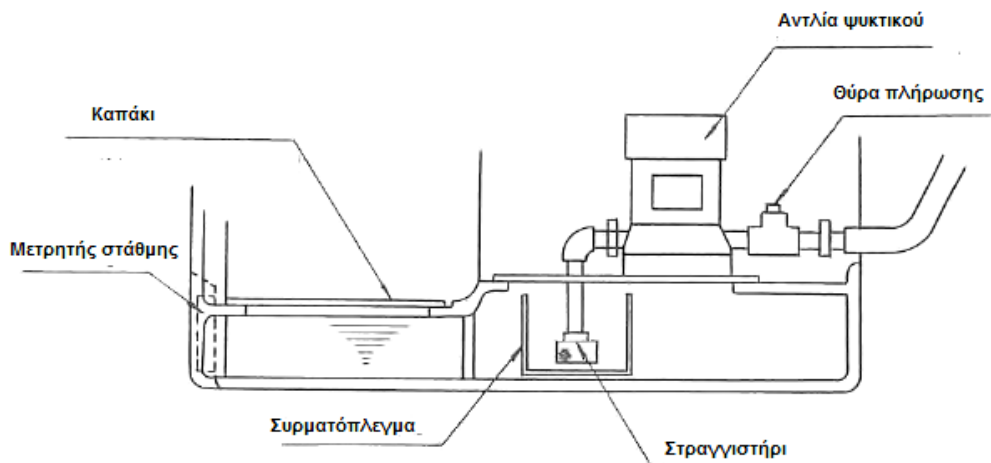


Εικόνα 66: Διαδικασία καθαρισμού φίλτρου και σημεία προσοχής

5.4.3. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ

Το υγρό ψυκτικό της δεξαμενής απαιτεί και αυτό κάποιον καθαρισμό. Η διαδικασία καθαρισμού ψυκτικού υγρού δεξαμενής είναι η ακόλουθη:

- 1) Άντληση του ψυκτικού σε άλλη δεξαμενή.
- 2) Αφαίρεση μεταλλικού καπακιού.
- 3) Καθαρισμός δεξαμενής.
- 4) Αφαίρεση συστήματος αποστράγγισης από την γραμμή της αντλίας.
- 5) Καθαρισμός συστήματος αποστράγγισης.
- 6) Ξαναγέμισμα της δεξαμενής με το ψυκτικό.

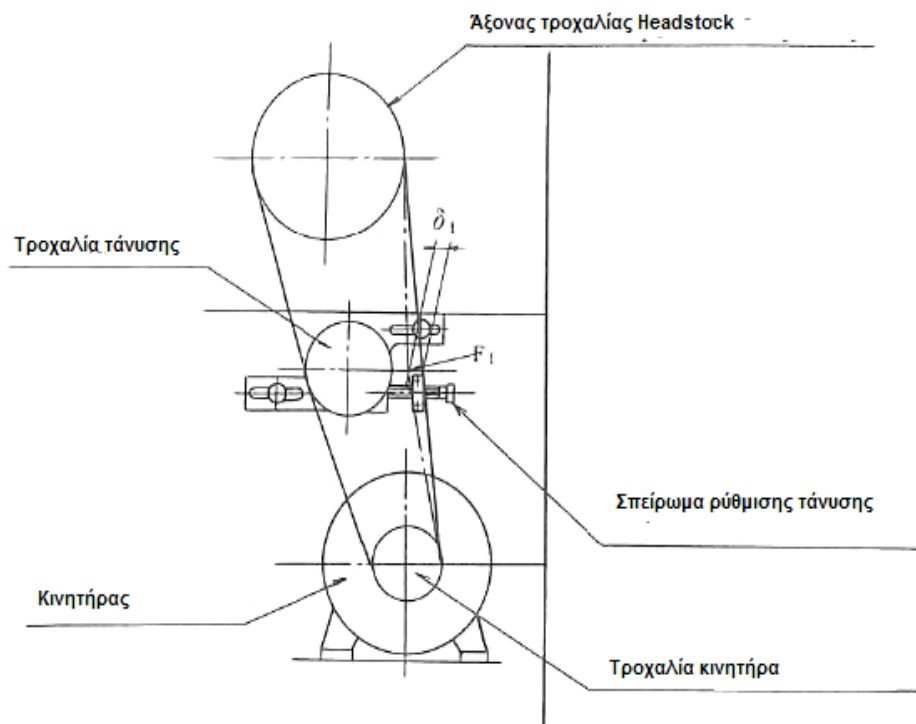


Εικόνα 67: Καθαρισμός δεξαμενής ψυκτικού

5.4.4. ΤΑΝΥΣΤΗΣ ΙΜΑΝΤΩΝ

5.4.4.1. ΙΜΑΝΤΑΣ V ΑΠΟ ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΟΤΕΡ ΣΤΟ HEADSTOCK

Καθορισμός της τάσης των ιμάντων από την κίνησης του μοχλού τάνυσης μέσω του αντίστοιχου σπειρώματος σύσφιξης.



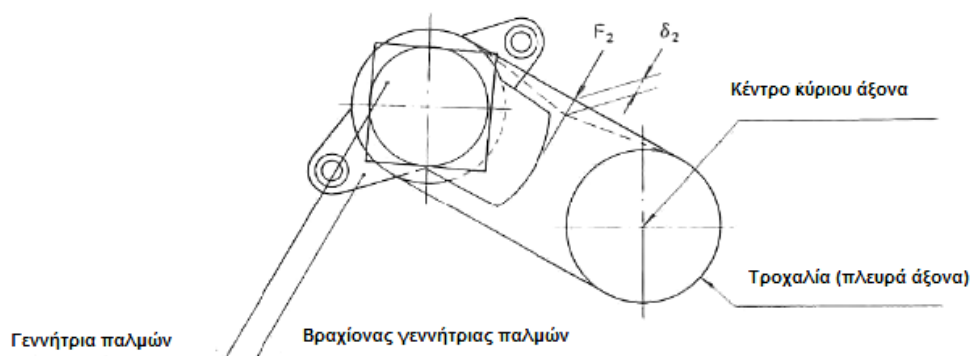
Εικόνα 68: Ιμάντας V από το κύριο μοτέρ στο Headstock

5.4.4.2. ΙΜΑΝΤΑΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΠΑΛΜΩΝ

Η τάση ρυθμίζεται κουνώντας τον βραχίονα της γεννήτριας παλμών.

Είδος ιμάντα	Τύπος και μέγεθος	Αριθμός ιμάντων	Πίεση F2 kg (lb.)	Ποσοστό εκτροπής δ2 mm (in.)
Ιμάντας χρονισμού	255I050 (M1131-050255)	1	0.35 (0.77)	3 (0.12)

Πίνακας 9: Στοιχεία ιμάντα χρονισμού για γεννήτρια παλμών



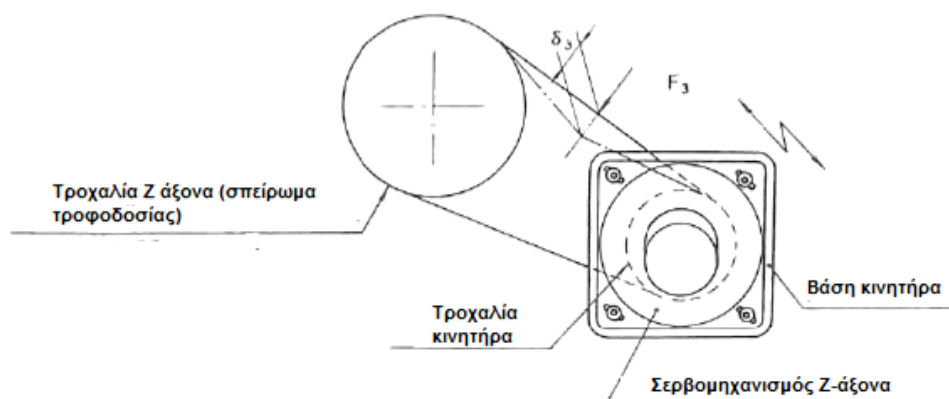
Εικόνα 69: Ιμάντας χρονισμού για γεννήτρια παλμών

5.4.4.3. ΙΜΑΝΤΑΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΣΕΡΒΟΜΗΧΑΝΙΣΜΟ

Ρύθμιση της τάσης με κίνηση την βάση του σερβομηχανισμού.

Είδος ιμάντα	Τύπος και μέγεθος	Αριθμός ιμάντων	Πίεση F2 kg (lb.)	Ποσοστό εκτροπής δ2 mm (in.)
Ιμάντας χρονισμού	STS 250S8M944 (M119-0007-49)	1	3.5 (7.7)	5 (0.20)

Πίνακας 10: Στοιχεία ιμάντα χρονισμού για σερβομηχανισμό



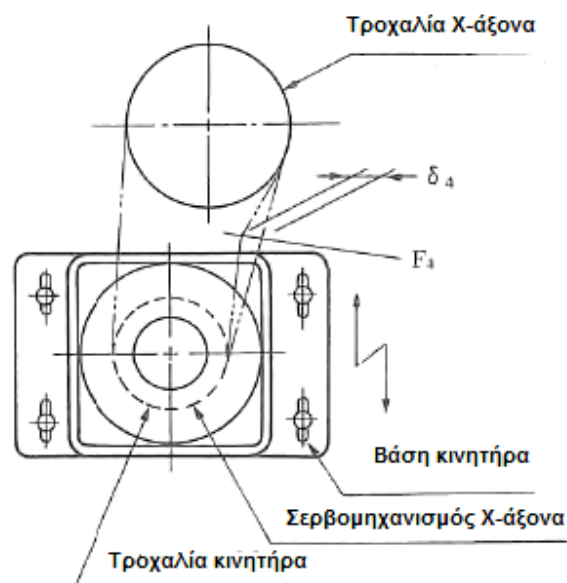
Εικόνα 70: Ιμάντας χρονισμού για σερβομηχανισμό

5.4.4.4. ΙΜΑΝΤΑΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΣΕΡΒΟΜΗΧΑΝΙΣΜΟ Χ-ΑΞΟΝΑ

Ρύθμιση της τάσης με κίνηση του σερβομηχανισμού στο Χ – άξονα.

Είδος ιμάντα	Τύπος και μέγεθος	Αριθμός ιμάντων	Πίεση F2 kg (lb.)	Ποσοστό εκτροπής $\delta 2$ mm (in.)
Ιμάντας χρονισμού	STS 250S8M944 (M119-0006-91)	1	3.5 (7.7)	3.8 (0.15)

Πίνακας 11: Στοιχεία ιμάντα χρονισμού για σερβομηχανισμό για τον Χ- άξονα



Εικόνα 71: Ιμάντας χρονισμού για σερβομηχανισμό για τον Χ- άξονα

5.4.5. ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΥΡΓΟΥ (TURRETSPEED)

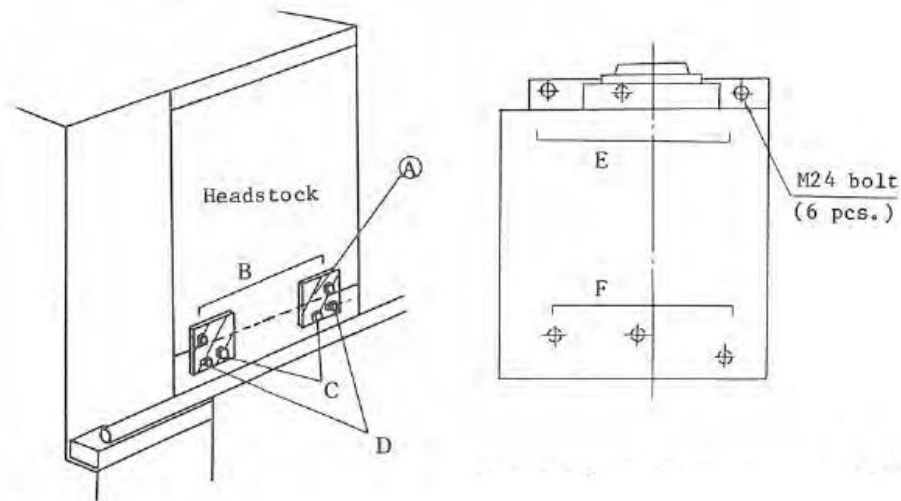
Πριν την ρύθμιση της ταχύτητας του πύργου πρέπει να τεθεί σε λειτουργία η παροχή ρεύματος για να προθερμανθούν τα υδραυλικά συστήματα μέχρι η θερμοκρασία στη δεξαμενή να φθάσει τους 40°C. Σε αυτό το σημείο η προτεινόμενη διαδικασία είναι η ακόλουθη:

- 1) Ρύθμισης της βάνας (1) σφιγκτήρα για την ταχύτητα και ορισμός θέσης “L” στα 14 mm (0.55”).
- 2) Κατά την περιστροφή, σφίξιμο της βάνας (3) μέχρι να μην ακούγεται ο ήχος του συμπλέκτη και κλείδωμα σε αυτή τη θέση.
- 3) Ενεργοποίηση της βάνας ρύθμισης ταχύτητας του πύργου (2) ώστε η ταχύτητας να είναι περίπου 3.5 sec/στροφή. Στη συνέχεια σύσφιξη του παξιμαδιού.

5.4.6. ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗ ΤΟΥ HEADSTOCK

Ακολουθεί η διαδικασία της ευθυγράμμισης του Headstock και είναι:

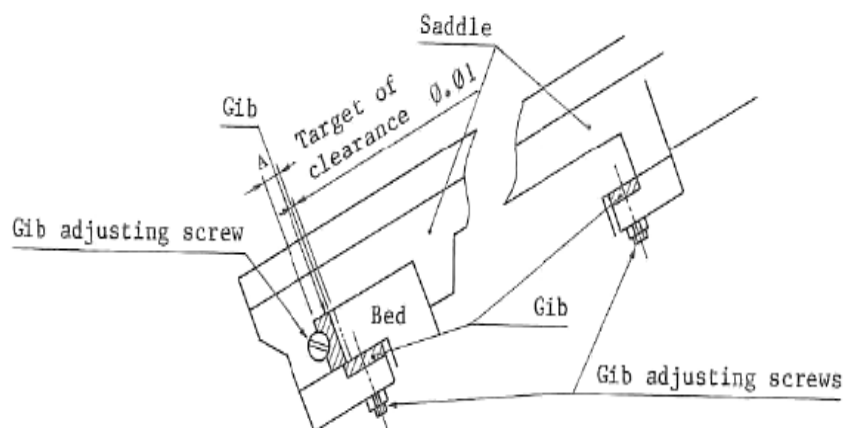
- 1) Εξασφάλιση ευθυγράμμισης του headstock με 3 M12 βίδες (A).
- 2) Σύσφιξη των M12 βιδών (C).
- 3) Βίδωμα των 2 M12 (D) στην διάταξη A μέχρι να ακουμπήσουν την βάση.
- 4) Χαλάρωμα των 6 M24 κοχλιών (E, F).
- 5) Ευθυγράμμιση του headstock με τις βίδες C και D.
- 6) Μετά την τελική ευθυγράμμιση ασφάλιση των κοχλιών E και F και στη συνέχεια απομάκρυνση της διάταξης A.



Εικόνα 72: Απεικόνιση διαδικασίας ευθυγράμμισης του Headstock

5.4.7. ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΩΝΙΚΩΝ ΡΟΥΛΕΜΑΝ

Η μηχανή είναι εξοπλισμένη με κωνικά ρουλεμάν κίνησης. Η ρύθμιση τους γίνεται αναγκαία εάν έχουν χαλαρώσει ή καταστραφεί από τη χρήση με αποτέλεσμα μη κανονική κίνηση, στοιχείο που επηρεάζει την ακρίβεια.

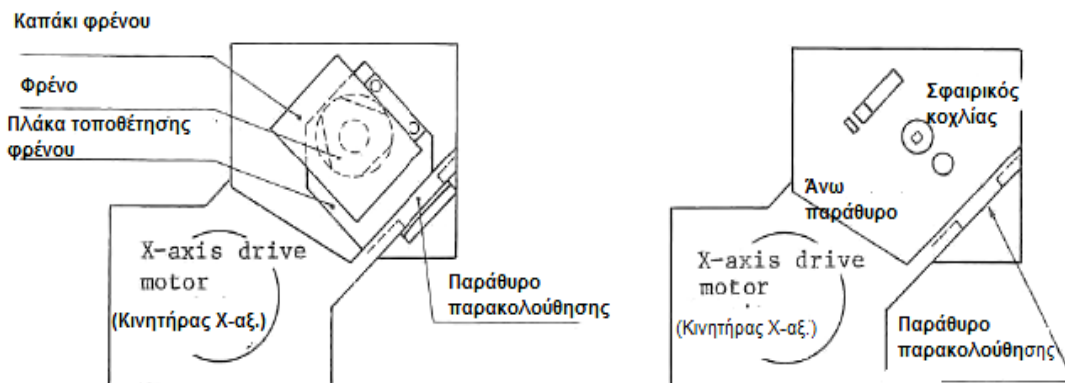


Εικόνα 73: Ρύθμιση κωνικών ρουλεμάν.

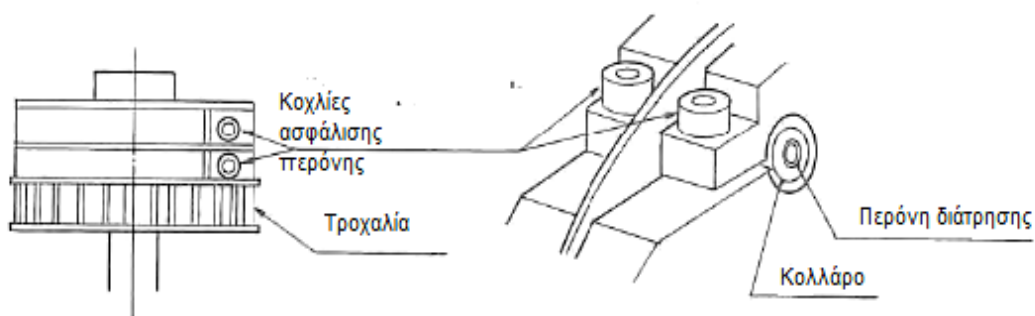
5.4.8. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΟΝΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

Αυτό το μοντέλο είναι εξοπλισμένο με περόνη διάτμησης για τους μηχανισμούς οδήγησης των Χ και Ζ αξόνων για να προστατεύσει τον πύργο (turret), τις σφαιρικές βίδες και άλλα μηχανικά μέρη από εκτεταμένο φορτίο λόγω συγκρούσεων κτλ. Ένα μια περόνη σπάσει τότε ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία αλλαγής:

- 1) Αντικατάσταση περόνης στον Χ-άξονα
 - a. Αφαίρεση καλύμματος φρένου στον Χ-άξονα και του φρένου. Για την αποφυγή πρόσκρουσης του πύργου λόγω πτώσης τοποθετήστε ένα κομμάτι ξύλου στο δάπεδο.
 - b. Αφαιρέστε το καπάκι από το παράθυρο παρακολούθησης.
 - c. Αφαιρέστε την πλάκα τοποθέτησης φρένου.
 - d. Τοποθετήστε το τετράγωνο κουτί (8mm) στο τέλος του Χ-άξονα και περιστρέψτε τον κυκλικό κοχλία μέχρι η περόνη διάτμησης να φαίνεται από το παράθυρο. Στρίψτε τον ιμάντα χρονισμού με το χέρι βλέποντας μέσα από το παράθυρο παρακολούθησης μέχρι να ταιριάζει η θέση της περόνης.
 - e. Χαλαρώστε το σπείρωμα κλειδώματος από το παράθυρο παρακολούθησης.
 - f. Αφαιρέστε την σπασμένη περόνη με χρήση ενός κοχλία M4.
 - g. Εισάγετε νέα περόνη.
 - h. Εξασφαλίστε ότι μέσω των σπειρωμάτων επιτυγχάνεται σύσφιξη.
 - i. Βάλτε πάλι την πλάκα τοποθέτησης του φρένου.
 - j. Τοποθετήστε πάλι το κάλυμμα.



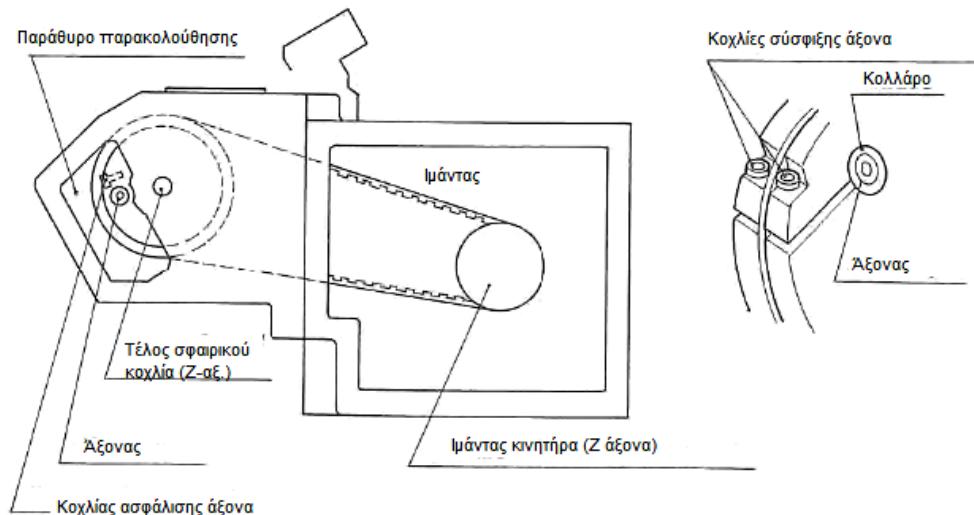
Εικόνα 74: Εξωτερική όψη για αντικατάσταση περόνης διάτμησης Χ- άξονα



Εικόνα 75: Όψη από παράθυρο παρακολούθησης περόνης διάτμησης Χ- άξονα

2) Αντικατάσταση περόνης στον Z-άξονα

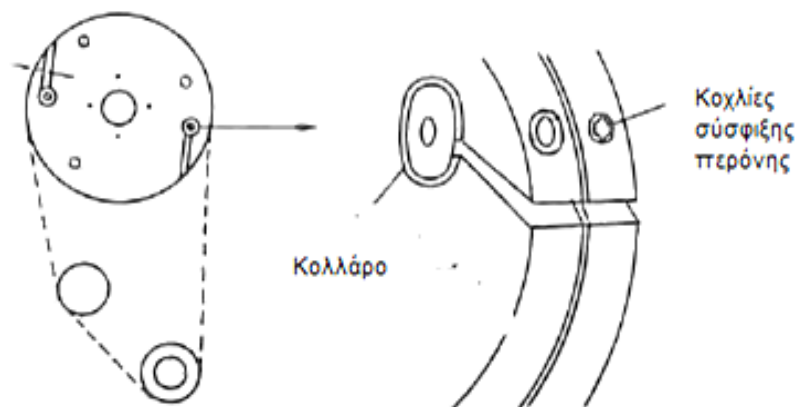
- Αφαίρεση καλύμματος του παράθυρου παρακολούθησης και του ιμάντα.
- Περιστροφή του γραναζιού ώστε να βγει ο άξονας από την τροχαλία και να είναι ορατός από το παράθυρο.
Με χειροκίνητη περιστροφή του ιμάντα χρονισμού πρέπει να τοποθετηθεί ο άξονας σε ίδια θέση.
- Χαλάρωμα των κοχλιών του άξονα.
- Αφαίρεση σπασμένου άξονα.
- Εγκατάσταση νέου άξονα.
- Ασφάλιση άξονα με κοχλίες.
- Επανατοποθέτηση καλύμματος.



Εικόνα 76: Πλάγια όψη περόνης διάτμησης Z- άξονα

3) Αντικατάσταση περόνης στον άξονα του κύριου άξονα.

- Αφαίρεση αριστερού καλύμματος στο headstock.
- Χαλάρωση των κοχλιών της περόνης στην τροχαλία του άξονα του κυρίου άξονα.
- Αφαίρεση 2 σπασμένων περονών με χρήση M4 κοχλιών.
- Εισαγωγή 2 νέων περονών.
- Εξασφάλιση ότι έχει βιδωθεί σωστά η περόνη.
- Επανατοποθέτηση καλύμματος.



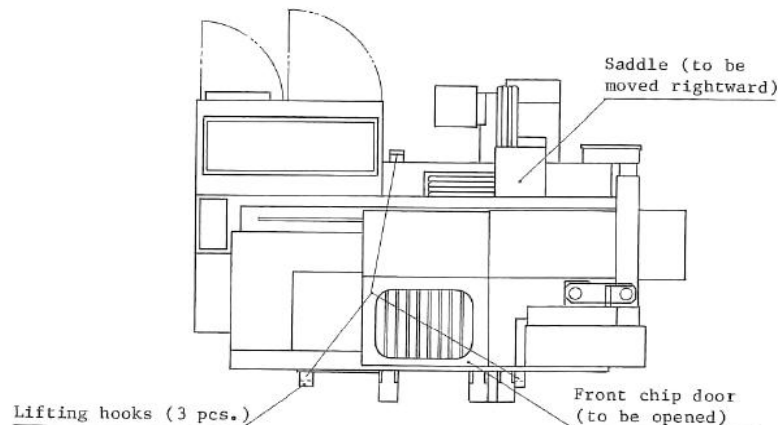
Εικόνα 77: Πλάγια όψη περόνης διάτμησης στο κύριο άξονα

5.5. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ

Η εργαλειομηχανή αποτελείται από 4 κυρίως μέρη: την μηχανή, τον πίνακα ελέγχου, την υδραυλική μονάδα ισχύος και τη μονάδα CNC. Το μοντέλο LB15 είναι κατασκευασμένο σαν μία δομή οπότε μπορεί να μεταφερθεί χωρίς να χρειάζεται αποσυναρμολόγηση.

Η μετακίνηση της εργαλειομηχανής γίνεται με 3 διαφορετικούς τρόπους:

- 1) Ανύψωση με γερανογέφυρα
- 2) Ανύψωση με περionoφόρο όχημα
- 3) Με κύλληση



Εικόνα 78: Απεικόνιση ανύψωσης με γερανογέφυρα

5.5.1. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Πρέπει να τοποθετηθεί σε επίπεδο πάτωμα (συνήθως βιομηχανικό δάπεδο ή τσιμέντο) με μεγάλη προσοχή. Σε περίπτωση που το έδαφος δεν είναι ιδιαίτερα συμπαγές πρέπει να προστεθεί υλικό ενίσχυσης στο συγκεκριμένο σημείο.

5.5.2. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

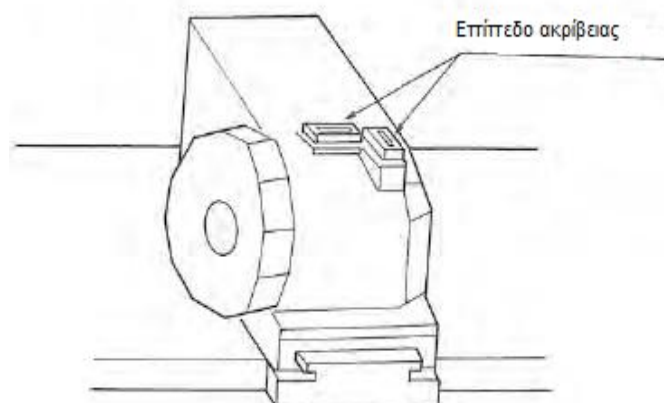
Η εργαλειομηχανή πρέπει να τοποθετηθεί σε τελείως επίπεδο σημείο γιατί οποιαδήποτε ανωμαλία θα προκαλέσει μεγάλο σφάλμα στην ακρίβεια εργασίας και στο χρόνο ζωής της μηχανής.

Αριθμός κοχλιών για ευθυγράμμιση	Επισημάνσεις
8	Κοιλότητες για διέλευση μπουλονιών θεμελίωσης

Πίνακας 12: στοιχεία για την θεμελίωση του μηχανήματος

Θεμελίωση μηχανήματος:

- 1) Μέτρηση του επιπέδου της μηχανής δεξιά και αριστερά στις άκρες στον X και Z άξονα.
- 2) Ανοχή: 0.04 mm ανά 1000mm (0.0016 in. ανά 39.37 in.)
- 3) Εύρος ακρίβειας: 1 div. = 0.02 mm ανά 1000 mm (0.0008 in. ανά 39.37 in.).

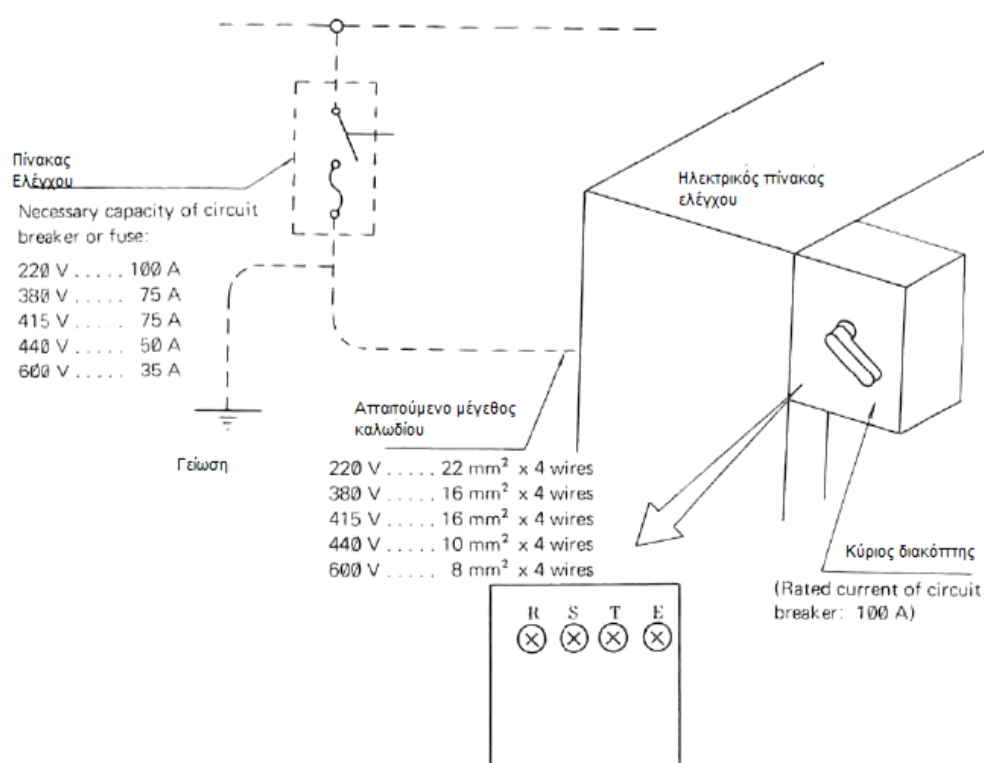


Εικόνα 79: Επίπεδο ακρίβειας μηχανήματος

5.5.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Οι απαιτήσεις της ηλεκτρικής ισχύος δίνονται από τα ακόλουθα:

- Ηλεκτρική πηγή: 3φασικό ρεύμα, 220/380/415/440/600V, 50/60 Hz.
- Κύριος κινητήρας: AC 11/7.5 kW (15/10 HP).

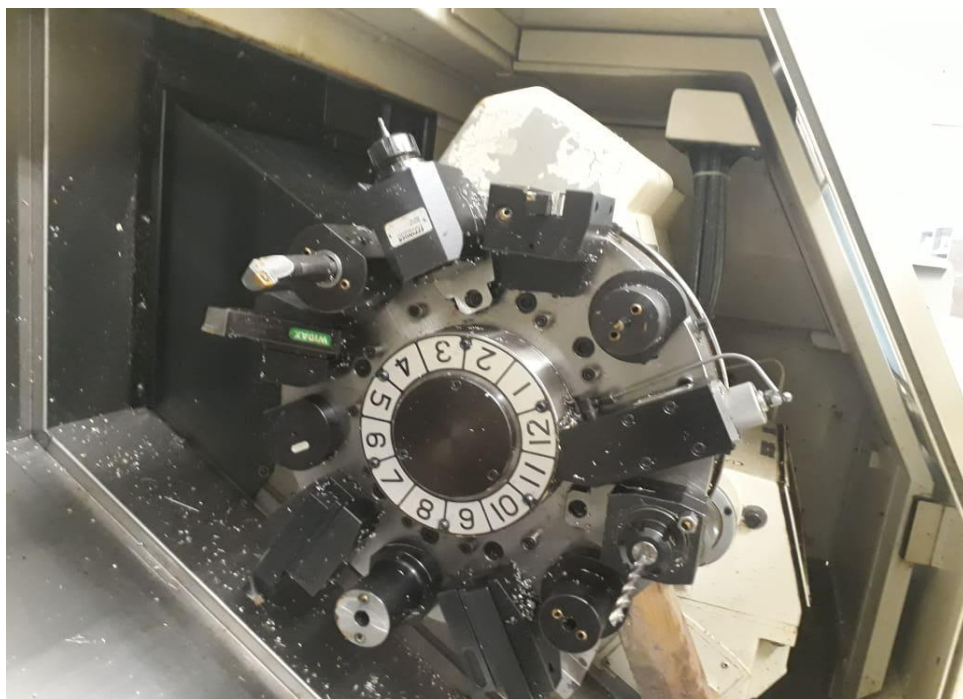


Εικόνα 80: Απατήσεις Ηλεκτρικής Ισχύος Μηχανήματος

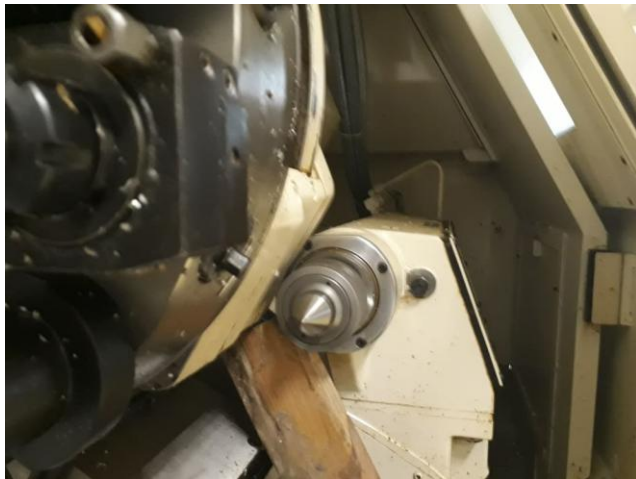
5.6. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ OKUMA LB15



Εικόνα 81: Πληκτρολόγιο – Οθόνη Okuma LB15



Εικόνα 82: Εργαλειοφορέας Okuma LB15



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 83: Okuma LB15 εν ώρα λειτουργίας

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: EASITURN 3 - ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εργαλειομηχανές της Easiturn χρησιμοποιούν τις τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία των μικροεπεξεργαστών. Οι τεχνολογικές δυνατότητες αυτές μπορούν να συνδυαστούν με μια πλήρη εφεδρική εγκατάσταση, επιπλέον εξοπλισμούς, συστήματα εργαλείων, καθώς και σταθερά εξαρτήματα- αξεσουάρ ώστε να παρέχουν μια ισχυρή και πολύπλευρη εργαλειομηχανή. Επιπλέον χρήσιμα χαρακτηριστικά των εργαλειομηχανών Easiturn περιλαμβάνουν λογισμικό υπολογιστών το οποίο χρησιμοποιείται για διαγνωστικό έλεγχο εύρεσης σφαλμάτων, στοιχείο που εξασφαλίζει πολύτιμο χρόνο παραγωγής. Στοιχεία εισόδου και εξόδου είναι εύκολο να παρακολουθούνται ώστε να συνεργαστεί η εργαλειομηχανή με ρομπότ σε ένα «εύκαμπτο» σύστημα παραγωγής. Επίσης, η εργαλειομηχανή παρέχει και έξοδο σύνδεσης με εκτυπωτή ώστε το πρόγραμμα να μπορεί να αποτυπωθεί και σε έντυπη μορφή.

Οι μορφές γλώσσας προγραμματισμού που περιλαμβάνει η εργαλειομηχανή είναι σύμφωνες με το διεθνές πρότυπο ενσωματώνοντας κώδικες G και M. Παρέχεται η δυνατότητα για είσοδο συναρτήσεων προγραμματισμού ώστε να μπορεί και χρήστης που δε γνωρίζει κώδικα G ή M να εκτελέσει μια διαδικασία. Ο ενσωματωμένος κώδικας του συστήματος βοηθά τον χρήστη ώστε να αποφύγει σφάλματα προγραμματισμού. Ο προγραμματιστής και ο χειριστής πρέπει να έχουν εμπειρία και γνώση με την ορολογία και τις τεχνικές χρήσης και λειτουργίας των εργαλειομηχανών.



Εικόνα 84: Εργαλειομηχανή Easiturn 3

6.2. ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ CNC

6.2.1. PNC 3

Η PNC 3 είναι μια εξαιρετικά ευέλικτη συνεχής διαδρομή. Πρόκειται για μια προγραμματιζόμενη μονάδα ψηφιακού ελέγχου υπολογιστή σχεδιασμένη για να ελέγξει μέχρι 4 άξονες κίνησης όπου απαιτείται ακριβής έλεγχος και τοποθέτηση. Σχετικές διαδικασίες και λειτουργίες μπορούν επίσης να ελέγχονται από την PNC 3. Ο προγραμματισμός των βηματικών κινήσεων του κινητήρα και του στοιχείου ελέγχου της διαδικασίας εξηγείται πλήρως σε αυτό το εγχειρίδιο.

Από την αρχική οθόνη ο έλεγχος αποκτάται με τις ακόλουθες διεργασίες:

- Χρήση πληκτρολογίου για τις εντολές εισόδου εξαιτίας:
 - ✓ α) G και M κωδίκων προγραμματισμού,
 - ✓ β) συστημάτων λέξεων-κλειδιών.
- Η οθόνη (9") παρέχει τις ακόλουθες πληροφορίες στο χρήστη:
 - ✓ Ένδειξη στην οθόνη για την πλήρη κατάσταση του μηχανήματος
 - ✓ Στοιχεία υποβοήθησης για εύκολη χρήση του συστήματος ελέγχου
 - ✓ Τμήματα του προγράμματος κατά τη διάρκεια της φόρτωσης του προγράμματος, της επεξεργασίας και της εκτέλεσης.
 - ✓ Πίνακας ελέγχου και ενδείξεις σφαλμάτων του προγράμματος.

Η μονάδα ελέγχου αποθηκεύει τυπικά έως και 500 μπλοκ. Οι διεργασίες του προγραμματισμού περιλαμβάνουν βρόγχους επανάληψης, σπειρώματα, προκαθορισμένες συντεταγμένες σημείων, σύστημα μονάδων σε μέτρα ή ίντσες και απόλυτο ή στοιχειώδη προγραμματισμό με κάθε συνδυασμό. Το μαγνητικό σύστημα ταινιών παρέχει απεριόριστο χώρο σε κάθε πλευρά της κασέτας και μπορούν να αποθηκευτούν περίπου 3000 μπλοκ κώδικα.

6.3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ CNC

Τα βασικά στοιχεία προδιαγραφών ελέγχου του συστήματος CNC είναι:

1. Η κονσόλα διαστάσεων 490x290x335 mm.
2. Αντιθαμβωτική οθόνη 9" με έξοδο για σύνδεση σε εξωτερική οθόνη TV.
3. Πληκτρολόγιο για εισαγωγή χειροκίνητων δεδομένων.
4. Μικρή μαγνητική κασέτα για αποθήκευση δεδομένων.
5. Σύστημα MDI επιλογής προγραμμάτων.
6. Αντάπτορας 7 Din για σύνδεση σε υπολογιστές.
7. Σύστημα για σύνδεση σε εκτυπωτές.
8. ISOFormat – επιτρέπει τον προγραμματισμό G και M μέσω DIN 66025.
9. Λίστες κώδικα G και M για βοήθεια.
10. Κλειδιά επιλογών.
11. Μεταβλητόν ρυθμός τροφοδοσίας στους άξονες και βήμα 0,01mm.
12. Ρυθμός τροφοδοσίας από 1mm/min μέχρι 750 mm/min.
13. Προγραμματιζόμενη ταχύτητα ατράκτου 0-2000 RPM.
Προγραμματιζόμενος ρυθμός τροφοδοσίας 0-1500 mm/min.

14. Γραμμική παρεμβολή των 2 αξόνων με διανυσματική διόρθωση των ρυθμών τροφοδοσίας.
15. Κυκλική παρεμβολή στο επίπεδο X-Z.
16. Απόλυτος/Στοιχειώδης, ίντσες/mm προγραμματισμός.
17. Χειροκίνητες και προγραμματιζόμενες παύσεις στο πρόγραμμα.
18. Διεργασίες επανάληψης για έτοιμα μπλοκ κώδικα για δημιουργία σπειρωμάτων.
19. Συντεταγμένες διάφορων σημείων.
20. Μνήμη 500 μπλοκ (Διαθέσιμα 1000 μπλοκ).
21. Μετατοπίσεις μήκους κοπτικού (έως και 16 εργαλεία).
22. Προγραμματιζόμενη ψύξη.
23. Προγραμματιζόμενη διάτρηση από 0.1 έως 9999.99 sec.
24. Τέσσερις βοηθητικές έξοδοι.
25. Έξι προγραμματιζόμενες είσοδοι.
26. Προαιρετικός έλεγχος 3^{ου} άξονα.
27. Ανάλυση συστήματος 0.01 mm.

6.4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Οι βασικές τεχνικές προδιαγραφές των βασικών εξαρτημάτων ή κινήσεων της εργαλειομηχανής δίνονται σε mm (πχ. Απόσταση κέντρων, αξονικές μετατοπίσεις κτλ.).

Παρουσιάζονται λεπτομερώς και τα βασικά χαρακτηριστικά για τα εξής εξαρτήματα – μεγέθη:

<u>Κινητήρας ατράκτου</u>	- 1.5 KW (2 HP) AC 1420 RPM 6.7 AMPS
<u>Κινητήρες αξονικών κινήσεων</u>	- X AXIS βηματικός κινητήρας - 200 STEPS/REV Z AXIS βηματικός κινητήρας - 200 STEPS/REV
<u>Ρυθμοί τροφοδοσίας</u>	- γρήγορη μετατόπιση στους άξονες X και Z G00: 1500 mm/min.
<u>Μηχανική ανάλυση</u>	- 0.01 mm (0.0004")
<u>Γραμμική παρεμβολή</u>	- διανυσματική διόρθωση στους άξονες X και Z.
<u>Κυκλική παρεμβολή</u>	- Στους άξονες X και Z.
<u>Προκαθορισμένο μηδενικό σημείο αναφοράς</u>	Z = 0 όταν το εξάρτημα saddle είναι πάνω στο τσοκ. X = 0 όταν το εξάρτημα saddle είναι στην μέγιστη απόσταση από το εμπρός μέρος της εργαλειομηχανής.
<u>Διαστάσεις εργαλειομηχανής</u>	Μήκος 1370 mm (54") Πλάτος 610 mm (24") Ύψος 1680 mm (66") Βάρος 600 kg (1320 lbs)

6.5. ΒΑΣΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Η λίστα με τον βασικό εξοπλισμό περιλαμβάνει τα εξαρτήματα της εργαλειομηχανής όπως τα τσοκ, διάφορα κλειδιά, δοχεία λαδιού, εγχειρίδια ψυκτικών ή λιπαντικών συστημάτων καθώς και τα εγχειρίδια χρήσης για τη λειτουργία και την λίπανση.

Στον επιπλέον εξοπλισμό συμπεριλαμβάνονται εξαρτήματα της εργαλειομηχανής όπως το πνευματικό τσοκ ή εξωτερικά όπως εκτυπωτές, συστήματα CAD/CAM ή ρομπότ. Τέλος, υπάρχουν και οι διεργασίες σχετικά με την ασφαλή χρήση και λειτουργία της εργαλειομηχανής.

6.6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

- Μηχανή ανύψωσης: Ο τórνος παραδίδεται με τέσσερις γάντζους ανύψωσης. Για να τοποθετηθούν οι γάντζοι στα κατάλληλα σημεία του τórνου πρέπει πρώτα να αφαιρεθούν οι 8 τάπες, 2 σε κάθε γωνία. Τέλος πρέπει να ελεγχθεί αν το ανυψωτικό μηχάνημα μπορεί να σηκώσει το βάρος του εξοπλισμού και ότι είναι σωστά συντηρημένο.
- Τοποθέτηση: Ο τórνος πρέπει να τοποθετηθεί σε οριζόντια επιφάνεια, κατά προτίμηση τσιμεντένια. Επίσης, υπάρχουν βάσεις στήριξης και κοχλίες ώστε η εργαλειομηχανή να τοποθετηθεί σε οριζόντιο επίπεδο.
- Καθάρισμα: Πριν την ενεργοποίηση της εργαλειομηχανής οι καθαρές επιφάνειες καλύπτονται από ένα προστατευτικό διάλυμα το οποίο μπορεί να αφαιρεθεί με διάλυμα κηροζίνης πριν γίνει προσπάθεια να αφαιρεθούν οι ζελατίνες ή να ενεργοποιηθεί η εργαλειομηχανή.
- Σύνδεση ηλεκτρικής παροχής: Η τροφοδοσία πραγματοποιείται μέσω τριφασικού ρεύματος 380/440V, 50Hz ή μονοφασικό 220/240V, 50Hz.
- Λίπανση: Η λίπανση στους οδηγούς, στα έδρανα, στους κοχλίες κτλ. τροφοδοτείται από αυτόματο σύστημα λίπανσης. Πρέπει να διαβεβαιώνεται ότι το δοχείο λαδιού είναι γεμάτο. Όλοι οι οδηγοί πρέπει να έχουν λιπανθεί πριν οποιαδήποτε κίνηση.
- Τοποθέτηση τσοκ και πρόσοψης: Πριν γίνει η τοποθέτηση του τσοκ ή της πρόσοψης πρέπει να εξασφαλισθεί ότι η επιφάνεια είναι καθαρή από λάδια ή βρωμιά.

6.7. ΓΡΗΓΟΡΗ ΑΛΛΑΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Για την αλλαγή εργαλείων πρέπει είτε να τραβηχτεί είτε να πιεστεί ο μοχλός σύσφιξης στην κεντρική θέση και να βγει έξω το εργαλείο. Η εισαγωγή του επόμενου εργαλείου συγκράτησης πρέπει να γίνει με τον κοχλία προσαρμοσμένο στην βάση του σώματος, και στερέωμα της θήκης τραβώντας ή πιέζοντας το μοχλό σύσφιξης στην κλειδωμένη θέση.

Για να ρυθμιστεί το κέντρο ύψος του εργαλείου του τórνου πρέπει να χαλαρώσει η λαβή σύσφιξης και καθώς και το παξιμάδι κλειδώματος - τότε είτε βιδώστε την βίδα ρύθμισης δεξιόστροφα για να αυξήσει το στήριγμα του εργαλείου ή το αντίστροφο. Η επαναλαμβανόμενη ακρίβεια σύσφιξης του κατασκευαστή είναι 0,01 mm.

6.8. TAILSTOCK

Το tailstock αποτελείται είναι μια κατασκευή από συμπαγή σίδηρο τοποθετημένη σε βάση από χυτοσίδηρο. Έχει την ικανότητα να εκτοξεύεται αυτόματα και να αναγνωρίζει τα βάθη διάτρησης κτλ. Η «πένα» (εξάρτημα) αυτή έχει διάτρημα 3 MT και κλειδώνεται σε συγκεκριμένη θέση από τη λαβή κλειδώματος.

Κλείδωμα: Το tail stock είναι κλειδωμένο στο τραπέζι της εργαλειομηχανής με τη βοήθεια ενός σφιγκτήρα που λειτουργεί με μοχλό.

6.8.1. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ

Το tailstock είναι ρυθμισμένο να κινείται παράλληλα με το τραπέζι της εργαλειομηχανής. Οποιαδήποτε προσαρμογή απαιτείται πραγματοποιείται από τις βίδες συγκράτησης στο εμπρός και πίσω μέρος. Για την επιθυμητή προσαρμογή πρέπει να χαλαρώσει η μία βίδα και στη συνέχεια να σφιχθεί η άλλη. Για να επιτευχθεί η επιθυμητή κωνική προσαρμογή πρέπει να υπολογιστεί το εξής:

$$\text{Βοηθητικός απαιτούμενος χώρος (mm)} = \frac{\text{Μήκος (mm)} \times \text{taper (mm)}}{2} \quad [1]$$

$$\text{Βοηθητικός απαιτούμενος χώρος (inches)} = \frac{\frac{\text{Taper}}{\text{foot on dia (mm)}} \times \text{Μήκος (ins)}}{2} \quad [2]$$

6.9. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η προβλεπόμενη επίβλεψη και συντήρηση της μηχανής πρέπει να πραγματοποιείται με το ακόλουθο πρόγραμμα:

Καθημερινά:	Έλεγχος λαδιού στο ρεζερβουάρ. Καθαρισμός ρινισμάτων.
Εβδομαδιαίως:	Σχολαστικός καθαρισμός εργαλειομηχανής. Έλεγχος στάθμης ψυκτικού υγρού.
Ανά εξάμηνο:	Έλεγχος ρύθμισης του εξαρτήματος saddle. Ελέγξτε τη ρύθμιση της πολλαπλής ταινίας διαφανειών. Γρασάρισμα στα ρουλεμάν.
Ανά έτος:	Λίπανση στα απαιτούμενα εξαρτήματα. Ελέγξτε την ευθυγράμμιση του μηχανήματος και την ακρίβεια. Έλεγχος προσαρμογής ρουλεμάν. Ελέγξτε τον άξονα του ιμάντα μετάδοσης κίνησης.

Σημείωση: Κατά τη λειτουργία της εργαλειομηχανής πρέπει να αναμένεται μια αύξηση της θερμοκρασίας στις υψηλές ταχύτητες. Η χειροκίνητη επεξεργασία στον άξονα της ατράκτου είναι δυνατή χωρίς κίνδυνο μετά από διάστημα 1 ώρας.

6.10. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΑΞΟΝΑ

Ο άξονας Z διατρέχει κατά μήκος την εργαλειομηχανή άνω ο Χ είναι κάθετος 90° στο σώμα της εργαλειομηχανής. Η κατεύθυνση του κοπτικού εργαλείου προσδιορίζεται με τα σύμβολα +/-.

Απόλυτες συντεταγμένες:

- | | |
|------------|--|
| (Άξονας Z) | Στην αριστερή πλευρά του Z0 η κίνηση προς το τσοκ είναι αρνητική.
Στην δεξιά πλευρά του Z0 η κίνηση είναι θετική. |
| (Άξονας X) | Η θέση X0 είναι η συμμετρική γραμμή του άξονα. Μακριά από το X0 η θέση είναι αρνητική ενώ προς τον χειριστή η θέση είναι θετική. |

Στοιχειώδεις συντεταγμένες

- | | |
|------------|--|
| (Άξονας Z) | Η κίνηση προς το τσοκ είναι αρνητική και από το τσοκ είναι θετική. |
|------------|--|

(Άξονας Χ) Απομάκρυνση από το χειριστή θεωρείται ως αρνητική κίνηση και προς το χειριστή είναι θετική.

6.11. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Για την χειροκίνητη λειτουργία της εργαλειομηχανής χωρίς προγραμματισμό πρέπει να οριστεί η λειτουργία σε θέση «MAN». Με την επιλογή των κατάλληλων πλήκτρων κατεύθυνσης στο αντίστοιχο χειριστήριο είναι δυνατή η κίνηση ανά 0,0005mm ή 0,0002". Η κίνηση μπορεί να είναι συνεχής με το συνεχόμενο πάτημα του αντίστοιχου πλήκτρου. Ο συνδυασμός πατήματος των αντίστοιχων πλήκτρων ρυθμίζει την επιταχυνόμενη/επιβραδυνόμενη κίνηση έως την μέγιστη τιμή των 239mm/min. Απαιτείται μια μικρή απόσταση ώστε να επιβραδύνει η εργαλειομηχανή. Η απόσταση αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν όταν πλησιάζει σε κάποιο εμπόδιο όπως πχ. Το τσοκ ή το κομμάτι κατεργασίας.

Τα βέλη κατεύθυνσης αντιπροσωπεύουν την κίνηση του εργαλείου. Για κίνηση αριστερή παράλληλη με τον άξονα Ζ τότε απαιτείται πάτημα του αριστερού οριζόντιου βέλους. Αντίστοιχα, για κίνηση στον Χ άξονα επιλέγεται το κατάλληλο κάθετο διάνυσμα (κουμπί).

Σε περίπτωση που η χειροκίνητη λειτουργία οδηγήσει την κίνηση της εργαλειομηχανής εκτός των παραμέτρων λειτουργίας τότε στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη «Κίνηση εκτός ορίων λειτουργίας μηχανής». Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται η επιλογή του πλήκτρου RESET που θα διαγράψει την παραπάνω ένδειξη και θα εμφανίσει στην οθόνη το ακόλουθο μήνυμα: "Πιέστε το 0 για να οριστούν οι συντεταγμένες/δεδομένα της μηχανής" και στη συνέχεια θα οριστεί η ορθή λειτουργία της μηχανής.

6.12. ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ

Οι βασικές συναρτήσεις για κίνηση αξόνων και επείγουσα διακοπή είναι:

- Ένδειξη LED για έλεγχο ισχύος
- Πλήκτρο ενεργοποίησης και κίνησης αξόνων
- Πλήκτρο STOP για επείγουσα διακοπή

6.13. ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- STOP – Σταμάτημα κίνησης άξονα
- START – Πραγματοποίηση τρέχοντος προγράμματος στη μνήμη ή το επόμενο μπλοκ σε μονό βήμα λειτουργίας
- Διακόπτης SINGLE STEP - MAN – AUTO
 - ✓ Θέση MAN: εισαγωγή νέων δεδομένων από το χρήστη
 - ✓ Single step: η εργαλειομηχανή θα εκτελέσει μόνο το πρόγραμμα που βρίσκεται αποθηκευμένο στη μνήμη και στη συνέχεια θα σταματήσει.
 - ✓ AUTO: η μηχανή θα εκτελέσει κάθε μπλοκ του προγράμματος μέχρι το τέλος ή μέχρι την αλλαγή κοπτικού εργαλείου.

6.14. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

Δεξιό βέλος – κίνηση εργαλείου μακριά από το τσοκ
Αριστερό βέλος - κίνηση εργαλείου προς το τσοκ
Κατακόρυφο βέλος με φορά προς τα πάνω – κίνηση εργαλείου μακριά από τον χειριστή.
Κατακόρυφο βέλος με φορά προς τα κάτω - κίνηση εργαλείου προς τον χειριστή.
Πλήκτρο +: Αύξηση ταχύτητας κίνησης σε συνδυασμό με το αντίστοιχο πλήκτρο βέλους.
Πλήκτρο - :Μείωση ταχύτητας κίνησης σε συνδυασμό με το αντίστοιχο πλήκτρο βέλους.

6.15. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

Πλήκτρο + : Χειροκίνητη αύξηση ταχύτητας κίνησης του άξονα περιστροφής.
Πλήκτρο - : Χειροκίνητη μείωση ταχύτητας κίνησης του άξονα περιστροφής.
FWD: Ζητείται από τον χειριστή να οριστεί μια τιμή για αύξηση των RPM του άξονα.
REV: Ζητείται από τον χειριστή να οριστεί μια τιμή για μείωση των RPM του άξονα.
OFF: Απενεργοποίηση του άξονα περιστροφής.
COOLANT - Ψυκτικό
ON: Ενεργοποίηση ψυκτικού
OFF: Απενεργοποίηση ψυκτικού

6.16. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ

RESET: ακύρωση της τρέχουσας κατάστασης ή ακύρωσης της πιο πρόσφατης εισόδου.
T: ενεργοποίηση του μενυγια την επιλογή εργαλείου.
M: ενεργοποιείται η λίστα για τις συναρτήσεις M (Mcodes).
G: προπαρασκευαστικές συναρτήσεις (λίστα με Gcodes).
BLOCKSEARCH: με αυτό το πλήκτρο ενεργοποιείται ένα συγκεκριμένο μέρος του προγράμματος.
EDIT: είναι εφικτή η πλήρης επιμέλεια τμημάτων του προγράμματος στη μνήμη.
S: πραγματοποιείται διαγνωστικός έλεγχος πριν την ενεργοποίηση. Η έκδοση του λογισμικού και η ημερομηνία θα εμφανιστούν στην οθόνη.
X: πλήκτρο για κινήσεις του άξονα X.
Z: πλήκτρο για κινήσεις του άξονα Z.
ZERO: με αυτό το πλήκτρο ενεργοποιείται η μέγιστη μετατόπιση για κάθε άξονα. Δεν μπορεί να λειτουργήσει η μηχανή αν δεν τοποθετηθεί στις αρχικές συντεταγμένες εργαλειομηχανή.
DATA LINK: επιλέγεται σύνδεση με κάποιο εξωτερικό εξοπλισμό πχ. Υπολογιστής, αισθητήρια κ.ά.
AUXOutput (Βοηθητική έξοδος): επιτρέπει τη λειτουργία οποιουδήποτε από τα τέσσερα βοηθητικά ρελέ εξόδου.
AUXInput (Βοηθητική είσοδος): Αυτή η εντολή επιτρέπει στο πρόγραμμα να διακοπεί μεταξύ δραστηριοτήτων κατεργασίας. Το πρόγραμμα θα συνεχίσει μόνο αν γίνει είσοδος κάποιου σήματος από την θύρα AUXinput.
FEED: επιλογή ρυθμού τροφοδοσίας (0 – 1500 mm/min ή 0 – 60 in/min).
PROGSTOP: Διακοπή προγράμματος ή τροφοδοσίας. Το πλήκτρο PROGSTOP μπορεί να διακόψει το φόρτωμα ενός νέου προγράμματος στην μνήμη (PROGRAMM00). Επιπροσθέτως, όταν πραγματοποιείται ένα πρόγραμμα σε απλό βήμα με την απενεργοποίηση του πλήκτρου αυτού σταματά ο κύκλος διεργασίας. Η λειτουργία μπορεί να συνεχιστεί με το πλήκτρο έναρξης (STARTKEY).
CASS (CASSETTEKEY): εμφανίζεται μενού και λίστα για συναρτήσεις τύπου CASSETTE.

LOAD/END: Φόρτωμα ενός προγράμματος στην μνήμη / διαγραφή προγράμματος από μνήμη.
EOB: ολοκλήρωση γραμμής πληροφορίας.
ENTER: Αποδοχή πληροφορίας στην μνήμη.

6.17. ΠΛΗΚΤΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

REPEAT: ενεργοποιεί συγκεκριμένα μπλοκ του προγράμματος με μέγιστη επανάληψη έως 99 φορές με συγκεκριμένες μετατοπίσεις.

CW/CCW: Κυκλική παρεμβολή επιλέγεται με τη χρήση αυτού του κλειδιού.

G02 για ωρολογιακή φορά και με πίεση ξανά ενεργοποιείται η G03.

Με τον καθορισμό των τελικών συντεταγμένων μιας κυκλικής κίνησης με την απενεργοποίηση των κλειδιών CW/CCW μπορεί να εισαχθεί το κέντρο του κύκλου σε συντεταγμένες (XC και ZC—μετατοπίσεις των κέντρων των τόξων).

FLOAT DATUM: Το μπλοκ G99 προκαλεί τον έλεγχο της θέσης ενός στοιχείου και όλοι οι άξονες θα οριστούν στην αρχή των αξόνων. Η πλωτή θέση ενός στοιχείου επιτρέπεται σαν μέρος ενός προγράμματος με την σχετική θέση να ορίζεται με την εντολή μετατόπισης G55.

OFFSET: Επιλέγεται η μετατόπιση G55. Η τιμή της μετατόπισης ορίζεται ως η τιμή της απόστασης από τις συντεταγμένες (X0, Z0) έως το σημείο που είναι επιθυμητό πάνω στο κομμάτι κατεργασίας.

Το πρόγραμμα μετατόπισης G54 χρησιμοποιείται για να μετατοπιστούν μέρη του κώδικα κατά την διάρκεια της ακολουθίας ενός προγράμματος.

Inch/mm: επιλογή μονάδων μέτρησης (ίντσες ή μετρικές μονάδες).

ABS/INC: επιλογή απόλυτων ή σχετικών συντεταγμένων εισόδου.

THREAD: 1) Γωνία σπειρώματος (εισόδου ή εξόδου), 2) Διάμετρος, 3) κλίση σπειρώματος, 4) Βάθος σπειρώματος, 5) Μήκος, 6) Σημείο έναρξης σπειρώματος στον Z άξονα.



Εικόνα 85: Πληκτρολόγιο – Οθόνη Εργαλειομηχανή Easiturn 3

6.18. ΚΩΔΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (M ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ G ΚΩΔΙΚΕΣ)

Η εργαλειομηχανή PNC 3 μπορεί να προγραμματιστεί με χρήση M και Gκωδίκων ή έτοιμων προγραμμάτων με τη χρήση των πλήκτρων χειρισμού. Η λίστα με M και Gκώδικες είναι η ακόλουθη:

Συναρτήσεις M για χρήση εκτός προγράμματος

M03	Άτρακτος προς τα εμπρός
M04	Άτρακτος προς τα πίσω
M05	Ακινητοποίηση ατράκτου
M06	Αλλαγή κοπτικού
M08	Ενεργοποίηση ψυκτικού
M09	Απενεργοποίηση ψυκτικού
M20	Βοηθητικά
M21	Είσοδος

Συναρτήσεις M για χρήση εντός προγράμματος

M00	Στοπ προγράμματος
M02	Τέλος προγράμματος
M03	Άτρακτος προς τα εμπρός
M04	Άτρακτος προς τα πίσω
M05	Ακινητοποίηση ατράκτου
M06	Αλλαγή κοπτικού
M08	Ενεργοποίηση ψυκτικού
M09	Απενεργοποίηση ψυκτικού

M20	Βοηθητικά
M21	Είσοδος

Κώδικες G για χρήση εκτός προγράμματος

G00	Ταχεία γραμμική μετατόπιση
G01	Γραμμικότητα
G02	Ωρολογιακή κίνηση
G03	Αν ωρολογιακή κίνηση
G04	Dwell
G27	Θέση αλλαγής κοπτικού
G33	Σπείρωμα
G55	Μετατόπιση μηχανής
G70	Βρετανικές μονάδες
G71	Μετρικές μονάδες
G90	Απόλυτη είσοδος
G91	Σχετική είσοδος
G98	Σημείο αναφοράς μηχανής

Κώδικες G για χρήση εντός προγράμματος

G00	Ταχεία γραμμική μετατόπιση
G01	Γραμμικότητα
G02	Ωρολογιακή κίνηση
G03	Αν ωρολογιακή κίνηση
G04	Dwell
G27	Θέση αλλαγής κοπτικού
G33	Σπείρωμα
G54	Μετατόπιση μηχανής
G70	Βρετανικές μονάδες
G71	Μετρικές μονάδες
G81	Συνάρτηση επανάληψης
G90	Απόλυτη είσοδος
G91	Σχετική είσοδος
G98	Σημείο αναφοράς μηχανής
G99	Πλωτό σημείο αναφοράς

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

M00 Στοπ προγράμματος: Παύση κίνησης μέχρι να ξαναπατηθεί το κουμπί έναρξης. Η ταχύτητα της ατράκτου και το ψυκτικό υγρό δεν επηρεάζονται από αυτή τη λειτουργία.

M02 ή M2: Τέλος προγράμματος και απενεργοποίηση ψυκτικού υγρού.

M03 ή M3: Έναρξη περιστροφής ατράκτου ωρολογιακά και είσοδος επιθυμητών RPM. Ακύρωση προγράμματος με εντολές M02, M05 ή M06.

M04 ή M4: Έναρξη περιστροφής ατράκτου με φορά αντίθετη του ρολογιού και είσοδος επιθυμητών RPM. Ακύρωση προγράμματος με εντολές M02, M05 ή M06.

M06 ή M6: Αλλαγή κοπτικού εργαλείου. Παύση περιστροφής ατράκτου με αποθήκευση τελευταίας τιμής RPM.

M08 ή M8: Ενεργοποίηση ψυκτικού υγρού. Ακύρωση με M09 ή M02.

M09 ή M9: Απενεργοποίηση ψυκτικού υγρού.

M20: Ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση ρελέ.

M21: Παρακολούθηση έξι σημάτων εισόδου.

G00 ή G0: Ταχεία γραμμική μετατόπιση.

G01 ή G1: Γραμμική παρεμβολή.
 G02 ή G2: Ωρολογιακή περιστροφή.
 G03 ή G3: Περιστροφή αντίθετα από το ρολόι.
 G04 ή G4: Παύση.
 G33: Σπείρωμα
 G54: Μετατόπιση προγράμματος (ακύρωση με M02).
 G70: Βρετανικές μονάδες (ίντσες).
 G71: Μετρικές μονάδες.
 G81: Συνάρτηση επανάληψης.
 G90: Απόλυτες τιμές εισόδου.
 G91: Σχετικές τιμές εισόδου.
 G98: Σημείο αναφοράς εργαλειομηχανής.
 G99: Πλωτό σημείο αναφοράς.

6.19. ΕΝΑΡΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ

Αρχικά απαιτείται κρύα εκκίνηση της μηχανής.

1. Κύριοι διακόπτες απομόνωσης στη θέση ON.
2. Πάτημα διακόπτη ON στο κεντρικό menu. Η κόκκινη LED λυχνία υποδηλώνει την ενεργοποίηση.

Πρέπει να πατηθεί η εντολή ZERO για να οριστούν οι αρχικές συντεταγμένες αναφοράς.

3. Ξεκλείδωμα του πλήκτρου έκτακτης ανάγκης.
4. Ενεργοποίηση λειτουργίας χειροκίνητου ελέγχου MAN.
5. Απεμπλοκή του πράσινου πλήκτρου ισχύος για τους κινητήρες και την περιστρεφόμενη άτρακτο.
6. Απεμπλοκή της συνάρτησης ZERO στο πληκτρολόγιο. Οι άξονες X, Z αποκτούν τα όρια λειτουργίας και ορίζονται μετρικές συντεταγμένες ή ίντσες.

6.20. ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ

Μπορεί να γίνει είσοδος συντεταγμένων για επιθυμητούς άξονες στις επιθυμητές διαστάσεις είτε ως απλό μπλοκ είτε ως πακέτο δεδομένων μιας ακολουθίας κώδικα.

Πριν πληκτρολογηθούν οι συντεταγμένες στο PNC 3 πραγματοποιείται έλεγχος για να εξασφαλισθεί ότι δεν υπερβαίνονται οι παράμετροι της μηχανής. Αν αυτό ισχύει τότε εμφανίζεται η ένδειξη RESET. Η είσοδος των συντεταγμένων γίνεται σε mm/min ή Inch/min. Αν δεν εισαχθεί κάποιος ρυθμός βήματος τότε ενεργοποιείται η εργοστασιακή επιλογή των 234 mm/min.

- Οι χειροκίνητες συντεταγμένες για X και Z άξονες είναι πάντα ως προς το προκαθορισμένο σημείο έναρξης της μηχανής. Οι συντεταγμένες εισόδου για X και Z είναι πάντα θετικές και οποιαδήποτε τιμή εισόδου αρνητική προκαλεί την ένδειξη «η κίνηση είναι εκτός ορίων της μηχανής».
- Ποτέ δεν πρέπει οι άξονες X και Z να τοποθετούνται στο σημείο (0,0) εκτός και αν έχουν οριστεί οι μετατοπίσεις του κοπτικού. Αυτό συμβαίνει γιατί το σημείο X0, Z0 είναι σημείο αριστερά και πίσω από το τσοκ και μπορεί να προκληθεί σύγκρουση με το εργαλείο. Πρέπει πάντα να γίνεται έλεγχος αποφυγής της παραπάνω σύγκρουσης.

6.21. ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ

Οι κυκλικές κινήσεις των Χ και Ζ αξόνων καθορίζονται με την G02 για ωρολογιακή φορά και με την G03 για αντίθετη φορά και περιορίζονται σε ορθογωνικά όρια ORμε το πλήκτρο CW/CCW.

Αν ο προγραμματισμός γίνεται σε απόλυτες τιμές τότε το κέντρο του κύκλου είναι η μετρούμενη απόσταση από το κέντρο αναφοράς μέχρι το κέντρο του κύκλου. Εναλλακτικά, αν ο προγραμματισμός γίνεται με σχετικές τιμές τότε το +OR-της διάστασης του κύκλου καθορίζεται από την σχετική απόσταση από το αρχικό σημείο ως το κέντρο του τόξου.

Όταν πρόκειται να εισαχθεί ένα κυκλικό μπλοκ (G02 ωρολογιακή φορά, G03 αντίθετη φορά) επιλέγεται η φορά και στη συνέχεια δίνεται ο κώδικας στην οθόνη. Η δομή του κώδικα θα εμφανιστεί στην οθόνη και μπορεί να γίνει εισαγωγή κάποιας επιθυμητής εισόδου. Αρχικά πρέπει να εισαχθούν οι τιμές των τελικών σημείων και ο ρυθμός βήματος. Στη συνέχεια εισάγεται επίπεδο αναφοράς του κέντρου του κύκλου (CW/CCW) και στη συνέχεια η απαιτούμενη είσοδος της ακτίνας (XC και ZC). Όταν εισαχθούν όλα τα δεδομένα πρέπει να πληκτρολογηθεί το EOB για να οριστεί το τέλος του μπλοκ.

Αν εισαχθούν λάθος ή αδύνατα σημεία τότε το σύστημα ενημερώνει τον χειριστή για σφάλμα στο κέντρο του κύκλου.

Σημείωση: Όταν υπολογίζονται τα τελικά σημεία και τα κέντρα των κύκλων πρέπει να υπάρχει ανοχή $\pm 0,003\text{mm}$. Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η ακτίνα στο αρχικό σημείο είναι ίση με την ακτίνα στο τελικό σημείο. Τα κέντρα των κύκλων μπορούν να οριστούν εκτός των ορίων της μηχανής, όμως το αρχικό και το τελικό σημείο πρέπει να είναι εντός των ορίων της μηχανής.

6.22. G55 ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ

Κάτω από συνηθισμένη λειτουργία δεν είναι απαραίτητο να οριστεί μια μετατόπιση μηχανής G55.

Το Z-0 ορίζεται με την χρήση της μετατόπισης του κοπτικού εργαλείου στην επιφάνεια της πρώτης ύλης που θα κατεργαστεί.

Η χρήση της G-55 γίνεται σε «στεγνή διαδικασία» απλώς για να πραγματοποιηθεί έλεγχος πριν την κατεργασία.

Αν πρέπει να χρησιμοποιηθεί η G-55 τότε:

Η μετατόπιση ορίζεται εκτός προγράμματος της μηχανής και αποθηκεύεται στη μνήμη. Για να οριστεί ένα σημείο αναφοράς από το εξάρτημα, ο χρήστης εισάγει την μετατόπιση της μηχανής που απαιτείται από το σημείο μηδέν. Αυτές οι τιμές μπορούν να ληφθούν από την ψηφιακή ένδειξη της οθόνης.

Η μετατόπιση G-55 πρέπει να πληκτρολογηθεί αφού γίνει πρώτα το φόρτωμα το προγράμματος στη μνήμη. Μόλις φορτωθεί νέο πρόγραμμα στη μνήμη τότε όλα οι προηγούμενες G-55 μετατοπίσεις μηδενίζονται. Οι μετατοπίσεις επηρεάζουν το πρόγραμμα στην μνήμη. Οι χειροκίνητες εισοδοί υπολογίζονται και εκτελούνται από το μηδενικό μηχανικό σημείο. Μια G-55 δεν αποθηκεύεται σε cassetteμέσα στο πρόγραμμα στην μνήμη.

6.23. ΠΛΩΤΟ ΣΗΜΕΙΟ G99

Η G99 επιτρέπεται μόνο σαν μέρος ακολουθίας ενός προγράμματος. Το πλωτό σημείο επιτρέπει στον χρήστη να ορίσει ένα δευτερεύον σημείο μέσα στο πρόγραμμα. Αυτό το μπλοκ θα καθορίσει μια θέση με όλους τους άξονες σε σημείο μηδέν ως προς το τρέχων σημείο. Όλα τα δευτερεύοντα μπλοκ θα είναι σχετικά με αυτό το σημείο. Η ψηφιακή ένδειξη

θα είναι σχετική ως προς το σημείο αυτό. Αν η μετατόπιση G55 είναι μηδέν Z0 τότε οι μετατοπίσεις των κοπτικών θα είναι σχετικές με το καινούργιο πλωτό σημείο.

6.24. ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για γρήγορη αλλαγή κοπτικού εργαλείου. Η μετατόπιση του κοπτικού ορίζεται ως η μετρούμενη απόσταση από το καθορισμένο σημείο της μηχανής σε ένα επίπεδο στο οποίο είναι προγραμματισμένο το κομμάτι κατεργασίας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν 16 εργαλεία με ανεξάρτητα μήκη σε ένα πρόγραμμα. Ο κώδικας απαιτεί τη γνώση της θέσης του κοπτικού κάθε στιγμή. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μνήμη των μηκών μετατόπισης στην βιβλιοθήκη. Γίνεται αυτόματος υπολογισμός και τοποθέτηση του εργαλείου στο επιθυμητό σημείο. Για παράδειγμα η ένδειξη Z-3 σημαίνει ότι το εργαλείο κινείται -3 από το Z0.

Καθορισμός και καταγραφή μετατοπίσεων εργαλείων

Η ένδειξη στην οθόνη για το μενού ρύθμισης είναι:

1. Απεικόνιση και επεξεργασία μετατοπίσεων εργαλείων.
2. Ρύθμιση της μετατόπισης.
3. Αλλαγή κοπτικού.

Όταν ο χρήστης πληκτρολογήσει τον αριθμό του κοπτικού τότε εμφανίζεται το ακόλουθο μενού:

1. Μπροστινό εργαλείο / χειροκίνητη αλλαγή
2. Πίσω εργαλείο / χειροκίνητη αλλαγή
3. Πίσω εργαλείο / αυτόματη αλλαγή
4. Μπροστινό εργαλείο / αυτόματη αλλαγή

6.25. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Οι λίστες με τις πρόσφατες μετατοπίσεις εμφανίζονται με το πλήκτρο T σε συνδυασμό με την επιλογή 1 από το παραπάνω μενού. Κάθε εργαλείο έχει το δικό του μήκος (Z) και διάμετρο μετατόπισης.

Τα 16 ζεύγη θα εμφανιστούν και ο χρήστης θα επιλέξει έναν αριθμό. Τα γράμματα δίπλα στο κοπτικό υποδεικνύουν αν το εργαλείο είναι εμπρός, πίσω και χειροκίνητο ή αυτόματα (πχ. FM = εργαλείο μπροστά και χειροκίνητη αλλαγή).

Τα επιλεγμένα offset κοπτικών θα εμφανιστούν στην οθόνη και η ένδειξη ENTER TOOL OFFSET changes ακολουθούμενη από το πλήκτρο Z θα υποδηλώσει ότι αλλάζει ο άξονας. Οι τιμές που εισάγονται είναι σχετικές και θα προστεθούν ή θα αφαιρεθούν από την μετατόπιση.

Για να μειωθεί η μετατόπιση πληκτρολογείται μια αρνητική τιμή. Αντίστοιχα, για να αυξηθεί απαιτείται είσοδος θετικής.

Σημείωση: Όταν ένα εργαλείο επεξεργάζεται τότε αυτό υποτίθεται ότι γίνεται το τρέχων εργαλείο και η ψηφιακή ένδειξη εξόδου αλλάζει και παρουσιάζει την κατάσταση του εργαλείου.

6.26. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

Η εργαλειομηχανή είναι εξοπλισμένη με μεταβλητό σύστημα ελέγχου της ταχύτητας της ατράκτου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι κώδικες:

- M03 Άτρακτος εμπρός
- M04 Άτρακτος πίσω
- M05 Στοπ ατράκτου

Επιπροσθέτως, αυτές οι επιλογές μπορούν να επιλεγούν με τα πλήκτρα FWD, REV, OFF που βρίσκονται κάτω από την οθόνη.

Όποια από τις παραπάνω επιλογές είναι πατημένη τότε ο χρήστης μπορεί να ορίσει RPM ταχύτητας. Αν ο χρήστης πληκτρολογήσει τιμή που υπερβαίνει τα όρια ή την φορά της κίνησης τότε βγαίνει μήνυμα για διόρθωση εισαγόμενης τιμής. Με τα πλήκτρα +/- μπορεί κάθε στιγμή να αυξομειωθεί η ταχύτητα περιστροφής καθώς και η φορά.

6.27. ΕΛΕΓΧΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ

Το ψυκτικό μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με τις απαιτήσεις χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα coolant on/off που βρίσκονται κάτω από την οθόνη ή τους ακόλουθους κώδικες:

- M08 Ψυκτικό ON
- M09 Ψυκτικό OFF

Επιπροσθέτως, τα ίδια πλήκτρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια φορτώματος ενός προγράμματος για εισαγωγή ενός μπλοκ που ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το ψυκτικό. Σε αυτή την περίπτωση το ψυκτικό αυτομάτως ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται από το μπλοκ που εκτελείται στην PNC 3.

6.28. ΑΠΟΛΥΤΕΣ/ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ G90/G91

Το πλήκτρο abs/inch μπορεί να αλλάζει τις μονάδες των συντεταγμένων εισόδου για τον κατάλληλο Γκώδικα. Η αρχική ρύθμιση είναι πάντα οι απόλυτες τιμές. Η τρέχουσα κατάσταση της μηχανής εμφανίζεται πάνω δεξιά στην οθόνη με την ένδειξη mm ή inch. Σε απόλυτη λειτουργία όλες οι συντεταγμένες αναφέρονται σε απόλυτες τιμές ως προς την αρχή των αξόνων.

Κατά την διάρκεια της επιλογής EDIT όλα τα νέα δεδομένα που εισάγονται σχετίζονται με τα δεδομένα σε προηγούμενα μπλοκ.

6.29. ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΕΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η μνήμη της εργαλειομηχανής αποθηκεύει 500 μπλοκ προγράμματος πληροφοριών. Για εισαγωγή νέου προγράμματος στη μνήμη πρέπει το κλειδί να τοποθετηθεί σε θέση Mark και να αποσυμπιεστεί το κλειδί LOAD/KEY. Ο χρήστης θα παρακινηθεί από το πρόγραμμα να εισάγει έναν κωδικό από ένα έως έξι ψηφία για το νέο πρόγραμμα. Με το πλήκτρο ENTER γίνεται αντιστοίχιση του νέου κωδικού στο πρόγραμμα. Ο έλεγχος τίθεται σε κατάσταση load (φορτώματος) και αυτό δίνει τη δυνατότητα στο πρόγραμμα να διαβάσει από τη μνήμη πακέτα μπλοκ τα οποία θα εκτελεστούν διαδοχικά όταν τρέχει το πρόγραμμα. Για

να ολοκληρωθεί η αλληλουχία των προγραμμάτων αποσυμπιέζεται το κλειδί LOAD/KEY (ή πληκτρολογείται M02).

Οι δύο διαφορετικοί τρόποι φορτώματος ενός προγράμματος με αποσυμπίεση του κλειδιού LOAD/KEY καθώς και του κλειδιού ENTER μαζί με το πρόγραμμα παρακινούν το χειριστή να:

1. Να φορτώσει την μνήμη από το πληκτρολόγιο.
 - Οποιοδήποτε παλιό πρόγραμμα διαγράφεται και το καινούργιο παίρνει τη θέση του.
2. Να συνεχιστεί το φόρτωμα της μνήμης από το πληκτρολόγιο.
 - Το τρέχων πρόγραμμα μπορεί να επεξεργαστεί, να επεκταθεί ή να ακυρώσει κάποια λειτουργία.

Αν φορτωθούν πολλά προγράμματα και η μνήμη είναι πλήρης τότε θα εμφανιστεί το μήνυμα «Μνήμη πλήρης». Με το πάτημα οποιουδήποτε πλήκτρου η μνήμη καθαρίζεται και η μηχανή τίθεται σε φυσιολογική λειτουργία.

Από τη στιγμή που έχει πληκτρολογηθεί η εντολή EOB δεν είναι δυνατόν να γίνει επεξεργασία σε προηγούμενο βήμα χωρίς να γίνει διακοπή του φορτώματος της αλληλουχίας και του καλέσματος της εντολής επεξεργασίας.

6.30. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ G81

Η διεργασία της επανάληψης ενεργοποιεί συγκεκριμένα τμήματα προγραμματισμένης αλληλουχίας ώστε να επαναληφθούν σε συγκεκριμένα επόμενα τμήματα του κώδικα. Η G81 επιτρέπεται μόνο εντός προγραμματιζόμενης αλληλουχίας. Τα απαιτούμενα δεδομένα για να καθοριστεί η επανάληψη είναι:

1. Το μπλοκ έναρξης να επαναλαμβάνεται. Αυτό πρέπει να είναι ένα γραμμικό μπλοκ με καθορισμένους και τους 2 άξονες (Η X και η Z διάσταση στην αρχή του μπλοκ).
2. Ο αριθμός ολοκλήρωσης του μπλοκ να επαναλαμβάνεται.
3. Απαιτείται ο αριθμός των επαναλήψεων.
4. Η απαιτούμενη διάσταση μετατόπισης (σχετική για κάθε βρόχο).
5. Τροφοδοσία. Η εισαγωγή τροφοδοσίας σε βρόχο επανάληψης μπορεί να προκαλέσει αλλαγή μέσα στον βρόχο σε νέα τροφοδοσία.

Αν παραλειφθεί κάποια τιμή τροφοδοσίας τότε θα οριστεί η αρχικά οριζόμενη τιμή.

Οι απαιτούμενες πληροφορίες για ένα μπλοκ επανάληψης:

G81 REPEAT FROM...TO...REP...OFFSET...FEED....

G81	ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
FROM	ΕΝΑΡΞΗ ΜΠΛΟΚ ΑΠΟ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΠΟΥ ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ
TO	ΤΕΛΟΣ ΜΠΛΟΚ ΒΡΟΧΟΥ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
REP	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΩΝ (ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ 9)
OFFSET	ΕΙΣΑΓΩΓΗ Χ Ή Ζ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΒΡΟΧΟ
FEED	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΡΥΘΜΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟΥΣ ΡΥΘΜΟΥΣ

6.31. ΣΠΕΙΡΩΜΑ G33

Τα μπλοκ σπειρωμάτων μπορούν να προγραμματιστούν είτε με πληκτρολόγηση G33 και πίεση του ENTER ή πιέζοντας το κλειδί THREAD. Το ακόλουθο μενού θα εμφανιστεί:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. 0 μοίρες εξωτερικό. | 2. 0 μοίρες εσωτερικό. |
| 3. 55 μοίρες εξωτερικό. | 4. 55 μοίρες εσωτερικό. |
| 5. 60 μοίρες εξωτερικό. | 6. 60 μοίρες εσωτερικό. |

Οι έξι παράμετροι καθορισμού του σπειρώματος είναι:

1. Διάμετρος σπειρώματος (η μέγιστη διάμετρος του σπειρώματος).
2. Το πηχ (pitch) μεταξύ των ορίων 0.1mm– 6.4mm.
3. Το βάθος του σπειρώματος.
4. Ο αριθμός των στροφών γύρω από το σπείρωμα που θα κάνει το κοπτικό για να δημιουργήσει το επιθυμητό σπείρωμα (από 1 ως 99).
5. Το μήκος σπειρώματος.
6. Το σημείο έναρξης του Z άξονα.

Για να εκτελεστεί σωστά ένα μπλοκ σπειρώματος πρέπει να εισαχθούν σωστά rpm. Η ελάχιστη τιμή είναι 100rpm και η μέγιστη τιμή προκύπτει από τη σχέση:

$$\text{Μέγιστη τιμή ταχύτητας} = 1100/\text{pitch mm rpm} - 10\% \quad [3]$$

6.32. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Δύο συναρτήσεις μετατόπισης επιτρέπονται (G55) ρυθμίζοντας την θέση έναρξης σε οποιοδήποτε σημείο εντός των ορίων της μηχανής. Αυτή η διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει ένα σημείο στο εξάρτημα. Κατά την έναρξη ενός προγράμματος στην μνήμη όλες οι προηγούμενες θέσεις θα μηδενιστούν. Το πρόγραμμα G54 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ακολουθία προγραμμάτων offset και χρησιμοποιεί σχετικές συντεταγμένες.

6.33. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ

Οι βοηθητικές συναρτήσεις επιτρέπουν σε συσκευές να ελέγχονται από διακόπτες (on/off) από τα 4 ολοκληρωτικά ρελέ. Παρέχονται 3 βοηθητικές συναρτήσεις:

- | | |
|--------------|------------------------|
| A. ON/OFF | Βοηθ. Αριθμός 3 και 4. |
| B. ΜΝΗΜΗ | Βοηθ. Αριθμός 2. |
| C. ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ | Βοηθ. Αριθμός 1. |

6.34. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΕΚΟΛΥΝΣΗΣ

Είναι δυνατή η παρακολούθηση 7 σημάτων εισόδου από εξωτερικούς διακόπτες. Η κατάσταση των διακοπών ελέγχεται για κατάσταση λειτουργίας κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Το πρόγραμμα μπορεί να είναι σε αναμονή μέχρι κάποιος διακόπτης να τεθεί σε θέση on. Για να προγραμματιστούν τέτοιοι διακόπτες χρησιμοποιείται το κλειδί M21 ή η εντολή AUX/INPUT και στη συνέχεια το ENTER.

6.35. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ DWELL (ΠΑΥΣΗ)

Όταν καλείται μια G04 συνάρτηση μια χρονική μεταβλητή καθυστέρηση από 0.1 – 9999.9 s μπορεί να προγραμματιστεί και να ορίσει ότι σε αυτό το χρονικό διάστημα δεν θα πραγματοποιείται κάποια κίνηση. Η G04 μπορεί να προγραμματιστεί είτε εντός είτε εκτός ακολουθίας προγράμματος.

6.36. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η λειτουργία edit επιτρέπει την επεξεργασία ενός προγράμματος στη μνήμη. Ενεργοποιείται με την θέση κλειδιού σε λειτουργία MAN και απενεργοποίηση του κλειδιού Edit. Σε αυτή την κατάσταση 7 λειτουργίες είναι διαθέσιμες:

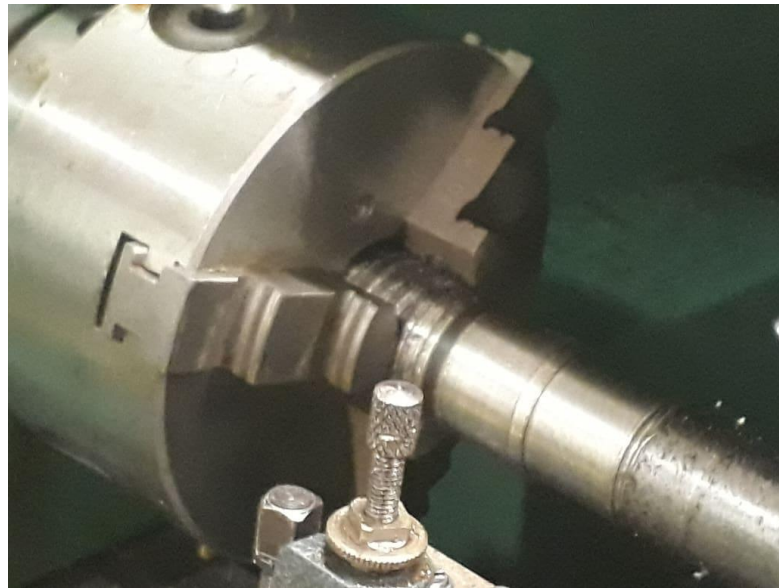
1. Previous (προηγούμενος),
2. Next (επόμενος),
3. Replace (Αντικατάσταση),
4. Delete (Διαγραφή),
5. Add (Προσθήκη),
6. Alter (Τροποποίηση),
7. Search (Αναζήτηση).

6.37. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑ CASSETTE

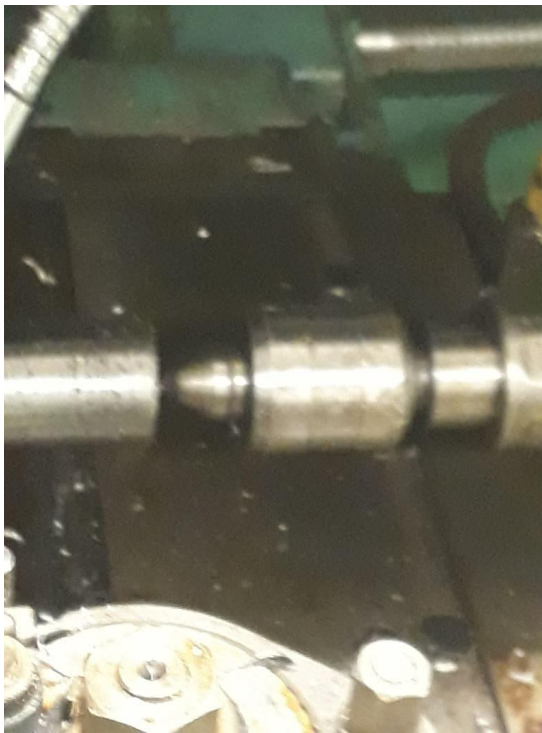
Η ολοκληρωτική μαγνητική κασέτα δίνει τη δυνατότητα εγγραφής προγραμμάτων για μελλοντική χρήση. Υπάρχουν 6 λειτουργίες κασέτας:

1. Κασέτα προς τα πίσω.
2. Διαγραφή κασέτας.
3. Εύρεση τέλους δεδομένων.
4. Φόρτωμα προγράμματος από κασέτα.
5. Συνέχεια προγράμματος από κασέτα.
6. Αποθήκευση προγράμματος

6.38. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ EASITURN 3



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 86: Εργαλειομηχανή Easiturn 3 εν ώρα λειτουργίας

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία στόχευε στην ανάλυση και στην περιγραφή του τρόπου λειτουργίας, χειρισμού και προγραμματισμού των αυτοματοποιημένων εργαλειομηχανών του εργαστηρίου CNC του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (πρώην Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας), της Σχολής Μηχανικών, του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών (πρώην Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε).

Αρχικά δόθηκαν βασικά στοιχεία των εργαλειομηχανών CNC, συγκεκριμένα αναλύθηκαν τα λογισμικά – υπολογιστικά προγράμματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την σχεδίαση και τον προγραμματισμό των τεμαχίων προς κατεργασία. Επιπλέον, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στα Μέτρα Ατομικής Προστασίας τα οποία θεωρούνται βασική προϋπόθεση για την ασφαλή χρήση των εργαλειομηχανών. Αναλύθηκαν οι βασικοί κανόνες που διέπουν τα Μέτρα Ατομικής Προστασίας και δόθηκε η σήμανση που θα πρέπει να υπάρχει σε κάθε εργαστηριακό χώρο σύμφωνα με τις εργαλειομηχανές που τον απαρτίζουν. Ωστόσο, ακολούθησαν οι προδιαγραφές σύνταξης ενός μηχανολογικού εγχειριδίου αναλύοντας το στόχο, τη δομή, τα βασικά μέρη και τον τρόπο ανάπτυξης του για την επίτευξη ενός άρτιου κειμένου με πλούσιο φωτογραφικό υλικό κατανοητό στον εκάστοτε ενδιαφερόμενο.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια προσπάθεια για την δημιουργία των τεχνικών φυλλαδίων των εργαλειομηχανών του εργαστηρίου CNC του Πανεπιστημίου με απώτερο σκοπό να δίνεται η δυνατότητα στον φοιτητή να διαβάσει και να κατανοήσει τις βασικές πληροφορίες των εργαλειομηχανών, όπως είναι η λειτουργία, ο χειρισμός και ο προγραμματισμός τους. Το εργαστήριο διαθέτει Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2 (φρέζα), Okuma LB15 (τόρνος), Easiturn 3 (τορνάκι).

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας τα βασικά συμπεράσματα που διεξάχθηκαν είναι τα ακόλουθα, αρχικά ένα τεχνικό φυλλάδιο δίνει βασικά στοιχεία για την λειτουργία και την δυνατότητα μιας εργαλειομηχανής, η προσεκτική και σωστή σύνταξη διευκολύνει τον χρήστη και του παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες. Ωστόσο, επειδή γίνεται λόγος για τεχνικό φυλλάδιο που θα χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο θεωρείται απαραίτητο ο φοιτητής να γνωρίσει τα Μέτρα Ατομικής Προστασίας αλλά και την σήμανση που απαιτείται να υπάρχει σε ένα Μηχανουργείο, ή σε ένα εργαστήριο, ή σε κάποιο χώρο που υπάρχουν εργαλειομηχανές προς χρήση με σκοπό την ασφάλεια.

Κατά την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής υπήρξε ένας βασικός περιορισμός που δημιουργήθηκε λόγω της Πανδημίας (Covid -19) όπου για μεγάλο χρονικό διάστημα δεν δόθηκε η δυνατότητα το να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε εργασία στο χώρο του εργαστηρίου με συνέπεια να μην υλοποιηθεί σχεδιασμός – προγραμματισμός και κατεργασίας για όλες τις εργαλειομηχανές. Αυτός ο λόγος είναι και το βήμα που δίνεται

στους συναδέλφους να εμπλουτίσουν τις πληροφορίες που δίνονται στην παρούσα πτυχιακή εργασίας, πραγματοποιώντας τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό τεμαχίων προς κατεργασία και για τις τρεις εργαλειομηχανές που υπάρχουν στο εργαστήριο με σκοπό να παρέχονται στον φοιτητή επιπλέον παραδείγματα για καλύτερη αφομοίωση της γνώσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μάστορας Γ. και Κουτσούκος Α., 2015, *Μελέτη και σχεδίαση τόνου CNC μικρών διαστάσεων*, Εκδόσεις ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Πτυχιακή Εργασία, Πάτρα
2. Ζαχαριάδης Τ. 2014, *Εγχειρίδιο χρήσης ψηφιακά καθοδηγούμενου τόνου και φρέζας τεσσάρων αξόνων*, ΤΕΙ Κρήτης Ηράκλειο
3. Παπαντωνίου Α., 2013, *Μελέτη συστήματος Αγκυροβόλησης μικρών σκαφών σχεδιασμός και ανάλυσης άγκυρας τύπου Delta*, Πολυτεχνείο Κρήτης.
4. Λαζανάς Χ. και Ηλιόπουλος Α., 2014, *Σχεδιασμός και μελέτη ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή 3D printer μεγάλων διαστάσεων*, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα.
5. Τσίρκας Σ. 2011, *CAM Εργαστήριο προγραμματισμού εργαλειομηχανών με τη χρήση Η/Υ* (Εργαστηριακές σημειώσεις Φυλλάδιο 1^ο), Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα.
6. Μάνσουρ Γ., 2010, *Μηχανουργική τεχνολογία - εργαλειομηχανές αριθμητικού έλεγχου NC – CNC*, Εκδόσεις ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
7. Βανταράκης Α., Κλεπετσάνης Π., Παντελιού Σ., Παπαδοπούλου Χ. και Κωνσταντοπούλου Γ. (2013), *Οδηγός υγιεινής και Ασφάλειας Πανεπιστημίου Πατρών*, Εκδόσεις Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα
8. Ζορμπά Τ., 2001, *Μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ)*, Μηχανικός Μεταλλείων-Μεταλλουργός Υπεύθυνη Παραρτήματος Ιωαννίνων ΕΛΙΝΥΑΕ
9. Ζορμπάς Α., Σίμου Ε. και συνεργάτες, 2012, *Εθνικό σχέδιο δράσης στην Δημόσια Υγεία*, Εκδόσεις Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης , Αθήνα
10. Δρίβας Σ., Ζορμπά Κ., Κουκουλάκη Θ., 2001, *Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου*, Εκδόσεις ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., Αθήνα.
11. Τσίρκας Σ., 2011, *Διαχείριση κινδύνων στου εργαστηριακούς χώρους Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων Τεχνολογικής Κατεύθυνσης και Μετρά Ασφαλείας για την πρόληψη ατυχημάτων – Εφαρμογή στα Εργαστήρια Κατασκευαστικού Τομέα του ΤΕΙ Πάτρας*, Εκδόσεις Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Διπλωματική Εργασία, Τομέας Διαχείρισης Τεχνικών Έργων, Πάτρα
12. Haas Automation Inc., 2014, *Εγχειρίδιο Χειριστή Τόνου*, 96-EL8900, Αναθεώρηση Α, U.S.A., Oxnard, HaasCNC.com
13. Κατάκης Ε., 2012, *Αναλυτική Περιγραφή Προγραμματισμού CNC Τόνου (Κέντρο Κατεργασίας) – Επιλογές Προγραμματισμού*, Εκδόσεις ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Πτυχιακή Εργασία, Καβάλα.
14. Διαδικτυακή Εγκυκλοπαίδεια Wikipedia: <https://el.wikipedia.org/wiki/%>
15. Εγχειρίδιο Heidenhain TNC 151 - Bridgeport Series Interact 2 (φρέζα),

16. Εγχειρίδιο Okuma LB15 (τόρνος)

17. Εγχειρίδιο Easiturn 3 (τορνάκι)