



ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Λυμένες ασκήσεις εργαλειομηχανών CNC (φρέζας, τόρνου) με χρήση προγραμματισμού G,M Για εκπαιδευτικούς σκοπούς



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωαννίδης Αλέξανδρος Α.Μ. 37694

Επιβλέπων Καθηγητής: Φιλήμων Σκιττίδης
Αθήνα, 2017

Πίνακας περιεχομένων

1.Πρόλογος	3
2.Θεωρητικό μέρος	4
2.1. Οι κατεργασίες κοπής γενικά	4
2.2 Τόρνευση.....	4
2.3 Συνθήκες κατεργασίας	4
2.4 Φρεζάρισμα	5
2.5 Κοπτικά εργαλεία	6
2.6 Εργαλειομηχανές Αριθμητικού ελέγχου	7
2.6.1 Πλεονεκτήματα χρήσης Εργαλειομηχανών CNC	8
2.6.2 Μειονεκτήματα χρήσης Εργαλειομηχανών CNC	9
2.7 Προγραμματισμός Εργαλειομηχανής CNC	9
2.8 Παρουσίαση Κώδικα G και M.	10
3.Μέρος Εργαστηριακών Ασκήσεων	12
3.1 Άσκηση 1	13
3.2 Άσκηση 2	17
3.3 Άσκηση 3	22
3.4 Άσκηση 4	30
3.5 Άσκηση 5	35
3.6 Άσκηση 6	42
3.7 Άσκηση 7	49
3.8 Άσκηση 8	58
3.9 Άσκηση 9	67
3.10 Άσκηση 10	76
4.Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα	85
5.Παραρτημα 1.....	86
6.Παράρτημά 2.....	91
8.Βιβλιογραφία	96

1.Πρόλογος

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η δημιουργία και παρουσίαση 10 εργαστηριακών ασκήσεων εργαλειομηχανών CNC (5 ασκήσεις Φρέζας και 5 ασκήσεις Τόρνου).Οι ασκήσεις είναι σχεδιασμένες σε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή με σύστημα CAD (Autodesk Inventor) και η λύση τους με τη χρήση του κώδικα προγραμματισμού G,M.

Στόχος είναι η καλύτερη δυνατή κατανόηση των δυνατοτήτων των κοπτικών εργαλειομηχανών CNC η χρησιμότητα καθώς και οι δυνατότητες που δίνονται όταν συνδυάζονται με σχεδιασμό σε περιβάλλοντα εφαρμογών συστημάτων CAD όπως το Inventor της Autodesk από τους φοιτητές και γενικότερα τους Μηχανικούς.

Οι ασκήσεις που παρουσιάζονται έχουν καθαρά διδακτικό χαρακτήρα με στόχο την καλύτερη κατανόηση του μαθήματος από τους φοιτητές. Οι ασκήσεις είναι κλιμακούμενης δυσκολίας και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα του μαθημάτων των Εργαλειομηχανών CNC και γίνεται εμβάθυνση στον προγραμματισμό με κώδικα GM.

Κάθε άσκηση ξεχωριστά περιέχει αρχικά το δικό της φασειολόγιο όπου εκεί γίνεται αναφορά του τύπου του υλικού, των διαστάσεων του υλικού καθώς επίσης και το σημείο αναφοράς του προγράμματος. Στη συνέχεια περιγράφεται το κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιούμε όπως για παράδειγμα η διάμετρος κοπτικού , η ακτίνα του και ο τύπος του κοπτικού. Επίσης αναφέρεται η ταχύτητα της ατράκτου και η πρόωση του εργαλείου. Επιπροσθέτως, παρουσιάζεται ένα σχέδιο όπου μας δείχνει το σημείο αναφοράς της άσκησης. Και τέλος γίνεται η σύνταξη του κατάλληλου κώδικα προγραμματισμού με την εξής μορφή: Στη αριστερή στήλη γράφουμε τον κώδικα και στην δεξιά στήλη γίνεται η περιγραφή του κάθε κώδικα έτσι ώστε να γίνεται πλήρως κατανοητό από οποιονδήποτε τον διαβάζει.

2.Θεωρητικό μέρος

2.1. Οι κατεργασίες κοπής γενικά

Οι κατεργασίες κοπής αποτελούν τη βασικότερη μέθοδο διαμόρφωσης μεταλλικών αντικειμένων καθώς έχουν σχεδόν απεριόριστες δυνατότητες μορφοποίησης. Η διαμόρφωση πραγματοποιείται με τη βαθμιαία αφαίρεση υλικού με την βοήθεια των εργαλειομηχανών. Στην περίπτωση αυτή τα κοπτικά εργαλεία εισχωρούν στη μάζα του μετάλλου και αποσπών κομμάτια σημαντικών διαστάσεων και αυτό τα καθιστά παραγωγικότερα και πιο αποτελεσματικά έναντι άλλων μεθόδων κατεργασίας. Τα βασικά είδη των μηχανουργικών κατεργασιών είναι η τόννευση το φρεζάρισμα ,η διάτρηση, η πλανιση και ή λείανση. Οι οποίες κατεργασίες γίνονται αντίστοιχα στον τόρνο, τη φρέζα , το δράπανο, την πλάνη και ή λείανση στον λειαντικό τροχό.

2.2 Τόννευση

Ο τόρνος είναι μία από τις παλαιότερες, γνωστότερες και με ευρύτατη χρήση εργαλειομηχανές. Αποτελεί εργαλειομηχανή κοπής με απλή σημειακή επαφή. Το προς κατεργασία τεμάχιο προσδένεται στο σφικτήρα τεμαχίων (τσοκ), ο οποίος περιστρέφεται μέσω του μηχανισμού κίνησης της κεφαλής του τόρνου. Το εργαλείο τοποθετείται στον εργαλειοδέτη, που έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει τις θέσεις του εργαλείου σε σχέση με το κατεργάσιμο αντικείμενο. Η πρόωση του κοπτικού εργαλείου επιτυγχάνεται με την ολίσθηση του εργαλειοφορείου, όπου είναι τοποθετημένος ο εργαλειοδέτης, στο τραπέζι του τόρνου. Σπουδαίο ρόλο παίζει η στιβαρότητα του όλου συστήματος, ώστε να παραλαμβάνονται οι αναγκαίες δυνάμεις κοπής και να εξασφαλίζεται η, χωρίς δονήσεις, λειτουργία.

2.3 Συνθήκες κατεργασίας

Οι βασικές συνθήκες κατεργασίας κατά την τόννευση είναι:

- a) Η ταχύτητα κοπής, δηλαδή η σχετική ταχύτητα μεταξύ του κοπτικού εργαλείου και του κατεργάσιμου τεμαχίου. Η ταχύτητα κοπής αναφέρεται στην κύρια κίνηση του εργαλείου που είναι η γραμμική ταχύτητα του περιστρεφόμενου τεμαχίου.
- b) Το βάθος κοπής, δηλαδή το βάθος διείδυσης του κοπτικού εργαλείου.
- c) Η πρόωση, δηλαδή η σχετική κίνηση μεταξύ εργαλείου και τεμαχίου η οποία προσφέρει σταθερά στο εργαλείο νέο υλικό προς κοπή. Στους τόρνους η πρόωση γίνεται από το κοπτικό εργαλείο και είναι η κατά την έννοια του

άξονα περιστροφής μετακίνηση του κοπτικού εργαλείου ανά στροφή του αντικειμένου.

2.4 Φρεζάρισμα

Η άλλη συνήθης κατεργασία κοπής με εργαλείο πολλαπλής σημειακής επαφής είναι το φρεζάρισμα. Είναι μια από τις πιο ευχάριστες μεθόδους κοπής για την κατεργασία σύνθετων μορφών.

Το φρεζάρισμα είναι κοπή με περιστροφική κίνηση του κοπτικού εργαλείου και ανεξάρτητη κάθετη προς τον άξονα περιστροφής του εργαλείου προωθητική κίνηση του κατεργάσιμου τεμαχίου. Διακρίνονται δύο είδη φρεζαρίσματος, το περιφερικό φρεζάρισμα, όπου το εργαλείο περιστρέφεται οριζόντια και το μετωπικό φρεζάρισμα, όπου ο άξονας περιστροφής του κοπτικού εργαλείου είναι κατακόρυφος.

Οι βασικές συνθήκες κοπής κατά το φρεζάρισμα είναι αντίστοιχες εκείνων που συναντώνται και στις κατεργασίες με τόρνο: Η πρόωση f ανά στροφή του κοπτικού εργαλείου και η πρόωση ανά οδόντα fz , δηλαδή το μήκος της πρόωσης μεταξύ δύο επιφανειών κοπής που η μια δημιουργείται αμέσως μετά την άλλη. Εάν z είναι ο αριθμός των οδόντων του κοπτικού εργαλείου, $f=fz \cdot z$.

Η ταχύτητα κοπής $v=\pi Dn$, όπου D η εξωτερική διάμετρος του κοπτικού εργαλείου και n ο αριθμός των στροφών του. Το βάθος (ή πλάτος) κοπής t , δηλαδή το μήκος της εισόδου της κύριας κόπης του εργαλείου στο κατεργάσιμο τεμάχιο. Στο περιφερικό φρεζάρισμα αντιστοιχεί στο πλάτος κοπής ενώ στο μετωπικό φρεζάρισμα στο βάθος κοπής. Το μέγεθος επαφής e , που αντιστοιχεί στην ανά περιστροφή επαφή του κοπτικού εργαλείου πάνω στην κατεργασμένη επιφάνεια και κάθετα προς την κατεύθυνση της πρόωσης.

Κατά το περιφερικό φρεζάρισμα χαλύβων είναι δυνατές ταχύτητες κοπής μέχρι 80 m/min ενώ η πρόωση fz δεν υπερβαίνει εν γένει την τιμή 0,25 mm/οδόντα. Αντίθετα προς τις άλλες συμβατικές κατεργασίες κοπής, στο φρεζάρισμα το απόβλητο έχει διατομή μεταβαλλόμενου πάχους που είναι συνέπεια της επαλληλίας της περιστροφής του κοπτικού εργαλείου και της πρόωσης του τεμαχίου. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού του αποβλήτου, το περιφερικό φρεζάρισμα διακρίνεται σε αντίρροπο και ομόρροπο. Είναι προφανές ότι στο αντίρροπο φρεζάρισμα το πάχος της διατομής του αποβλήτου μεταβάλλεται από μηδενική σε μια μέγιστη τιμή ενώ στο ομόρροπο φρεζάρισμα από τη μέγιστη τιμή του στη μηδενική. Οι κατά την

κατεργασία αναπτυσσόμενες δυνάμεις σε μια κοπτική σφήνα του εργαλείου σε δισδιάστατο χώρο είναι η ολική δύναμη κατεργασίας F που αναλύεται:

1. Στη δύναμη κοπής F_s κατά την εφαπτομενική διεύθυνση της κοπής και στην ακτινική δύναμη F_R

2. Στην κατά διεύθυνση πρόωσης επενεργούσα δύναμη πρόωσης F_v και στην κάθετη προς αυτή δύναμη F_A . Η παραγωγικότητα των εργαλειομηχανών κοπής εξαρτάται βεβαίως και από τον τύπο και την αντοχή του κατεργαζόμενου υλικού που κάτι που μπορεί να επιβαρύνει το κόστος της κατεργασίας σημαντικά

2.5 Κοπτικά εργαλεία

Για την κατασκευή των κοπτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται στις εργαλειομηχανές διαμόρφωσης τεμαχίων χρησιμοποιούνται ταχυχάλυβες σκληρομέταλλα. Στα κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβες, οι κοπτικοί οδόντες κατασκευάζονται επάνω στο σώμα του εργαλείου, ενώ στα κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλα (συνήθως χρησιμοποιούνται σκληρομέταλλα P25 – P40, M25 – M40 και K25 – K40), οι κοπτικές αιχμές προσδένονται ή συγκολλούνται στο σώμα του εργαλείου.

Το βήμα οδοντώσεως του εργαλείου εξαρτάται από την κινητήρια ισχύ της εργαλειομηχανής και επίσης από τον σχηματισμό του αποβλήτου. Ασυνεχές απόβλητο χρειάζεται ένα μικρότερο χώρο αποδοχής αποβλήτου και συνεπώς ένα μικρότερο βήμα οδοντώσεως. Κοπτικές κεφαλές για την κατεργασία χυτών υλικών μπορούν να αποτελούνται από μέχρι 200 πλακίδια σκληρομετάλλου.

Κατά την κατεργασία σε φρέζα πραγματοποιείται τουλάχιστον μια διακοπή της κοπής ανά οδόντα σε κάθε περιστροφή του εργαλείου. Αυτό σημαίνει για το κοπτικό υλικό εναλλασσόμενες θερμικές και δυναμικές καταπονήσεις που οδηγούν σε οριζόντιες και κάθετες ρωγμές της κόψης του εργαλείου, με συνέπεια τη φθορά και την πιθανή θραύση του εργαλείου. Τα χρησιμοποιούμενα εδώ υλικά κοπτικού εργαλείου πρέπει να έχουν υψηλή συνεκτικότητα, υψηλή αντοχή σε εναλλαγές θερμοκρασίας και υψηλή αντοχή.

Κοπτικά εργαλεία για περιφερικό και μετωπικό φρεζάρισμα κατασκευάζονται με ευθύγραμμους ή ελικοειδείς οδόντες, με μέγιστη γωνία κλίσης 45° . Τα κοπτικά εργαλεία με ελικοειδείς οδόντες εμφανίζουν ομαλότερη κοπτική δράση και καλύτερη ποιότητα επιφανείας σε σχέση με τα κοπτικά εργαλεία με ευθύγραμμους οδόντες.

2.6 Εργαλειομηχανές Αριθμητικού ελέγχου

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες της βιομηχανίας για ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής μέσω μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας κατεργασίας- κοπής των μετάλλων οδήγησε στην κατασκευή **εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου** για αυξημένη παραγωγικότητα.

Αριθμητικός έλεγχος (Numerical Control) είναι ακριβώς αυτό που υπονοεί ο όρος δηλαδή έλεγχος μέσω αριθμών. Μια μηχανή είναι αριθμητικά ελεγχόμενη όταν περιέχει λογικά κυκλώματα που μπορούν να την κινήσουν σύμφωνα με αριθμητικές εντολές που δίνονται με ψηφιακά μέσα .Οι εντολές περιέχουν συντεταγμένες που ορίζουν την κίνηση του εργαλείου και πληροφορίες που ελέγχουν τα βοηθητικά συστήματα της εργαλειομηχανής π.χ. ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, παροχή ψυκτικού υγρού και άλλα. Συγκεκριμένα, ο Αριθμητικός έλεγχος μέσω Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (Computer Numerical Control - CNC) είναι μια υποβοηθούμενη από Η/Υ διαδικασία η οποία γενικώς ελέγχει τις μηχανές μέσω οδηγιών οι οποίες δημιουργούνται από έναν κωδικοποιητή (Post Processor) και αποθηκεύονται σε σύστημα μνήμης για άμεση ή μελλοντική χρήση.

Το αρχικό κίνητρο για την ανάπτυξη του αριθμητικού ελέγχου δόθηκε από την βιομηχανία αεροπορικών κατασκευών. Η κατασκευή της πρώτης εργαλειομηχανής με σύστημα αριθμητικού ελέγχου έγινε το 1952 στο MIT της Μασαχουσέτης με την χρηματοδότηση της Αμερικάνικης Αεροπορίας. Στην συνέχεια για την ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας που απαιτούταν μεγαλύτερη κλίμακα ερευνάς 25 μεγάλες εταιρίες αεροκατασκευών χρηματοδότησαν ένα κοινό πρόγραμμα. Στην συνέχεια μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη του αριθμητικού ελέγχου έδωσαν οι μικροεπεξεργαστές και μικροϋπολογιστές με την οποία συμπίεστηκε σημαντικά το κόστος του συστήματος έλεγχου. Τα νέα συστήματα αυτά ονομάστηκαν CNC (Computer Numerical Control).Ο έλεγχος των μηχανών με αριθμητικό έλεγχο έχει φέρει επανάσταση στον κατασκευαστικό τομέα. Η τεχνολογία CNC μπορεί να προσαρμοστεί σε οπουδήποτε είδος μηχανής ή οποιαδήποτε διαδικασία ή οποία απαιτεί καθοδήγηση από άνθρωπο.

2.6.1 Πλεονεκτήματα χρήσης Εργαλειομηχανών CNC

Οι εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση εμφανίζουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών:

1. Ακρίβεια στις διαστάσεις, στη μορφή και στη θέση.
2. Η δυνατότητα συγχρόνου κινήσεως και στους τρεις άξονες της εργαλειομηχανής (X,Y,Z) επιτρέπει τη μορφοποίηση καμπύλων επιφανειών στο χώρο. Επίσης, δεν απαιτείται αναπροσανατολισμός του τεμαχίου, γεγονός που εισάγει σοβαρά σφάλματα αναπροσδέσεως.
3. Αύξηση της ακριβείας κατασκευής, γιατί η ακρίβεια δεν εξαρτάται από τη δεξιότητα του τεχνίτη ή από συστηματικά σφάλματα, που μπορούν να συμβούν στις συμβατικές εργαλειομηχανές. Μείωση των σκάρτων, περιορισμός στην έκταση του ποιοτικού ελέγχου.
4. Οι νεκροί χρόνοι, λόγω εκτέλεσης μετρήσεων και άλλων αιτιών, δεν υπάρχουν ή περιορίζονται στο ελάχιστο και ο χρόνος παραμονής του τεμαχίου στην εργαλειομηχανή μειώνεται σημαντικά.
5. Δε χρειάζονται μηχανολογικά σχέδια για τεμάχια με μορφή, που μπορούν να περιγραφούν από μαθηματικές σχέσεις, γιατί υπάρχει δυνατότητα απευθείας τροφοδότησης του συστήματος ψηφιακής καθοδήγησης της εργαλειομηχανής.
6. Γίνεται πιο εύκολος και ρεαλιστικός ο προγραμματισμός και ο έλεγχος της παραγωγής στο μηχανουργείο, γιατί ο χρόνος κατεργασίας είναι με ακρίβεια καθορισμένος.
7. Μία εργαλειομηχανή με ψηφιακή καθοδήγηση παρουσιάζει ευελιξία στις κατεργασίες, που μπορεί να εκτελέσει. Αναγκαίο είναι το κατάλληλο πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης και η δυνατότητα καθοδήγησης από την εργαλειομηχανή των αξόνων, οι οποίοι χρειάζονται.
8. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερος βαθμός ανταγωνιστικότητας, εξαιτίας της μείωσης των χρόνων. Αύξηση της παραγωγικότητας και του όγκου παραγωγής (η επιλογή συνθηκών κοπής είναι ελεγχόμενη από ειδικούς και σωστή), της ακριβείας της κατεργασίας κ.λπ.. Όλα αυτά επηρεάζουν το κόστος παραγωγής, το οποίο μειώνεται.

2.6.2 Μειονεκτήματα χρήσης Εργαλειομηχανών CNC

Ουσιαστικά οι εργαλειομηχανές Αριθμητικού Ελέγχου δεν μειονεκτούν σε τίποτα έναντι των αντιστοιχών συμβατικών. Όμως ή χρήση τους απαιτεί ένα σύνολο ενεργειών από την επιχείρηση που θέλει να τις ενσωματώσει με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα αν δεν παρθούν προηγουμένως τα κατάλληλα προσαρμοστικά μέτρα. Ως τέτοια προβλήματα, που συνδέονται με την προμήθεια και λειτουργία των εργαλειομηχανών ψηφιακής καθοδήγησης, μπορεί να θεωρηθούν τα εξής:

1. Ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό στον προγραμματισμό για την κατάρτιση του κατάλληλου προγράμματος χωρίς σφάλματα στον ταχύτερο δυνατό χρόνο και με το χαμηλότερο κόστος.
2. Ανάγκη εξειδικευμένου προσωπικού υψηλής στάθμης, όχι μόνο για τον προγραμματισμό, αλλά και για άλλες εργασίες, όπως ρυθμίσεις της εργαλειομηχανής, προετοιμασία και έλεγχος των εργαλείων και, γενικά, συντήρηση της εργαλειομηχανής, η οποία πρέπει να γίνεται στην εντέλεια.
3. Αλλαγές στην εν γένει οργάνωση του μηχανουργείου. Η εισαγωγή εργαλειομηχανών με ψηφιακή καθοδήγηση ασκεί επιρροή στο όλο σύστημα οργάνωσης από τη σχεδίαση του προϊόντος, στη σχεδίαση των φάσεων κατεργασίας, στην κατεργασία, στον έλεγχο ποιότητας, στην αποθήκευση κ.λπ..
4. Το κόστος κατασκευής εργαλειομηχανών με ψηφιακή καθοδήγηση είναι πολύ υψηλό σε σχέση με αυτό αντιστοιχών συμβατικών εργαλειομηχανών.

2.7 Προγραμματισμός Εργαλειομηχανής CNC

Ο προγραμματισμός για την κατεργασία ενός τεμαχίου σε εργαλειομηχανή με ψηφιακή καθοδήγηση, γίνεται με τον κώδικα μηχανής. Πρόκειται για μια σειρά τυποποιημένων εντολών, που προσδιορίζουν λειτουργίες της εργαλειομηχανής, όπως κινήσεις, αλλαγές εργαλείων, ρυθμίσεις στροφών και προώσεων κ.λπ.. Οι εντολές αυτές εκτελούνται κατά σειρά προτεραιότητας με την σειρά εγγραφής τους. Οι συνηθισμένες εντολές-κώδικες είναι οι εντολές G (εντολές κίνησης) και M (εντολές λειτουργίας). Οι εντολές αυτές συντάσσονται με συγκεκριμένο τρόπο και εντάσσονται σε ένα συνολικό πρόγραμμα καθοδήγησης.

Το πρόγραμμα καθοδήγησης αποτελείται από ξεχωριστά block πληροφοριών, που το κάθε ένα αρχίζει με έναν αύξοντα αριθμό αναγνώρισης του. Ο αύξων αριθμός αυτός συνοδεύεται μπροστά από τον κωδικό N. Ένα παράδειγμα σειράς blocks μπορεί να είναι:

N001 G00 X10.0 Z2.0

N002 G01 X10.0 Z22.0

Η αρχική αυτή αρίθμηση μπορεί να γίνεται ανά ένα ή και ανά 5 ή 10, και αυτό για το λόγο ότι τις περισσότερες φορές απαιτείται να τροποποιηθεί ένα πρόγραμμα ,εισάγοντας ένα νέο block ανάμεσα σε δύο άλλα. Αυτό θα ήταν αδύνατον, στην περίπτωση που τα block θα είχαν συνεχή, ανά ένα, αρίθμηση. Εκτός από τον αριθμό αναγνώρισης του block, αυτό επίσης συνήθως περιλαμβάνει :

- Κωδικό εντολής
- Απαιτούμενα δεδομένα για κάθε κωδικό

Ο κωδικός εντολής μπορεί να περιλαμβάνει εντολές G και M. Παρακάτω θα δούμε μια συνολική παρουσίαση του κώδικα G και M με όλες τις δυνατές εντολές που μπορούν να δοθούν στο σύστημα καθώς και την λειτουργία τους.

2.8 Παρουσίαση Κώδικα G και M.

Το σύνολο των κωδικών εντολής G και M που μπορούν να δοθούν κατά την εγγραφή κώδικα για εργαλειομηχανή CNC είναι οι παρακάτω κωδικοί.

G00 Ευθύγραμμη κίνηση χωρίς κοπή με τη μέγιστη πρόωση της εργαλειομηχανής.

G01 Γραμμική παρεμβολή - ευθύγραμμη κίνηση για κοπή με δοσμένη πρόωση.

G02 Κυκλική παρεμβολή με ωρολογιακή φορά.

G03 Κυκλική παρεμβολή με αντί ωρολογιακή φορά.

G04 Προγραμματισμένη χρονική καθυστέρηση.

G06 Παραβολική παρεμβολή με μεταβαλλόμενες ταχύτητες από τη μονάδα ελέγχου.

G08 Επιτάχυνση μέχρι δοσμένη ταχύτητα.

G09 Επιβράδυνση μέχρι δοσμένη ταχύτητα.

G13-G16 Επιλογή αξόνων.

G17-G19 Επιλογή επιπέδων κατεργασίας XY - ZX - YZ αντίστοιχα.

G33 Κοπή σπειρώματος με σταθερό βήμα.

G34 Κοπή σπειρώματος.

G35 Κοπή σπειρώματος.

- G40 Άρση της αντιστάθμισης εργαλείου.
- G41 Αριστερή αντιστάθμιση.
- G42 Δεξιά αντιστάθμιση.
- G43 Αντιστάθμισμα θετικό.
- G44 Αντιστάθμισμα αρνητικό.
- G50-G59 Μετατοπίσεις προσαρμογής.
- G70 Συντεταγμένες σε ίντσες (in).
- G71 Συντεταγμένες σε χιλιοστά του μέτρου (mm).
- G72 Δεξιόστροφη κυκλική παρεμβολή τριών διαστάσεων.
- G73 Αριστερόστροφη κυκλική παρεμβολή τριών διαστάσεων.
- G75 Κυκλική παρεμβολή πολλών τερτατημορίων.
- G80 Ακύρωση κύκλων εργασιών G81-G89.
- G81-G89 Κύκλοι εργασιών.
- G90 Απόλυτες συντεταγμένες.
- G91 Σχετικές συντεταγμένες.
- G92 Μετατόπιση συστήματος συντεταγμένων.
- G93 Κωδικοποίηση πρόωσης.
- G94 Ταχύτητα πρόωσης σε in ή mm/min.
- G95 Ταχύτητα πρόωσης σε in ή mm/rev.
- G96 Σταθερή ταχύτητα κοπής με έλεγχο των στροφών της ατράκτου.
- G97 Στροφές σε 1/λεπτό.

Στην παρούσα πτυχιακή κατά την σύνταξη του κώδικα προγραμματισμού της άσκησης εκτός από το κώδικα G και M χρησιμοποιούνται και κάποιοι άλλοι κώδικες οι οποίοι είναι:

X: Συντεταγμένη για την κίνηση στον άξονα X.

Y: Συντεταγμένη για την κίνηση στον άξονα Y.

Z: Συντεταγμένη για την κίνηση στον άξονα Z.

D: Διεύθυνση για καταχώρηση αντιστάθμισης της διαμέτρου του κοπτικού εργαλείου.

F: α) Πρόωση σε χιλιοστά το λεπτό.

β) Πρόωση σε χιλιοστά ανά στροφή

S: α) Περιορισμός των στροφών της ατράκτου (μόνο σε τόρνο).

β) Ταχύτητα της ατράκτου (σε στροφές ανά λεπτό).

γ) Γραμμική ταχύτητα (μόνο για τόρνο).

3.Μέρος Εργαστηριακών Ασκήσεων

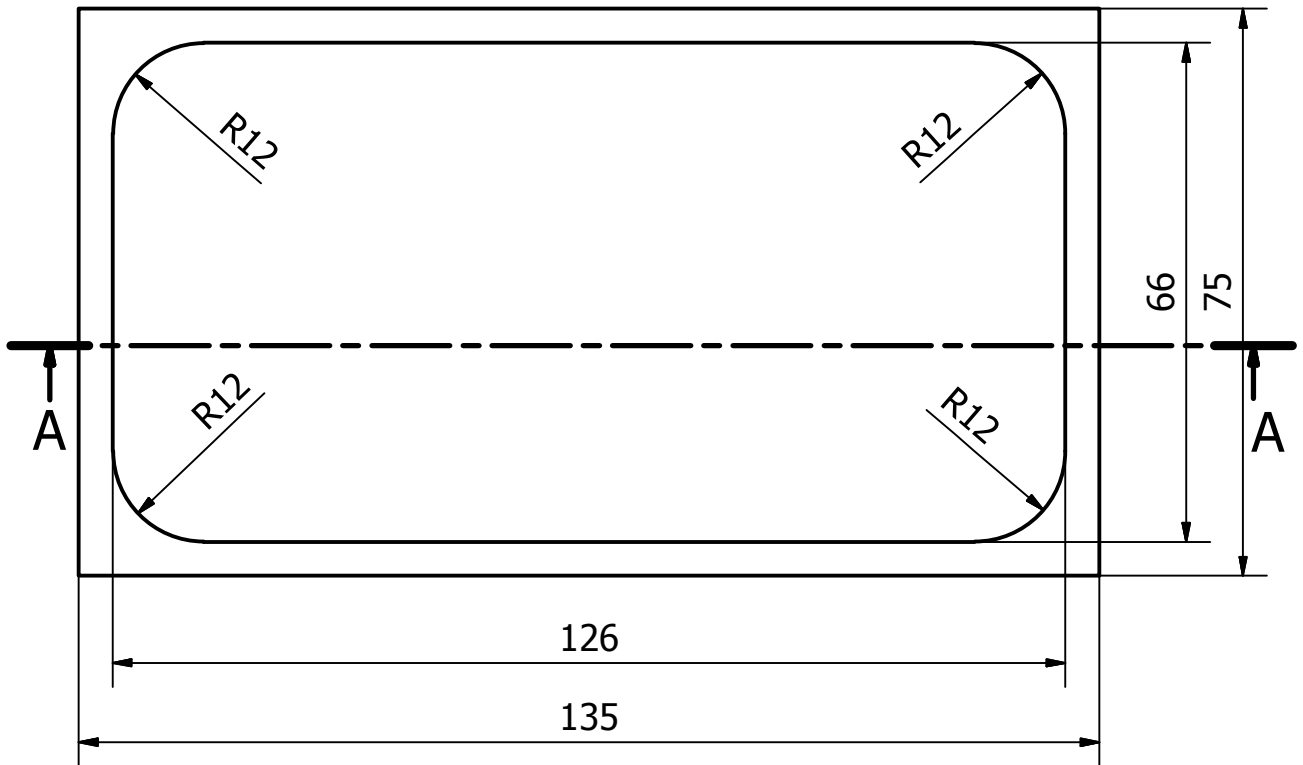
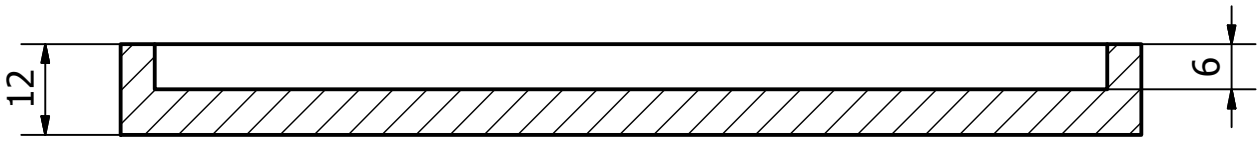
Σε αυτό το μέρος παρουσιάζονται οι ασκήσεις που εκπονήθηκαν για τις ανάγκες της πτυχιακής εργασίας με διδακτικό σκοπό. Οι Ασκήσεις είναι τοποθετημένες με αύξοντα αριθμό από 1 – 10 και καταχωρημένες ανάλογα στα περιεχόμενα ώστε να μπορεί καθένας να ανατρέξει σε οποιαδήποτε άσκηση με ευκολία. Οι πρώτες 5 ασκήσεις είναι ασκήσεις κατεργασίας Φρέζας και οι επόμενες 5 ασκήσεις με κατεργασία σε Τόρνο.

Κάθε άσκηση έχει το δικό της σχέδιο κατασκευασμένο σε πρότυπο σύστημα σχεδίασης μηχανολογικών εξαρτημάτων το Autodesk Inventor.Επίσης κάθε ένα αντικείμενο έχει ένα δικό του σχέδιο σεταρίσματος μηδενικού σημείου και 1 σχέδιο στο οποίο αποτυπώνονται όλες οι θέσεις του κοπτικού εργαλείου σε κάθε εντολή. Επίσης στην αρχή κάθε άσκησης μπορούμε να διαβάσουμε όλα τα στοιχεία για τις φυσικές ιδιότητες του προς κατεργασία δοκιμίου καθώς και πίνακες με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την κάθε κατεργασία που πραγματοποιείται.

Η Παρουσίαση του κώδικα γίνεται με χρήση πίνακα όπου στην πρώτη στήλη μπορούμε να βρούμε τις εντολές του κώδικα G, M και στην δεύτερη στήλη την επεξήγηση του κάθε κωδικού που χρησιμοποιείται ξεχωριστά.

Επίσης έχει γίνει έλεγχος σε κάθε έναν κώδικα με χρήση προγράμματος προσομοίωσης CNC Simulator.Τα αποτελέσματα και οι διαδρομές των κοπτικών παρουσιάζονται συνοπτικά στο Παράρτημα 1.

A-A (1 : 1)



Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 23/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise 1		
			ex_1	Edition	Sheet 1 / 1

3.1 Άσκηση 1

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 1
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	135 x 75 x 12
Τρόπος συγκράτησης :	Μέγγενη
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	X=0 στην αριστερή πλευρά του κομματιού Y=0 στην κάτω πλευρά του κομματιού Z=0 στο κάτω επίπεδο (βλέπε σχέδιο)

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	Κατεργασία κοιλότητας 126 X 66 με ένα πάσο βάθους 6 mm.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 24 mm Ακτίνα : 0,0 Τύπος : Κονδύλι HSS 2 πτερυγίων
Ταχύτητα Ατράκτου	1000 στροφές/λεπτό (rev/min)
Πρόωση Εργαλείου	800 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 90 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)

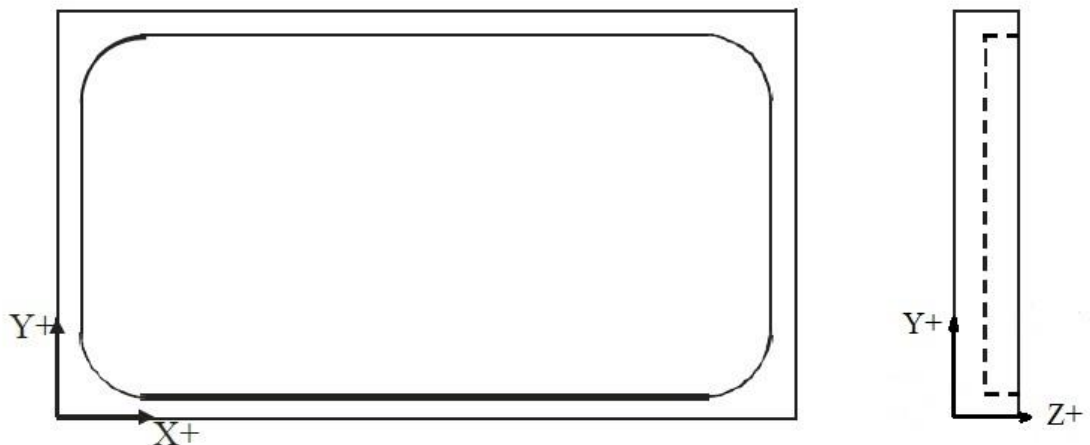
Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42.

- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων



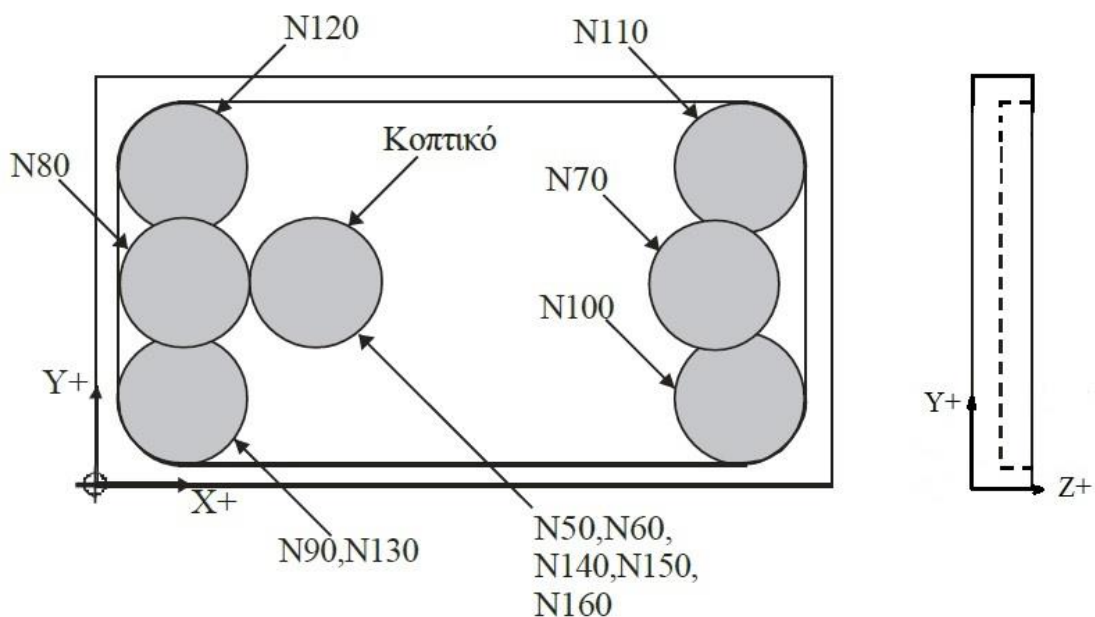
Σχέδιο σεταρίσματος μηδενικού σημείου

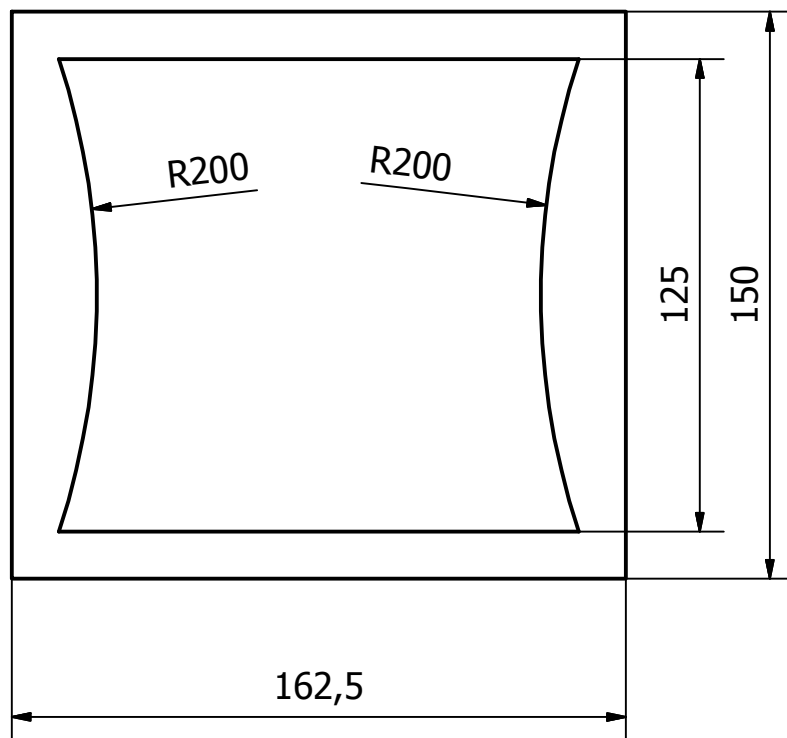
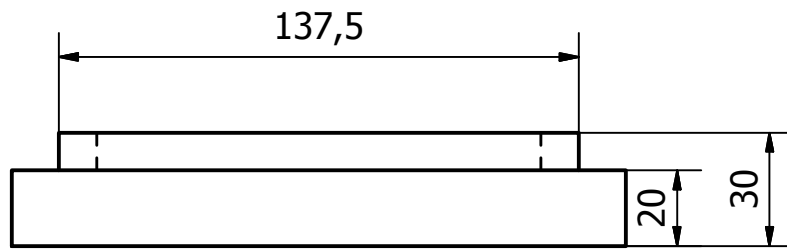
ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N05 G21	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21).
N10 G91 G28 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N20 G40 G49 G80 G90	Ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40). Ακύρωση αντιστάθμισης του μήκους του κοπτικού (G49). Ακύρωση κύκλων διάνοιξης οπών (G80). Επίσης δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος

	(G90).
N30 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου (M06). Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01 .
N40 S1000 M03 M08	Περιστροφή της ατράκτου δεξιόστροφα (M03) με 1000 στροφές ανά λεπτό. Ταυτόχρονα γίνεται έναρξη του ψυκτικού υγρού (M08).
N50 G00 G43 X52,5 Y37,5 Z30 H01	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X52.5, Y37.5 , Z30 (N50) με τη μέγιστη πρόωση (G00) και ταυτόχρονα γίνεται αντιστάθμιση του μήκους του κοπτικού εργαλείου (G43). Η τιμή της αντιστάθμισης εισάγεται στην διεύθυνση H01.
N60 G00 Z15	Με μέγιστη πρόωση η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στη θέση με ύψος Z15 (N60).
N65 G01 X114 F800	Το κοπτικό μετακινείται στην θέση N65.
N70 Z6 F90	Το κοπτικό θα εισχωρήσει μέσα στο υλικό από τη θέση N65 έως τη θέση N70 με πρόωση 90 χιλιοστά ανά λεπτό.
N80 G41 X4,5 Y37,5 D01	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N80 και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D01.
N90 Y4,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N90.
N100 X130,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N100.
N110 Y70,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N110.
N120 X4,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N120.
N130 Y4,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N130.
N140 G40 X52,5 Y37,5	Μετακίνηση στη θέση N140 και ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40)
N150 Z15 F800	Το κοπτικό απομακρύνεται από το ύψος Z4 στο ύψος Z15 με πρόωση 800 χιλιοστά ανά λεπτό.

N160 G00 Z50 M09	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Z50 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N170 G28 G91 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N180 M05	Η εντολή M05 σταματάει της στροφές της ατράκτου.
N190 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.





Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 17/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No2		
			ex_2	Edition	Sheet 1 / 1

3.2 Άσκηση 2

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 2
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	162,5 x 150 x 30
Τρόπος συγκράτησης :	Μέγγενη
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	
X=0 στην αριστερή πλευρά του κομματιού	
Y=0 στην κάτω πλευρά του κομματιού	
Z=0 στο κάτω επίπεδο (βλέπε σχέδιο)	

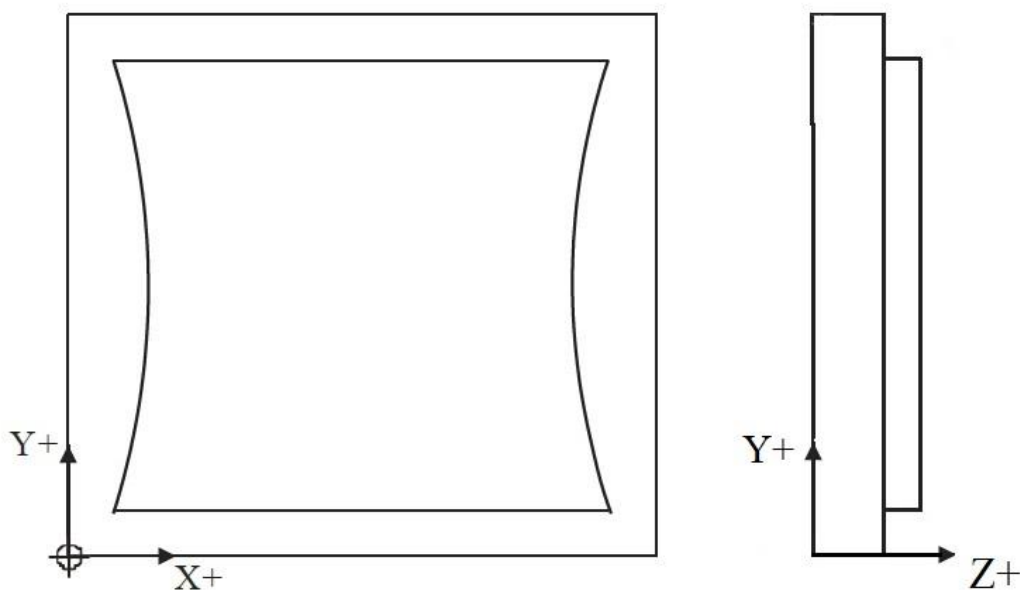
ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	1. Περιφερειακό φρεζάρισμα με δυο πάσα βάθους 8 χιλιοστών το πρώτο και 2 χιλιοστών το δεύτερο. 2. Κατεργασία δυο ακτινών R200 στην δεξιά και στην αριστερή πλευρά του κομματιού με δυο πάσα βάθους 8 χιλιοστών το πρώτο και 2 χιλιοστών το δεύτερο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 25 mm Ακτίνα : 0,0 Τύπος : Κονδύλι HSS 2 πτερυγίων
Ταχύτητα Ατράκτου	1800 στροφές/λεπτό (rev/min)
Πρόωση Εργαλείου	600 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 120 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42).
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



Σχέδιο σεταρίσματος μηδενικού σημείου

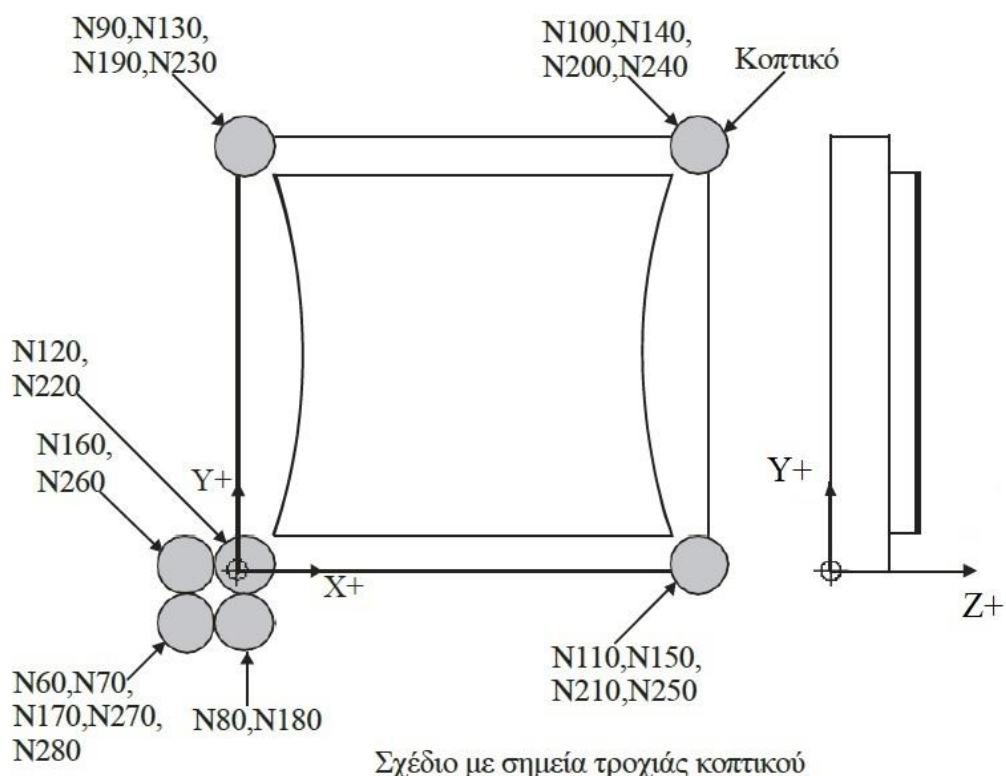
ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0102	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0102
N10 G21	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά του μέτρου (G21).
N20 G91 G28 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N30 G40 G49 G80 G90	Ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40). Ακύρωση αντιστάθμισης του μήκους του κοπτικού (G49). Ακύρωση κύκλων διάνοιξης οπών

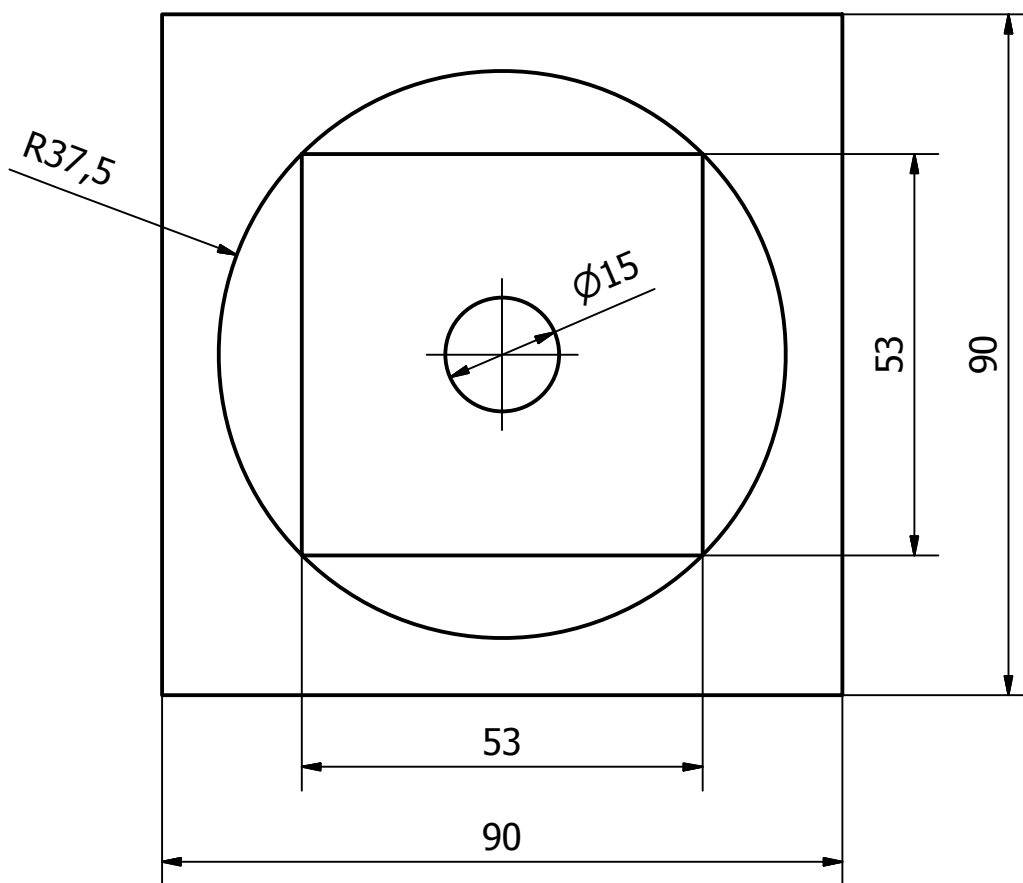
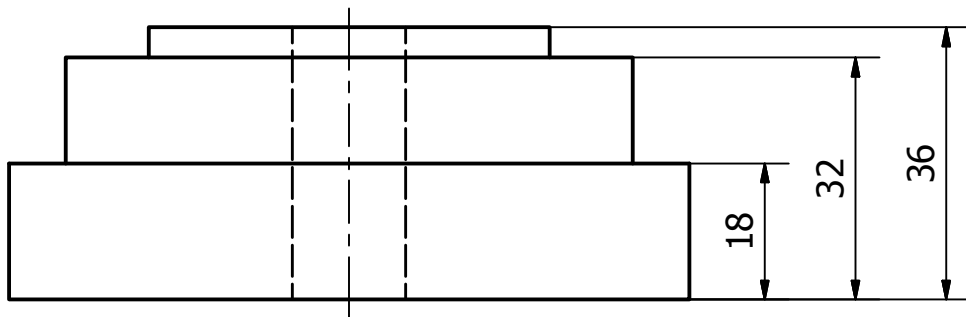
	(G80). Επίσης δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90).
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου (M06). Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01.
N50 S1800 M13	Περιστροφή της ατράκτου με 1800 στροφές ανά λεπτό. Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί το ψυκτικό υγρό.
N60 G00 G43 X-25 Y-25 Z40 H01	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X-25, Y-25, Z40 (N60) με τη μέγιστη πρόωση (G00) και ταυτόχρονα γίνεται αντιστάθμιση του μήκους του κοπτικού εργαλείου (G43). Η τιμή της αντιστάθμισης εισάγεται στην διεύθυνση H01.
N70 G01 Z22 F600 M08	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) 600 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στο ύψος Z22. Ταυτόχρονα γίνεται έναρξη του ψυκτικού υγρού (M08).
N80 G41 X0 F120 D01	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N80 με πρόωση 120 χιλιοστά ανά λεπτό και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D01.
N90 Y150	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N90.
N100 X162,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N100.
N110 Y0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N110.
N120 X0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N120.
N130 G03 Y150 R200	Κυκλική παρεμβολή με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού (G03) από τη θέση N120 έως τη θέση N130. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.

N140 G01 X162,5	Γραμμική μετακίνηση (G01) στη θέση N140.
N150 G03 Y0 R200	Κυκλική παρεμβολή με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού (G03) από τη θέση N140 έως τη θέση N150. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N160 G01 X-25	Γραμμική μετακίνηση (G01) στη θέση N160.
N170 Y-25 Z20 F600	Γραμμική μετακίνηση στη θέση N170 με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη κίνηση 600 χιλιοστά ανά λεπτό.
N180 G41 X0 F100 D01	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N180 με πρόωση 100 χιλιοστά ανά λεπτό και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D01.
N190 Y150	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N190.
N200 X162,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N200.
N210 Y0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N210.
N220 X0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N220.
N230 G03 Y150 R200	Κυκλική παρεμβολή με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού (G03) από τη θέση N220 έως τη θέση N230. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N240 G01 X162,5	Γραμμική μετακίνηση (G01) στη θέση N240.
N250 G03 Y0 R200	Κυκλική παρεμβολή με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού (G03) από τη θέση N240 έως τη θέση N250. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N260 G01 X-25	Γραμμική μετακίνηση (G01) στη θέση N260.
N270 G40 Y-25 F600	Γραμμική μετακίνηση στη θέση N270 με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη κίνηση 600 χιλιοστά ανά λεπτό και ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40).

N280 G00 Z40 M09	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση N280 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N290 G28 G91 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N300 M05	Η εντολή M05 σταματάει της στροφές της ατράκτου.
N310 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.





Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 31/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No3		
			ex_3	Edition	Sheet 1 / 1

3.3 Άσκηση 3

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 3
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	90 x 90 x 36
Τρόπος συγκράτησης :	Μέγγενη
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	
X=0 στην αριστερή πλευρά του κομματιού	
Y=0 στην κάτω πλευρά του κομματιού	
Z=0 στο κάτω επίπεδο (βλέπε σχέδιο)	

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	Διάνοιξη 1 οπής διαμέτρου 8 χιλιοστών με τριπλή διαδρομή μέσα-έξω για καλύτερη απομάκρυνση των απόβλητων.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 15,0 mm Τύπος : Τρυπάνι HSS
Ταχύτητα Ατράκτου	1000 στροφές/λεπτό (rev/min)
Πρόωση Εργαλείου	600 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 60 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 2	
Περιγραφή Φάσης	Περιφερειακό φρεζάρισμα στα εξής επίπεδα: Z = 32 για την κατεργασία του πρώτου τετράγωνου Z = 18 για την κατεργασία του κύκλου

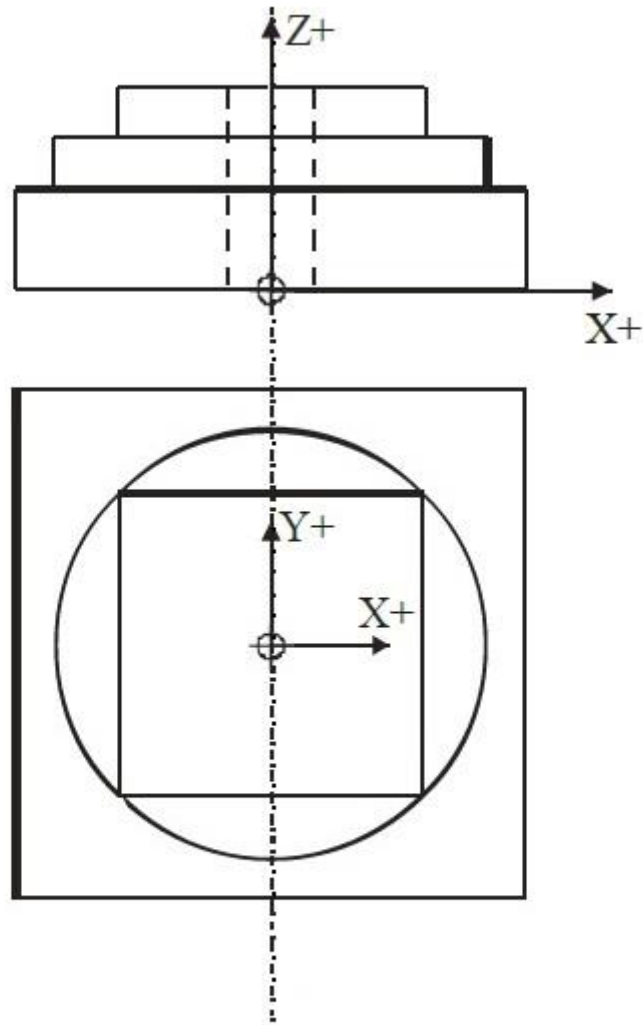
	Η κατεργασία θα γίνει με ένα πάσο σε κάθε επίπεδο (βάθος 1ου πάσου = 4 χιλιοστά). (βάθος 2ου πάσου = 14 χιλιοστά).
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 16.0mm Ακτίνα : 0.0 Τύπος : Κονδύλι HSS 2 πτερυγίων
Ταχύτητα Ατράκτου	1000 στροφές/λεπτό (rev/min)
Πρόωση Εργαλείου	800 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 90 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42.
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



Σχέδιο σεταρίσματος μηδενικού σημείου

ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N05 G21	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21).
N10 G91 G28 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N20 G40 G49 G80 G90	Ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του

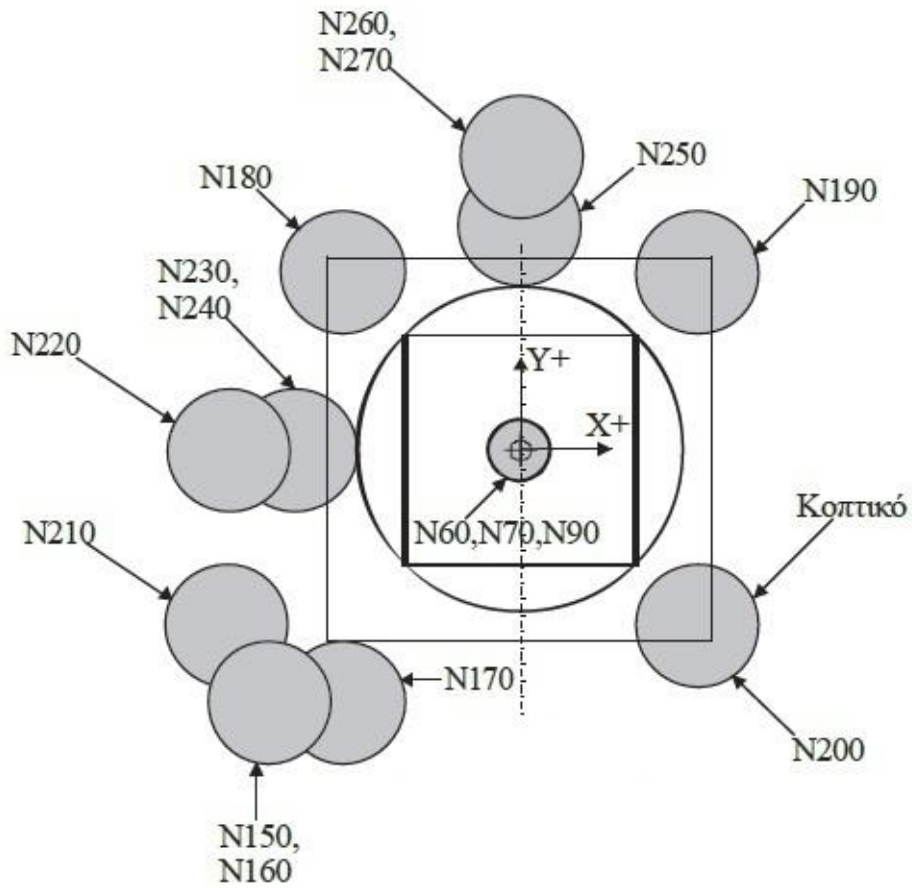
	κοπτικού (G40). Ακύρωση αντιστάθμισης του μήκους του κοπτικού (G49). Ακύρωση κύκλων διάνοιξης οπών (G80). Επίσης δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90).
N30 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου (M06). Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01 .
N50 G00 G43 X0 Y0 Z40 H01	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X0, Y0, Z40 με τη μέγιστη πρόωση (G00) και ταυτόχρονα γίνεται αντιστάθμιση του μήκους του κοπτικού εργαλείου (G43). Η τιμή της αντιστάθμισης εισάγεται στην διεύθυνση H01.
N60 S1000 M13	Περιστροφή της ατράκτου με 1000 στροφές ανά λεπτό. Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί το ψυκτικό υγρό.
N70 G83 G98 X0 Y0 Z-4 Q8.5 R22 F60	Ο κωδικός G83 δηλώνει ότι θα πραγματοποιηθεί διάνοιξη μιας οπής, με πολλαπλά πάσα και με πρόωση 60 χιλιοστά ανά λεπτό (F60). Οι συντεταγμένες X0 Y0 καθορίζουν τη θέση της οπής, ενώ η τιμή Z-4 καθορίζει το βάθος της οπής. Η τιμή Q8.5 καθορίζει την απόσταση που θα διανύσει το κοπτικό εργαλείο σε κάθε πάσο. Η τιμή R22 καθορίζει τη θέση του κοπτικού εργαλείου εκτός υλικού, πριν από τη διάνοιξη και μετά από τη διάνοιξη της οπής. Ο κωδικός G98 δηλώνει ότι το κοπτικό θα επιστέψει στο επίπεδο ασφαλείας που είναι το Z40, μετά από την ολοκλήρωση διάνοιξης της οπής.
N80 G80	Μετά από την ολοκλήρωση διάνοιξης της οπής,

	ο κωδικός G80 ακυρώνει τον κύκλο G83.
N90 G00 Z50 M09	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στο ύψος Z50 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N100 G28 G91 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N110 M05	Η εντολή M05 σταματάει της στροφές της ατράκτου.
N120 M00	Ο κωδικός M00 σταματάει τη κίνηση και διακόπτει προσωρινά όλες τις λειτουργίες της εργαλειομηχανής.
N130 G40 G49 G80 G90	Ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40). Ακύρωση αντιστάθμισης του μήκους του κοπτικού (G49). Ακύρωση κύκλων διάνοιξης οπών (G80). Επίσης δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90).
N140 M06 T02	Αλλαγή εργαλείου (M06). Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T02.
N150 G00 G43 X-53 Y-53 Z40 H02	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X-53, Y-53, Z40 (N150) με τη μέγιστη πρόωση (G00) και ταυτόχρονα γίνεται αντιστάθμιση του μήκους του κοπτικού εργαλείου (G43). Η τιμή της αντιστάθμισης εισάγεται στην διεύθυνση H02.
N155 S1000 M13	Περιστροφή της ατράκτου με 1000 στροφές ανά λεπτό. Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί το ψυκτικό υγρό.

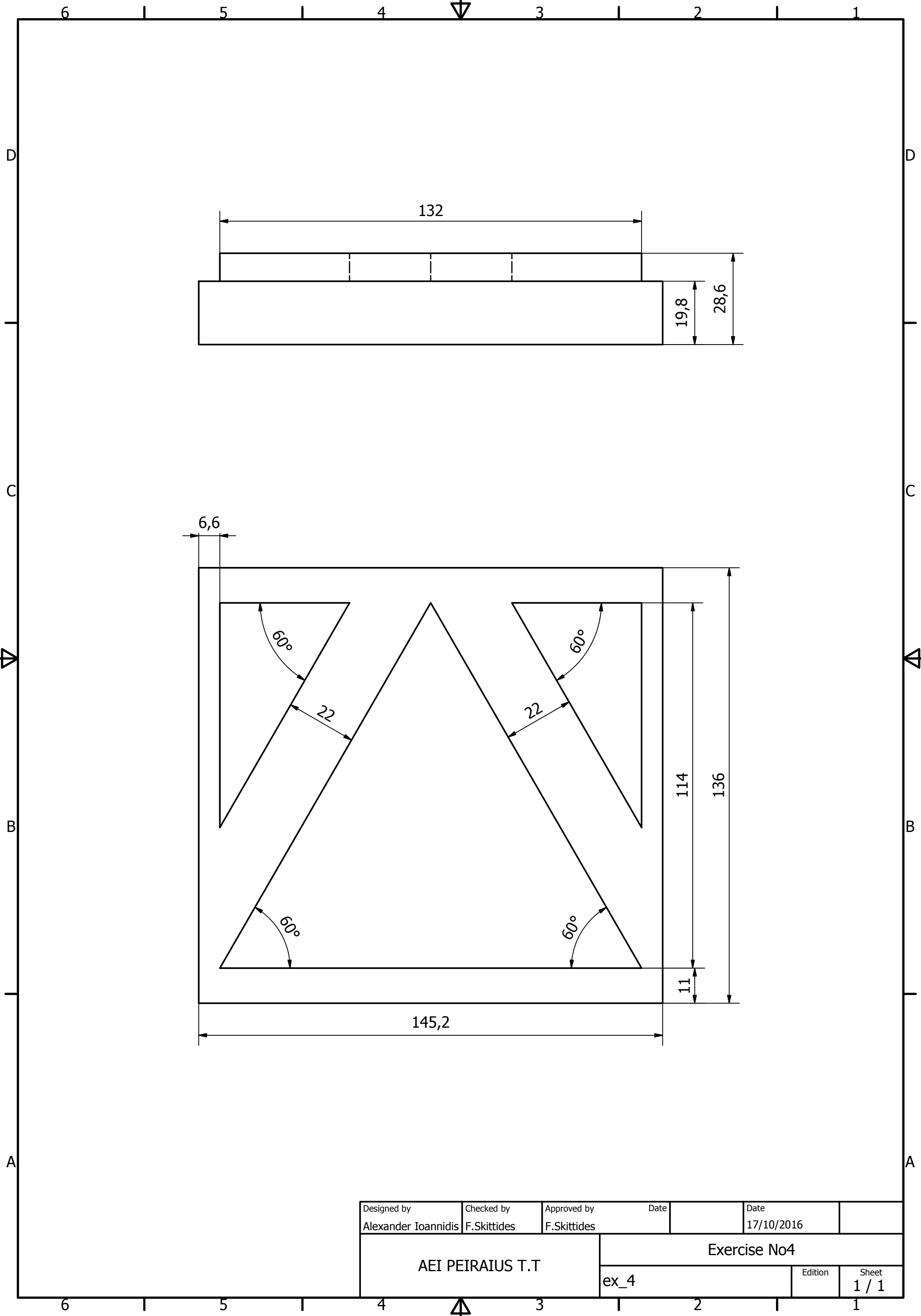
N160 G01 Z32 F800	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) 800 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στο ύψος Z32.
N170 G41 X-26,5 F90 D02	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N170 με πρόωση 90 χιλιοστά ανά λεπτό και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D02.
N180 Y26,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N180.
N190 X26,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N190.
N200 Y-26,5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N200.
N210 X-50	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N210.
N220 Y0 Z18 F800	Μετακίνηση στη θέση N220 με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη κίνηση 800 χιλιοστά ανά λεπτό.
N230 G41 X-37,5 F90 D02	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N230 με πρόωση 90 χιλιοστά ανά λεπτό και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D02.
N240 G02 X-37,5 Y0 I37,5 J0	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N230 έως τη θέση N240. Οι διευθύνσεις I και J δηλώνουν τις συντεταγμένες του κέντρου του κύκλου.
N250 G02 X0 Y37,5 R37,5	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N240 έως τη θέση N250. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.

N260 G01 G40 X0 Y53	Γραμμική μετακίνηση στη θέση N260 και ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N270 G00 Z50 M09	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση N270 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N280 G28 G91 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N290 M05	Η εντολή M05 σταματάει της στροφές της ατράκτου.
N300 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.



Σχέδιο με σημεία τροχιάς κοπτικού



Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 17/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No4		
			ex_4	Edition	Sheet 1 / 1

3.4 Άσκηση 4

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 4
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	145,2 x 136 x 28,6
Τρόπος συγκράτησης :	Μέγγενη
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	
X=0 στην αριστερή πλευρά του κομματιού	
Y=0 στην κάτω πλευρά του κομματιού	
Z=0 στο κάτω επίπεδο (βλέπε σχέδιο)	

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	1. Περιφερειακό φρεζάρισμα με ένα πάσο βάθους 8,8 χιλιοστών 2. Κατεργασία δυο αυλακών σε γωνία 60 , πλάτους 22 χιλιοστών και βάθους 8,8 χιλιοστών με ένα πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 22 mm Ακτίνα : 0,0 Τύπος : Κονδύλι HSS 2 πτερυγίων
Ταχύτητα Ατράκτου	1400 στροφές/λεπτό (rev/min)
Πρόωση Εργαλείου	600 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 110 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)

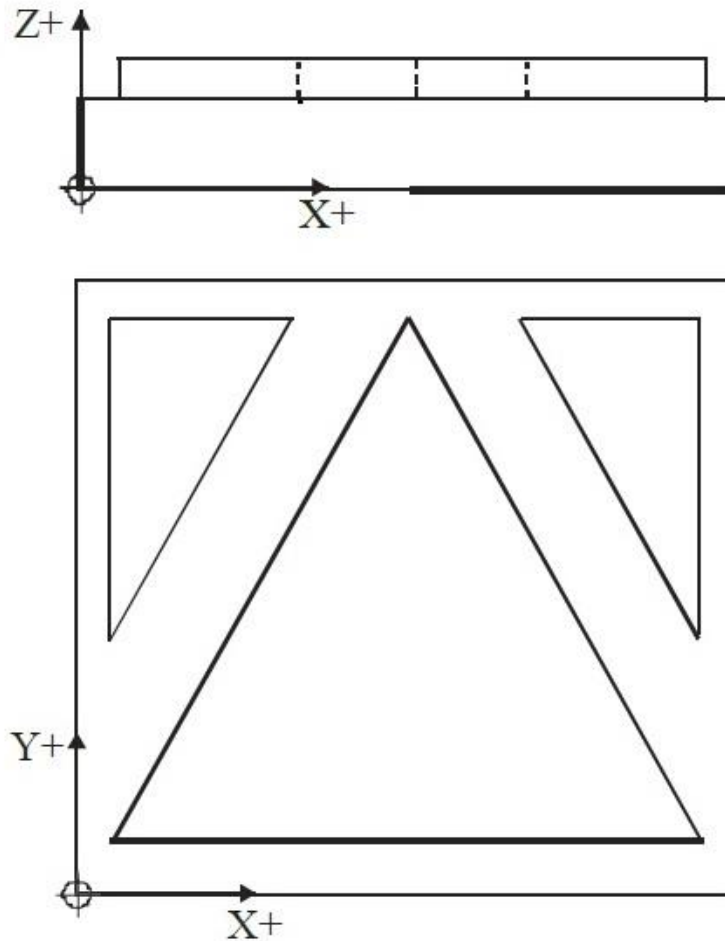
Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42.
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού

περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με ενεργοποιημένο έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



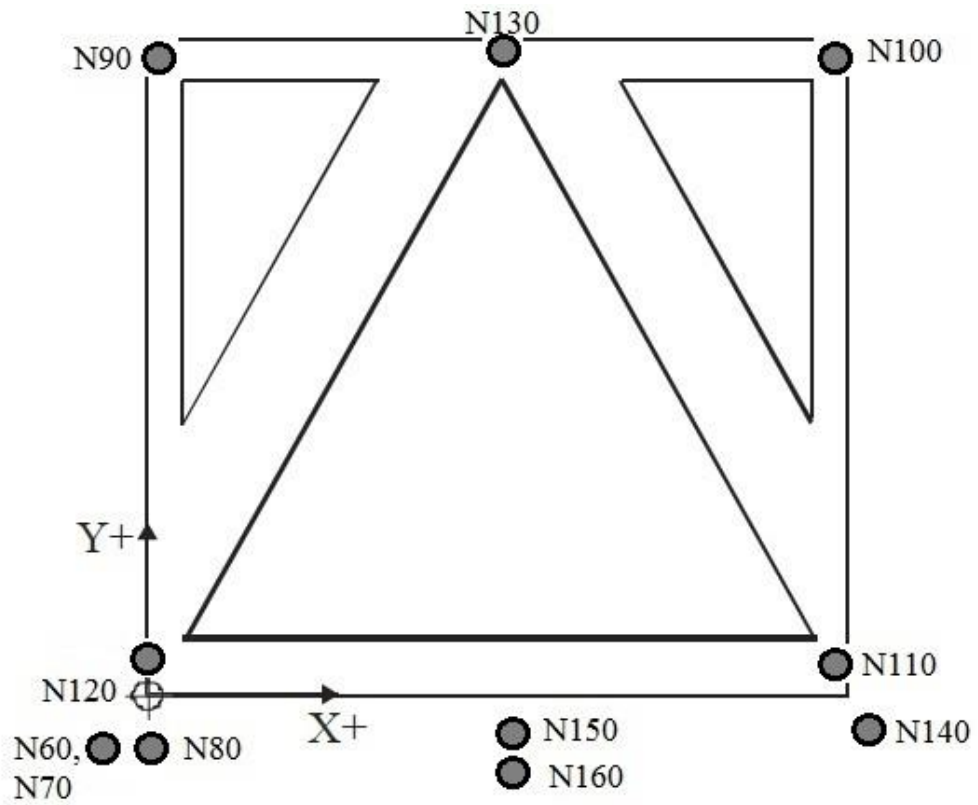
Σχέδιο σεταρίσματος μηδενικού σημείου

ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21).
N20 G91 G28 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N30 G40 G49 G80 G90	Ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40). Ακύρωση αντιστάθμισης του

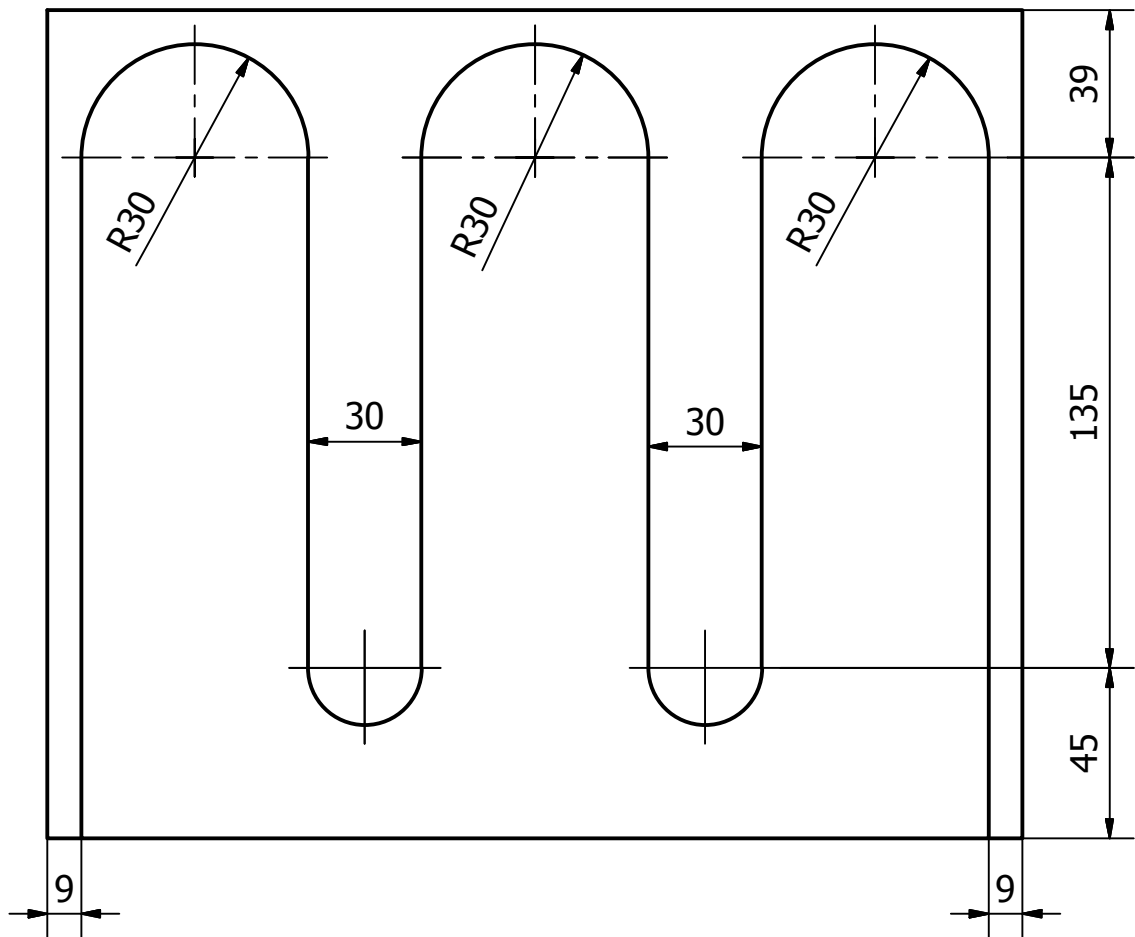
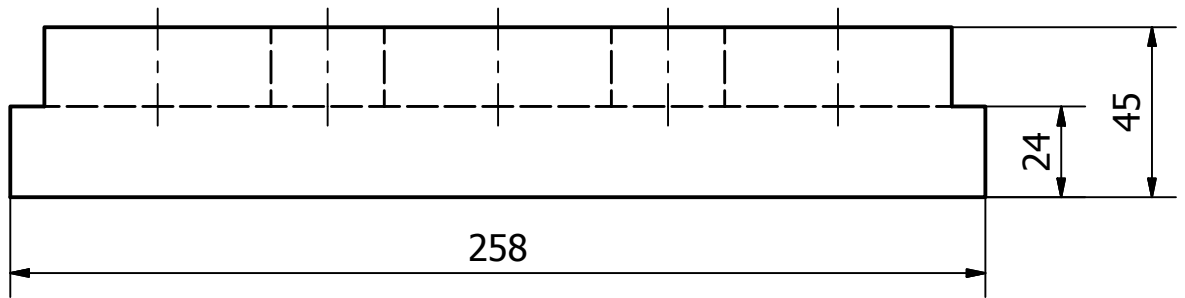
	μήκους του κοπτικού (G49). Ακύρωση κύκλων διάνοιξης οπών (G80). Επίσης δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90).
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου (M06). Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01 .
N50 S1400 M13	Περιστροφή της ατράκτου με 1400 στροφές ανά λεπτό. Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί το ψυκτικό υγρό.
N60 G00 G43 X-12 Y-12 Z40 H01	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X-12, Y-12, Z40 με τη μέγιστη πρόωση (G00) και ταυτόχρονα γίνεται αντιστάθμιση του μήκους του κοπτικού εργαλείου (G43). Η τιμή της αντιστάθμισης εισάγεται στην διεύθυνση H01.
N70 G01 Z19.8 F600	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) 600 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στο ύψος Z19,8.
N80 G41 X0 F110 D01	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N80 με πρόωση 110 χιλιοστά ανά λεπτό και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D01.
	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N85.
N90 Y125	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N90.
N100 X138.6	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N100.

N110 Y11	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N110.
N120 X6.6	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N120.
N130 X72.6 Y125	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N130.
N140 X145.2 Y0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N140.
N150 X72.6	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N150.
N160 Y-10	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N160.
N170 Z40 F600 M09	Μετακίνηση στη θέση N170 με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη κίνηση 600 χιλιοστά ανά λεπτό. Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N180 G00 Z50	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση N180 με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N190 G28 G91 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N200 M05	Η εντολή M05 σταματάει της στροφές της ατράκτου.
N210 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.



Σχέδιο με σημεία τροχιάς κοπτικού



Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 17/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No5		
			ex_5	Edition	Sheet 1 / 1

3.5 Άσκηση 5

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 5
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	258 x 219 x 45
Τρόπος συγκράτησης :	Μέγγενη
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	
X=0 στην αριστερή πλευρά του κομματιού	
Y=0 στην κάτω πλευρά του κομματιού	
Z=0 στο κάτω επίπεδο (βλέπε σχέδιο)	

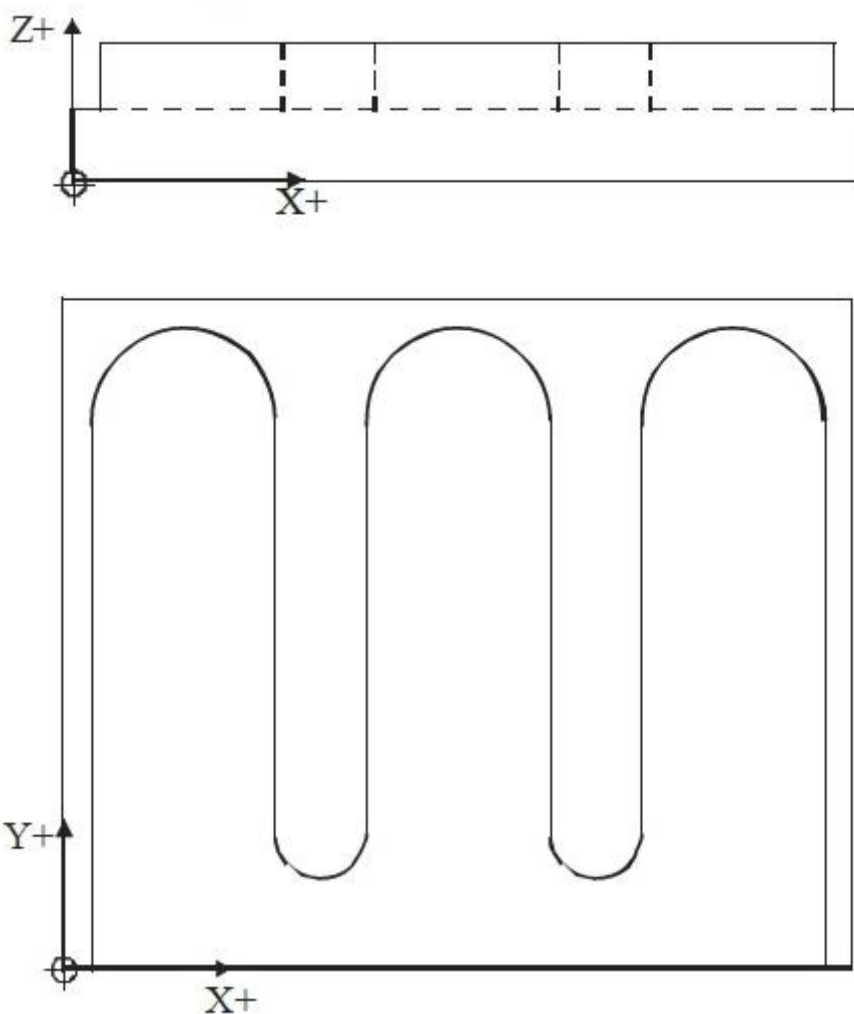
ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	Κατεργασία τριών πλευρών και δυο αυλακών πλάτους 30 χιλιοστών σε βάθος 21 χιλιοστά. Η κατεργασία θα πραγματοποιηθεί με δυο πάσα βάθους 10,5 χιλιοστών το κάθε πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 30 mm Ακτίνα : 0,0 Τύπος : Κονδύλι HSS 2 πτερυγίων
Ταχύτητα Ατράκτου	1600 στροφές/λεπτό (rev/min)
Πρόωση Εργαλείου	800 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 120 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42).
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



Σχέδιο Σεταρίσματος Μηδενικού Σημείου

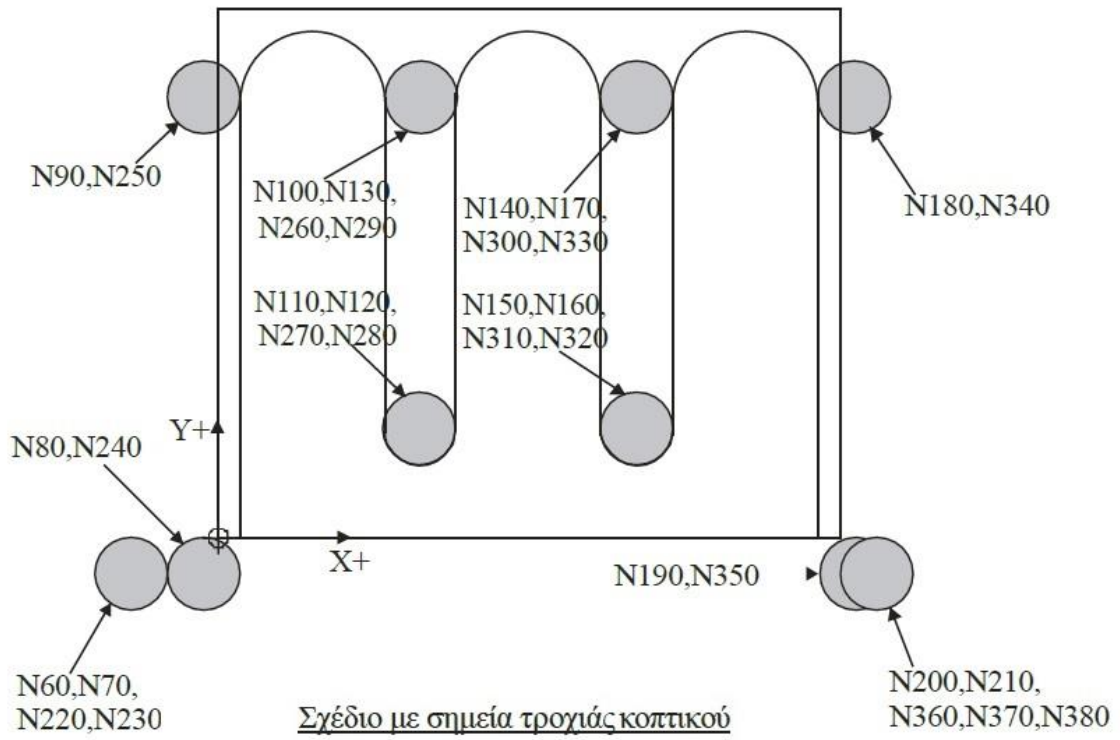
ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21).
N20 G91 G28 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N30 G40 G49 G80 G90	Ακύρωση αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού (G40). Ακύρωση αντιστάθμισης του μήκους του κοπτικού (G49). Ακύρωση κύκλων διάνοιξης οπών (G80). Επίσης δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90).
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου (M06). Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01 .
N50 S1600 M03	Περιστροφή της ατράκτου δεξιόστροφα (M03) με 1600 στροφές ανά λεπτό.
N60 G00 G43 X-15 Y-10 Z60 H01	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X-15, Y-10, Z60 με τη μέγιστη πρόωση (G00) και ταυτόχρονα γίνεται αντιστάθμιση του μήκους του κοπτικού εργαλείου (G43). Η τιμή της αντιστάθμισης εισάγεται στην διεύθυνση H01.
N70 G01 Z24 F800 M08	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) 800 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στο ύψος Z24 Ταυτόχρονα ενεργοποιείται η ροή του ψυκτικού υγρού.
N80 G41 X9 F120 D01	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N80 με πρόωση 120 χιλιοστά ανά λεπτό και

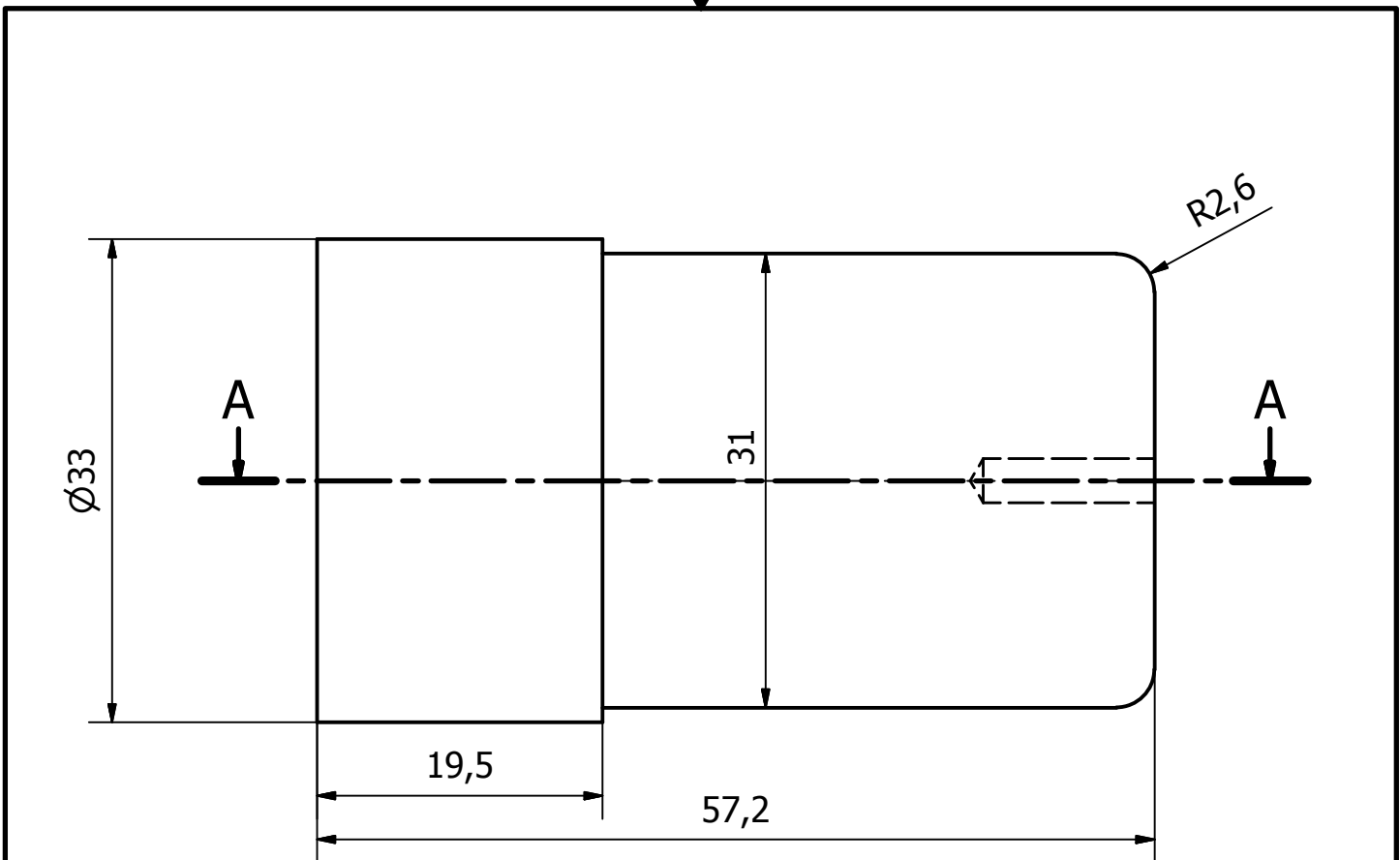
	ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D01.
N90 Y180	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N90.
N100 G02 X69 R30	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N90 έως τη θέση N100. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N110 G01 Y45	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N110.
N120 G03 X99	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N120 με κυκλική παρεμβολή με φορά αντίστροφη των δεικτών του ρολογιού.
N130 G01 Y180	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N130.
N140 G02 X159 R30	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N130 έως τη θέση N140. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N150 G01 Y45	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N150.
N160 G03 X189	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N160 με κυκλική παρεμβολή με φορά αντίστροφη των δεικτών του ρολογιού.
N170 G01 Y180	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N170.
N180 G02 X249 R30	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N170 έως τη θέση N180. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N190 G01 Y-10	Γραμμική μετακίνηση (G01) στη θέση N190.
N200 X273	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N200.
N210 Z60 F800	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση 800 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα

	μετακινηθεί στο ύψος Z60.
N220 G00 X-15 Y-10	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση X-15, Y-10 με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N230 G01 Z24 F800	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) 800 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στο ύψος Z8.
N240 G41 X9 F120 D01	Μετακίνηση της εργαλειομηχανής στη θέση N240 με πρόωση 120 χιλιοστά ανά λεπτό και ταυτόχρονη εφαρμογή αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41). Η τιμή αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου βρίσκεται στη διεύθυνση D01.
N250 Y180	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N250.
N260 G02 X69 Y180 R30	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N250 έως τη θέση N260. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N270 G01 Y45	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N270.
N280 G03 X99	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N280 με κυκλική παρεμβολή με φορά αντίστροφη των δεικτών του ρολογιού.
N290 G01 Y180	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N290.
N300 G02 X159 R30	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N290 έως τη θέση N300. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N310 G01 Y45	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N310.
N320 G03 X189	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N320 με κυκλική παρεμβολή με φορά αντίστροφη των δεικτών του ρολογιού.
N330 G01 Y180	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N330

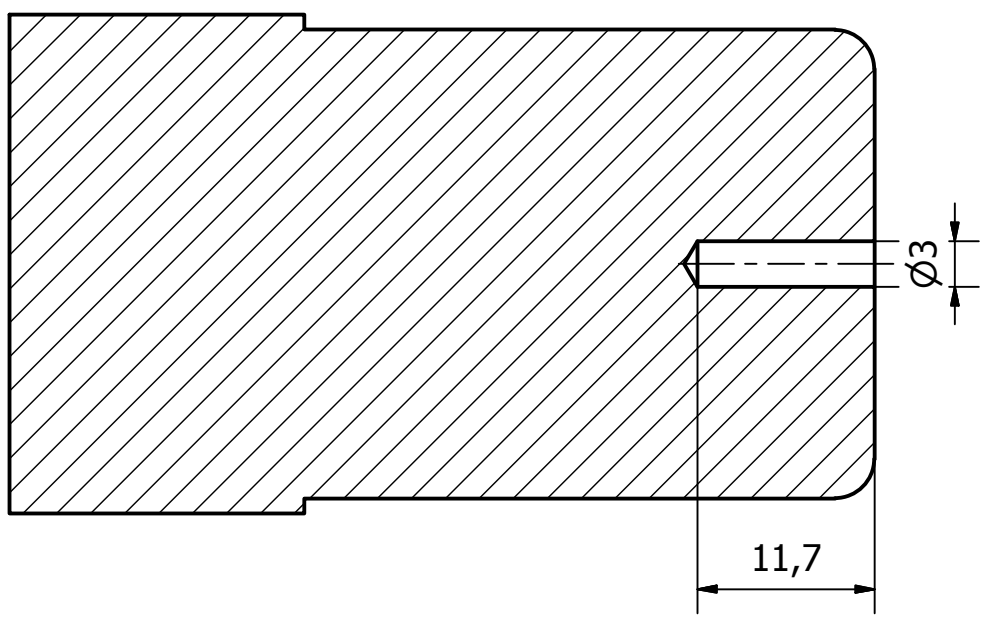
N340 G02 X249 R30	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση N330 έως τη θέση N340. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N350 G01 Y-10	Γραμμική μετακίνηση (G01) στη θέση N350.
N355 X273	Μετακίνηση στη θέση N360.
N360 Z50 F800	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση 800 χιλιοστά ανά λεπτό, η εργαλειομηχανή θα μετακινηθεί στο ύψος Z50.
N370 G00 Z60 M09	Η εργαλειομηχανή μετακινείται στη θέση Z50 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N380 G28 G91 X0 Y0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N390 M02	Τέλος προγράμματος (M02).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.





A-A (2 : 1)



Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 17/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No6		
ex_6			Edition	Sheet 1 / 1	

3.6 Άσκηση 6

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 6
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	Φ33 X 58
Τρόπος συγκράτησης :	Σετ τριών σφικτήρων
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	Βλέπε Σχέδιο

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	Τόρνευση προσώπου, ακτίνας R2,6 και διαμέτρου Φ31 με ένα πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εξωτερικού τριαντισματός Κωδικός : SCLCL-1212F09-M (μανέλα) CCGX 09 T3 08-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A32,A72 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	200 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.60 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.15 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 2	
Περιγραφή Φάσης	Διάνοξη 1 οπής Φ3, 11,7 χιλιοστά βάθος.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Διάμετρος : 3 mm Τύπος : Τρυπάνι HSS
Ταχύτητα Ατράκτου	1400 στροφές/λεπτό (rev/min)

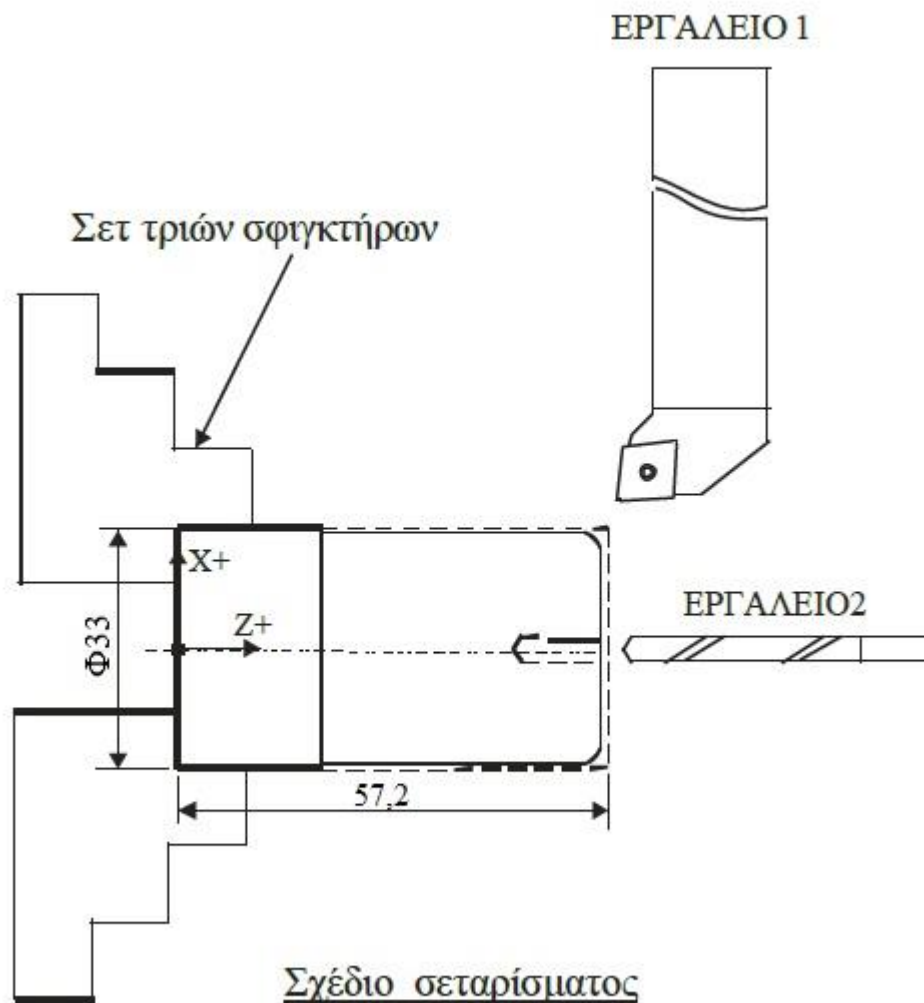
Πρόωση Εργαλείου	90 χιλιοστά/λεπτό (mm/min) (Πρόωση κοπής)
------------------	---

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42).
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21 G40	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21). Επίσης ακυρώνεται η αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N20 G50 S3000	Περιορισμός των στροφών της ατράκτου του τόρνου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την

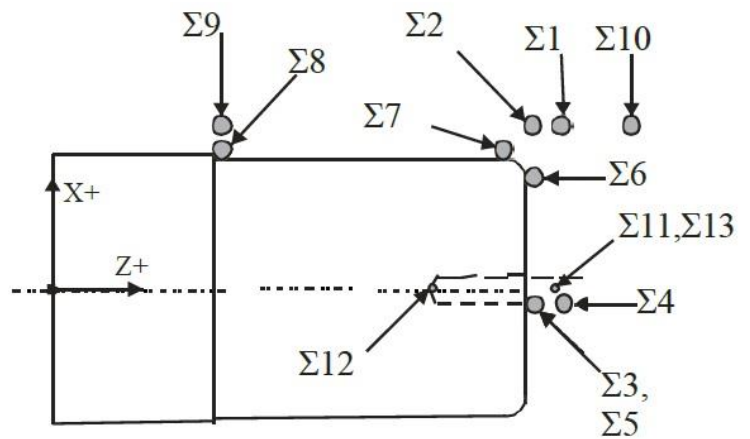
	ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 3000 RPM.
N30 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01.
N50 G99 G96 S200	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόρνου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S200). Ο κωδικός G99 θέτει την πρόωση του τόρνου σε χιλιοστά ανά στροφή (mm/rev). Αυτό σημαίνει ότι όταν ο τόρνος κινείται με ελεγχόμενη πρόωση (G01, G02, G03), τότε για κάθε περιστροφή της ατράκτου του τόρνου, οι άξονες X και Z μετακινούνται κατά μια απόσταση ίση με την τιμή που υπάρχει στη διεύθυνση F.
N60 M03 S1000	Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N70 G90 G00 X35 Z60	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X35, Z60(N70) με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N80 G01 G41 Z57.2 F 0.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01)

	.6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα μετακινηθεί στο Z57.2 (N80). Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41).
N90 X-1 F 0.15	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N90 με πρόωση .15 χιλιοστά ανά στροφή.
N100 G40 Z60	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N100 και ταυτόχρονα ακυρώνεται η αντιστάθμιση του κοπτικού εργαλείου (G40).
N110 G42 Z57.2	Ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση N110. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N120 X25.8	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N120.
N130 G03 X31 Z54.6 R2.6	Κυκλική παρεμβολή με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού (G03) από τη θέση N120 έως τη θέση N130. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N140 G01 Z19.5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N140 με γραμμική παρεμβολή (G01).
N150 X35	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N150.
N160 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N170 G00 Z65 M09	Ο τόρνος μετακινείται στη θέση Z10 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N180 G28 G90 X0 Z60	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N190 M06 T02	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T02.

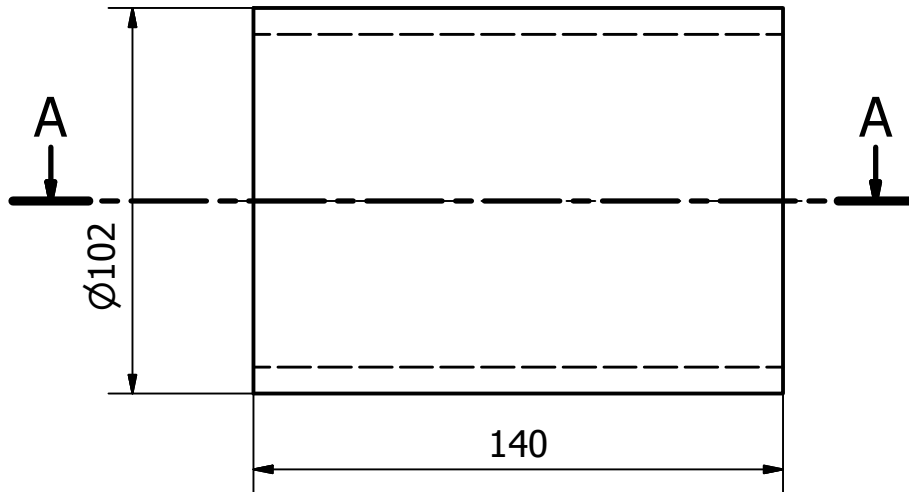
N200 G97 S1400 M03 M08	Ο κωδικός G97 ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου σε στροφές ανά λεπτό (RPM). Στην προκειμένη περίπτωση η άτρακτος του τόρνου θα περιστραφεί με 1400 RPM (S1400). Ο κωδικός M03 σε συνδυασμό με το M08 (=M13) δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N210 G98	Ο κωδικός G98 θέτει την πρόωση του τόρνου σε χιλιοστά ανά λεπτό (mm/min).
N220 G00 X0 Z60	Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X0, Z47 (N220) με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N230 G01 Z45.5 F90	Διάτρηση της οπής σε βάθος 11,7 χιλιοστά έως τη θέση N230, με πρόωση 90 χιλιοστά ανά λεπτό.
N240 G00 Z60 M09	Έξοδος του τρυπανιού από την οπή (N240) με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N250 G90 X0 Z60	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N260 M05	Ο κωδικός M05 σταματάει τις στροφές της ατράκτου του τόρνου.
N270 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.

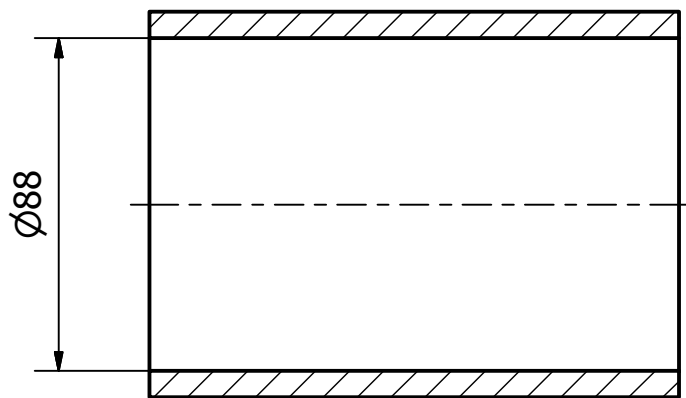
Σ1	N70
Σ2	N80
Σ3	N90
Σ4	N100
Σ5	N110
Σ6	N120
Σ7	N130
Σ8	N140
Σ9	N150
Σ10	N170
Σ11	N220
Σ12	N230
Σ13	N240



Σχέδιο με σημεία τροχιάς κοπτικού



A-A (1 : 2)



Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 10/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No7		
			ex_7	Edition	Sheet 1 / 1

3.7 Άσκηση 7

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 7
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	ΣΩΛΗΝΑΣ Φ102 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ Φ88 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
Τρόπος συγκράτησης :	Τσόκ
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	Βλέπε Σχέδιο

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	Τόρνευση προσώπου διαμέτρου Φ102 με ένα πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εξωτερικού торνιρίσματος Κωδικός : SCLCL-1212F09-M (μανέλα) CCGX 09 T3 08-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A32,A72 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	200 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.60 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.15 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 2	
Περιγραφή Φάσης	Τόρνευση εσωτερικής διαμέτρου Φ88.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εσωτερικού торνιρίσματος. Κωδικός : S10M-SCLCL 06 (μανέλα) CCGX 06 02 04-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A32,A104

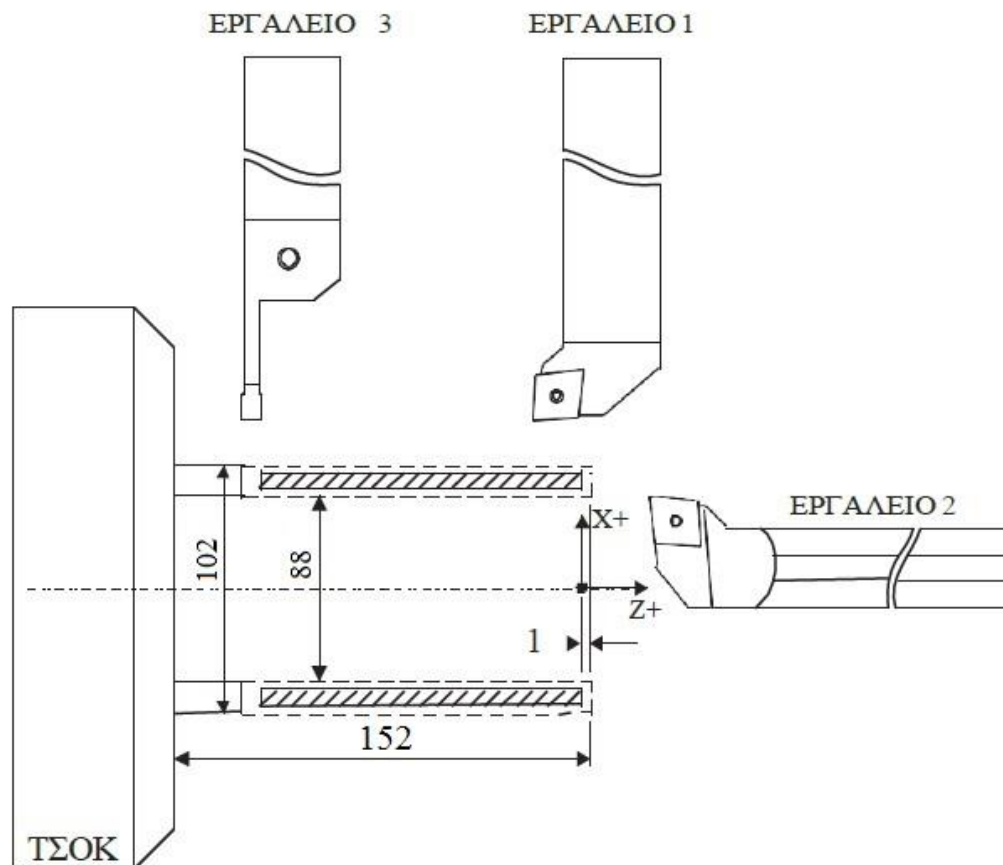
	C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	70 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.50 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.12 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.)(Πρόωση κοπής)
ΕΡΓΑΛΕΙΟ 3	
Περιγραφή Φάσης	Αποκοπή του κομματιού από τον σωλήνα.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο σχισίματος Κωδικός : L151.20-1212-25 (μανέλα) N151.2-250-4E H13A (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες B6,B20 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	150 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.40 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.1 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.)(Πρόωση κοπής)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42).
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



Σχέδιο σεταρίσματος

ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21 G40	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21). Επίσης ακυρώνεται η αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N20 G50 S3000	Περιορισμός των στροφών της ατράκτου του τόρνου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 3000 RPM.
N30 G28 G91 X51 Z152	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα

	χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01.
N50 G96 S200 M03	<p>Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόννου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S200).</p> <p>Ο κωδικός M03 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα.</p>
N60 G99	<p>Ο κωδικός G99 θέτει την πρόωση του τόννου σε χιλιοστά ανά στροφή (mm/rev). Αυτό σημαίνει ότι όταν ο τόννος κινείται με ελεγχόμενη πρόωση (G01, G02, G03), τότε για κάθε περιστροφή της ατράκτου του τόννου, οι άξονες X και Z μετακινούνται κατά μια απόσταση ίση με την τιμή που υπάρχει στη διεύθυνση F.</p>
N70 G90 G00 X110 Z5 M08	<p>Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόννος μετακινείται στη θέση X110, Z5 (Σ1) με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού (M08).</p>
N80 G01 G41 Z0 F 0.6	<p>Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα μετακινηθεί στο Z0 (Σ2). Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41).</p>

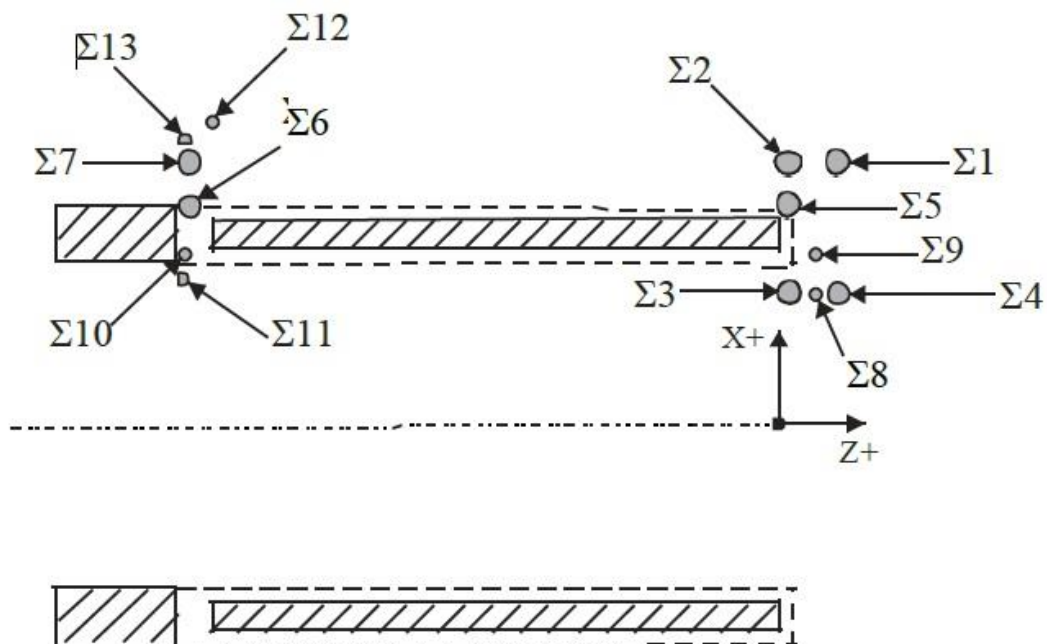
N90 X84 F 0.15	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ3 με πρόωση .15 χιλιοστά ανά στροφή.
N100 G40 Z5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4 και ταυτόχρονα ακυρώνεται η αντιστάθμιση του κοπτικού εργαλείου (G40).
N110 G42 Z0	Ο τόννος θα επιστρέψει στο Z0 (Σ3). Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42)
N120 X102 Z0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ5.
N130 Z-140 X102	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ6.
N140 X110	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ7.
N150 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N160 G00 Z10 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z10 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N170 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N180 M06 T02	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T02.
N185 G50 S3000	Περιορισμός των στροφών της ατράκτου του τόννου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 3000 RPM.
N190 G96 G99 S170 M03	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόννου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε

	<p>συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S170).</p> <p>Ο κωδικός M03 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα.</p>
N200 G90 G00 X80 Z3 M08	<p>Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X19, Z3 (Σ8) με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού (M08).</p>
N230 G01 G41 X88 F.5	<p>Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .5 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα μετακινηθεί στη θέση Σ9. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41).</p>
N240 Z-140 F.12	<p>Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ10 με πρόωση .12 χιλιοστά ανά στροφή.</p>
N250 X80	<p>Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ11.</p>
N260 G40	<p>Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).</p>
N300 G00 Z10 M09	<p>Ο τόρνος μετακινείται στη θέση Z10 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).</p>
N310 G28 G91 X0 Z0	<p>Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.</p>
N320 M06 T03	<p>Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T03.</p>
N325 G50 S150	<p>Περιορισμός των στροφών της άτρακτος του</p>

	τόρνου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 150 RPM.
N330 G96 M03	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόρνου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Ο κωδικός M03 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα.
N340 G90 G00 X110 Z-140 M08	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X110, Z-130 (Σ12) με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού (M08).
N350 G01 X105 Z-140 F 0.5	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) 0.5 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα μετακινηθεί στη θέση Σ13.
N360 X80 F 0.1	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ11, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η αποκοπή του κομματιού με πρόωση .1 χιλιοστό ανά στροφή.
N350 X105 F 0.4	Το κοπτικό επιστρέφει στη θέση Σ13 μετά από την ολοκλήρωση της αποκοπής με πρόωση .4 χιλιοστά ανά στροφή.
N380 G00 Z10 M09	Ο τόρνος μετακινείται στη θέση Z10 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).

N390 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N400 M05	Ο κωδικός M05 σταματάει τις στροφές της ατράκτου του τόρνου.
N410 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

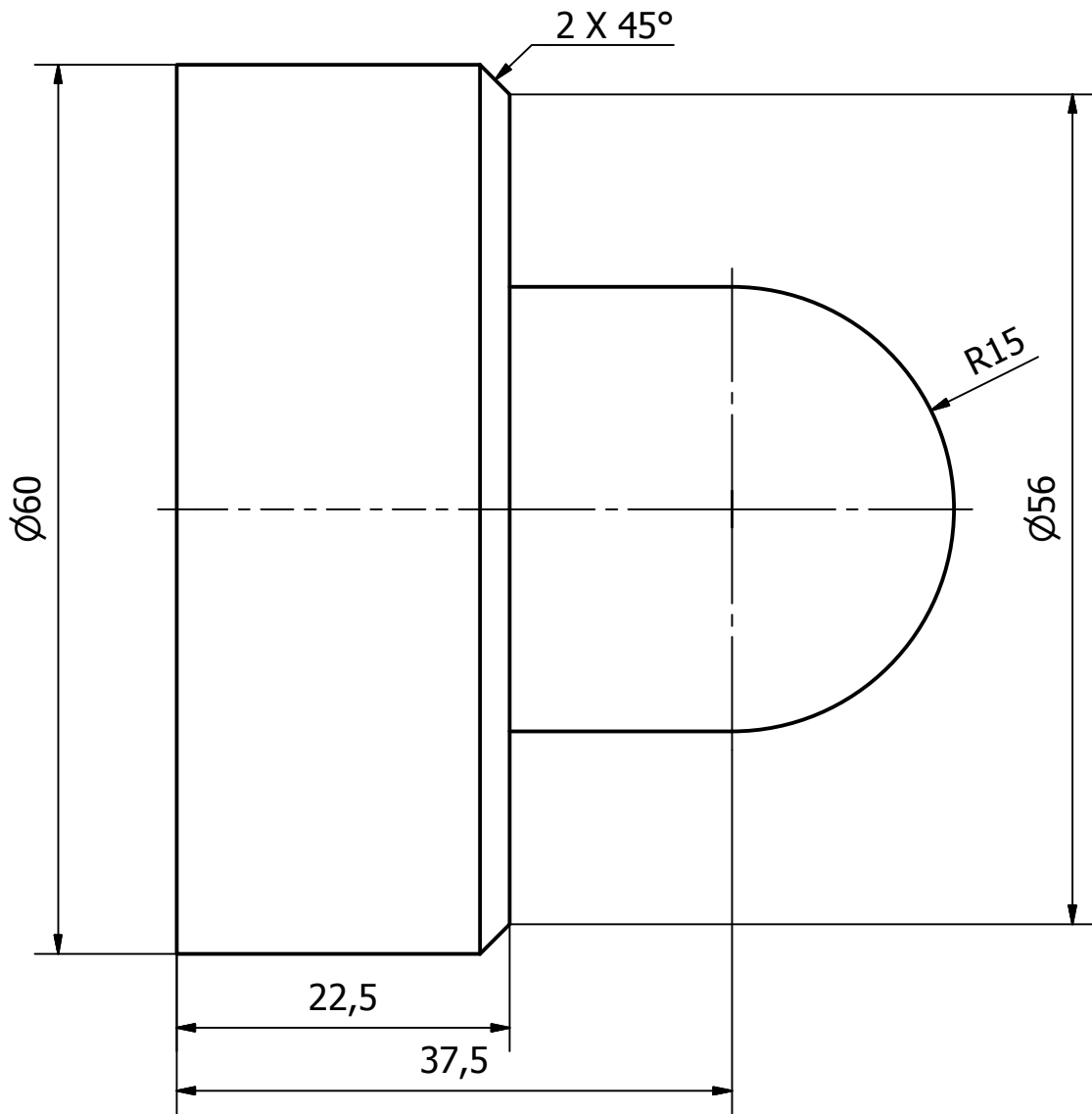
Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.



Σχέδιο με σημεία τροχιάς κοπτικού

Σ1	N70
Σ2	N80
Σ3	N90
Σ4	N100
Σ3	N110
Σ5	N120
Σ6	N130
Σ7	N140

Σ8	N200
Σ9	N230
Σ10	N240
Σ11	N250
Σ12	N340
Σ13	N350
Σ11	N360
Σ13	N370



Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 17/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T			Exercise No8		
			ex_8	Edition	Sheet 1 / 1

3.8 Άσκηση 8

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 8
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	Φ60 X 54
Τρόπος συγκράτησης :	Σετ 3 σφικτήρων
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	Βλέπε Σχέδιο

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	Ξεχόνδρισμα εξωτερικά του κομματιού, στην περιοχή που βρίσκεται η ακτίνα R15 και η διάμετρος 30, με δέκα παράλληλα πάσα, αφαιρώντας 3 χιλιοστά σε κάθε πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο ξεχονδρίσματος Κωδικός : STGCL-1212F11 (μανέλα) TCGX 11 02 08-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A36,A77 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	170 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.50 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.12 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 2	
Περιγραφή Φάσης	Τορνάρισμα ημισφαιρίου R15, διαμέτρου 30, προσώπου και λοξοτομής 2x45 με ένα πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εξωτερικού τορναρίσματος Κωδικός : SCLCL-1212F09-M (μανέλα) CCGX 09 T3 08-AL H10 (πλακίδιο)

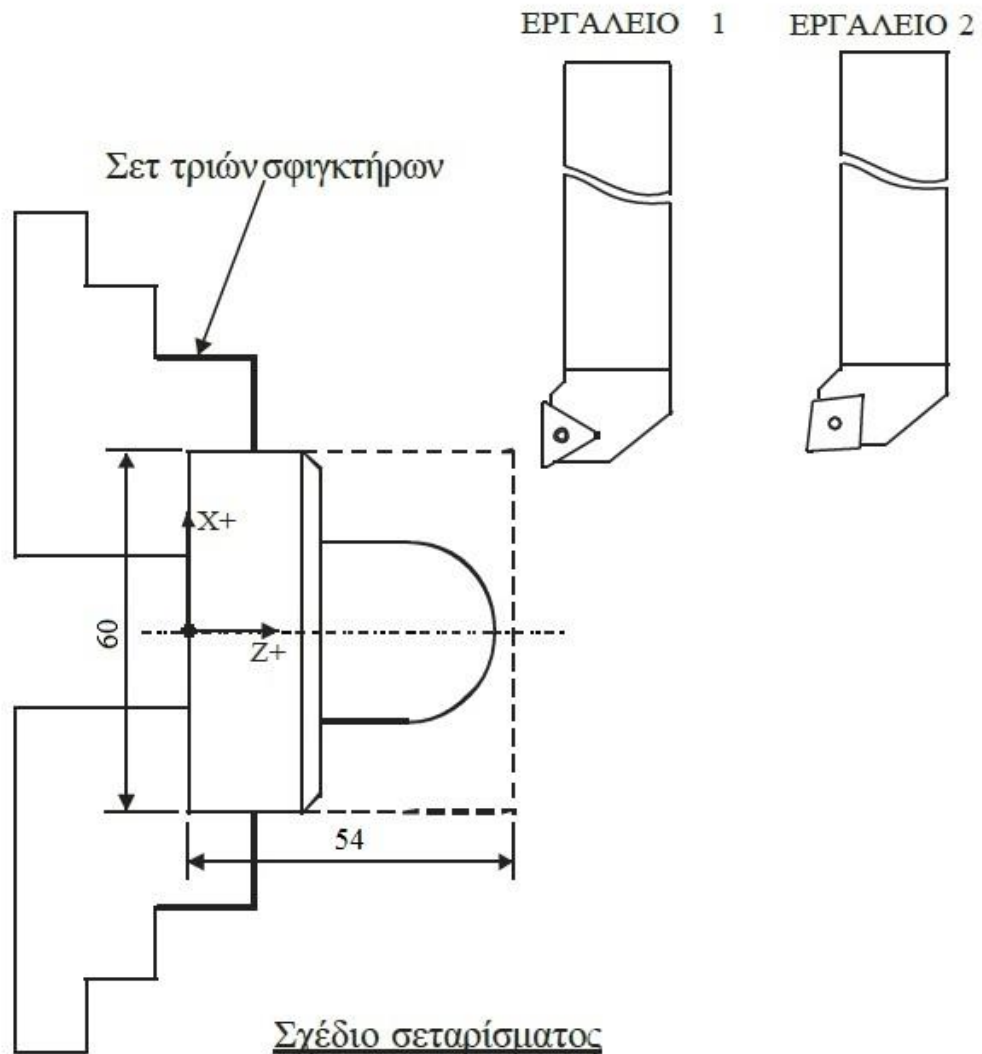
	Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A32,A72 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	200 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.60 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.15 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation).Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42.
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21 G40	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21). Επίσης ακυρώνεται η αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N20 G50 S3000	Περιορισμός των στροφών της ατράκτου του τόρνου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 3000 RPM.
N30 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς

	της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01.
N50 G96 S170 M13	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόρνου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S170). Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N60 G99	Ο κωδικός G99 θέτει την πρόωση του τόρνου σε χιλιοστά ανά στροφή (mm/rev). Αυτό σημαίνει ότι όταν ο τόρνος κινείται με ελεγχόμενη πρόωση (G01, G02, G03), τότε για κάθε περιστροφή της ατράκτου του τόρνου, οι άξονες X και Z μετακινούνται κατά μια απόσταση ίση με την τιμή που υπάρχει στη διεύθυνση F.
N70 G90 G00 X65 Z58	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X65,Z58 (Σ1) με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N80 G01 G42 X56 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα μετακινηθεί στη θέση Σ2. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού

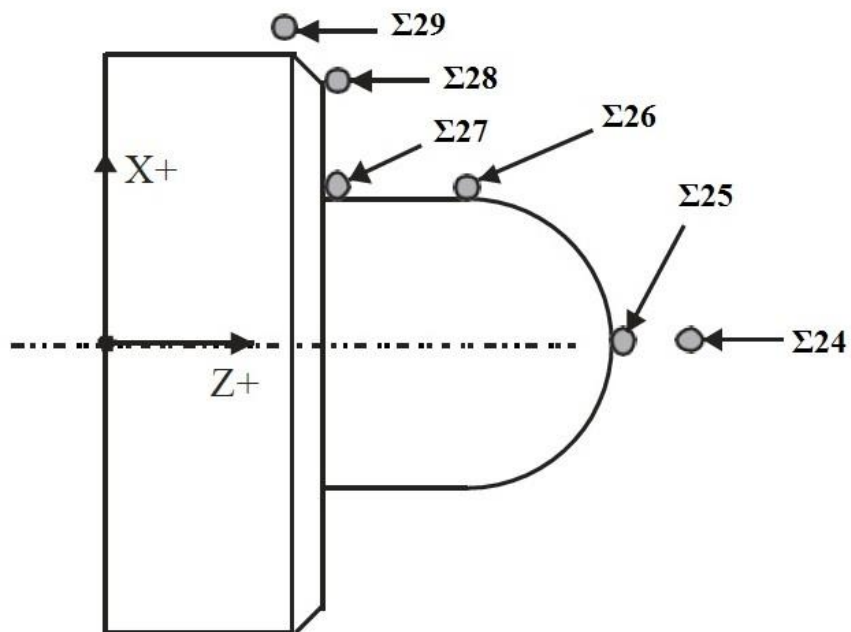
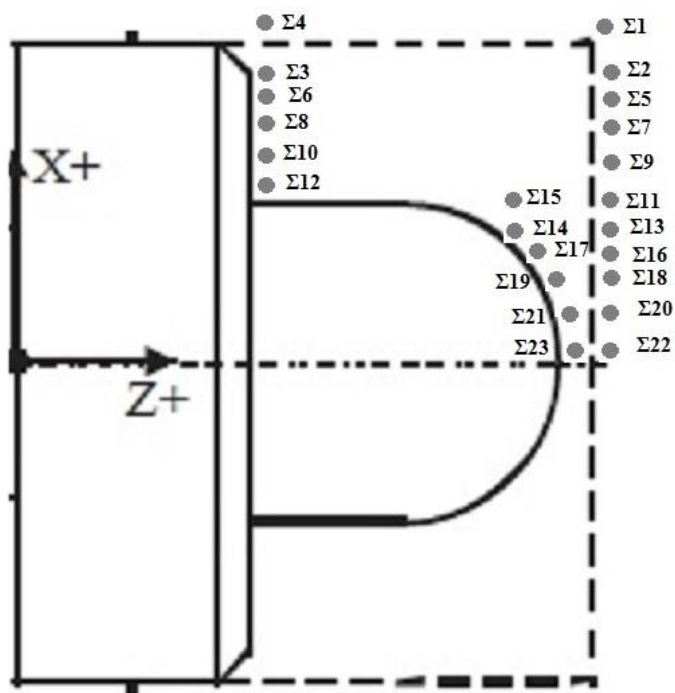
	εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N90 Z22.5 F0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ3 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N100 X65	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.
N110 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση Σ1.
N120 X50	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ5.
N130 Z22.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ6 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N140 X65	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.
N150 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση Σ1.
N160 X44	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ7.
N170 Z22.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ8 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N180 X65	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.
N190 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση Σ1.
N200 X38	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ9.
N210 Z22.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ10 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N220 X65	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.
N230 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση Σ1.
N240 X32	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ11.
N250 Z22.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ12 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N260 X65	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.

N270 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα επιστρέψει στη θέση Σ1.
N280 X24	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ13.
N290 Z48.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ14 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N300 X32 Z44	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ15.
N310 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα επιστρέψει στη θέση Σ11.
N320 X18	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ16.
N330 Z51 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ17 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N340 X24 Z48.5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ14.
N350 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα επιστρέψει στη θέση Σ13.
N360 X12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ18.
N370 Z52 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ19 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N380 X18 Z51	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ17.
N390 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα επιστρέψει στη θέση Σ16.
N400 X6	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ20.
N410 Z52.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ21 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N420 X12 Z52	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ19.
N430 Z58 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα επιστρέψει στη θέση Σ18.
N440 X0	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ22.

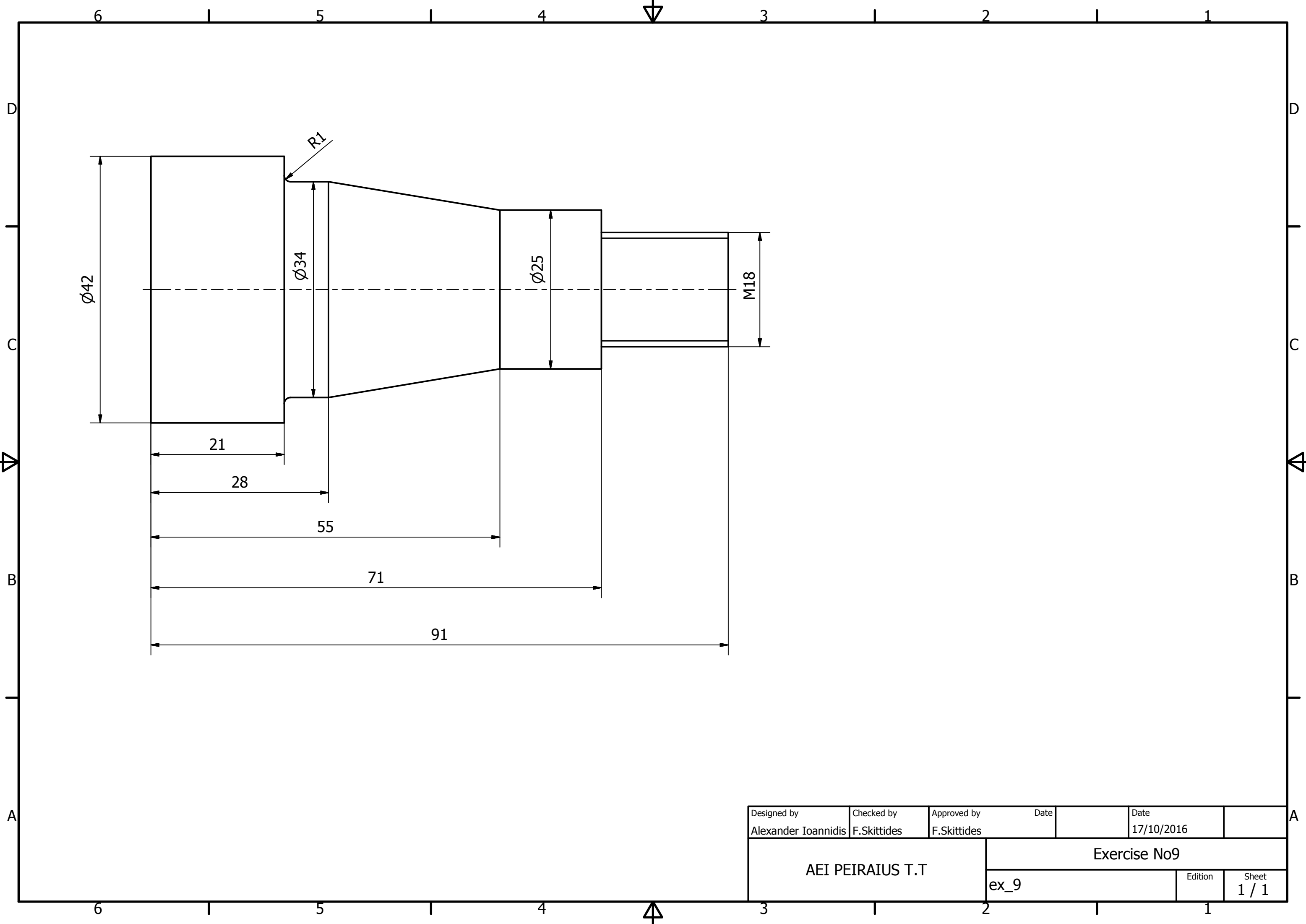
N450 Z52.5 F 0.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ23 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N460 X6 Z52.5 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα επιστρέψει στη θέση Σ18.
N470 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N480 G00 Z55 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z50 με τη μέγιστη πρόωση(G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N490 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής, μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας από το εργαλείο T01.
N500 M06 T02	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T02.
N510 G96 S200 M13	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόννου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S200). Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N520 G90 G00 X0 Z55	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόννος μετακινείται στη θέση X0,

	Z55 (Σ24) με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N530 G01 G42 Z52.5 F.15	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .15 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα μετακινηθεί στη θέση Σ25. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N540 G03 X30 Z37.5 R15	Κυκλική παρεμβολή με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού (G03) από τη θέση Σ25 έως τη θέση Σ26. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N550 G01 Z22.5 M04	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ27 με γραμμική παρεμβολή (G01).
N560 X56	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ28
N570 X62 Z20.5	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ29.
N580 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N590 G00 Z60 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z50 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N600 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N610 M05	Ο κωδικός M05 σταματάει τις στροφές της ατράκτου του τόννου.
N620 M30	Τέλος προγράμματος (M30).

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.



Σχέδιο με σημεία τροχιάς κοπτικού



3.9 Άσκηση 9

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 9
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	Φ42 X 92 ΜΗΚΟΣ
Τρόπος συγκράτησης :	Σετ 3 σφικτήρων
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	Βλέπε Σχέδιο

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	1.Ξεχόνδρισμα εξωτερικά του κομματιού με 4 παράλληλα πάσα 3 mm 2.Τορνευση προσώπου Φ18,Φ25 κωνικής επιφανείας και Φ34 με ένα πάσο.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εξωτερικού τορναρίσματος Κωδικός : SCLCL-1212F09-M (μανέλα) CCGX 09 T3 08-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A32,A72 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	200 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.60 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.15 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 2	
Περιγραφή Φάσης	Τελική κοπή σπειρώματος M18X1.5
Χαρακτηριστικά σπειρώματος	Τύπος : M20 Μετρικό εξωτερικό Βήμα : 1.5 mm Ονομαστική διάμετρος : 17.850 mm. (Major

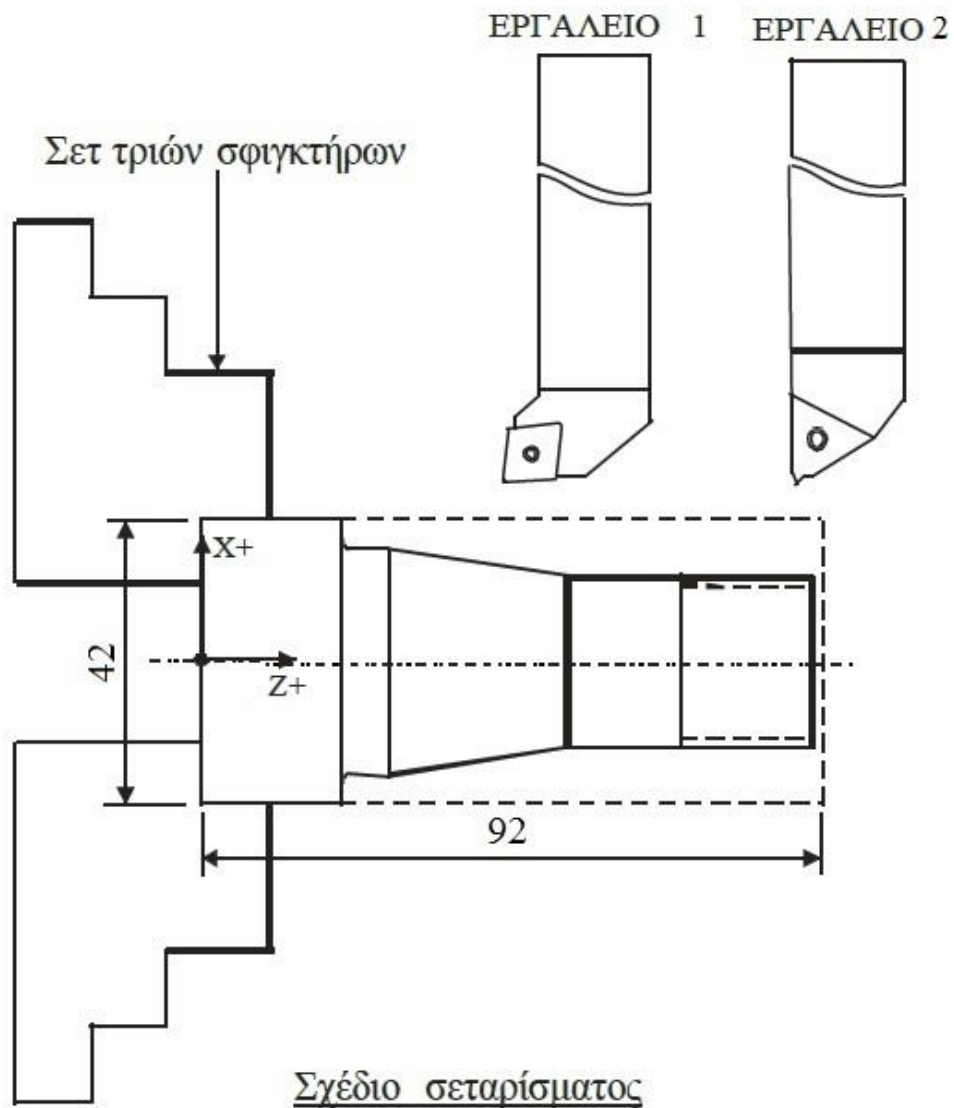
	diameter) Βάθος σπειρώματος : 0.856 mm. Πάσα ξεχονδρίσματος : 9 Βάθος τελευταίου πάσου : 0.05 mm
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο σπειρώματος 60 Κωδικός : L 166.5FA-1212-16 (μανέλα) L166.0G-16MM01-150 1020 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες C9,C22 C-1000:6-ENG 98.01
Γραμμική ταχύτητα	50 μέτρα/λεπτό (m/min)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation). Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42).
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21 G40	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21). Επίσης ακυρώνεται η αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N20 G50 S3000	Περιορισμός των στροφών της ατράκτου του τόρνου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 3000 RPM.
N30 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς

	της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01.
N50 G96 S200 M13	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόρνου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S200). Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N60 G99	Ο κωδικός G99 θέτει την πρόωση του τόρνου σε χιλιοστά ανά στροφή (mm/rev). Αυτό σημαίνει ότι όταν ο τόρνος κινείται με ελεγχόμενη πρόωση (G01, G02, G03), τότε για κάθε περιστροφή της ατράκτου του τόρνου, οι άξονες X και Z μετακινούνται κατά μια απόσταση ίση με την τιμή που υπάρχει στη διεύθυνση F.
N70 G90 G00 X44 Z95	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προ-γράμματος (G90). Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X44, Z95 (N70) με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N80 G01 G42 X36 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα μετακινηθεί στη θέση N80. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού

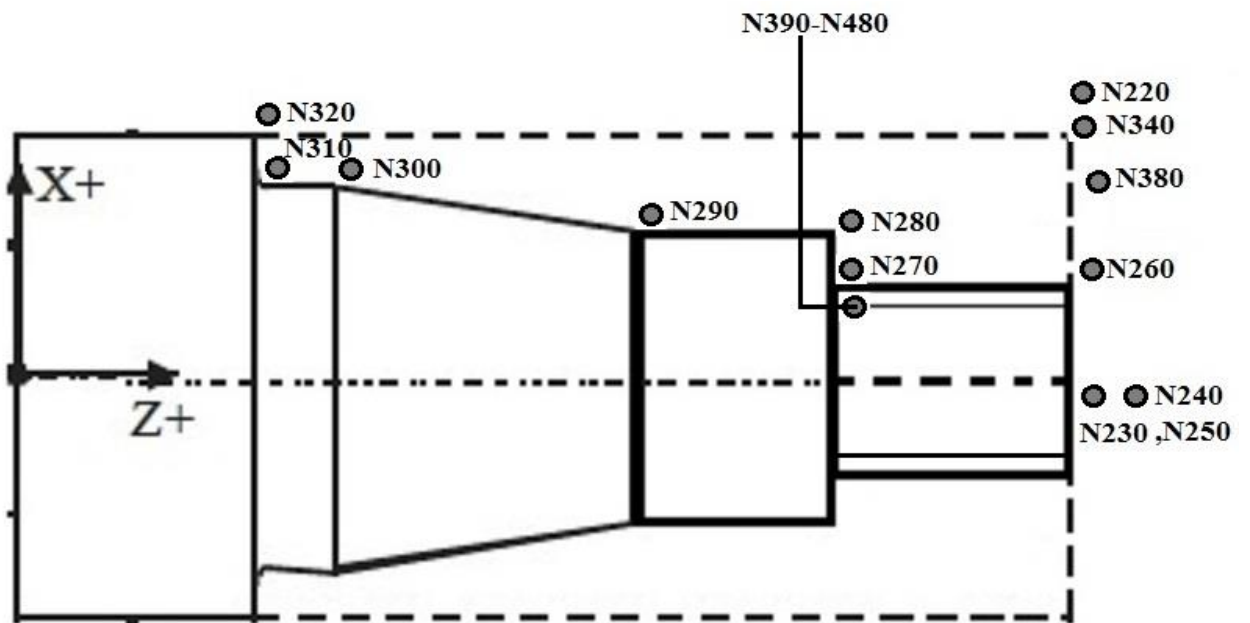
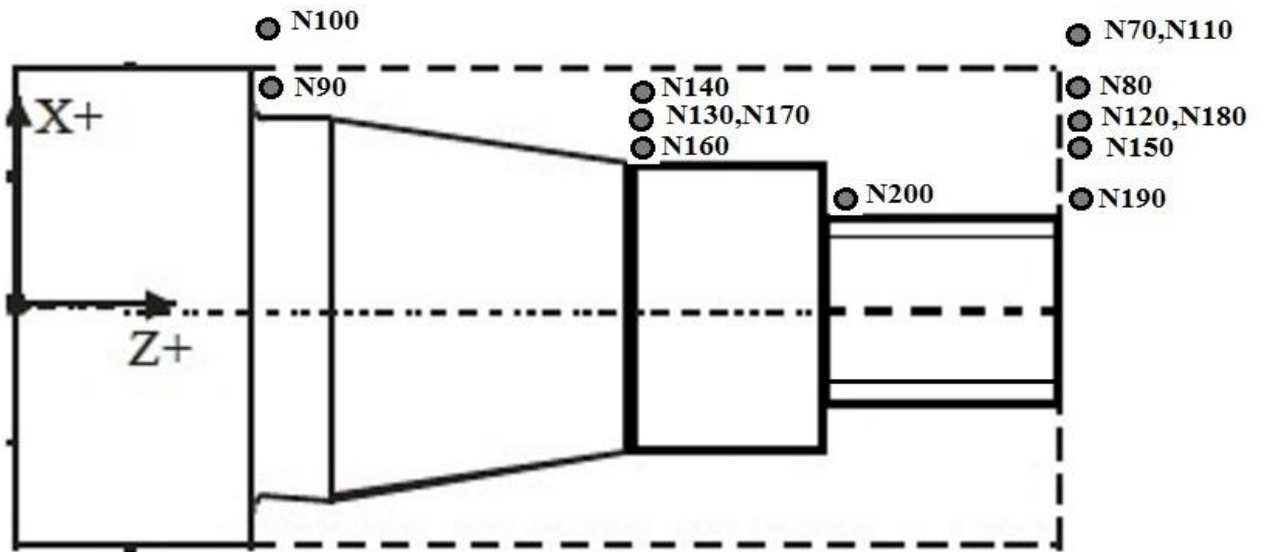
	εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N90 Z21 F.12 M04	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N90 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N100 X44	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N100.
N110 Z95 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, το κοπτικό μετακινείται στη θέση N110.
N120 X30	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N120.
N130 Z55 F.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N130 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N140 X36	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N140.
N145 Z95 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση N80.
N150 X26	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N150.
N160 Z55 F.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N160 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N170 X30	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N170.
N180 Z95 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση N180.
N190 X20	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N190.
N200 Z71 F.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N200 με πρόωση 0.12 χιλιοστά ανά στροφή.
N205 X26	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N205.
N210 Z95 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα επιστρέψει στη θέση N210.
N220 G41 Z91 X44	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N220. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41).

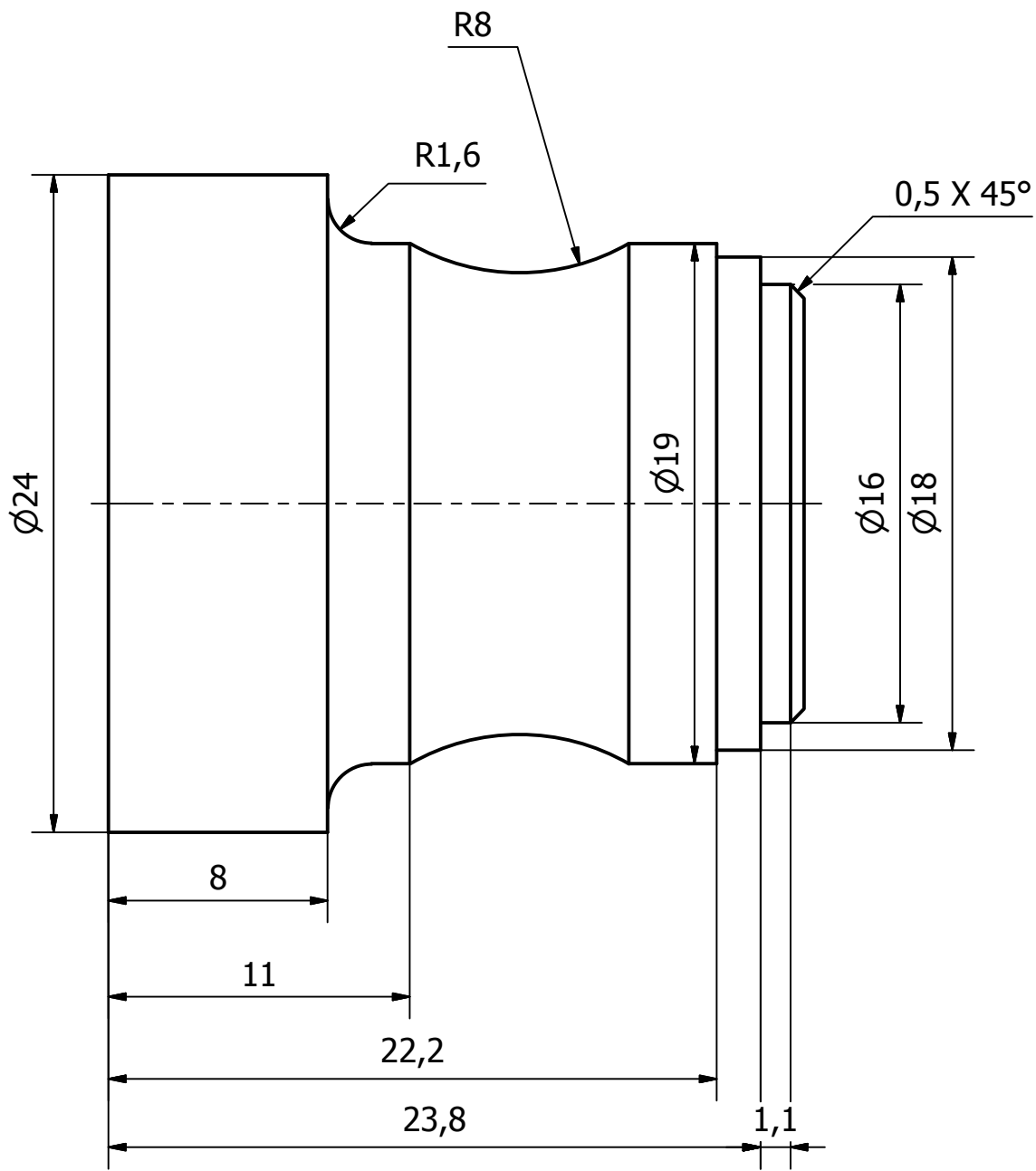
N230 X-2 F.12	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N230 με πρόωση .12 χιλιοστά ανά στροφή.
N240 G40 Z95	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N240. Ταυτόχρονα ακυρώνεται η αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N250 G42 X-2 Z91	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N250. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N260 X18	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N260.
N270 Z71	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N270.
N280 X25	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N280.
N290 Z55	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N290.
N300 X34 Z28	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N300.
N310 Z21	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N310.
N320 X42	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση N320.
N330 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N340 G00 Z95 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z95 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N350 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N360 M06 T02	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T02.
N370 G96 S50 M13	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόννου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα.

	Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S50). Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N380 G00 X30 Z95	Με τη μέγιστη πρόωση (G00), το κοπτικό εργαλείο μετακινείται στη θέση N300 πριν από την έναρξη της κοπής του σπειρώματος.
N390 G92 X17.85 Z71 F1.5	Πρώτο πάσο σπειρώματος. Ο κωδικός G92 θα προκαλέσει ένα «πέρασμα» (πάσο) από τη διάμετρο X17.850. Η τιμή Z71 δηλώνει το τέλος της διαδρομής του σπειρώματος. Η τιμή στην διεύθυνση F καθορίζει το βήμα του σπειρώματος (M18 X 1.5).
N400 X17.649	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N410 X17.448	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N420 X17.247	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N430 X17.046	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N440 X16.847	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N450 X16.644	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390,

	αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N460 X16.443	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N470 X116.242	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N480 X16.138	Δεύτερο πάσο σπειρώματος. Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία όπως και στο “μπλοκ” N390, αλλά με διαφορετική διάμετρο.
N490 G00 Z95 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z95 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N500 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N510 M05	Ο κωδικός M05 σταματάει τις στροφές της ατράκτου του τόννου.
N520 M30	Τέλος προγράμματος.

Παρακάτω βλέπουμε το σχέδιο με τις θέσεις του κοπτικού σε κάθε μια από τις εκτελούμενες εντολές.





Designed by Alexander Ioannidis	Checked by F.Skittides	Approved by F.Skittides	Date	Date 17/10/2016	
AEI PEIRAIUS T.T		Exercise No10			
ex_10		Edition	Sheet 1 / 1		

3.10 Άσκηση 10

ΜΕΛΕΤΗ – ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ

Αριθμός σχεδίου :	ΑΣΚΗΣΗ 10
Τύπος υλικού :	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Διαστάσεις υλικού :	Φ24 X 26 ΜΗΚΟΣ
Τρόπος συγκράτησης :	Σετ 3 σφικτήρων
Σημείο αναφοράς προγράμματος :	Βλέπε Σχέδιο

ΕΡΓΑΛΕΙΟ 1	
Περιγραφή Φάσης	1.Τορνάρισμα διαμέτρου Φ19 με δυο παράλληλα πάσα. 2.Τορνευση προσώπου, λοξοτομής 0,5 X 45° Φ18,Φ16 διαμετρών.
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εξωτερικού τορναρίσματος Κωδικός : SCLCL-1212F09-M (μανέλα) CCGX 09 T3 08-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A32,A72 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	200 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.60 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.15 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

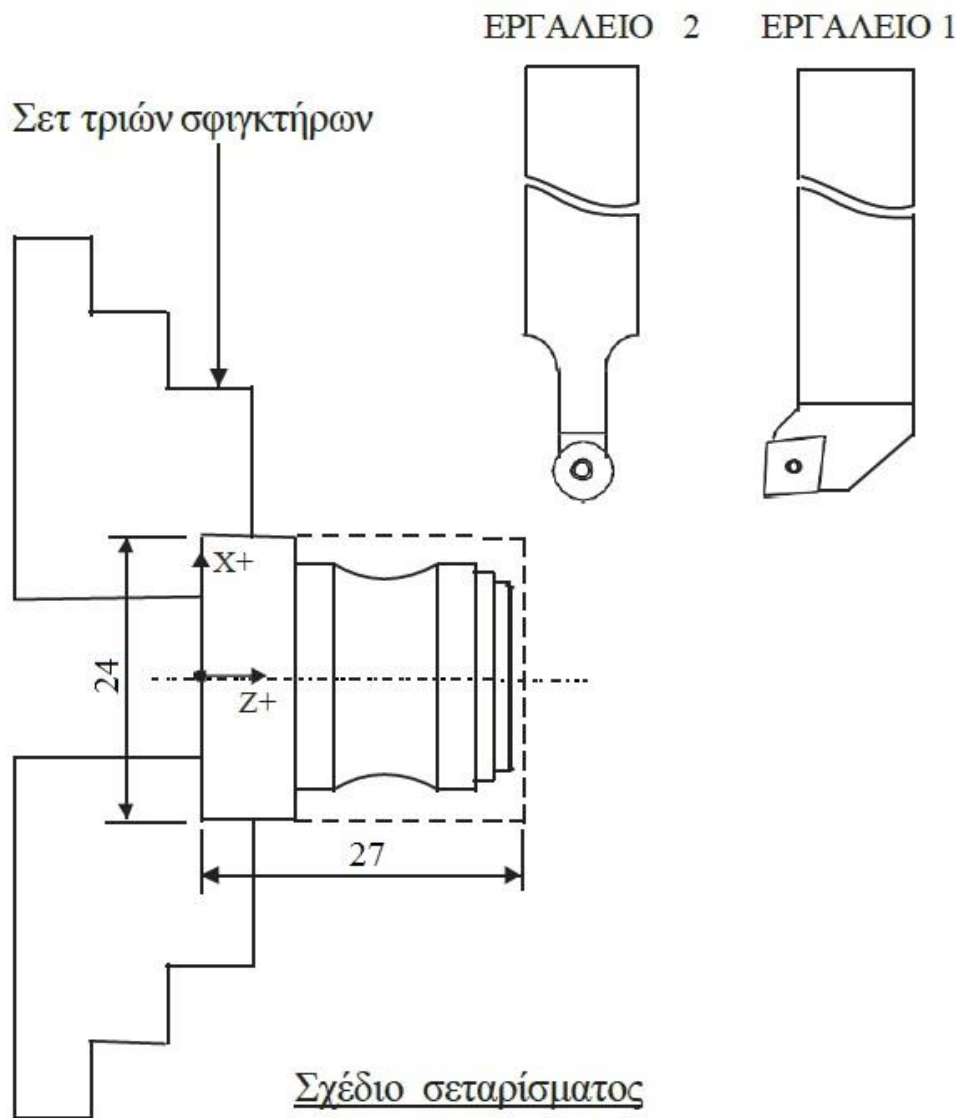
ΕΡΓΑΛΕΙΟ 2	
Περιγραφή Φάσης	1.Τορνάρισμα κοίλης επιφάνειας R8
Χαρακτηριστικά κοπτικού	Τύπος : Εργαλείο εξωτερικού τορναρίσματος Κωδικός : SRDCN 1212F06 (μανέλα) RCGX 06 02 M0-AL H10 (πλακίδιο) Κατάλογος : Sandvik 1998 σελίδες A34,A73 C-1000:6-ENG 98.01
Ταχύτητα Ατράκτου	160 μέτρα/λεπτό (m/min)
Πρόωση Εργαλείου	0.50 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Γρήγορη μετακίνηση χωρίς κοπή) 0.12 χιλιοστά/στροφή (mm/στρ.) (Πρόωση κοπής)

Παρατηρήσεις:

1. Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείτε διόρθωση εργαλείου (αντιστάθμιση ακτίνας/cutter compensation).Υπενθυμίζεται ότι, οι συντεταγμένες στο EIA/ISO πρόγραμμα δίδονται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- Από το κέντρο του κοπτικού εργαλείου, όταν οι κινήσεις του κοπτικού δεν περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις του κοπτικού οι οποίες πραγματοποιούνται με **απενεργοποιημένους** τους κωδικούς G41 ή G42).
- Από την πλευρά του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή προγραμματίζοντας διαστάσεις από το σχέδιο, όταν οι κινήσεις του κοπτικού περιλαμβάνουν διόρθωση εργαλείου. (π. χ. όλες οι κινήσεις με **ενεργοποιημένο** έναν από τους κωδικούς G41 ή G42).

2. Χρησιμοποιήστε το απόλυτο σύστημα συντεταγμένων.



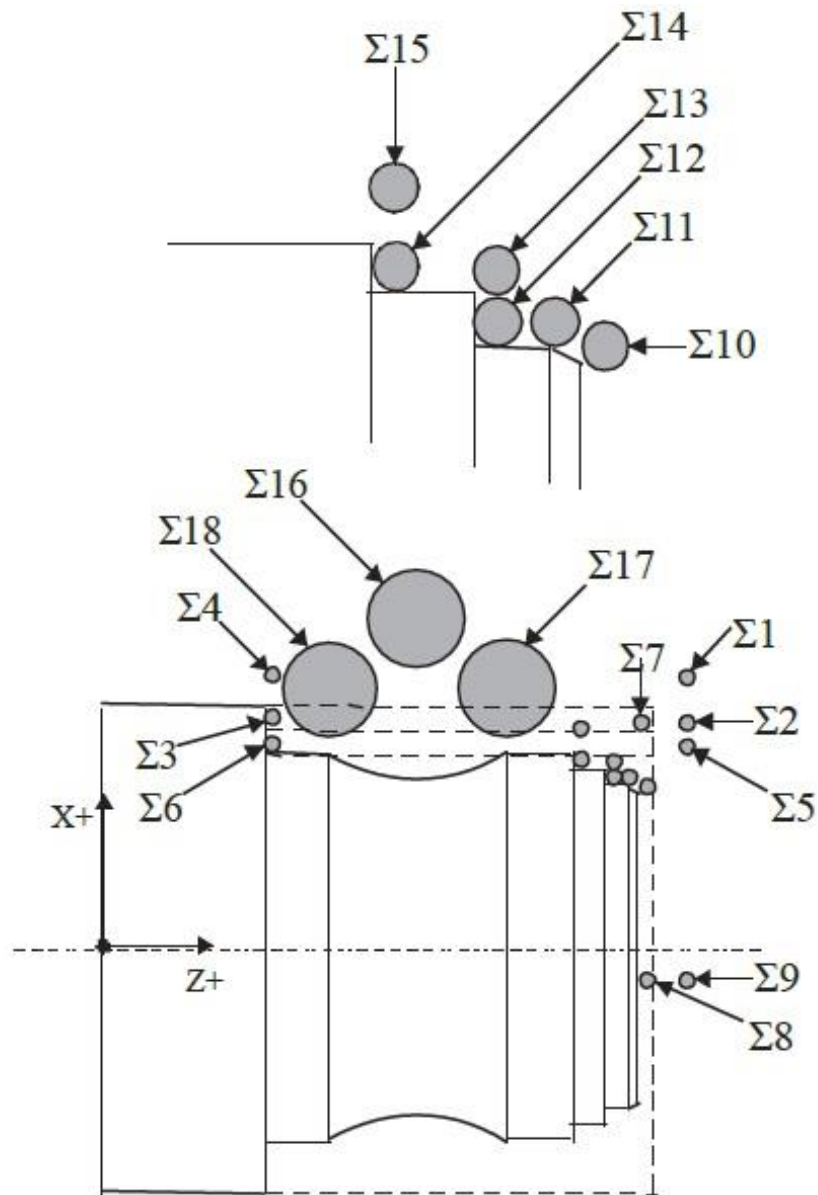
ΕΙΑ/ISO ΚΩΔΙΚΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
:0101	Έναρξη προγράμματος με αριθμό 0101
N10 G21 G40	Οι συντεταγμένες σε ολόκληρο το πρόγραμμα δίδονται σε χιλιοστά (mm) (G21). Επίσης ακυρώνεται η αντιστάθμιση της ακτίνας του κοπτικού (G40).
N20 G50 S3000	Περιορισμός των στροφών της ατράκτου του τόρνου (G50). Η διεύθυνση S οριοθετεί την ανώτατη τιμή των στροφών της ατράκτου σε 3000 RPM.

N30 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής πριν από την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου.
N40 M06 T01	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T01.
N50 G96 S200 M13	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόρνου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S200). Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N60 G99 M04	Ο κωδικός G99 θέτει την πρόωση του τόρνου σε χιλιοστά ανά στροφή (mm/rev). Αυτό σημαίνει ότι όταν ο τόρνος κινείται με ελεγχόμενη πρόωση (G01, G02, G03), τότε για κάθε περιστροφή της ατράκτου του τόρνου, οι άξονες X και Z μετακινούνται κατά μια απόσταση ίση με την τιμή που υπάρχει στη διεύθυνση F.
N70 G90 G00 X30 Z35	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προ-γράμματος (G90). Ο τόρνος μετακινείται στη θέση X30, Z35 (Σ1) με τη μέγιστη πρόωση (G00).
N80 G01 G42 X22 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .6 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόρνος θα μετακινηθεί στη θέση Σ2. Επίσης,

	αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N90 Z8 F.15	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ3 με πρόωση .15 χιλιοστά ανά στροφή.
N100 X30	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.
N110 Z35 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ1.
N120 X19	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ5.
N130 Z8 F.15	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ6 με πρόωση .15 χιλιοστά ανά στροφή.
N140 X30	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ4.
N150 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N160 Z35 F.6	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση .6 χιλιοστά ανά στροφή, το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ1.
N170 X22	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ2.
N180 G41 Z25.4	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ7. Ταυτόχρονα αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου αριστερά από το αντικείμενο (G41).
N190 X-2 F.15	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ8 με πρόωση .15 χιλιοστά ανά στροφή.
N200 G40 Z35	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ9 και ταυτόχρονα ακυρώνεται η αντιστάθμιση του κοπτικού εργαλείου (G40).
N210 G42 Z25.4	Ο τόνος θα επιστρέψει στη θέση Σ8. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N220 X15	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ10.
N230 X16 Z24.9	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ11.

N240 Z23.8	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ12.
N250 X18	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ13.
N260 Z22.2	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ14.
N270 X19	Το κοπτικό μετακινείται στη θέση Σ15.
N280 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N290 G00 Z40 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z43 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N300 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής, μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας από το εργαλείο T01.
N310 M06 T02	Αλλαγή εργαλείου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο T02.
N320 G96 S160 M13	Ο κωδικός G96 δίνει τη δυνατότητα στη μονάδα ελέγχου του τόννου να ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, ώστε κατά τη διάρκεια της κατεργασίας να διατηρείται σταθερή η επιφανειακή ταχύτητα. Η επιφανειακή ταχύτητα δίδεται σε συνδυασμό με τον κωδικό G96 στην διεύθυνση S (S160). Ο κωδικός M13 δηλώνει ότι η άτρακτος θα περιστραφεί δεξιόστροφα και ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί η ροή του ψυκτικού υγρού.
N330 G90 G00 X24 Z15	Δηλώνεται ότι οι συντεταγμένες των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου υπολογίστηκαν με βάση το σημείο αναφοράς του προγράμματος (G90). Ο τόννος μετακινείται στη θέση Σ16 με τη μέγιστη πρόωση (G00).

N340 G01 G42 X19 Z19 F.12	Με γρήγορη αλλά ελεγχόμενη πρόωση (G01) .12 χιλιοστά ανά στροφή, ο τόννος θα μετακινηθεί στη θέση Σ17. Επίσης, αντισταθμίζεται η πορεία του κοπτικού εργαλείου δεξιά από το αντικείμενο (G42).
N350 G02 Z11 R8	Κυκλική παρεμβολή με φορά των δεικτών του ρολογιού (G02) από τη θέση Σ17 έως τη θέση Σ18. Η διεύθυνση R δηλώνει την ακτίνα του κύκλου.
N360 G40	Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G40).
N370 G01 X24 Z15 F.5	Επιστροφή στη θέση Σ16 με γραμμική παρεμβολή και πρόωση γρήγορη αλλά ελεγχόμενη .5 χιλιοστά ανά στροφή.
N380 G00 Z40 M09	Ο τόννος μετακινείται στη θέση Z43 με τη μέγιστη πρόωση (G00). Ταυτόχρονα ακυρώνεται και η παροχή ψυκτικού υγρού (M09).
N390 G28 G91 X0 Z0	Μετακίνηση κατευθείαν στο σημείο αναφοράς της εργαλειομηχανής μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος.
N400 M05	Ο κωδικός M05 σταματάει τις στροφές της ατράκτου του τόννου.
N410 M30	Τέλος προγράμματος (M30).



Σχέδιο με σημεία τροχιάς κοπτικού

Ο πίνακας που ακολουθεί εμφανίζει τη θέση που έχει το κοπτικό εργαλείο σε κάθε “μπλοκ” του EIA/ISO κώδικα.

Σ... = Θέση του κοπτικού εργαλείου κατά τη διάρκεια της κατεργασίας.

N... = “Μπλοκ” του EIA / ISO κώδικα.

Σ1	N70
Σ2	N80
Σ3	N90
Σ4	N100
Σ1	N110
Σ5	N120
Σ6	N130
Σ4	N140
Σ1	N160
Σ2	N170
Σ7	N180
Σ1	N70
Σ2	N80
Σ3	N90
Σ4	N100
Σ1	N110
Σ5	N120
Σ6	N130
Σ4	N140
Σ1	N160
Σ2	N170
Σ7	N180
Σ1	N70
Σ2	N80

4. Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες στην παραγωγή για πιο γρήγορη και βέλτιστη κοπή μετάλλων καθιστά αναγκαία στις μεγάλες βιομηχανίες αλλά και τις μεσαίας παραγωγής μονάδες την χρήση Αριθμητικώς ελεγχόμενων εργαλειομηχανών.

Η ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό στην βιομηχανία μετάλλων γίνεται όλο και μεγαλύτερη όσο διεισδύουν στην παραγωγή οι νέες τεχνολογίες. Έτσι λοιπόν ένα μάθημα όπως ο Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών CNC δεν μπορεί να λείπει από ένα εκπαιδευτικό Ίδρυμα που πραγματεύεται την επιστήμη της Μηχανολογίας αλλά θα πρέπει να παίζει κυριαρχικό ρόλο για την εξέλιξη των σπουδαστών και την μετέπειτα επαγγελματική σταδιοδρομία τους.

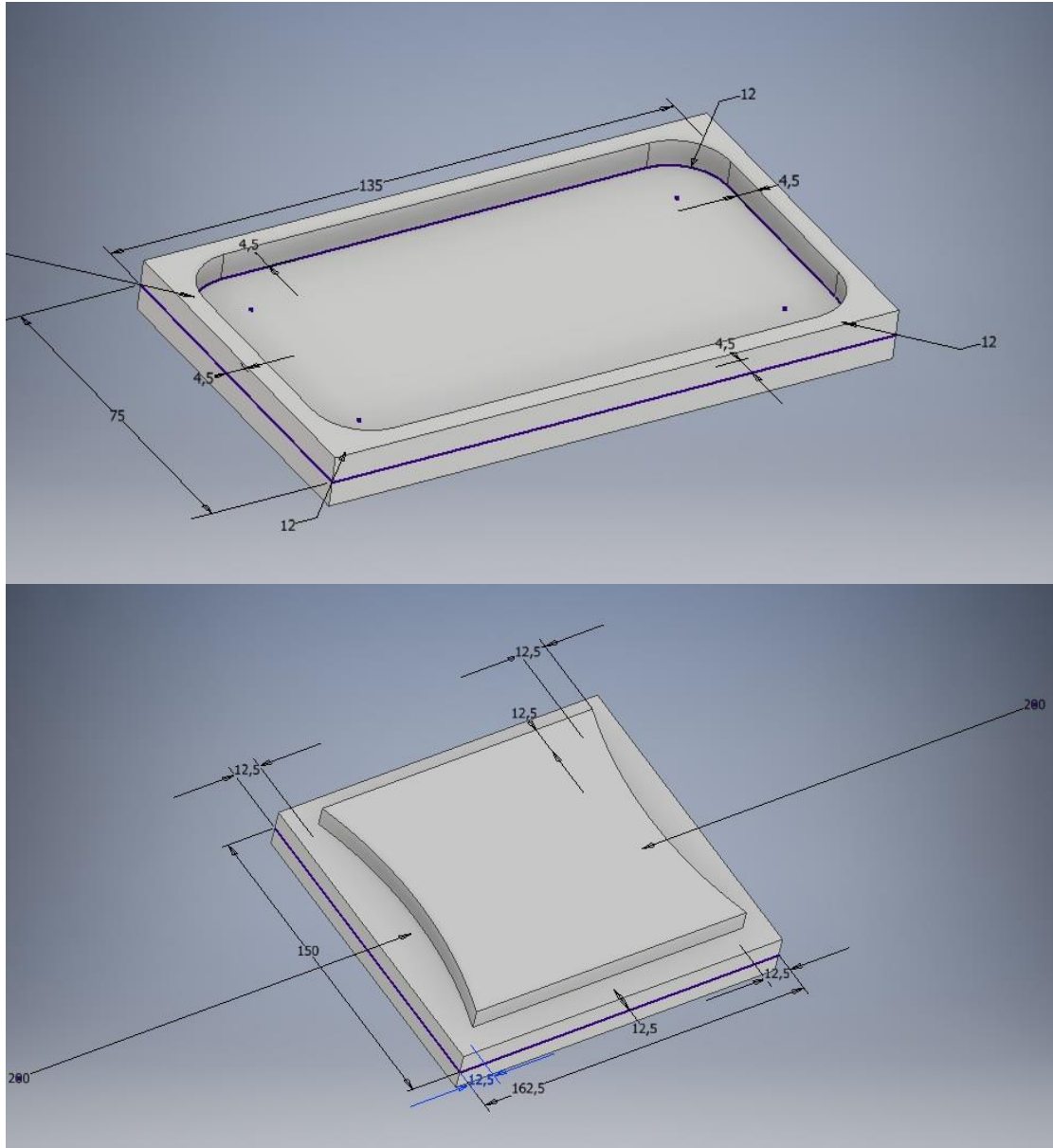
Ένα ακόμα μάθημα που παίζει καθοριστικό λόγω πλέον στο πρόγραμμα σπουδών της Μηχανολογίας καθώς είναι ή αρχή και το τέλος στην διαδικασία της μορφοποίηση-κοπής μετάλλων είναι ο Σχεδιασμός με συστήματα CAD.

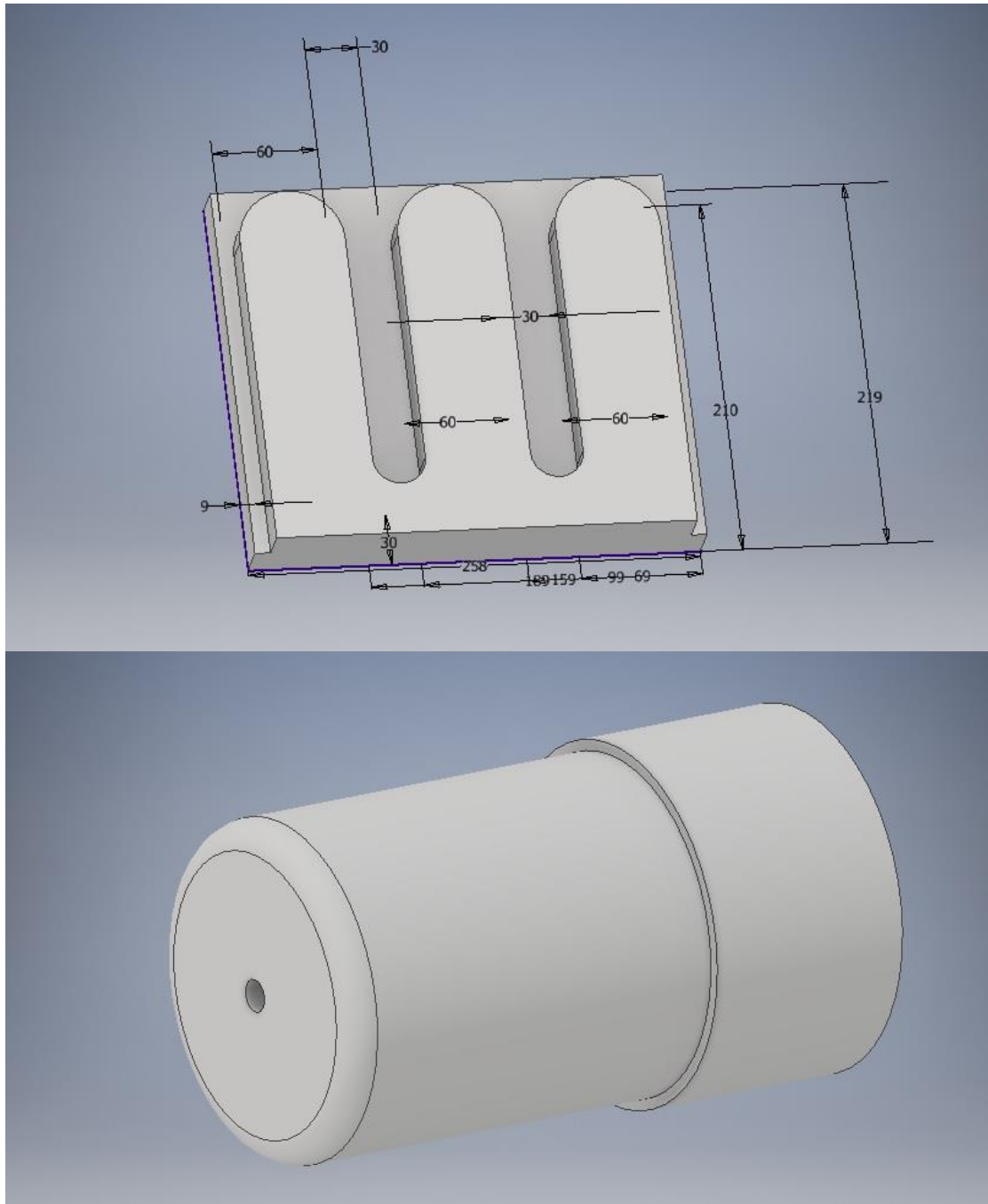
Στην εργασία που μόλις διαβάσατε έχει επιχειρηθεί ένα «δέσιμο» μεταξύ του Προγραμματισμού CNC με τον Σχεδιασμό με Συστήματα CAD με τον σχεδιασμό των αντικείμενων να γίνεται σε Η/Υ με την χρήση του προγράμματος Autodesk Inventor. Ένα δέσιμο που είναι μια φυσική εξέλιξη καθώς είναι κάτι που ήδη συμβαίνει κατά κόρον στις παραγωγικές μονάδες. Επίσης ο έλεγχος των προγραμμάτων έγινε με ψηφιακά μέσα επίσης με την χρήση του CNC Simulator. Επιλέξαμε λοιπόν την εκπόνηση αυτής της εργασίας με αυτά τα χαρακτηριστικά ώστε να αναδείξουμε τα κοινά μονοπάτια των δύο αυτών μαθημάτων και και την ανάγκη να συνδυαστούν για μαθησιακούς λόγους.

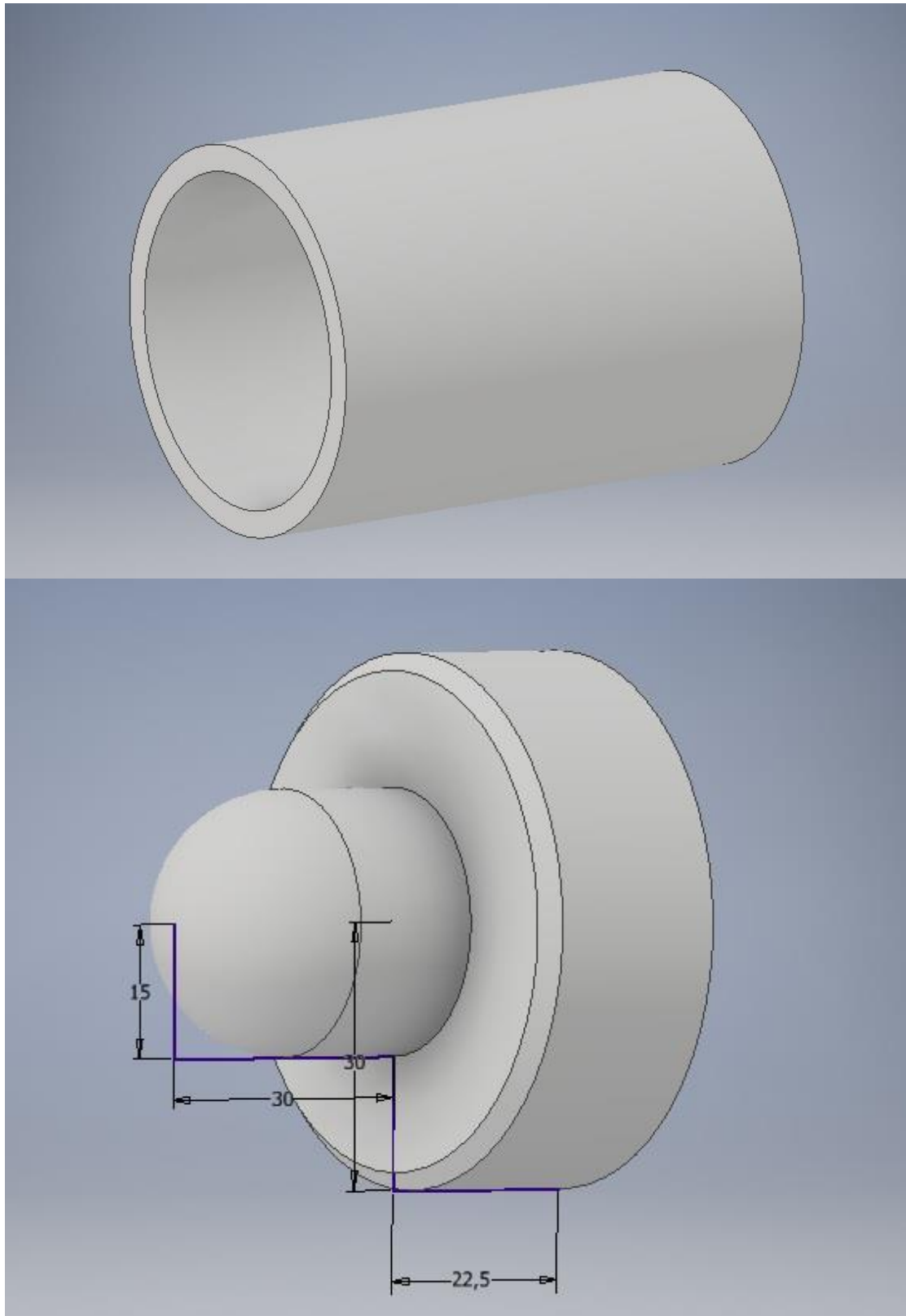
Εν κατακλείδι στην Ελλάδα της οικονομικής ύφεσης και της ολοένα αυξανόμενης ανεργίας στους νέους. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση από τα εκπαιδευτικά Ιδρύματα της χώρας στην εκμάθηση των νέων τεχνολογιών ως μια διέξοδος για τους νέους και μεγάλο εφόδιο τους για την εύρεση εργασίας στην χώρα μας.

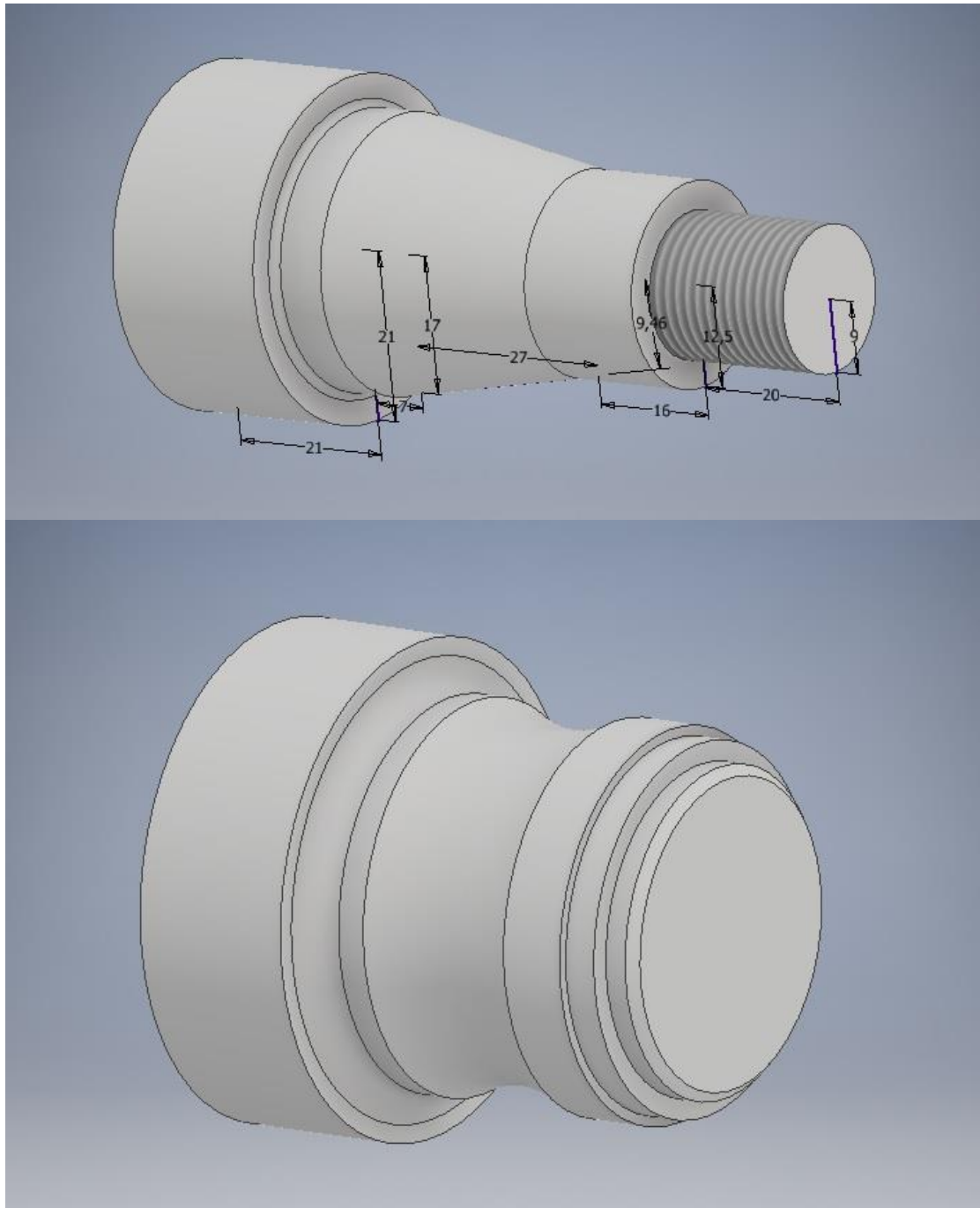
5. Παράρτημα 1

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται εικόνες της 3D απεικόνισης των δοκιμών των ασκήσεων όπως σχεδιάστηκαν στο Autodesk Inventor με αύξουσα σειρά ασκήσεων.









6. Παράρτημα 2

Στο παρόν παράρτημα θα δούμε την διαδρομή των κοπτικών για τα δοκίμια των ασκήσεων μας σε 2D απεικόνιση όπως εμφανίζονται κατά τον έλεγχο του κώδικα με το πρόγραμμα CNC Simulator με αύξουσα σειρά.

The image displays two screenshots of the CNC Simulator interface, each showing a 2D tool path and its corresponding G-code in the Controller window.

Top Screenshot:

- The 2D view shows a green tool path starting at the origin, moving horizontally to the right, then diagonally up and right, and finally vertically up to the top right corner of a rectangular part.
- The Controller window shows the following G-code:

```
:O101
N05 G21
N10 G91 G28 X0 Y0 Z0
N20 G40 G49 G80 G90
N30 M06 T01
N40 S1000 M03 M08
N50 G00 G43 X52,5 Y37,5 Z30 H01
N60 G01 Z15 F800
N70 X114 Z6 F90
N80 G41 X4,5 Y37,5 D01
N90 Y4,5
N100 X130,5
N110 Y70,5
N120 X4,5
N130 Y4,5
N140 G40 X52,5 Y37,5
N150 Z15 F800
N160 G00 Z50 M09
N170 G28 G91 X0 Y0 Z0
N180 M05
N190 M30
```

Bottom Screenshot:

- The 2D view shows a green tool path forming a rectangular shape with concave sides, starting from a small square at the bottom left, moving horizontally to the right, then following the concave sides, and finally moving vertically up to the top right corner.
- The Controller window shows the following G-code:

```
:O102
N10 G21
N20 G91 G28 X0 Y0 Z0
N30 G40 G49 G80 G90
N40 M06 T01
N50 S1800 M13
N60 G00 G43 X-25 Y-25 Z40 H01
N70 G01 Z22 F600 M08
N80 G41 X0 F120 D01
N90 Y150
N100 X162,5
N110 Y0
N120 X0
N130 G03 Y150 R200
N140 G01 X162,5
N150 G03 Y0 R200
N160 G01 X-25
N170 Y-25 Z20 F600
N180 G41 X0 F100 D01
N190 Y150
N200 X162,5
N210 Y0
N220 X0
N230 G03 Y150 R200
N240 G01 X162,5
N250 G03 Y0 R200
N260 G01 X-25
N270 G40 Y-25 F600
N280 G00 Z40 M09
N290 G28 G91 X0 Y0 Z0
N300 M05
N310 M30
```


3D 2D SimCam

Editor Controller

```

N50 G00 G43 X0 Y0 Z40 H01
N60 S1000 M13
N70 G83 G98 X0 Y0 Z-4 Q8.5
R22 F60
N80 G80
N90 G00 Z50 M09
N100 G28 G91 X0 Y0 Z0
N110 M05
N120 M00
N130 G40 G49 G80 G90
N140 M06 T02
N150 G00 G43 X-53 Y-53
Z40 H02
N155 S1000 M13
N160 G01 Z32 F800
N170 G41 X-26,5 F90 D02
N180 Y26,5
N190 X26,5
N200 Y-26,5
N210 X-50
N220 Y0 Z18 F800
N230 G41 X-37,5 F90 D02
N240 G02 X-37,5 Y0 I37,5 J0
N250 G02 X0 Y37,5 R37,5
N260 G01 G40 X0 Y53
N270 G00 Z50 M09
N280 G28 G91 X0 Y0 Z0
N290 M05
N300 M30

```

3D 2D SimCam

Editor Controller

```

:0101
N10 G21
N20 G91 G28 X0 Y0 Z0
N30 G40 G49 G80 G90
N40 M06 T01
N50 S1400 M13
N60 G00 G43 X-12 Y-12 Z40 H01
N70 G01 Z19.8 F600
N80 G41 X0 F110 D01
N85 X6.6
N90 Y125
N100 X138.6
N110 Y11
N120 X6.6
N130 X72.6 Y125
N140 X145.2 Y0
N150 X72.6
N160 Y-10
N170 Z40 F600 M09
N180 G00 Z50
N190 G28 G91 X0 Y0 Z0
N200 M05
N210 M30

```

3D 2D SimCam

Editor Controller

```

:O101
N10 G21
N20 G91 G28 X0 Y0 Z0
N30 G40 G49 G80 G90
N40 M06 T01
N50 S1600 M03
N60 G00 G43 X-15 Y-10 Z60 H01
N70 G01 Z24 F800 M08
N80 G41 X9 F120 D01
N90 Y180
N100 G02 X69 R30
N110 G01 Y45
N120 G03 X99
N130 G01 Y180
N140 G02 X159 R30
N150 G01 Y45
N160 G03 X189
N170 G01 Y180
N180 G02 X249 R30
N190 G01 Y-10
N200 X273
N210 Z60 F800
N220 G00 X-15 Y-10
N230 G01 Z24 F800
N240 G41 X9 F120 D01
N250 Y180
N260 G02 X69 Y180 R30
N270 G01 Y45
N280 G03 X99
N290 G01 Y180
N300 G02 X159 R30

```

3D 2D SimCam

Editor Controller

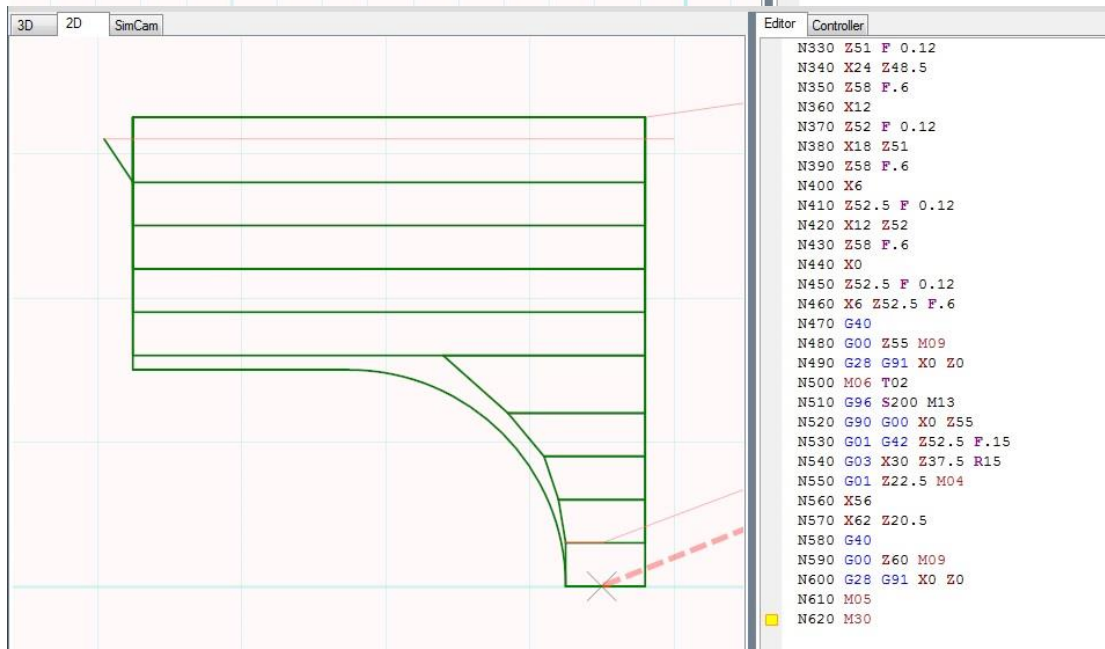
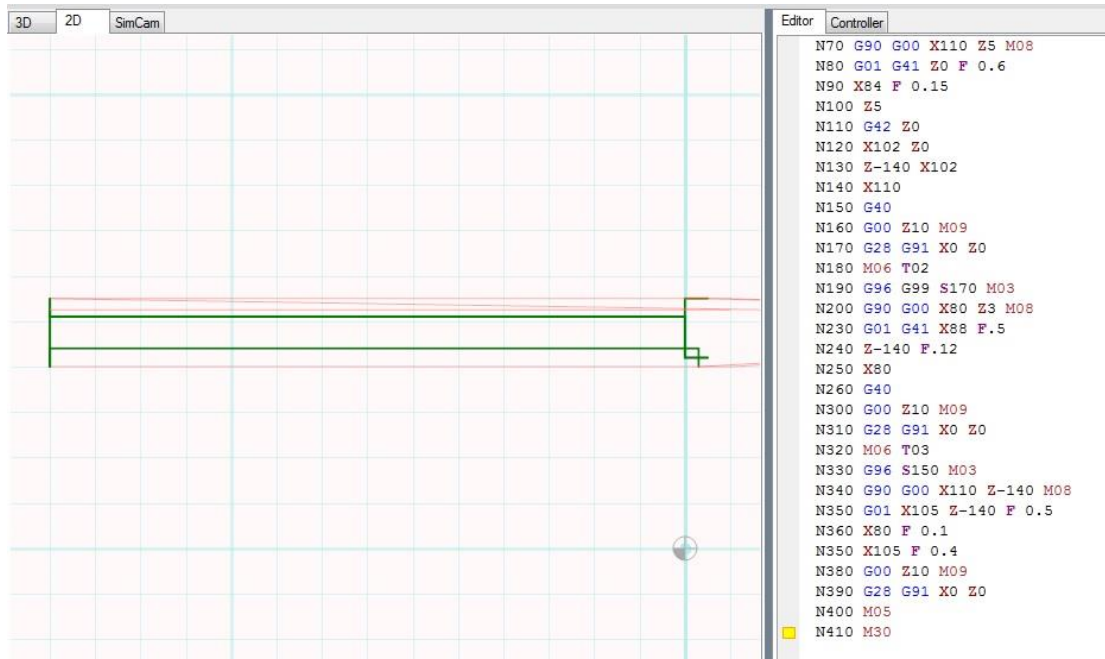
```

:O101
N10 G21 G40
N20 S3000
N30 G28 G91 X0 Z0
N40 M06 T01
N50 G99 G96 S200
N60 M03 S1000
N70 G90 G00 X35 Z60
N80 G01 G41 Z57.2 F 0.6
N90 X-1 F 0.15
N100 Z60
N110 G42 Z57.2
N120 X25.8
N130 G03 X31 Z54.6 R2.6
N140 G01 Z19.5
N150 X35
N160 G40
N170 G00 Z65 M09
N180 G28 G90 X0 Z60
N190 M06 T02
N200 G97 S1400 M03 M08
N210 G98
N220 G00 X0 Z60
N230 G01 Z45.5 F90
N240 G00 Z60 M09
N250 G90 X0 Z60
N260 M05
N270 M30

```

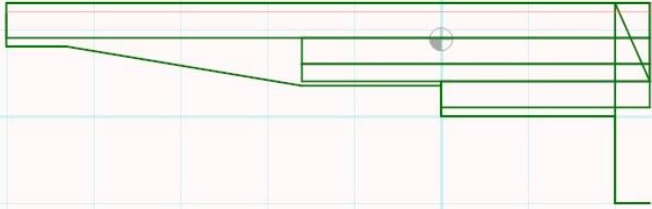
ΑΕΙ ΠΕΡΑΙΑ Τ.Τ. ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΦΟΙΤΗΤΗΣ ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σελίδα 93



3D 2D SimCam

Editor Controller



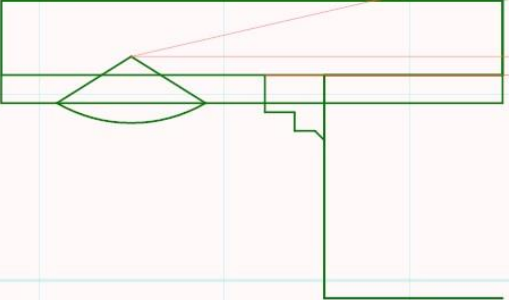
```

N240 G40 Z95
N250 G42 X-2 Z91
N260 X18
N270 Z71
N280 X25
N290 Z55
N300 X34 Z28
N310 Z21
N320 X42
N330 G40
N340 G00 Z95 M09
N350 G28 G91 X0 Z0
N360 M06 T02
N370 G96 S50 M13
N380 G00 X30 Z95
N390 G92 X17.85 Z71 F1.5
N400 X17.649
N410 X17.448
N420 X17.247
N430 X17.046
N440 X16.847
N450 X16.644
N460 X16.443
N470 X116.242
N480 X16.138
N490 G00 Z95 M09
N500 G28 G91 X0 Z0
N510 M05
N520 M30

```

3D 2D SimCam

Editor Controller



```

N110 Z35 F.6
N120 X19
N130 Z8 F.15
N140 X30
N160 Z35 F.6
N170 X22
N180 G41 Z25.4
N190 X-2 F.15
N200 Z35
N210 Z25.4
N220 X15
N230 X16 Z24.9
N240 Z23.8
N250 X18
N260 Z22.2
N270 X22
N280 G40
N290 G00 Z40 M09
N300 G28 G91 X0 Z0
N310 M06 T02
N320 G96 S160 M13
N330 G90 G00 X24 Z15
N340 G01 G42 X19 Z19 F.12
N350 G02 Z11 R8
N360 G40
N370 G01 X24 Z15 F.5
N380 G00 Z40 M09
N390 G28 G91 X0 Z0
N400 M05
N410 M30

```

8.Βιβλιογραφία

1. Φιλήμονος Χρ. Σκιττίδη «Βασικές αρχές αριθμητικού έλεγχου και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC» Τόμος Α' Σύγχρονη Εκδοτική Αθήνα, 2000
2. Φιλήμονος Χρ. Σκιττίδη «Βασικές αρχές αριθμητικού έλεγχου και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC» Τόμος Δ' Σύγχρονη Εκδοτική Αθήνα, 2003
3. Μελέτιος Δ. Βούλγαρης «Μηχανολογικό Σχέδιο» Σύγχρονη Εκδοτική Αθήνα, 2009
4. Inventor 2017 Guided Tutorials <https://knowledge.autodesk.com/>