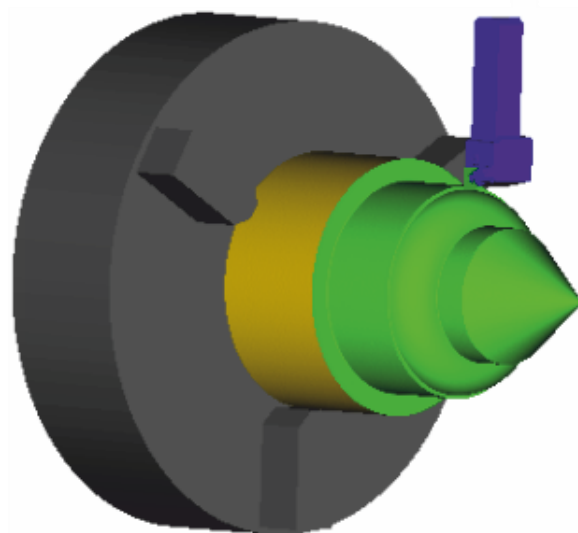




**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

## **ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΤΟΡΝΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**



**ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ-ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ**  
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**



Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο για την εργασία Καθηγητή κ. Αριστομένη Αντωνιάδη για τη συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της μελέτης μου πάνω στη διπλωματική εργασία. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Διπλωματούχους Μηχανικούς Άγγελο Μαρινάκη, Ευάγγελο Νικολιδάκη και Ιωάννα Πατεράκη καθώς όλοι στήριξαν και βοήθησαν εμένα και όλους τους συμφοιτητές μου στην εκπόνηση των διπλωματικών μας εργασιών με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εισαγωγή.....	8
2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ VERICUT.....	9
2.1	Αρχικό υποπαράθυρο VERICUT.....	9
2.2	Κεντρικό παράθυρο VERICUT.....	10
2.2.1	Πρώτη επαφή.....	10
2.2.2	Συμπλήρωση δέντρου.....	12
2.3	Tool Manager.....	16
2.4	Σύστημα διεπαφής χρήστη.....	19
2.5	Προσομοίωση.....	26
3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΤΟΛΩΝ.....	28
3.1	Γενικές γνώσεις.....	28
3.2	Ευθύγραμμη κίνηση.....	31
3.1.1	G00 Ευθύγραμμη ταχεία κίνηση.....	31
3.1.2	G01 Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή.....	31
3.3	Κυκλική κίνηση με κοπή.....	31
3.3.1	Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή.....	31
3.3.2	Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή.....	32
3.4	Χρονική καθυστέρηση.....	32
3.5	Επιλογή επιπέδου κατεργασίας.....	32
3.6	Επιλογή συστήματος μέτρησης.....	32
3.7	Σπειρωτόμηση.....	32
3.7.1	Threading.....	33
3.7.2	Tapping.....	33
3.8	Αντιστάθμιση κοπτικού εργαλείου.....	34
3.8.1	Αριστερή αντιστάθμιση.....	34
3.8.2	Δεξιά αντιστάθμιση.....	34
3.8.3	Ακύρωση αντιστάθμισης.....	34
3.9	Ενεργά συστήματα συντεταγμένων.....	34
3.10	Κάλεσμα υπορουτίνας.....	34
3.11	Κύκλοι κατεργασίας.....	35



3.11.1	Κύκλοι ανάγνωσης προφίλ.....	35
3.11.2	Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης.....	39
3.11.3	Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης.....	39
3.11.4	Κυλινδρικοί κύκλοι.....	39
3.11.5	Κύκλος αποπεράτωσης προσώπου.....	40
3.12	Ταχύτητα κοπής και ταχύτητα περιστροφής ατράκτου.....	41
3.13	Ρύθμιση πρόωσης.....	41
4.	Αποστολές.....	42
4.1	G00-G01.....	42
4.1.1	Παράδειγμα.....	42
4.1.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	43
4.1.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	44
4.1.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	45
4.1.5	Αποστολή 4 <sup>η</sup> .....	46
4.2	G02-G03.....	47
4.2.1	Παράδειγμα G02, πρώτος τρόπος.....	47
4.2.2	Παράδειγμα G02, δεύτερος τρόπος.....	48
4.2.3	Παράδειγμα G03, πρώτος τρόπος.....	49
4.2.4	Παράδειγμα G03, δεύτερος τρόπος.....	50
4.2.5	Αποστολή 1 <sup>η</sup> , πρώτος τρόπος.....	51
4.2.6	Αποστολή 1 <sup>η</sup> , δεύτερος τρόπος.....	52
4.2.7	Αποστολή 2 <sup>η</sup> , πρώτος τρόπος.....	53
4.2.8	Αποστολή 2 <sup>η</sup> , δεύτερος τρόπος.....	54
4.2.9	Αποστολή 3 <sup>η</sup> , πρώτος τρόπος.....	55
4.2.10	Αποστολή 3 <sup>η</sup> , δεύτερος τρόπος.....	56
4.2.11	Αποστολή 4 <sup>η</sup> , πρώτος τρόπος.....	57
4.2.12	Αποστολή 4 <sup>η</sup> , δεύτερος τρόπος.....	58
4.2.13	Αποστολή 5 <sup>η</sup> , πρώτος τρόπος.....	59
4.2.14	Αποστολή 5 <sup>η</sup> , δεύτερος τρόπος.....	60
4.2.15	Αποστολή 6 <sup>η</sup> , πρώτος τρόπος.....	61
4.2.16	Αποστολή 6 <sup>η</sup> , δεύτερος τρόπος.....	62
4.3	G32.....	63
4.3.1	Παράδειγμα.....	63

4.3.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	64
4.3.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	65
4.3.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	66
4.4	G40-G41/G42.....	67
4.4.1	Παράδειγμα.....	67
4.4.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	68
4.4.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	69
4.4.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	71
4.5	G65.....	72
4.5.1	Παράδειγμα.....	72
4.5.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	73
4.5.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	74
4.5.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	75
4.6	G70.....	76
4.6.1	Παράδειγμα.....	76
4.6.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	77
4.6.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	78
4.6.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	79
4.7	G71.....	81
4.7.1	Παράδειγμα.....	81
4.7.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	82
4.7.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	83
4.7.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	84
4.7.5	Αποστολή 4 <sup>η</sup> .....	85
4.7.6	Αποστολή 5 <sup>η</sup> .....	86
4.7.7	Αποστολή 6 <sup>η</sup> .....	87
4.7.8	Αποστολή 7 <sup>η</sup> .....	88
4.8	G72.....	90
4.8.1	Παράδειγμα.....	90
4.8.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	91
4.8.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	92
4.8.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	93
4.9	G73.....	94

4.9.1	Παράδειγμα .....	94
4.9.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	95
4.9.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	96
4.9.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	97
4.10	G74 .....	98
4.10.1	Παράδειγμα .....	98
4.10.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	99
4.10.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	100
4.10.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	101
4.11	G75 .....	102
4.11.1	Παράδειγμα .....	102
4.11.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	103
4.11.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	104
4.11.4	Αποστολή 3 <sup>η</sup> .....	105
4.12	G76 .....	106
4.12.1	Παράδειγμα .....	106
4.12.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	107
4.12.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	108
4.13	G81 .....	109
4.13.1	Παράδειγμα .....	109
4.13.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	110
4.13.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	111
4.14	G82 .....	112
4.14.1	Παράδειγμα .....	112
4.14.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	113
4.15	G83 .....	114
4.15.1	Παράδειγμα .....	114
4.15.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	115
4.16	G84 .....	116
4.16.1	Παράδειγμα .....	116
4.16.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	117
4.17	G85 .....	118
4.17.1	Παράδειγμα .....	118

4.17.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	119
4.18	G86.....	120
4.18.1	Παράδειγμα.....	120
4.18.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	121
4.19	G89.....	122
4.19.1	Παράδειγμα.....	122
4.19.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	123
4.20	G92.....	124
4.20.1	Παράδειγμα.....	124
4.20.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	125
4.20.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	126
4.21	G94.....	127
4.21.1	Παράδειγμα.....	127
4.21.2	Αποστολή 1 <sup>η</sup> .....	128
4.21.3	Αποστολή 2 <sup>η</sup> .....	129
5.	Σύνοψη.....	130
6.	Παράρτημα-Αναφορές αποστολών .....	131
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	177

## 1. Εισαγωγή

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος παραγωγής προϊόντων είναι οι κατεργασίες αφαίρεσης υλικού. Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα αυτές οι κατεργασίες έχουν ανανεωθεί και εξελιχθεί ξανά και ξανά με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Με την εκρηκτική ανάπτυξη της τεχνολογίας και ιδίως της πληροφορικής δόθηκε η δυνατότητα εξάλειψης του πιο σημαντικού παράγοντα λάθους, τον άνθρωπο. Σύγχρονες εργαλειομηχανές, πλέον προγραμματιζόμενες, με τον άνθρωπο να αποτελεί μόνο τον επιβλέποντα μπορούν να επιτύχουν εξαιρετικές ακρίβειες στις κατεργασίες και πάρα πολύ καλές ποιότητες επιφάνειας. Όμως το πιο σημαντικό πλεονέκτημά τους είναι η αυξημένη ταχύτητα εκτέλεσης των κατεργασιών και η επαναληψιμότητα που παρέχουν.

Επόμενο βήμα στην εξέλιξη των κατεργασιών αφαίρεσης υλικού ήταν η προσομοίωση. Αποτελεί ένα ενδιάμεσο και πλέον σημαντικό στάδιο στη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος. Έχοντας ως δεδομένα την εργαλειομηχανή, τη ψηφιακή καθοδήγηση και το απαιτούμενο τελικό τεμάχιο ο εκάστοτε μηχανικός μπορεί να προσομοιώσει πάσης φύσεως κατεργασία. Μπορεί να ελέγξει και να ρυθμίσει όλες τις πιθανές παραμέτρους της κατεργασίας και πάνω από όλα να διορθώσει πιθανά λάθη που μπορεί να υπάρχουν στον κώδικα ή οπουδήποτε αλλού προτού η διαδικασία μεταφερθεί στην εργαλειομηχανή.

Η παρούσα εργασία εστιάζει σε αυτό το κομμάτι της παραγωγής προϊόντων, για την κατεργασία της τórνευσης. Κατασκευάστηκαν μία σειρά από τεμάχια τórνευσης, των οποίων η κοπή θα προσομοιωθεί στο λογισμικό VERICUT. Η διαδικασία αποτελείται από την κατασκευή ενός εποπτικού σχεδίου, τη σύνταξη του κώδικα, τη φόρτωση του κώδικα στο λογισμικό VERICUT, τη ρύθμιση όλων των απαραίτητων παραμέτρων εντός του προγράμματος για την πραγματοποίηση μίας σωστής προσομοίωσης και τέλος την πραγματοποίηση και καταγραφή της προσομοίωσης της κατεργασίας. Χρησιμοποιήθηκε ένας προκαθορισμένος τórνος από τις έτοιμες βιβλιοθήκες που περιέχει το VERICUT, για τη σύνταξη του κώδικα ακολουθήθηκε η ψηφιακή καθοδήγηση της HAAS και κατασκευάστηκε βιβλιοθήκη εργαλείων σύμφωνα με τα κοπτικά εργαλεία που υπάρχουν στο Εργαστήριο Μικροκοπτικής και Λείζερ M3 του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω, τα σχέδια, ο κώδικας και κάποια στιγμιότυπα της κάθε κατεργασίας συμπληρώθηκαν σε ένα πρότυπο και αποτελούν τις ολοκληρωμένες αποστολές της διπλωματικής. Αυτές οι αποστολές στον αριθμό είναι 86 και είναι αυξανόμενης δυσκολίας. Αποτελούν τμήμα ενός μεγαλύτερου πρότζεκτ που έχει αναλάβει το Εργαστήριο Μικροκοπτικής και Λείζερ M3 του Πολυτεχνείου Κρήτης και σκοπός τους είναι να χρησιμοποιηθούν ως εκπαιδευτικό υλικό από άτομα τα οποία τους ενδιαφέρει να εκπαιδευτούν στον προγραμματισμό με έναν εύκολο, γρήγορο και διαδραστικό τρόπο.

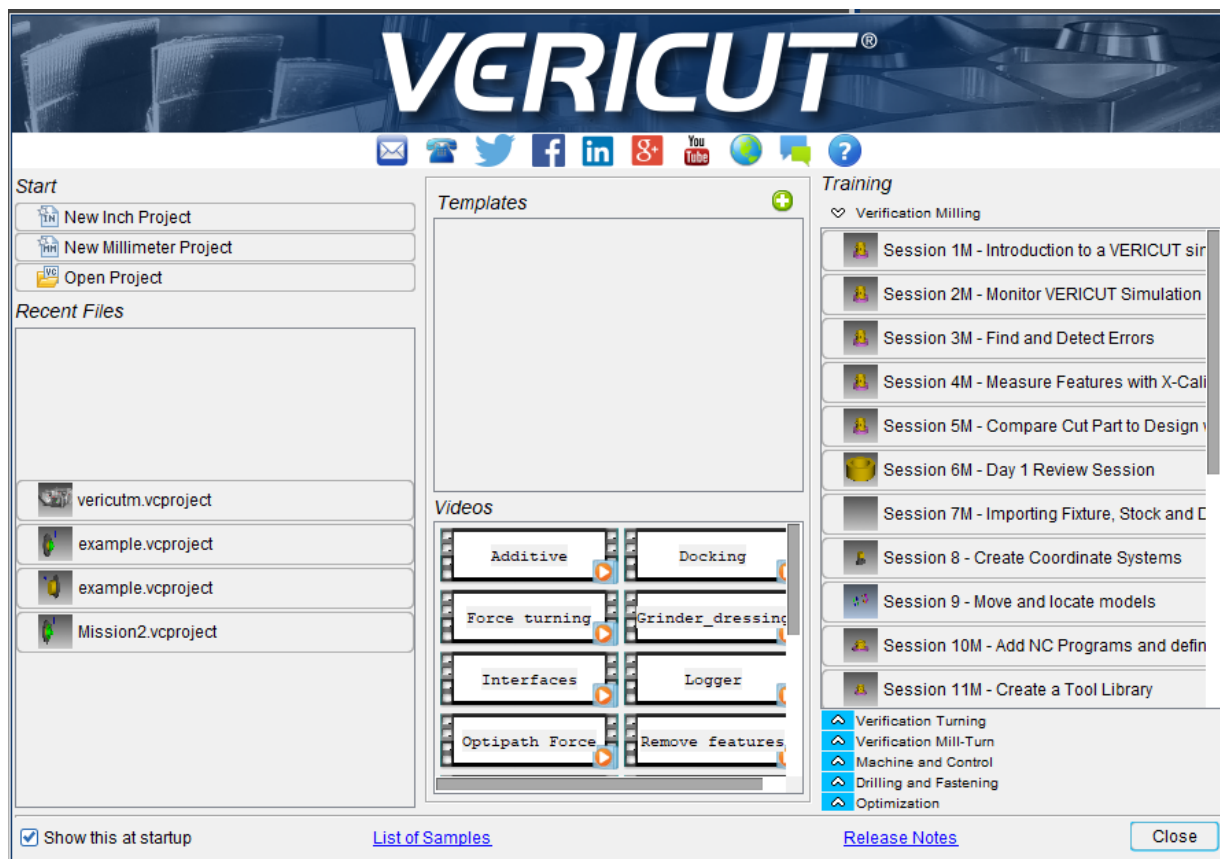
## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ VERICUT

Το VERICUT αποτελεί ένα λογισμικό προσομοίωσης CNC κατεργασιών. Αυτές μπορεί να είναι από απλή τόννευση και φραιζάρισμα, πολύπλοκες κατεργασίες σε μεικτά κέντρα κατεργασιών, μέχρι και διαδικασίες προσθετικής μηχανικής και πολλά άλλα. Εντός του προγράμματος υπάρχουν βιβλιοθήκες με πληθώρα εργαλειομηχανών καθώς και ψηφιακών καθοδηγήσεων (control), έτσι μπορεί να εξυπηρετήσει οποιεσδήποτε ανάγκες και απαιτήσεις προσομοίωσης. Πέραν τούτου υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας προσωπικής εργαλειομηχανής και ψηφιακής καθοδήγησης.

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση όλης της διαδικασίας και των ενεργειών που απαιτούνται για να πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένα μια προσομοίωση CNC τόννευσης.

### 2.1 Αρχικό υποπαράθυρο VERICUT

Ανοίγοντας το VERICUT το πρώτο πράγμα που εμφανίζεται είναι ένα υποπαράθυρο όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1: Υποπαράθυρο έναρξης VERICUT

Αριστερά πάνω στο πλαίσιο “Start” υπάρχουν τρεις επιλογές από τις οποίες δίνεται η δυνατότητα έναρξης καινούριου πρότζεκτ είτε σε Μετρικό (Millimeter Project) είτε σε Αγγλοσαξονικό (Inch Project) σύστημα και η δυνατότητα πρόσβασης σε ένα ήδη υπάρχον

πρότζεκτ. Ακριβώς από κάτω στο πλαίσιο “Recent Files” υπάρχει μία σειρά από πρότζεκτ που χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατα στο VERICUT.

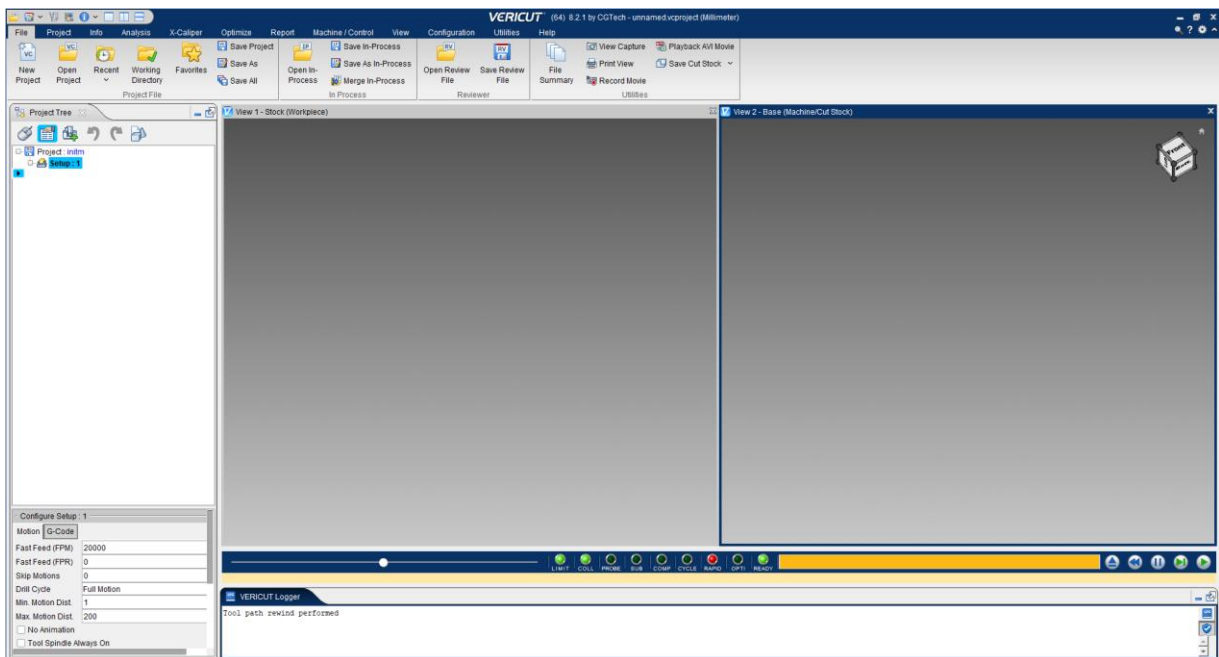
Στο κεντρικό μέρος του παραθύρου υπάρχουν δύο πλαίσια το “Templates” και το “Videos”. Στο πλαίσιο “Videos” υπάρχουν κάποια βοηθητικά βίντεο που αφορούν τη λειτουργία του VERICUT και περιγράφουν κάποιες πιο εξειδικευμένες διαδικασίες. Στο πλαίσιο “Templates” θα εμφανίζεται ένα πρότυπο το οποίο ενδεχομένως έχει δημιουργηθεί πιο πριν, στο οποίο θα είναι τροποποιημένες όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις και το μόνο που θα χρειάζεται να γίνει είναι να φορτωθεί ένα καινούριο πρόγραμμα για να δημιουργηθεί ένα καινούριο προτζεκτ. Το πρότυπο έχει νόημα σε περίπτωση που απαιτούνται πολλά παρόμοια πρότζεκτ με μικρές διαφορές μεταξύ τους.

Τέλος στο δεξί μέρος του υποπαραθύρου υπάρχει ένα σύνολο έτοιμων πρότζεκτ ο σκοπός των οποίων είναι η εκμάθηση του VERICUT. Ανοίγοντας ένα από αυτά τα πρότζεκτ αυτόματα θα ανοίξει και ένα αρχείο PDF με αναλυτικές οδηγίες για το πρόγραμμα. Αυτό το αρχείο παρέχεται με κάθε εγκατάσταση του VERICUT και ανοίγοντας κάποιο συγκεκριμένο πρότζεκτ ο χρήστης παραπέμπεται στη συγκεκριμένη υποενότητα του PDF που αφορά το συγκεκριμένο πρότζεκτ.

## 2.2 Κεντρικό παράθυρο VERICUT

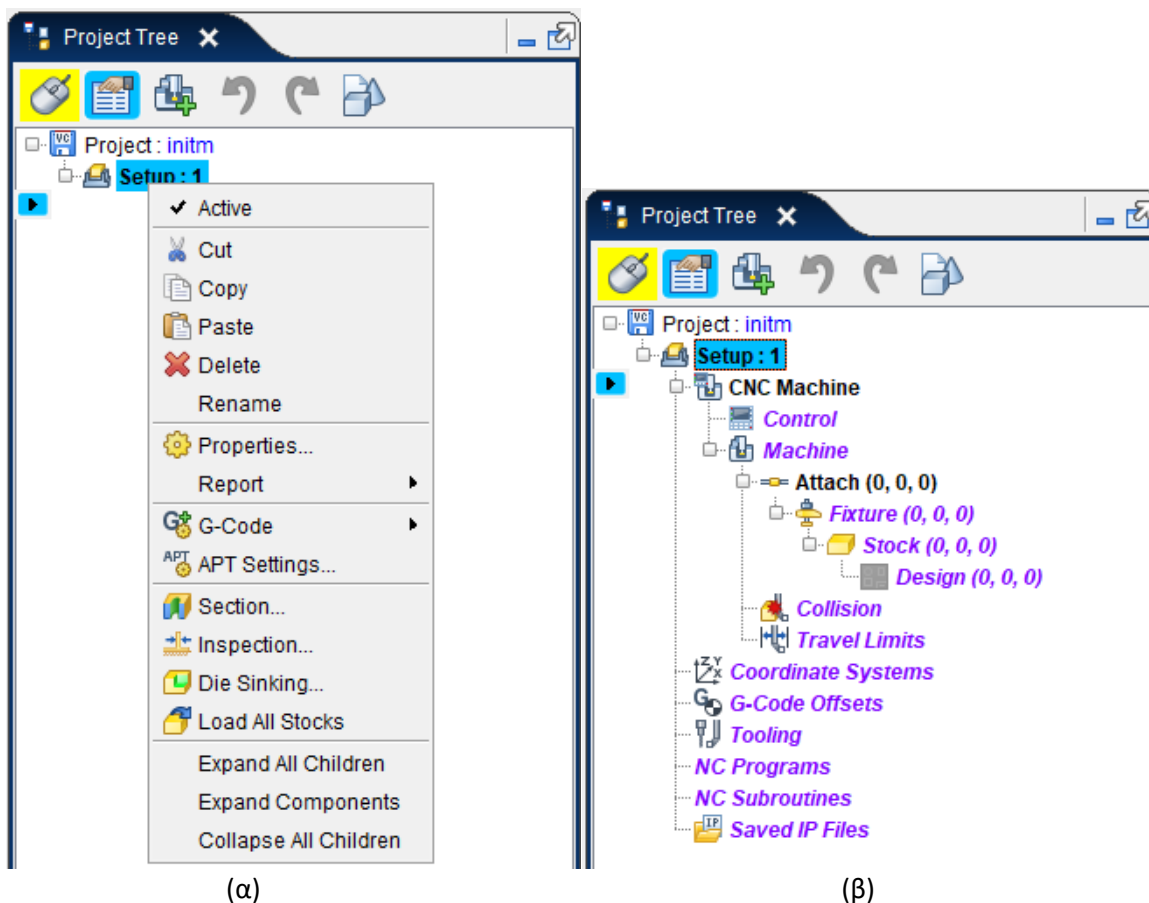
### 2.2.1 Πρώτη επαφή

Πατώντας το “New Millimeter Project” θα δημιουργηθεί ένα νέο πρότζεκτ σε Μετρικό σύστημα και ο χρήστης θα μεταβεί στο κύριο παράθυρο του VERICUT σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.2: Κύριο παράθυρο VERICUT

Αρχικά, για να γίνουν τα πράγματα πιο ξεκάθαρα, πατώντας δεξί κλικ στο “Setup:1” θα εμφανιστούν κάποιες επιλογές σχήμα 2.3 (α). Από αυτές, η επιλογή “Expand all children” θα εμφανίσει ένα πλήρες δέντρο όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3 (β).



Σχήμα 2.3: (α) Επιλογές δέντρου, (β) Πλήρες δέντρο

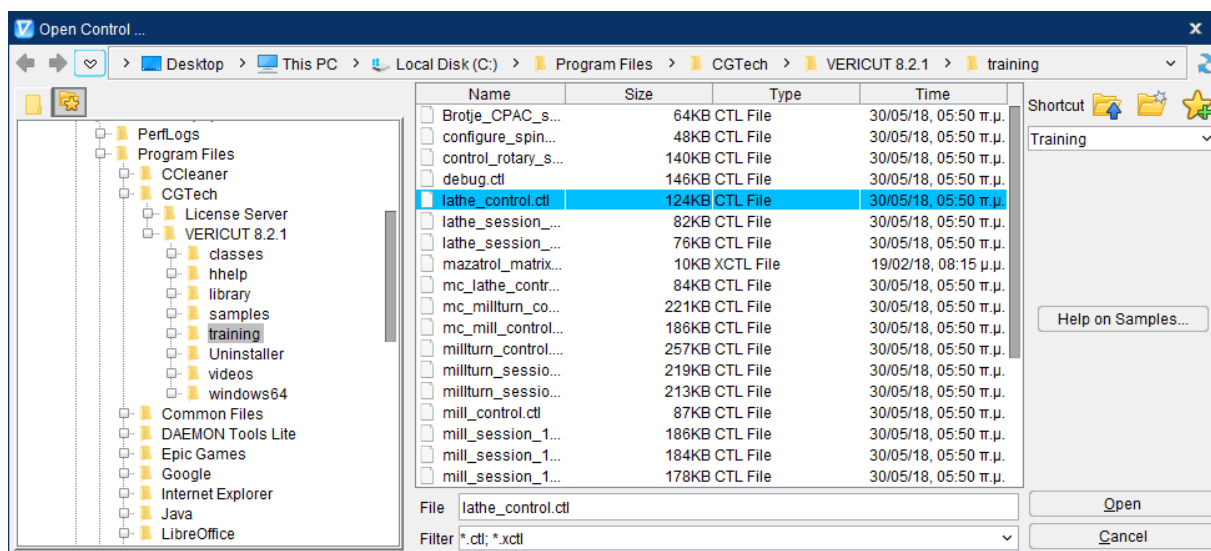
Στο κεντρικό παράθυρο υπάρχουν δύο υποπαράθυρα τα οποία ορίζονται ως προβολές, η προβολή “Stock (Workpiece)” και η προβολή “View 2-(Base Machine/Cut Stock)”. Πατώντας δεξί κλικ σε μία από αυτές τις δύο προβολές εμφανίζεται ένα πλαίσιο με διάφορες δυνατότητες. Η πρώτη από αυτές είναι η “Add a View”, πηγαίνοντας εκεί εμφανίζονται τέσσερις συνολικά διαθέσιμες επιλογές, οι δύο που προβάλλονται ήδη και δύο επιπλέον η “Machine” και η “Profile”. Η προβολή “Stock (Workpiece)” μας δείχνει μόνο το κατεργαζόμενο τεμάχιο. Η προβολή “View 2-(Base Machine/Cut Stock)” μας δείχνει το κατεργαζόμενο τεμάχιο και τη μηχανή, η προβολή “Machine” μας δείχνει μόνο τη μηχανή. Και τέλος η προβολή “Profile” μας δείχνει το κατεργαζόμενο τεμάχιο σε τομή κατά μήκος του άξονα συμμετρίας του ούτως ώστε να ελέγχεται το προφίλ του κατεργαζόμενου τεμαχίου κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Η κάθε μηχανή που υπάρχει στη βιβλιοθήκη του VERICUT αποτελείται από επιμέρους τμήματα. Πατώντας δεξί κλικ στην προβολή “View 2-(Base Machine/Cut Stock)” υπάρχει η επιλογή “Component Visibility” από την οποία παρέχεται η δυνατότητα απόκρυψης ή εμφάνισης οποιουδήποτε από τα τμήματα της εκάστοτε μηχανής.



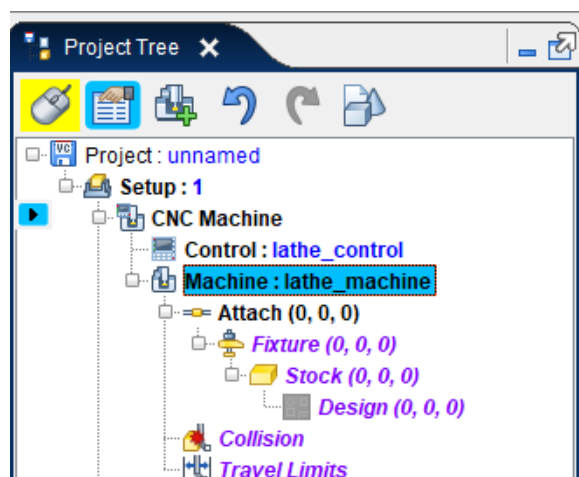
## 2.2.2 Συμπλήρωση δέντρου

Για να είναι δυνατή η έναρξη μιας προσομοίωσης θα πρέπει να γίνει μια σειρά ενεργειών οι οποίες είναι να φορτωθεί η κατάλληλη ψηφιακή καθοδήγηση “Control”, η κατάλληλη μηχανή “Machine”, τα κύρια εξαρτήματα που πρέπει να συνδεθούν πάνω στη μηχανή, στη περίπτωση του τόνου είναι το τσοκ και το τεμάχιο προς επεξεργασία “Fixture”, να ρυθμιστούν οι επιλογές ελέγχου σύγκρουσης “Collision” και ορίων μετατόπισης “Travel Limits”, να οριστεί σύστημα συντεταγμένων “Coordinate System” και η αντιστάθμιση που θα είναι ενεργοποιημένη κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του NC-προγράμματος “G-Code Offset”, να φορτωθεί μια βιβλιοθήκη εργαλείων “Tooling” και τέλος να φορτωθεί ένα κύριο πρόγραμμα “NC Programs” και ενδεχομένως και ένα υποπρόγραμμα “NC Subroutines”, εάν αυτό χρειάζεται. Για λόγους απλότητας οι επιλογές “Collision” και “Travel Limits” θα παραμείνουν απενεργοποιημένες και στις προκαθορισμένες ρυθμίσεις τους.

Πατώντας διπλό αριστερό κλικ στο “Control” θα εμφανιστεί ένα υποπαράθυρο με όλα τα αρχεία και τους φακέλους του ηλεκτρονικού υπολογιστή σχήμα 2.4. Ακολουθώντας το μονοπάτι που φαίνεται στο σχήμα 2.4 προκύπτει η βιβλιοθήκη “training” από την οποία θα φορτωθεί το αρχείο “lathe\_control.ctl” με διπλό αριστερό κλικ. Έτσι, δίπλα στο “Control” θα εμφανιστεί το αρχείο “lathe\_control”. Επαναλαμβάνοντας την ίδια ακριβώς διαδικασία με στο “Machine” φορτώνεται το αρχείο “lathe\_machine.mch”. Το αποτέλεσμα των παραπάνω διεργασιών φαίνεται στο σχήμα 2.5, επίσης παρατηρώντας το “View 2-Base (Machine/Cut Stock)” θα έχει εμφανιστεί η μηχανή που επιλέχτηκε. Στον φάκελο “library” βρίσκονται οι περισσότερες επίσημες εργαλειομηχανές.

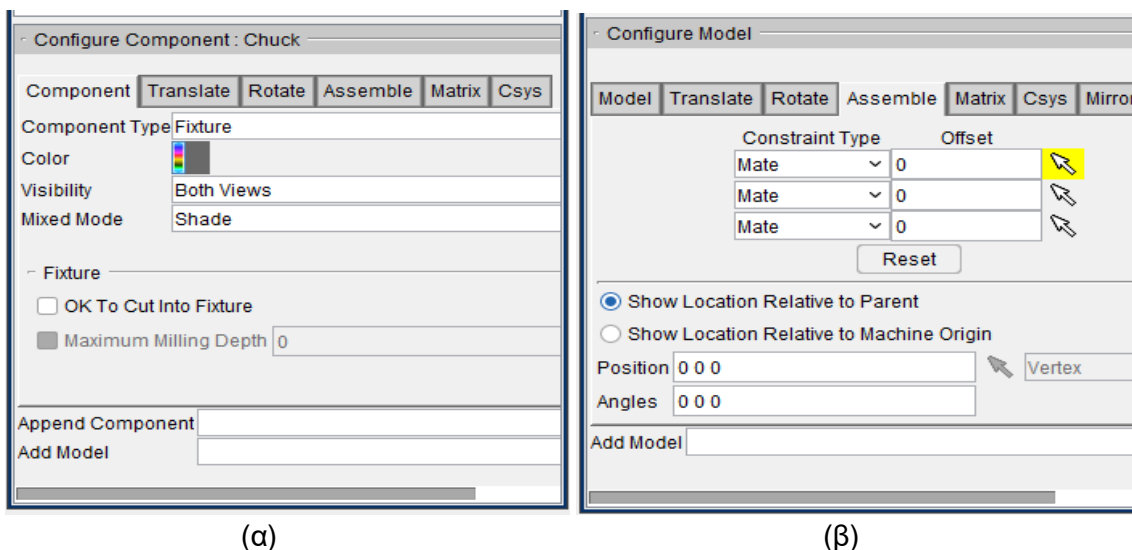


Σχήμα 2.4: Υποπαράθυρο αρχείων



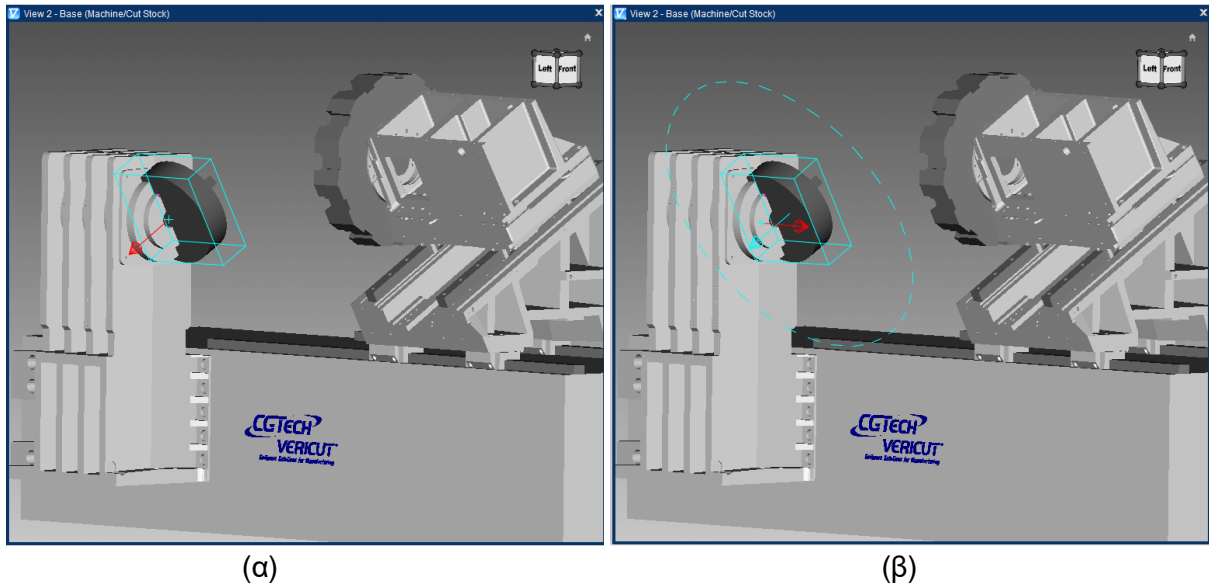
Σχήμα 2.5: Φορτωμένα μηχανή και ψηφιακή καθοδήγηση

Συνεχίζοντας πρέπει να φορτωθεί το τσοκ και το κατεργαζόμενο τεμάχιο. Με δεξί κλικ στο “Fixture” και “Rename” αλλάζει το όνομα σε “Chuck”. Πηγαίνοντας στο κάτω αριστερά μέρος του παραθύρου, στο πλαίσιο “Configure Component: Chuck” [σχήμα 2.6 \(α\)](#), στην μπάρα “Add Model” εμφανίζονται έξι επιλογές: Block, Cone, Cylinder, Model File, Create Revolve και Create Sweep. Πατώντας την επιλογή Model File ανοίγει το ίδιο υποπαράθυρο του [σχήματος 2.4](#) και έτσι φορτώνεται ένα αρχείο CAD του τσοκ που απαιτείται. Με το που εισαχθεί το σχήμα στο πρόγραμμα το πλαίσιο “Configure” θα αλλάξει από “Component” σε “Model” [σχήμα 2.6 \(β\)](#). Ενδεχομένως το τρισδιάστατο σχήμα δεν θα εισέλθει στο VERICUT τοποθετημένο όπως πρέπει. Χρησιμοποιώντας την καρτέλα “Assemble” γίνεται να τεθούν περιορισμοί ως προς τη θέση και τον προσανατολισμό του κάθε τρισδιάστατου σχήματος που εισάγεται στο VERICUT.



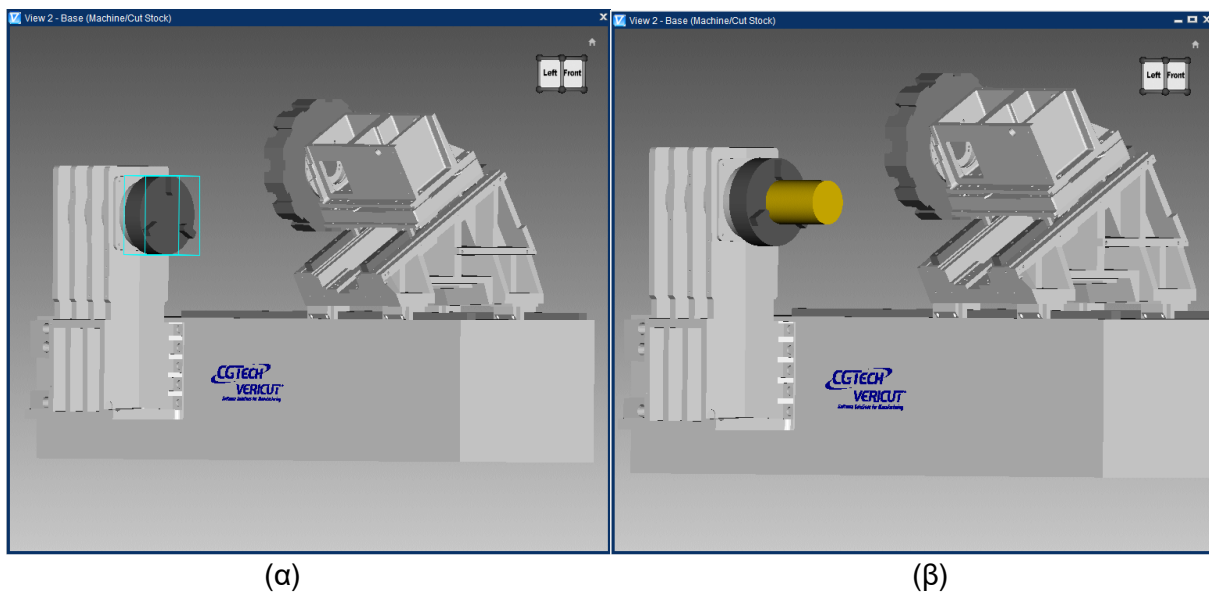
Σχήμα 2.6: (α) Configure Component (β) Configure Model: Assemble

Πατώντας το πλαίσιο που απεικονίζει έναν δείκτη ποντικιού όπως φαίνεται το σχήμα 2.6 (β), αυτό θα αλλάξει χρώμα σε κίτρινο και έπειτα γίνεται να επιλεγούν δύο επιφάνειες οι οποίες πρέπει να εφάπτονται. Πηγαίνοντας μετά στη προβολή “View 2 -Base (Machine/Cut Stock)” επιλέγονται διαδοχικά οι δύο επιφάνειες σχήμα 2.7, η μία του τόρνου και η άλλη του τσοκ και μετά το τσοκ θα εφάπτεται πλέον στη μηχανή.



Σχήμα 2.7: (α) Επιλογή πρώτης επιφάνειας (β) Επιλογή δεύτερης επιφάνειας

Σε περίπτωση που το τσοκ τοποθετηθεί έκκεντρα σε σχέση με τον άξονα περιστροφής της μηχανής, στο πλαίσιο “Position” υπάρχουν δυνατότητες ρύθμισης της θέσης του στους τρεις άξονες με ακρίβεια, συνηθίζεται να είναι (0 0 0). Σωστά τοποθετημένο το τσοκ φαίνεται στο σχήμα 2.8 (α).

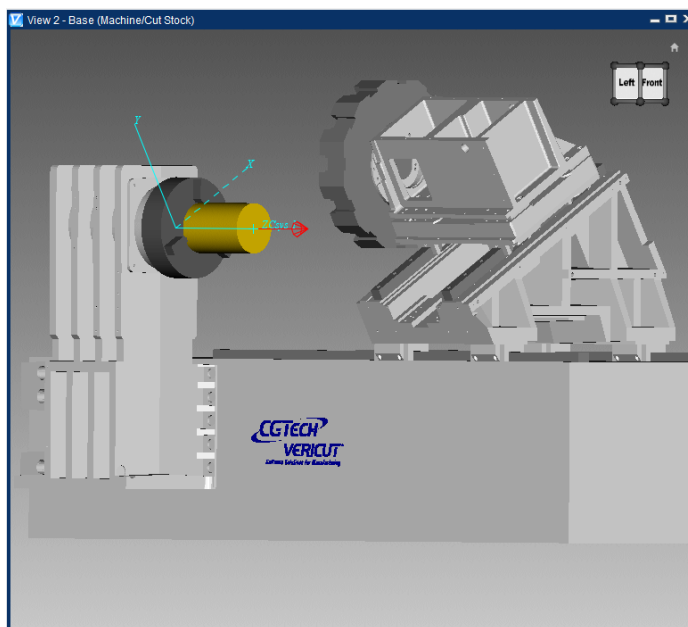


Σχήμα 2.8: (α) Τσοκ τοποθετημένο στη μηχανή (β) Τεμάχιο τοποθετημένο στο τσοκ

Με παρόμοιο τρόπο τοποθετείται και το κατεργαζόμενο τεμάχιο. Πηγαίνοντας στο “Stock” σχήμα 2.3 (β) μετά “Add Model” στο “Configure” και τέλος την επιλογή “Cylinder”. Αυτόματα, όπως και πριν, το “Configure” θα μετατραπεί σε “Configure: Model” εισάγονται οι διαστάσεις του αρχικού τεμαχίου, το ύψος και ακτίνα στα αντίστοιχα πλαίσια. Στην καρτέλα “Translate” ρυθμίζεται η θέση του τεμαχίου ώστε και αυτό να είναι τοποθετημένο σωστά σχήμα 2.8 (β).

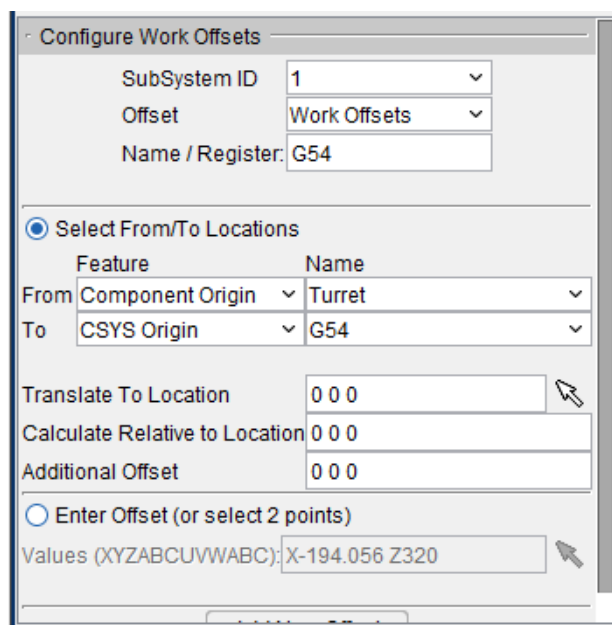
Εδώ να σημειωθεί ότι τα αρχεία CAD που εισάγονται στο πρόγραμμα είτε πρέπει να έχουν δημιουργηθεί από τον ίδιο τον χρήστη σε ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης CAD είτε να έχουν βρεθεί σε κάποια ιστοσελίδα και να υπάρχουν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Όποια και να είναι η περίπτωση τα αρχεία αυτά πρέπει να είναι συμβατά με το VERICUT. Στη παρούσα εργασία η πλειοψηφία των αντικειμένων είχε μετατραπεί σε αρχείο polygon file (.ply) αυτό όμως δεν είναι απολύτως αναγκαίο. Το VERICUT είναι συμβατό με ένα μεγάλο πλήθος τύπου αρχείων και ο κάθε χρήστης ανάλογα με τις απαιτήσεις και το πρόγραμμα CAD που χρησιμοποιεί μπορεί να κάνει τις απαραίτητες μετατροπές στα αρχεία του.

Σε επόμενο στάδιο απαιτείται να προστεθεί το σύστημα συντεταγμένων. Αυτό γίνεται στο “Coordinate System” σχήμα 2.3 (β) πατώντας “Add New CSYS” στο “Configure”. Η θέση του συστήματος συντεταγμένων ορίζεται στο πλαίσιο “Position” είτε θα κάνοντας κλικ πάνω στο τεμάχιο στην επιθυμητή θέση σχήμα 2.9 είτε χειροκίνητα θα συμπληρώνοντας τις ακριβείς συντεταγμένες. Τέλος με δεξί κλικ πάνω στο καινούριο σύστημα συντεταγμένων που θα έχει εμφανιστεί στο δέντρο πρέπει να γίνει αλλαγή του ονόματος σε G54.



Σχήμα 2.9: Τοποθέτηση συστήματος συντεταγμένων

Από τη στιγμή που έχει τοποθετηθεί το σύστημα συντεταγμένων είναι δυνατή και η ρύθμιση της αντιστάθμισης. Αυτό γίνεται πατώντας το φύλλο “G-Code Offsets” του δέντρου και στη συνέχεια “Add” στο “Configure” αφήνοντας τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις. Μετά από αυτή την ενέργεια θα εμφανιστεί κάτω από το “G-Code Offsets” το “1:Work Offsets-1-Turret to Stock”, Στη συνέχεια, μέσω του “Configure Work Offsets” θα πρέπει να επιλεγούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις σύμφωνα με το σχήμα 2.10



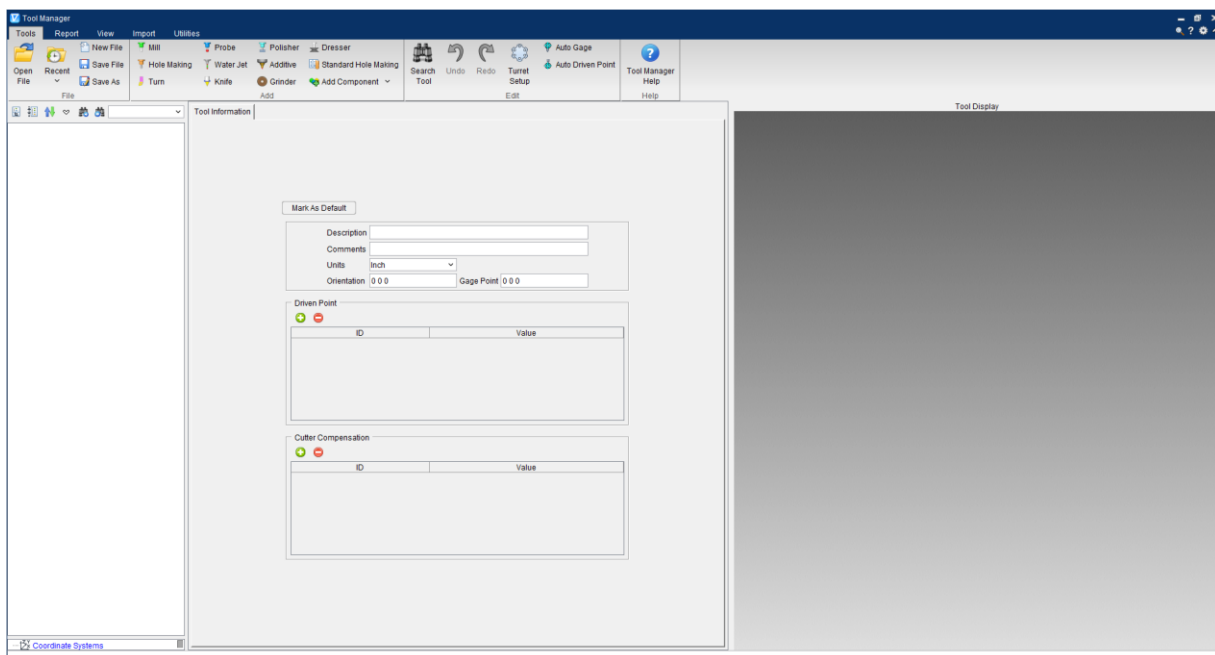
Σχήμα 2.10: Configure Work Offsets

Όσον αφορά τα εργαλεία, πηγαίνοντας στο “Configure Tooling” υπάρχει η επιλογή “Tool library file” από όπου μπορεί να φορτωθεί μία βιβλιοθήκη με εργαλεία που υπάρχει ήδη. Εναλλακτικά με διπλό κλικ πάνω στο “Tooling” ανοίγει το παράθυρο “Tool Manager” όπου στη συνέχεια θα γίνει περιγραφή του πως εισάγονται εργαλεία.

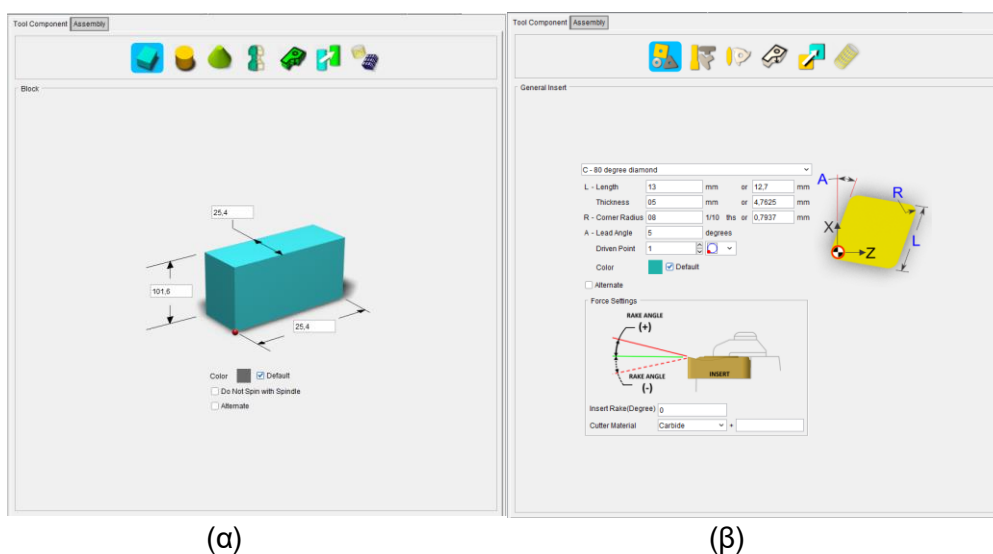
Το κυρίως πρόγραμμα και το υποπρόγραμμα εισάγονται από τα αντίστοιχα φύλλα του δέντρου πατώντας G-Code στο Configure. Προσοχή εδώ χρειάζεται στη μορφή των αρχείων. Το κύριο πρόγραμμα πρέπει να είναι σε μορφή (.mcd) και το υποπρόγραμμα σε μορφή (.sub).

## 2.3 Tool Manager

Ανοίγοντας το Tool Manager εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 2.11. Στο πάνω μέρος του παραθύρου υπάρχουν τρία πλαίσια, το “File”, το “Add” το “Edit” και το “Help”. Στο πλαίσιο “File” υπάρχουν λειτουργίες όπως η αποθήκευση της βιβλιοθήκης εργαλείων ή η δημιουργία καινούριας. Στο πλαίσιο “Add”, το οποίο είναι και το πιο σημαντικό, υπάρχουν διάφορες κατηγορίες εργαλείων που μπορούν να προστεθούν στη βιβλιοθήκη. Πατώντας σε ένα από αυτά, για παράδειγμα το “Turn” θα εμφανιστεί στο αριστερό λευκό πλαίσιο ένα νέο δέντρο με όνομα “1 (New Default Tool)” και από κάτω θα έχει δύο φύλλα το “Holder” που είναι η μανέλα και το “insert” που είναι το κοπτικό πλακίδιο. Πατώντας οποιοδήποτε από τα δύο αλλάζει και το κεντρικό πλαίσιο δίνοντάς μας πληροφορίες για το κάθε ένα ξεχωριστά σχήμα 2.12. Στο πάνω μέρος και στις δύο περιπτώσεις υπάρχουν διάφορες επιλογές ως προς το τι είδος αντικείμενου μπορεί να εισαχθεί. Ο πιο εύκολος και συνηθέστερος τρόπος είναι να υπάρχει κατεβάσει ένα τρισδιάστατο σχέδιο μανέλας και του κοπτικού πλακιδίου από κάποια ιστοσελίδα εταιρίας με κοπτικά εργαλεία όπως Sandvick Coromant ή Kennametal και αυτό να φορτώνεται απευθείας στο πρόγραμμα. Αυτό γίνεται με την τελευταία επιλογή και για τις δύο περιπτώσεις, το “Model File”.



Σχήμα 2.11: Tool Manager



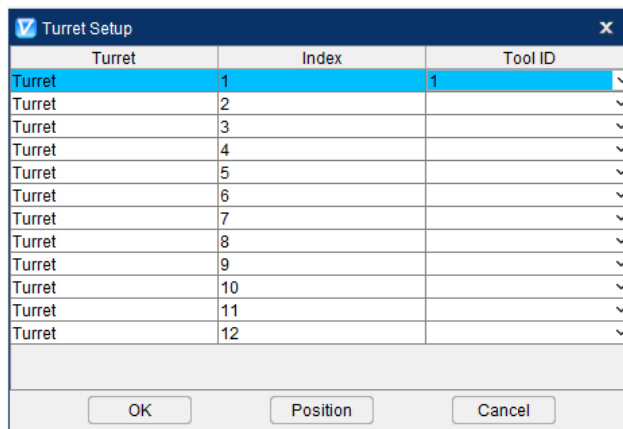
Σχήμα 2.12: (α) Tool Component: Holder (β) Tool Component: Insert

Στη περίπτωση του “Cutter” θα μπορούσε κάποιος να συμπληρώσει αναλυτικά τις διαστάσεις του κοπτικού πλακιδίου αλλά θα πρέπει πρώτα να επιλέξει μια από τις τρεις κατηγορίες τύπου κοπτικού General Insert, Groove Insert ή Thread Insert που είναι οι πρώτες τρεις επιλογές στο πάνω μέρος του σχήματος 2.12 (β). Στη συνέχεια, η πρώτη ρύθμιση σε κάθε περίπτωση έχει διάφορες επιπλέον επιλογές ως προς το είδους του κοπτικού πλακιδίου και στη έπειτα συμπληρώνονται οι διαστάσεις καθώς και το υλικό κατασκευής του.

Όταν περαστούν η μανέλα και το κοπτικό επόμενο βήμα είναι να τοποθετηθούν σε σωστή θέση μεταξύ τους. Και στα δύο υπάρχει η καρτέλα “Assembly” όπου μπορεί να ρυθμιστεί η

σχετική θέση μεταξύ τους, ο προσανατολισμό καθώς και οι περιορισμοί θέσεις μεταξύ. Όλη η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται για όσα εργαλεία απαιτούνται.

Μετά την ολοκλήρωση των εργαλείων, αυτά θα πρέπει να φορτωθούν στον εργαλειοφόρέα. Στο σχήμα 2.11 στο πλαίσιο edit υπάρχει το “Turret Setup”, αυτό εμφανίζει αυτόματα τον πυργίσκος δεξιά και ένα μικρό υποπαράθυρο με τίτλο “Turret Setup” σχήμα 2.13. Σε αυτό το παράθυρο υπάρχουν όλες οι διαθέσιμες θέσεις του εργαλειοφόρέα αριθμημένες και δίπλα η δυνατότητα επιλογής κάποιου εργαλείου από αυτά που είναι περασμένα στη βιβλιοθήκη. Μετά την τοποθέτηση ενός εργαλείου σε μια συγκεκριμένη θέση του πυργίσκου με το κουμπί “Position” ρυθμίζεται η σχετική θέση του εργαλείου ως προς τον πυργίσκο. Δεν είναι αναγκαίο να φορτωθούν όλα τα εργαλεία της βιβλιοθήκης στον εργαλειοφόρέα. Για κάθε πρότζεκτ φορτώνονται μόνο τα εργαλεία που είναι απαραίτητα για τις κατεργασίες του πρότζεκτ. Αποθηκεύοντας το αρχείο η βιβλιοθήκη παραμένει ίδια και για κάθε πρότζεκτ αλλάζουν αυτόματα τα εργαλεία που έχουν φορτωθεί. Αυτό όμως που είναι αναγκαίο είναι ο σωστός προσδιορισμός της σχετικής θέσης του εργαλείου ως προς τον πυργίσκο. Αυτό αρκεί να γίνει μία φορά και σε οποιαδήποτε διαθέσιμη υποδοχή του πυργίσκου. Το σύστημα στη συνέχεια αποθηκεύει τις ρυθμίσεις του χρήστη και τοποθετεί το εργαλείο σωστά ανεξαρτήτως της υποδοχής που θα επιλέξει στη συνέχεια ο χρήστης.



Σχήμα 2.13: Turret Setup

Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία, το τελικό στάδιο είναι να επιλεγεί ένα σημείο αναφοράς πάνω στο εργαλείο. Αυτό γίνεται πατώντας το ολοκληρωμένο εργαλείο και στη συνέχεια δύο φορές την περιοχή των συντεταγμένων του “Driven Point” που βρίσκεται στο κεντρικό μέρος του παραθύρου. Αυτό θα δίνει τη δυνατότητα να τοποθετηθεί χειροκίνητα το σημείο αναφοράς πάνω στο εργαλείο. Συνήθως τοποθετείται στον κοπτική ακμή του εργαλείου ή στο κέντρο του κύκλου της κοπτικής ακμής. Εάν το σημείο αναφοράς τοποθετηθεί στο κέντρο του κύκλου θα πρέπει να συμπληρωθεί και η αντίστοιχη αντιστάθμιση του εργαλείου “Cutter Compensation” που βρίσκεται ακριβώς από κάτω, η οποία θα είναι ανάλογη της ακτίνας του προαναφερθέντος κύκλου. Η ίδια διαδικασία μπορεί να γίνει και επιλέγοντας αρχικά το “Cutter”, όπου δίνεται και μία επιπλέον δυνατότητα, αυτή της επιλογής του τύπου της αντιστάθμισης της κοπτικής ακμής σχήμα 2.14.



Tool Nose Compensation

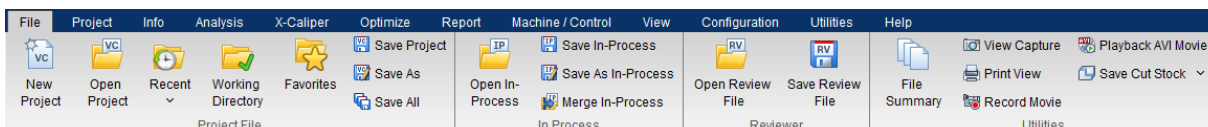
Driven Point 1 24,6221 19,2571 -100,8668

Radius Center Nose Radius 0

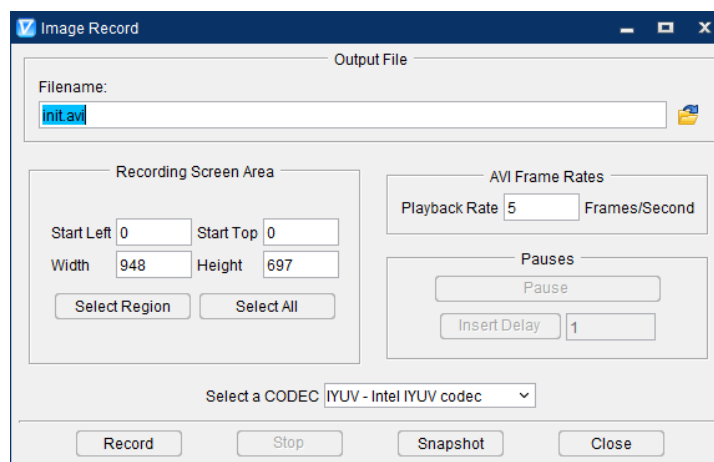
Σχήμα 2.14: Αντιστάθμιση κοπτικής ακμής

## 2.4 Σύστημα διεπαφής χρήστη

Μετά την ολοκλήρωση της βιβλιοθήκης εργαλείων επανερχόμαστε στο κεντρικό παράθυρο του VERICUT σχήμα 2.2. Θα εξεταστούν τώρα όλες τις δυνατότητες επεξεργασίας του ενεργού πρότζεκτ. Παρατηρώντας το πάνω μέρος του παραθύρου υπάρχουν δώδεκα καρτέλες οι οποίες με τη σειρά είναι File, Project, Info, Analysis, X-Caliper, Optimize, Report, Machine/Control, View, Configuration Utilities και Help. Ξεκινώντας από την καρτέλα “File”, εκεί υπάρχουν οι δυνατότητες έναρξης καινούριο πρότζεκτ, πρόσβασης σε ήδη υπάρχον πρότζεκτ, αποθήκευσης του παρόντος πρότζεκτ ή συγχώνευσης δύο πρότζεκτ σε ένα. Τέλος, στο πλαίσιο “Utilities” υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής στιγμιότυπων της κατεργασίας ή βίντεο με την πλήρη κατεργασία.



Σχήμα 2.15: Καρτέλα “File”

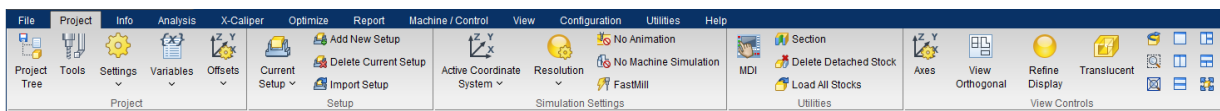


Σχήμα 2.16: Παράθυρο Image Record

Πατώντας το πλαίσιο Record Movie εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 2.16 από το οποίο ρυθμίζονται η περιοχή που θα γίνει η καταγραφή, το πόσα frames ανά λεπτό θα καταγράφονται και σε ποιόν φάκελο θα αποθηκευτεί το αρχείο (.avi).

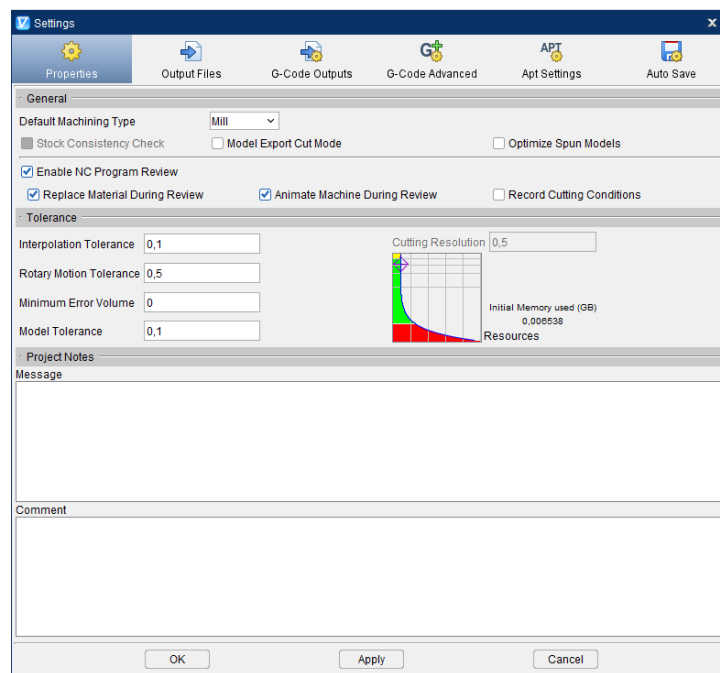


Η καρτέλα “Project” περιέχει διάφορες δυνατότητες όπως η εμφάνιση του δέντρου του πρότζεκτ σε περίπτωση που αυτό έχει εξαφανιστεί από κίνηση του χρήστη, η ενεργοποίηση του “Tool Manager” και η ρύθμιση διάφορων παραμέτρων του πρότζεκτ καθώς και όλες τις αντισταθμίσεις. Το “Setup” είναι όλη η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως με τη συμπλήρωση των παραμέτρων του δέντρου σχήμα 2.3 (β). Έχοντας ανοίξει ένα καινούριο πρότζεκτ στο VERICUT υπάρχει επίσης η δυνατότητα να εισαχθεί έτοιμο το setup από κάποιο άλλο πρότζεκτ. Στο “Simulation Settings” γίνεται να αλλάξουν κάποιες παράμετροι της προσομοίωσης όπως ποιο θα είναι το ενεργό σύστημα συντεταγμένων, η ανάλυση η οποία μπορεί να ρυθμίζεται αυτόματα ή χειροκίνητα από τον χρήστη και άλλες ρυθμίσεις όπως η απενεργοποίηση του animation που χρησιμοποιείται κυρίως για ταχύτερη προσομοίωση. Από το “Utilities” γίνεται να οριστεί χειροκίνητα η αντιστάθμιση το κοπτικού όπως θα γινόταν και σε έναν συμβατικό τόρνο ή φρέζα. Τέλος από το “View Controls” βελτιώνεται η ανάλυση και υπάρχουν διάφορες επιλογές για τη διαρρύθμιση των προβολών του VERICUT.



Σχήμα 2.17: Καρτέλα “Project”

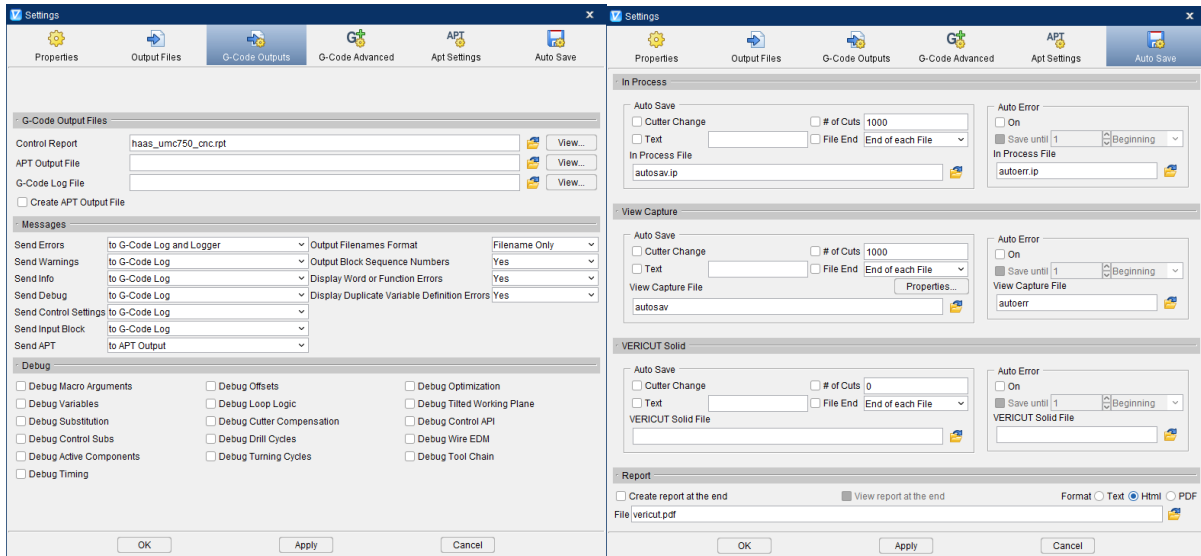
Στο “Settings” της κατηγορίας “Project” ευρίσκονται ρυθμίσεις που αφορούν κυρίως τα αρχεία εξόδου.



Σχήμα 2.18: Παράθυρο “Settings” κατηγορία “Properties”

Στο σχήμα 2.18 υπάρχουν έξι κατηγορίες. Στην κατηγορία “Properties” επιλέγονται ρυθμίσεις που αφορούν ανοχές κατεργασίας και όρια σφάλματος. Στην κατηγορία “Output Files” επιλέγεται η τοποθεσία όπου θα αποθηκευτούν τα αρχεία εξόδου. Στην κατηγορία “G-Code Outputs” υπάρχουν ρυθμίσεις για το τι πληροφορίες θα εξέρχονται από την προσομοίωση

που αφορούν τον κώδικα και που αυτές θα αποθηκεύονται. Στην κατηγορία “G-Code Advanced” υπάρχουν ανώτερες ρυθμίσεις που αφορούν τον κώδικα και στην κατηγορία “Apt-Settings” υπάρχουν επιπρόσθετες ρυθμίσεις που αφορούν τη φύση και τα όρια των κινήσεων που εκτελεί το εκάστοτε εργαλείο κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Τέλος στην κατηγορία “Auto Save” σχήμα 2.19 (β) υπάρχουν επιλογές για αυτόματη αποθήκευση δεδομένων κατά τη διάρκεια της κατεργασίας, αυτόματη αποθήκευση στιγμιότυπων και αρχείων που αφορούν το τελικό τεμάχιο ως στερεό.

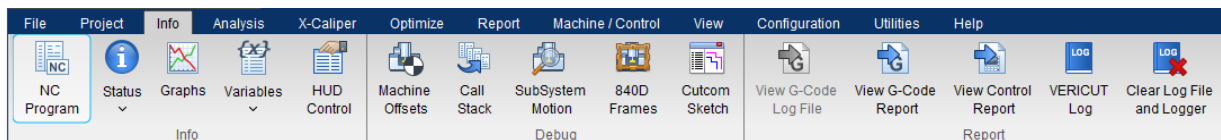


(α)

(β)

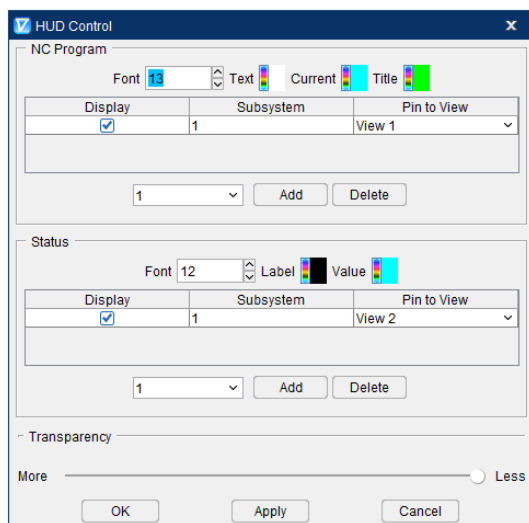
Σχήμα 2.19: Settings (α) G-Code Outputs, (β) Auto Save

Στην καρτέλα “Info” βρίσκονται διάφορες πληροφορίες για το πρότζεκτ. Δίνεται αναλυτικά το NC πρόγραμμα και μπορεί να εξεταστεί αυτόματα η σύνταξή του. Μπορούν επίσης δημιουργηθούν διάφορα γραφήματα τα οποία αφορούν την κοπή και να ελεγχθούν διάφορες παράμετροι της κοπής σε συνάρτηση με τον χρόνο. Πέρα από, στο πλαίσιο “Variables” εμφανίζονται αναλυτικά όλες οι ενεργές αντισταθμίσεις κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης και μπορούν να πραγματοποιηθούν διάφορες αλλαγές σε περίπτωση που αυτό χρειάζεται. Τέλος στο πλαίσιο “Report” υπάρχουν αναλυτικές αναφορές που αφορούν NC πρόγραμμα καθώς και την ηλεκτρονική καθοδήγηση.



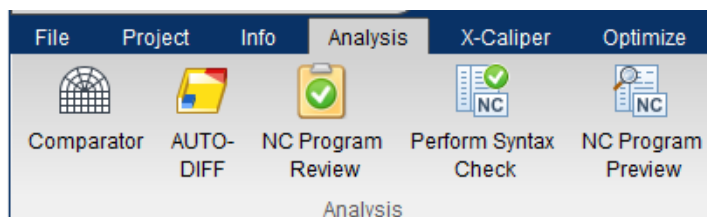
Σχήμα 2.20: Καρτέλα “Info”

Ενδιαφέρον εδώ έχει το “HUD Control” [σχήμα 2.21](#) που δίνει δυνατότητες εμφάνισης μικρών παραθύρων για την εμφάνιση του κώδικα και την κατάσταση του κοπτικού εργαλείου. Τα δεδομένα αυτών των παραθύρων είναι ζωντανά και αλλάζουν κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Στο παράθυρο του κώδικα φαίνεται ανά πάσα στιγμή ποια σειρά εκτελείται και στο παράθυρο της κατάστασης του κοπτικού εργαλείου φαίνεται η ακριβής θέση του εργαλείου σε όλους τους άξονες και το πλήθος των σφαλμάτων ή τον προειδοποιήσεων που μπορεί να εμφανίσει το VERICUT.

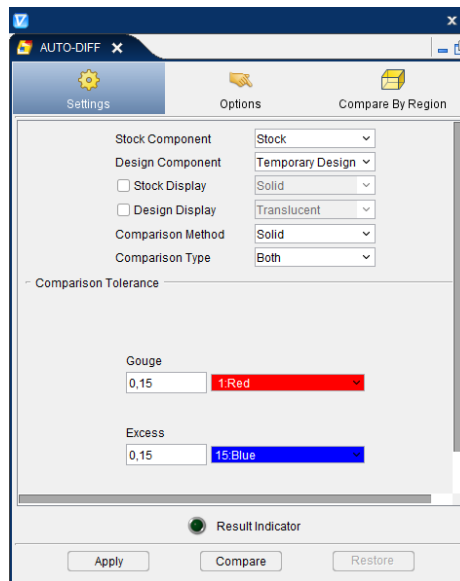


Σχήμα 2.21: HUD Control

Στην καρτέλα “Analysis” υπάρχουν ξανά οι επιλογές ελέγχου σύνταξης του NC προγράμματος. Πέρα από αυτό υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθεί ένα τρισδιάστατο σχέδιο το οποίο θα είναι το τελικό τεμάχιο που θα πρέπει να προκύπτει μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης, το οποίο όμως θα έχει με ακρίβεια ορισμένες τις διαστάσεις. Έτσι με τη λειτουργία “AUTO-DIFF” το VERICUT μπορεί να διασταυρώσει το τεμάχιο που προέκυψε από την κατεργασία με το τρισδιάστατο σχέδιο που έχει προσφέρει ο χρήστης και να ανιχνεύσει πιθανά διαστατικά ή τεχνικά λάθη κατά την κατεργασία. Ανοίγοντας το “AUTO-DIFF” ρυθμίζονται τα όρια των ανοχών που επιθυμεί ο χρήστης

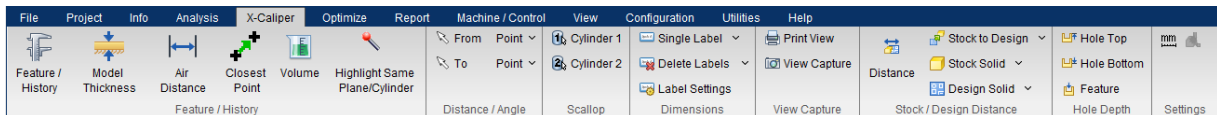


Σχήμα 2.22: Καρτέλα “Analysis”



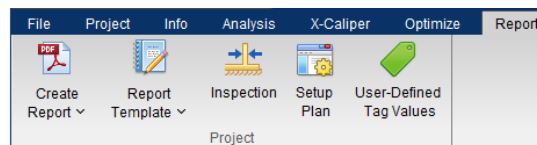
Σχήμα 2.23: AUTO-DIFF

Στην καρτέλα “X-CALIPER” υπάρχει ένα σύνολο δυνατοτήτων μέτρησης πάνω στο τελικό τεμάχιο. Δύναται να μετρηθεί το πάχος σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, η διάμετρος ενός κυλίνδρου ή ακόμα και απλή απόσταση από ένα σημείο σε ένα άλλο είτε αυτό είναι ένα τυχαίο σημείο είτε ακμή είτε κέντρο ενός κύκλου. Τέλος μπορεί να μετρηθεί η κορυφή ή ο πυθμένας μίας τρύπας ή και γενικά η διάσταση κάποιου συγκεκριμένου χαρακτηριστικού.



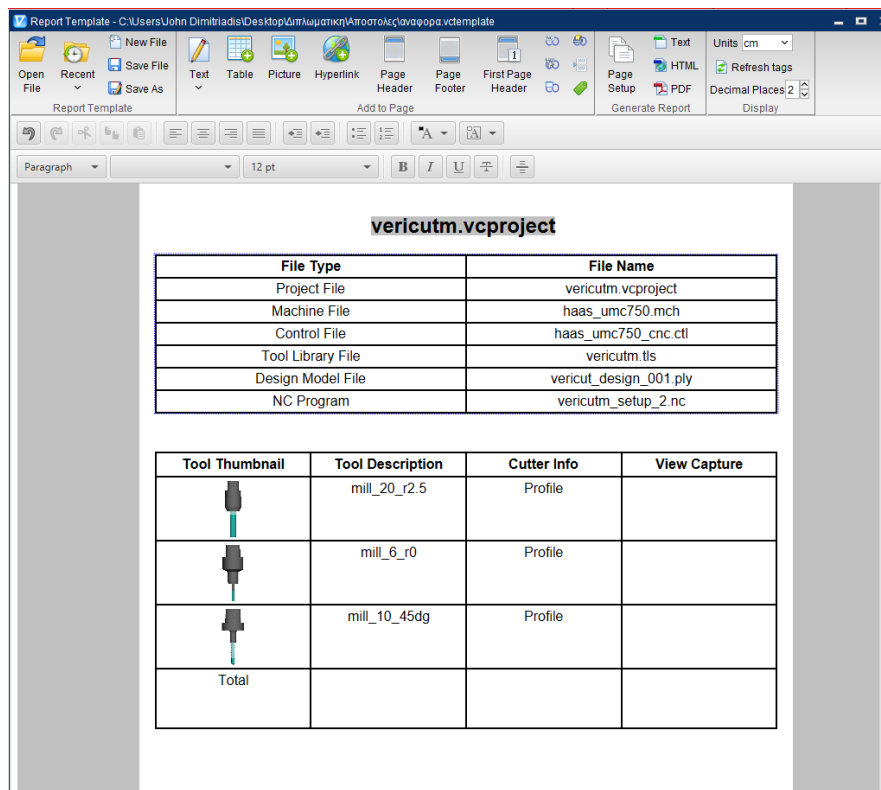
Σχήμα 2.24: Καρτέλα “X-Caliper”

Στην καρτέλα “Report” υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθεί μια αναλυτική αναφορά για την προσομοίωση της κατεργασίας. Οι πληροφορίες που θα εμφανίζονται στην αναφορά μπορούν να αλλάζουν ανάλογα με τις απαιτήσεις. Τέλος μπορούν να πραγματοποιηθούν διάφοροι τελευταίοι έλεγχοι όσον αφορά τις διαστάσεις του τελικού τεμαχίου



Σχήμα 2.25: Καρτέλα “Report”

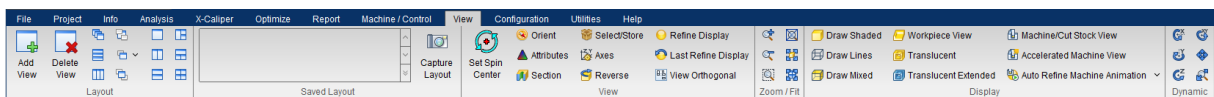
Πατώντας την επιλογή “Report Template” εμφανίζεται ένα δεύτερο παράθυρο από το οποίο δίνεται η δυνατότητα να δημιουργηθεί ένα πρότυπο αναφορών σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη.



Σχήμα 2.26: Report Template

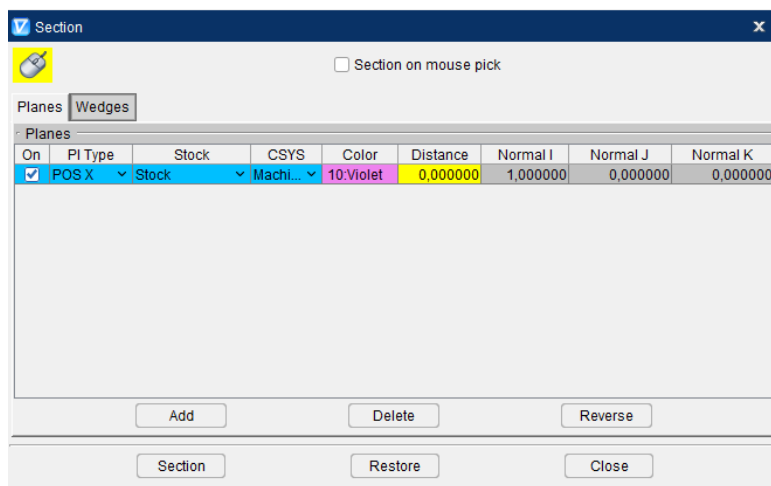
Μέσα σε μία τέτοια αναφορά μπορούν να εισαχθούν πληροφορίες για τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση και τον τύπο τους, αναλυτικοί πίνακες εργαλείων με ονόματα, περιγραφές, διαστάσεις και χρόνους χρήσης του κάθε εργαλείου. Πίνακες με τα αναλυτικά αποτελέσματα του “AUTO-DIFF” και φυσικά ώρα, ημερομηνία, οποιοσδήποτε τύπος φωτογραφίας και το όνομα του προγραμματιστή ή εν γένει του υπεύθυνου μηχανικού. Το πρότυπο αντιμετωπίζεται εξ’ολοκλήρου σαν ένα κενό αρχείο Word με τη μόνη διαφορά ότι το VERICUT παρέχει κάποιους έτοιμους τύπους πινάκων τους οποίους ο κάθε χρήστης μπορεί να μεταποιήσει ανάλογα με τις απαιτήσεις του.

Στη καρτέλα “View” μπορεί να επεξεργαστεί η μορφή με την οποία προβάλεται η προσομοίωση. Όπως και πριν έτσι και τώρα γίνεται να επιλεγούν διάφορες διαρρυθμίσεις όσον αφορά τις διαθέσιμες προβολές. Μπορεί κανείς να αποθηκεύσει και να επιλέξει έναν συνδυασμό προβολών ή μια προβολή υπό συγκεκριμένη γωνία την οποία θα έχει κατασκευάσει ο ίδιος. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας τομής ή αναστροφής του τεμαχίου και επίσης διόρθωσης της ανάλυσής του. Όμως όλες αυτές οι δυνατότητες εφαρμόζονται μόνο στην προβολή “Workpiece” και όχι στις υπόλοιπες.



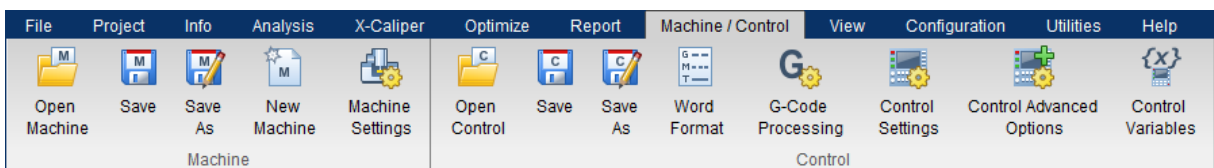
Σχήμα 2.27: Καρτέλα “View”

Ανοίγοντας την επιλογή “Section” για δημιουργία τομής εμφανίζεται ένα δεύτερο παράθυρο με τις επιλογές “Planes” και “Wedges” στην κορυφή, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.28. Με την επιλογή “Planes” πραγματοποιούνται τομές σε ένα επίπεδο πάνω στο τεμάχιο ενώ με την επιλογή “Wedges” πραγματοποιούνται τομές πάνω σε δύο επίπεδα τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους.



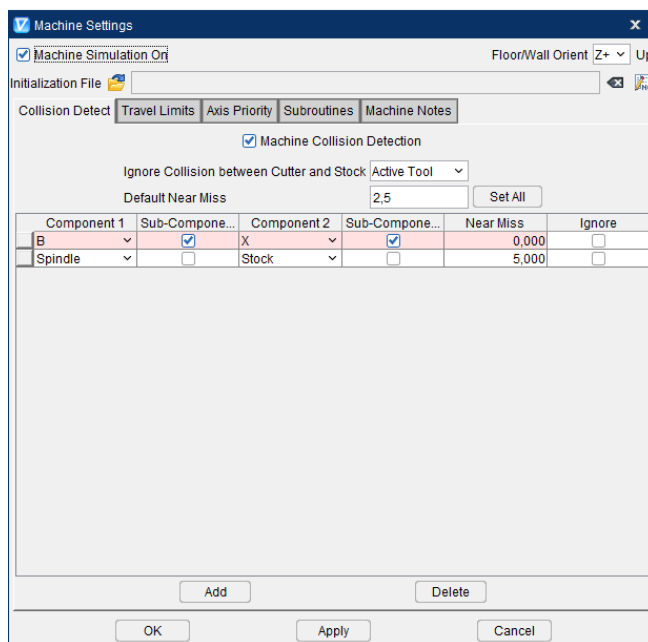
Σχήμα 2.28: Section

Στη καρτέλα “Machine/Control” βρίσκονται οι δυνατότητες δημιουργίας νέας μηχανής ή ρύθμισης διαφόρων παραμέτρων της παρούσας μηχανής καθώς και δημιουργίας νέας ηλεκτρονικής καθοδήγησης οι οποία δεν θα μας απασχολήσει στη παρούσα εργασία.



Σχήμα 2.28: Καρτέλα “Machine/Control”

Στην επιλογή “Machine Settings” υπάρχουν ρυθμίσεις για την αναγνώριση και την προειδοποίηση σύγκρουσης, τα όρια μετατόπισης του εργαλείου και την προτεραιότητα αξόνων και δημιουργία σχέσεων μεταξύ τους. Στην κατηγορία “Subroutines” μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν υπορουτίνες από το πρότζεκτ και τέλος στην κατηγορία Machine Notes υπάρχουν πεδία για σημειώσεις που ίσως να θέλει να συμπληρώσει ο κάθε χρήστης για τη συγκεκριμένη μηχανή.



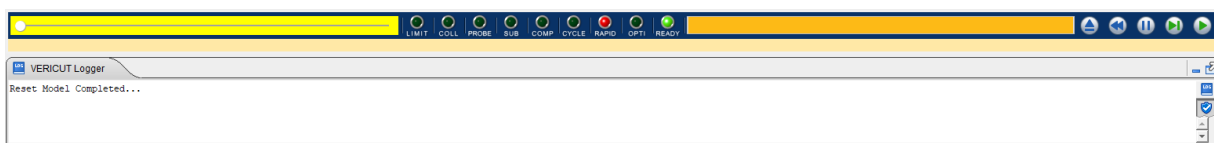
Σχήμα 2.30: Machine Settings

Οι καρτέλες “Configuration”, “Utilites” και “Help” δεν θα μας απασχολήσουν στην παρούσα εργασία.

## 2.5 Προσομοίωση

Ολοκληρώνοντας όλες τις παραπάνω διαδικασίες φτάνουμε στο στάδιο της πραγματοποίησης της προσομοίωσης. Η διαχείριση της προσομοίωσης γίνεται από τα χειριστήρια κουμπιά που βρίσκονται στο κάτω μέρος του παραθύρου [σχήμα 2.31](#). Αριστερά, πάνω στο [σχήμα 2.31](#), βρίσκεται μία μπάρα με την οποία ρυθμίζεται η ταχύτητα με την οποία εκτελείται η προσομοίωση.

Στη μέση υπάρχουν κάποιες λυχνίες με τις οποίες παρέχονται κάποιες πληροφορίες στον χρήστη. Η λυχνία “LIMIT” ενεργοποιείται με κόκκινο χρώμα και για να προειδοποιήσει σε περίπτωση που το κοπτικό εργαλείο ξεπεράσει τα όρια κίνησης που έχουν οριστεί. Το “COLL” ενεργοποιείται και πάλι με κόκκινο χρώμα όταν υπάρχει σύγκρουση κατά την κατεργασία. Η λυχνία “Probe” είναι ενεργοποιημένη με πράσινο όταν αντί για κοπτικό εργαλείο είναι τοποθετημένη η κεφαλή τρισδιάστατης μέτρησης με επαφή. Η λυχνία “Sub” είναι ενεργοποιημένη και πάλι με πράσινο όταν η κατεργασία από το κυρίως NC-πρόγραμμα έχει μεταπηδήσει στο υποπρόγραμμα. Το “COMP” είναι ενεργοποιημένο όταν είναι ενεργοποιημένη και η αντιστάθμιση και το “CYCLE” όταν εκτελείται κάποιος κύκλος κατεργασίας. Η λυχνία “Rapid” είναι ενεργοποιημένη με κόκκινο όταν το εργαλείο κινείται γρήγορα χωρίς να κόβει (G00) ενώ με πράσινο είναι όταν πραγματοποιείται κοπή. Το “OPTI” είναι ενεργοποιημένο όταν είναι ενεργοποιημένη η βελτιστοποίηση και τέλος η λυχνία “READY” είναι με πράσινο όταν το VERICUT είναι έτοιμο να εκτελέσει κάποια προσομοίωση και με κόκκινο όταν εκτελείται προσομοίωση.



Σχήμα 2.31: Πεδία χειρισμού προσομοίωσης

Η κίτρινη μπάρα στα δεξιά προβάλλει το ποσοστό του NC- προγράμματος που έχει εκτελεστεί και ακόμα πιο δεξιά είναι τα κύρια πλήκτρα ελέγχου. Το πρώτο επαναφέρει το μοντέλο στην αρχική του κατάσταση σε περίπτωση που έχει ολοκληρωθεί ήδη κάποια προσομοίωση. Το δεύτερο επαναφέρει το NC-πρόγραμμα στην αρχή, στη πρώτη σειρά κώδικα. Το τρίτο πλήκτρο σταματά προσωρινά τη προσομοίωση. Με το τέταρτο πλήκτρο πατώντας το διαδοχικά εκτελούνται μία προς μία οι εντολές του κώδικα και τέλος με το τελευταίο πλήκτρο ξεκινάει η εκτέλεση κανονικά της προσομοίωσης. Πατώντας δεξί κλικ στο πλήκτρο έναρξης γίνεται να οριστούν διάφοροι περιορισμοί υπό τους οποίους η προσομοίωση θα παύει, όπως για παράδειγμα κάποια συγκεκριμένη σειρά του κώδικα που ίσως να είναι κρίσιμη ή να σταματήσει άμα εμφανιστεί κάποια προειδοποίηση ή κάποιο λάθος. Πατώντας δεξί κλικ τέταρτο πλήκτρο υπάρχουν κάποιες δυνατότητες ως προς τα υποπρόγραμμα. Γίνεται να μεταπηδήσουμε σε κάποιο υποπρόγραμμα ή να προσπεράσουμε κάποιο υποπρόγραμμα.

Τέλος στο κάτω μέρος υπάρχει ένα πλαίσιο που ονομάζεται "VERICUT Logger". Εκεί θα εμφανίζονται όλες οι προειδοποιήσεις και τα λάθη, αναλυτικά, που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας προσομοίωσης όπως για παράδειγμα σύγκρουση ή αφαίρεση υλικού με μεγάλη ταχύτητα και άλλα. Πέρα από αυτά όλες οι μετρήσεις που ίσως παρθούν με το "X-Caliper" εμφανίζονται εκεί.



### 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΤΟΛΩΝ

#### 3.1 Γενικές γνώσεις

Για τον προγραμματισμό εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου (CNC) χρησιμοποιείται το πρότυπο ISO 6983 το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο εντολών που ξεκινάνε με το γράμμα G ή το γράμμα M. Συνήθως οι G εντολές είναι οι κύριες και οι M είναι βοηθητικές. Πέρα από αυτά έχουν οριστεί και κάποιες παράμετροι οι οποίες φαίνονται παρακάτω.

- **N** Αριθμός γραμμής
- **F** Πρόωση
- **S** Στροφές ατράκτου
- **X** Απόλυτη θέση στον άξονα x
- **Y** Απόλυτη θέση στον άξονα y
- **Z** Απόλυτη θέση στον άξονα z
- **I** Σχετική θέση κέντρου κύκλου ως προς τον άξονα x, όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη
- **J** Σχετική θέση κέντρου κύκλου ως προς τον άξονα y
- **K** Σχετική θέση κέντρου κύκλου ως προς τον άξονα z, όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη
- **C** Γωνία περιστροφής ως προς τον άξονα z
- **U** Βοηθητικός άξονας για τον άξονα x, όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη
- **W** Βοηθητικός άξονας για τον άξονα z, όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη
- **R** Ακτίνα τόξου, όρισμα σε κύκλο κατεργασίας
- **P** Χρόνος καθυστέρησης σε δευτερόλεπτα, όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη
- **Q** Όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη
- **T** Επιλογή εργαλείου
- **L** Όρισμα σε κύκλο κατεργασίας ή υπορουτίνη

Όπως προαναφέρθηκε, στη παρούσα διπλωματική ακολουθήθηκε η ψηφιακή καθοδήγηση της HAAS. Αυτή εφαρμόστηκε σε επιλεγμένες G εντολές από το σύνολο του πίνακα 3.1, οι χρωματισμένες είναι οι επιλεγμένες εντολές που και θα αναλυθούν παρακάτω.

α/α	Όνομα εντολής	Περιγραφή
1	G00	Ευθύγραμμη ταχεία κίνηση
2	G01	Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή
3	G02	Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή
4	G03	Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή
5	G04	Χρονική καθυστέρηση
6	G05	Έλεγχος περιστροφής ατράκτου με υψηλή ακρίβεια
7	G09	Ακριβές σταμάτημα, μη τυπική σύνταξη
8	G10	Ρύθμιση αντιστάθμισης
9	G14	Μεταφορά πρωτεύουσας κίνησης σε δευτερεύοντα άξονα
10	G15	Επαναφορά πρωτεύουσας κίνησης στον κύριο άξονα
11	G17	Κατεργασία στο XY επίπεδο

12	G18	Κατεργασία στο ZX επίπεδο
13	G19	Κατεργασία στο YZ επίπεδο
14	G20	Επιλογή Αγγλοσαξονικού συστήματος μέτρησης
15	G21	Επιλογή Μετρικού συστήματος μέτρησης
16	G28	Επιστροφή στο μηδενικό σημείο της μηχανής μέσω σημείου αναφοράς
17	G29	Επιστροφή μέσω G29 σημείου αναφοράς
18	G31	Κοπή μέχρι ενεργοποίηση παράκαμψης εντολής
19	G32	Σπειρωτόμηση
20	G40	Απενεργοποίηση αντιστάθμισης
21	G41	Ενεργοποίηση αριστερής αντιστάθμισης
22	G42	Ενεργοποίηση δεξιάς αντιστάθμισης
23	G50	Ορισμός μέγιστης ταχύτητας περιστροφής ατράκτου
24	G51	Επιστροφή στο μηδενικό σημείο της μηχανής, ακύρωση αντιστάθμισης
25	G52	Ορισμός τοπικού συστήματος συντεταγμένων
26	G53	Επιλογή συστήματος συντεταγμένων
27	G54	Σύστημα συντεταγμένων #1
28	G55	Σύστημα συντεταγμένων #2
29	G56	Σύστημα συντεταγμένων #3
30	G57	Σύστημα συντεταγμένων #4
31	G58	Σύστημα συντεταγμένων #5
32	G59	Σύστημα συντεταγμένων #6
33	G61	Ακριβές σταμάτημα, τυπική σύνταξη
34	G64	Ακύρωση ακριβούς σταματήματος
35	G65	Κάλεσμα υπορουτίνας
36	G70	Κύκλος αποπεράτωσης
37	G71	Κύκλος διαμήκους τόρνευσης
38	G72	Κύκλος εγκάρσιας τόρνευσης
39	G73	Κύκλος τόρνευσης επαναλαμβανόμενου προφίλ
40	G74	Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης
41	G75	Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης
42	G76	Κύκλος σπειρωτόμησης πολλαπλών επαναλήψεων
43	G77	Κύκλος δημιουργίας επίπεδης επιφάνειας
44	G80	Ακύρωση κυλινδρικού κύκλου
45	G81	Κύκλος διάτρησης
46	G82	Κύκλος διάτρησης με χρονική παύση
47	G83	Κύκλος διάτρησης σταθερού βήματος
48	G84	Κύκλος σπειρωτόμησης με κολαούζο
49	G85	Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής
50	G86	Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής με σταμάτημα της ατράκτου
51	G87	Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής με ρυθμιζόμενη απομάκρυνση
52	G88	Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής με χρονική παύση και ρυθμιζόμενη απομάκρυνση

53	G89	Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής με χρονική παύση
54	G90	Κύκλος εκχώνδρισης
55	G92	Κύκλος σπειρωτόμησης
56	G94	Κύκλος αποπεράτωσης προσώπου
57	G95	Κύκλος σπειρωτόμησης με κολαούζο με πρωτεύουσα κίνηση στο εργαλείο
58	G96	Ενεργοποίηση σταθερής επιφανειακής ταχύτητας
59	G97	Απενεργοποίηση σταθερής επιφανειακής ταχύτητας
60	G98	Πρόωση ανά λεπτό (mm/min)
61	G99	Πρόωση ανά περιστροφή (mm/rev)
62	G100	Ενεργοποίηση λειτουργίας αντικατοπτρισμού εικόνας
63	G101	Απενεργοποίηση λειτουργίας αντικατοπτρισμού εικόνας
64	G102	Προγραμματίσιμη έξοδος στο RS-232
65	G103	Περιορισμός πλήθους σειρών προανάγνωσης
66	G105	Εντολή ενεργοποίησης σερβομπάρας
67	G110-G111	Τοποθέτηση αντιστάθμισης κατεργασίας #7-#8
68	G112	Μετατροπή από καρτεσιανές σε πολικές συντεταγμένες
69	G113	Ακύρωση μετατροπής από καρτεσιανές σε πολικές συντεταγμένες
70	G114-G129	Τοποθέτηση αντιστάθμισης κατεργασίας #9-#24
71	G159	Αναστροφή τεμαχίου
72	G160	Ενεργοποίηση χειρισμού APL αξόνων
73	G161	Απενεργοποίηση χειρισμού APL αξόνων
74	G184	Κύκλος ανάστροφης σπειρωτόμησης με κολαούζο
75	G187	Καθοδήγηση ακρίβειας
76	G194	Κύκλος σπειρωτόμησης με κολαούζο με χρήση δευτερεύουσας ατράκτου
77	G195	Κύκλος ακτινικής σπειρωτόμησης με κολαούζο με πρωτεύουσα κίνηση στο εργαλείο
78	G196	Κύκλος ακτινικής ανάστροφης σπειρωτόμησης με κολαούζο με πρωτεύουσα κίνηση στο εργαλείο
79	G200	Άμεση αλλαγή εργαλείου

Πίνακας 3.1: Σύνολο εντολών στην ψηφιακή καθοδήγηση της HAAS.

Κατά αντιστοιχία υπάρχει και ένα μεγάλο σύνολο M εντολών, ωστόσο αυτές που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία είναι αυτές του πίνακα 3.2.

α/α	Όνομα εντολής	Περιγραφή
1	M03	Δεξιόστροφη περιστροφή ατράκτου
2	M04	Αριστερόστροφη περιστροφή ατράκτου
3	M05	Σταμάτημα περιστροφής ατράκτου
4	M06	Αλλαγή εργαλείου
5	M30	Τέλος προγράμματος
6	M99	Τέλος υπορουτίνας και επιστροφή στο κυρίως πρόγραμμα

Πίνακας 3.2: Βασικές M εντολές

## 3.2 Ευθύγραμμη κίνηση

### 3.1.1 G00 Ευθύγραμμη ταχεία κίνηση

Η G00 χρησιμοποιείται για να μετατοπιστεί το εργαλείο όταν δεν έρχεται σε επαφή με το κατεργαζόμενο τεμάχιο, δηλαδή όταν δεν πραγματοποιείται κοπή.

**Σύνταξη:** G00 X... Z...

Όπου X η συντεταγμένη του τελικού σημείου στον άξονα x και Z η συντεταγμένη του τελικού σημείου στον άξονα z.

### 3.1.2 G01 Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή

**Σύνταξη:** G01 X... Z...

Όπου X η συντεταγμένη του τελικού σημείου στον άξονα x και Z η συντεταγμένη του τελικού σημείου στον άξονα z.

## 3.3 Κυκλική κίνηση με κοπή

### 3.3.1 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή

Πρώτος τρόπος

**Σύνταξη:** G02 X... Z... R...

Όπου R η ακτίνα του κύκλου πάνω στον οποίο θα κινηθεί το κοπτικό εργαλείο.

Δεύτερος τρόπος

**Σύνταξη:** G02 X... Z... I... K...

Όπου I η απόσταση του κέντρου του κύκλου στον άξονα x σε σχέση με το αρχικό σημείο της κυκλικής κοπής και K η απόσταση του κέντρου του κύκλου στον άξονα z σε σχέση με το αρχικό σημείο της κυκλικής κοπής.

### 3.3.2 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή

Πρώτος τρόπος

**Σύνταξη:** G03 X... Z... R...

Όπου R η ακτίνα του κύκλου πάνω στον οποίο θα κινηθεί το κοπτικό εργαλείο.=

Δεύτερος τρόπος

**Σύνταξη:** G03 X... Z... I... K...

Όπου I η απόσταση του κέντρου του κύκλου στον άξονα x σε σχέση με το αρχικό σημείο της κυκλικής κοπής και K η απόσταση του κέντρου του κύκλου στον άξονα z σε σχέση με το αρχικό σημείο της κυκλικής κοπής.

### 3.4 Χρονική καθυστέρηση

**Σύνταξη:** G04 P...

Όπου P η χρονική καθυστέρηση σε δευτερόλεπτα.

### 3.5 Επιλογή επιπέδου κατεργασίας

Οι εντολές **G17**, **G18**, **G19** ανήκουν στην κατηγορία των ρυθμίσεων, έτσι δεν υπάρχει για αυτές σύνταξη. Επιλέγοντας μία από αυτές η κατεργασία θα πραγματοποιηθεί στο επίπεδο **XY**, **ZX** και **YZ** αντίστοιχα. Συνήθως στον τόρνο επιλέγεται το επίπεδο ZX συνεπώς η εντολή G18. Στην αρχή του κάθε προγράμματος αναγράφονται όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις για την υλοποίηση του προγράμματος. Μία από αυτές είναι και το επίπεδο κατεργασίας.

### 3.6 Επιλογή συστήματος μέτρησης

Για την επιλογή του συστήματος μέτρησης υπάρχουν πάλι δύο εντολές οι οποίες αποτελούν ρυθμίσεις. Η **G20** για **Αγγλοσαξονικό** και η **G21** για **Μετρικό** σύστημα μέτρησης. Επίσης τοποθετούνται στην αρχή κάθε προγράμματος.

### 3.7 Σπειρωτόμηση

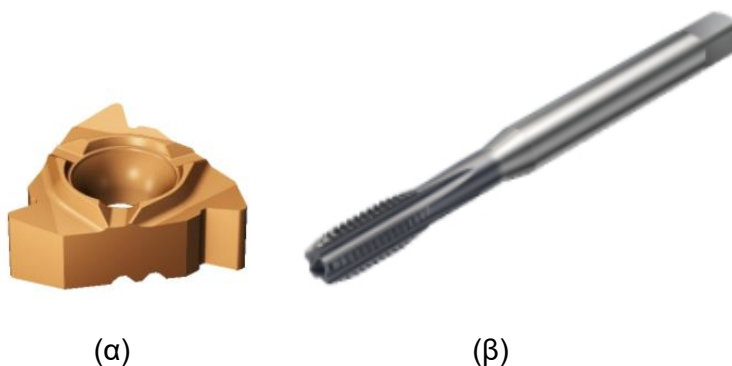
Η κατεργασία της σπειρωτόμησης χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες. Η σπειρωτόμηση με κοπτικό πλακίδιο σχήμα 3.1 (α) που χρησιμοποιείται για σπειρώματα σε μεγάλες διαμέτρους (threading) και η σπειρωτόμηση με κολαούζο σχήμα 3.1 (β) που χρησιμοποιείται για μικρότερες διαμέτρους (tapping). Για την κατεργασία threading θα αναλυθούν τρεις εντολές ενώ για την κατεργασία tapping μία.

### 3.7.1 Threading

#### 3.7.1.1 Απλή σπειρωτόμηση

**Σύνταξη:** G32 X... Z... F...

Όπου F η πρόωση σε χιλιοστά ανά περιστροφή (mm/rev).



Σχήμα 3.1: (α) Κοπτικό πλακίδιο για κατεργασία σπειρώματος. (β) Κολαούζο

#### 3.7.1.2 Κύκλος σπειρωτόμησης πολλαπλών επαναλήψεων

**Σύνταξη:** G76 D... F... K... P... X... Z...

Όπου D το βάθος κοπής της πρώτης επανάληψης, F η πρόωση σε χιλιοστά ανά περιστροφή (mm/rev), K το ύψος του σπειρώματος (εισάγεται ακτινικά) και P μία επιλογή από τις παρακάτω:

- P1: κοπή μονής φορές με σταθερή ποσότητα αφαίρεσης υλικού
- P2: κοπή διπλής φορές με σταθερή ποσότητα αφαίρεσης υλικού
- P3: κοπή μονής φορές με σταθερό βάθος κοπής
- P4: κοπή διπλής φορές με σταθερό βάθος κοπής

#### 3.7.1.3 Κύκλος σπειρωτόμησης

**Σύνταξη:** G92 X... Z... F...

Η διαφορά μεταξύ G32 και G92 είναι ότι η G32 αναγνωρίζεται από την εργαλειομηχανή σαν απλή εντολή όπως οι G00 και G01. Αντίθετα η G92 αναγνωρίζεται ως κύκλος κατεργασίας, αλλά κατά βάση συντάσσονται με τον ίδιο τρόπο και εκτελούν την ίδια κατεργασία. Επίσης στην G92 υπάρχει η δυνατότητα να ρυθμιστεί η γωνία έναρξης του σπειρώματος. Αλλά αυτό δεν θα μας απασχολήσει στην παρούσα εργασία.

### 3.7.2 Tapping

**Σύνταξη:** G84 F... S... Z...

Όπου S η ταχύτητα περιστροφής του τσοκ.

### **3.8 Αντιστάθμιση κοπτικού εργαλείου**

Η αντιστάθμιση κοπτικού εργαλείου είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ούτως ώστε να συνυπολογιστούν οι διαστάσεις της ακμής του κοπτικού εργαλείου κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Η ακμή του κοπτικού εργαλείου αποτελείται από έναν κύκλο που έχει κέντρο και ακτίνα. Ανά πάσα στιγμή ο προγραμματιστής προγραμματίζει το κέντρο αυτού του κύκλου και η ακτίνα συνυπολογίζεται ενεργοποιώντας κάποια από τις εντολές αντιστάθμισης. Συνήθως πριν τοποθετηθεί ένα εργαλείο στη μηχανή, γίνεται καταμέτρηση των διαστάσεων του καθώς και της ακτίνας της ακμής και αυτές οι διαστάσεις καταγράφονται στο κέντρο ελέγχου της μηχανής. Έτσι ενεργοποιώντας μια εντολή αντιστάθμισης, αμέσως συνυπολογίζεται η ακτίνα της ακμής στο ενεργό εργαλείο σύμφωνα με τις καταγεγραμμένες διαστάσεις. Οι εντολές αντιστάθμισης αποτελούν ρυθμίσεις, συνεπώς δεν υπάρχει σύνταξη για αυτές.

#### **3.8.1 Αριστερή αντιστάθμιση**

Η εντολή G41 επιλέγεται όταν πραγματοποιείται κατεργασία από τα δεξιά προς τα αριστερά ή από κάτω προς τα πάνω ή και τα δύο.

#### **3.8.2 Δεξιά αντιστάθμιση**

Η εντολή G42 επιλέγεται όταν πραγματοποιείται κατεργασία από τα αριστερά προς τα δεξιά ή από πάνω προς τα κάτω ή και τα δύο.

#### **3.8.3 Ακύρωση αντιστάθμισης**

Για να απενεργοποιηθεί οποιαδήποτε ενεργή αντιστάθμιση κοπτικού εργαλείου χρησιμοποιείται η εντολή G40.

### **3.9 Ενεργά συστήματα συντεταγμένων**

Σε κάθε εργαλειομηχανή υπάρχουν κάποιες θέσεις μνήμης στις οποίες δύναται να αποθηκευτούν συστήματα συντεταγμένων τα οποία έχουν οριστεί από τον χρήστη. Αυτές οι θέσεις συνήθως είναι έξι και λαμβάνουν τις εντολές G54 έως G59. Επιλέγοντας μία από αυτές, το αντίστοιχο σύστημα συντεταγμένων θεωρείται ως ενεργό, που σημαίνει ότι όλες οι διαστάσεις έχουν παρθεί από αυτό. Σε πολύπλοκες κατεργασίες που πραγματοποιούνται σε μεγάλα κέντρα κατεργασίας μπορεί να είναι δύο ή και παραπάνω συστήματα συντεταγμένων ενεργά την ίδια στιγμή. Στις κατεργασίες που πραγματοποιήθηκαν για την παρούσα διπλωματική ήταν αναγκαίο μόνο ένα σύστημα συντεταγμένων, συνεπώς έγινε χρήση μόνο της G54.

### **3.10 Κάλεσμα υπορουτίνας**

Υπορουτίνα είναι ένα δεύτερο πρόγραμμα το οποίο υπάρχει εκτός του κυρίως προγράμματος. Για να μεταπηδήσει το σύστημα από το ένα πρόγραμμα στο άλλο πρέπει να το “καλέσει”.

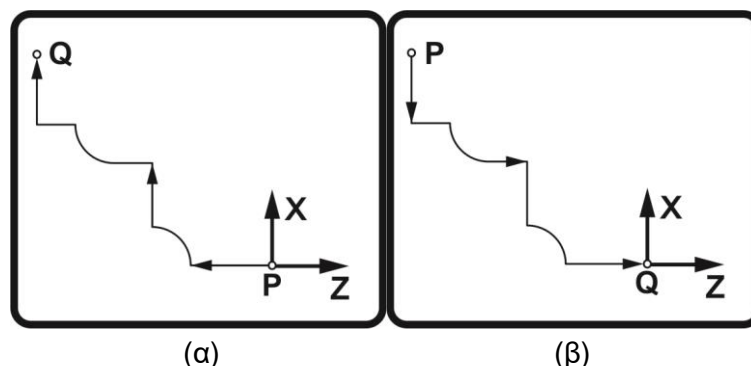
**Σύνταξη:** G65 P... L...

Όπου P το όνομα της υπορουτίνας και L το πλήθος των επαναλήψεων που θα εκτελεστεί η υπορουτίνα.

### 3.11 Κύκλοι κατεργασίας

#### 3.11.1 Κύκλοι ανάγνωσης προφίλ

Οι κύκλοι αυτής της κατηγορίας απαιτούν το τελικό προφίλ του τεμαχίου να περιγράφεται με απλές εντολές G01, G02 και G03 ξεκινώντας από το αρχικό σημείο του τεμαχίου και καταλήγοντας στο τελικό σημείο του. Για κάποιους κύκλους κατεργασίας το προφίλ πρέπει να εκκινεί από το κοντινότερο στο σύστημα συντεταγμένων σημείο και να καταλήγει στο μακρύτερο σχήμα 3.2 (α) και για κάποιους άλλους το ανάποδο σχήμα 3.2 (β).



Σχήμα 3.2: Κατεύθυνση περιγραφής προφίλ

##### 3.11.1.1 Κύκλος αποπεράτωσης

**Σύνταξη:** G70 P... Q...

Όπου P το αρχικό μπλοκ που περιγράφει το προφίλ και Q το τελικό μπλοκ. Το προφίλ πρέπει να περιγράφεται σύμφωνα με το σχήμα 3.2 (α). Έχοντας ολοκληρώσει όλες τις κατεργασίες, η G70 χρησιμοποιείται ως τελευταία εντολή για να γίνει το τελικό φινίρισμα. Μετά την εκτέλεσή της επιστρέφει στην επόμενη σειρά από αυτήν που βρίσκεται γραμμένη η εντολή και συνεχίζει ο κώδικας από εκεί. Αν για παράδειγμα η G70 είναι γραμμένη στη σειρά N15, μετά την εκτέλεσή της θα συνεχίσει από τη σειρά N16. Από τη στιγμή που είναι κύκλος αποπεράτωσης, φυσικό είναι το προφίλ να έχει γραφτεί ήδη κάπου πριν την εκτέλεση της G70 πχ N5 έως N10 και να έχει χρησιμοποιηθεί ήδη για την εκτέλεση κάποιας άλλης παρόμοιας εντολής.

##### 3.11.1.2 Κύκλος διαμήκους τόννευσης

**Σύνταξη:** 1<sup>ο</sup> μπλοκ: G71 U... R...

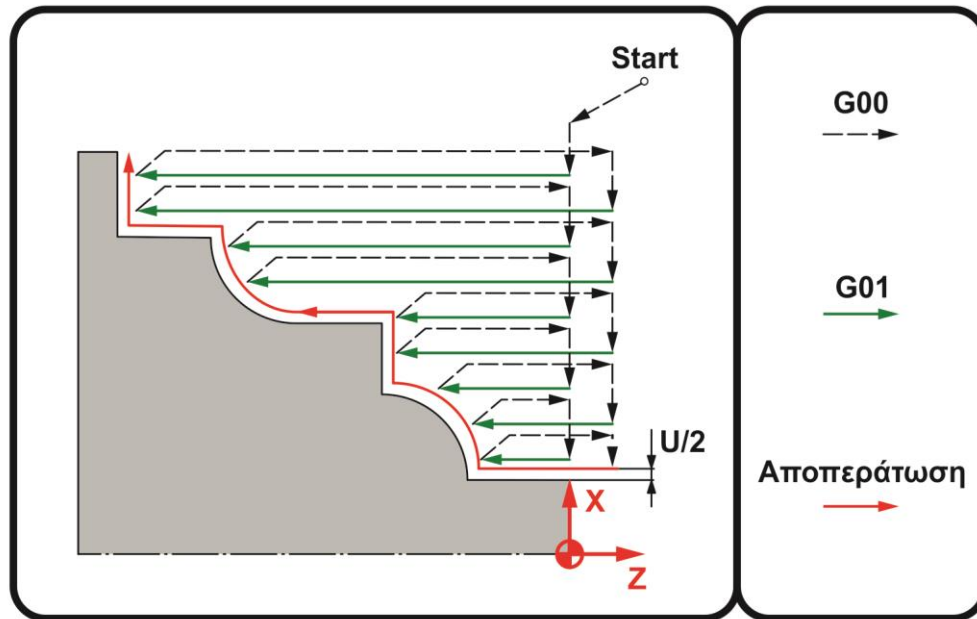
2<sup>ο</sup> μπλοκ: G71 I... K... P... Q... U... W...

Όπου:

- U του πρώτου μπλοκ το ακτινικό βάθος κοπής κάθε επανάληψης
- R η ακτινική απόσταση απομάκρυνσης το εργαλείου μετά από κάθε πέρασμα



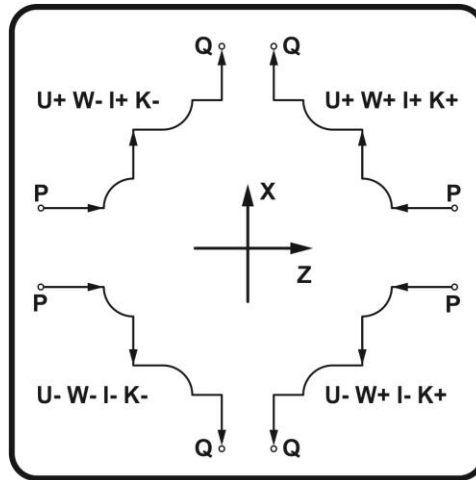
- I το μέγεθος και η κατεύθυνση της ανοχής εκχώνδρισης στον άξονα x υπολογισμένης ακτινικά
- K το μέγεθος και η κατεύθυνση της ανοχής εκχώνδρισης στον άξονα z
- P το αρχικό μπλοκ που περιγράφει το προφίλ
- Q το τελικό μπλοκ που περιγράφει το προφίλ
- U του δεύτερου μπλοκ το μέγεθος και η κατεύθυνση της ανοχής αποπεράτωσης στον άξονα x υπολογισμένη διαμετρικά
- W το μέγεθος και η κατεύθυνση της ανοχής αποπεράτωσης στον άξονα z



Σχήμα 3.3: Κατεργασία διαμήκους τόννευσης

Στην G71 το προφίλ πρέπει να περιγραφεί με τον ίδιο τρόπο όπως και στην G70. Οι ανοχές πέρα από τιμή λαμβάνουν και ένα πρόσημο ανάλογα με τον προσανατολισμό της κατεργασίας. Τα πρόσημα που πρέπει να τοποθετηθούν φαίνονται στο [σχήμα 3.4](#).

Η εντολή G71 εκτελεί μία σειρά από διαμήκη πάσα όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.3](#). Σε κάθε επανάληψη το βάθος κοπής είναι ίσο με το U του πρώτου μπλοκ της σύνταξης της G71 και μετά την ολοκλήρωση των οριζόντιων πασών γίνεται ένα τελικό πάσο που ακολουθεί ακριβώς το προφίλ από το σημείο P στο σημείο Q και εκτελεί το τελικό φινίρισμα με τις ανάλογες ανοχές.



Σχήμα 3.4: Πρόσσημα ανοχών G71

Ο κύκλος κατεργασίας G71 έχει δύο τύπους, τον τύπο I και τον τύπο II. Στον τύπο I οι τιμές στον άξονα X δεν αλλάζουν, και πραγματοποιείται κατεργασία μόνο ως προς τον άξονα Z. στον τύπο II πραγματοποιείται κατεργασία και στους δύο άξονες. Για να ενεργοποιηθεί ο τύπος II, στο πρώτο μπλοκ που περιγράφει το προφίλ πρέπει να αναγράφεται μία X και μία Y τιμή. Αλλιώς αυτόματα ενεργοποιείται ο τύπος I.

### 3.11.1.3 Κύκλος εγκάρσιας τόννευσης

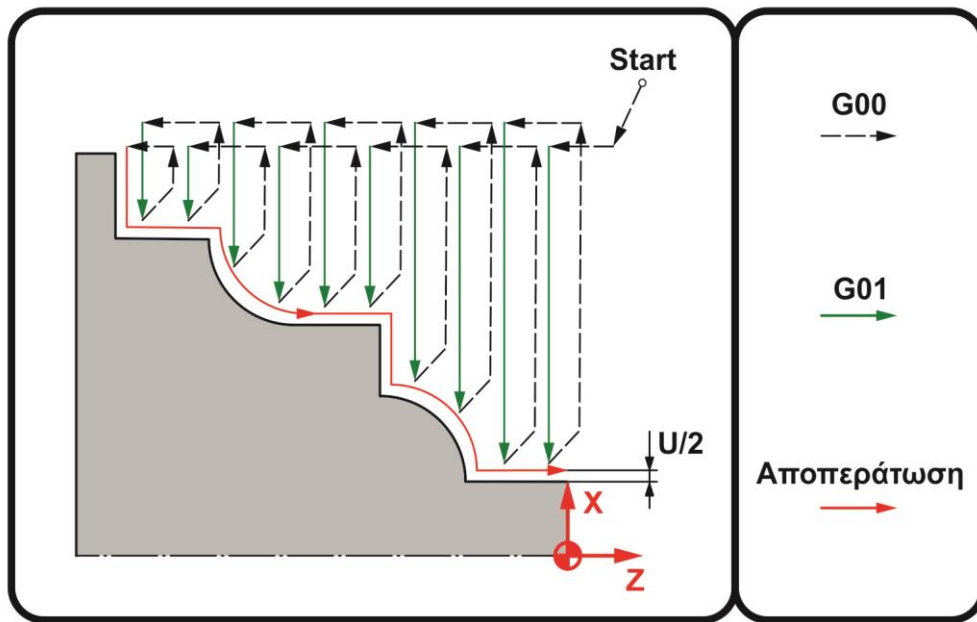
**Σύνταξη:** 1<sup>ο</sup> μπλοκ: G72 W... R...

2<sup>ο</sup> μπλοκ: G72 I... K... P... Q... U... W...

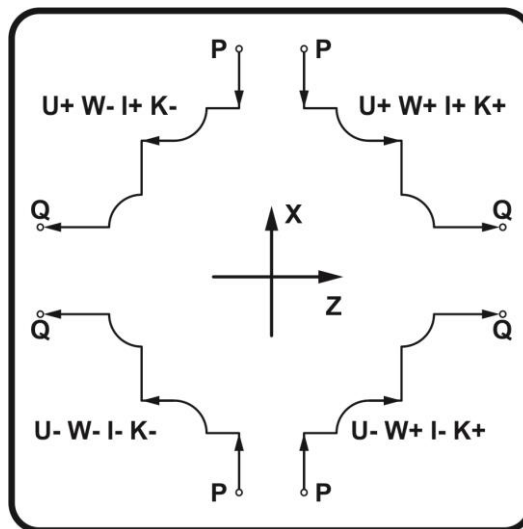
Όπου W το βάθος κοπής.

Η G72 λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο όπως και η G71. Η διαφορά τους είναι ότι αντί για επαναλαμβανόμενα οριζόντια πάσα κατά μήκος του άξονα Z που κάνει η G71, η G72 κάνει κατακόρυφα κατά μήκος του άξονα X σχήμα 3.5. Το βάθος κοπής ορίζεται από τον άξονα Z, εξού και το όρισμα W στο πρώτο μπλοκ σε αντίθεση με το U που υπήρχε στην G71. Το προφίλ θα πρέπει να είναι γραμμένο με την κατεύθυνση του σχήματος 3.2 (β).

Οι ανοχές λαμβάνουν και εδώ αντίστοιχα πρόσσημα σύμφωνα με το σχήμα 3.6 και υπάρχουν πάλι οι δύο τύποι I και II που υπήρχαν στην G71 και που λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.



Σχήμα 3.5: Κατεργασία εγκάρσιας τόννευσης



Σχήμα 3.6: Πρόσημα ανοχών G72

#### 3.11.1.4 Κύκλος επαναλαμβανόμενου προφίλ

**Σύνταξη:** G73 D... I... K... P... Q... U... W...

Όπου

- D το πλήθος των επαναλήψεων

- I το μέγεθος και η κατεύθυνση της απόστασης πάνω στον άξονα x από το πρώτο έως το τελευταίο πάσο, ακτινικά
- K το μέγεθος και η κατεύθυνση της απόστασης πάνω στον άξονα z από το πρώτο ως το τελευταίο πάσο

Ο κύκλος επαναλαμβανόμενου προφίλ, όπως λέει και το όνομά του, διαβάζει το προφίλ πριν την εκτέλεσή του και έπειτα το επαναλαμβάνει ξεκινώντας μακριά από το τεμάχιο και πλησιάζοντάς το σταδιακά. Το τελικό πάσο είναι και το πάσο του φινιρίσματος. Τα πρόσημα των ανοχών ακολουθούν τον ίδιο κανόνα με την G71 [σχήμα 3.4](#).

### 3.11.2 Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης

**Σύνταξη:** G74 I... X... Z...

Όπου I η σχετική απόσταση στον άξονα x μεταξύ κάθε αυλακιού μετρημένη ακτινικά, X η αξονική απόσταση του πιο απομακρυσμένου αυλακιού και Z το βάθος κάθε αυλακιού.

### 3.11.3 Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης

**Σύνταξη:** G75 X... Z... K...

Όπου X το βάθος κάθε αυλακιού μετρημένο αξονικά, Z η απόσταση του πιο απομακρυσμένου αυλακιού και K σχετική απόσταση στον άξονα z μεταξύ κάθε αυλακιού.

### 3.11.4 Κυλινδρικοί κύκλοι

Είναι κύκλοι με τους οποίους εάν δίνεται κύρια κίνηση στο κοπτικό εργαλείο παράγουν ένα χαρακτηριστικό επαναλαμβανόμενα πάνω σε ένα τόξο κύκλου. Είναι κύκλοι διάτρησης και σπειρωτότητας με κολαούζο. Για παράδειγμα αν χρειάζεται να γίνουν μια σειρά από τρύπες στο πρόσωπο ενός τεμαχίου, σε συγκεκριμένη ακτίνα από το κέντρο του τότε σε κάθε επανάληψη το τσοκ περιστρέφεται ελάχιστες μοίρες, όσες έχει προγραμματίσει ο χειριστής, και ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Στη παρούσα διπλωματική αυτοί οι κύκλοι δεν χρησιμοποιήθηκαν για τέτοιου είδους κατεργασίες παρά μόνο για διατρήσεις και σπειρωτομήσεις στο κέντρο του τεμαχίου.

#### 3.11.4.1 Ακύρωση κυλινδρικού κύκλου

Με την εντολή G80 ακυρώνονται όλοι οι κυλινδρικοί κύκλοι. Επίσης εντολές όπως G00 και G01 ακυρώνουν κυλινδρικούς κύκλους.

#### 3.11.4.2 Κύκλος διάτρησης

**Σύνταξη:** G81 Z...

Όπου Z το βάθος της τρύπας.

#### 3.11.4.3 Κύκλος διάτρησης με χρονική παύση

**Σύνταξη:** G82 Z... P...

Όπου Z το βάθος της τρύπας και P η διάρκεια της χρονικής παύσης σε δευτερόλεπτα (sec).

#### 3.11.4.4 Κύκλος διάτρησης σταθερού βήματος

**Σύνταξη:** G83 Q... Z...

Όπου Q το βήμα διάτρησης κάθε επανάληψης και Z το τελικό βάθος της τρύπας. Το σύστημα υπολογίζει αυτόματα πόσες επαναλήψεις θα πραγματοποιήσει.

#### 3.11.4.5 Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής

**Σύνταξη:** G85 L... X... Z...

Όπου L το πλήθος των επαναλήψεων, X το βάθος κοπής κάθε επανάληψης και Z το βάθος της κυκλικής εσοχής.

#### 3.11.4.6 Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής με σταμάτημα της ατράκτου

**Σύνταξη:** G86 L... X... Z...

Η G86 είναι ίδια με την G85, η διαφορά τους έγκειται στο ότι κατά τη διάρκεια της G86 κάθε φορά που το κοπτικό εργαλείο επιστρέφει σε ασφαλές σημείο για να ακολουθήσει η επόμενη επανάληψη η άτρακτος σταματάει να περιστρέφεται.

#### 3.11.4.7 Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής με χρονική παύση

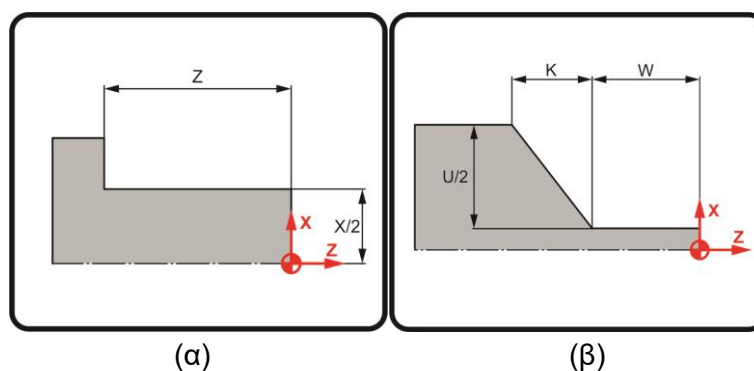
**Σύνταξη:** G89 L... P... X... Z...

Όπου L το πλήθος των επαναλήψεων, P η διάρκεια της χρονικής καθυστέρησης σε δευτερόλεπτα (sec), X το βάθος κοπής κάθε επανάληψης και Z το βάθος της κυκλικής εσοχής.

#### 3.11.5 Κύκλος αποπεράτωσης προσώπου

**Σύνταξη:** Πρώτος τρόπος: G94 X... Z...

Δεύτερος τρόπος: G94 U... W... K...



Σχήμα 3.7: (α) Πρώτος τρόπος σύνταξης G94 (β) Δεύτερος τρόπος σύνταξης G94

### **3.12 Ταχύτητα κοπής και ταχύτητα περιστροφής ατράκτου**

Κατά τη διάρκεια της τόννευσης υπάρχουν δύο δυνατότητες, είτε να παραμένει σταθερή η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου είτε να παραμένει σταθερή η ταχύτητα κοπής στην επιφάνεια του τεμαχίου. Αν για παράδειγμα η διάμετρος του τεμαχίου αλλάζει κατά μήκος του με σταθερή ταχύτητα περιστροφής η ταχύτητα κοπής θα αυξανόταν με την αύξηση της διαμέτρου και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα ή και υλικές ζημιές.

Η εντολή G96 ενεργοποιεί τη λειτουργία σταθερής ταχύτητας κοπής στην επιφάνεια του τεμαχίου. Η εντολή G97 απενεργοποιεί αυτή τη λειτουργία, κατ'επέκταση η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου παραμένει σταθερή.

### **3.13 Ρύθμιση πρόωσης**

Με την εντολή G98 επιλέγεται η πρόωση σε χιλιοστά ανά λεπτό (mm/sec) ενώ με την εντολή G99 επιλέγεται η πρόωση σε χιλιοστά ανά περιστροφή (mm/rev). Συνήθως η προεπιλεγμένη ρύθμιση είναι η G99 που σημαίνει πως σε περίπτωση που ο χρήστης δεν συμπληρώσει τίποτα όσον αφορά τις μονάδες μέτρησης της πρόωσης, αυτή θα είναι σε (mm/rev).

## 4. Αποστολές

### 4.1 G00-G01

#### 4.1.1 Παράδειγμα



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### G00-G01 Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή

Πρόγραμμα	Περιγραφή
G90 G21 G18 G54 T01 M06 M04 S1000 F0.5 ... G00 X70 Z10 G00 X45 Z10 G01 Z-60 G01 X60 G00 X70 Z10 M05 M30	... Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10 Μετακίνηση μέχρι το X45 Z5 Κίνηση με κοπή μέχρι το Z-60 Ασφαλής απομάκρυνση Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10 ...

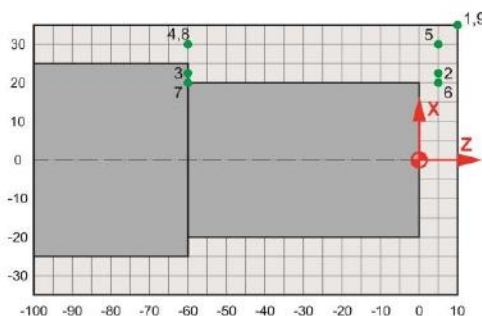
#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας

#### 4.1.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### **G00-G01** Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή



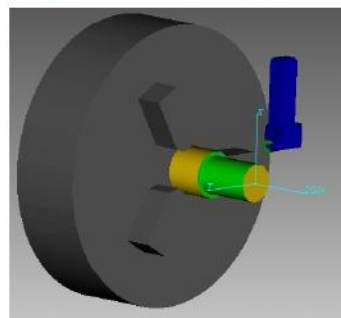
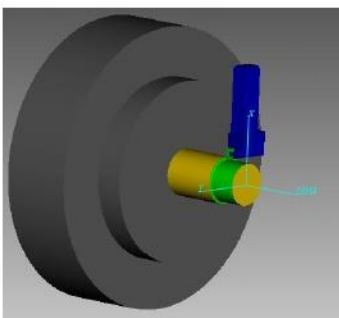
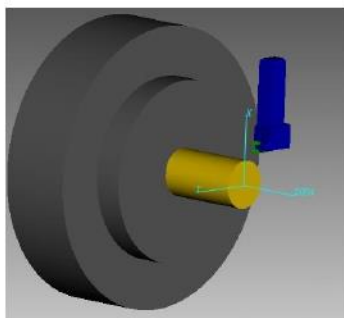
#### Πρόγραμμα

```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
M04 S1000 F0.5
...
G00 X70 Z10
G00 X45 Z5
G01 Z-60
G01 X60
G00 Z5
G00 X40
G01 Z-60
G01 X60
G00 X70 Z10
M05
M30
```

#### Περιγραφή

...  
 Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10  
 Μετακίνηση μέχρι το X45 Z5  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το Z-60  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το Z5  
 Μετακίνηση μέχρι το X40  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το Z-60  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10  
 ...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας







#### 4.1.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>

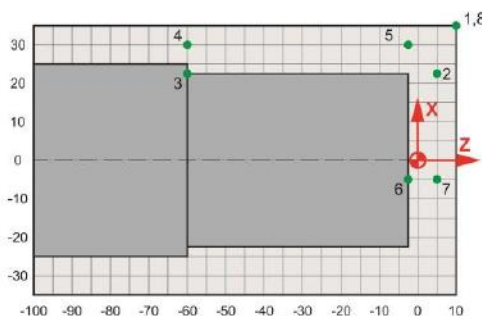


**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### **G00-G01** Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή

#### Πρόγραμμα

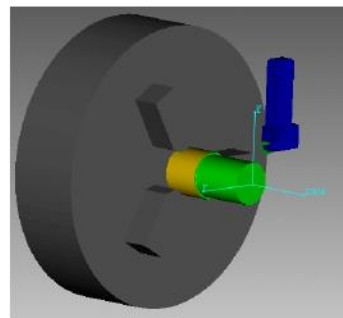
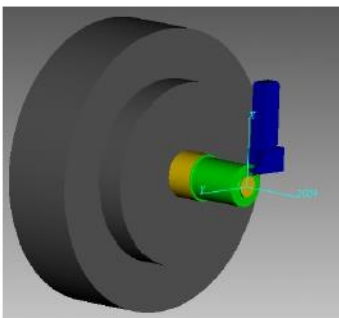
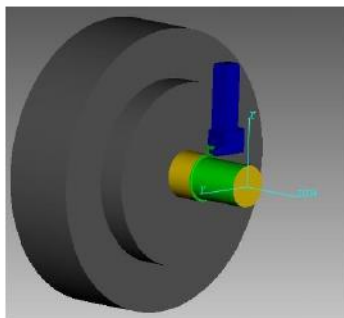
#### Περιγραφή



```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
M04 S1000 F0.5
...
G00 X70 Z10
G00 X45 Z5
G01 Z-60
G01 X60
G00 Z-2.5
G01 X-10
G00 Z5
G00 X70 Z10
M05
M30
```

...  
 Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10  
 Μετακίνηση μέχρι το X45 Z5  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το Z-60  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το Z-2,5  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το X-10  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10  
 ...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας

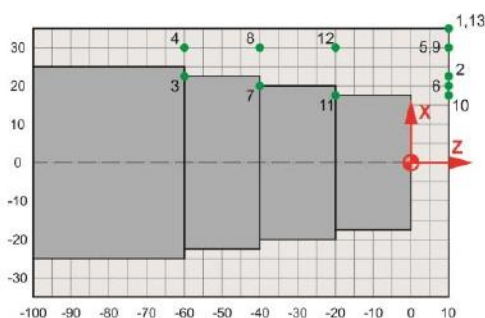


#### 4.1.5 Αποστολή 4<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### **G00-G01** Ευθύγραμμη κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X70 Z10

G00 X45 Z10

G01 Z-60

G01 X60

G00 Z10

G00 X40

G01 Z-40

G01 X60

G00 Z10

G00 X35

G01 Z-20

G01 X60

G00 X70 Z10

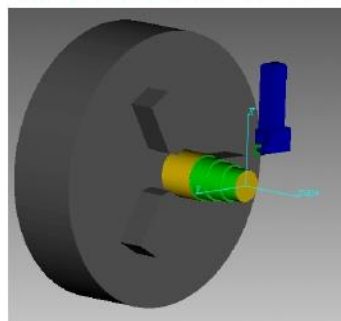
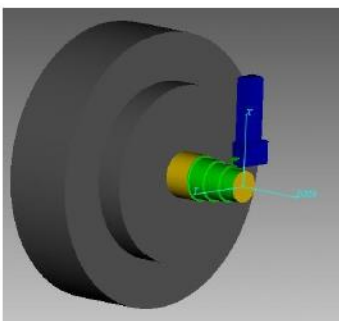
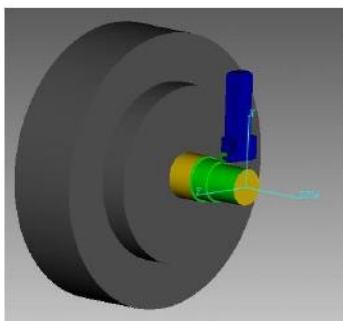
M05

M30

#### Περιγραφή

...  
 Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10  
 Μετακίνηση μέχρι το X45 Z10  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το Z-60  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το Z10  
 Μετακίνηση μέχρι το σημείο X40  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το X-40  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το Z10  
 Μετακίνηση μέχρι το X35  
 Κίνηση με κοπή μέχρι το Z-20  
 Ασφαλής απομάκρυνση  
 Μετακίνηση μέχρι το X70 Z10  
 ...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.2 G02-G03

### 4.2.1 Παράδειγμα G02, πρώτος τρόπος



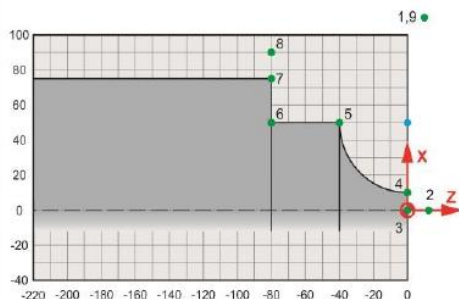
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G02**

**Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή**



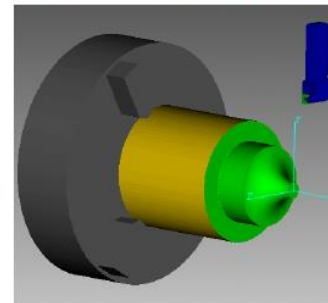
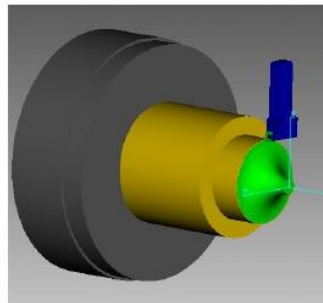
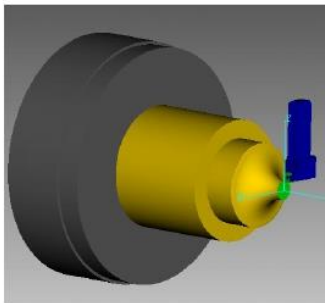
**Πρόγραμμα**

```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
M04 S1000 F0.5
G00 X220 Z10
G00 X0
G01 Z0
G01 X20
...
G02 X100 Z-40
R40
G01 Z-80
G01 X180
G00 X220 Z10
M05
M30
```

**Περιγραφή**

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με  
κοπή μέχρι το σημείο X100 Z-40  
...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



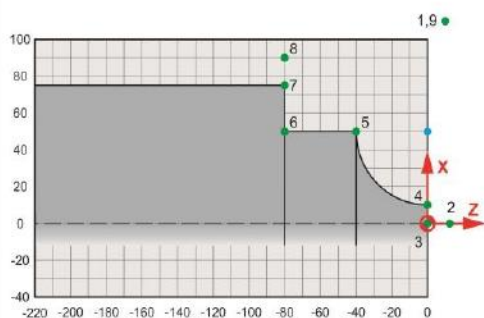
#### 4.2.2 Παράδειγμα G02, δεύτερος τρόπος



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G02**

### Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



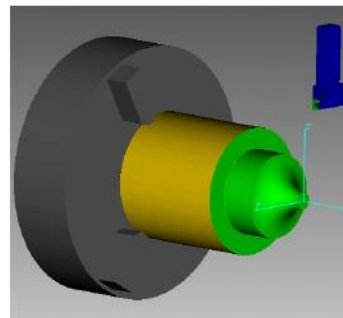
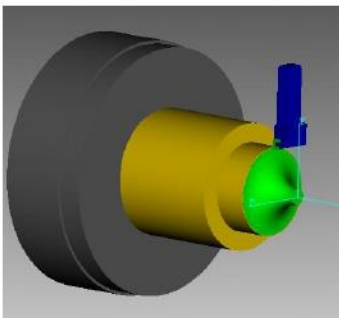
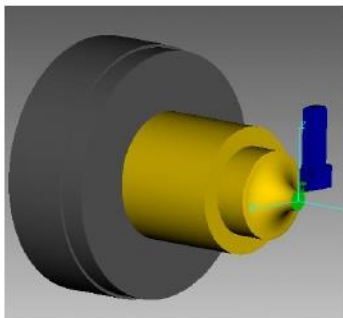
#### Πρόγραμμα

```
G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
M04 S1000 F0.5  
G00 X220 Z10  
G00 X0  
G01 Z0  
G01 X20  
G02 X100 Z-40 I40  
K0  
G01 Z-80  
G01 X180  
G00 X220 Z10  
M05  
M30
```

#### Περιγραφή

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με  
κοπή μέχρι το σημείο X100 Z-40  
...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



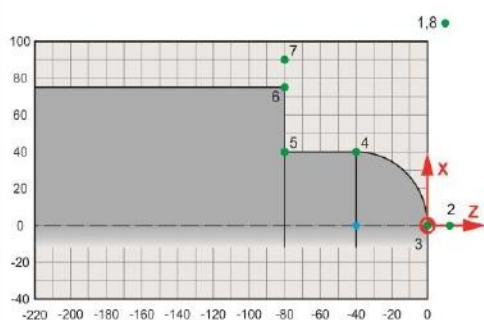


#### 4.2.3 Παράδειγμα G03, πρώτος τρόπος



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### G03 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



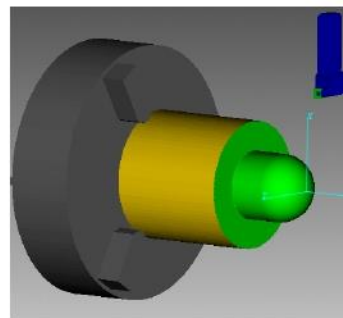
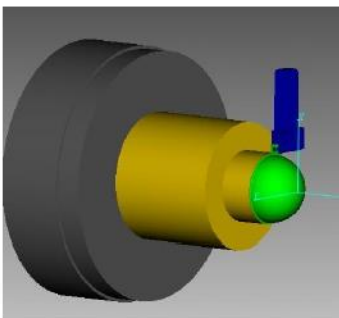
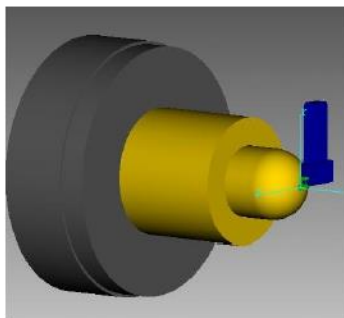
#### Πρόγραμμα

```
G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
M04 S1000 F0.5  
G00 X220 Z10  
G00 X0  
G01 Z0  
G03 X80 Z-40 R40  
G01 Z-80  
G01 X180  
G00 X220 Z10  
M05  
M30
```

#### Περιγραφή

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-  
40  
...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας

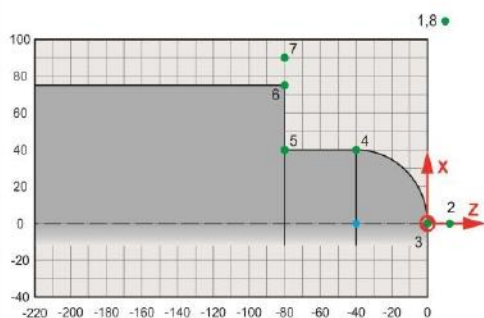


#### 4.2.4 Παράδειγμα G03, δεύτερος τρόπος



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### G03 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



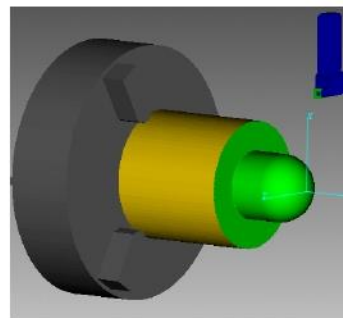
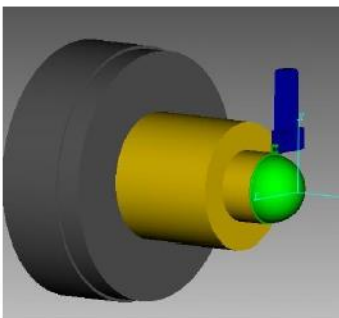
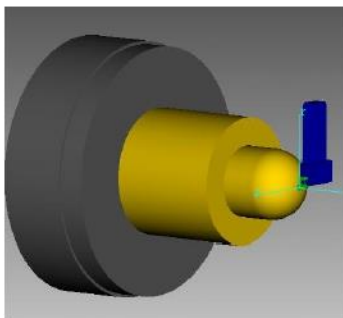
#### Πρόγραμμα

```
G90 G70 G18 G54  
T01 M06  
M04 S1000 F0.5  
G00 X220 Z10  
G00 X0  
G01 Z0  
G03 X80 Z-40 I0  
K-40  
G01 Z-80  
G01 X180  
G00 X220 Z10  
M05  
M30
```

#### Περιγραφή

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-  
40  
...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



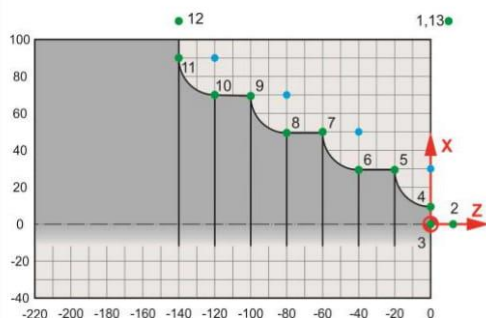
#### 4.2.5 Αποστολή 1<sup>η</sup>, πρώτος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G02**

### Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



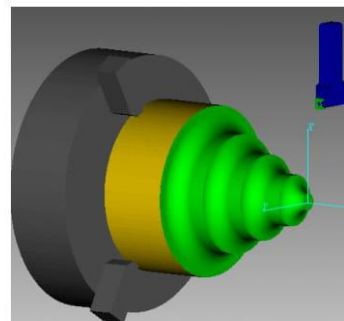
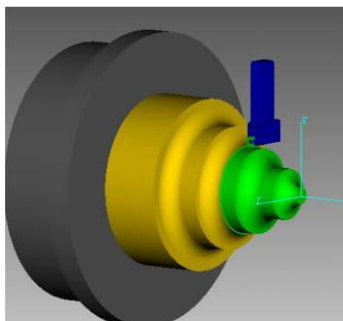
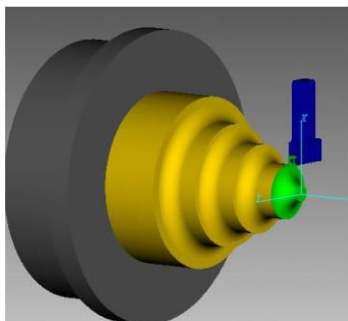
#### Πρόγραμμα

```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
M04 S1000 F0.5
G00 X220 Z10
G00 X0
G01 Z0
G01 X20
G02 X60 Z-20 R20
...
G01 Z-40
G02 X100 Z-60 R20
...
G01 Z-80
G02 X140 Z-100 R20
...
G01 Z-120
G02 X180 Z-140 R20
...
G01 X220
G00 Z10
M05
M30
```

#### Περιγραφή

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X60 Z-20  
 ...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X100 Z-60  
 ...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X140 Z-100  
 ...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X180 Z-140

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας





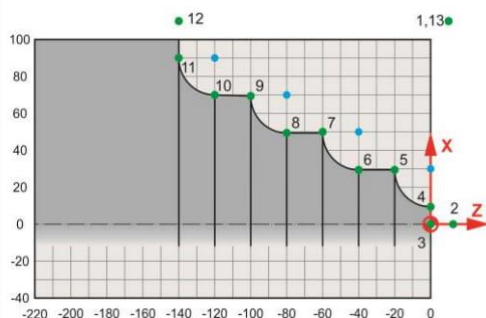
#### 4.2.6 Αποστολή 1<sup>η</sup>, δεύτερος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G02**

### Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X20

G02 X60 Z-20 I20

K0

G01 Z-40

G02 X100 Z-60 I20

K0

G01 Z-80

G02 X140 Z-100

I20 K0

G01 Z-120

G02 X180 Z-140

I20 K0

G01 X220

G00 Z10

M05

M30

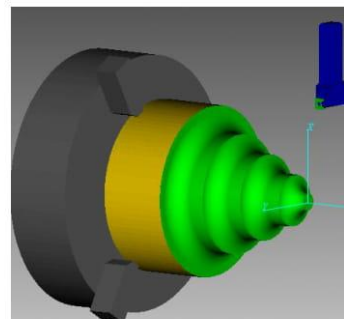
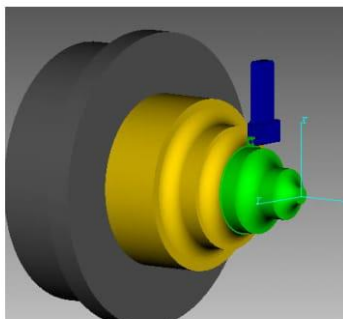
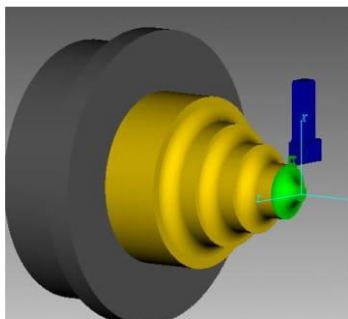
...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με  
 κοπή μέχρι το σημείο X60 Z-20

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με  
 κοπή μέχρι το σημείο X100 Z-60

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με  
 κοπή μέχρι το σημείο X140  
 Z-100

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με  
 κοπή μέχρι το σημείο X180  
 Z-140

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



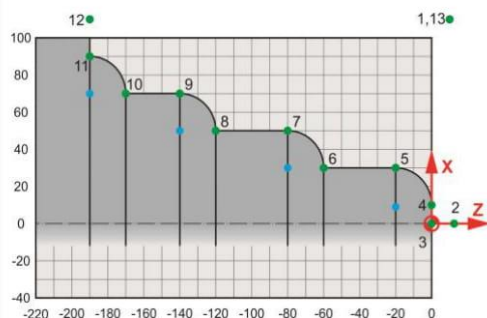
#### 4.2.7 Αποστολή 2<sup>η</sup>, πρώτος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G03**

### Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X20

G03 X60 Z-20 R20

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
με κοπή μέχρι το σημείο X60  
Z-20

G01 Z-60

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
με κοπή μέχρι το σημείο X100  
Z-80

G03 X100 Z-80

R20

G01 Z-120

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
με κοπή μέχρι το σημείο X140  
Z-140

G03 X140 Z-140

R20

G01 Z-170

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
με κοπή μέχρι το σημείο X180  
Z-190

G03 X180 Z-190

R20

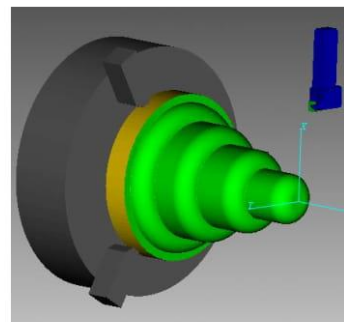
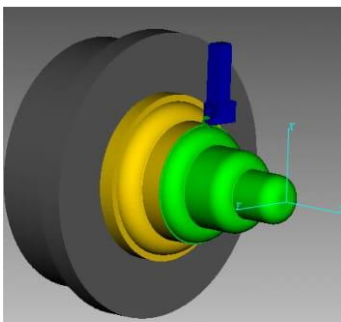
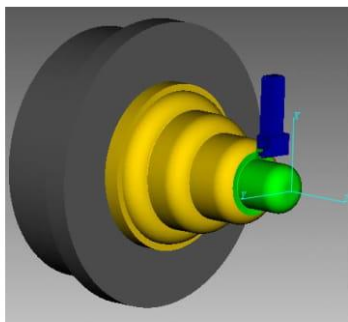
G01 X220

G00 Z10

M05

M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



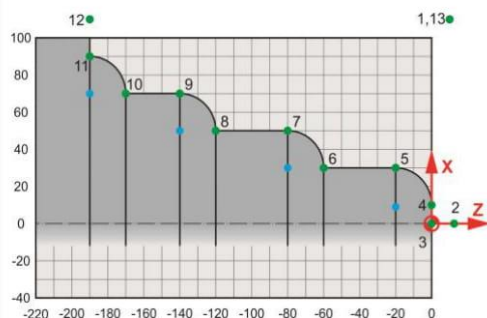
#### 4.2.8 Αποστολή 2<sup>η</sup>, δεύτερος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G03**

### Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X20

G03 X60 Z-20 I0

K-20

G01 Z-60

G03 X100 Z-80 I0

K-20

G01 Z-120

G03 X140 Z-140 I0

K-20

G01 Z-170

G03 X180 Z-190 I0

K-20

G01 X220

G00 Z10

M05

M30

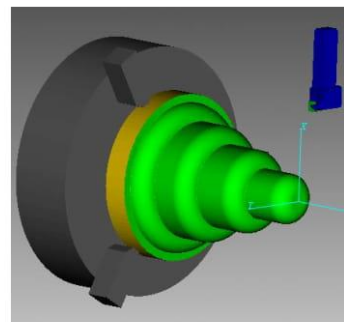
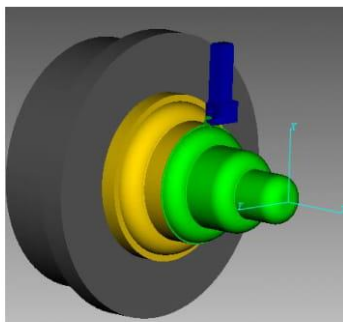
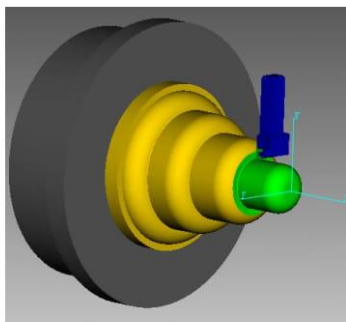
...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
 με κοπή μέχρι το σημείο X60  
 Z-20

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
 με κοπή μέχρι το σημείο X100  
 Z-80

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
 με κοπή μέχρι το σημείο X140  
 Z-140

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση  
 με κοπή μέχρι το σημείο X180  
 Z-190

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας

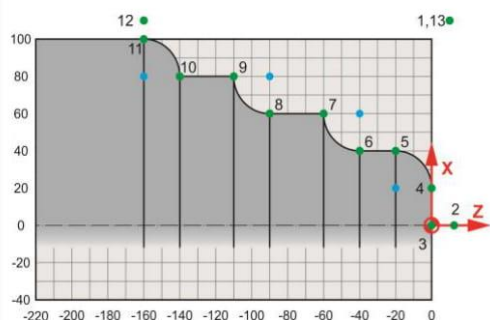


#### 4.2.9 Αποστολή 3<sup>η</sup>, πρώτος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03 Κυκλική κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X40

G03 X80 Z-20 R20

G01 Z-40

G02 X120 Z-60

R20

G01 Z-90

G02 X160 Z-110

R20

G01 Z-140

G03 X200 Z-160

R20

G00 X220

G00 Z10

M05

M30

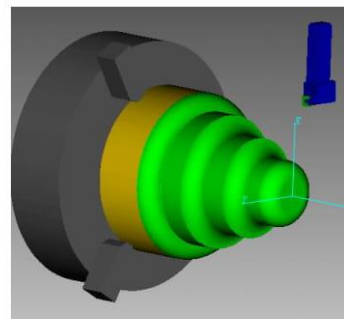
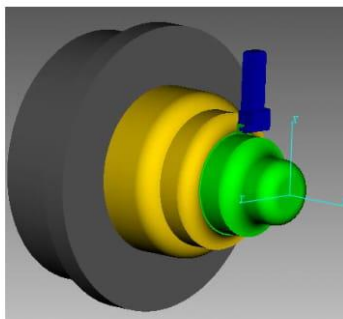
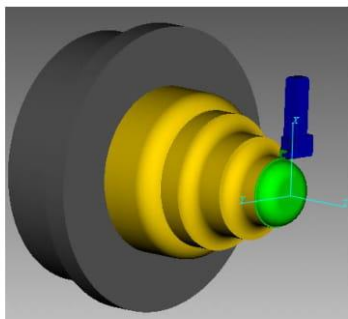
...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-20

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-60

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X160 Z-110

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X200 Z-160

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



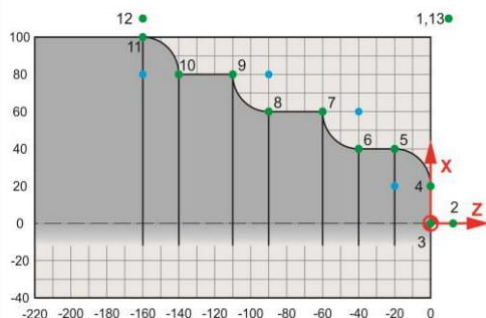


#### 4.2.10 Αποστολή 3<sup>η</sup>, δεύτερος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03 Κυκλική κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X40

G03 X80 Z-20 I0

K-20

G01 Z-40

G02 X120 Z-60 I20

K0

G01 Z-90

G02 X160 Z-110

I20 K0

G01 Z-140

G03 X200 Z-160 I0

K-20

G00 X220

G00 Z10

M05

M30

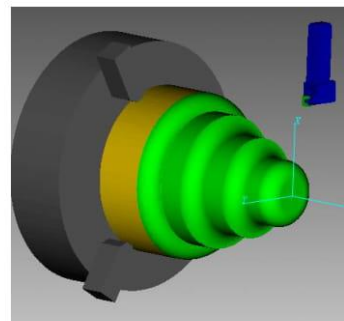
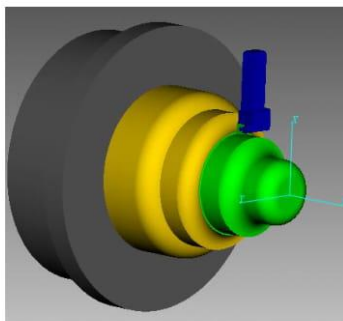
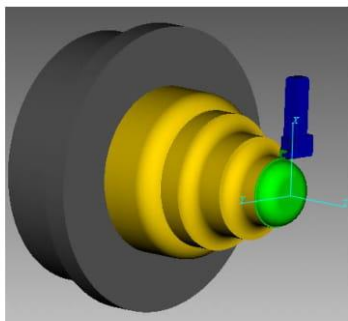
...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-20

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-60

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X160 Z-110

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X200 Z-160

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας

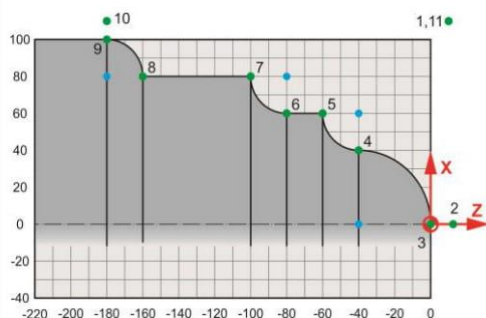


#### 4.2.11 Αποστολή 4<sup>η</sup>, πρώτος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03 Κυκλική κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G03 X80 Z-40 R40

G02 X120 Z-60

R20

G01 Z-80

G02 X160 Z-100

R20

G01 Z-160

G03 X200 Z-180

R40

G00 X220

G00 Z10

M05

M30

#### Περιγραφή

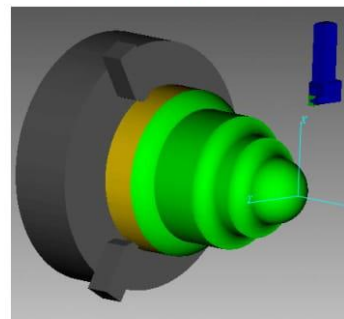
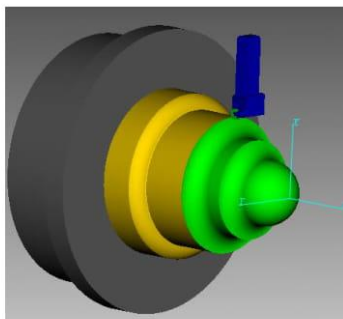
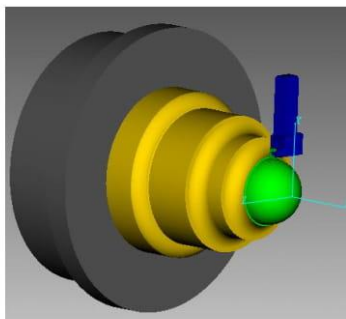
...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-40

Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-60

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X160 Z-100

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X200 Z-180

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας

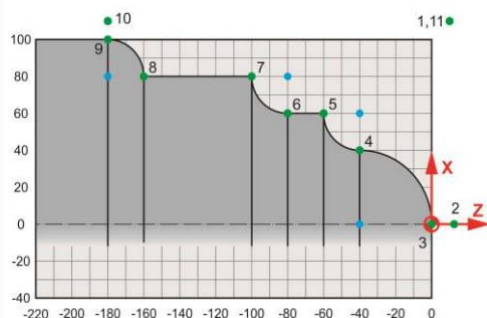


#### 4.2.12 Αποστολή 4<sup>η</sup>, δεύτερος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03 Κυκλική κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G03 X80 Z-40 I0

K-40

G02 X120 Z-60 I20

K0

G01 Z-80

G02 X160 Z-100

I20 K0

G01 Z-160

G03 X200 Z-180 I0

K-20

G00 X220

G00 Z10

M05

M30

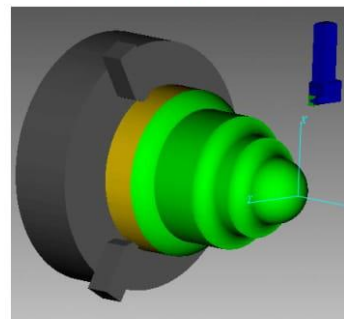
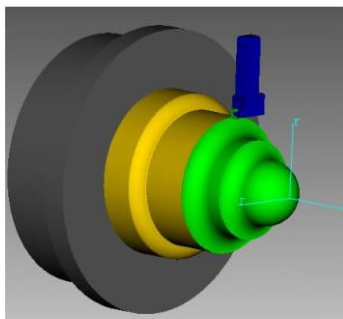
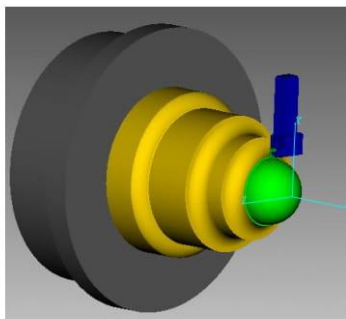
...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-40

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-60

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X160 Z-100

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X200 Z-180

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



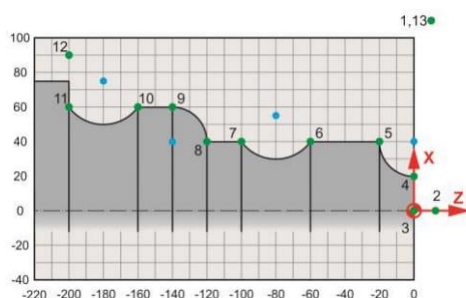
#### 4.2.13 Αποστολή 5<sup>η</sup>, πρώτος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03

### Κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X40

G02 X80 Z-20 R20

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-20

G01 Z-60

G02 X80 Z-100 R25

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-100

G01 Z-120

G03 X120 Z-140 R20

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-140

G01 Z-160

G02 X120 Z-200 R25

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-200

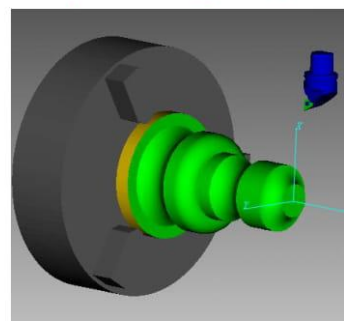
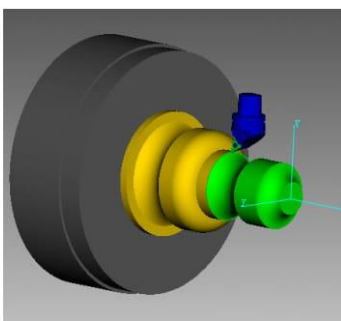
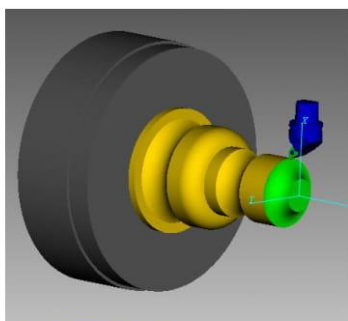
G01 X180

G00 X220 Z10

M05

M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας





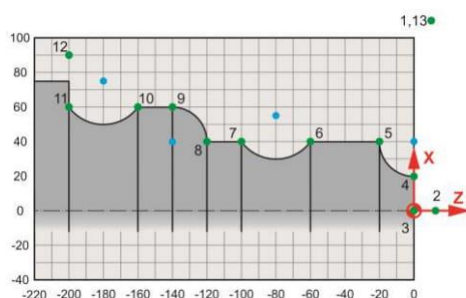
#### 4.2.14 Αποστολή 5<sup>η</sup>, δεύτερος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03

### Κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
M04 S1000 F0.5  
G00 X220 Z10  
G00 X0  
G01 Z0  
G01 X40  
G02 X80 Z-20 I20 K0

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-20

G01 Z-60  
G02 X80 Z-100 I15 K-20

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X80 Z-100

G01 Z-120  
G03 X120 Z-140 I0 K-20

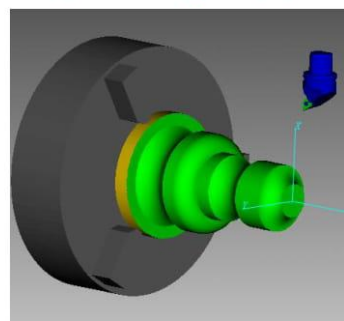
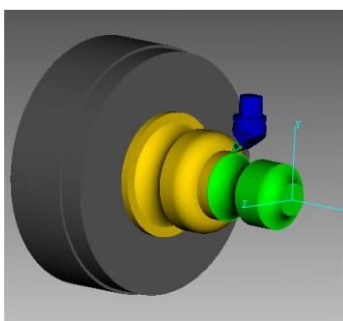
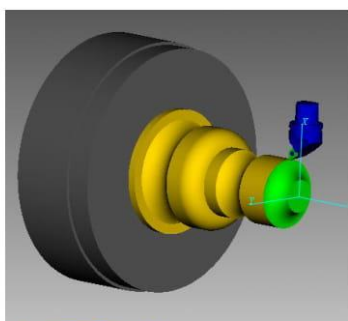
...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-140

G01 Z-160  
G02 X120 Z-200 I15 K-20

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X120 Z-200

G01 X180  
G00 X220 Z10  
M05  
M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



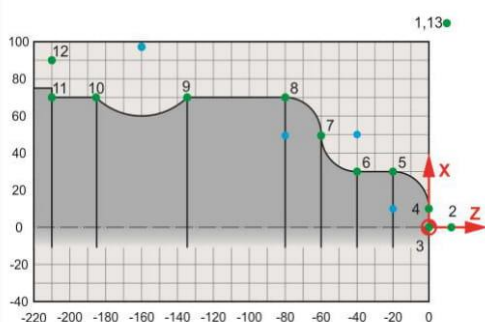
#### 4.2.15 Αποστολή 6<sup>η</sup>, πρώτος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03

### Κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G00 X0

G01 Z0

G01 X20

G03 X60 Z-20 R20

...  
 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X60 Z-20

G01 Z-40

G02 X100 Z-60 R20

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X100 Z-60

G03 X140 Z-80 R20

Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X140 Z-80

G01 Z-135

G02 X140 Z-185 R34.6

...  
 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X140 Z-185

G01 Z-210

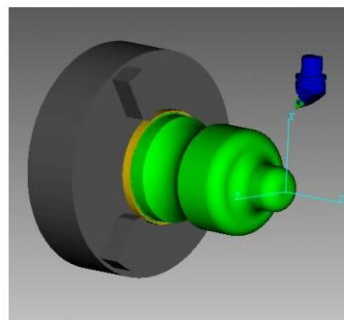
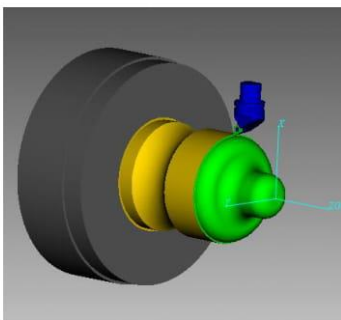
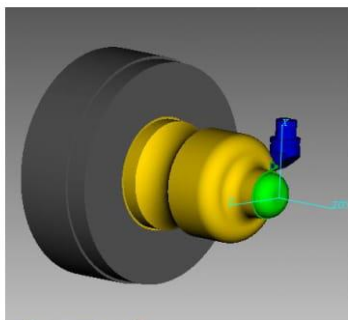
G01 X180

G00 X220 Z10

M05

M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



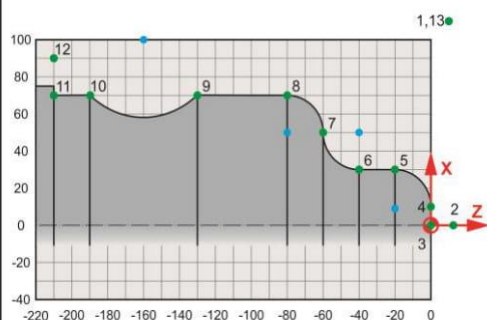
#### 4.2.16 Αποστολή 6<sup>η</sup>, δεύτερος τρόπος



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G02-G03

### Κυκλική κίνηση με κοπή



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
M04 S1000 F0.5  
G00 X220 Z10  
G00 X0  
G01 Z0  
G01 X20  
G03 X60 Z-20 I0 K-20

...  
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X60 Z-20

G01 Z-40  
G02 X100 Z-60 I20 K0

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X100 Z-60

G03 X140 Z-80 I0 K-20

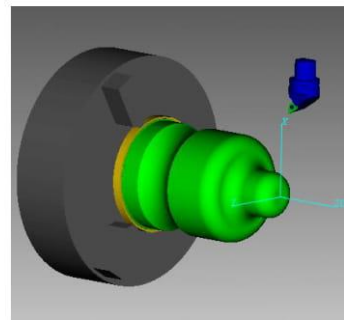
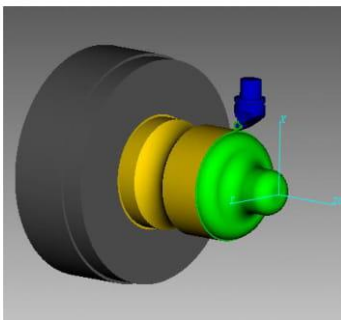
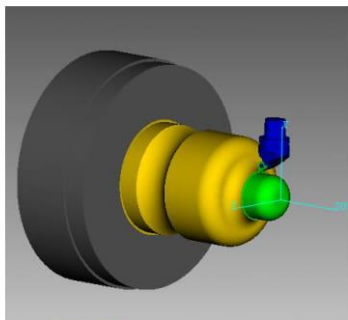
Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X140 Z-80

G01 Z-130  
G02 X140 Z-190 I30 K-30

...  
Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή μέχρι το σημείο X140 Z-190

G01 Z-210  
G01 X180  
G00 X220 Z10  
M05  
M30

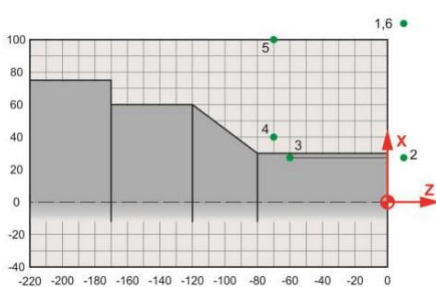
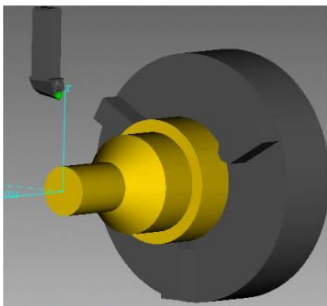
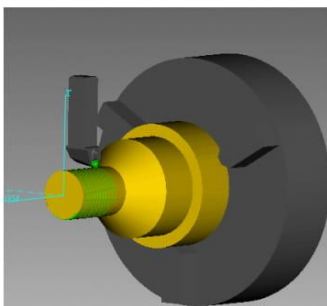
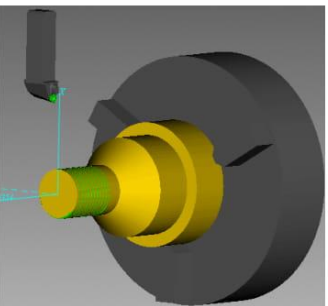

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.3.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G32 Σπειροτόμηση	
Πρόγραμμα	Περιγραφή
 <pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S100  G00 X54 G99  G32 Z-60 F5.5  G32 X80 Z-70  G00 X200 G00 X220 Z10 M05 M30 </pre>	<p>...</p> <p>Πρώση σε χιλιοστά ανά περιστροφή</p> <p>...</p> <p>...</p> <p>Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο Z-60 με πρώση 5.5</p> <p>...</p> <p>Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο X 80 Z-70</p> <p>...</p>
<p><b>Στιγμιότυπα της κατεργασίας</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> 	

#### 4.3.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G32
Σπειροτόμηση

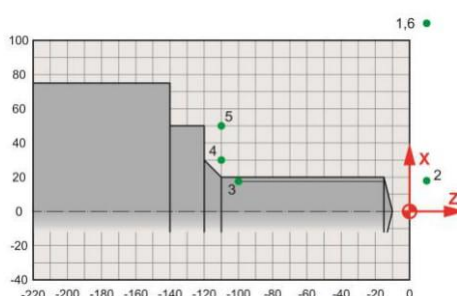
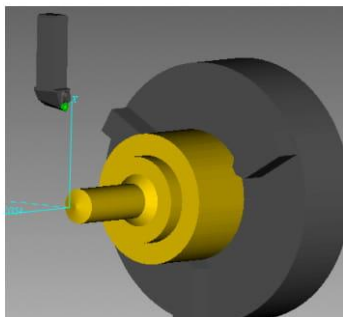
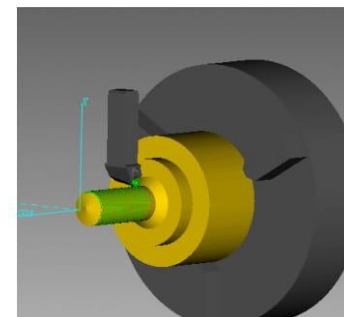
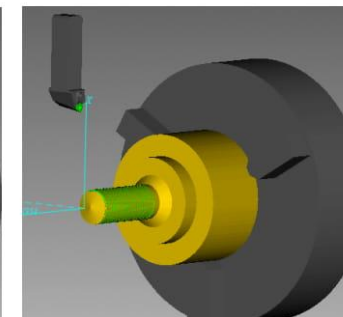
	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M04 S100 G00 X62 G99	... Πρόωση σε χιλιοστά ανά περιστροφή ...
	G00 Z-80	
	G32 Z-150 F5.5	... Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο Z-150 με πρόωση 5.5 ...
	G32 X20 Z-160	... Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο X 80 Z-70 ...
	G00 Z10 G00 X220 M05 M30	
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		




### 4.3.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G32 Σπειροτόμηση	
Πρόγραμμα	Περιγραφή
 <pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S100 G00 X36 G99  G32 Z-100 F4  G32 X60 Z-110  G00 X100 G00 X220 Z10 M05 M30                     </pre>	<p>...</p> <p>Πρόωση σε χιλιοστά ανά περιστροφή</p> <p>...</p> <p>...</p> <p>Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο Z-100 με πρόωση 4</p> <p>...</p> <p>Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο X60 Z-110</p> <p>...</p>
<p style="color: red;">Στιγμιότυπα της κατεργασίας</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>	



#### 4.3.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

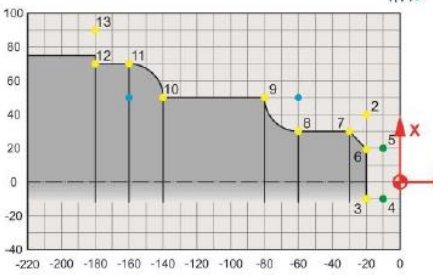
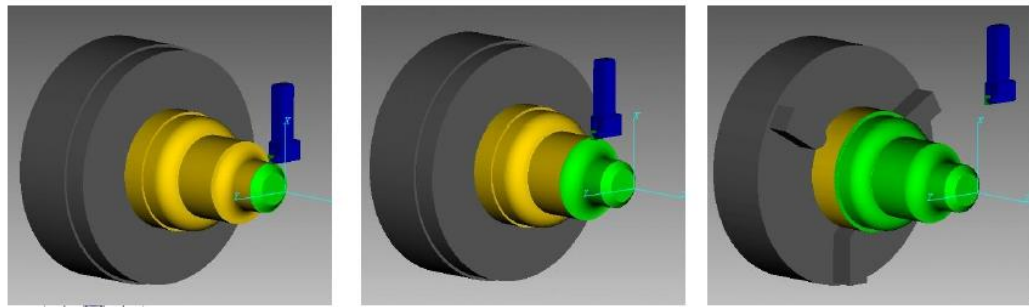
G32
Σπειροτόμηση

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 <span style="color: red;">G00 X220 Z10</span> <span style="color: red;">M04 S100</span> <span style="color: red;">G00 X44</span> <span style="color: red;">G99</span>	... Πρόωση σε χιλιοστά ανά περιστροφή ...
	<span style="color: red;">G01 Z-30</span>	... Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο Z-125 με πρόωση 4 ...
	<span style="color: red;">G32 Z-125 F4</span>	... Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο X20 Z-130 ...
	<span style="color: red;">G32 X20 Z-130</span>	... Ευθύγραμμη σπειροτόμηση μέχρι το σημείο X20 Z-130 ...
	<span style="color: red;">G00 Z10</span> <span style="color: red;">G00 X220</span> M05 M30	...
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>		

## 4.4.1 Παράδειγμα



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

G40-G41/G42 Αντιστάθμιση	
Πρόγραμμα	Περιγραφή
 <pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 M04 S1000 F0.5 G00 X220 Z10 G42  G00 X80 Z-20 G01 X-20 G40  G01 Z-10 G00 X40 G41  G01 Z-20 G01 X60 Z-30 G01 Z-60 G02 X100 Z-80 R20 G01 Z-140 G03 X140 Z-160 R20 G01 Z-180 G01 X180 G40  G00 X220 Z10 M05 M30 </pre>	<p>... Ενεργοποίηση δεξιάς αντιστάθμισης</p> <p>... Απενεργοποίηση αντιστάθμισης</p> <p>... Ενεργοποίηση αριστερής αντιστάθμισης</p> <p>... Απενεργοποίηση αντιστάθμισης</p>
<p><b>Στιγμιότυπα της κατεργασίας</b></p> 	



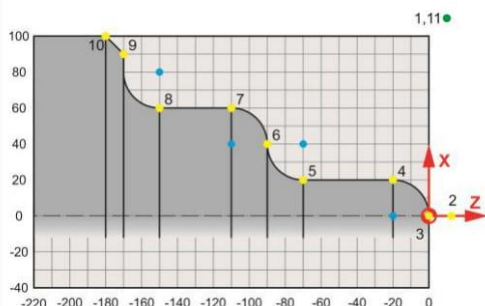
#### 4.4.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G40-G41/G42

### Αντιστάθμιση



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54

T01 M06

M04 S1000 F0.5

G00 X220 Z10

G41

...  
 Ενεργοποίηση αριστερής  
 αντιστάθμισης

G00 X0

G01 Z0

G03 X40 Z-20 R20

G01 Z-70

G02 X80 Z-90 R20

G03 X120 Z-110 R20

G01 Z-150

G02 X160 Z-170 R20

G01 X180

G01 X200 Z-180

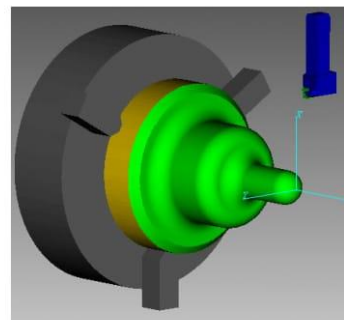
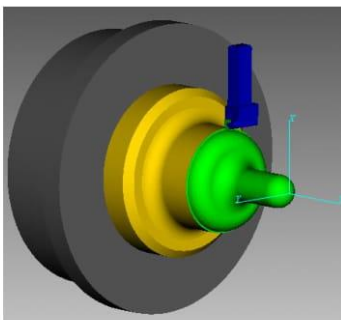
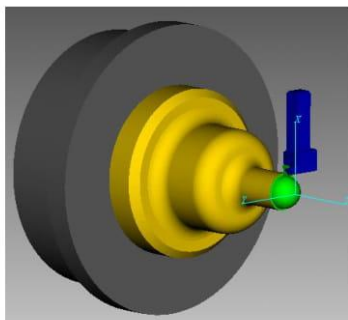
G40

G00 X220 Z10

M05

M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



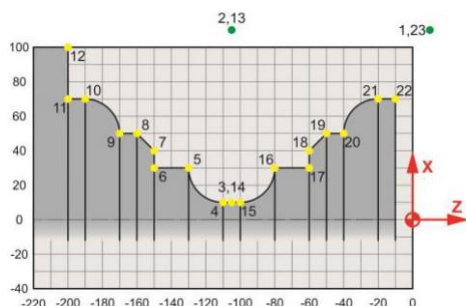
#### 4.4.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G40-G41/G42

### Αντιστάθμιση



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

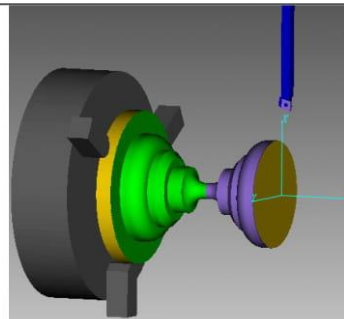
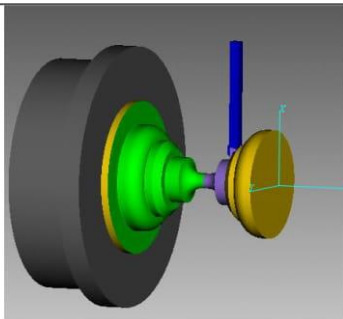
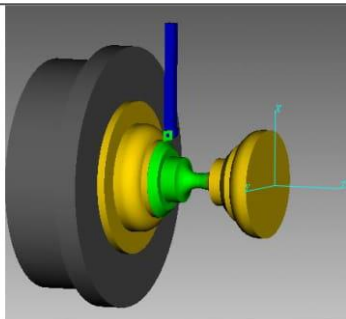
```
G90 G21 G18 G54
M04 S1000 F0.5
T01 M06
G00 X220 Z10
G00 Z-105
G41
G01 X20
G01 Z-110
G02 X60 Z-130 R20
G01 Z-150
G01 X80
G01 X100 Z-160
G01 Z-170
G03 X140 Z-190 R20
G01 Z-200
G01 X200
G40
G00 Z-105
T07 M06
G42
...
G01 X20
G01 Z-100
G03 X60 Z-80 R20
G01 Z-60
G01 X80
G01 X100 Z-50
G01 Z-40
G02 X140 Z-20 R20
G01 Z-10
G40
G00 X220 Z10
M05
M30
```

...  
Ενεργοποίηση  
αντιστάθμισης  
...

δεξιάς



Στιγμιότυπα της κατεργασίας



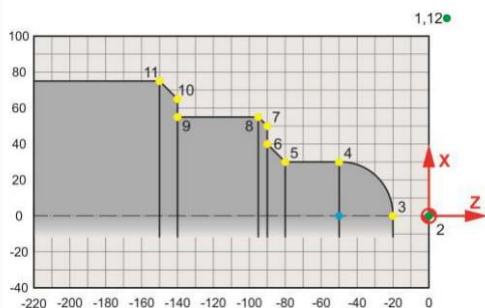
#### 4.4.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G40-G41/G42

### Αντιστάθμιση



#### Πρόγραμμα

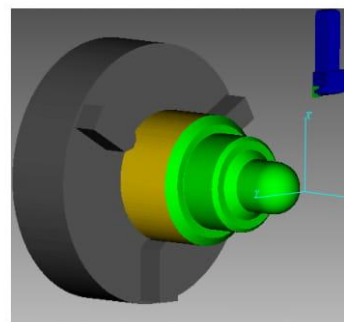
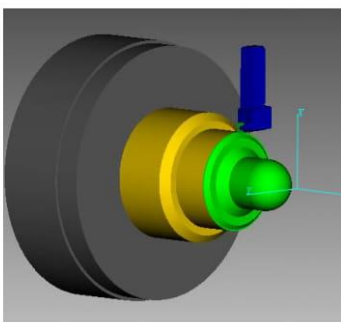
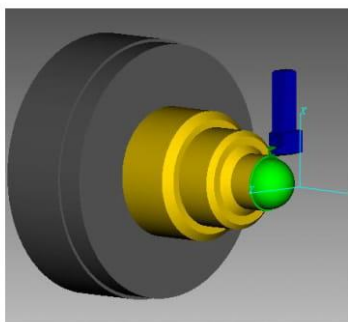
#### Περιγραφή

```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
M04 S1000 F0.5
G00 X220 Z10
G00 X0 Z0
G41
G01 Z-20
G03 X60 Z-50 R30
G01 Z-80
G01 X80 Z-90
G01 X100
G01 X110 Z-95
G01 Z-140
G01 X130
G01 X150 Z-150
G40
```

...  
 Απενεργοποίηση  
 αντιστάθμισης  
 ...

```
G00 X220 Z10
M05
M30
```

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.5.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G65
Κάλεσμα υπορουτίνας

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<p><b>Κυρίως πρόγραμμα:</b>            G90 G21 G18 G54            T01 M06            M04 S1000 F0.5            G00 X220 Z10  <b>G00 X80</b></p>	...
	<p><b>G65 P01 L003</b></p>	Κάλεσμα υπορουτίνας
	<p>G00 X220 Z10            M05            M30</p>	...
	<p><b>Υπορουτίνα 01</b>  <b>G91</b>            G01 Z-10            G01 X10 Z-5            G01 Z-35            G01 X10            G03 X40 Z-20 R20            G01 Z-70            G02 X40 Z-20 R20            G01 X20            G00 X20            G00 Z160  <b>G00 X-144</b></p>	...
	<p>M99</p>	Επιστροφή στο αρχικό πρόγραμμα
		...
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>		

#### 4.5.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G65
Κάλεσμα υπορουτίνας

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<p><b>Κυρίως πρόγραμμα:</b>            G90 G21 G18 G54            T01 M06            M04 S1000 F0.5  <b>G00 X220 Z10</b>  <b>G00 X20</b></p>	
	<p><b>G65 P02 L002</b></p>	<p>...            Κάλεσμα υπορουτίνας            ...</p>
	<p><b>G00 X220 Z10</b>            M05            M30  <b>Υπορουτίνα 02:</b>  <b>G91</b>  <b>G01 Z-10</b>  <b>G03 X40 Z-20 R20</b>  <b>G01 Z-80</b>  <b>G02 X40 Z-20 R20</b>  <b>G03 X40 Z-20 R20</b>  <b>G01 Z-30</b>  <b>G01 X20 Z-10</b>  <b>G01 X40</b>  <b>G00 X20</b>  <b>G00 Z190</b>  <b>G00 X-204</b></p>	
	<p>M99</p>	<p>...            Επιστροφή στο αρχικό πρόγραμμα            ...</p>
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>		



#### 4.5.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G65
Κάλεσμα υπορουτίνας

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<b>Κυρίως πρόγραμμα:</b> G90 G70 G18 G54 T01 M06 M04 S1000 F0.5 G00 X220 Z10 G00 X50	
	G65 P03 L004	... Κάλεσμα υπορουτίνας ...
	G00 X220 Z10 M05 M30	
	<b>Υπορουτίνα 02:</b> G91 G01 Z-120 G01 X-20 G01 Z120 G00 X30	
	M99	... Επιστροφή στο αρχικό πρόγραμμα ...
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		

#### 4.5.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G65
Κάλεσμα υπορουτίνας

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<b>Κυρίως πρόγραμμα:</b> G90 G21 G18 G54 T01 M06 M04 S1000 F0.5 G00 X220 Z10 G00 X140  <b>G65 P04 L013</b>  G00 X220 Z10 M05 M30 <b>Υπορουτίνα 01:</b> G91 G01 Z-140 G01 X20 G01 Z150 G00 X-30  M99	... Κάλεσμα υπορουτίνας ...
		... Επιστροφή στο αρχικό πρόγραμμα ...
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		



## 4.6.1 Παράδειγμα



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

G70
Κύκλος αποπεράτωσης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	N01 G90 G21 G18 G54	
	N02 T01 M06	
	N03 G00 X220 Z10	
	N04 M04 S1000 F0.5	
	N05 <span style="color: red;">GOTO 15</span>	... Μεταφορά στη σειρά 15 ...
	N06	
	N07 <span style="color: red;">G00 X0</span>	
	N08 <span style="color: red;">G01 Z0</span>	
	N09 <span style="color: red;">G03 X70 Z-35 R35</span>	
	N10 <span style="color: red;">G01 Z-85</span>	
	N11 <span style="color: red;">G01 X80 Z-90</span>	
	N12 <span style="color: red;">G01 Z-145</span>	
	N13 <span style="color: red;">G02 X150 Z-180 R35</span>	
	N14	...
	N15 <span style="color: red;">G70 P07 Q13</span>	Ενεργοποίηση κύκλου
	N16	...
	N17 M05	
	N18 M30	

Στιγμιότυπα της κατεργασίας

#### 4.6.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G70
Κύκλος αποπεράτωσης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	N01 G90 G21 G18 G54 N02 T01 M06 N03 G00 X220 Z10 N04 M04 S1000 F0.5	
	N05 <span style="color: red;">GOTO 18</span> N06	... Μεταφορά στη σειρά 18 ...
	N07 <span style="color: red;">G00 X0</span> N08 <span style="color: red;">G01 Z0</span> N09 <span style="color: red;">G01 X20</span> N10 <span style="color: red;">G01 X40 Z-10</span> N11 <span style="color: red;">G01 Z-40</span> N12 <span style="color: red;">G03 X100 Z-70 R30</span> N13 <span style="color: red;">G01 X120</span> N14 <span style="color: red;">G01 Z-110</span> N15 <span style="color: red;">G01 X150 Z-170</span> N16 <span style="color: red;">G00 X220</span> N17	
	N18 <span style="color: red;">G70 P07 Q16</span> N19 N20 M05 N21 M30	... Ενεργοποίηση κύκλου ...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

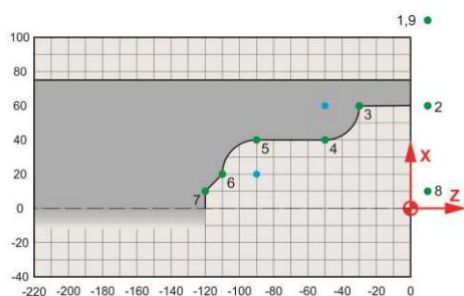
#### 4.6.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G70**

### Κύκλος αποπεράτωσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5

N05 **GOTO 15**

... Μεταφορά στη σειρά 15

N06

...

N07 **G00 X120**

N08 **G01 Z-30**

N09 **G02 X80 Z-50 R20**

N10 **G01 Z-90**

N11 **G03 X40 Z-110 R20**

N12 **G01 X20 Z-120**

N13 **G00 Z10**

N14

...

N15 **G70 P07 Q13**

... Ενεργοποίηση κύκλου

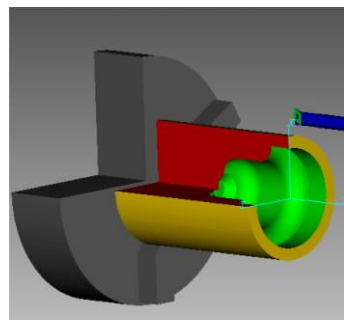
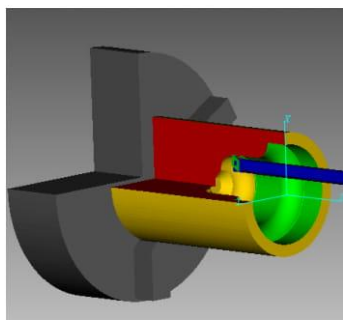
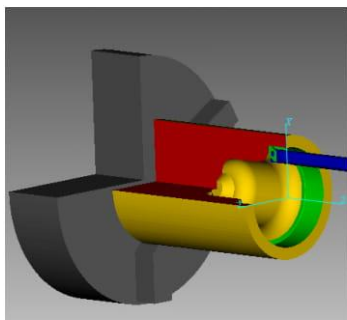
N16

...

N17 M05

N18 M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



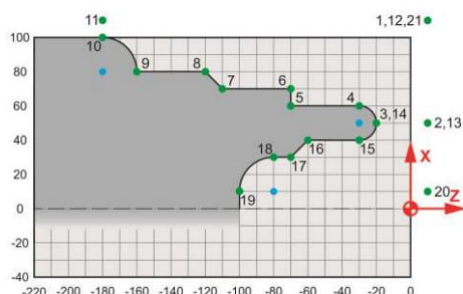
#### 4.6.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G70**

### Κύκλος αποπεράτωσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 (T01 M06)  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5

N05 **GOTO 18**

...  
 Μεταφορά στη σειρά 18

N06

...

N07 **G00 X100**

N08 **G01 Z-20**

N09 **G03 X120 Z-30 R10**

N10 **G01 Z-70**

N11 **G01 X140**

N12 **G01 Z-110**

N13 **G01 X160 Z-120**

N14 **G01 Z-160**

N15 **G03 X200 Z-180 R20**

N16 **G00 X220**

N17

...

N18 **G70 P07 Q16**

Ενεργοποίηση κύκλου

...

N19 **T07 M06**

...

N20 **GOTO 31**

...  
 Μεταφορά στη σειρά 31

N21

...

N22 **G00 X100**

N23 **G01 Z-20**

N24 **G02 X80 Z-30 R10**

N25 **G01 Z-60**

N26 **G01 X60 Z-70**

N27 **G01 Z-80**

N28 **G03 X20 Z-100 R20**

N29 **G00 Z10**

N30

...

N31 **G70 P22 Q29**

Ενεργοποίηση κύκλου

...

N32

...

N33 M05

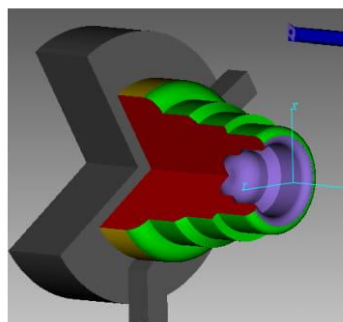
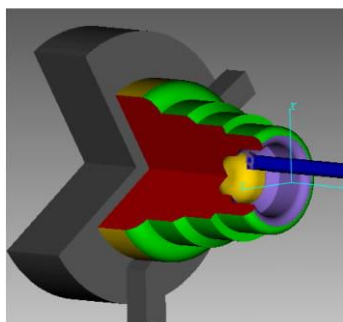
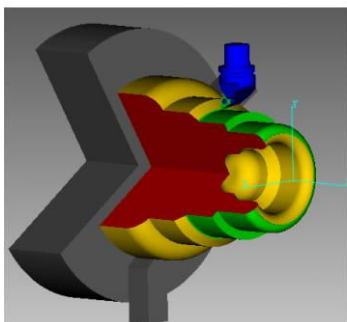
N34 M30



G70

## Κύκλος αποπεράτωσης

Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.7.1 Παράδειγμα



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

G71
Κύκλος διαμήκους τόννευσης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	N01 G90 G21 G18 G54 N02 T01 M06 N03 G00 X220 Z10 N04 M04 S1000 F0.5 N05 <span style="color: red;">G00 X0</span>	
	N06 <span style="color: red;">G71 U5.0 R5.0</span> N07 <span style="color: red;">G71 I2.0 K2.0 P09 Q15 U0.5 W0.1</span>	... Ενεργοποίηση κύκλου
	N08	...
	N09 <span style="color: red;">G01 X0 Z0</span>	
	N10 <span style="color: red;">G01 X80 Z-60</span>	
	N11 <span style="color: red;">G01 Z-80</span>	
	N12 <span style="color: red;">G03 X120 Z-100 R20</span>	
	N13 <span style="color: red;">G01 Z-150</span>	
	N14 <span style="color: red;">G01 X140</span>	
	N15 <span style="color: red;">G01 X150 Z-135</span>	
N16		
N17 <span style="color: red;">G00 X220 Z10</span>		
N18 <span style="color: red;">G70 P09 Q15</span>		
N19 M05		
N20 M30		

Στιγμιότυπα της κατεργασίας



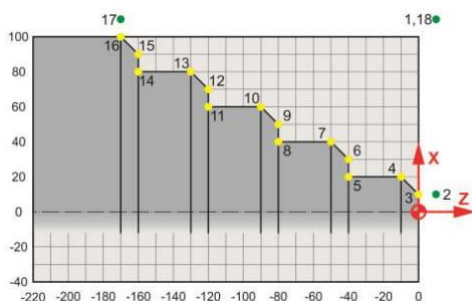
#### 4.7.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τόννευσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

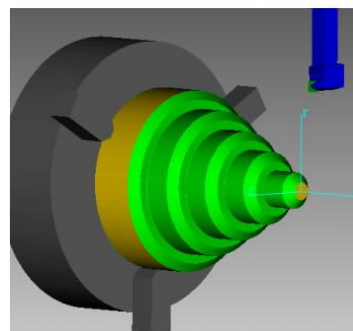
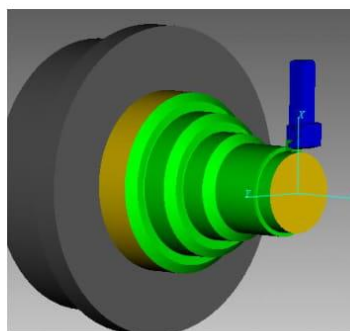
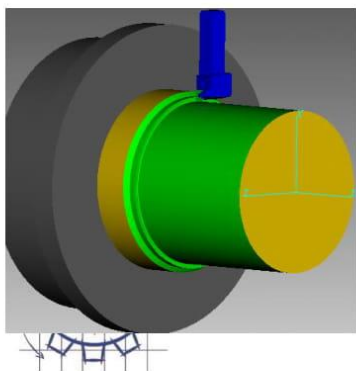
N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X20**

N06 **G71 U5.0 R5.0**  
 N07 **G71 P09 Q22**

N08  
 N09 **G01 X20 Z0**  
 N10 **G01 X40 Z-10**  
 N11 **G01 Z-40**  
 N12 **G01 X60**  
 N13 **G01 X80 Z-50**  
 N14 **G01 Z-80**  
 N15 **G01 X100**  
 N16 **G01 X120 Z-90**  
 N17 **G01 Z-120**  
 N18 **G01 X140**  
 N19 **G01 X160 Z-130**  
 N20 **G01 Z-160**  
 N21 **G01 X180**  
 N22 **G01 X200 Z-170**  
 N23  
 N24 **G00 X220 Z10**  
 N25 **G70 P09 Q22**  
 N26 M05  
 N27 M30

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου  
 ...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



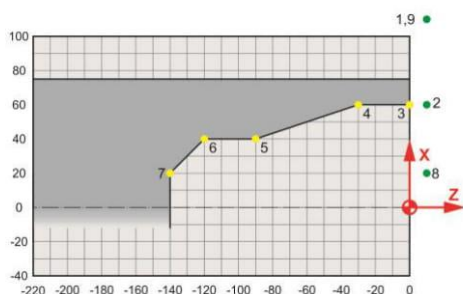
#### 4.7.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τόννευσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X40**

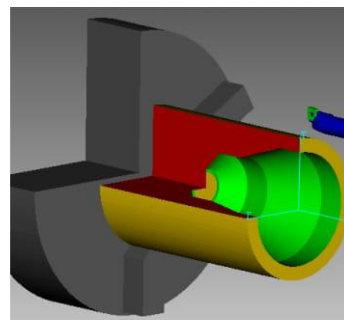
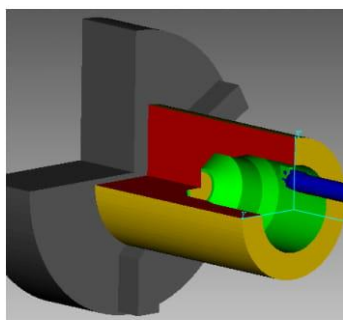
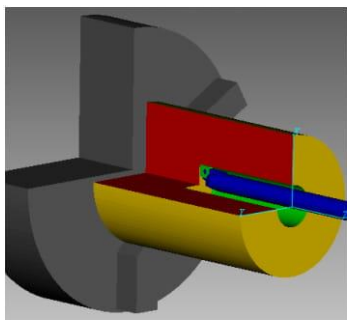
N06 **G71 U2.0 R1.0**  
 N07 **G71 P09 Q13**

N08  
 N09 **G01 X120 Z0**  
 N10 **G01 Z-30**  
 N11 **G01 X80 Z-90**  
 N12 **G01 Z-120**  
 N13 **G01 X40 Z-140**  
 N14  
 N15 **G70 P09 Q13**  
 N16 **G00 X220 Z10**  
 N17 M05  
 N18 M30

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας





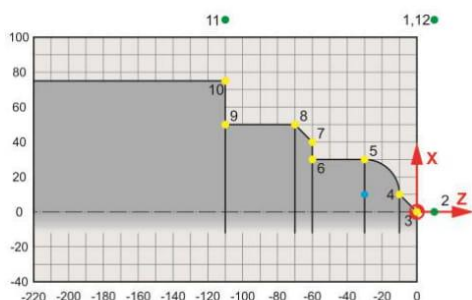
#### 4.7.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τόννευσης



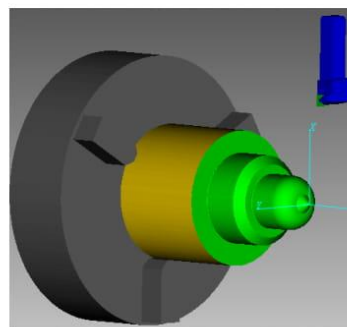
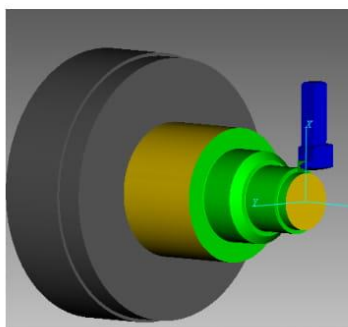
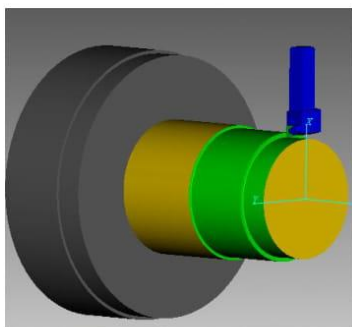
#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X150**  
 N06  
 N07 **G71 U5.0 R5.0**  
 N08 **G71 I2.0 K2.0 P10**  
 N09  
 N10 **G01 X0 Z0**  
 N11 **G01 X20 Z-10**  
 N12 **G03 X60 Z-30 R20**  
 N13 **G01 Z-60**  
 N14 **G01 X80**  
 N15 **G01 X100 Z-70**  
 N16 **G01 Z-110**  
 N17 **G01 X150**  
 N18  
 N19 **G00 X220 Z10**  
 N20 **G70 P10 Q17**  
 N21 M05  
 N22 M30

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου  
 ...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



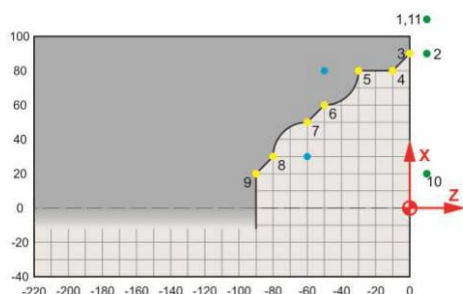
#### 4.7.5 Αποστολή 4<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τórνευσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

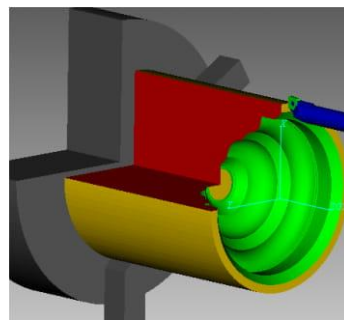
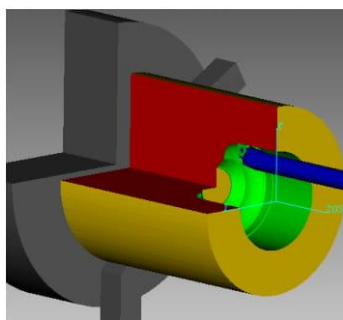
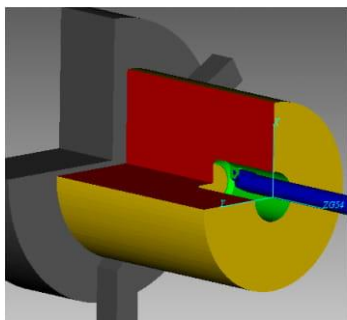
N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X180**

N06 **G71 U2.0 R1.0**  
 N07 **G71 I-2.0 K1.0 P09 Q15**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

N08  
 N09 **G01 X180 Z0**  
 N10 **G01 X160 Z-10**  
 N11 **G01 Z-30**  
 N12 **G02 X120 Z-50 R20**  
 N13 **G01 X100 Z-60**  
 N14 **G03 X60 Z-80 R20**  
 N15 **G01 X40 Z-90**  
 N16  
 N17 **G00 X0**  
 N18 **G70 P09 Q15**  
 N19  
 N20 G00 X220 Z10  
 N21 M05  
 N22 M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



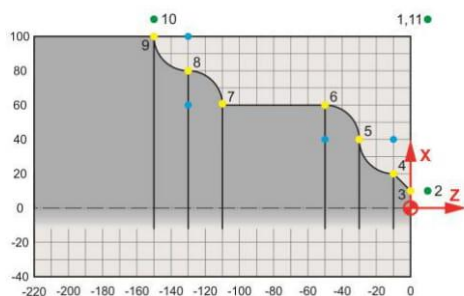
#### 4.7.6 Αποστολή 5<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τórνευσης



**Πρόγραμμα**

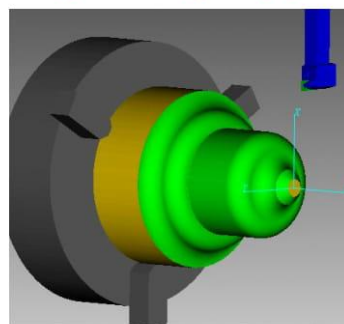
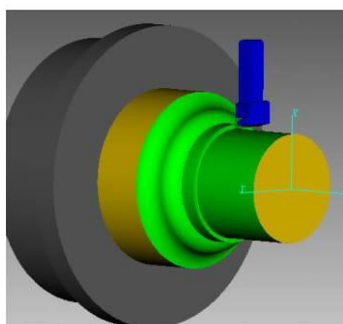
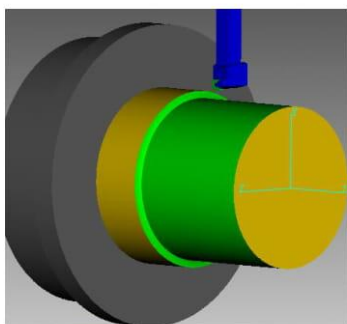
**Περιγραφή**

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X20**  
 N06  
 N07 **G71 U5.0 R5.0**  
 N08 **G71 I2.0 K1.0 P10**  
 N16 **Q16 U0.1 W0.25**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου  
 ...

N09  
 N10 **G01 X20 Z0**  
 N11 **G01 X40 Z-10**  
 N12 **G02 X80 Z-30 R20**  
 N13 **G03 X120 Z-50 R20**  
 N14 **G01 Z-110**  
 N15 **G03 X160 Z-130 R20**  
 N16 **G02 X200 Z-150 R20**  
 N17  
 N18 **G00 X220 Z10**  
 N19 **G70 P10 Q16**  
 N20 M05  
 N21 M30

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



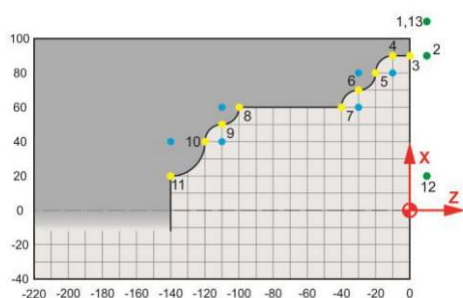
#### 4.7.7 Αποστολή 6<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τόννευσης



#### Πρόγραμμα

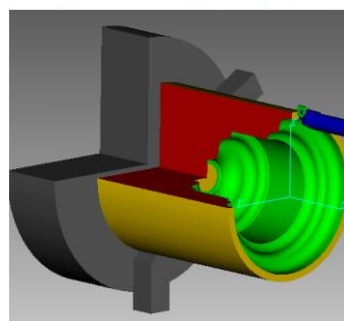
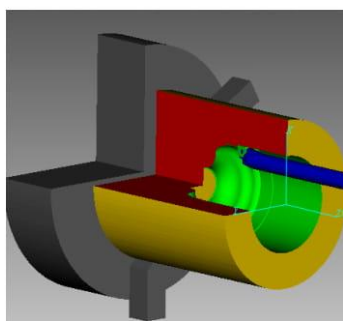
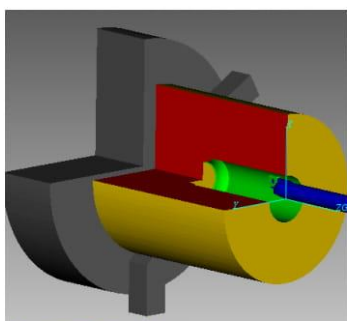
#### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X180**  
 N06  
 N07 **G71 U2.0 R1.0**  
 N08 **G71 I-1.0 K0.5 P10**  
**Q18 U-0.5 W0.1**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

N09  
 N10 **G01 X180 Z0**  
 N11 **G01 Z-10**  
 N12 **G03 X160 Z-20 R10**  
 N13 **G02 X140 Z-30 R10**  
 N14 **G03 X120 Z-40 R10**  
 N15 **G01 Z-100**  
 N16 **G02 X100 Z-110 R10**  
 N17 **G03 X80 Z-120 R10**  
 N18 **G02 X40 Z-140 R20**  
 N19  
 N20 **G00 X0**  
 N21 **G70 P10 Q18**  
 N22 G00 Z10  
 N23 G00 X220  
 N24 M05  
 N25 M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



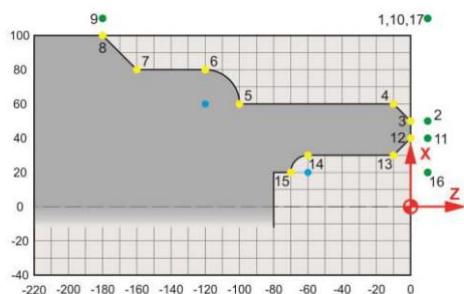
#### 4.7.8 Αποστολή 7<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G71**

### Κύκλος διαμήκους τórνευσης



**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X100**  
 N06  
 N07 **G71 U5.0 R5.0**  
 N08 **G71 I-1.0 K1.0 P10**  
 N09 **Q15 U-0.5 W0.1**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

N10  
 N10 **G01 X100 Z0**  
 N11 **G01 X120 Z-10**  
 N12 **G01 Z-100**  
 N13 **G03 X160 Z-120 R20**  
 N14 **G01 Z-160**  
 N15 **G01 X200 Z-180**  
 N16  
 N17 **G00 X220**  
 N18 **G00 Z10**  
 N19 **G70 P10 Q15**  
 N20 **T07 M06**  
 N21 **G00 X80**  
 N22  
 N23 **G71 U2.0 R1.0**  
 N24 **G71 I1.0 K1.0 P26**  
 N25 **Q29 U0.5 W0.1**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

N26  
 N26 **G01 X80 Z0**  
 N27 **G01 X60 Z-10**  
 N28 **G01 Z-60**  
 N29 **G03 X40 Z-70 R10**  
 N30  
 N31 **G00 X0 Z10**  
 N32 **G70 P26 Q29**  
 N33 G00 X220 Z10  
 N34 M05  
 N35 M30

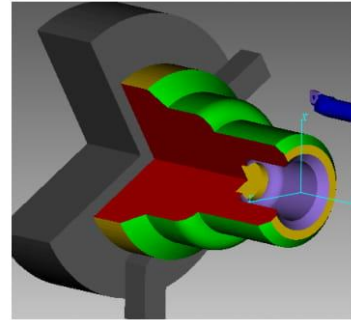
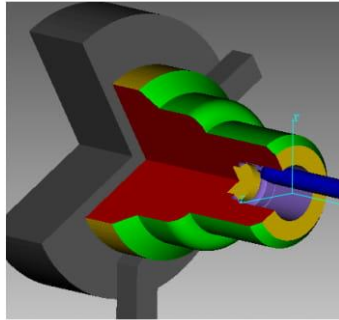
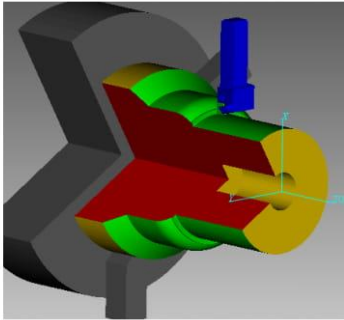




**G71**

## Κύκλος διαμήκους τόννευσης

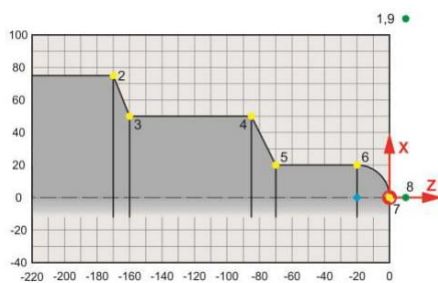
Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.8.1 Παράδειγμα



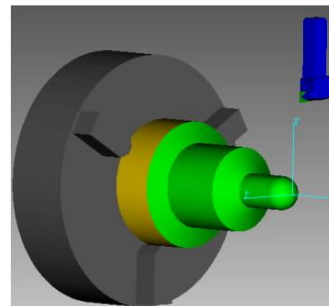
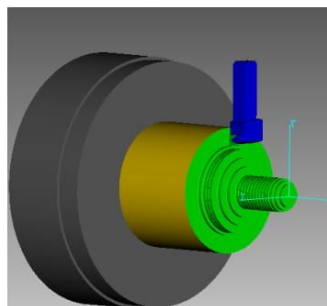
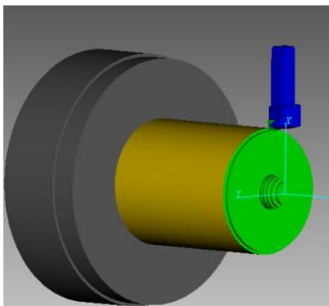
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G72****Κύκλος εγκάρσιας τόννευσης****Πρόγραμμα****Περιγραφή**

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05  
 N06 **G72 W5.0 R1.0**  
 N07 **G72 I1.0 K1.0 P09**  
 N14 **Q14 U0.5 W0.1**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

N08  
 N09 **G01 X150 Z-170**  
 N10 **G01 X100 Z-160**  
 N11 **G01 Z-85**  
 N12 **G01 X40 Z-70**  
 N13 **G01 Z-20**  
 N14 **G02 X0 Z0 R20**  
 N15  
 N16 **G00 Z10**  
 N17 **G70 P09 Q14**  
 N18 G00 X220 Z10  
 N19 M05  
 N20 M30

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



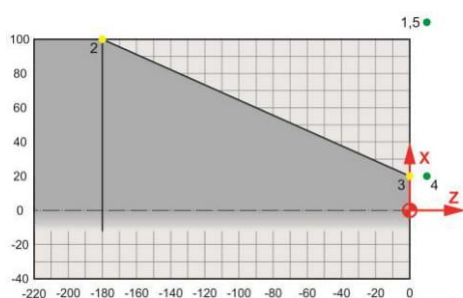
#### 4.8.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G72**

### Κύκλος εγκάρσιας τόννευσης



#### Πρόγραμμα

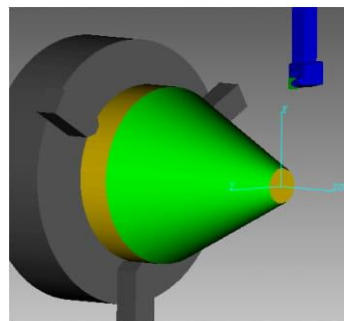
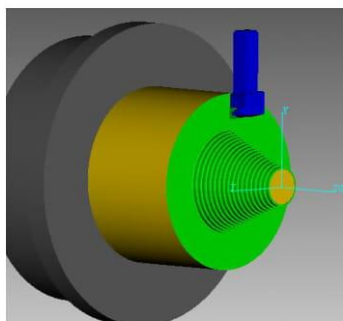
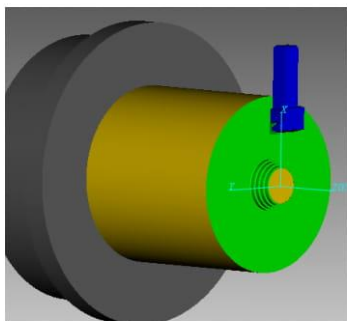
#### Περιγραφή

```
N01 G90 G21 G18 G54
N02 T01 M06
N03 G00 X220 Z10
N04 M04 S1000 F0.5
N05
N06 G72 W5.0 R1.0
N07 G72 P09 Q10
N08
N09 G01 X200 Z-180
N10 G01 X40 Z0
N11
N12 G00 Z10
N13 G70 P09 Q10
N14 G00 X220 Z10
N15 M05
N16 M30
```

...  
 Ένεργοποίηση κύκλου

...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



#### 4.8.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G72
Κύκλος εγκάρσιας τόννευσης

Πρόγραμμα	Περιγραφή
N01 G90 G21 G18 G54	
N02 T01 M06	
N03 G00 X220 Z10	
N04 M04 S1000 F0.5	
N05	...
N06 <span style="color: red;">G72 W5.0 R1.0</span>	Ενεργοποίηση κύκλου
N07 <span style="color: red;">G72 I1.0 K1.0 P09 Q19</span>	...
N08	
N09 <span style="color: red;">G01 X200 Z-180</span>	
N10 <span style="color: red;">G01 X180</span>	
N11 <span style="color: red;">G02 X160 Z-170 R10</span>	
N12 <span style="color: red;">G01 Z-150</span>	
N13 <span style="color: red;">G01 X120 Z-120</span>	
N14 <span style="color: red;">G01 Z-100</span>	
N15 <span style="color: red;">G02 X100 Z-90 R10</span>	
N16 <span style="color: red;">G01 Z-70</span>	
N17 <span style="color: red;">G01 X60 Z-40</span>	
N18 <span style="color: red;">G01 Z-20</span>	
N19 <span style="color: red;">G02 X20 Z0 R20</span>	
N20	
N21 <span style="color: red;">G00 Z10</span>	
N22 <span style="color: red;">G70 P09 Q19</span>	
N23 G00 X220 Z10	
N24 M05	
N25 M30	

Στιγμιότυπα της κατεργασίας

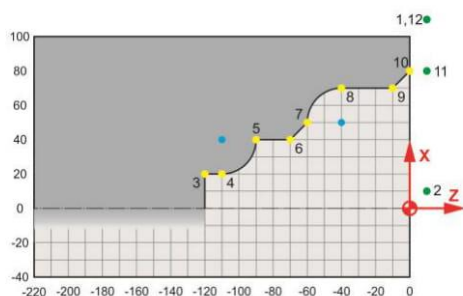
#### 4.8.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G72**

### Κύκλος εγκάρσιας τόννευσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

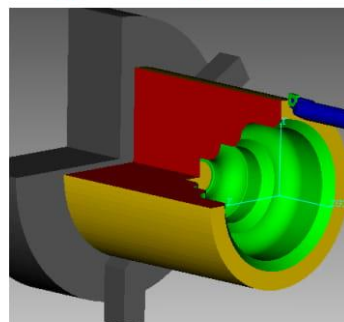
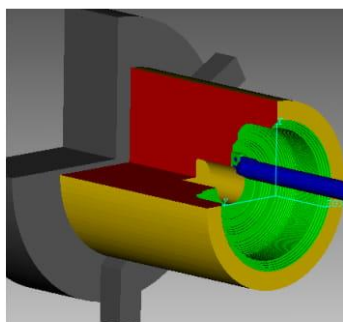
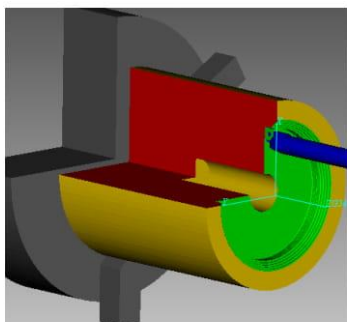
N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05 **G00 X20**

N06 **G72 W2.0 R1.0**  
 N07 **G72 I-1.0 K1.0 P09**  
**Q16 U-0.5 W0.1**

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου

N08  
 N09 **G01 X40 Z-120**  
 N10 **G01 Z-110**  
 N11 **G03 X80 Z-90 R20**  
 N12 **G01 Z-70**  
 N13 **G01 X100 Z-60**  
 N14 **G02 X140 Z-40 R20**  
 N15 **G01 Z-10**  
 N16 **G01 X160 Z0**  
 N17  
 N18 **G00 Z10**  
 N19 **G70 P09 Q16**  
 N20 G00 X220 Z10  
 N21 M05  
 N22 M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.9.1 Παράδειγμα



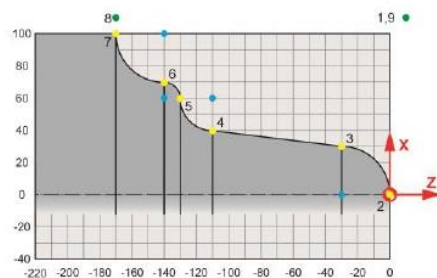
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G73**

## Κύκλος επαναλαμβανόμενου προφίλ



### Πρόγραμμα

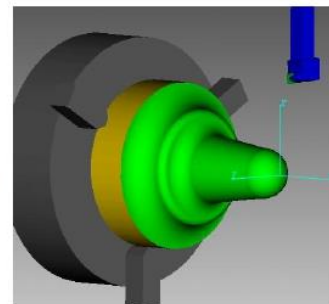
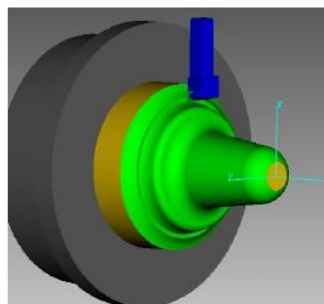
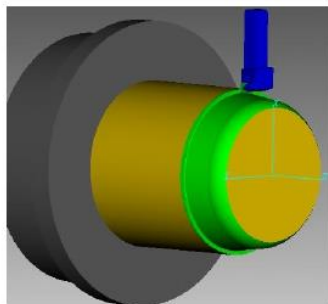
### Περιγραφή

```

N01 G90 G21 G18 G54
N02 T01 M06
N03 G00 X220 Z10
N04 M04 S1000 F0.5
N05
N06 G73 D20 I100.0
K10.0 P08 Q13 U0.5 W1.0
N07
N08 G01 X0 Z0
N09 G03 X60 Z-30 R30
N10 G01 X80 Z-110
N11 G02 X120 Z-130 R20
N12 G03 X140 Z-140 R10
N13 G02 X200 Z-170 R30
N14
N15 G00 X220
N16 G70 P08 Q13
N17 G00 X220 Z10
N18 M05
N19 M30
  
```

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



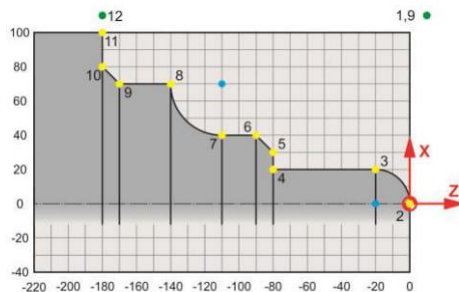
#### 4.9.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G73**

### Κύκλος επαναλαμβανόμενου προφίλ



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54

N02 T01 M06

N03 G00 X220 Z10

N04 M04 S1000 F0.5

N05

N06 **G73 D20 I100.0 K10.0**

... Ένεργοποίηση κύκλου

**P08 Q17**

...

N07

N08 **G01 X0 Z0**

N09 **G03 X40 Z-20 R20**

N10 **G01 Z-80**

N11 **G01 X60**

N12 **G01 X80 Z-90**

N13 **G01 Z-110**

N14 **G02 X140 Z-140 R30**

N15 **G01 Z-170**

N16 **G01 X160 Z-180**

N17 **G01 X200**

N18

N19 **G00 X220**

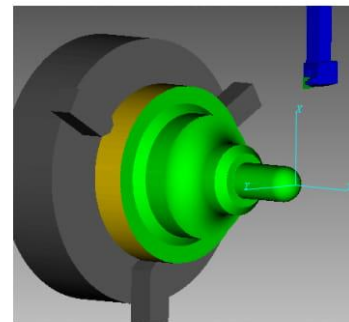
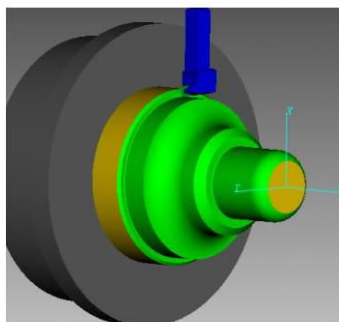
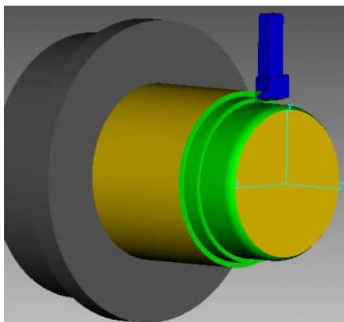
N20 **G70 P08 Q17**

N21 G00 X220 Z10

N22 M05

N23 M30

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας





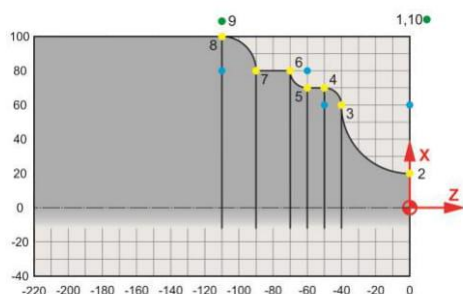
### 4.9.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G73**

## Κύκλος επαναλαμβανόμενου προφίλ



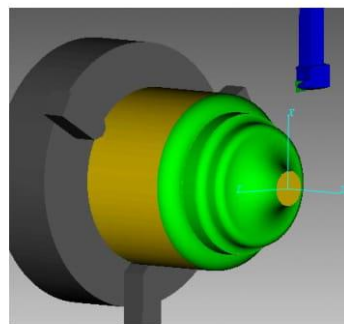
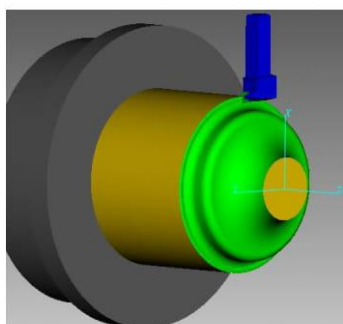
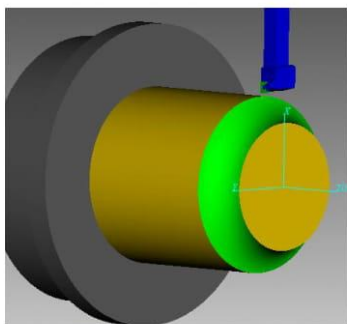
### Πρόγραμμα

### Περιγραφή

N01 G90 G21 G18 G54  
 N02 T01 M06  
 N03 G00 X220 Z10  
 N04 M04 S1000 F0.5  
 N05  
 N06 **G73 D20 I100.0 K10.0**  
**P08 Q14**  
 N07  
 N08 **G01 X40 Z0**  
 N09 **G02 X120 Z-40 R40**  
 N10 **G03 X140 Z-50 R10**  
 N11 **G01 Z-60**  
 N12 **G02 X160 Z-70 R10**  
 N13 **G01 Z-90**  
 N14 **G03 X200 Z-110 R20**  
 N15  
 N16 **G00 X220**  
 N17 **G70 P08 Q14**  
 N18 G00 X220 Z10  
 N19 M05  
 N20 M30

...  
 Ενεργοποίηση κύκλου  
 ...

### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



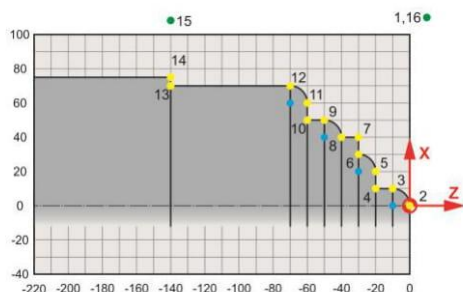
#### 4.9.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G73**

### Κύκλος επαναλαμβανόμενου προφίλ



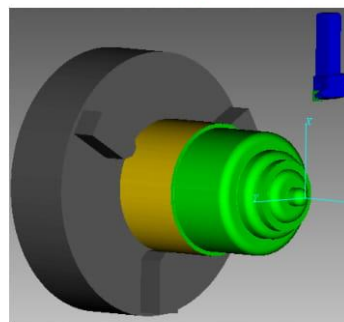
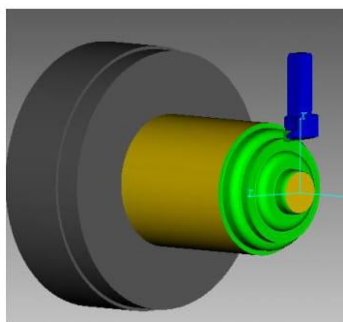
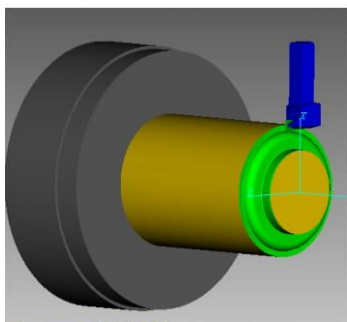
#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

```

N01 G90 G21 G18 G54
N02 T01 M06
N03 G00 X220 Z10
N04 M04 S1000 F0.5
N05
N06 G73 D20 I75.0 K10.0 ...
P08 Q20 U0.5 W1.0 ...
N07
N08 G01 X0 Z0
N09 G03 X20 Z-10 R10
N10 G01 Z-20
N11 G01 X40
N12 G03 X60 Z-30 R10
N13 G01 X80
N14 G01 Z-40
N15 G03 X100 Z-50 R10
N16 G01 Z-60
N17 G01 X120
N18 G03 X140 Z-70 R10
N19 G01 Z-140
N20 G01 X150
N21
N22 G00 X220
N23 G70 P08 Q20
N24 G00 X220 Z10
N25 M05
N26 M30
    
```

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



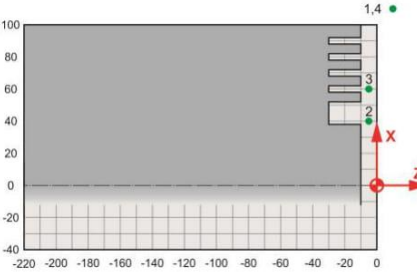


## 4.10.1 Παράδειγμα



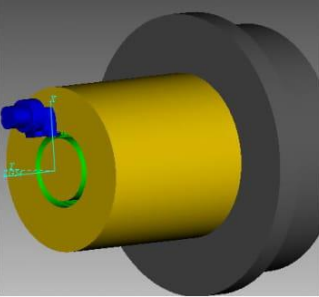
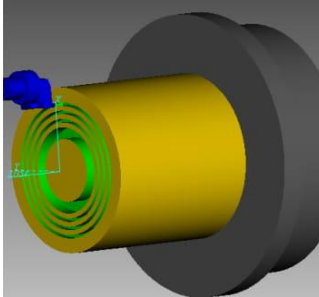
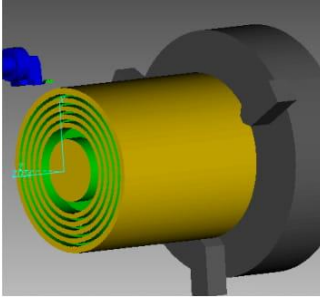
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**


G74
Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης



Πρόγραμμα	Περιγραφή
G90 G21 G18 G54	
T01 M06	
G00 X220 Z10	
M03 S1000 F0.5	
G00 X80 Z5	
G74 I2 X100 Z-30	... Ενεργοποίηση κύκλου
G00 X120	...
G74 I10 X180 Z-30	... Ενεργοποίηση κύκλου
G00 X220 Z10	...
M05	
M30	

Στιγμιότυπα της κατεργασίας



#### 4.10.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



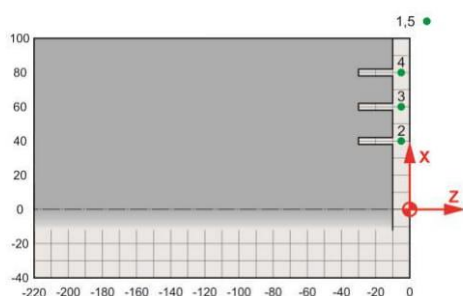
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G74**

### Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης

**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**



G90 G21 G18 G54

T01 M06

G00 X220 Z10

M03 S1000 F0.5

**G00 X80 Z5**

**G74 Z-30**

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

G00 X120

...

**G74 Z-30**

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

G00 X160

...

**G74 Z-30**

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

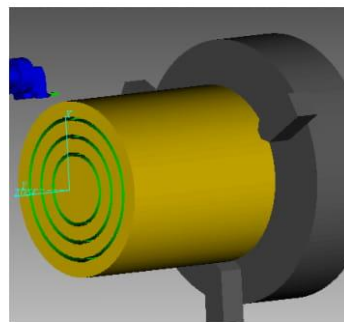
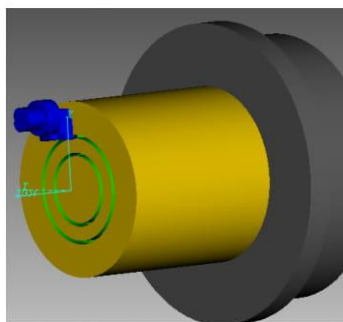
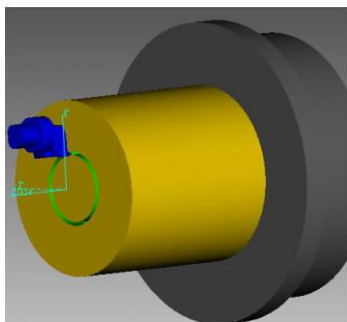
G00 X220 Z10

M05

M30

...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



#### 4.10.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



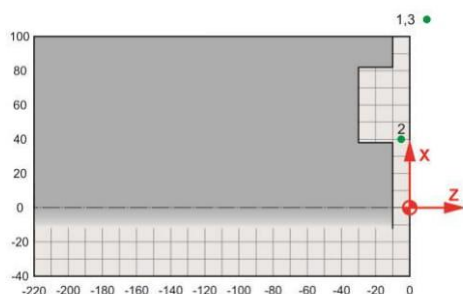
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G74**

### Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης

**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**



G90 G21 G18 G54

T01 M06

G00 X220 Z10

M03 S1000 F0.5

**G00 X80 Z5**

**G74 I2 X160 Z-30**

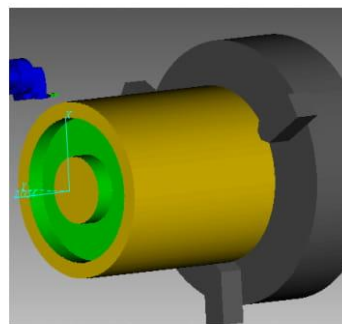
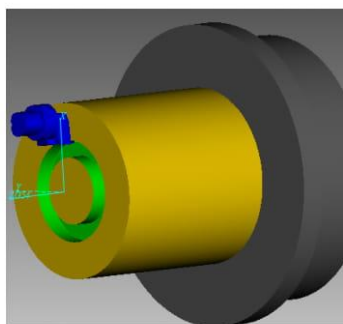
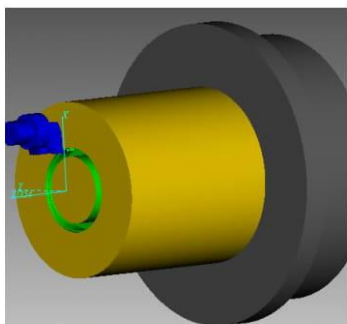
G00 X220 Z10

M05

M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



#### 4.10.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



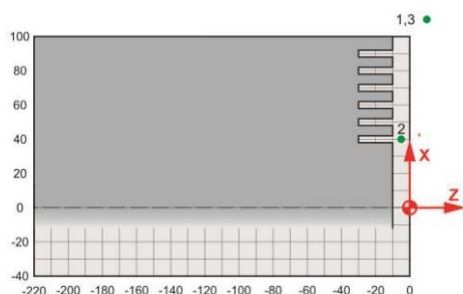
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G74**

### Κύκλος διαμήκους αυλάκωσης

**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**



G90 G21 G18 G54

T01 M06

G00 X220 Z10

M03 S1000 F0.5

**G00 X80 Z5**

**G74 I10 X180 Z-30**

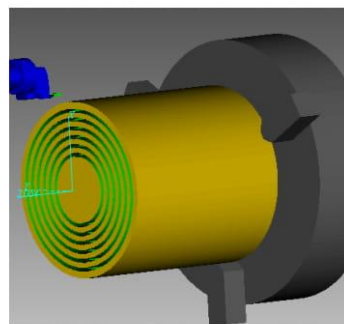
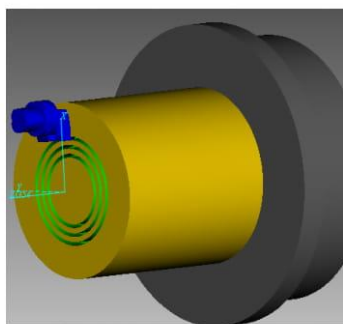
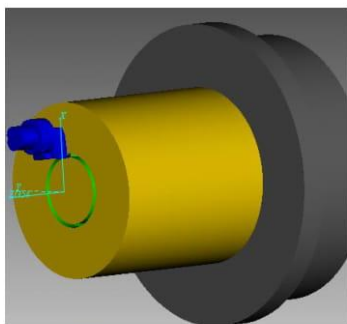
G00 X220 Z10

M05

M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



## 4.11.1 Παράδειγμα



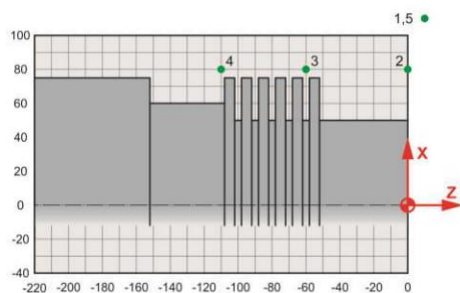
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &amp; ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ &amp; ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

## G75

## Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης



## Πρόγραμμα

## Περιγραφή

G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
G00 X220 Z10  
M04 S1000 F0.5  
G00 X160 Z0

G75 X100 Z-50 K3

G00 Z-60

G75 X100 Z-100 K10

G00 Z-110

G75 X120 Z-150 K3

G00 X220 Z10  
M05  
M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

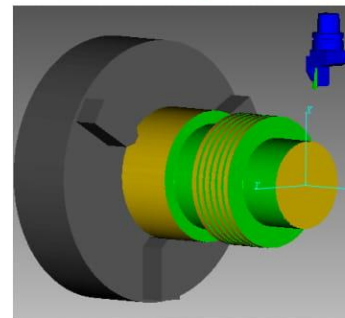
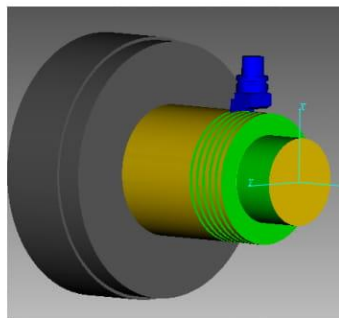
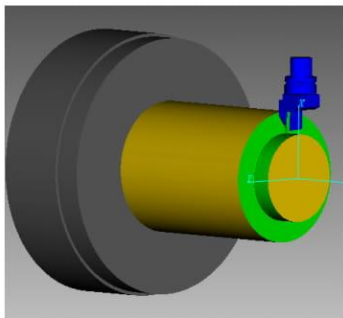
...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

## Στιγμιότυπα της κατεργασίας



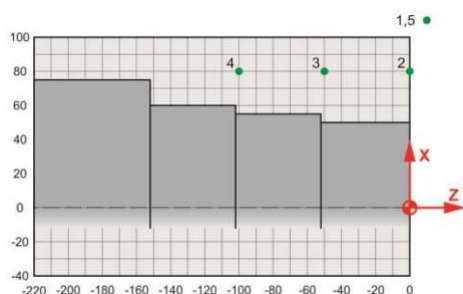
#### 4.11.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G75**

### Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
G00 X220 Z10  
M04 S1000 F0.5  
**G00 X160 Z0**

**G75 X100 Z-50 K3**

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

**G00 Z-50**

...

**G75 X110 Z-100 K3**

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

**G00 Z-100**

...

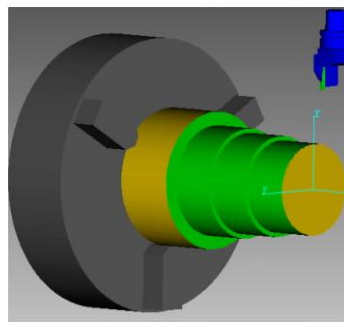
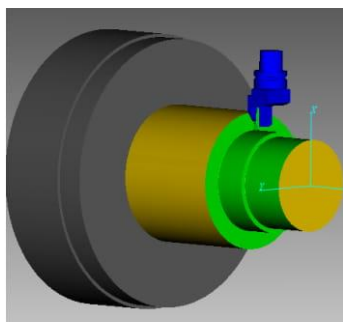
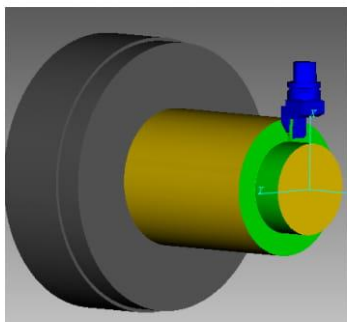
**G75 X120 Z-150 K3**

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

G00 X220 Z10  
M05  
M30

...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας





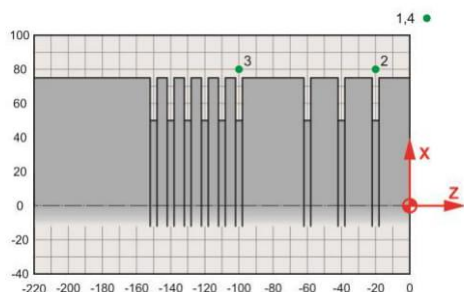
#### 4.11.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G75**

### Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης



#### Πρόγραμμα

#### Περιγραφή

G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
G00 X220 Z10  
M04 S1000 F0.5  
**G00 X160 Z-20**

**G75 X100 Z-60 K20**

**G00 Z-100**

**G75 X100 Z-150 K10**

G00 X220 Z10  
M05  
M30

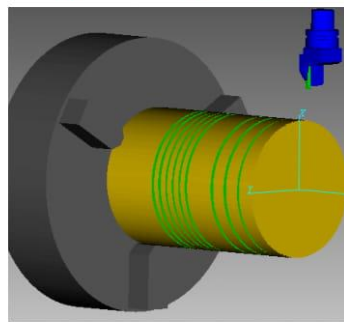
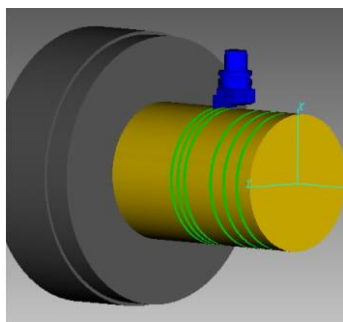
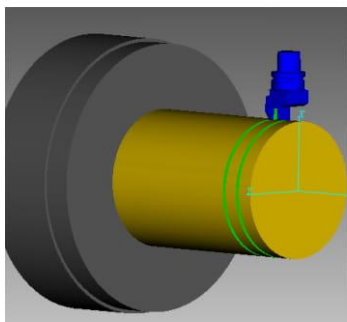
...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας





#### 4.11.4 Αποστολή 3<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G75
Κύκλος εγκάρσιας αυλάκωσης

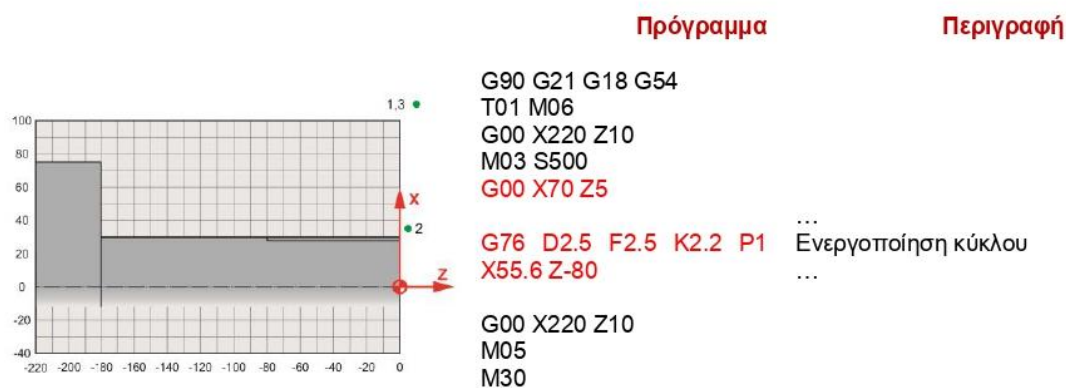
	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M04 S1000 F0.5 <b>G00 X160 Z0</b>	...
	<b>G75 X100 Z-10 K3</b>	Ενεργοποίηση κύκλου
	<b>G00 Z-10</b>	...
	<b>G75 X130 Z-60 K3</b>	Ενεργοποίηση κύκλου
	<b>G00 Z-60</b>	...
	<b>G75 X100 Z-130 K3</b>	Ενεργοποίηση κύκλου
	<b>G00 Z-20</b>	...
	<b>G75 X100 Z-50 K10</b>	Ενεργοποίηση κύκλου
	G00 X220 Z10 M05 M30	
	Στιγμιότυπα της κατεργασίας	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		

## 4.12.1 Παράδειγμα

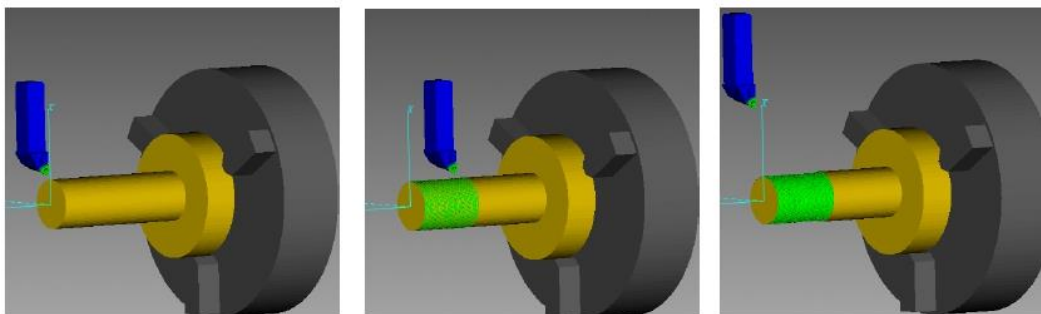


**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

## G76 Κύκλος σπειροτόμησης πολ/ων επαναληψεων



Στιγμιότυπα της κατεργασίας

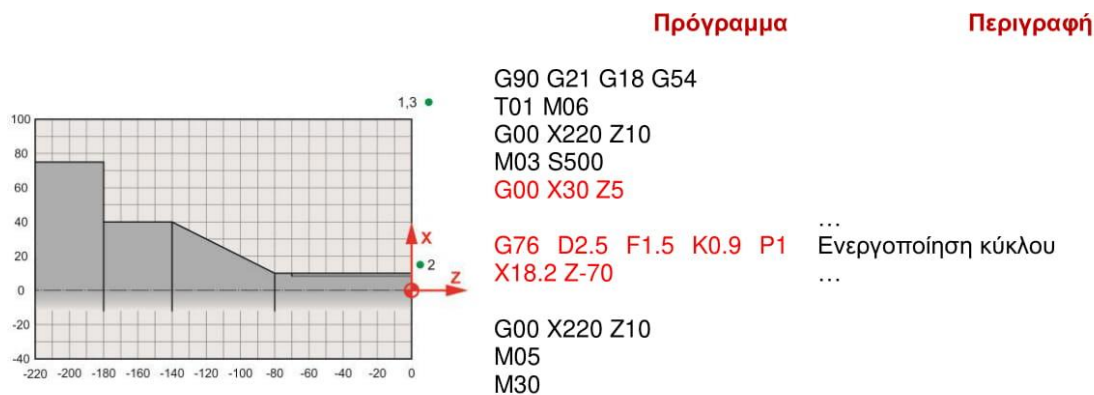


#### 4.12.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>

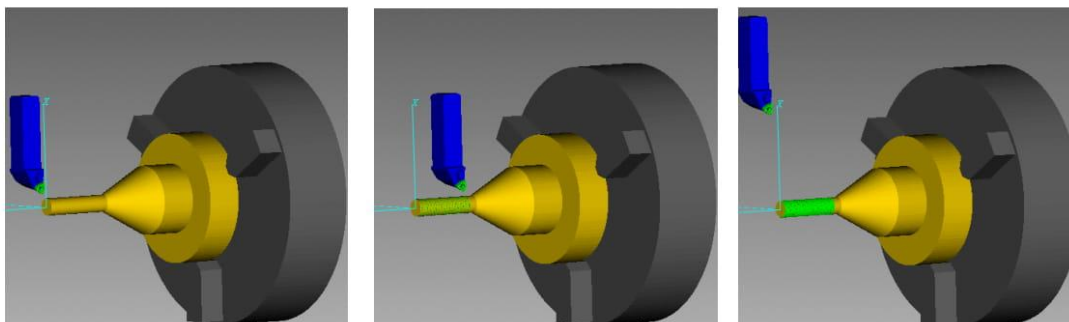


**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### **G76** Κύκλος σπειροτόμησης πολ/ων επαναληψεων



**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



#### 4.12.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>

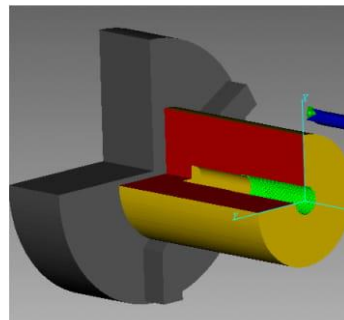
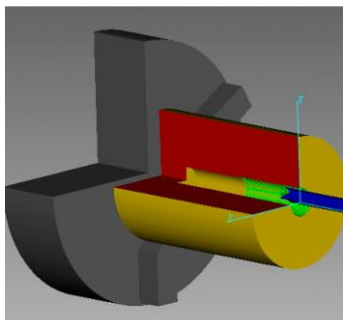
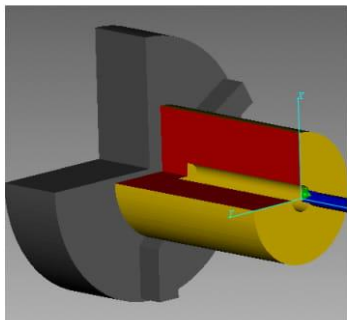


**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### **G76** Κύκλος σπειροτόμησης πολ/ων επαναληψεων

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54	
	T01 M06	
	G00 X220 Z10	
	M04 S500	
	<b>G00 X25 Z5</b>	
	<b>G76 D2.5 F2 K1.5 P1 X33</b>	... Ενεργοποίηση κύκλου
	<b>Z-100</b>	...
	G00 X220 Z10	
	M05	
	M30	

#### Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 4.13 G81

### 4.13.1 Παράδειγμα



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G81**

**Κύκλος διάτρησης**

Πρόγραμμα	Περιγραφή
G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S500 F0.5 G00 X0 G91	...
G81 Z-30 Z-50 Z-70 Z-90	Ενεργοποίηση κύκλου Διάτρηση μέχρι το Z-30 Διάτρηση μέχρι το Z-50 Διάτρηση μέχρι το Z-70 Διάτρηση μέχρι το Z-90 ...
G90 G00 X220 Z10 M05 M30	

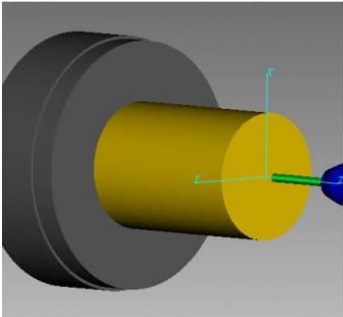
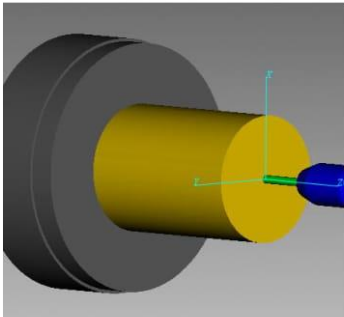
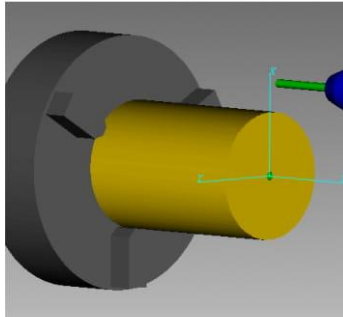

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

#### 4.13.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G81
Κύκλος διάτρησης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S500 F0.5 <span style="color: red;">G00 X0</span> <span style="color: red;">G91</span>  <span style="color: red;">G81 Z-60</span>  <span style="color: red;">G90</span> G00 X220 Z10 M05 M30	... Ενεργοποίηση κύκλου ...
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>		
		



#### 4.13.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G81
Κύκλος διάτρησης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S500 F0.5 G00 X0 Z0 G91  G81 Z-40 Z-80  G90 G00 X220 Z10 T07 M06 G00 X0 Z0 G91  G81 Z-40 Z-80  G90 G00 X220 Z10 M05 M30                     </pre>	<p>...</p> <p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p> <p>...</p> <p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p>
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		



## 4.14 G82

### 4.14.1 Παράδειγμα



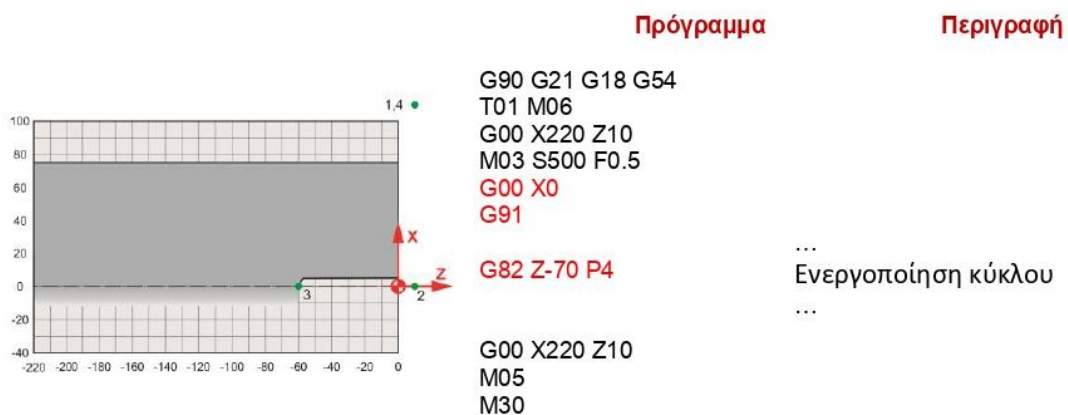
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

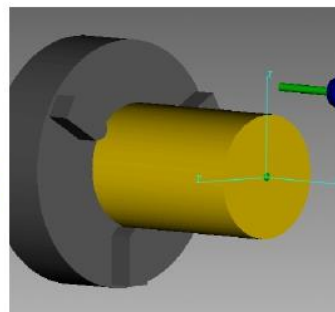
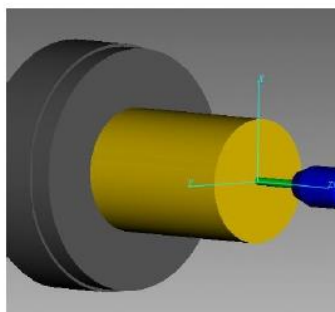
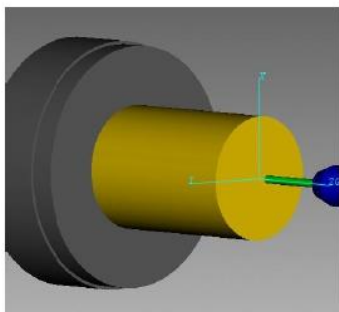
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G82**

### Κύκλος διάτρησης με χρονική παυση



Στιγμιότυπα της κατεργασίας





## 4.15.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G83
Κύκλος διάτρησης σταθερού βήματος

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S500 F0.5 G00 X0 G91  G83 Q10.0 Z-90  G00 X220 Z10 M05 M30           </pre>	<p>...</p> <p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p>
<span style="color: red; font-weight: bold;">Στιγμιότυπα της κατεργασίας</span>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		

#### 4.15.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G83
Κύκλος διάτρησης σταθερού βήματος

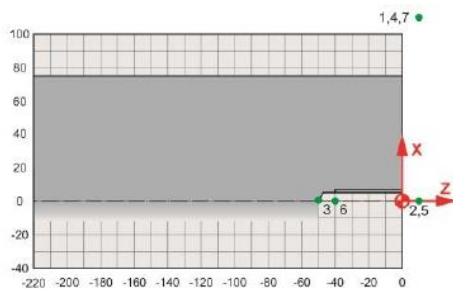
	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S500 F0.5 G00 X0 G91 </pre>	<p>...</p> <p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p>
	<pre> G83 Q20.0 Z-80 </pre>	<p>...</p>
	<pre> G90 G00 X220 T07 M06 G00 X0 G91 </pre>	<p>...</p>
	<pre> G83 Q20.0 Z-80 </pre>	<p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p>
	<pre> G90 G00 X220 Z10 M05 M30 </pre>	

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

## 4.16.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

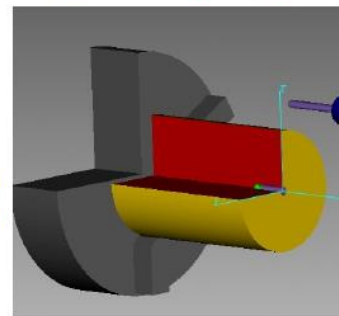
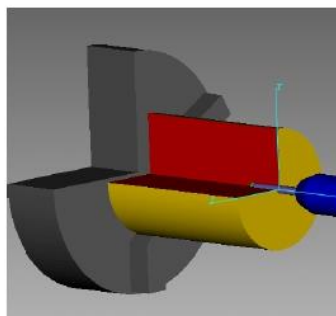
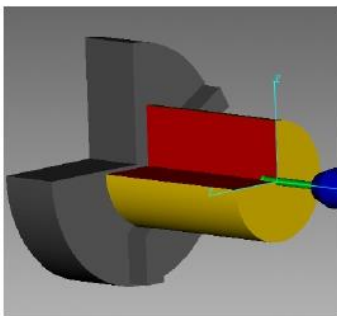
**G84****Κύκλος σπειροτόμησης με κολαούζο****Πρόγραμμα****Περιγραφή**

```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
G00 X220 Z10
M03 S500 F5
G00 X0
G91
G83 Q20.0 Z-60
G90
X220 Z10
T07 M06
G00 X0
G91
```

```
G84 F1.5 S1 Z-50
```

```
G00 X220 Z10
M05
M30
```

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

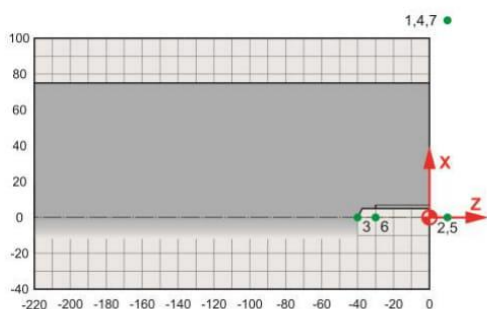
#### 4.16.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G84**

### Κύκλος σπειροτόμησης με κολαούζο



**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**

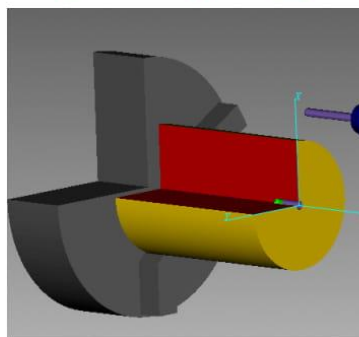
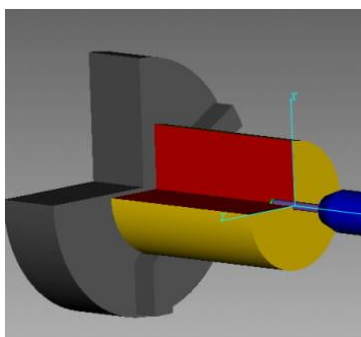
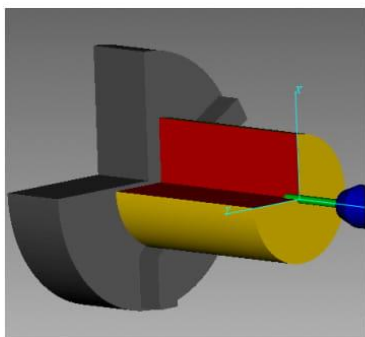
```
G90 G21 G18 G54
T01 M06
G00 X220 Z10
M03 S500 F5
G00 X0
G91
G83 Q20.0 Z-50
G90
X220 Z10
T07 M06
G00 X0
G91
```

**G84 F1.5 S1 Z-40**

```
G00 X220 Z10
M05
M30
```

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**





## 4.17 G85

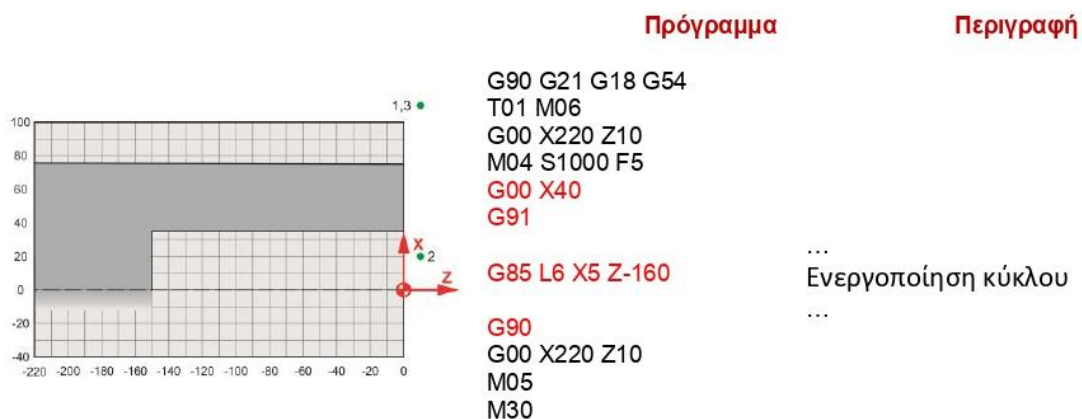
### 4.17.1 Παράδειγμα



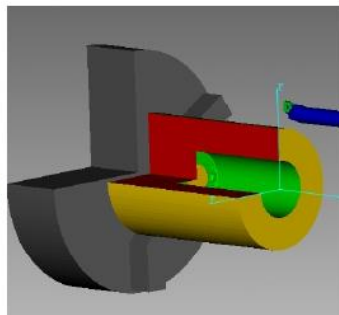
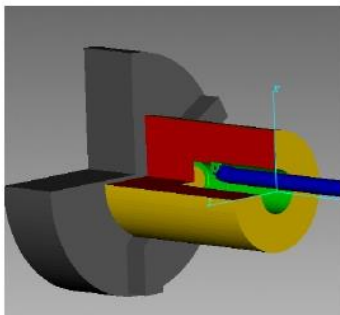
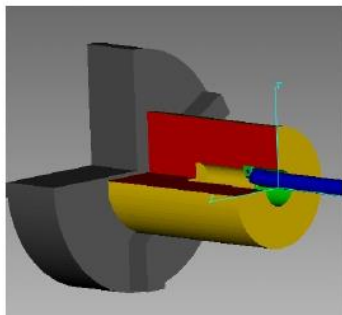
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G85**

### Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής



Στιγμιότυπα της κατεργασίας





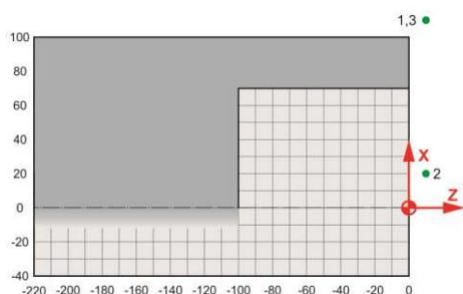
#### 4.17.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G85**

### Κύκλος διάνοιξης κυκλικής εσοχής



**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**

G90 G21 G18 G54

T01 M06

G00 X220 Z10

M04 S1000 F5

G00 X40

G91

G85 L10 X10 Z-110

G90

G00 X220 Z10

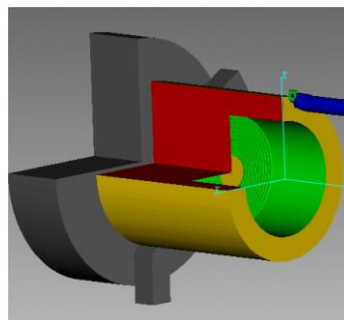
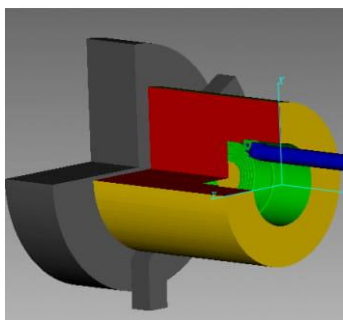
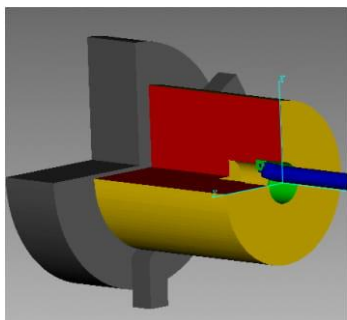
M05

M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

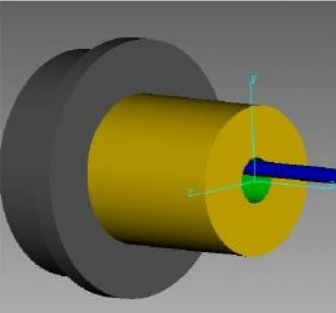
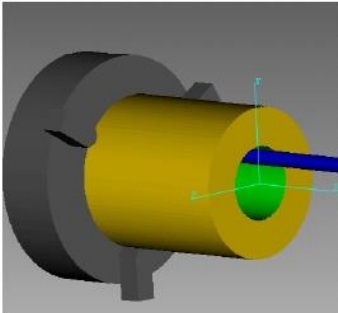
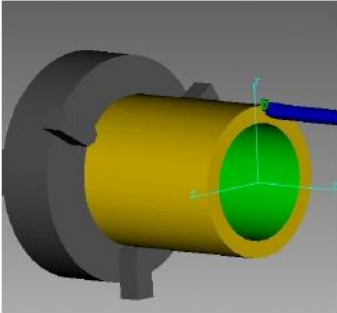



## 4.18.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G86
Κύκλος διάνοιξης με σταμάτημα

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M04 S1000 F5 <b>G00 X40</b> <b>G91</b>  <b>G86 L12 X10 Z-190</b>  <b>G90</b> G00 X220 Z10 M05 M30 </pre>	<p>...</p> <p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p>
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		
		

#### 4.18.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

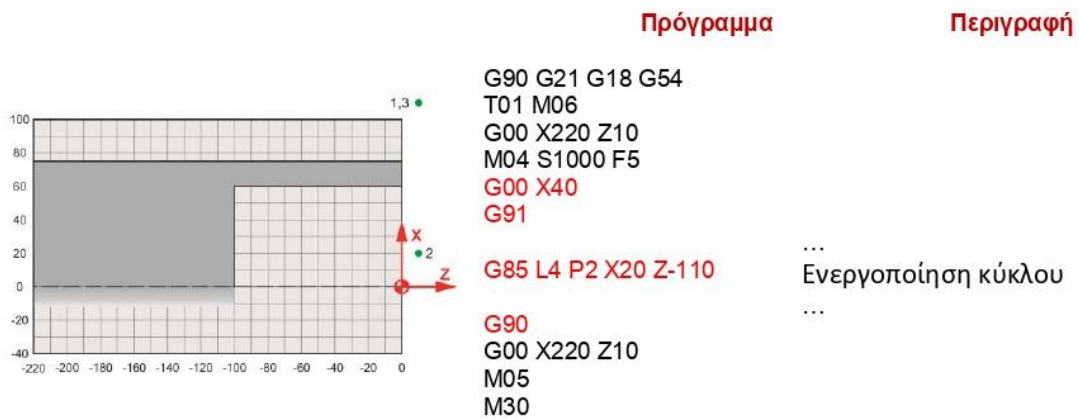
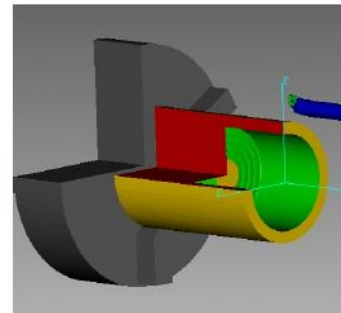
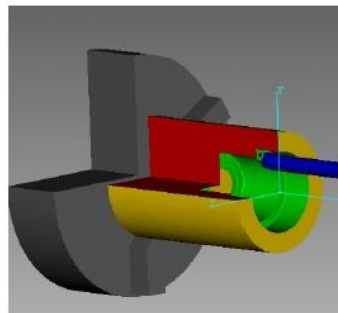
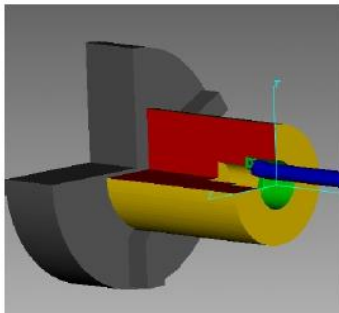
G86
Κύκλος διάνοιξης με σταμάτημα

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	<pre> G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M04 S1000 F5 G00 X40 G91 G86 L4 X20 Z-130 G90 G00 X220 Z10 M05 M30                     </pre>	<p>...</p> <p>Ενεργοποίηση κύκλου</p> <p>...</p>
	Στιγμιότυπα της κατεργασίας	

## 4.19.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G89****Κύκλος διάνοιξης με χρονική παύση****Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

#### 4.19.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



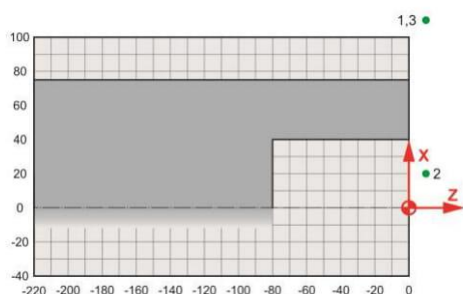
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G89**

### Κύκλος διάνοιξης με χρονική παύση

**Πρόγραμμα**

**Περιγραφή**



G90 G21 G18 G54

T01 M06

G00 X220 Z10

M04 S1000 F5

G00 X40

G91

G85 L4 P2 X10 Z-90

G90

G00 X220 Z10

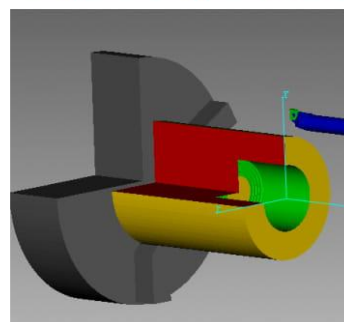
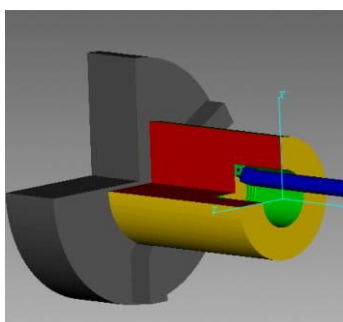
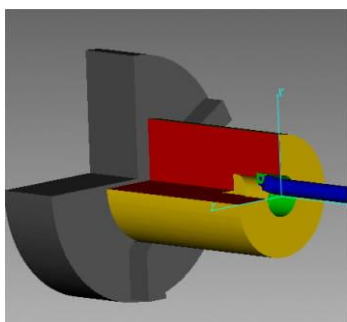
M05

M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου

...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



## 4.20.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G92
Κύκλος σπειροτόμησης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M03 S1 F1.5 G00 X30 Z10  G92 X17.3 Z-90  G00 X220 Z10 M05 M30	... Ενεργοποίηση κύκλου ...
Στιγμιότυπα της κατεργασίας		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		



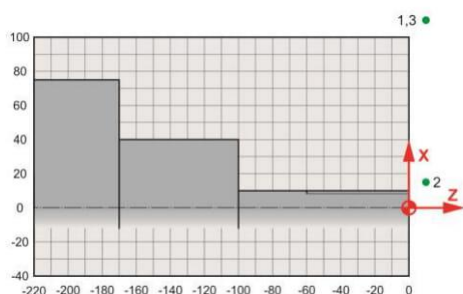
#### 4.20.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**G92**

### Κύκλος σπειροτόμησης



Πρόγραμμα

Περιγραφή

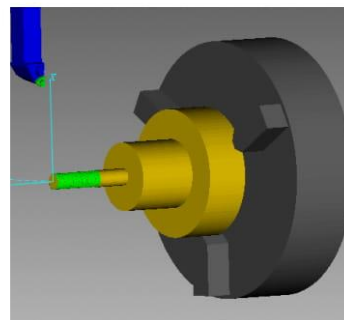
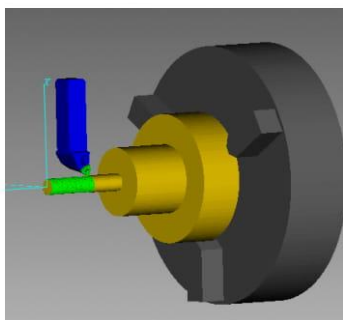
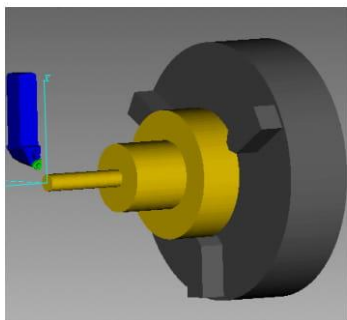
G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
G00 X220 Z10  
M03 S10 F1.5  
G00 X30 Z10

G92 X17.3 Z-60

G00 X220 Z10  
M05  
M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

Στιγμιότυπα της κατεργασίας



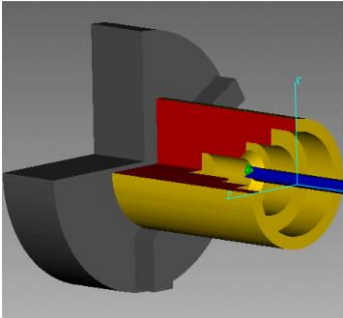
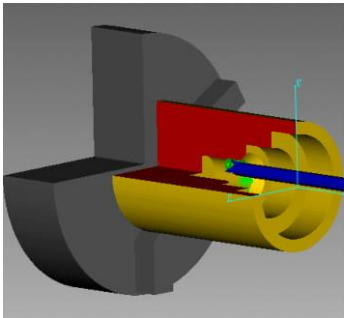
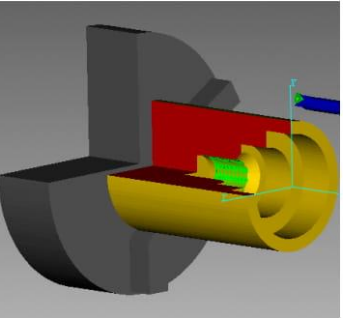



#### 4.20.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

G92
Κύκλος σπειροτόμησης

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M04 S1 F1.5 G00 X30 G00 Z-80	
	G92 X42.7 Z-140	...
	G00 Z10	Ενεργοποίηση κύκλου
	G00 X220 Z10	...
	M05 M30	
<div style="text-align: right; color: red; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">Στιγμιότυπα της κατεργασίας</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		



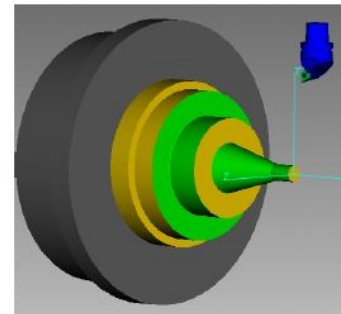
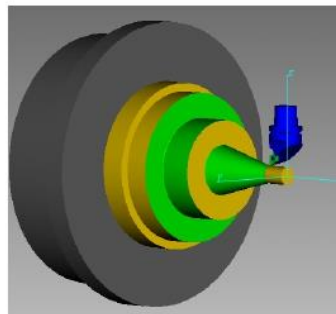
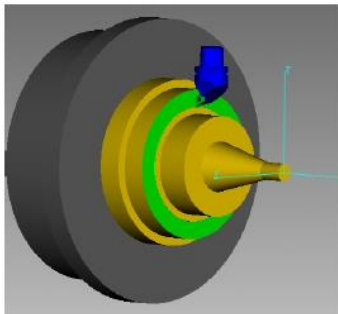
## 4.21.1 Παράδειγμα



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G94****Κύκλος αποπεράτωσης προσώπου**

	Πρόγραμμα	Περιγραφή
	G90 G21 G18 G54 T01 M06 G00 X220 Z10 M04 S1000 F5 <b>G00 X180 Z-110</b>	...
	<b>G94 X120 Z-150</b>	Ενεργοποίηση κύκλου
	<b>G00 X120 Z0</b>	...
	<b>G94 U-40 W-30 K-80</b>	...
	G00 X220 Z10 M05 M30	Ενεργοποίηση κύκλου ...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**

#### 4.21.2 Αποστολή 1<sup>η</sup>



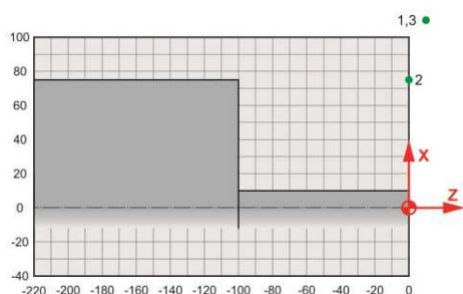
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G94**

### Κύκλος αποπεράτωσης προσώπου

**Πρόγραμμα**

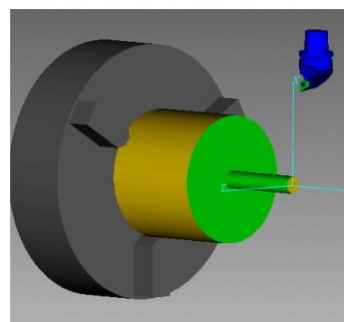
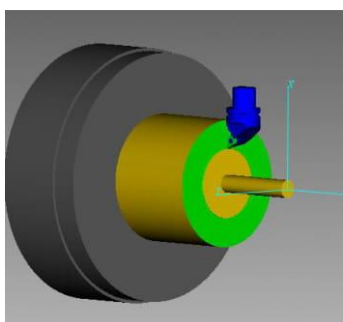
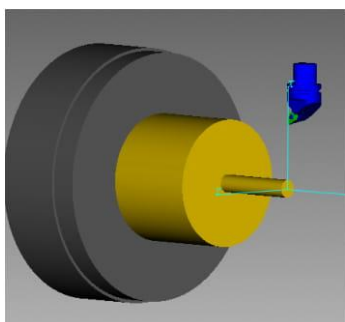
**Περιγραφή**



G90 G21 G18 G54  
T01 M06  
G00 X220 Z10  
M04 S1000 F5  
**G00 X150 Z0**  
  
**G94 X20 Z-100**  
  
G00 X220 Z10  
M05  
M30

...  
Ενεργοποίηση κύκλου  
...

**Στιγμιότυπα της κατεργασίας**



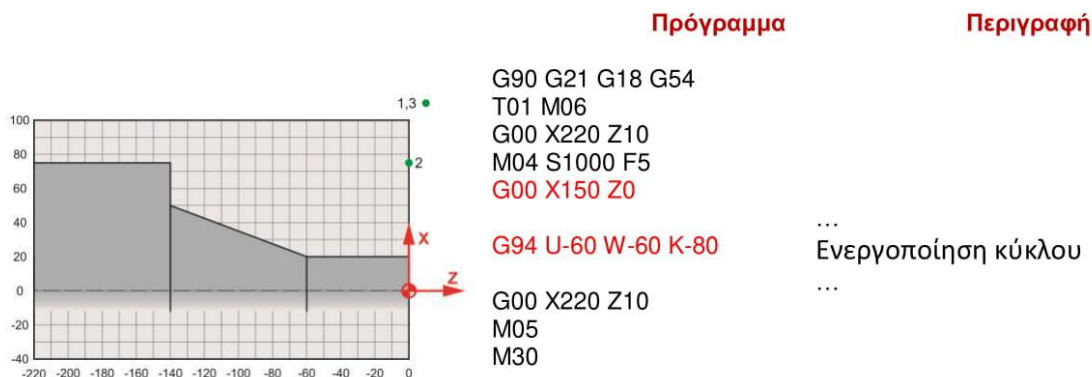
#### 4.21.3 Αποστολή 2<sup>η</sup>



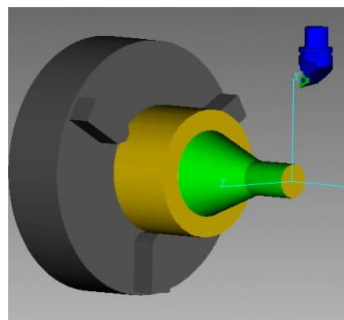
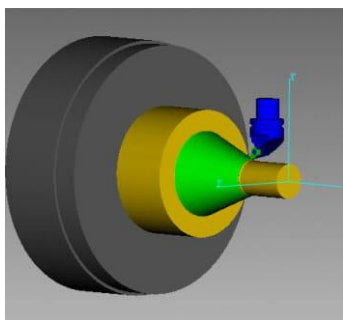
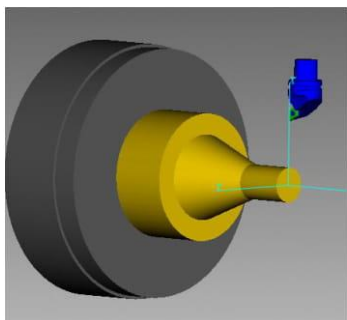
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

**G94**

### Κύκλος αποπεράτωσης προσώπου



Στιγμιότυπα της κατεργασίας



## 5. Σύνοψη

Το κεντρικό θέμα της παρούσας διπλωματικής είναι το λογισμικό VERICUT και η χρήση αυτού στην προσομοίωση της κατεργασίας της τόννευσης. Για την εκμάθηση και την εκπαίδευση του λογισμικού κατασκευάστηκε μια σειρά από τεμάχια τόννου των οποίων η κατεργασία εκτελέστηκε με προσομοίωση. Για τον κώδικα ακολουθήθηκε το πρότυπο της HAAS και οι αποστολές χωρίζονται ανά εντολή ακολουθώντας τη σειρά με την οποία εμφανίζονται οι εντολές στον εγχειρίδιο της HAAS. Η κάθε σειρά αποστολών που ανήκουν σε μια συγκεκριμένη εντολή κατασκευάστηκε με αυξανόμενη δυσκολία και με το σκεπτικό ότι θα αποτελεί εκπαιδευτικό υλικό για κάποιο άλλο πρόσωπο που επιθυμεί να διδαχτεί μόνος του τον προγραμματισμό εργαλειομηχανών.

Όσον αφορά το λογισμικό VERICUT μελετήθηκε πλήρως η διαδικασία την οποία πρέπει κανείς να ακολουθήσει για να καταλήξει να εκτελέσει μία προσομοίωση. Αναλύθηκε το πώς θα φορτωθούν τα αρχεία της εργαλειομηχανής και της ψηφιακής καθοδήγησης, πώς θα δημιουργηθεί το ενεργό σύστημα συντεταγμένων, πώς θα ρυθμιστούν κατάλληλα οι αντισταθμίσεις και πώς θα φορτωθούν σωστά το τσοκ και το τεμάχιο προς κατεργασία. Τέλος περιγράφηκε η διαδικασία δημιουργίας βιβλιοθήκης εργαλείων και το πώς μπορούν αυτά να εισαχθούν στην προσομοίωση.

Επόμενο και τελικό στάδιο ήταν η καταγραφή της κατεργασίας σε ένα βίντεο, η επεξεργασία του και η λήψη στιγμιότυπων. Τα στιγμιότυπα μαζί με τον κώδικα και το εμποπτικό σχέδιο αποτελούν το σύνολο της ολοκληρωμένης αποστολής και το βίντεο ένα συνοδευτικό υλικό.

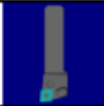

## 6. Παράρτημα-Αναφορές αποστολών



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G00\_G01\_example.vcproject

File Type	File Name
Project File	G00_G01_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G00_G01_example.MCD


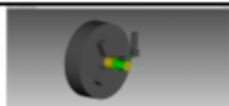
Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

### G00\_G01\_Mission\_1.vcproject

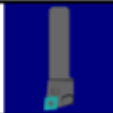

File Type	File Name
Project File	G00_G01_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G00_G01_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G00\_G01\_Mission\_2.vcproject



File Type	File Name
Project File	G00_G01_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G00_G01_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G00\_G01\_Mission\_3.vcproject

File Type	File Name
Project File	G00_G01_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G00_G01_Mission_3.MCD



Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			





### G00\_G01\_Mission\_4.vcproject

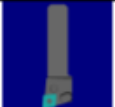
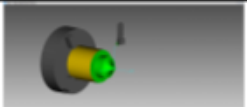
File Type	File Name
Project File	G00_G01_Mission_4.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G00_G01_Mission_4.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_example.vcproject


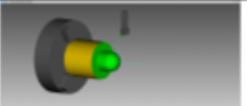
File Type	File Name
Project File	G02_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G03\_example.vcproject

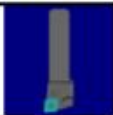
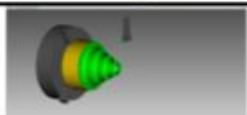
File Type	File Name
Project File	G03_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G03_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_G03\_Mission\_1.vcproject

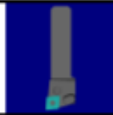

File Type	File Name
Project File	G02_G03_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_G03_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_G03\_Mission\_2.vcproject

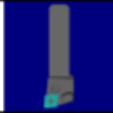
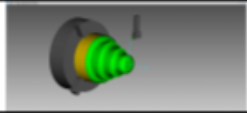
File Type	File Name
Project File	G02_G03_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_G03_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_G03\_Mission\_3.vcproject


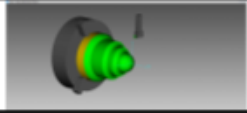
File Type	File Name
Project File	G02_G03_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_G03_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_G03\_Mission\_4.vcproject


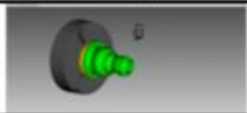
File Type	File Name
Project File	G02_G03_Mission_4.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_G03_Mission_4.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_G03\_Mission\_5.vcproject

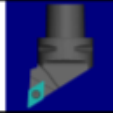
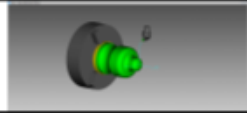
File Type	File Name
Project File	G02_G03_Mission_5.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_G03_Mission_5.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G02\_G03\_Mission\_6.vcproject


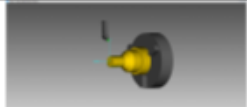
File Type	File Name
Project File	G02_G03_Mission_6.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G02_G03_Mission_6.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### **G32\_example.vcproject**



File Type	File Name
Project File	G32_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G32_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### **G32\_Mission\_1.vcproject**



File Type	File Name
Project File	G32_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G32_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### G32\_Mission\_2.vcproject

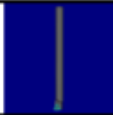
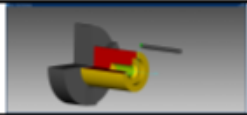
File Type	File Name
Project File	G32_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G32_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### G32\_Mission\_3.vcproject

File Type	File Name
Project File	G32_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G32_Mission_3.MCD

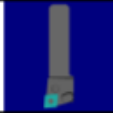
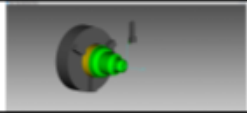
Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			





### G40\_G41\_G42\_example.vcproject

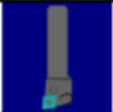
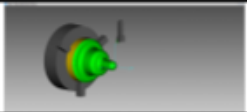
File Type	File Name
Project File	G40_G41_G42_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G40_G41_G42_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G40\_G41\_G42\_Mission\_1.vcproject

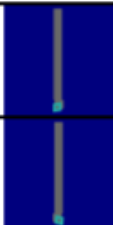
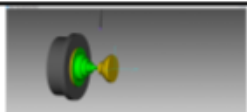
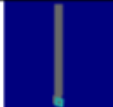
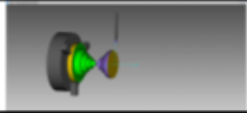
File Type	File Name
Project File	G40_G41_G42_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G40_G41_G42_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



## G40\_G41\_G42\_Mission\_2.vcproject

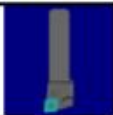
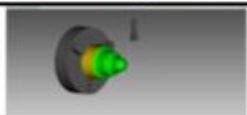
File Type	File Name
Project File	G40_G41_G42_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G40_G41_G42_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 degree diamond	Polygon	
	80 degree diamond	Polygon	
Total			



### **G40\_G41\_G42\_Mission\_3.vcproject**


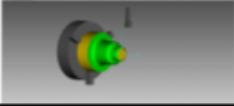
File Type	File Name
Project File	G40_G41_G42_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G40_G41_G42_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G65\_example.vcproject


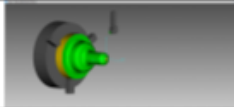
File Type	File Name
Project File	G65_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G65_example.MCD
	01.sub

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G65\_Mission\_1.vcproject

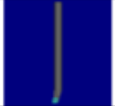
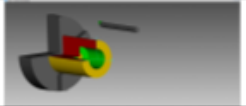
File Type	File Name
Project File	G65_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G65_Mission_1.MCD
	02.sub

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G65\_Mission\_2.vcproject


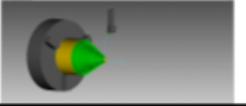
File Type	File Name
Project File	G65_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G65_Mission_2.MCD
	03.sub

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G65\_Mission\_3.vcproject


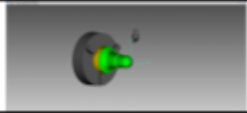
File Type	File Name
Project File	G65_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G65_Mission_3.MCD
	04.sub

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G70\_example.vcproject


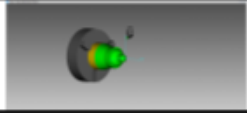
File Type	File Name
Project File	G70_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G70_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G70\_Mission\_1.vcproject


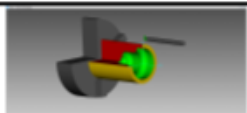
File Type	File Name
Project File	G70_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G70_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G70\_Mission\_2.vcproject

File Type	File Name
Project File	G70_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G70_Mission_2.MCD


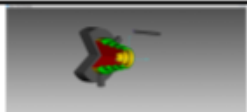
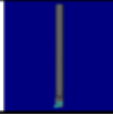
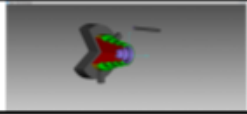
Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			





### G70\_Mission\_3.vcproject


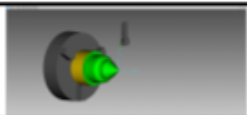
File Type	File Name
Project File	G70_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G70_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G71\_example.vcproject

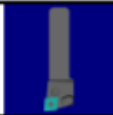
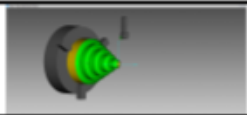
File Type	File Name
Project File	G71_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G71\_Mission\_1.vcproject


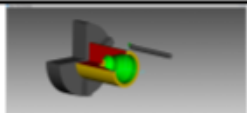
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G71\_Mission\_2.vcproject

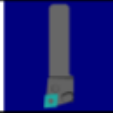
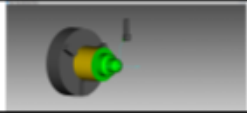
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G71\_Mission\_3.vcproject


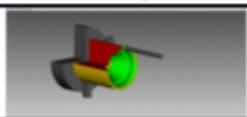
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### **G71\_Mission\_4.vcproject**

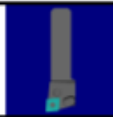
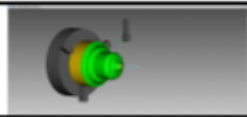
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_4.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_4.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### **G71\_Mission\_5.vcproject**


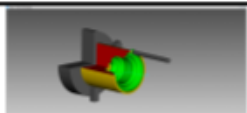
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_5.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_5.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G71\_Mission\_6.vcproject


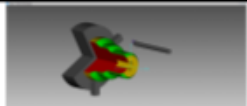
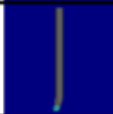
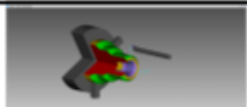
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_6.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_6.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



## G71\_Mission\_7.vcproject


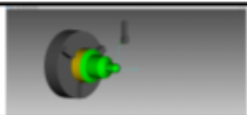
File Type	File Name
Project File	G71_Mission_7.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G71_Mission_7.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G72\_example.vcproject

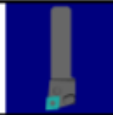
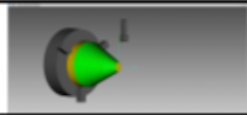
File Type	File Name
Project File	G72_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G72_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G72\_Mission\_1.vcproject

File Type	File Name
Project File	G72_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G72_Mission_1.MCD


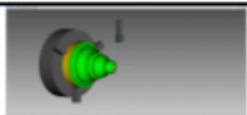
Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			





### **G72\_Mission\_2.vcproject**

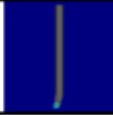

File Type	File Name
Project File	G72_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G72_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### **G72\_Mission\_3.vcproject**

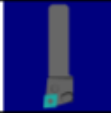
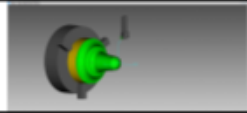
File Type	File Name
Project File	G72_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G72_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G73\_example.vcproject

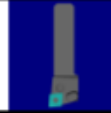
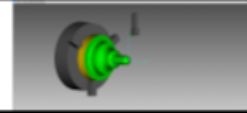
File Type	File Name
Project File	G73_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G73_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G73\_Mission\_1.vcproject

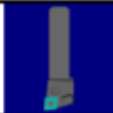
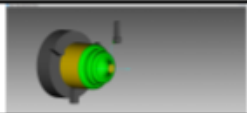
File Type	File Name
Project File	G73_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G73_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G73\_Mission\_2.vcproject

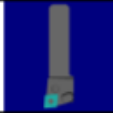
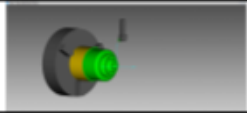
File Type	File Name
Project File	G73_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G73_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G73\_Mission\_3.vcproject

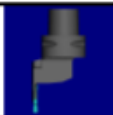
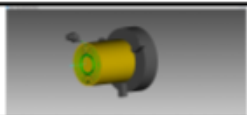
File Type	File Name
Project File	G73_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G73_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G74\_example.vcproject

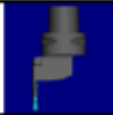
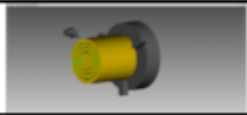
File Type	File Name
Project File	G74_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G74_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Axial Grooving	Polygon	
Total			



### G74\_Mission\_1.vcproject



File Type	File Name
Project File	G74_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G74_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Axial Grooving	Polygon	
Total			



### G74\_Mission\_2.vcproject

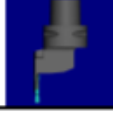
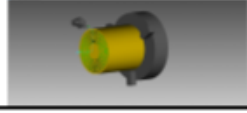
File Type	File Name
Project File	G74_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G74_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Axial Grooving	Polygon	
Total			



### G74\_Mission\_3.vcproject


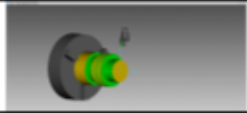
File Type	File Name
Project File	G74_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G74_Mission_3.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Axial Grooving	Polygon	
Total			



### **G75\_example.vcproject**


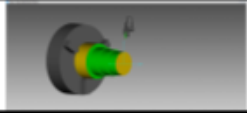
File Type	File Name
Project File	G75_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G75_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Radial Grooving	Polygon	
Total			



### **G75\_Mission\_1.vcproject**


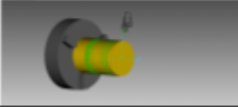
File Type	File Name
Project File	G75_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G75_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Radial Grooving	Polygon	
Total			



### G75\_Mission\_2.vcproject


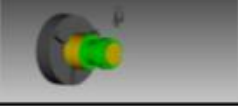
File Type	File Name
Project File	G75_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G75_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Radial Grooving	Polygon	
Total			



### G75\_Mission\_3.vcproject

File Type	File Name
Project File	G75_Mission_3.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G75_Mission_3.MCD


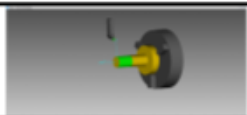
Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Radial Grooving	Polygon	
Total			





### G76\_example.vcproject



File Type	File Name
Project File	G76_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G76_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### G76\_Mission\_1.vcproject


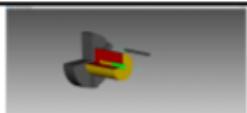
File Type	File Name
Project File	G76_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G76_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### G76\_Mission\_2.vcproject

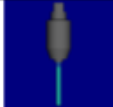
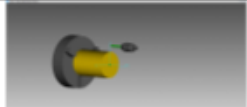
File Type	File Name
Project File	G76_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G76_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### G81\_example.vcproject


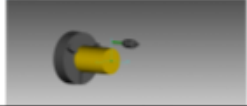
File Type	File Name
Project File	G81_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G81_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
Total			



### G81\_Mission\_1.vcproject

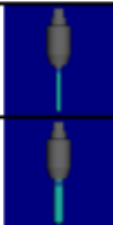
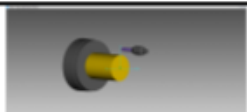

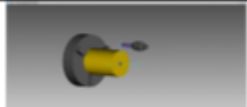
File Type	File Name
Project File	G81_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G81_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
Total			



## G81\_Mission\_2.vcproject


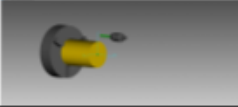
File Type	File Name
Project File	G81_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G81_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
	Drill D20	Drill: 19.9, 100, 110	
Total			



### G82\_example.vcproject



File Type	File Name
Project File	G82_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G82_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
Total			



### G82\_Mission\_1.vcproject

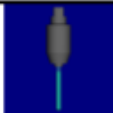
File Type	File Name
Project File	G82_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G82_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
Total			



### G83\_example.vcproject

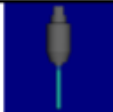
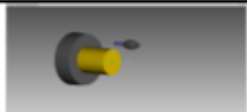

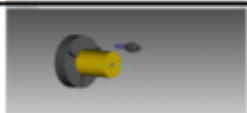
File Type	File Name
Project File	G83_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G83_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
Total			



### G83\_Mission\_1.vcproject

File Type	File Name
Project File	G83_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G83_Mission_1.MCD


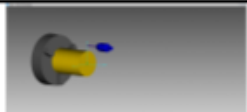
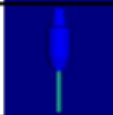
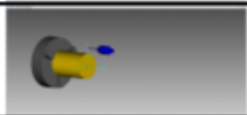
Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
	Drill D20	Drill: 19.9, 100, 110	
Total			





### G84\_example.vcproject


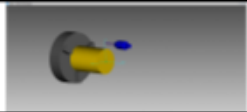
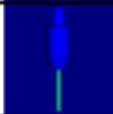
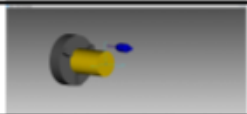
File Type	File Name
Project File	G84_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool_library.tls
NC Program	G84_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
	Taper D20	Tap: 10, 100, 0.67	
Total			



### G84\_Mission\_1.vcproject



File Type	File Name
Project File	G84_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G84_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	Drill D10	Drill: 9.9, 120, 110	
	Taper D20	Tap: 10, 100, 0.67	
Total			



### G85\_example.vcproject

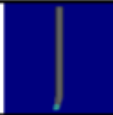

File Type	File Name
Project File	G85_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G85_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G85\_Mission\_1.vcproject

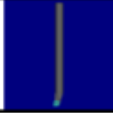
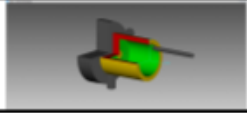
File Type	File Name
Project File	G85_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G85_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G86\_example.vcproject


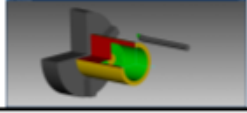
File Type	File Name
Project File	G86_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G86_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G86\_Mission\_1.vcproject

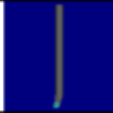

File Type	File Name
Project File	G86_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G86_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### **G89\_example.vcproject**

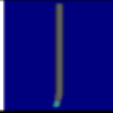
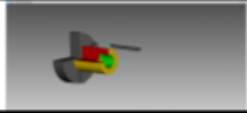
File Type	File Name
Project File	G89_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G89_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### **G89\_Mission\_1.vcproject**


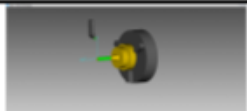
File Type	File Name
Project File	G89_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G89_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	80 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G92\_example.vcproject

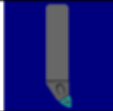
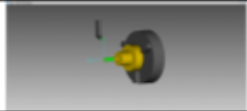
File Type	File Name
Project File	G92_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool_library.tls
NC Program	G92_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### G92\_Mission\_1.vcproject



File Type	File Name
Project File	G92_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool_library.tls
NC Program	G92_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	60 degree diamond	Polygon	
Total			



### **G92\_Mission\_2.vcproject**

<b>File Type</b>	<b>File Name</b>
Project File	G92_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	lathe_control.ctl
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G92_Mission_2.MCD


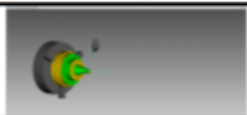
<b>Tool Thumbnail</b>	<b>Tool Description</b>	<b>Cutter Info</b>	<b>View Capture</b>
	60 degree diamond	Polygon	
Total			





### G94\_example.vcproject

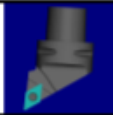
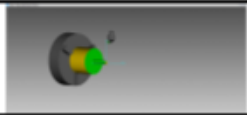
File Type	File Name
Project File	G94_example.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	fan0t.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G94_example.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G94\_Mission\_1.vcproject


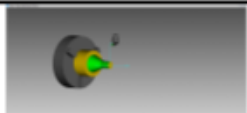
File Type	File Name
Project File	G94_Mission_1.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	fan0t.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G94_Mission_1.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			



### G94\_Mission\_2.vcproject

File Type	File Name
Project File	G94_Mission_2.vcproject
Machine File	lathe_machine.mch
Control File	fan0t.ctf
Tool Library File	tool library.tls
NC Program	G94_Mission_2.MCD

Tool Thumbnail	Tool Description	Cutter Info	View Capture
	55 Degree diamond	Polygon	
Total			

## **7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Haas Automation Inc., Lathe Operator's Manual, June 2020
- Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών CNC , Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 2002, Αριστομένης Αντωνιάδης – Βιδάκης Νεκτάριος
- Καλαμπόκα Κλεοπάτρα, Ψηφιακή Καθοδήγηση Κέντρων Τόρνευσης με Controls HAAS, FANUC, SIEMENS & HEIDENHEIN