

**ΨΗΦΙΑΚΗ
ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ
ΚΕΝΤΡΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΜΕ CONTROLS HAAS, FANUC,
SIEMENS & HEIDENHAIN**



ΒΑΚΟΝΔΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**Στους γονείς μου
Γεώργιο και Μαρία.**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου που με στηρίζουν σε κάθε μου προσπάθεια καθώς και το σύνολο των καθηγητών με τους οποίους συνεργάστηκα και μου έδωσαν τα εφόδια της γνώσης. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Αντωνιάδη Αριστομένη και τον Υποψήφιο Διδάκτωρα κ. Νικόλαο Ταπόγλου για τη χρήσιμη βοήθειά τους στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ	2
2.1 Ψηφιακή καθοδήγηση	2
2.2 Εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση	3
2.3 Φραιζάρισμα με ψηφιακή καθοδήγηση	4
2.4 Controls	5
3. ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ HAAS	6
3.1 Βασικές εντολές προγραμματισμού κινήσεων	6
3.2 Εντολές αντιστάθμισης	12
3.3 Εντολές κύκλων κατεργασίας	17
3.4 Άλλες εντολές	34
3.5 Πέντε αξόνων κύκλοι κατεργασίας	42
3.6 Εντολές βοηθητικών λειτουργιών	49
4. ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΚΤΟΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ HAAS	57
4.1 Εντολές κύκλων κατεργασίας βασισμένων στην καθοδήγηση Siemens	57
4.2 Άλλες εντολές βασισμένες στην καθοδήγηση Siemens	59
4.3 Εντολές κύκλων κατεργασίας βασισμένων στην καθοδήγηση Heidenhain	65
4.4 Άλλες εντολές βασισμένες στην καθοδήγηση Heidenhain	73
4.5 Εντολές με χρήση μετρητικού βραχίονα βασισμένες στην καθοδήγηση Heidenhain	88
4.6 Εντολές βοηθητικών λειτουργιών βασισμένες στην καθοδήγηση Heidenhain	101
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	106
5.1 Τεμάχιο προς κατεργασία	106
5.2 Επιλογή κοπτικών εργαλείων	106
5.3 Μηδενισμός τεμαχίου και έναρξη κατεργασίας	107
5.4 Προσομοίωση τελικού αποτελέσματος	107
5.5 Κώδικας κατεργασίας τεμαχίου	109
6. ΣΥΝΟΨΗ	115
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια είναι αισθητή η ανάγκη παραγωγής μεγάλων παρτίδων πανομοιότυπων τεμαχίων, με μικρό κόστος κατασκευής και μεγάλη κατασκευαστική ακρίβεια. Οι παραγωγικές δυνατότητες των συμβατικών εργαλειομηχανών περιορίζονται από την ικανότητα του χειριστή τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ποιότητα και η παραγωγή μιας παρτίδας συγκεκριμένων τεμαχίων να εξαρτάται από την εμπειρία, την εκπαίδευση, τη φυσική κατάσταση αλλά ακόμα και τη ψυχολογική κατάσταση και διάθεση του τεχνίτη.

Η αναγκαιότητα περιορισμού του ποσοστού συμμετοχής του χειριστή και ο αυτόματος έλεγχος οδήγησαν σε μια νέα γενιά εργαλειομηχανών οι οποίες λειτουργούν βασιζόμενες στον αριθμητικό έλεγχο (Numerical Control), δηλαδή στη δυνατότητα επικοινωνίας και καθοδήγησης της εργαλειομηχανής από το χειριστή μέσω ενός κώδικα. Οι συγκεκριμένες εργαλειομηχανές ονομάζονται ψηφιακά καθοδηγούμενες (NC). Στην περίπτωση που η επικοινωνία και η καθοδήγηση γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, η εργαλειομηχανή ονομάζεται ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή με ηλεκτρονικό υπολογιστή (CNC).

Σήμερα οι ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές είναι ευρέως διαδεδομένες και χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς της παραγωγικής διαδικασίας καθώς έχουν τη δυνατότητα συνεργασίας με συστήματα σχεδίασης (CAD) και συστήματα κατεργασιών (CAM) ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα ένταξής τους σε ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής (CIM) και ευέλικτα συστήματα παραγωγής (FMS).

Ο κώδικας επικοινωνίας και καθοδήγησης μιας ψηφιακά καθοδηγούμενης εργαλειομηχανής είναι γνωστός σήμερα με την ονομασία G-code. Κάθε εντολή του συγκεκριμένου κώδικα εκτελεί μια συγκεκριμένη κίνηση-κατεργασία σύμφωνα με τις παραμέτρους που δίνονται στο χειριστήριο της μηχανής. Τον κώδικα της μηχανής των συμπληρώνουν οι εντολές βοηθητικών λειτουργιών γνωστές ως M-code.

Οι κώδικες των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών δεν είναι ίδιοι, αλλά εξαρτώνται από την επιλογή της κατασκευάστριας εταιρίας της εκάστοτε εργαλειομηχανής. Αναλόγως την εταιρία κατασκευής της καθοδήγησης, οι εντολές των διαφόρων λειτουργιών και κατεργασιών μπορούν να διαφέρουν στο όνομα ή ακόμα και στον τρόπο σύνταξής τους. Επίσης μπορούν να παρατηρηθούν και διαφορές στις δυνατότητες των εργαλειομηχανών καθώς υπάρχουν εντολές που ορίζουν κατεργασίες μόνο σε συγκεκριμένες καθοδηγήσεις.

Στην παρούσα εργασία γίνεται παρουσίαση των τεσσάρων πιο συχνά εμφανιζόμενων καθοδηγήσεων από τις πιο γνωστές σήμερα εταιρείες ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών και συγκεκριμένα των Haas, Fanuc, Siemens και Heidenhain.

2. ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ

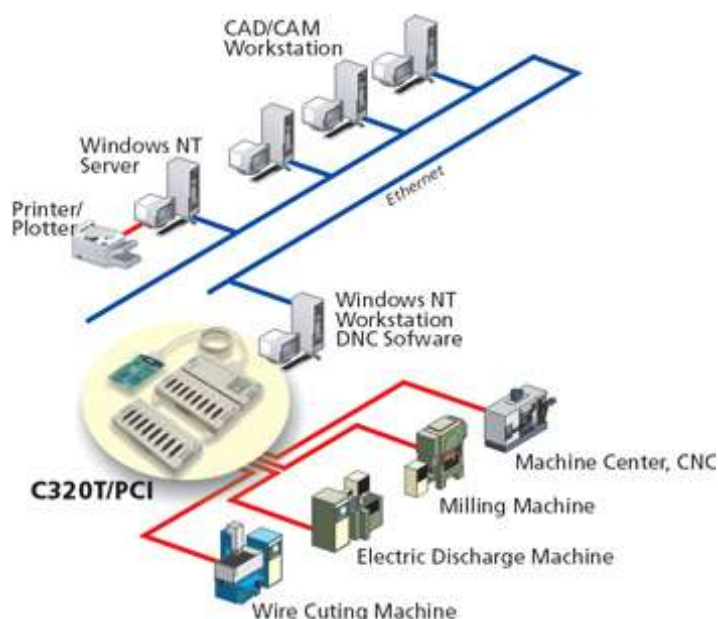
2.1 Ψηφιακή καθοδήγηση

Ο αριθμητικός έλεγχος (NC) είναι ένας τύπος ελέγχου των μηχανών βασιζόμενος σε ψηφιακές πληροφορίες. Οι εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου είναι κατάλληλες για μικρούς και μεσαίους όγκους παραγωγής, για πολύπλοκες μορφές, διαστάσεις, κατεργασίες και μεθόδους παραγωγής αντικειμένων. Στις εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου οι διάφορες πληροφορίες που απαιτούνται για την κατεργασία, η κίνηση της μηχανής, οι συνθήκες κατεργασίας, η πορεία των εργαλείων, η χρήση των ψυκτικών κλπ παρέχονται υπό τη μορφή αριθμητικών πληροφοριών που αποτυπώνονται στη μνήμη του υπολογιστή. Η κίνηση των εργαλείων ή του αντικειμένου εξαρτάται από ψηφιακά σήματα που οδηγούν το φορέα της μηχανής ή του εργαλείου. Ο αριθμητικός έλεγχος είναι μια τεχνολογία που πρωτοπαρουσιάστηκε πριν από πενήντα περίπου χρόνια όταν ακόμα η τεχνολογία των υπολογιστών βρισκόταν σε νηπιακό στάδιο. Οι τύποι αριθμητικού ελέγχου που αναπτύχθηκαν αφορούσαν κατά κύριο λόγο τρία συστήματα: το σύστημα κατεργασίας θέσεων, το σύστημα ευθυγράμμου κοπής και το σύστημα συνεχούς γραμμής.

Το σύστημα κατεργασίας θέσεων ελέγχει την τοποθέτηση του φορέα σε ένα προκαθορισμένο σημείο όπου πρόκειται να γίνει η κατεργασία χωρίς να ελέγχει την πορεία κατά την μετάβαση από ένα σημείο στο επόμενο ενώ το σύστημα ευθυγράμμου κοπής μπορεί πέρα από τα παραπάνω να κινεί το εργαλείο σε μια ευθεία γραμμή από τη μία θέση στην άλλη.

Εκτός από τους τύπους του αριθμητικού ελέγχου καθοριστικό ρόλο έπαιζαν από τα πρώτα βήματα αυτής της τεχνολογίας και ορισμένοι κανονισμοί που κωδικοποιούσαν τις βασικές παραμέτρους της κοπής οι οποίες προφανώς έπρεπε να ελεγχθούν. Οι κανονισμοί αυτοί ξεκίνησαν να εφαρμόζονται στις ΗΠΑ οι οποίες και σε αυτόν τον τομέα της τεχνολογίας βρίσκονταν στην πρωτοπορία πολλές δεκαετίες πριν.

Οι κανονισμοί αυτοί αφορούν καταρχήν τους άξονες και τις κινήσεις της μηχανής. Αναφορικά με τις κινήσεις της μηχανής, το πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί είχε να κάνει καταρχήν με την επιλογή του άξονα (X, Y ή Z) που χαρακτηρίζει τη συγκεκριμένη κίνηση και κατά δεύτερο λόγο με το ποια κατεύθυνση θα έπρεπε να χαρακτηριστεί θετική και ποια αρνητική.



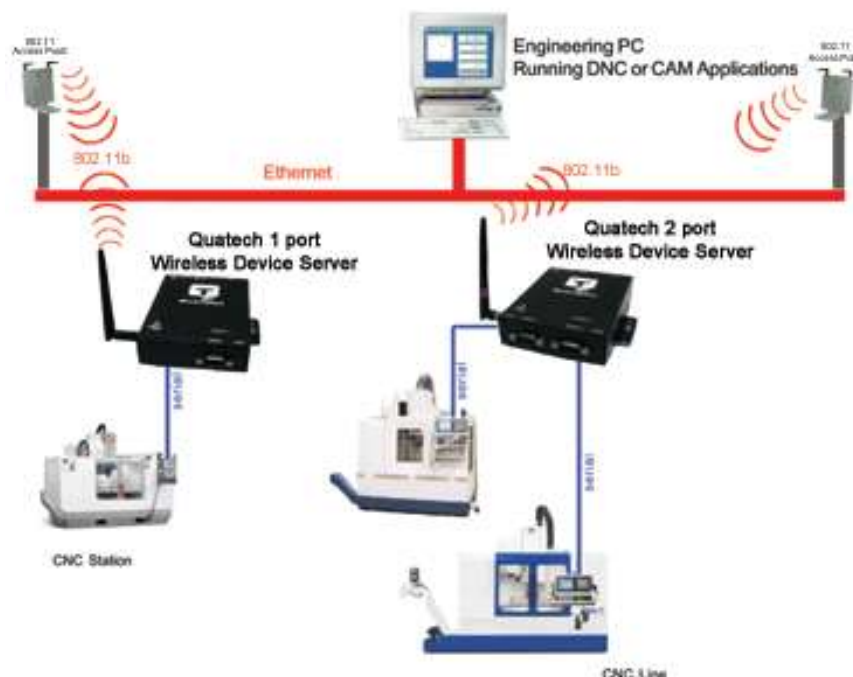
Σχήμα 2.1 : Ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής

2.2 Εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση

Οι ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές μπορούν να εκτελέσουν απλές και σύνθετες κατεργασίες, με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Γι' αυτόν το λόγο, η ποιότητα κατασκευής τους και η ακρίβεια συναρμολόγησης των εξαρτημάτων τους δεν θυμίζει σε τίποτα αυτή των συμβατικών μηχανών. Ακόμα και εξαρτήματα των μηχανών αυτών που έχουν μικρή συμμετοχή στην μηχανουργική κατεργασία, κατασκευάζονται με πολύ υψηλότερες προδιαγραφές, σε σχέση με τις αντίστοιχες συμβατικές.

Τα πλεονεκτήματα των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών είναι τα ακόλουθα:

- Οι ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές έχουν την δυνατότητα να παράγουν τεμάχια σύνθετης γεωμετρίας με υψηλή διαστατική ακρίβεια και ποιότητα μορφής.
- Η κατεργασία μπορεί να επαναλαμβάνεται αφού η μηχανή δεν καθοδηγείται από κάποιο συγκριμένο άτομα αλλά μόνο ελέγχεται και επιβλέπεται από αυτό.
- Υπάρχει ελαχιστοποίηση των νεκρών χρόνων καθώς η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη κι έτσι ο συνολικός χρόνος κατεργασίας είναι καθορισμένος με ακρίβεια.
- Είναι εύκολος ο προγραμματισμός της μηχανής καθώς οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές που χρησιμοποιούνται, προσφέρουν μεγάλη ευελιξία στις κατεργασίες που εκτελούνται. Είναι πολύ εύκολο να δημιουργηθούν παραλλαγές ενός προϊόντος.
- Η ασφάλεια της εργασίας είναι βελτιωμένη, αφού ο χειριστής βρίσκεται σε αρκετή απόσταση από τη μηχανή κατά τη διάρκεια της κοπής.
- Η δυνατότητα βελτιστοποίησης της κατεργασίας οδηγεί σε αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των προϊόντων.



Σχήμα 2.2 : Εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση

Τα μειονεκτήματα ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών είναι τα εξής δύο:

- Το μεγάλο κόστος αγοράς τους.
- Για να προγραμματιστεί μια ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή απαιτείται εξειδικευμένο και εκπαιδευμένο προσωπικό.

2.3 Φραιζάρισμα με ψηφιακή καθοδήγηση

Η συνήθης κατεργασία κοπής με εργαλείο πολλαπλής σημειακής επαφής είναι το φραιζάρισμα. Το φραιζάρισμα είναι κοπή με περιστροφική κίνηση του κοπτικού εργαλείου και με ανεξάρτητη κάθετη προς τον άξονα περιστροφής του εργαλείου προωθητική κίνηση του κατεργάσιμου τεμαχίου.

Διακρίνονται δύο είδη φραιζαρίσματος: το περιφερικό φραιζάρισμα όπου το εργαλείο περιστρέφεται οριζόντια και το μετωπικό φραιζάρισμα όπου ο άξονας περιστροφής του κοπτικού εργαλείου είναι κατακόρυφος.

Οι βασικές συνθήκες κοπής κατά το φραιζάρισμα είναι:

- Η πρόωση f ανά στροφή του κοπτικού εργαλείου και η πρόωση ανά οδόντα f_z , δηλαδή το μήκος της πρόωσης μεταξύ δύο επιφανειών κοπής που η μια δημιουργείται αμέσως μετά την άλλη. Εάν z είναι ο αριθμός των οδόντων του κοπτικού εργαλείου τότε έχουμε $f = f_z \cdot z$.
- Η ταχύτητα κοπής $v = \pi \cdot D \cdot n$, όπου D η εξωτερική διάμετρος του κοπτικού εργαλείου και n ο αριθμός των στροφών του.
- Το βάθος (ή πλάτος) κοπής t , δηλαδή το μήκος της εισόδου της κύριας κόψης του εργαλείου στο κατεργασμένο τεμάχιο. Στο περιφερικό φραιζάρισμα αντιστοιχεί στο πλάτος κοπής ενώ στο μετωπικό στο βάθος κοπής.
- Το μέγεθος επαφής e , που αντιστοιχεί στην ανά περιστροφή του κοπτικού εργαλείου πάνω στην κατεργασμένη επιφάνεια και κάθετα προς την κατεύθυνση της πρόωσης.



Σχήμα 2.3 : Κάθετα κέντρα κατεργασίας

Αντίθετα προς τις άλλες συμβατικές κατεργασίες κοπής, στο φραιζάρισμα το απόβλιπτο έχει διατομή μεταβαλλόμενου πάχους, που είναι συνέπεια της επαλληλίας της περιστροφής του κοπτικού εργαλείου και της πρόωσης του τεμαχίου. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού του αποβλίπτου, το περιφερειακό φραιζάρισμα διακρίνεται σε αντίρροπο και ομόρροπο. Είναι προφανές ότι στο αντίρροπο φραιζάρισμα το πάχος της διατομής του αποβλίπτου μεταβάλλεται από μηδενική σε μια μέγιστη τιμή, ενώ στο ομόρροπο φραιζάρισμα από την μέγιστη τιμή του στη μηδενική.

Από τότε που έγινε δυνατή η κίνηση των διαφόρων μερών των εργαλειομηχανών μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών ξεκίνησαν μεγάλες αλλαγές στις φραιζες. Το αποτέλεσμα είναι να συναντάμε σήμερα φραιζες CNC με παρόμοια μορφή με τις κλασικές αλλά και μηχανές που κάνουν φραιζάρισμα αλλά δεν μοιάζουν καθόλου με φραιζες. Κάποια από τα επακόλουθα αυτών των αλλαγών είναι:

- Να απαιτείται σήμερα από τον χειριστή της φραιζας να έχει γνώσεις CNC.

- Να περιορίζεται η τεράστια ποικιλία των εργαλείων φραιζας και το αντίστοιχο κόστος προμήθειας ή κατασκευής τους.
- Να αναζητούνται λύσεις για εργαλεία με εναλλάξιμα πλακίδια από σκληρομέταλλο για να αξιοποιηθούν οι αυξημένες δυνατότητες των καινούριων μηχανών.
- Να τρέχουν οι καινούριες μηχανές με μεγάλες ταχύτητες.
- Να είναι δυνατή η κατασκευή με ακρίβεια και χαμηλό κόστος πολύ δύσκολων γεωμετρικά μορφών, πράγμα αδύνατο για τις κλασικές φραιζες.
- Να είναι πιο συμφέρουσα η ένταξη στην παραγωγική διαδικασία του φραιζαρίσματος σε σχέση με παλαιότερα. Ειδικά με την εκμετάλλευση της δυνατότητας για αυτόματη τροφοδότηση αλλά και για ποιοτικό έλεγχο επί της μηχανής, η φραιζα από εργαλείο υποστήριξης γίνεται εργαλείο γραμμής παραγωγής.
- Να γίνεται τελικά το φραιζάρισμα δυνατότητα πολλών εργαλειομηχανών που δεν θεωρούνται αποκλειστικά μηχανές φραιζαρίσματος.

2.4 Controls

Ο προγραμματισμός και ο έλεγχος της κάθε κατεργασίας κοπής γίνεται με τη χρήση των μονάδων ελέγχου (controls). Κάθε ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή έχει μία μονάδα ελέγχου εγκατεστημένη σε αυτή. Μέσω της συγκεκριμένης μονάδας, ο χειριστής μπορεί να περάσει το πρόγραμμα στην μηχανή, να το δει οπτικά στην οθόνη της μονάδας κάνοντας προσομοίωση των κινήσεων της εργαλειομηχανής και να επιβλέπει την προγραμματιζόμενη κατεργασία.



Σχήμα 2.4 : Μονάδες ελέγχου ψηφιακής καθοδήγησης, από αριστερά προς τα δεξιά : Haas, Fanuc, Siemens και Heidenhain

3. ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ ΗΑΑΣ

3.1 Βασικές εντολές προγραμματισμού κινήσεων

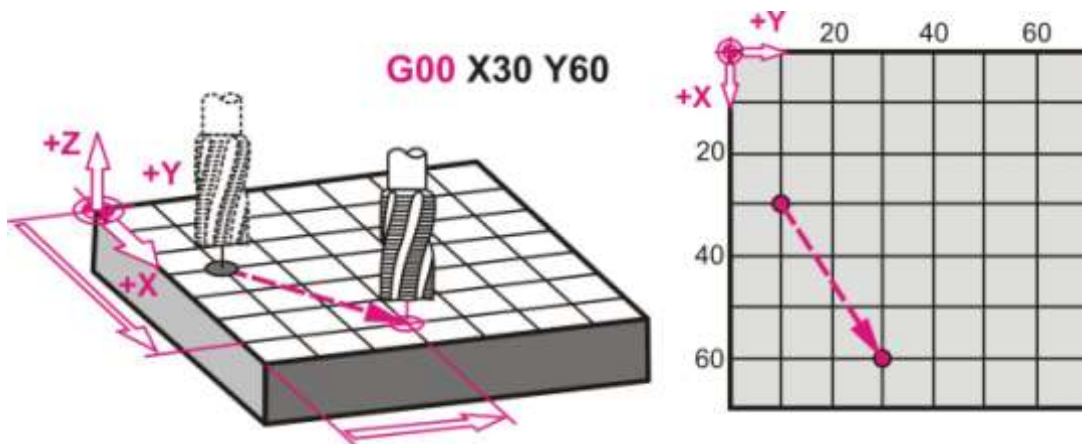
3.1.1 Γρήγορη ευθεία κίνηση (G00)

H F S N

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να κινήσει γρήγορα οποιονδήποτε άξονα επιλεχθεί. Άξιο προσοχής είναι το ότι ο κωδικός αυτός παραμένει ενεργός έως ότου προγραμματιστεί κάποιος άλλος κωδικός G της ίδιας ομάδας.

G00	Σύνταξη :	G00 X... Y... Z... A...
	Παράδειγμα :	G00 X10 Y20 Z-5

Στο γραφικό περιβάλλον των καθοδηγήσεων των εργαλειομηχανών, η κίνηση G00 αναπαριστάται με διακεκομμένη γραμμή, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.



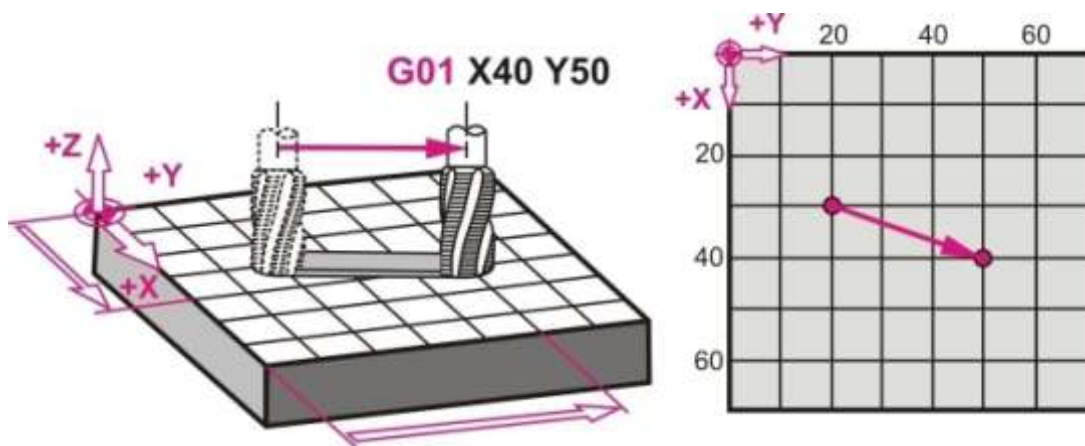
Σχήμα 3.1 : Εντολή γρήγορης τοποθέτησης G00

3.1.2 Ευθεία κίνηση με κοπή (G01)

H F S N

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για κατεργασία από σημείο σε σημείο, με πρόωση που ορίζεται, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2. Η πρόωση (F) που θα δοθεί στην εντολή αυτή, θα παραμείνει ενεργή μέχρι να καταχωρηθεί νέα τιμή πρόωσης.

G01	Σύνταξη :	G01 X... Y... Z... A... F...
	Παράδειγμα :	G01 X10 Y20 Z-5 F150



Σχήμα 3.2 : Εντολή ευθείας κίνησης με κοπή G01

3.1.3 Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G02)

H

F

S

N

Αυτός ο κωδικός χρησιμοποιείται για κατεργασία κύκλου ή κυκλικού τμήματος δεξιόστροφα, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.3](#). Τα X, Y χρησιμοποιούνται για να ορίσουν το αρχικό και το τελικό σημείο προς κατεργασία. Αν το αρχικό σημείο είναι ίδιο με το τελικό τότε κατεργάζεται ολόκληρο κύκλο.

Όταν χρησιμοποιηθούν τα I, J, K τότε δεν είναι απαραίτητο να βάλουμε R. Στην περίπτωση όμως κατεργασίας τόξου είναι προτιμότερη η χρήση του R χωρίς I, J, K και ο προσδιορισμός ενός αρχικού κι ενός τελικού σημείου. Με θετικό R εκτελείται κατεργασία τόξου 180 μοιρών και κάτω, ενώ με αρνητικό R τόξου 180 μοιρών και πάνω.

G02	Σύνταξη :	G02 X... Y... Z... R... F...
	Παράδειγμα :	G02 X10 Y20 R5 F150

G02	Σύνταξη :	G02 X... Y... Z... I... J... K... F...
	Παράδειγμα :	G02 X10 Y20 I5 J10 F150

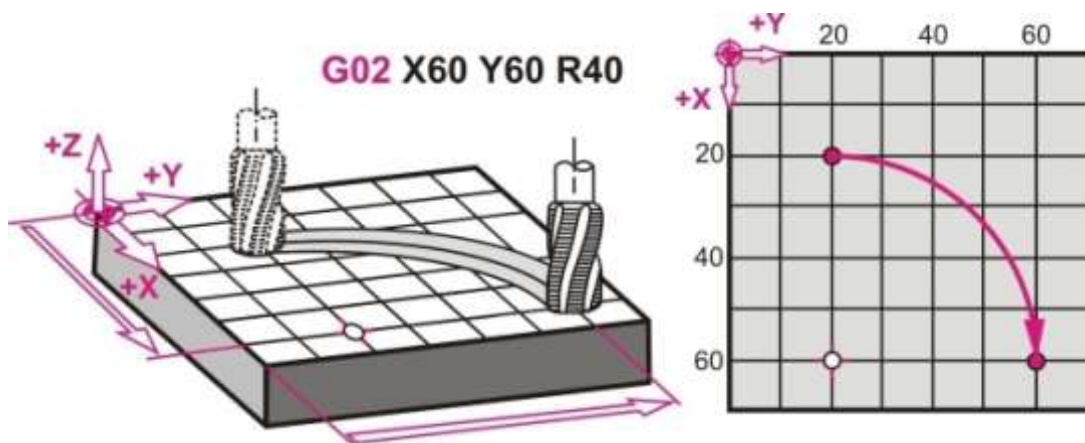
F = Πρόωση σε mm/min

I = Απόσταση σε X άξονα από το κέντρο του κύκλου

J = Απόσταση σε Y άξονα από το κέντρο του κύκλου

K = Απόσταση σε Z άξονα από το κέντρο του κύκλου

R = Ακτίνα κύκλου



Σχήμα 3.3 : Εντολή Δεξιόστροφης κυκλικής κίνησης με κοπή G02

3.1.4 Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G03)

H**F****S****N**

Αυτός ο κωδικός χρησιμοποιείται για κατεργασία κύκλου ή κυκλικού τμήματος δεξιόστροφα, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4. Τα X, Y χρησιμοποιούνται για να ορίσουν το αρχικό και το τελικό σημείο προς κατεργασία. Αν το αρχικό σημείο είναι ίδιο με το τελικό τότε κατεργάζεται ολόκληρο κύκλο.

Όταν χρησιμοποιηθούν τα I, J, K τότε δεν είναι απαραίτητο να βάλουμε R. Στην περίπτωση όμως κατεργασίας τόξου είναι προτιμότερη η χρήση του R χωρίς I, J, K και ο προσδιορισμός ενός αρχικού κι ενός τελικού σημείου. Με θετικό R εκτελείται κατεργασία τόξου 180 μοιρών και κάτω, ενώ με αρνητικό R τόξου 180 μοιρών και πάνω.

G03	Σύνταξη :	G03 X... Y... Z... R... F...
	Παράδειγμα :	G03 X10 Y20 R5 F150

G03	Σύνταξη :	G03 X... Y... Z... I... J... K... F...
	Παράδειγμα :	G03 X10 Y20 I5 J10 F150

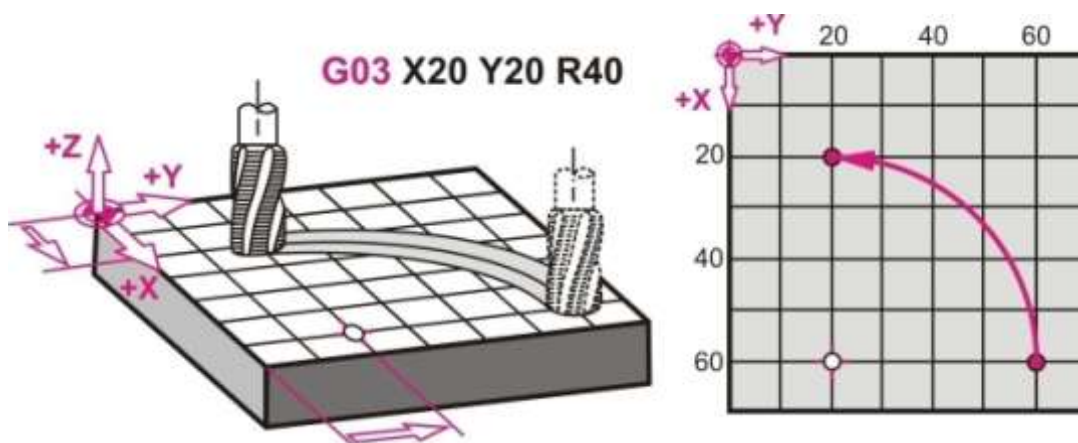
F = Πρόωση σε mm/min

I = Απόσταση σε X άξονα από το κέντρο του κύκλου

J = Απόσταση σε Y άξονα από το κέντρο του κύκλου

K = Απόσταση σε Z άξονα από το κέντρο του κύκλου

R = Ακτίνα κύκλου

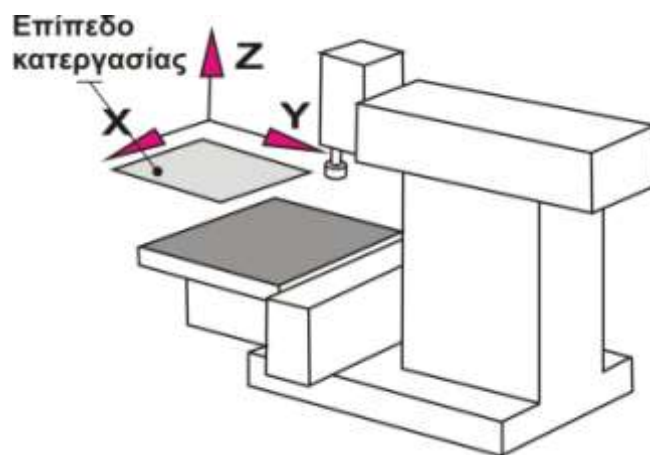


Σχήμα 3.4 : Εντολή Δεξιόστροφης κυκλικής κίνησης με κοπή G03

3.1.5 Επιλογή XY επιπέδου κατεργασίας (G17)

H**F****S****N**

Η εντολή G17 χρησιμοποιείται για να επιλέξει το επίπεδο XY για την κυκλική κίνηση, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5. Είναι τροποποιημένο και ισχύει για όλες τις κυκλικές κινήσεις έως ότου προγραμματιστεί μια άλλη εντολή ομάδας 02. Σε αυτό το επίπεδο, η κυκλική κίνηση ορίζεται δεξιόστροφη για τον χειριστή που κοιτάζει από πάνω προς τα κάτω το επίπεδο XY. Αυτό καθορίζει την κίνηση του εργαλείου σε σχέση με το επίπεδο.

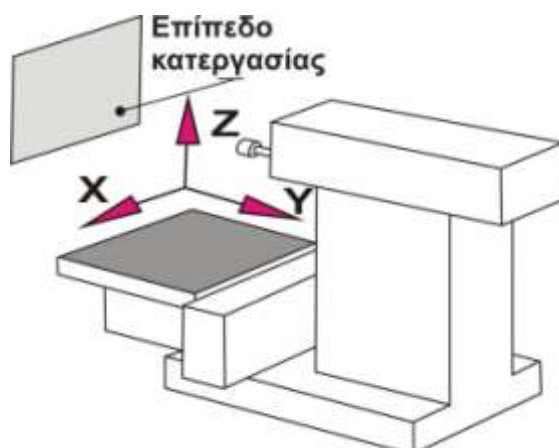


Σχήμα 3.5 : Εντολή επιλογής XY επιπέδου κατεργασίας G17

3.1.6 Επιλογή XZ επιπέδου κατεργασίας (G18)



Η εντολή G18 χρησιμοποιείται για να επιλέξει το επίπεδο XZ για την κυκλική κίνηση, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.6](#). Είναι τροποποιημένο και ισχύει για όλες τις κυκλικές κινήσεις έως ότου προγραμματιστεί μια άλλη εντολή ομάδας 02. Στο επίπεδο XZ, η κυκλική κίνηση ορίζεται ως δεξιόστροφη για τον χειριστή που κοιτάζει από το πίσω μέρος της μηχανής προς τον κεντρικό πίνακα ελέγχου.

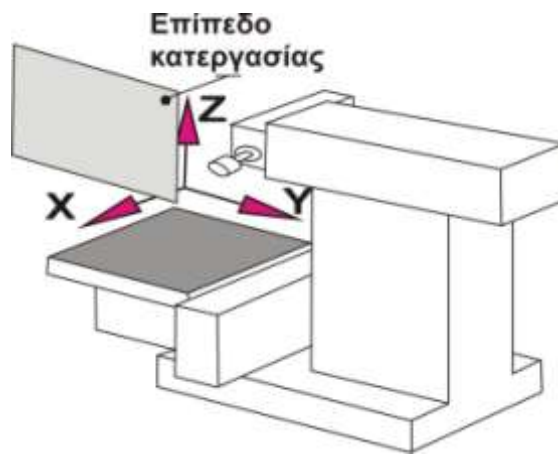


Σχήμα 3.6 : Εντολή επιλογής XZ επιπέδου κατεργασίας G18

3.1.7 Επιλογή YZ επιπέδου κατεργασίας (G19)



Η εντολή G19 χρησιμοποιείται για να επιλέξει το επίπεδο YZ για την κυκλική κίνηση, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.7](#). Είναι τροποποιημένο και ισχύει για όλες τις κυκλικές κινήσεις έως ότου προγραμματιστεί μια άλλη εντολή ομάδας 02. Στο επίπεδο YZ, η κυκλική κίνηση ορίζεται ως δεξιόστροφη για τον χειριστή που είναι απέναντι από το πλάι της μηχανής προς τον πίνακα ελέγχου.



Σχήμα 3.7 : Εντολή επιλογής YZ επιπέδου κατεργασίας G19

Το προεπιλεγμένο επίπεδο όταν τροφοδοτείται η μηχανή είναι G17, δηλαδή το επίπεδο XY. Αυτό σημαίνει ότι μια κυκλική κίνηση στο XY επίπεδο μπορεί να προγραμματιστεί χωρίς καν πρώτα να επιλεγεί το επίπεδο G17. Το επίπεδο επιλογής ισχύει επίσης για την G12 και την G13 εντολή, το κυκλικό φραιζάρισμα, όπου πρέπει πάντα να είναι στο επίπεδο XY.

Η ελικοειδής κίνηση είναι δυνατή με G02 ή G03 προγραμματίζοντας το γραμμικό άξονα που δεν είναι στο επιλεγμένο επίπεδο. Αυτός ο τρίτος άξονας θα παρεμβληθεί κατά μήκος του διευκρινισμένου άξονα κατά τρόπο γραμμικό ενώ οι άλλοι δύο άξονες θα κινηθούν με κυκλική κίνηση. Η ταχύτητα κάθε άξονα θα ελεγχθεί έτσι ώστε ο ελικοειδής ρυθμός να ταιριάζει με την προγραμματισμένη πρόωση.

Εάν η κατεργασία κοπής επιλεγεί (G41 ή G42), μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο το επίπεδο XY (G17) για την κυκλική κίνηση. Η κατεργασία κοπής είναι διαθέσιμη μόνο στους άξονες X και Y.

3.1.8 Επιλογή μέτρησης σε ίντσες (G20)



Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να ορίσει στην μηχανή το γεγονός ότι οι κινήσεις της θα εκτελούνται με βάση το αγγλοσαξονικό σύστημα, δηλαδή σε ίντσες (inch).

3.1.9 Επιλογή μέτρησης σε χιλιοστά (G21)



Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να ορίσει στην μηχανή το γεγονός ότι οι κινήσεις της θα εκτελούνται με βάση το μετρικό σύστημα, δηλαδή σε χιλιοστά (mm).

3.1.10 Ρύθμιση τοπικού συστήματος συντεταγμένων (G52)



Αυτή η επιλογή θέτει την αρχή του τοπικού συστήματος συντεταγμένων στην επιλεγμένη θέση που σχετίζεται με το τρέχον αρχικό σύστημα. Η G52 εντολή είναι μη τροποποιήσιμη και με καμία εντολή κίνησης. Το G52 σύστημα συντεταγμένων παραμένει σε λειτουργία για όλα τα λειτουργικά συστήματα έως ότου ακυρωθεί.

3.1.11 Μη τροποποιημένη επιλογή συντεταγμένης της μηχανής (G53)



Αυτή η εντολή ακυρώνει προσωρινά συντεταγμένες αντιστάθμισης και χρησιμοποιεί το σύστημα συντεταγμένων της μηχανής. Είναι μη τροποποιήσιμη επομένως η επόμενη ακολουθία εντολών θα επιστρέψει στις προηγούμενες συνθήκες που επιλέχθηκαν προηγουμένως.

3.1.12 Επιλογή συστήματος συντεταγμένων για μηδέν κομματιού (G54-G59)

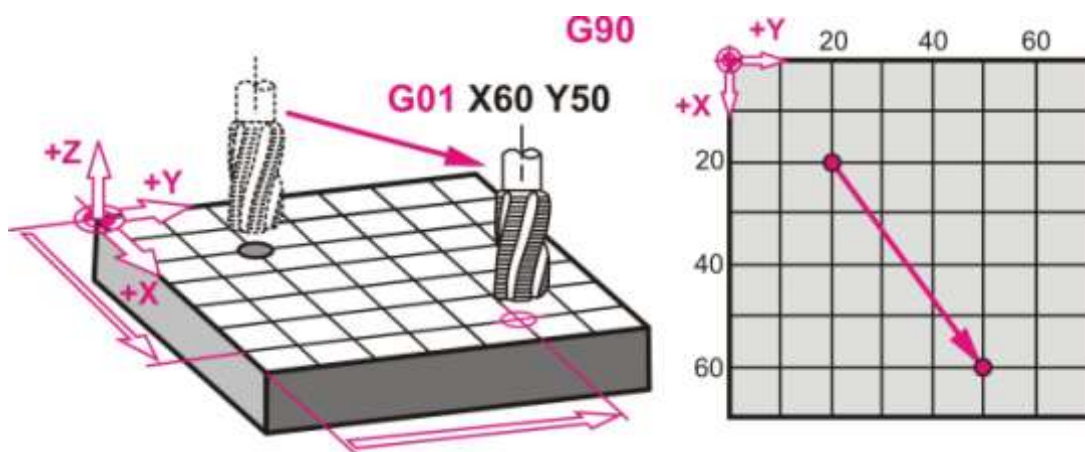


Αυτές οι εντολές χρησιμοποιούν ένα από τα έξι συστήματα συντεταγμένων που είναι αποθηκευμένα στην μνήμη offset.

3.1.13 Απόλυτο σύστημα συντεταγμένων (G90)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη και αλλάζει τον τρόπο που μεταφράζει τις εντολές κίνησης του άξονα. Με αυτόν τον τρόπο γίνονται όλες οι εντολές απόλυτες, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.8. Κάθε κίνηση του άξονα θα τοποθετηθεί στην θέση όπως θα λέει το block εντολής.

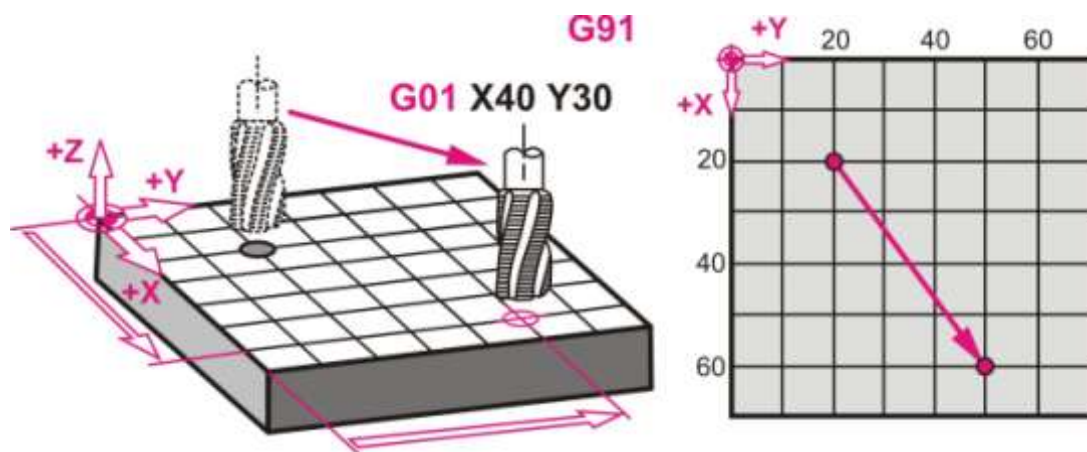


Σχήμα 3.8 : Εντολή απόλυτου τρόπου καθορισμού συντεταγμένων G90

3.1.14 Σχετικό σύστημα συντεταγμένων (G91)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη και αλλάζει τον τρόπο που μεταφράζει τις εντολές κίνησης του άξονα. Με αυτόν τον τρόπο γίνονται όλες οι εντολές επαυξητικές όπως φαίνεται στο σχήμα 3.9. Κάθε κίνηση του άξονα θα κινηθεί με το ποσό της τιμής που γράφεται στο πρόγραμμα.



Σχήμα 3.9 : Εντολή απόλυτου τρόπου καθορισμού συντεταγμένων G91

3.1.15 Τοποθέτηση τιμής μετακίνησης στο σύστημα συντεταγμένων (G92)

H **F** **S** **N**

Δραστικά μεταστρέφει όλα τα συστήματα συντεταγμένων, ούτως ώστε η επιθυμητή θέση να γίνει η τρέχουσα θέση στο ενεργό σύστημα. Είναι μια εντολή μη τροποποιήσιμη και χωρίς καμία κίνηση. Η εντολή αυτή ακυρώνει κάθε ενεργοποιημένη εντολή G52 για τους άξονες.

3.2 Εντολές αντιστάθμισης

3.2.1 Ρύθμιση αντιστάθμισης (G10)

H **F** **S** **N**

Η εντολή G10 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αλλάξει το μήκος του εργαλείου και την αντιστάθμιση σε ένα πρόγραμμα. Οι ακόλουθες εντολές χρησιμοποιούνται για την επιλογή των αντισταθμίσεων:

L2	Αρχή συστήματος συντεταγμένων αντικειμένου για την εντολή G52 και G54 – G59
L10	Αντιστάθμιση του μήκους (για την εντολή H)
L1 ή L11	Αντιστάθμιση φθοράς του κοπτικού (για την εντολή H)
L12	Αντιστάθμιση της διαμέτρου (για την εντολή D)
L13	Αντιστάθμιση φθοράς της διαμέτρου (για την εντολή D)
L20	Βοηθητική αρχή συστήματος συντεταγμένων του αντικειμένου για τις G110 – G129

Η εντολή P χρησιμοποιείται για να συντάξει τις κατάλληλες αντισταθμίσεις.

P1 - P100	Χρησιμοποιείται για να αναφέρει τις αντισταθμίσεις της D ή H εντολής	L10-L13
P0	Η G52 αναφέρεται στις συντεταγμένες	L2

P1 – P6	G54 – G59 αναφέρονται στις συντεταγμένες	L2
P1 – P20	G110 – G129 αναφέρονται στις επιπλέον συντεταγμένες	L20

L = Επιλογή του μήκους, του μήκους φθοράς, της διαμέτρου, της διαμέτρου φθοράς, ή το σύστημα συντεταγμένων.

P = Επιλογή του αριθμού αντιστάθμισης.

R = Τιμή αντιστάθμισης ή την αύξηση του μήκους και της διαμέτρου.

X = Προαιρετικός X-άξονας μηδενικής θέσης.

Y = Προαιρετικός Y-άξονας μηδενικής θέσης.

Z = Προαιρετικός Z-άξονας μηδενικής θέσης.

A = Προαιρετικός A-άξονας μηδενικής θέσης.

Οι εντολές R, X, Y, Z και A είναι κλασματικοί αριθμοί σε ίντσες (ή χιλ.). Οι τιμές R, X, Y, Z και A βρίσκονται στο απόλυτο ή στο σχετικό σύστημα συντεταγμένων (G90/G91).

3.2.2 Αυτόματη μέτρηση της διαμέτρου του κοπτικού (G35)



Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί την ύπαρξη αισθητήρα.

Η αυτόματη μέτρηση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου είναι μια μη τροποποιήσιμη λειτουργία που προκαλεί γραμμική κίνηση του άξονα Z έως ότου δεχτεί το skip signal ή έως ότου φτάσει στο όριο κίνησης του Z.

F = Πρόωση σε ίντσες (ή χιλιοστά) ανά λεπτό

D = Αριθμός αντιστάθμισης της διαμέτρου του κοπτικού εργαλείου

Z = Απαιτούμενη αντιστάθμιση του άξονα Z

3.2.3 Αυτόματη μέτρηση του κέντρου αντιστάθμισης (G36)



Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί την ύπαρξη αισθητήρα.

Η λειτουργία αυτή προκαλεί την γραμμική κίνηση των αξόνων X, Y, Z και A έως ότου δεχθεί το skip signal ή όταν φτάσει στο τέλος της προγραμματισμένης κίνησης. Το τρέχον ενεργό σύστημα συντεταγμένων πρέπει να έχει τεθεί για κάθε προγραμματισμένο άξονα. Το σημείο στο οποίο δέχεται το skip signal γίνεται το μηδενικό σημείο.

3.2.4 Αυτόματη μέτρηση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G37)



Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί την ύπαρξη αισθητήρα.

Η αυτόματη μέτρηση της αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου είναι μια μη τροποποιήσιμη λειτουργία που προκαλεί γραμμική κίνηση του άξονα Z έως ότου δεχτεί το skip signal ή έως ότου φτάσει στο όριο κίνησης του Z.

F = Πρόωση σε ίντσες (ή χιλιοστά) ανά λεπτό

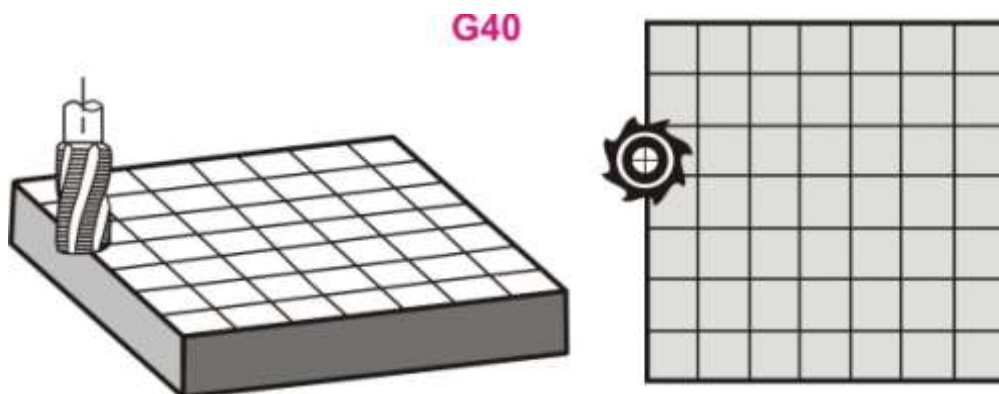
H = Αριθμός αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου

Z = Απαιτούμενη αντιστάθμιση του άξονα Z

3.2.5 Ακύρωση αντιστάθμισης ακτίνας εργαλείου (G40)



Η εντολή αυτή ακυρώνει την λειτουργία των κωδικών αντιστάθμισης εργαλείων G41 και G42, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.10.



Σχήμα 3.10 : Εντολή ακύρωσης αντιστάθμισης ακτίνας εργαλείου G40

3.2.6 Αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου από αριστερά (G41)

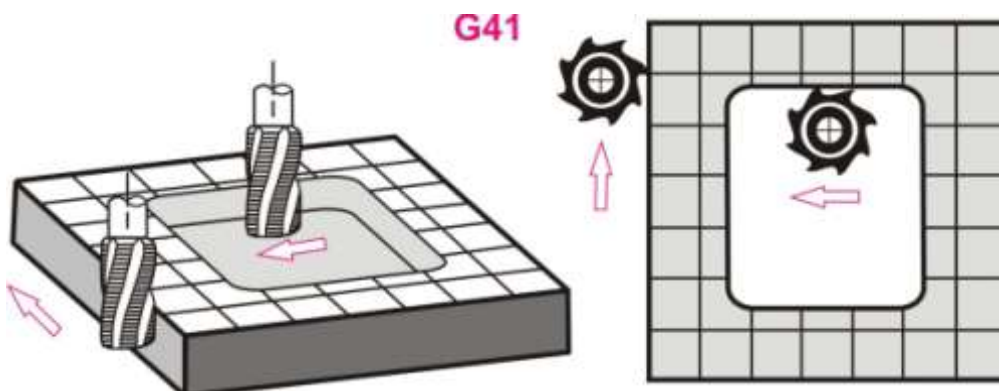


Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να συνυπολογίσει στην κατεργασία την ακτίνα του εργαλείου με σκοπό την επιθυμητή διάσταση, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.11. Απαραίτητο είναι στην σελίδα μηδενισμών των εργαλείων (offset) να τοποθετηθεί η ακτίνα στα εργαλεία που χρησιμοποιούμε.

G41	Σύνταξη :	G41 D...
	Παράδειγμα :	G41 D2

G41 D(n) όπου n είναι το νούμερο του εργαλείου.

Η αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου από αριστερά (G41), χρησιμοποιείται όταν το κοπτικό εργαλείο κινείται αριστερά από το περίγραμμα του τεμαχίου προς κατεργασία.



Σχήμα 3.11 : Εντολή αντιστάθμισης ακτίνας εργαλείου από αριστερά G41

3.2.7 Αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου από δεξιά (G42)

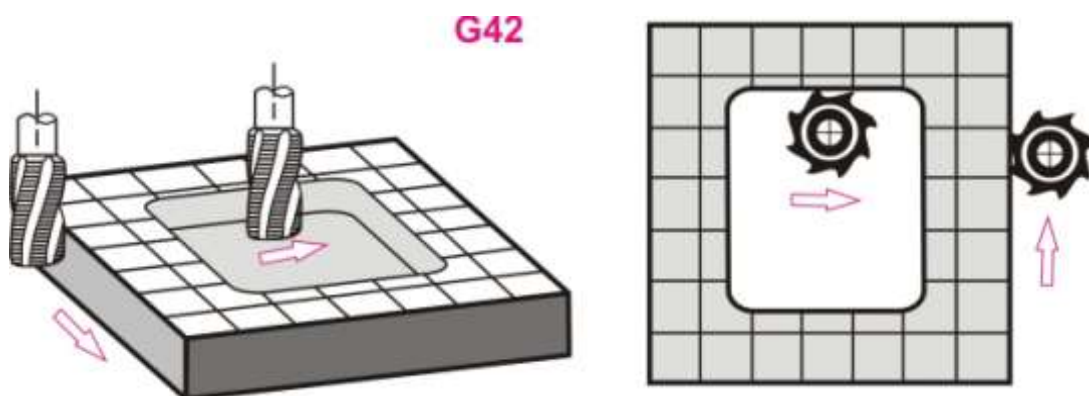


Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να συνυπολογίσει στην κατεργασία την ακτίνα του εργαλείου με σκοπό την επιθυμητή διάσταση, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.12](#). Απαραίτητο είναι στην σελίδα μηδενισμών των εργαλείων (offset) να τοποθετηθεί η ακτίνα στα εργαλεία που χρησιμοποιούμε.

G42	Σύνταξη :	G42 D...
	Παράδειγμα :	G42 D3

G42 D(n) όπου n είναι το νούμερο του εργαλείου.

Η αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου από αριστερά (G41), χρησιμοποιείται όταν το κοπτικό εργαλείο κινείται δεξιά από το περίγραμμα του τεμαχίου προς κατεργασία.



Σχήμα 3.12 : Εντολή αντιστάθμισης ακτίνας εργαλείου από δεξιά G42

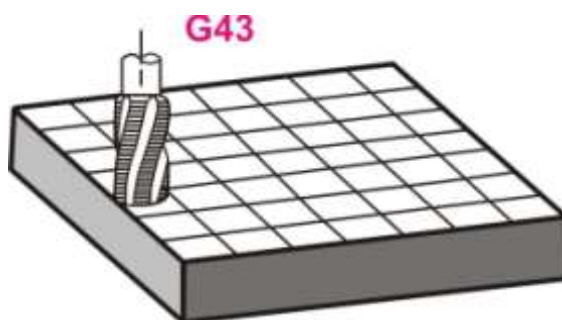
3.2.8 Θετική αντιστάθμιση μήκους εργαλείου (G43)



Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να συνυπολογίζει το μήκος των εργαλείων σε μια κίνηση της ατράκτου στο Z άξονα, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.13](#). Είναι απαραίτητος προς αποφυγήν ανεπιθύμητων χτυπημάτων του τεμαχίου προς κατεργασία.

G43	Σύνταξη :	G43 H...
	Παράδειγμα :	G43 H2

G43 H(n) όπου n είναι το νούμερο του εργαλείου.



Σχήμα 3.13 : Εντολή θετικής αντιστάθμισης μήκους εργαλείου G43

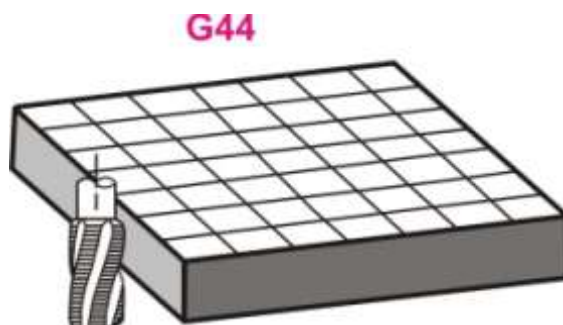
3.2.9 Αρνητική αντιστάθμιση μήκους εργαλείου (G44)

H**F****S****N**

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να συνυπολογίζει το μήκος των εργαλείων σε μια κίνηση της ατράκτου στο Z άξονα, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.14. Είναι απαραίτητος προς αποφυγήν ανεπιθύμητων χτυπημάτων του τεμαχίου προς κατεργασία.

G44	Σύνταξη :	G44 H...
	Παράδειγμα :	G44 H4

G44 H(n) όπου n είναι το νούμερο του εργαλείου.



Σχήμα 3.14 : Εντολή θετικής αντιστάθμισης μήκους εργαλείου G44

3.2.10 Ακύρωση αντιστάθμισης μήκους εργαλείου (G49)

H**F****S****N**

Η εντολή αυτή ακυρώνει την αντιστάθμιση μήκους του κοπτικού εργαλείου, δηλαδή ακυρώνει τις εντολές G43 και G44.

3.2.11 Αυτόματη μέτρηση κέντρου αντιστάθμισης (G136)

H**F****S****N**

Η λειτουργία αυτή προκαλεί την γραμμική κίνηση των αξόνων X, Y, Z και A έως ότου δεχθεί το skip signal ή όταν φτάσει στο τέλος της προγραμματισμένης κίνησης. Το τρέχον ενεργό σύστημα συντεταγμένων πρέπει να έχει τεθεί για κάθε προγραμματισμένο άξονα. Το σημείο στο οποίο δέχεται το skip signal γίνεται το μηδενικό σημείο.

F = Πρόωση σε ίντσες (ή σε χιλιοστά) ανά λεπτό

I = Κατ' επιλογήν αντιστάθμιση της απόστασης κατά μήκος του X άξονα

J = Κατ' επιλογήν αντιστάθμιση της απόστασης κατά μήκος του Y άξονα.

K = Κατ' επιλογήν αντιστάθμιση της απόστασης κατά μήκος του Z άξονα.

X = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα X

Y = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα Y

Z = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα Z

A = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα A

3.3 Εντολές κύκλων κατεργασίας

3.3.1 Κίνηση κατεργασίας κυκλικής εσοχής ωρολογιακά (G12)



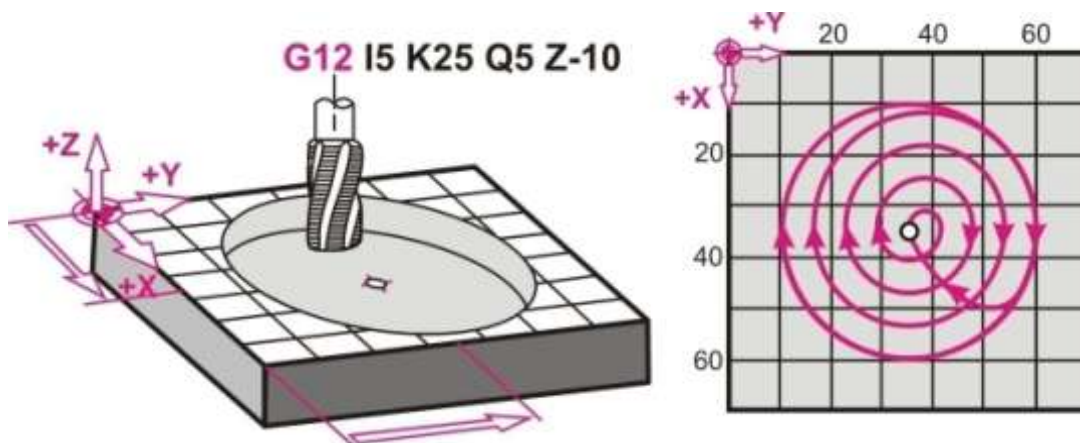
Για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα της τελικής διαμέτρου πρέπει να προγραμματιστεί και η αντιστάθμιση της ακτίνας του εργαλείου. Εάν η αντιστάθμιση δεν είναι επιθυμητή τότε προγραμματίζεται D0.

Το εργαλείο πρέπει να τοποθετηθεί στο κέντρο του κύκλου είτε από την προηγούμενη πρόταση είτε στην ίδια προγραμματίζοντας X, Y. Η κοπή γίνεται αποκλειστικά και μόνο με κυκλικές κινήσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.15. Για να καθαρίσει όλη η επιφάνεια της εσοχής χρησιμοποιείται τιμή για το I και Q μικρότερη από την διάμετρο του εργαλείου και K ίσο με την τελική διάμετρο. Για να φραιζαριστεί μόνο η περιφέρεια γίνεται χρήση μόνο του I ίσο με την τελική διάμετρο χωρίς K η Q. Εάν χρησιμοποιηθεί G91 (σχετικές συντεταγμένες) και L αριθμό επαναλήψεων, το βάθος Z γίνεται σχετικό (ως προς την αρχική θέση) και η εργασία θα επαναληφθεί L φορές.

Ο κύκλος G12 ενεργοποιεί την αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου G42 (εργαλείο δεξιά ως προς την επιφάνεια κατεργασίας).

G12	Σύνταξη :	G12 I... K... Q... Z... F... D...
	Παράδειγμα :	G12 I5 K20 Q5 Z-5 F150 D02

- I = Ακτίνα πρώτου κύκλου (η τελική εάν δεν υπάρχει K)
- K = Ακτίνα κύκλου φινιρίσματος (εάν προγραμματιστεί)
- Q = Βήμα σχετικής αύξησης ακτίνας (πρέπει να υπάρχει και K)
- Z = Τελικό βάθος εσοχής ή βήμα ως προς
- F = Πρόωση κοπής σε mm/min
- L = Αριθμός επαναλήψεων (ως προς το βάθος)
- D = Αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου



Σχήμα 3.15 : Εντολή κίνησης κατεργασίας κυκλικής εσοχής ωρολογιακά G12

3.3.2 Κίνηση κατεργασίας κυκλικής εσοχής αντιωρολογιακά (G13)



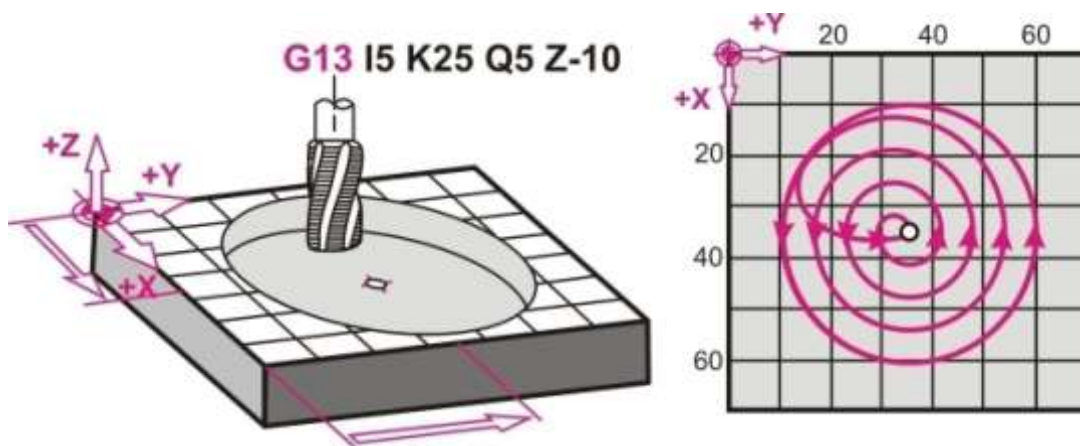
Για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα της τελικής διαμέτρου πρέπει να προγραμματιστεί και η αντιστάθμιση της ακτίνας του εργαλείου. Εάν η αντιστάθμιση δεν είναι επιθυμητή τότε προγραμματίζεται D0.

Το εργαλείο πρέπει να τοποθετηθεί στο κέντρο του κύκλου είτε από την προηγούμενη πρόταση είτε στην ίδια προγραμματίζοντας X, Y. Η κοπή γίνεται αποκλειστικά και μόνο με κυκλικές κινήσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.16. Για να καθαρίσει όλη η επιφάνεια της εσοχής χρησιμοποιείται τιμή για το I και Q μικρότερη από την διάμετρο του εργαλείου και K ίσο με την τελική διάμετρο. Για να φραιζαριστεί μόνο η περιφέρεια γίνεται χρήση μόνο του I ίσο με την τελική διάμετρο χωρίς K η Q. Εάν χρησιμοποιηθεί G91 (σχετικές συντεταγμένες) και L αριθμό επαναλήψεων, το βάθος Z γίνεται σχετικό (ως προς την αρχική θέση) και η εργασία θα επαναληφθεί L φορές.

Ο κύκλος G13 ενεργοποιεί την αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου G41 (εργαλείο αριστερά ως προς την επιφάνεια κατεργασίας).

G13	Σύνταξη :	G13 I... K... Q... Z... F... D...
	Παράδειγμα :	G13 I5 K20 Q5 Z-5 F150 D02

- I = Ακτίνα πρώτου κύκλου (η τελική εάν δεν υπάρχει K)
- K = Ακτίνα κύκλου φινιρίσματος (εάν προγραμματιστεί)
- Q = Βήμα σχετικής αύξησης ακτίνας (πρέπει να υπάρχει και K)
- Z = Τελικό βάθος εσοχής ή βήμα ως προς
- F = Πρόωση κοπής σε mm/min
- L = Αριθμός επαναλήψεων (ως προς το βάθος)
- D = Αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου



Σχήμα 3.16 : Εντολή κίνησης κατεργασίας κυκλικής εσοχής αντιωρολογιακά G12

3.3.3 Χάραξη γραμμάτων και αριθμών (G47)



Το κείμενο που θα χαραχθεί θα πρέπει να τοποθετηθεί στην ίδια πρόταση με τον G47 κωδικό μέσα σε παρένθεση, μαζί με τον κωδικό P1 ή P0 ανάλογα με το αν θα χαραχθούν γράμματα ή αριθμοί όπως αναφέρεται παρακάτω. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.17.

G47	Σύνταξη :	G47	P...	X...	Y...	I...	J...	R...	Z...	F...	E...
	Παράδειγμα :	G47	P0	X15	Y35	I0	J3	R11	Z-12	F15	E40

E = Πρόωση νεκρών κινήσεων

F = Πρόωση κοπής

I = Γωνία χάραξης κειμένου ή αριθμών (-360 έως +360) (Σαν στάνταρ έχει τις 0 μοίρες)

J = Ύψος γραμμάτων – αριθμών (Σαν στάνταρ έχει 25.4mm)

P = 1 για χάραξη κειμένου

0 για χάραξη αριθμών

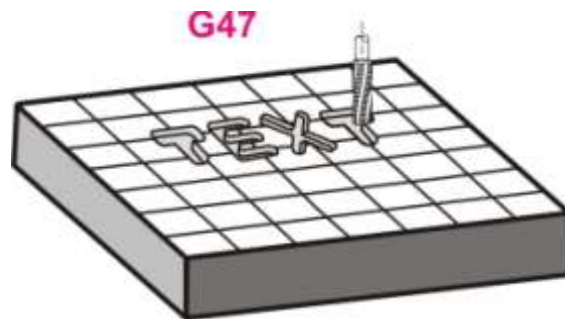
R = Σημείο ασφάλειας σε Z άξονα

X = Σημείο ξεκινήματος χάραξης σε X άξονα

Y = Σημείο ξεκινήματος χάραξης σε Y άξονα

Z = Τελικό βάθος

ΔΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΕ ΤΟΝ ΚΩΔΙΚΟ G91



Σχήμα 3.17 : Εντολή χάραξης γραμμάτων και αριθμών G47

3.3.4 Τρυπήματα σε κυκλική τροχιά (G70)



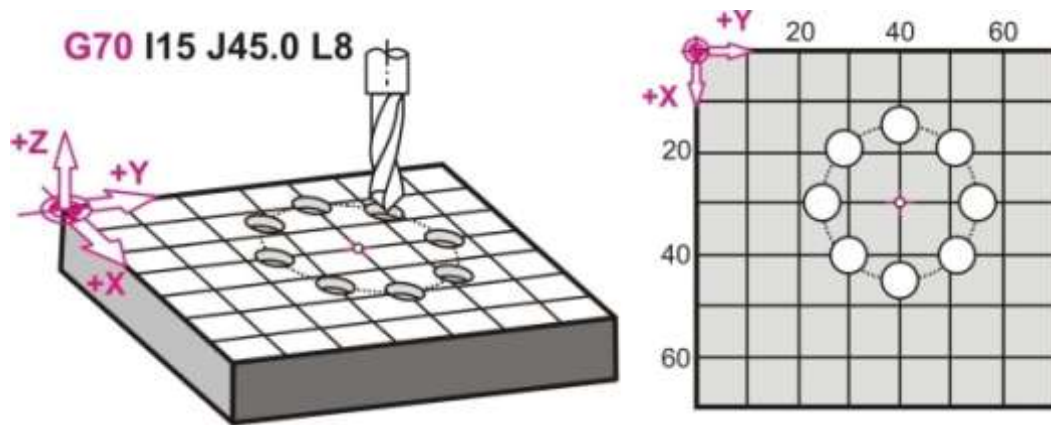
Αυτός ο κύκλος κατεργασίας για οπές, για να δουλέψει πρέπει να συνδυαστεί με κάποιον από τους G73, G74, G76, G77 ή G81 – G89 κωδικούς. Τα τρυπήματα γίνονται σε κυκλική τροχιά όπως φαίνονται στο σχήμα 3.18. Το εργαλείο θα πρέπει να τοποθετηθεί στο κέντρο του κύκλου σε κάποια προηγούμενη σειρά εντολών ή μέσα στον G70 κύκλο κατεργασίας.

G70	Σύνταξη :	G70	I...	J...	L...
	Παράδειγμα :	G70	I10	J30.0	L3

I = Απόσταση τρύπας από το κέντρο του κύκλου

J = Γωνία πρώτης οπής από την θέση όπου βρίσκεται ο αριθμός 3 ενός ρολογιού

L = Πλήθος οπών



Σχήμα 3.18 : Εντολή τρυπημάτων σε κυκλική τροχιά G70

3.3.5 Τρυπήματα πάνω σε τόξο (G71)



Το G71 είναι παρόμοιο με το G70, εκτός του ότι δεν δεσμεύεται για πλήρη κύκλο. Για να δουλέψει το G71 χρειάζεται να είναι ενεργός κάποιος από τους κωδικούς τρυπήματος ή σπειρώματος, έτσι ώστε σε κάθε σημείο που θα του ορίζει ο προγραμματιστής, θα εκτελείται τρύπημα ή σπείρωμα. Τα τρυπήματα γίνονται πάνω σε κυκλικό τόξο όπως φαίνονται στο σχήμα 3.19.

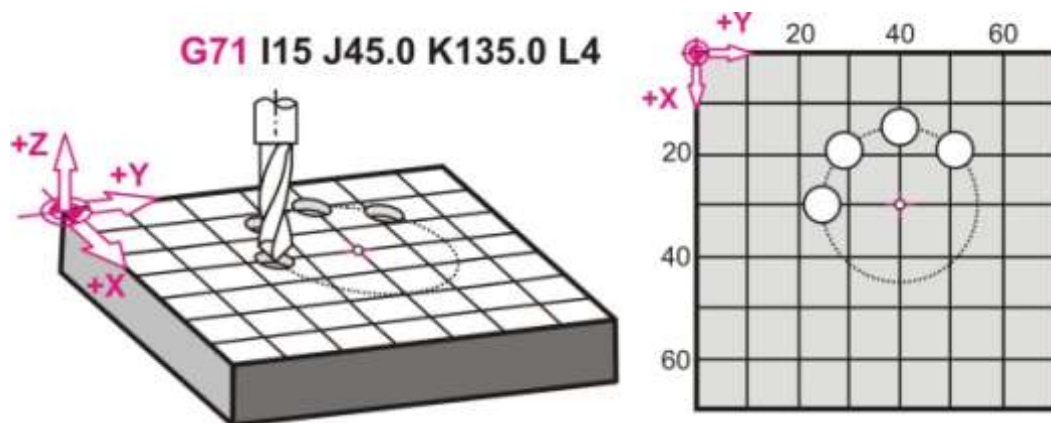
G71	Σύνταξη :	G71 I... J... K... L...
	Παράδειγμα :	G71 I10 J30.0 K10.0 L6

I = Απόσταση οπής από το κέντρο της τρύπας

J = Γωνία πρώτης οπής από την θέση όπου βρίσκεται ο αριθμός 3 ενός ρολογιού

L = Πλήθος οπών

K = Πόσες μοίρες απέχει το κέντρο της μιας οπής από την άλλη



Σχήμα 3.19 : Εντολή τρυπημάτων σε τόξο κύκλου G71

3.3.6 Τρυπήματα υπό γωνία (G72)



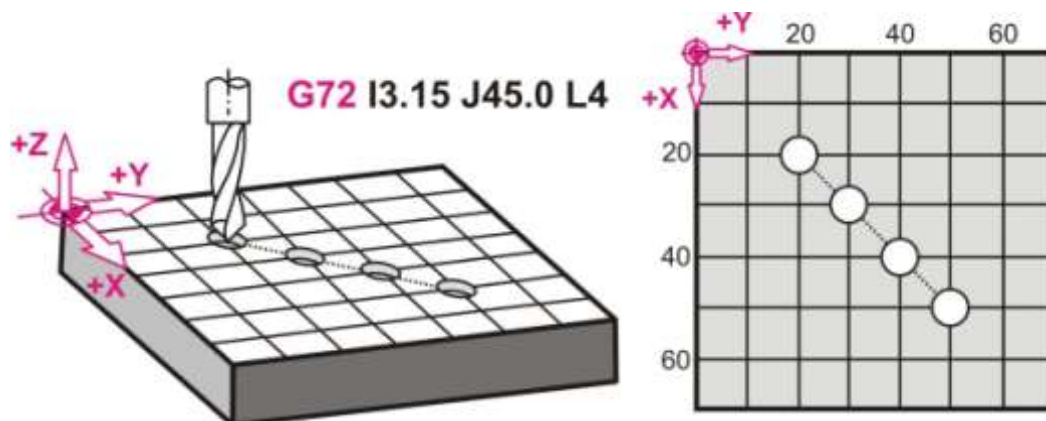
Για να δουλέψει το G72 χρειάζεται να είναι ενεργός κάποιος από τους κωδικούς τρυπήματος ή σπειρώματος, έτσι ώστε σε κάθε σημείο που θα του ορίζει ο προγραμματιστής, θα εκτελείται τρύπημα ή σπείρωμα. Τα τρυπήματα γίνονται πάνω σε ευθεία γραμμή όπως φαίνονται στο σχήμα 3.20.

G72	Σύνταξη :	G72 I... J... L...
	Παράδειγμα :	G72 I10 J20.0 L5

I = Απόσταση μεταξύ των οπών (αρνητική απόσταση θα αντιστρέψει την κατεύθυνση των οπών)

J = Γωνία της ευθείας γραμμής

L = Πλήθος οπών



Σχήμα 3.20 : Εντολή τρυπημάτων υπό γωνία G72

3.3.7 Κύκλος τρυπήματος με επαναφορά (G73)



Αυτός ο κωδικός G, από την στιγμή που θα τεθεί σε λειτουργία σε κάθε κίνηση κατά X και Y, προκαλείται τρύπημα με επαναφορά ώσπου να ακυρωθεί ή να ενεργοποιηθεί κάποιος άλλος κύκλος (G00, G01, G80). Είναι ένας κύκλος υψηλής ταχύτητας με επαναφορά, στον οποίο η τιμή επαναφοράς θα καθορίζεται από το Setting 22.

Αν τα I, J, K ορισθούν μέσα στον κύκλο, τότε αλλάζει και η συμπεριφορά του κύκλου. Το πρώτο πάσο τρυπήματος δίνεται από το I. Το I ελαττώνεται κατά J σε κάθε πάσο, ενώ η τιμή του K καθορίζει την ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει το πάσο. Αν χρησιμοποιηθεί και το P μέσα στον κύκλο, τότε το τρυπάνι θα παραμείνει στο βάθος της οπής για όσα δευτερόλεπτα του έχει ορίσει ο προγραμματιστής. Το R είναι το σημείο στο οποίο θα γυρνάει σε κάθε επαναφορά το τρυπάνι, ούτως ώστε να καθαρίζει η οπή από τα γρέζια, την οποία συνήθως την τρυπάει ο χειριστής γύρω στο 1 χιλιοστό.

Παραδείγματα παρουσιάζονται στο [σχήμα 3.21](#) και στο [σχήμα 3.22](#).

G73	Σύνταξη :	G73 X... Y... Z... I... J... K... F... L... P... Q... R...
	Παράδειγμα :	G73 X2 Y2 Z-49 I10 J1 K4 F150 L7 P5 Q0 R4

F = Πρόωση σε mm/min

I = Προαιρετικό μέγεθος πρώτου πάσου

J = Προαιρετικό μέγεθος ελάττωσης του κάθε πάσου

K = Προαιρετικό ελάχιστο πάσο

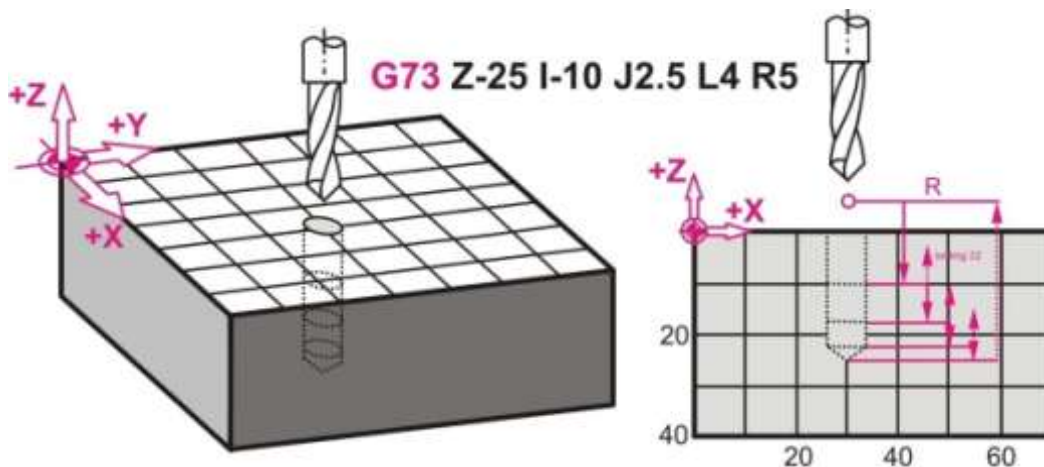
L = Αριθμός επαναλήψεων

P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

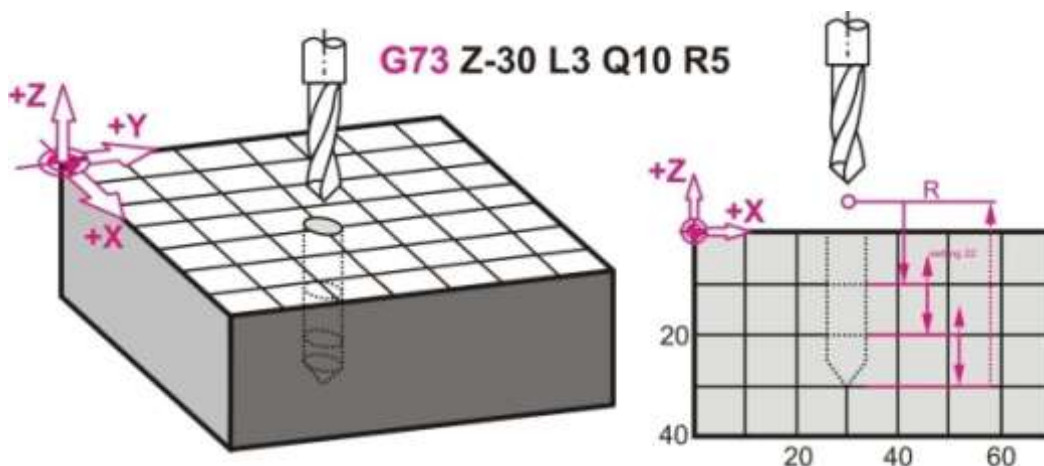
Q = Πάσο πριν από κάθε επαναφορά

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z

Z = Τελικό βάθος οπής
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.21 : Εντολή κύκλου τρυπημάτων με επαναφορά G73



Σχήμα 3.22 : Εντολή κύκλου τρυπημάτων με επαναφορά G73

3.3.8 Κύκλος κατεργασίας για σπείρωμα με κολαούζο, αριστερόστροφο Tapping (G74)

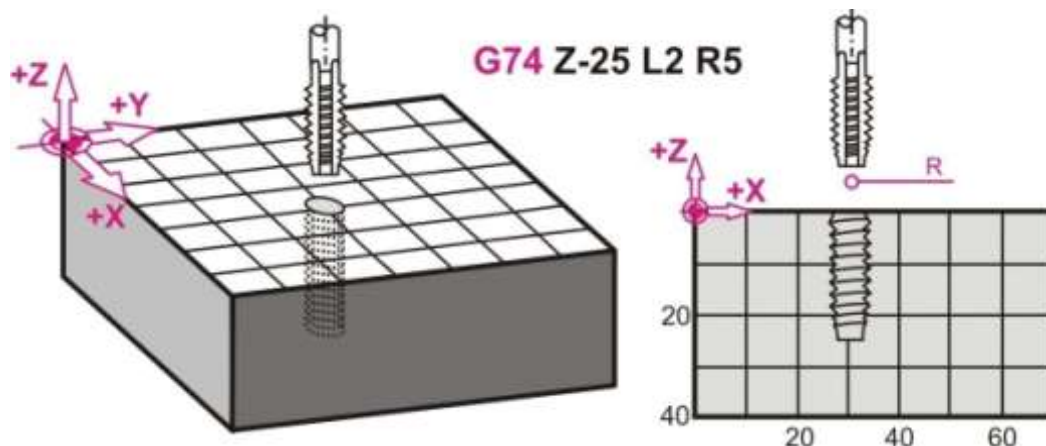


Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Η κατεργασία αυτού του κύκλου είναι διαφορετική αν επιλεγεί rigid tapping. Όταν χρησιμοποιείται rigid tapping ο λόγος μεταξύ της πρόωσης και της ταχύτητας της ατράκτου πρέπει να είναι με ακρίβεια το απειροελάχιστο βήμα που κόβεται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.23.

G74	Σύνταξη :	G74 X... Y... Z... J... F... L... R...
	Παράδειγμα :	G74 X2 Y2 Z-49 J1 F150 L7 R4

F = Πρόωση σε mm/min
J = Πολλαπλή απόσυρση
L = Αριθμός επαναλήψεων

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
 Z = Τελικό βάθος οπής
 X = Προαιρετική κίνηση κατά X
 Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.23 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για σπείρωμα με κολαούζο G74

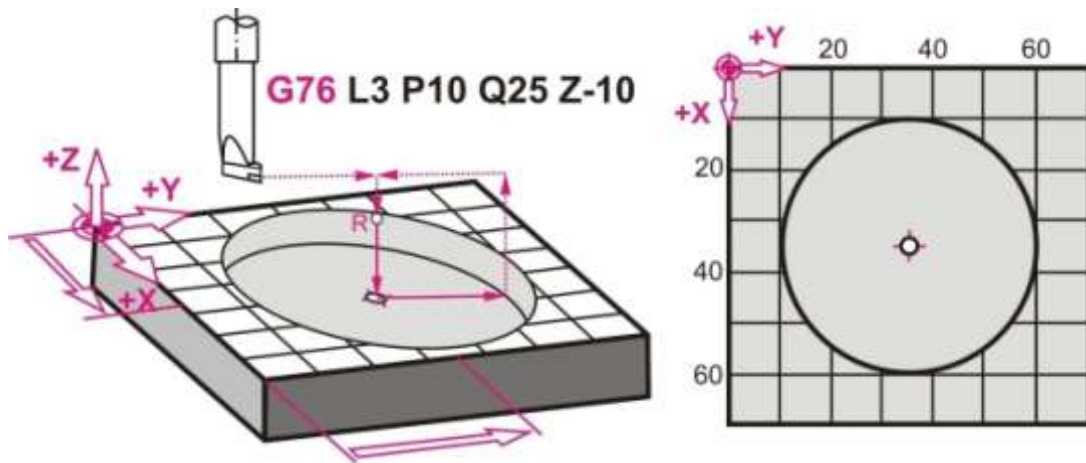
3.3.9 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, Fine Boring (G76)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας, γιατί ο έλεγχος το κάνει αυτόματα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.24.

G76	Σύνταξη :	G76	X...	Y...	Z...	I...	J...	F...	L...	P...	Q...	R...
	Παράδειγμα :	G76	X2	Y2	Z-49	I10	J1	F150	L7	P5	Q0	R4

F = Πρόωση σε mm/min
 I = Προαιρετικό μέγεθος μετακίνηση, αν δεν έχει καθοριστεί Q
 J = Προαιρετικό μέγεθος μετακίνηση, αν δεν έχει καθοριστεί Q
 L = Αριθμός επαναλήψεων
 P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα
 Q = Αυξητική τιμή μετακίνησης
 R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
 Z = Τελικό βάθος οπής
 X = Προαιρετική κίνηση κατά X
 Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.24 : Εντολή κύκλου κατεργασίας Fine Boring G76

3.3.10 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, Back Boring (G77)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας.

Αυτός ο κύκλος κατεργασίας θα μετακινήσει τον X και/ή Y άξονα από πριν και μετά την κοπή ούτως ώστε να καθαρίσει το κοπτικό εργαλείο καθώς εισέρχεται και εξέρχεται από το κομμάτι. Αν είναι ενεργοποιημένο το Setting 57, τότε το κοπτικό εργαλείο θα πραγματοποιήσει ένα σταμάτημα ακριβείας μεταξύ των ταχέων κινήσεων. Αυτό θα αποτρέψει το σπάσιμο του κοπτικού εργαλείου και οποιαδήποτε εγκοπή στο κάτω μέρος της οπής. Η κατεύθυνση μετακίνησης καθορίζεται από το Setting 27. Αν δεν έχει προσδιοριστεί η Q, τότε οι κατ' επιλογήν τιμές I και J χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την κατεύθυνση μετακίνησης και απόστασης. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.25.

G77	Σύνταξη :	G77 X... Y... Z... I... J... F... L... P... Q... R...
	Παράδειγμα :	G77 X2 Y2 Z-49 I10 J1 F150 L7 P5 Q0 R4

F = Πρόωση σε mm/min

I = Προαιρετικό μέγεθος μετακίνηση, αν δεν έχει καθοριστεί Q

J = Προαιρετικό μέγεθος μετακίνηση, αν δεν έχει καθοριστεί Q

L = Αριθμός επαναλήψεων

P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

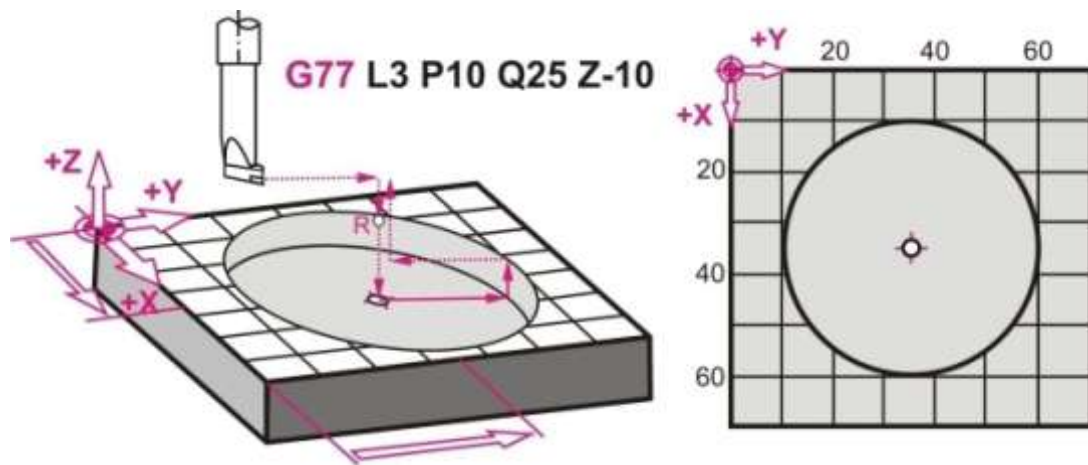
Q = Αυξητική τιμή μετακίνησης

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z

Z = Τελικό βάθος οπής

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.25 : Εντολή κύκλου κατεργασίας Back Boring G77

3.3.11 Ακύρωση κύκλων κατεργασίας (G80)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη και απενεργοποιεί όλες τις κατεργασίες κύκλου έως ότου επιλεγεί νέος κύκλος κατεργασίας. Πάντοτε με την χρήση της G00 ή της G01 εντολής, θα ακυρώνεται ο κύκλος κατεργασίας.

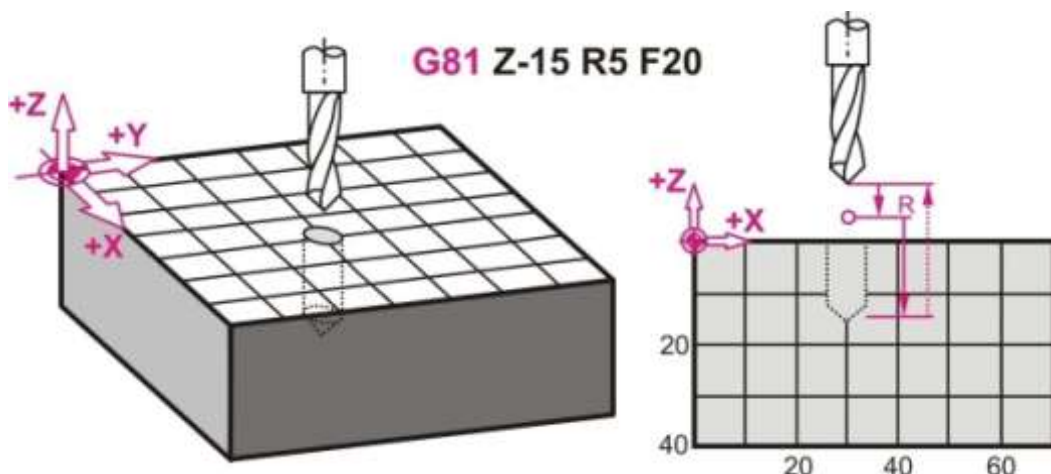
3.3.12 Κύκλος κατεργασίας για τρύπημα (G81)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.26.

G81	Σύνταξη :	G81 X... Y... Z... L... R... F...
	Παράδειγμα :	G81 X1 Y3 Z-15 L2 R4 F25

F = Πρόωση σε mm/min
 L = Αριθμός επαναλήψεων
 R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
 Z = Τελικό βάθος οπής
 X = Προαιρετική κίνηση κατά X
 Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.26 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για τρύπημα G81

3.3.13 Κύκλος κατεργασίας για σημειακό τρύπημα (G82)

H

F

S

N

Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη. Όταν ενεργοποιηθεί, σε κάθε κίνηση στον X και/ή Y άξονα θα εκτελείται κύκλος κατεργασίας σημειακού τρυπήματος, μέχρι να ακυρωθεί η εντολή ή να επιλεγεί ένας άλλος κύκλος κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.27.

G82	Σύνταξη :	G82 X... Y... Z... L... P... R... F...
	Παράδειγμα :	G82 X2 Y5 Z-15 L3 P2 R28 F15

F = Πρόωση σε mm/min

L = Αριθμός επαναλήψεων

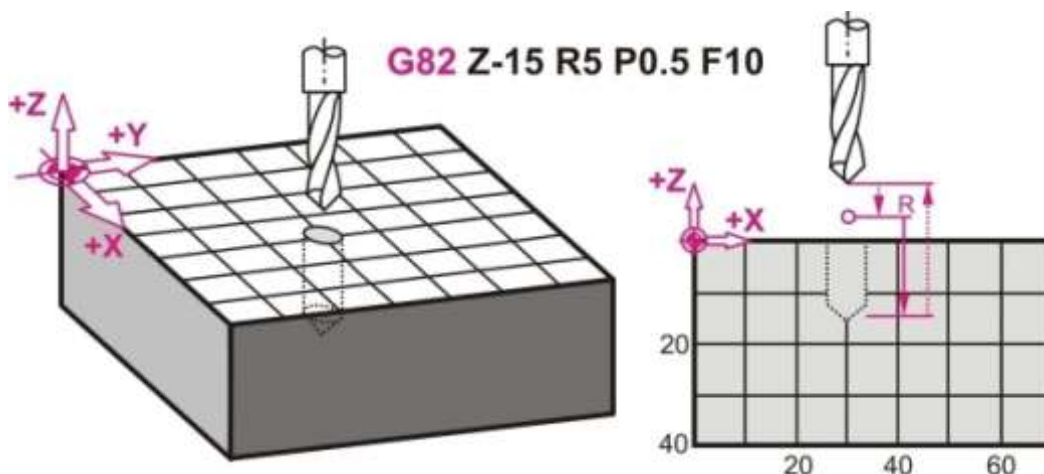
P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z

Z = Τελικό βάθος οπής

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.27 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για σημειακό τρύπημα G82

3.3.14 Κύκλος κατεργασίας για τρυπήματα με επαναφορά (G83)

H

F

S

N

Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.28 και στο σχήμα 3.29.

G83	Σύνταξη :	G83 X... Y... Z... I... J... K... F... L... P... Q... R...
	Παράδειγμα :	G83 X2 Y2 Z-49 I10 J1 K4 F150 L7 P5 Q0 R4

F = Πρόωση σε mm/min

I = Προαιρετικό μέγεθος πρώτου πάσου

J = Προαιρετικό μέγεθος ελάττωσης του κάθε πάσου

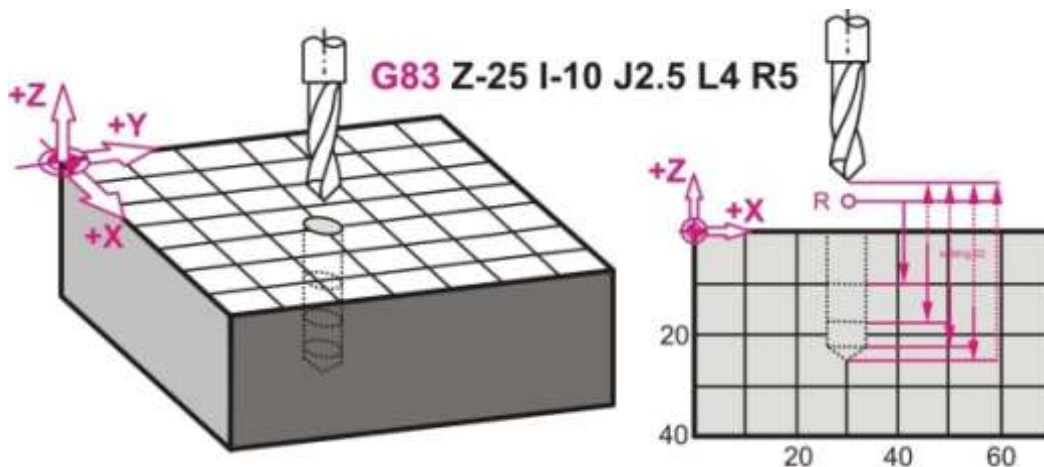
K = Προαιρετικό ελάχιστο πάσο

L = Αριθμός επαναλήψεων

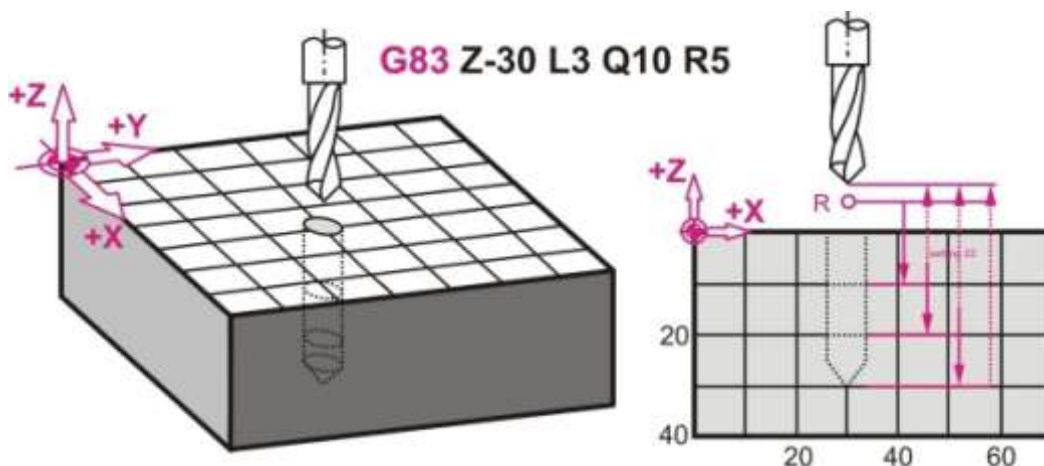
P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

Q = Πάσο πριν από κάθε επαναφορά

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
 Z = Τελικό βάθος οπής
 X = Προαιρετική κίνηση κατά X
 Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.28 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για τρυπήματα με επαναφορά G83



Σχήμα 3.29 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για τρυπήματα με επαναφορά G83

3.3.15 Κύκλος κατεργασίας για σπείρωμα, Tapping (G84)

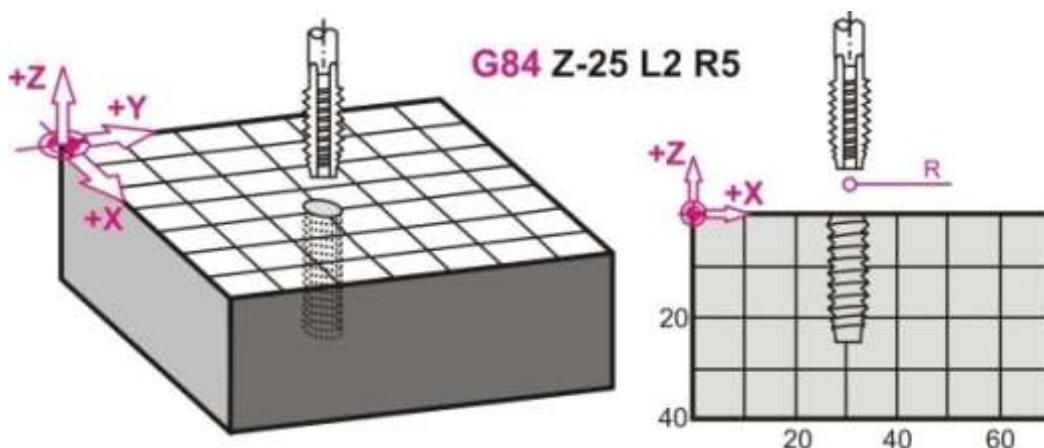


Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Η κατεργασία αυτού του κύκλου είναι διαφορετική αν επιλεγεί rigid tapping. Όταν χρησιμοποιείται rigid tapping ο λόγος μεταξύ της πρόωσης και της ατράκτου πρέπει να είναι με ακρίβεια το απειροελάχιστο βήμα που κόβεται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.30.

G84	Σύνταξη :	G84 X... Y... Z... J... L... R... F...
	Παράδειγμα :	G84 X2 Y2 Z-49 J1 L7 R4 F50

F = Πρόωση σε mm/min
 J = Πολλαπλή απόσυρση
 L = Αριθμός επαναλήψεων
 R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
 Z = Τελικό βάθος οπής

X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.30 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για σπείρωμα G84

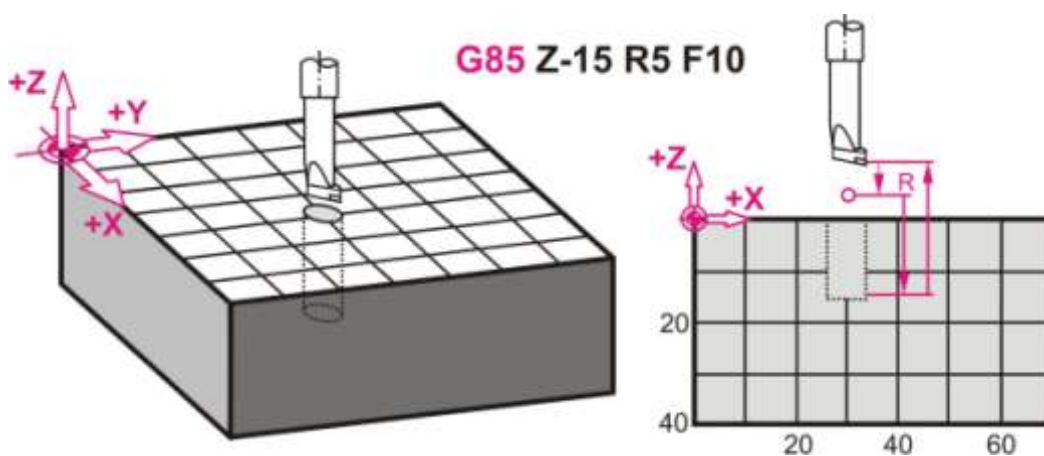
3.3.16 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, βάθειας διάτρηση Boring (G85)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.31.

G85	Σύνταξη :	G85	X...	Y...	Z...	J...	L...	R...	F...
	Παράδειγμα :	G85	X2	Y2	Z-49	J1	L7	R4	F50

F = Πρόωση σε mm/min
L = Αριθμός επαναλήψεων
R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
Z = Τελικό βάθος οπής
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.31 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής G85

3.3.17 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής και σταμάτημα (G86)

H

F

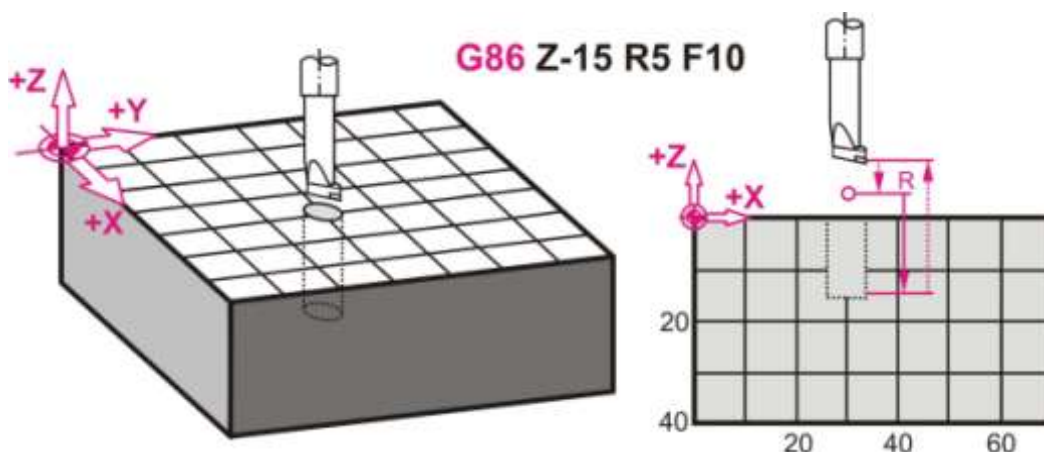
S

N

Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.32.

G86	Σύνταξη :	G86	X...	Y...	Z...	J...	L...	R...	F...
	Παράδειγμα :	G86	X2	Y2	Z-49	J1	L7	R4	F50

F = Πρόωση σε mm/min
L = Αριθμός επαναλήψεων
R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
Z = Τελικό βάθος οπής
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.32 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με σταμάτημα G86

3.3.18 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με χειροκίνητη επαναφορά (G87)

H

F

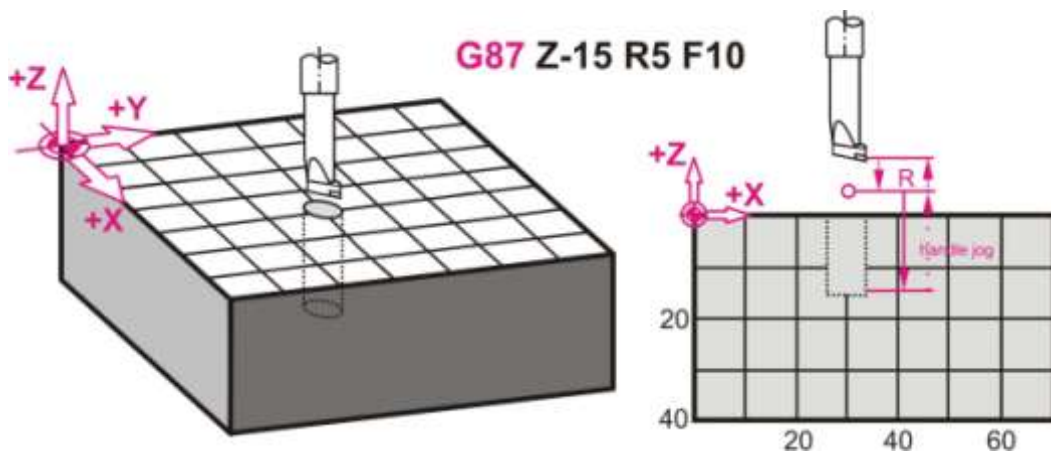
S

N

Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Αφού κινηθούν χειρωνακτικά οι άξονες, πατώντας το CYCLE START, θα επαναληφθεί το πρόγραμμα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.33.

G87	Σύνταξη :	G87	X...	Y...	Z...	J...	L...	R...	F...
	Παράδειγμα :	G87	X2	Y2	Z-49	J1	L7	R4	F50

F = Πρόωση σε mm/min
L = Αριθμός επαναλήψεων
R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
Z = Τελικό βάθος οπής
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.33 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με χειροκίνητη επαναφορά G87

3.3.19 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με αναμονή (καθυστέρηση) και χειροκίνητη επαναφορά (G88)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Αφού κινηθούν χειρωνακτικά οι άξονες, πατώντας το CYCLE START, θα επαναληφθεί το πρόγραμμα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.34.

G88	Σύνταξη :	G88 X... Y... Z... J... L... R... F...
	Παράδειγμα :	G88 X2 Y2 Z-49 J1 L7 R4 F50

F = Πρόωση σε mm/min

L = Αριθμός επαναλήψεων

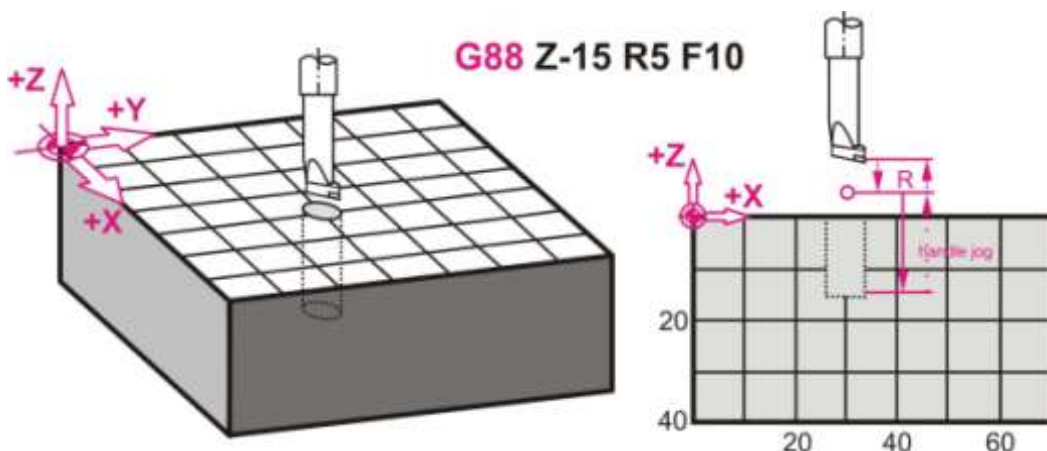
P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z

Z = Τελικό βάθος οπής

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 3.34 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με αναμονή και χειροκίνητη επαναφορά G88

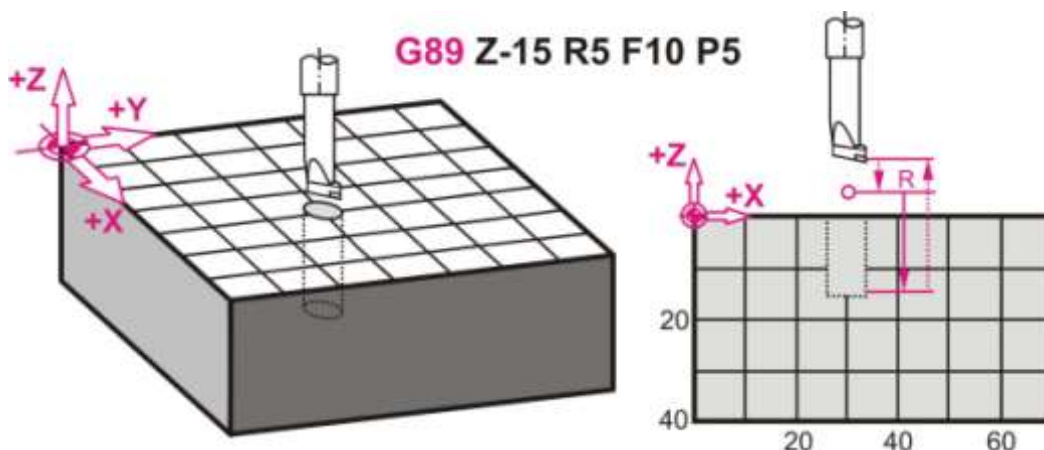
3.3.20 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με αναμονή και Bore Out (G89)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.35.

G89	Σύνταξη :	G89 X... Y... Z... J... L... R... F...
	Παράδειγμα :	G89 X2 Y2 Z-49 J1 L7 R4 F50

F = Πρόωση σε mm/min
 L = Αριθμός επαναλήψεων
 P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα
 R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z
 Z = Τελικό βάθος οπής
 X = Προαιρετική κίνηση κατά X
 Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

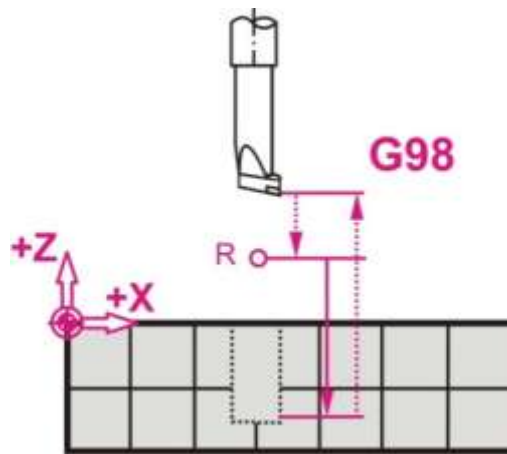


Σχήμα 3.35 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής με αναμονή και Bore Out G89

3.3.21 Κύκλος κατεργασίας με επιστροφή στο αρχικό σημείο (G98)



Είναι τροποποιήσιμη και αλλάζει τον τρόπο που λειτουργεί ο κύκλος κατεργασίας. Ο άξονας Z επιστρέφει στο αρχικό σημείο μεταξύ κάθε νέας X και/ή Y θέσης. Αυτό επιτρέπει την τοποθέτηση των πλευρών του κομματιού στην πορεία του κοπτικού εργαλείου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.36.

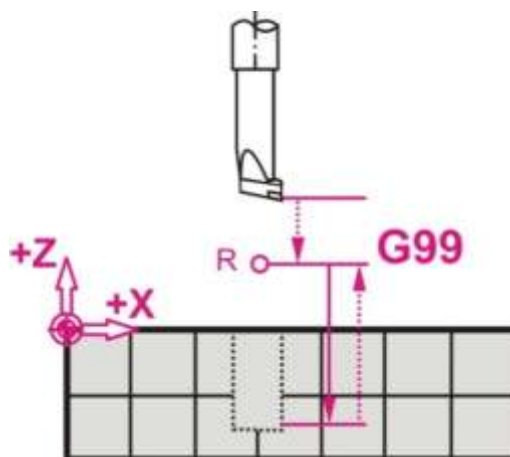


Σχήμα 3.36 : Εντολή κύκλου κατεργασίας με επιστροφή στο αρχικό σημείο G98

3.3.22 Κύκλος κατεργασίας με επιστροφή στο επίπεδο R (G99)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη και αλλάζει τον τρόπο που λειτουργεί ο κύκλος κατεργασίας. Ο άξονας Z θα μείνει κάτω στο επίπεδο R μεταξύ του κάθε νέου X και/ή Y θέσης, όταν δεν υπάρχει καμία παρεμπόδιση στον δρόμο του κοπτικού εργαλείου για την επόμενη θέση. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 3.37](#).



Σχήμα 3.37 : Εντολή κύκλου κατεργασίας με επιστροφή στο επίπεδο R G99

3.3.23 Γενικός κύκλος κατεργασίας εσοχών, Pocket (G150)

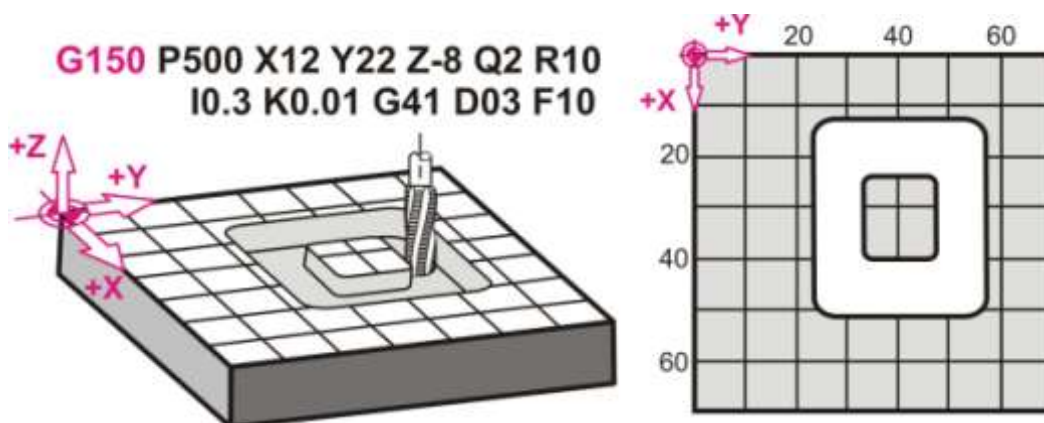


Αυτός ο G κωδικός παρέχει τη δυνατότητα κατεργασίας εσοχών οποιασδήποτε μορφής. Η μορφή πρέπει να οριστεί χωριστά, μέσα σε ένα υποπρόγραμμα, με μια σειρά εντολών (G01, G02, G03 κλπ.) αναλόγως. Η πρώτη κίνηση είναι η βύθιση του εργαλείου στο κομμάτι, ακολουθεί το φραιζάρισμα του περιγράμματος και το ξεχόνδρισμα. Αυτά γίνονται με τη σειρά που αναφέρονται για βάθος που ορίζεται από το γράμμα Q. Η τιμή Q είναι πάντα θετική. Το ξεχόνδρισμα γίνεται με παράλληλη μετατόπιση ως προς X ή Y και ορίζεται με J ή I αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις είναι θετικός αριθμός. Το φινίρισμα ορίζεται από το γράμμα K και είναι απαραίτητο. Συνήθως μερικά δέκατα του χιλιοστού είναι αρκετά. Χωρίς K η G150 δεν δουλεύει. Το K είναι πάντα θετικός αριθμός. Δεν υπάρχει φινίρισμα ως προς το Z. Το γράμμα R ορίζει το που θα σταθεί το εργαλείο πριν

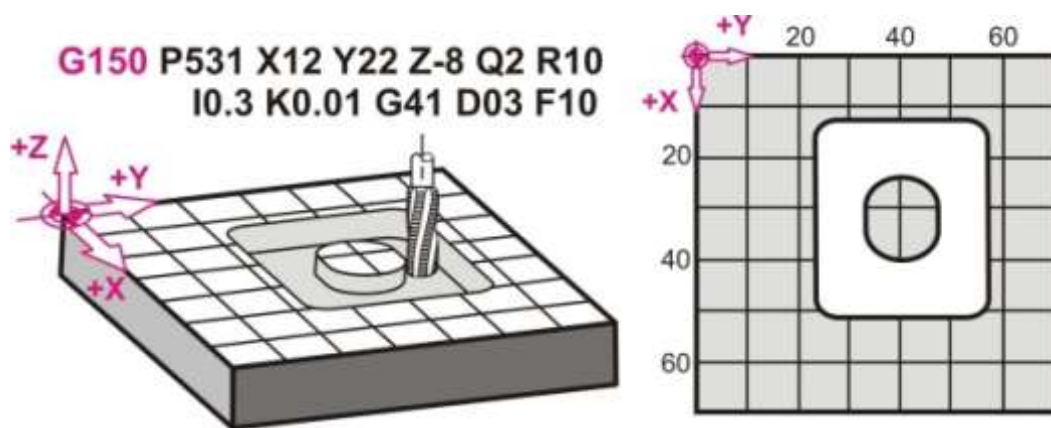
βυθιστεί στο κομμάτι καθώς και το που θα επιστρέψει μετά το τέλος της κατεργασίας. Πρέπει να οριστεί ακόμα και αν έχει την τιμή 0 (R0). Πολλαπλά πάσα ως προς το βάθος ορίζονται με το Q έως ότου ολοκληρωθεί η συνθήκη για το βάθος Z (φτάσει στο τελικό βάθος). Με το γράμμα L μπορούμε να προγραμματίσουμε επανάληψη του κύκλου εργασίας G150 σε μια νέα θέση που πρέπει να οριστεί σχετικά με την προηγούμενη (G91). Το υποπρόγραμμα πρέπει να ορίζει μια κλειστή περιοχή (αρχικό και τελικό σημείο πρέπει να είναι ίδια) με μία ακολουθία εντολών G01, G02, G03 και πρέπει να κλείνει με την εντολή M99. Το υποπρόγραμμα μπορεί να περιέχει απόλυτες (G90) ή και σχετικές (G91) συντεταγμένες. Μέγιστος αριθμός προτάσεων είναι 20. Άλλοι κωδικοί από τους G, I, J, R, X, Y αγνοούνται. Η κατεργασία πρέπει να ξεκινάει από μια οπή που έχει γίνει σε προηγούμενη κατεργασία και μάλιστα στο τελικό βάθος της εσοχής, έτσι ώστε να βοηθάει το κονδύλι κατά την είσοδο του στο κομμάτι. Αυτό το σημείο πρέπει να ορίζεται στην εντολή G150 σαν σημείο εισόδου με X και Y. Η πρώτη κίνηση μέσα στο υποπρόγραμμα πρέπει να είναι από το σημείο No.0. Εάν προσδιοριστεί K για το φινίρισμα, αυτό θα γίνει στην εξωτερική περιφέρεια και μάλιστα όταν φτάσει η κατεργασία στο τελικό βάθος. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.38 και στο σχήμα 3.39.

G150	Σύνταξη :	G150	G41/G42	X...	Y...	Z...	D...	I...	J...	
				K...	F...	L...	P...	Q...	R...	S...
	Παράδειγμα :	G150	G41/G42	X10	Y20	Z-25	D07	I2	J4	
				K2	F300	L2	P4600	Q4	R8	S1000

D = Επιλογή αντιστάθμισης ακτίνας εργαλείου
F = Πρόωση κοπής
I = Μετατόπιση κατά X άξονα
J = Μετατόπιση κατά Y άξονα
K = Φινίρισμα
L = Προαιρετικός αριθμός επαναλήψεων
P = Αριθμός υποπρογράμματος που ορίζει τη μορφή της εσοχής
Q = Βάθος κοπής (πάσο), θετικές τιμές μόνο (>0)
R = Επίπεδο ασφάλειας
S = Αριθμός στροφών, προαιρετικό
X = Σημείο εισόδου εργαλείου
Y = Σημείο εισόδου εργαλείου
Z = Τελικό βάθος μορφής



Σχήμα 3.38 : Εντολή γενικού κύκλου κατεργασίας εσοχής G150



Σχήμα 3.39 : Εντολή γενικού κύκλου κατεργασίας εσοχής G150

3.4 Άλλες εντολές

3.4.1 Χρονική καθυστέρηση (G04)



Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να προκαλέσει καθυστέρηση σε κάποια εντολή προγράμματος.

P = καθυστέρηση σε δευτερόλεπτα

Άξιο παρατήρησης είναι το γεγονός ότι αν δεν τοποθετηθεί τελεία στο P τότε η μηχανή λαμβάνει κλάσματα του δευτερολέπτου.

G04	Σύνταξη :	G04 P...
	Παράδειγμα :	G04 P0.5

G04	Σύνταξη :	G04 P...
	Παράδειγμα :	G04 P500

3.4.2 Ακριβές σταμάτημα (G09)



Ο κωδικός χρησιμοποιείται για την ύπαρξη ακριβής στάσης. Δεν επιδρά στις ακόλουθες εντολές. Οι γρήγορες και παρεμβαλλόμενες κινήσεις θα επιβραδυνθούν μέχρι το σημείο στάσης μέχρι να τεθεί σε λειτουργία. Στο ακριβές σταμάτημα οι κινήσεις γίνονται με μεγαλύτερη διάρκεια. Αυτό μπορεί να προκαλέσει βαθύτερη κοπή στο σημείο όπου θα σταματήσει το κοπτικό εργαλείο.

3.4.3 Γρήγορη επιστροφή στο σημείο μηδέν (G28)



Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να επιστρέψουν όλοι οι άξονες ή όποιος επιλεγεί στα μηδέν της μηχανής.

3.4.4 Επιστροφή στο σημείο αναφοράς (G29)



Χρησιμοποιείται για να μετακινεί τον άξονα στην επιθυμητή θέση X, Y, Z ή A.

3.4.5 Feed until skip (G31)



Αυτή η εντολή είναι κατ' επιλογήν και χρειάζεται αισθητήρα. Είναι μια μη τροποποιημένη λειτουργία που προκαλεί την γραμμική μετακίνηση σε μια συγκεκριμένη X, Y, Z και/ή A θέση. Πρέπει να έχει ήδη καθοριστεί η πρόωση ή να καθοριστεί στην ίδια πρόταση. Σε περίπτωση που ενεργοποιηθεί το "Skip signal" διακόπτεται οποιαδήποτε εντολή που εκτελεί η μηχανή.

F = Πρόωση σε ίντσες (ή χιλιοστά) ανά λεπτό
X = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα X
Y = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα Y
Z = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα Z
A = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα A
B = Κατ' επιλογήν εντολή κίνησης του άξονα B

3.4.6 Ακύρωση κλίμακας (G50)



Η εντολή G50 ακυρώνει την κλίμακα σε όλους τους άξονες. Όποιος άξονας που είναι υπό κλίμακα από προηγουμένως με την εντολή G51 δεν θα είναι πλέον υπό επίδραση.

3.4.7 Κλίμακα (G51)



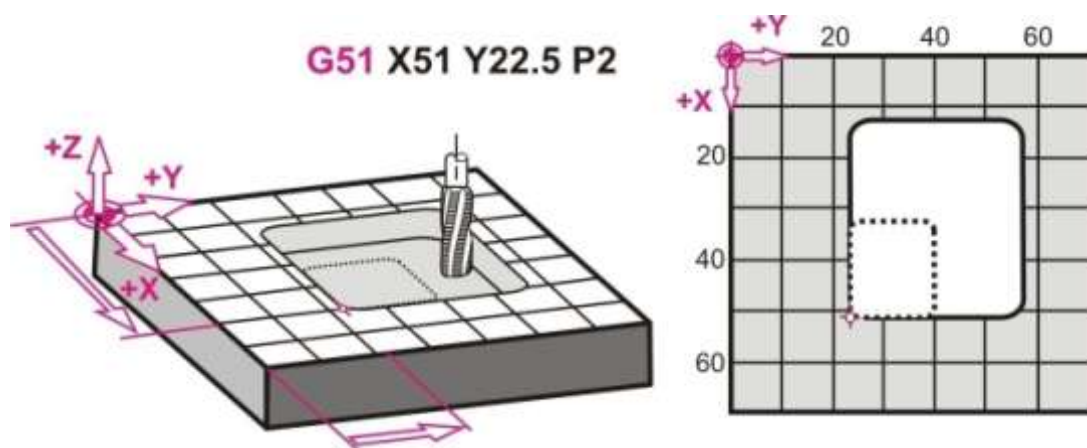
Η G51 εντολή είναι τροποποιήσιμη και τροποποιεί ανάλογα τιμές θέσης μέσα στις προτάσεις που ακολουθούν την G51. Δεν αλλάζει ούτε τροποποιεί τιμές σε μια πρόταση από την οποία καλείται. Η κλίμακα για τους άξονες X, Y και Z τίθεται όταν χρησιμοποιείται η εντολή P.

Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.40 και στο σχήμα 3.41.

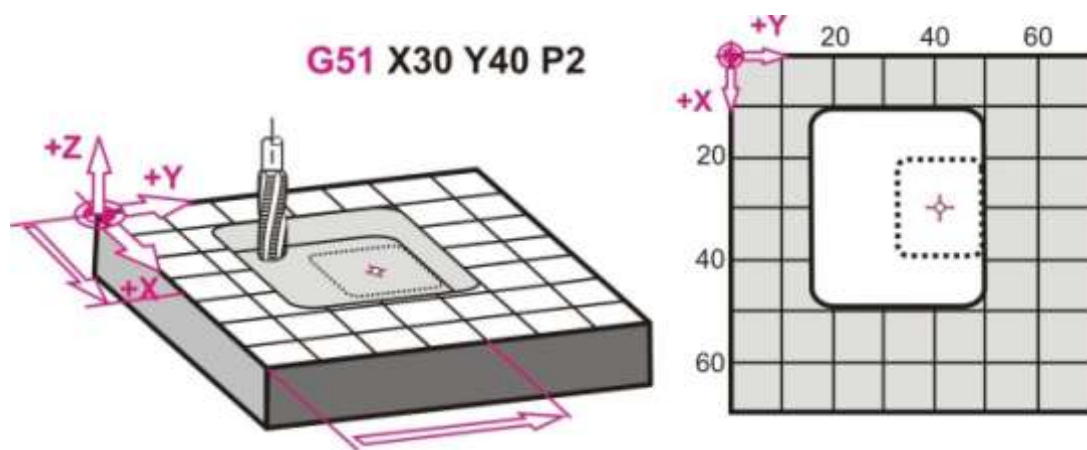
G51	Σύνταξη :	G51	X...	Y...	Z...	P...
	Παράδειγμα :	G51	X10	Y20	Z0	P2

Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί Περιστροφή και Κλίμακα.

X = Κατ' επιλογήν κέντρο της κλίμακας για τον άξονα X
Y = Κατ' επιλογήν κέντρο της κλίμακας για τον άξονα Y
Z = Κατ' επιλογήν κέντρο της κλίμακας για τον άξονα Z
P = Κατ' επιλογήν συντελεστής κλίμακας για όλους τους άξονες



Σχήμα 3.40 : Εντολή εφαρμογής κλίμακας G51



Σχήμα 3.41 : Εντολή εφαρμογής κλίμακας G51

3.4.8 Προσανατολισμένη τοποθέτηση (G60)



Χρησιμοποιείται για να παρέχει πάντα τοποθέτηση από την θετική κατεύθυνση. Είναι μη τροποποιήσιμη οπότε δεν επιδρά στις προτάσεις που ακολουθούν.

3.4.9 Σταμάτημα με ακρίβεια (G61)



Είναι τροποποιήσιμο οπότε επηρεάζει τις προτάσεις που ακολουθούν. Όταν δρα σταμάτημα με ακρίβεια, τότε οι κινήσεις θα παίρνουν περισσότερο χρόνο και δεν θα προκύψει συνέχιση της κατεργασίας κοπής, κι αυτό μπορεί να δημιουργήσει βαθύτερες κατεργασίες κοπής εκεί που θα σταματά το κοπτικό εργαλείο.

3.4.10 Επιλογή κανονικής μεθόδου κοπής (G64)



Η εντολή αυτή ακυρώνει την G61.

3.4.11 Μακροεντολή - κλήσης υπορουτίνας (G65)



Με αυτή την εντολή μπορούμε να καλέσουμε μια υπορουτίνα για να εκτελεστεί εντός του ήδη υπάρχοντος προγράμματός μας.

G65	Σύνταξη :	G65 P... L...
	Παράδειγμα :	G65 P01012 L2

P = Αριθμός προγράμματος

L = Αριθμός επαναλήψεων

3.4.12 Περιστροφή (G68)



Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί Περιστροφή και Κλίμακα.

Η εντολή G68 είναι τροποποιήσιμη και τροποποιεί τις κατάλληλες τιμές θέσης σε προτάσεις που είναι μετά την εντολή αυτή. Τιμές που βρίσκονται στην σειρά εντολών που περιέχει και την G68 δεν περιστρέφονται. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.42 και στο σχήμα 3.43.

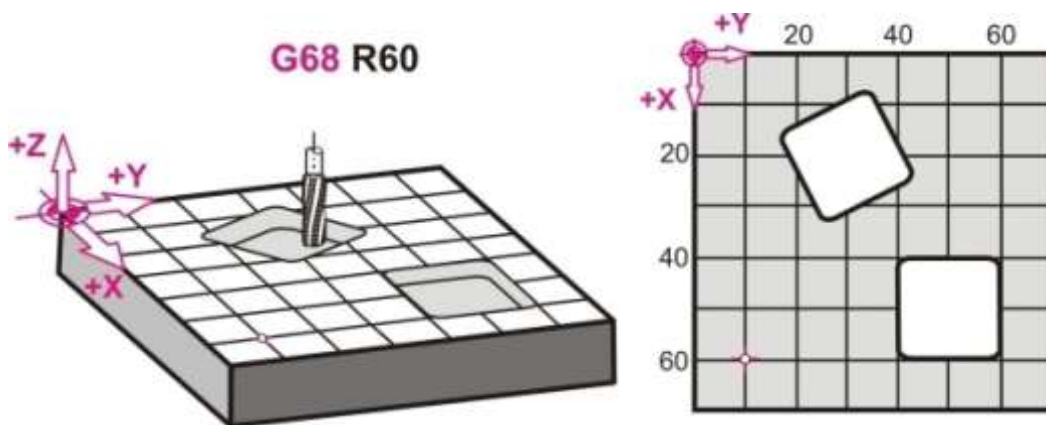
G68	Σύνταξη :	[G17 G18 G19] G68 A... B... R...
	Παράδειγμα :	G17 G68 A5 B2 R15

G17, G18, G19 = το επιλεγμένο επίπεδο περιστροφής, default είναι τρέχον

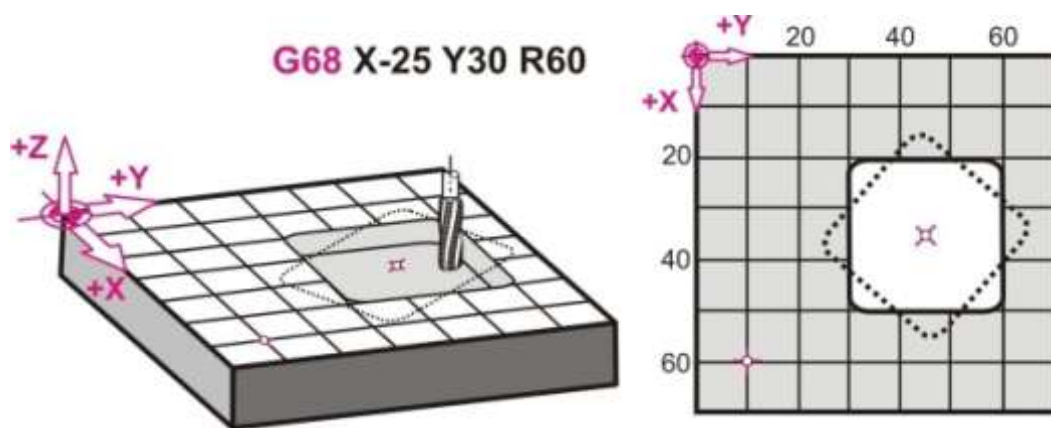
A = Το επιλεγμένο κέντρο περιστροφής για τον πρώτο άξονα του επιλεγμένου επιπέδου

B = Το επιλεγμένο κέντρο περιστροφής για τον δεύτερο άξονα του επιλεγμένου επιπέδου

R = Η επιλεγμένη γωνία περιστροφής σε μοίρες. Τριψήφιο δεκαδικό από -360.000 έως 360.000.



Σχήμα 3.42 : Εντολή εφαρμογής περιστροφής G68



Σχήμα 3.43 : Εντολή εφαρμογής περιστροφής G68

3.4.13 Ακύρωση εντολής περιστροφής (G69)

H **F** **S** **N**

Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί Περιστροφή και Κλίμακα. ΗG69 εντολή ακυρώνει κάθε περιστροφή που γίνεται με την G68.

3.4.14 Μέθοδος πρόωσης αντίστροφου χρόνου (G93)

H **F** **S** **N**

Τονίζει ότι όλες οι τιμές της πρόωσης F πρόκειται να μεταφραστούν ως φάσεις λειτουργίας ανά λεπτό. Αυτό ισοδυναμεί με το να πει κανείς ότι η τιμή της εντολής F, όταν DIVIDED INTO 60, είναι ο αριθμός των δευτερολέπτων που θα χρειαστεί για να ολοκληρωθεί η κίνηση. Γενικώς χρησιμοποιείται σε 5 αξόνων εργασία και μερικές φορές σε τεσσάρων αξόνων. Είναι ένας τρόπος μετάφρασης της γραμμικής (ίντσες/ λεπτό) πρόωσης που επιλέγεται για το πρόγραμμα σε μια τιμή που λαμβάνει υπόψη της τη περιστροφική κίνηση.

3.4.15 Μέθοδος πρόωσης ανά λεπτό (G94)

H **F** **S** **N**

Απενεργοποιεί την G93 και επιστρέφει τον έλεγχο στην κατάσταση λειτουργίας Feed Per Minute (πρόωση ανά λεπτό), πατώντας το RESET.

3.4.16 Ακύρωση ειδώλου καθρέπτη (G100)

H **F** **S** **N**

Η εντολή αυτή ακυρώνει την G101.

3.4.17 Ειδώλου καθρέπτη (G101)

H **F** **S** **N**

Απαιτείται τουλάχιστον μια από τις εντολές του άξονα. Τα Settings 45 έως 48, χρησιμοποιούνται για να επιλέξουν το είδωλο καθρέπτη. Επίσης το προγραμματίσιμο είδωλο καθρέπτη μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί ξεχωριστά για κάθε ένα από τους τέσσερις άξονες.

Οι εντολές G100 και G101 δεν είναι τροποποιήσιμες, αλλά το είδωλο καθρέπτη για κάθε άξονα είναι τροποποιήσιμο. Στο κάτω μέρος της οθόνης, θα αναφέρεται όταν γίνεται είδωλο καθρέπτη ενός άξονα. Οι εντολές αυτές πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα σε μια

πρόταση εντολών χωρίς καμία άλλη εντολή G και συνάμα δεν προκαλούν καμία κίνηση άξονα. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.44.

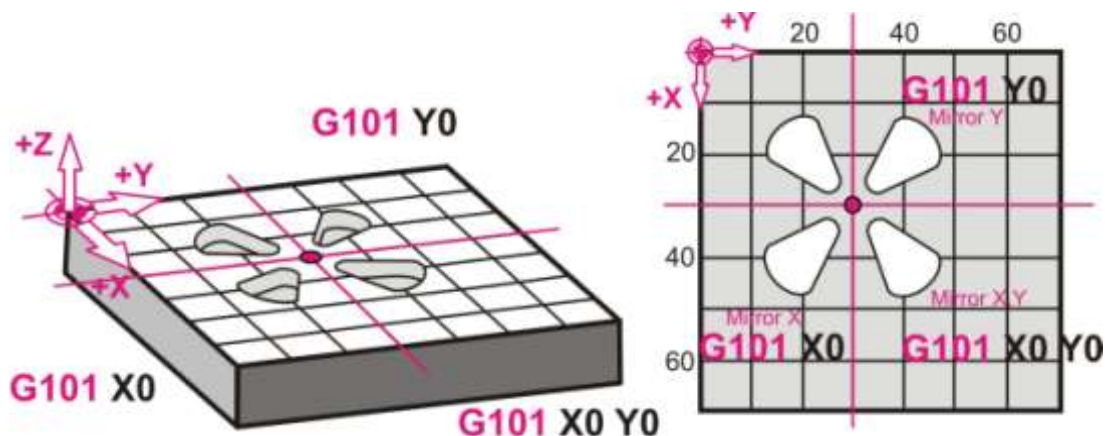
G101	Σύνταξη :	G101 X... Y... Z... A...
	Παράδειγμα :	G101 X7 Y9 Z-4 A3

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Προαιρετική κίνηση κατά Z

A = Προαιρετική κίνηση κατά A



Σχήμα 3.44 : Εντολή ειδώλου καθρέφτη G101

3.4.18 Προγραμματίσιμη έξοδος προς RS232 (G102)



Προγραμματίσιμη έξοδος προς RS232 επιτρέπει οι τρέχουσες συντεταγμένες των τεσσάρων αξόνων να είναι στην έξοδο, αν η εντολή είναι μη τροποποιήσιμη και χρησιμοποιείται μέσα σε μια πρόταση εντολών χωρίς καμία άλλη εντολή G και δεν προκαλεί καμία κίνηση άξονα.

3.4.19 Έλεγχος επόμενης σειράς εντολών (G103)



Το Block “look ahead” είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τι κάνει ο έλεγχος «από πίσω» κατά την κίνηση της μηχανής. Δηλαδή, ο έλεγχος εκμεταλλεύεται τα μερικά δευτερόλεπτα προετοιμασίας της πρότασης κίνησης, που χρειάζεται για να εκτελεστεί και προετοιμάζει τις επόμενες προτάσεις του προγράμματος. Το block “look – ahead” είναι επίσης σημαντικό για να παίρνει τις απαραίτητες πληροφορίες για να προβλέπει τις κατεργασμένες θέσεις για κατεργασία κοπής.

P = 0 – 15 Μέγιστος αριθμός προτάσεων ελέγχου.

G103	Σύνταξη :	G103 P...
	Παράδειγμα :	G103 P10

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Προαιρετική κίνηση κατά Z

A = Προαιρετική κίνηση κατά A

3.4.20 Κυλινδρικός μετασχηματισμός (G107)

H**F****S****N**

Μεταφράζει όλες τις προγραμματισμένες κινήσεις που προκύπτουν σε συγκεκριμένο γραμμικό άξονα στην αντίστοιχη κίνηση κατά μήκος της επιφάνειας του κυλίνδρου. Είναι μια εντολή της ομάδας 0, μα η προκαθορισμένη κατεργασία είναι θέμα στο Setting 56. Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για είτε ενεργοποιημένο, είτε απενεργοποιημένο κυλινδρικό μετασχηματισμό.

Οποιοδήποτε γραμμικό άξονα, έναν κάθε φορά, του προγράμματος μπορεί να μετασχηματιστεί κυλινδρικά σε οποιοδήποτε σε οποιοδήποτε περιστροφικό άξονα. Ένας ήδη υπάρχον γραμμικός άξονας προγράμματος μπορεί να μετασχηματιστεί κυλινδρικά χωρίς καμία τροποποίηση, απλά εισάγοντας μια G107 εντολή στην αρχή του προγράμματος. Η ακτίνα της κυλινδρικής επιφάνειας μπορεί να επανακαθοριστεί και μπορεί είτε να συγχρονιστεί, είτε να είναι ανεξάρτητη από την διάμετρο του περιστροφικού άξονα.

Επίσης η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να θέτει τη προκαθορισμένη διάμετρο της κυλινδρικής επιφάνειας, ανεξάρτητα από οποιοδήποτε κυλινδρικό μετασχηματισμό που μπορεί να είναι ενεργός. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.45.

G107	Σύνταξη :	G107 X... Y... Z... A... Q... R...
	Παράδειγμα :	G107 X7 Y9 Z-4 A3 Q40 R10

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Προαιρετική κίνηση κατά Z

A = Προαιρετική κίνηση κατά A

Q = Προαιρετική διάμετρος της κυλινδρικής επιφάνειας

R = Προαιρετική ακτίνα του περιστρεφόμενου άξονα



Σχήμα 3.45 : Εντολή κυλινδρικού μετασχηματισμού G107

3.4.21 Επιλογή συστήματος συντεταγμένων για μηδέν κομματιού (G110-G129)

H**F****S****N**

Επιλέγει ένα από τα 20 επιπρόσθετα συστήματα συντεταγμένων που είναι αποθηκευμένα στην μνήμη Offsets.

3.4.22 Τρισδιάστατη κατεργασία κοπής (G141)



Η εντολή αυτή δεν είναι κατεργασία μόνο για πέντε αξόνων. Οποιοδήποτε σύστημα CAD μπορεί να βγάλει στην έξοδο τις τιμές I, J, K, για να μετακινήσουν το κοπτικό εργαλείο με την τιμή που είναι στην μνήμη Offsets του ελέγχου, ακόμη κι αν οι κινήσεις είναι μόνο στους δυο ή στους τρεις άξονες.

Στον έλεγχο της Haas, μόνο οι εντολές G00 και G01 μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εντολή G141. Οι τιμές I, J, K, δίνουν την κατεύθυνση στην οποία θα εφαρμοστεί η κατεργασία κοπής. Όταν η εντολή είναι ενεργή, η διάμετρος του κοπτικού εργαλείου θα έχει ένα διάνυσμα που θα προστεθεί στην εντολή κίνησης των αξόνων X, Y, ή Z, βασισμένο στην κατεύθυνση που διαμορφώνεται από τα I, J και K.

G141	Σύνταξη :	G141	X...	Y...	Z...	D...	I...	J...	K...
	Παράδειγμα :	G141	X7	Y9	Z-4	D03	I3	J5	K2

3.4.23 Πέντε αξόνων κατεργασία μήκους κοπτικού εργαλείου (G143)



Είναι μια κατ' επιλογήν εντολή που χρησιμοποιείται σε bridge mill και VR-11. Επιτρέπει στον χειριστή να διορθώνει αποκλίσεις στο μήκος του κοπτικού εργαλείου χωρίς την ανάγκη να επανέρχεται σε CAD/CAM. Εφαρμόζεται μόνο σε μηχανές όπου όλες οι περιστροφικές κινήσεις είναι κίνηση του κοπτικού εργαλείου.

3.4.24 Επιλογή συστήματος συντεταγμένων P1 – 99 (G154)



Παρέχει 99 επιπρόσθετες αντισταθμίσεις, που ενεργοποιούνται αφού πρώτα τεθεί η τιμή P που είναι από 1 έως 99.

3.4.25 Μη κάθετο αριστερόστροφο Rigid Tap (G174)



Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για να εκτελεί rigid tapping για μη κάθετες οπές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αριστερή γωνία κεφαλής για να εκτελεί rigid tapping στον άξονα X, ή Y, με τριαξονική φραιζα, ή για να εκτελεί rigid tapping κατά μήκος ενός διανύσματος με μια πέντε αξόνων φραιζα.

F = Πρόωση σε mm/min
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
Z = Προαιρετική κίνηση κατά Z

3.4.26 Μη κάθετο δεξιόστροφο Rigid Tap (G184)



Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για να εκτελεί rigid tapping για μη κάθετες οπές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί δεξιά γωνία κεφαλής για να εκτελεί rigid tapping στον άξονα X, ή Y, με τριαξονική φραιζα, ή για να εκτελεί rigid tapping κατά μήκος ενός διανύσματος με μια πέντε αξόνων φραιζα.

F = Πρόωση σε mm/min

X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
Z = Προαιρετική κίνηση κατά Z

3.4.27 Έλεγχος ακρίβειας (G187)



Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να επιλέγει την ακρίβεια με την οποία θα κατεργάζονται οι γωνίες. Η δομή που χρησιμοποιείται είναι G187 Eηηηη, όπου ηηηη είναι η επιθυμητή ακρίβεια. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.46.



Σχήμα 3.46 : Εντολή κύκλου ελέγχου ακρίβειας G187

3.5 Πέντε αξόνων κύκλοι κατεργασίας

3.5.1 Πέντε αξόνων υψηλής ταχύτητας κύκλος τρυπήματος με επαναφορά (G153)

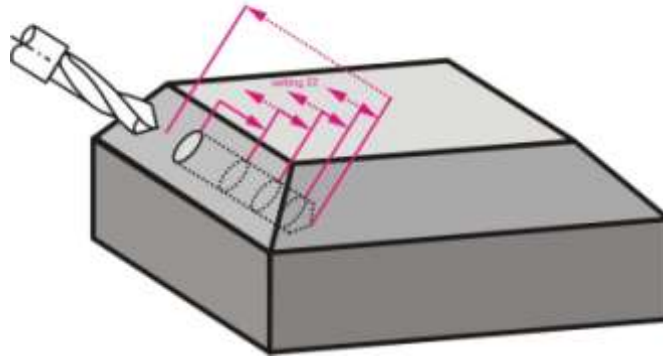


Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Αυτός είναι ένας κύκλος τρυπήματος με επαναφορά όπου η απόσταση επαναφοράς θέτεται από το Setting 22.

Πρέπει να προγραμματιστεί μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση, πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας και αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η αρχική θέση. Αν όμως συγκεκριμενοποιηθούν τα I, J και K, τότε αλλάζει η κατάσταση λειτουργίας που επιλέγεται. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.47 και στο σχήμα 3.48.

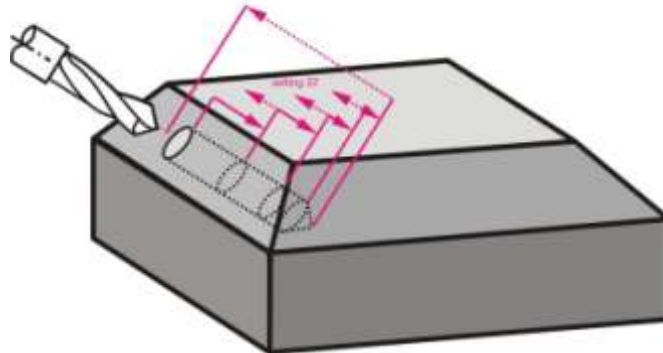
E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής
F = Πρόωση κοπής
I = Προαιρετικό μέγεθος πρώτου πάσου
J = Προαιρετικό μέγεθος ελάττωσης του κάθε πάσου
K = Προαιρετικό ελάχιστο πάσο
L = Αριθμός επαναλήψεων
P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα
Q = Πάσο πριν από κάθε επαναφορά
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
Z = Τελικό βάθος μορφής

G153 E35 Z-25 I10 J2.5 R5 P2



Σχήμα 3.47 : Εντολή κύκλου τρυπήματος πέντε αξόνων G153

G153 E35 Z-25 L3 Q10 R5



Σχήμα 3.48 : Εντολή κύκλου τρυπήματος πέντε αξόνων G153

3.5.2 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας ανάστροφου σπειρώματος με κολαούζο (G155)



Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Οι I, J, K και Q είναι πάντα θετικοί αριθμοί. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.49.

- E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής
- F = Πρόωση κοπής
- L = Αριθμός επαναλήψεων
- X = Προαιρετική κίνηση κατά X
- Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
- Z = Τελικό βάθος μορφής



Σχήμα 3.49 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για σπείρωμα με κολαούζο πέντε αξόνων G153

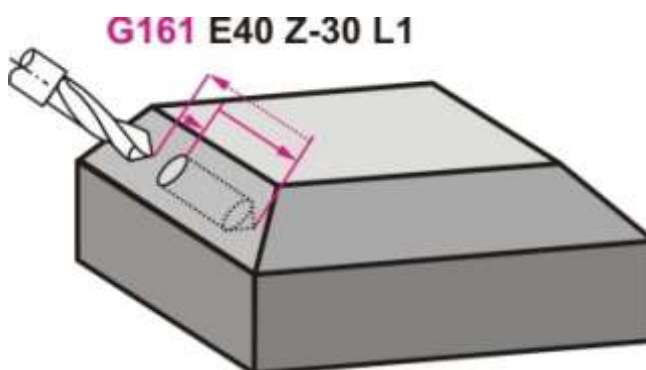
3.5.3 Α Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για τρύπημα (G161)



Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.50.

G161	Σύνταξη :	G161 X... Y... Z... L... E... F...
	Παράδειγμα :	G161 X1 Y3 Z-15 L2 E50 F25

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής
 F = Πρόωση σε mm/min
 L = Αριθμός επαναλήψεων
 X = Προαιρετική κίνηση κατά X
 Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
 Z = Τελικό βάθος οπής



Σχήμα 3.50 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για τρύπημα πέντε αξόνων G161

3.5.4 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για σημειακό τρύπημα (G162)



Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να

προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.51.

G162	Σύνταξη :	G162	X...	Y...	Z...	L...	P...	E...	F...
	Παράδειγμα :	G162	X2	Y5	Z-15	L3	P2	E28	F15

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής

F = Πρόωση σε mm/min

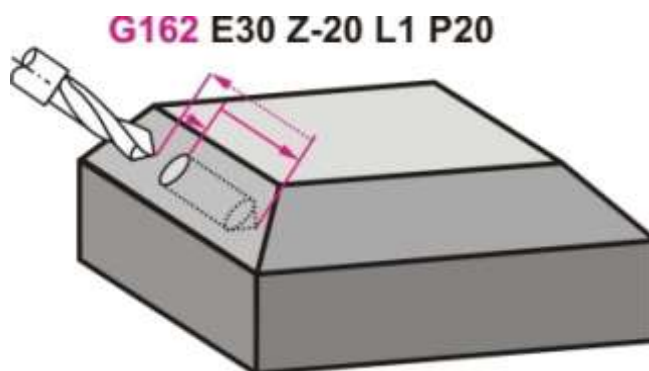
L = Αριθμός επαναλήψεων

P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Τελικό βάθος οπής



Σχήμα 3.51 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για σημειακό τρύπημα πέντε αξόνων G162

3.5.5 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για τρύπημα με επαναφορά (G163)



Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας.

Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Αν συγκεκριμενοποιηθούν τα I, J, K και Q, τότε θα επιλεγεί διαφορετική κατάσταση λειτουργίας. Το πρώτο πέρασμα θα κόψει με την ποσότητα I, κάθε επιτυχημένη κοπή θα είναι με την ποσότητα J και το μικρότερο βάθος κοπής θα είναι K. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.52 και στο σχήμα 3.53.

G163	Σύνταξη :	G163	X...	Y...	Z...	I...	J...	K...	F...
			L...	P...	Q...	E...			
	Παράδειγμα :	G163	X2	Y2	Z-49	I10	J1	K4	F150
			L7	P5	Q0	E53			

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής

F = Πρόωση σε mm/min

I = Προαιρετικό μέγεθος πρώτου πάσου

J = Προαιρετικό μέγεθος ελάττωσης του κάθε πάσου

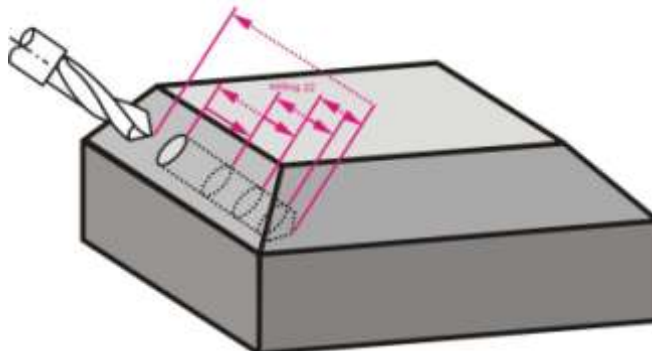
K = Προαιρετικό ελάχιστο πάσο

L = Αριθμός επαναλήψεων

P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

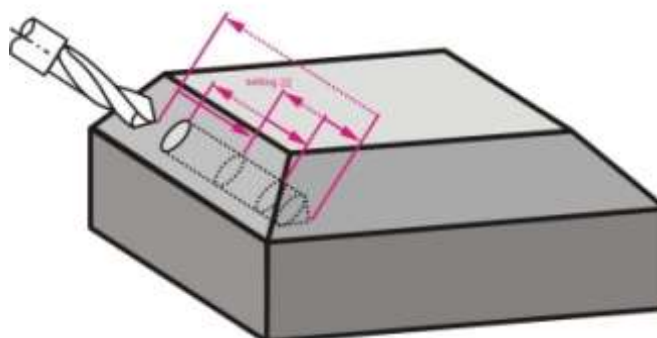
Q = Πάσο πριν από κάθε επαναφορά
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
Z = Τελικό βάθος οπής

G163 Z-25 I-10 J2.5 L4 E30



Σχήμα 3.52 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για τρύπημα με επαναφορά πέντε αξόνων G163

G163 Z-30 L3 Q10 E35



Σχήμα 3.53 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για τρύπημα με επαναφορά πέντε αξόνων G163

3.5.6 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για σπείρωμα, Tapping (G164)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Η κατεργασία αυτού του κύκλου είναι διαφορετική αν επιλεγεί rigid tapping. Όταν χρησιμοποιείται rigid tapping ο λόγος μεταξύ της πρόωσης και της ατράκτου πρέπει να είναι με ακρίβεια το απειροελάχιστο βήμα που κόβεται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.54.

G164	Σύνταξη :	G164 X... Y... Z... J... L... E... F...
	Παράδειγμα :	G164 X2 Y2 Z-49 J1 L7 E53 F50

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής
F = Πρόωση σε mm/min
J = Πολλαπλή απόσυρση
L = Αριθμός επαναλήψεων

X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
Z = Τελικό βάθος οπής



Σχήμα 3.54 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για σπείρωμα με κολαούζο πέντε αξόνων G164

3.5.7 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, βαθεία διάτρηση Boring (G165)



Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.55.

G165	Σύνταξη :	G165 X... Y... Z... J... L... E... F...
	Παράδειγμα :	G165 X2 Y2 Z-49 J1 L7 E53 F50

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής
F = Πρόωση σε mm/min
L = Αριθμός επαναλήψεων
X = Προαιρετική κίνηση κατά X
Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y
Z = Τελικό βάθος οπής



Σχήμα 3.55 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, βαθεία διάτρηση Boring πέντε αξόνων G165

3.5.8 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για Bore και σταμάτημα (G166)

H

F

S

N

Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.56.

G166	Σύνταξη :	G166 X... Y... Z... L... E... F...
	Παράδειγμα :	G166 X2 Y2 Z-49 L7 E53 F50

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής

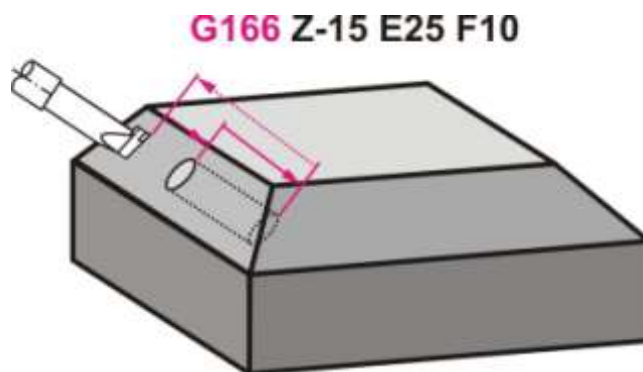
F = Πρόωση σε mm/min

L = Αριθμός επαναλήψεων

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Τελικό βάθος οπής



Σχήμα 3.56 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για Bore και σταμάτημα πέντε αξόνων G166

3.5.9 Πέντε αξόνων κύκλος κατεργασίας για Bore και αναμονή (G169)

H

F

S

N

Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.57.

G169	Σύνταξη :	G169 X... Y... Z... P... L... E... F...
	Παράδειγμα :	G169 X2 Y2 Z-49 P3 L7 E53 F50

E = Απόσταση από το αρχικό σημείο μέχρι το βάθος της οπής

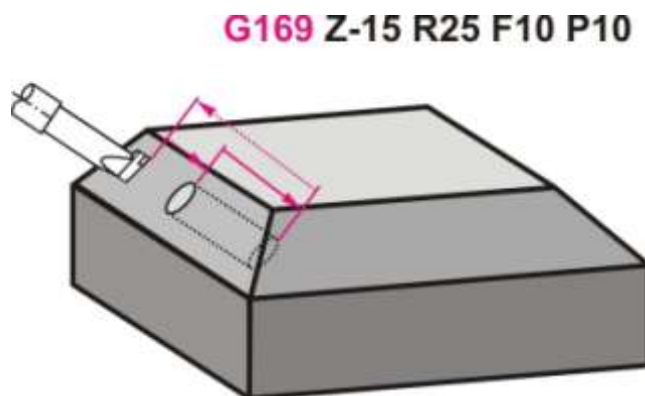
F = Πρόωση σε mm/min

L = Αριθμός επαναλήψεων

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Τελικό βάθος οπής



Σχήμα 3.57 : Εντολή κύκλου κατεργασίας για Bore και αναμονή πέντε αξόνων G169

3.6 Εντολές βοηθητικών λειτουργιών

3.6.1 Σταμάτημα προγράμματος (M00)

H F S N

Η χρήση αυτού του κωδικού προκαλεί σταμάτημα του προγράμματος. Επίσης σταματάει την άτρακτο και το σαπουνέλαιο. Αν πατηθεί το CYCLE START τότε το πρόγραμμα θα ξεκινήσει από την αμέσως επόμενη εντολή.

3.6.2 Προαιρετικό σταμάτημα προγράμματος (M01)

H F S N

Ο κωδικός αυτός μοιάζει αρκετά με τον M00 με την διαφορά ότι για να σταματήσει το πρόγραμμα με τον M01 θα πρέπει πρώτα να έχει πατηθεί το πλήκτρο που γράφει OPTIONAL STOP (προαιρετικό σταμάτημα). Και ο M01 σταματάει την άτρακτο και το σαπουνέλαιο.

3.6.3 Τέλος προγράμματος χωρίς επανεκκίνηση (M02)

H F S N

Ο κωδικός αυτός δίνει στη μηχανή να καταλάβει πότε ένα πρόγραμμα έχει τελειώσει. Τοποθετείται στο τέλος του προγράμματος αλλά προτιμότερο είναι το τέλος ενός προγράμματος να δίνεται με τον κωδικό M30.

3.6.4 Ξεκίνημα στροφών δεξιόστροφα (M03)

H F S N

Ο κωδικός αυτός ξεκινάει την άτρακτο δεξιόστροφα αλλά δίνεται πάντα με κάποιες στροφές μαζί, δηλ. S500 M03 (500 στροφές δεξιόστροφα).

3.6.5 Ξεκίνημα στροφών αριστερόστροφα (M04)

H F S N

Ο κωδικός αυτός ξεκινάει την άτρακτο δεξιόστροφα αλλά δίνεται πάντα με κάποιες στροφές μαζί, δηλ. S500 M04 (500 στροφές αριστερόστροφα).

3.6.6 Σταμάτημα στροφών (M05)



Η εντολή αυτή σταματάει τις στροφές.

3.6.7 Εντολή αλλαγής εργαλείου (M06)



Η εντολή αυτή συνοδεύόμενη και από έναν αριθμό εργαλείο (π.χ. T1 M06) θα φέρει στην άτρακτο το εργαλείο αυτό.

Κατά την διάρκεια μιας αλλαγής συμβαίνουν τα εξής:

1. Σταματούν οι στροφές
2. Η άτρακτος σηκώνεται στο ύψος του μύλου (0 Z άξονας) αφήνει το εργαλείο που έχει και παίρνει το εργαλείο που καλείται.

3.6.8 Εκκίνηση σαπουνελαίου (M08)



Ο κωδικός αυτός ενεργοποιεί το σαπουνέλαιο. Σωστό είναι να δίνεται στο τέλος μιας εντολής, δηλ. G00 X45. Y0. Z1. M08

Η συνθήκη ελέγχου της στάθμης του σαπουνελαίου που υπάρχει στο ρεζερβουάρ εξετάζεται στην αρχή του προγράμματος, οπότε κατά την διάρκεια εκτέλεσης του, αν τελειώσει, η μηχανή δεν θα σταματήσει βγάζοντας κάποιο ALARM.

3.6.9 Σταμάτημα σαπουνελαίου (M09)



Ο κωδικός αυτός σταματάει το σαπουνέλαιο.

3.6.10 Ενεργοποίηση φρένου του τέταρτου άξονα (M10)



Χρησιμοποιείται για να εφαρμόζει το φρενάρισμα του τέταρτου άξονα, το οποίο κανονικά είναι ενεργοποιημένο οπότε απλώς απαιτείται η εντολή M10 όταν έχει χρησιμοποιηθεί η M11 για να ελευθερώσει το φρένο.

3.6.11 Απελευθέρωση φρένου του τέταρτου άξονα (M11)



Η M11 θα ελευθερώσει εκ των προτέρων το φρένο του τέταρτου άξονα, κι αυτό είναι χρήσιμο στην αποτροπή της καθυστέρησης που ειδάλλως θα προέκυπτε όταν χρησιμοποιηθεί ο τέταρτος άξονας με φρένο και διαταχθεί για κίνηση.

3.6.12 Ενεργοποίηση φρένου του πέμπτου άξονα (M12)



Χρησιμοποιείται για να εφαρμόζει το φρενάρισμα του τέταρτου άξονα, το οποίο κανονικά είναι ενεργοποιημένο οπότε απλώς απαιτείται η εντολή M10 όταν έχει χρησιμοποιηθεί η M13 για να ελευθερώσει το φρένο.

3.6.13 Απελευθέρωση φρένου του πέμπτου άξονα (M13)



Η M13 θα ελευθερώσει εκ των προτέρων το φρένο του τέταρτου άξονα, κι αυτό είναι χρήσιμο στην αποτροπή της καθυστέρησης που ειδάλλως θα προέκυπτε όταν χρησιμοποιηθεί ο τέταρτος άξονας με φρένο και διαταχθεί για κίνηση.

3.6.14 Αλλαγή κοπτικού εργαλείου (M16)



Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να ξεκινήσει την αλλαγή του κοπτικού εργαλείου και λειτουργεί ακριβώς το ίδιο με την M06.

3.6.15 Απελευθέρωση της παλέτας και άνοιγμα της πόρτας (M17)



Χρησιμοποιείται μόνο για συντήρηση.

3.6.16 Κλείδωμα της παλέτας και κλείσιμο της πόρτας (M18)



Χρησιμοποιείται μόνο για συντήρηση.

3.6.17 Προσανατολισμός της ατράκτου (M19)



Ο κωδικός αυτός προσανατολίζει την άτρακτο σε μια προκαθορισμένη θέση, και δεν την αφήνει να περιστραφεί. Αν μαζί με τον κωδικό M19 δώσουμε και τον κωδικό P μαζί με κάποιες μοίρες τότε προσανατολίζεται στις μοίρες αυτές, π.χ. M19 P270 η άτρακτος σταματάει στις 270 μοίρες.

Στη θέση του κωδικού P αν βάλουμε τον κωδικό R τότε μας δίνετε η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε και υποδιαίρεση της μοίρας, π.χ. M19 R270.4567 μέχρι 4 ψηφία.

3.6.18 Κατ' επιλογήν χρήση της λειτουργίας M με M-Fin (M21 - M28)



Η M21 έως τη M28 είναι κατ' επιλογήν για τον χειριστή και θα ενεργοποιηθεί μια από τις ασφάλειες, θα περιμένει ο χειριστής το σήμα M-Fin, θα ελευθερώσει την ασφάλεια και θα περιμένει το σήμα M-Fin να σταματήσει. Το RESET θα τερματίσει οποιαδήποτε λειτουργία που περιμένει σε αναμονή το M-Fin.

3.6.19 Τέλος προγράμματος (M30)



Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται στο τέλος ενός προγράμματος και με αυτόν δηλώνουμε στη μηχανή πως τέλειωσε το πρόγραμμα. Όταν η μηχανή διαβάσει την εντολή αυτή, σταματάει την περιστροφή της ατράκτου, σταματάει το σαπουνέλαιο, ακυρώνει τα μήκη των εργαλείων και τοποθετεί τον δρομέα οθόνης στην αρχή του προγράμματος κι έτσι το πρόγραμμα είναι έτοιμο να ξανατρέξει αν πατήσουμε το CYCLE START.

3.6.20 Εκκίνηση γρεζομεταφορέα εμπρός (M31)

H	F	S	N
---	---	---	---

Ο κωδικός αυτός προκαλεί την κίνηση του γρεζομεταφορέα έτσι ώστε να διώχνει τα γρέζια προς τα έξω. Αν η πόρτα είναι ανοιχτή τότε αυτό δεν θα συμβεί για λόγους ασφαλείας.

3.6.21 Εκκίνηση γρεζομεταφορέα αντίστροφα (M32)

H	F	S	N
---	---	---	---

Ισχύουν τα ίδια με τον M31.

3.6.22 Σταμάτημα γρεζομεταφορέα (M33)

H	F	S	N
---	---	---	---

Τέλος της κίνησης του γρεζομεταφορέα.

3.6.23 Μετακίνηση του σαπουνελαίου κατά μια θέση θετικά (M34)

H	F	S	N
---	---	---	---

3.6.24 Μετακίνηση του σαπουνελαίου κατά μια θέση αρνητικά (M35)

H	F	S	N
---	---	---	---

3.6.25 Ετοιμότητα παλέτας (M36)

H	F	S	N
---	---	---	---

3.6.26 Περιστροφή της παλέτας κοπτικών εργαλείων (M39)

H	F	S	N
---	---	---	---

Χρησιμοποιείται για την περιστροφή της παλέτας των κοπτικών εργαλείων χωρίς να κάνει αλλαγή κοπτικού εργαλείου. Ο αριθμός του επιθυμητού κοπτικού εργαλείου (Tn) πρέπει να προγραμματιστεί από προηγουμένως στην M39.

3.6.27 Υπέρβαση χαμηλής ταχύτητας (M41)

H	F	S	N
---	---	---	---

Χρησιμοποιείται για την υπέρβαση της ταχύτητας της ατράκτου που συνεπάγεται από την εντολή Snnh. Με τη M41 η ταχύτητα της ατράκτου θα είναι πάντα χαμηλή. Αν η ενταλμένη ταχύτητα είναι πάνω από το κάτω όριο της ταχύτητας, η ταχύτητα της ατράκτου θα είναι το κάτω όριο της ταχύτητας.

3.6.28 Υπέρβαση υψηλής ταχύτητας (M42)

H	F	S	N
---	---	---	---

Χρησιμοποιείται για την υπέρβαση της ταχύτητας της ατράκτου που συνεπάγεται από την εντολή Snnh. Με τη M42 η ταχύτητα της ατράκτου θα είναι πάντα υψηλή. Αυτό μπορεί να μειώσει την στροφορμή στο κοπτικό εργαλείο.

3.6.29 Εκτέλεση αλλαγής της παλέτας (M50)



Στέλνει σήμα στο καλούμενο πρόγραμμα και εκτελεί μια ακολουθία αλλαγής της παλέτας.

3.6.30 Θέτει τους προαιρετικούς M κωδικούς του χρήστη (M51 – M58)



Είναι προαιρετικές εντολές που θα ενεργοποιήσουν μια από τις ασφάλειες και την αφήνει ανοικτή. Αυτές είναι οι ίδιες ασφάλειες που χρησιμοποιήθηκαν για τις M21 – M28 εντολές. Με τις M61 – M68 εντολές απενεργοποιείται η πιο πάνω λειτουργία και με το RESET θα κλείσουν όλες οι ασφάλειες.

3.6.31 Θέτει την ασφάλεια εξόδου (M59)



Άμεσα ενεργοποιεί μια διακριτή ασφάλεια εξόδου και γίνεται ως εξής: M59 Pnn. Όπου nn είναι ο αριθμός της ασφάλειας που ενεργοποιείται.

3.6.32 Ακύρωση προαιρετικών M κωδικών του χρήστη (M61 – M68)



Θα απενεργοποιηθεί μια ασφάλεια.

3.6.33 Ακύρωση της ασφάλειας εξόδου (M69)



Απενεργοποιεί άμεσα μια διακριτή ασφάλεια εξόδου και συντάσσεται ως εξής: M69 Pnn, κι όπου nn συγκεκριμενοποιεί τον αριθμό της ασφάλειας που απενεργοποιείται.

3.6.34 Θέτει σημείο αναφοράς για την G35 ή για την G136 (M75)



Χρησιμοποιείται για να θέτει ως σημείο αναφοράς για τις εντολές G35 και G136 και χρησιμοποιείται μετά από μια κίνηση που τερματίζεται με την λειτουργία skip.

3.6.35 Μη ενεργοποιημένος έλεγχος display (M76)



Χρησιμοποιείται για να απενεργοποιεί την ενημέρωση των displays της οθόνης.

3.6.36 Ενεργοποιημένος έλεγχος display (M77)



Χρησιμοποιείται για να ενεργοποιεί την ενημέρωση των displays της οθόνης.

3.6.37 Alarm (προειδοποίηση κινδύνου) εάν βρεθεί skip signal (M78) H F S N

Χρησιμοποιείται για να βγάξει ένα alarm εάν μια προγραμματισμένη λειτουργία skip πράγματι πάρει ένα skip σήμα. Αυτό συνήθως χρησιμοποιείται όταν συνήθως δεν αναμένεται ένα σήμα skip και μπορεί να δείχνει κρούση αισθητήρα.

3.6.38 Alarm (προειδοποίηση κινδύνου) εάν δεν βρεθεί skip signal (M79) H F S N

Χρησιμοποιείται για να βγάξει ένα alarm εάν μια προγραμματισμένη λειτουργία skip πράγματι δεν πάρει ένα skip σήμα. Αυτό συνήθως χρησιμοποιείται όταν ένα σήμα skip και δηλώνει λάθος τοποθέτηση του αισθητήρα.

3.6.39 Αυτόματο άνοιγμα ή κλείσιμο της πόρτας (M80/81) H F S N

Οι εντολές αυτές ελέγχουν το άνοιγμα και το κλείσιμο της πόρτας αντίστοιχα.

3.6.40 Απελευθέρωση κοπτικού εργαλείου (M82) H F S N

Απελευθερώνει το κοπτικό εργαλείο από την άτρακτο, αλλά δεν συνηθίζεται γιατί γίνεται αυτόματα από την μηχανή. Και συνάμα υπάρχει διαθέσιμο το πλήκτρο TOOL RELEASE για τον χειριστή, κι έτσι δεν συνιστάται η εξής εντολή γιατί είναι επικίνδυνη και για το κοπτικό εργαλείο και για την μηχανή, αλλά και για τις ρυθμίσεις του χειριστή.

3.6.41 Ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του αυτόματου πιστολιού αέρα (M83/M84) H F S N

Η M83 θα ενεργοποιήσει τον αέρα, ενώ η M84 θα τον απενεργοποιήσει.

3.6.42 Κλείδωμα κοπτικού εργαλείου (M86) H F S N

Αρπάζει το κοπτικό εργαλείο μέσα στην άτρακτο, αλλά δεν χρειάζεται συνήθως αφού γίνεται αυτόματα και συνάμα υπάρχει πλήκτρο TOOL RELEASE για τον χειριστή.

3.6.43 Ενεργοποίηση του ψυκτικού μέσω της ατράκτου (M88) H F S N

Ενεργοποιεί την επιλογή μέσω της ατράκτου. Όταν κληθεί η εντολή αυτή θα σταματήσει η άτρακτος, μετά θα ανοίξει η αντλία του ψυκτικού μέσου και θα ξεκινήσει ξανά η άτρακτος.

3.6.44 Απενεργοποίηση του ψυκτικού μέσω της ατράκτου (M89) H F S N

Απενεργοποιεί την επιλογή ψυκτικού μέσω της ατράκτου. Όταν κληθεί η εντολή αυτή θα σταματήσει η άτρακτος και μετά θα σταματήσει η αντλία του ψυκτικού μέσου.

3.6.45 Έναρξη καταγραφής θέσης του άξονα/σταμάτημα καταγραφής της θέσης του άξονα (M93/M94)

H**F****S****N**

Επιτρέπει στον έλεγχο να καταγράψει την θέση του βοηθητικού άξονα όταν μια διακριτή είσοδος πάει ψηλά. Γράφεται ως εξής:

M39 Px Qx (όπου P είναι ο αριθμός του άξονα και το Q είναι ένας διακριτός αριθμός εισόδου από 0 έως 63) M94

3.6.46 Μέθοδος sleep (M95)

H**F****S****N**

Η κατάσταση λειτουργίας «ύπνου» μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν ο χρήστης επιθυμεί να αρχίσει να ζεσταίνεται η μηχανή από μόνη της το πρωί και μέχρι να φτάσει ο χειριστής εκεί να είναι έτοιμη.

M95 (hh:mm)

3.6.47 Υπερπήδηση εάν δεν υπάρχει είσοδος (M96)

H**F****S****N**

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να τεστάρει μια διακριτή είσοδο για μηδενική κατάσταση (Off). Η τιμή Q πρέπει να είναι μεταξύ του διαστήματος 0-31, ανταποκρινόμενη στις διακριτές εισόδους που βρέθηκαν στο Diagnostic display, με την πάνω αριστερά να είναι είσοδος 0 και η κάτω δεξιά να είναι είσοδος 31.

3.6.48 Κλήση τοπικού υποπρογράμματος (M97)

H**F****S****N**

Χρησιμοποιείται για να καλεί μια υπορουτίνα που αναφέρεται από έναν αριθμό γραμμής N που βρίσκεται μέσα στο ίδιο πρόγραμμα. Απαιτείται μια εντολή Pnnnnnnn και πρέπει να ταιριάζει με έναν αριθμό γραμμής μέσα στο ίδιο πρόγραμμα. Αυτό είναι χρήσιμο για απλές υπορουτίνες που είναι σε ένα πρόγραμμα και δεν χρειάζεται την πολυπλοκότητα ενός ξεχωριστού προγράμματος. Η υπορουτίνα πρέπει να κλείνει με μια M99 εντολή.

3.6.49 Κλήση υποπρογράμματος (M98)

H**F****S****N**

Λέγοντας υποπρόγραμμα ή ρουτίνα υποδηλώνει κάποια κατεργασία η οποία μπορεί να επαναληφθεί περισσότερες από μία φορές στο ίδιο πρόγραμμα ή σε κάποιο άλλο κομμάτι προς κατεργασία. Για να μειωθεί λοιπόν το γράψιμο κάποιων εντολών και συνεπώς και τις πιθανότητες λάθους, δημιουργεί ο προγραμματιστής ένα υποπρόγραμμα το οποίο μπορεί να το καλεί στο κυρίως πρόγραμμά του. Αυτό μπορεί να γίνει ως εξής:

- Δημιουργείται ένα νέο πρόγραμμα στην λίστα προγραμμάτων με κάποιο όνομα, π.χ. 00002.
- Ακολουθώς ο προγραμματιστής γράφει τις εντολές, δηλαδή την κατεργασία που θέλει να πραγματοποιήσει και στο τέλος καταλήγει με τον κωδικό M99 αντί για το M30 που θα έπρεπε να καταχωρήσει σε ένα κανονικό πρόγραμμα. Έτσι λοιπόν η μηχανή θα καταλαβαίνει πως πρόκειται για υποπρόγραμμα.

3.6.50 Τέλος υποπρογράμματος (M99)

H**F****S****N**

Η χρήση αυτού του κωδικού εξηγείται στον κωδικό M98.

3.6.51 Είσοδος διαδραστικού χρήστη (M109)

H **F** **S** **N**

Επιτρέπει σε ένα πρόγραμμα εντολών να εμφανίσει ένα σύντομο μήνυμα στην οθόνη, παίρνοντας έναν χαρακτήρα εισόδου από τον χρήστη και τον αποθηκεύει σε μια macro μεταβλητή.

3.6.51 Εκκίνηση σαπουνελαίου No2 (M07)

H **F** **S** **N**

Ο κωδικός αυτός ενεργοποιεί το σαπουνέλαιο No2.

3.6.51 Προαιρετικό σταμάτημα ατράκτου (M19)

H **F** **S** **N**

4. ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΚΤΟΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ HAAS

4.1 Εντολές κύκλων κατεργασίας βασισμένων στην καθοδήγηση Siemens

4.1.1 Κύκλος κατεργασίας υψηλής ταχύτητας (G05)



4.1.2 Πολλαπλή διαγράμμιση (G33)



Οι διαγραμμίσεις προγραμματίζονται δίνοντας σημεία εκκίνησης. Το αρχικό σημείο το καθορίζει η μεταβλητή Q ως μία απόλυτη γωνιακή θέση. Η αρχική γωνία πρέπει πάντοτε να προγραμματίζεται ως τιμή ακεραίου. Η ανάλυση της εισόδου για τα δεδομένα της γωνίας είναι 0.001 μοίρες.

G33	Σύνταξη :	G33	X...	Z...	F...	Q...
	Παράδειγμα :	G33	X2	Z9	F5	Q180000

X = Σημείο τέλους διαγράμμισης
Z = Σημείο τέλους διαγράμμισης
F = Άνοιγμα
Q = Αρχική γωνιά

4.1.3 Διαγράμμιση με μεταβλητό άνοιγμα (G34)



Η εντολή G34 χρησιμοποιείται για να αυξήσει ή να μειώσει το άνοιγμα μιας διαγράμμισης με την τιμή που προγραμματίζεται στη μεταβλητή K.

G34	Σύνταξη :	G34	X...	Z...	F...	K...
	Παράδειγμα :	G34	X2	Z9	F5	K0.1

X = Σημείο τέλους διαγράμμισης
Z = Σημείο τέλους διαγράμμισης
F = Άνοιγμα
K = Μεταβολή τιμής ανοίγματος

4.1.4 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, Back Boring (G87)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Αυτός ο κύκλος κατεργασίας θα μετακινήσει τον X και/ή Y άξονα από πριν και μετά την κοπή ούτως ώστε να καθαρίσει το κοπτικό εργαλείο καθώς εισέρχεται και εξέρχεται από το κομμάτι. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.1.

G87	Σύνταξη :	G87	X...	Y...	Z...	F...	K...	P...	Q...	R...
	Παράδειγμα :	G87	X2	Y2	Z-49	F150	K7	P5	Q0	R4

F = Πρόωση σε mm/min

K = Αριθμός επαναλήψεων

P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

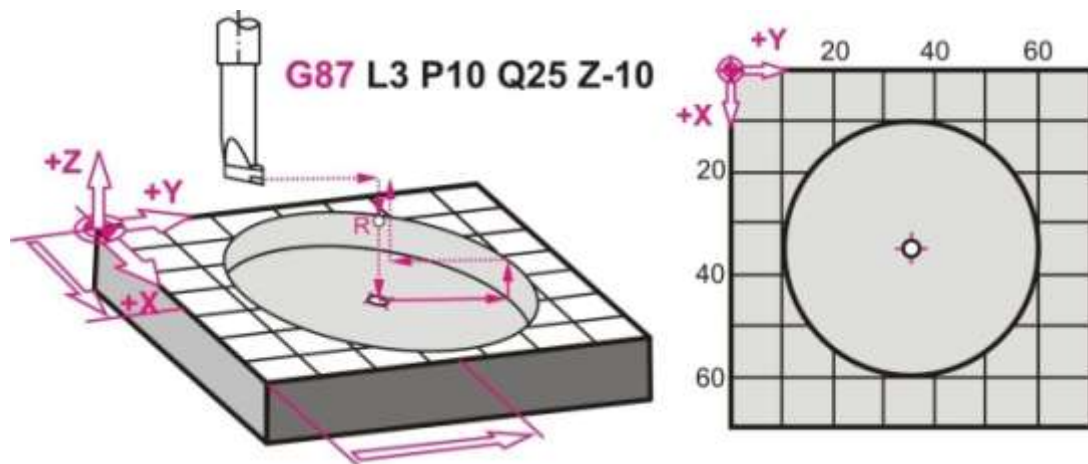
Q = Αυξητική τιμή μετακίνησης

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z

Z = Τελικό βάθος οπής

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 4.1 : Εντολή κύκλου κατεργασίας Back Boring G87

Στις H, F : G77

4.1.5 Κύκλος τρυπήματος και επαναφορά με ευθύγραμμη κίνηση G01 (G89)



Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και/ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας.

Αυτός ο κύκλος κατεργασίας θα μετακινήσει τον X και/ή Y άξονα από πριν και μετά την κοπή ούτως ώστε να καθαρίσει το κοπτικό εργαλείο καθώς εισέρχεται και εξέρχεται από το κομμάτι. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2.

G89	Σύνταξη :	G89	X...	Y...	Z...	F...	K...	P...	R...
	Παράδειγμα :	G89	X2	Y2	Z-49	F150	K7	P5	R4

F = Πρόωση σε mm/min

K = Αριθμός επαναλήψεων

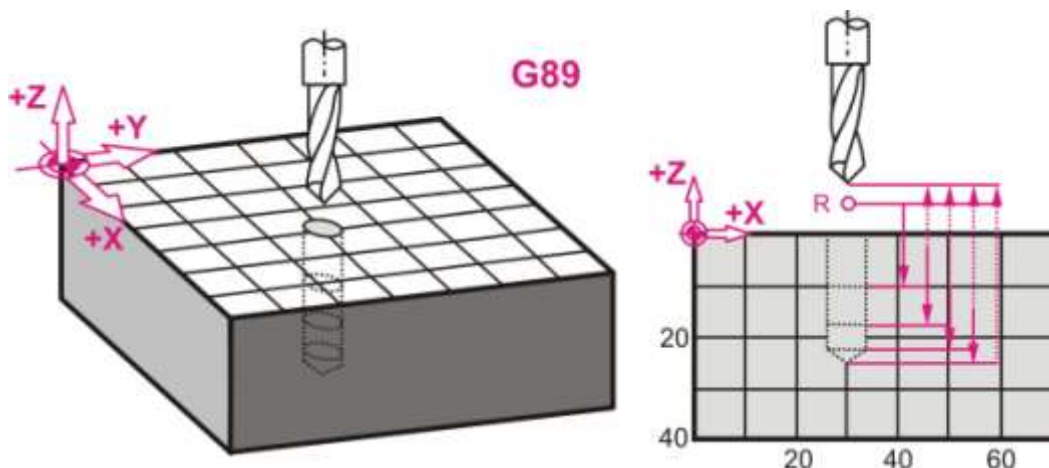
P = Προαιρετικό σταμάτημα (καθυστέρηση) στο βάθος της οπής σε δευτερόλεπτα

R = Επίπεδο ασφαλείας κατά Z

Z = Τελικό βάθος οπής

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y



Σχήμα 4.2 : Εντολή κύκλου τρυπήματος και επαναφοράς G89

4.2 Άλλες εντολές βασισμένες στην καθοδήγηση Siemens

4.2.1 Κυλινδρική παρεμβολή (G07.1)

H F S N

Αυτή η εντολή επιτρέπει στη μηχανή να ολοκληρώσει μια κατεργασία από τον συνδυασμό των κινήσεων του εργαλείου και την περιστροφή του τεμαχίου προς κατεργασία στο εικονικό ορθογωνικό σύστημα συντεταγμένων. Για να χρησιμοποιηθεί αυτή η εντολή είναι απαραίτητος ένας επιπλέον άξονας περιστροφής.

4.2.2 Γρήγορη ανύψωση (G10.6)

H F S N

Η εντολή χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει ανάκληση θέσης για γρήγορη ανύψωση του κοπτικού εργαλείου. Η θέση αυτή από μόνη της ξεκινά με το ψηφιακό σήμα.

4.2.3 Παρεμβολή πολικών συντεταγμένων (G12.1)

H F S N

Η παρεμβολή μεταξύ ενός περιστρεφόμενου και ενός γραμμικού άξονα στο επίπεδο της μηχανής ενεργοποιείται με την εντολή G12.1. Ο επιπλέον γραμμικός άξονας είναι κάθετος σε αυτό το επίπεδο. Η γραμμική ή κυκλική παρεμβολή χρησιμοποιώντας συντεταγμένες σε ένα Καρτεσιανό επίπεδο είναι εφαρμοσμένες έτσι ώστε να προγραμματιστεί ένας γραμμικός άξονας μαζί με έναν περιστροφικό άξονα.

4.2.4 Ακύρωση παρεμβολής πολικών συντεταγμένων (G13.1)

H F S N

Ακυρώνει την εντολή G12.1.

4.2.5 Ακύρωση πολικού συστήματος συντεταγμένων (G15)

H F S N

Ακυρώνει την εντολή G15.

4.2.6 Πολικό σύστημα συντεταγμένων (G16)

H**F****S****N**

Χρησιμοποιώντας πολικό σύστημα συντεταγμένων είναι δυνατόν να προγραμματιστεί η τιμή της συντεταγμένης του τελικού σημείου σε ακτίνα και γωνία. Οι συντεταγμένες που βρίσκονται ανάμεσα στις εντολές G16 και G15 ερμηνεύονται ως πολικές συντεταγμένες για ακτίνα και γωνία στο συγκεκριμένο επίπεδο. Ο πρώτος άξονας του επιπέδου αντιπροσωπεύει την πολική ακτίνα, ενώ ο δεύτερος την πολική γωνία.

4.2.7 Κάτω όριο εργασίας (G22)

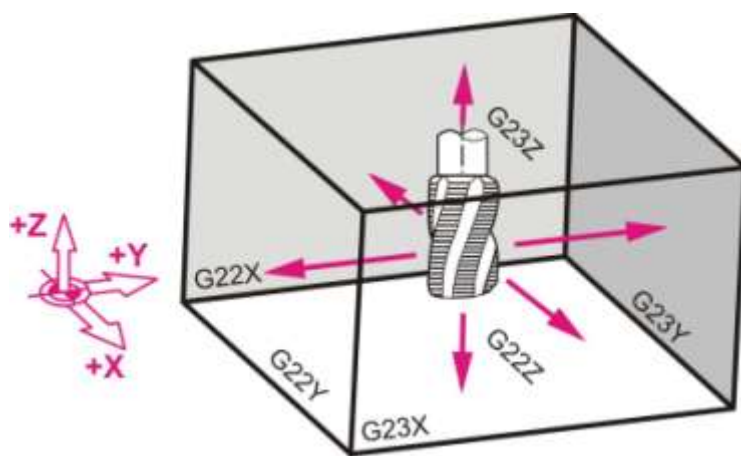
H**F****S****N**

Ο περιορισμός των ορίων εργασίας ελέγχει εάν η παρούσα θέση των αξόνων που λειτουργούν χειροκίνητα ή αυτόματα εισέρχεται στην περιοχή του ορίου (είσοδος σε απαγορευμένη περιοχή) που ορίζει η εντολή G22. Αν κάποιος άξονας περάσει το όριο διακόπτεται η κατεργασία και ενεργοποιείται η προειδοποίηση κινδύνου. Το κάτω όριο εργασίας προσδιορίζεται για τον κάθε άξονα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.3.

4.2.8 Άνω όριο εργασίας (G23)

H**F****S****N**

Ο περιορισμός των ορίων εργασίας ελέγχει εάν η παρούσα θέση των αξόνων που λειτουργούν χειροκίνητα ή αυτόματα εισέρχεται στην περιοχή του ορίου (είσοδος σε απαγορευμένη περιοχή) που ορίζει η εντολή G23. Αν κάποιος άξονας περάσει το όριο διακόπτεται η κατεργασία και ενεργοποιείται η προειδοποίηση κινδύνου. Το άνω όριο εργασίας προσδιορίζεται για τον κάθε άξονα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3 : Όρια εργασίας – Εντολές G22 και G23

4.2.9 Έλεγχος επιστροφής στο σημείο αναφοράς (G27)

H**F****S****N**

Η εντολή αυτή ελέγχει εάν οι άξονες έχουν επιστρέψει στο σημείο αναφοράς όταν ολοκληρωθεί το συγκεκριμένο κομμάτι του προγράμματος το οποίο έχει δημιουργηθεί έτσι ώστε να εκκινεί και να τερματίζει στο σημείο αναφοράς.

G27	Σύνταξη :	G27 X... Y... Z... A...
	Παράδειγμα :	G27 X10 Y20 Z-5

4.2.10 Αυτόματη επιστροφή στο σημείο αναφοράς (G28)

H**F****S****N**

Χρησιμοποιείται για να μετακινεί τον άξονα στην επιθυμητή θέση X, Y, Z ή A.

G28	Σύνταξη :	G28	X...	Y...	Z...	A...
	Παράδειγμα :	G28	X10	Y20	Z-5	

4.2.11 Επιστροφή στο δεύτερο έως τέταρτο σημείο αναφοράς (G30)

H**F****S****N**

Με την εντολή αυτή οι άξονες μετακινούνται στο δεύτερο, τρίτο ή τέταρτο σημείο αναφοράς. P = αριθμός σημείου αναφοράς

G30	Σύνταξη :	G30	X...	Y...	Z...	P...
	Παράδειγμα :	G30	X10	Y20	Z15	P2

4.2.12 Ακύρωση προγραμματιζόμενης εικόνα καθρέφτη (G50.1)

H**F****S****N**

Η εντολή αυτή ακυρώνει την G51.1.

Στην H : G100

4.2.13 Προγραμματιζόμενη εικόνα καθρέφτη (G51.1)

H**F****S****N**

Απαιτείται τουλάχιστον μια από τις εντολές του άξονα. Επίσης το προγραμματίσιμο είδωλο καθρέπτη μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί ξεχωριστά για κάθε ένα από τους τέσσερις άξονες.

Οι εντολές G50.1 και G51.1 δεν είναι τροποποιήσιμες, αλλά το είδωλο καθρέπτη για κάθε άξονα είναι τροποποιήσιμο. Στο κάτω μέρος της οθόνης, θα αναφέρεται όταν γίνεται είδωλο καθρέπτη ενός άξονα. Οι εντολές αυτές πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα σε μια πρόταση εντολών χωρίς καμία άλλη εντολή G και συνάμα δεν προκαλούν καμία κίνηση άξονα. Παραδείγματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.4654.

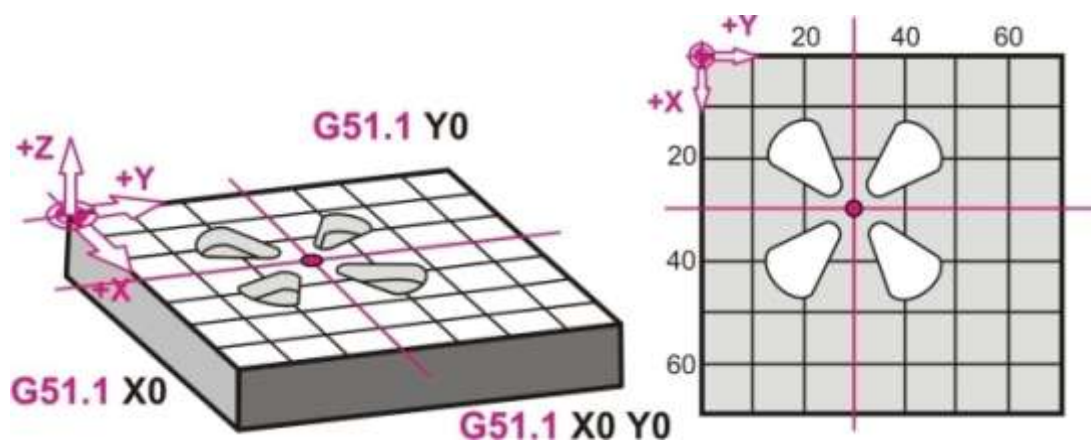
G51.1	Σύνταξη :	G51.1	X...	Y...	Z...	A...
	Παράδειγμα :	G51.1	X7	Y9	Z-4	A3

X = Προαιρετική κίνηση κατά X

Y = Προαιρετική κίνηση κατά Y

Z = Προαιρετική κίνηση κατά Z

A = Προαιρετική κίνηση κατά A



Σχήμα 4.4 : Εντολή προγραμματιζόμενης εικόνας καθρέφτη

Στην H : G101

4.2.14 Αυτόματος παραμερισμός γωνίας (G62)

H F S N

Συνήθως είναι καλύτερο να μειώνεται η πρόωση στις εσωτερικές γωνίες έχοντας ενεργή την αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού. Η εντολή G62 χρησιμοποιείται μόνο σε κατεργασίες εσωτερικών γωνιών με ενεργοποιημένη την αντιστάθμιση ακτίνας και ενεργοποιημένη συνεχή τροχιά. Οποιαδήποτε γωνία βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη της ακτίνας του κοπτικού αγνοείται. Το εσωτερικό τόξο ολοκληρώνεται από την καμπύλη στο περίγραμμα.

4.2.15 Ρύθμιση πρόωσης σπειροτόμησης (G63)

H F S N

Με αυτή την εντολή ρυθμίζεται η πρόωση κατά την διαδικασία της σπειροτόμησης και το πρόγραμμα συνεχίζει στην επόμενη ακολουθία εντολών χωρίς να επιβραδύνει. Η υπέρβαση της προώσεως δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί.

4.2.16 Ρύθμιση πρόωσης κοπής (G64)

H F S N

Με αυτή την εντολή ρυθμίζεται η πρόωση κατά την διαδικασία της κοπής και το πρόγραμμα συνεχίζει στην επόμενη ακολουθία εντολών χωρίς να επιβραδύνει.

4.2.17 Τροποποιημένη κλήση μακροεντολής (G66)

H F S N

Όταν εκτελείται αυτή η εντολή, καλείται μακροεντολή που καθορίζεται από το P και εκτελείται L φορές μετά την ολοκλήρωση των προγραμματιζόμενων κινήσεων. Αν έχει καθοριστεί κάποιο όρισμα, τότε αυτό περνάει εντός της μακροεντολής και εκτελείται σε κάθε επανάληψη του. Η σύνδεση μεταξύ της διεύθυνσης του ορίσματος και των τοπικών μεταβλητών είναι ίδια με αυτήν της κλήσης μακροεντολής (G65).

G66	Σύνταξη :	G66 P... L...
	Παράδειγμα :	G66 P00135 L2

P = Αριθμός προγράμματος
L = Αριθμός επαναλήψεων

4.2.18 Ακύρωση τροποποιημένης κλήσης μακροεντολής (G67)

H F S N

Ακυρώνει την εντολή G66. Όταν τα ορίσματα είναι καθορισμένα, η εντολή G66 πρέπει να κληθεί πριν από όλα τα ορίσματα. Αν έχει κληθεί η G66, η εντολή G67 πρέπει να κληθεί στο ίδιο πρόγραμμα.

4.2.19 Επιλογή μέτρησης σε ίντσες (G70)

H F S N

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να ορίσει στην μηχανή το γεγονός ότι οι κινήσεις της θα εκτελούνται με βάση το αγγλοσαξονικό σύστημα, δηλαδή σε ίντσες (inch).

Στην H,F : G20

4.2.20 Επιλογή μέτρησης σε χιλιοστά (G71)

H F S N

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να ορίσει στην μηχανή το γεγονός ότι οι κινήσεις της θα εκτελούνται με βάση το μετρικό σύστημα, δηλαδή σε χιλιοστά (mm).

Στην H,F : G21

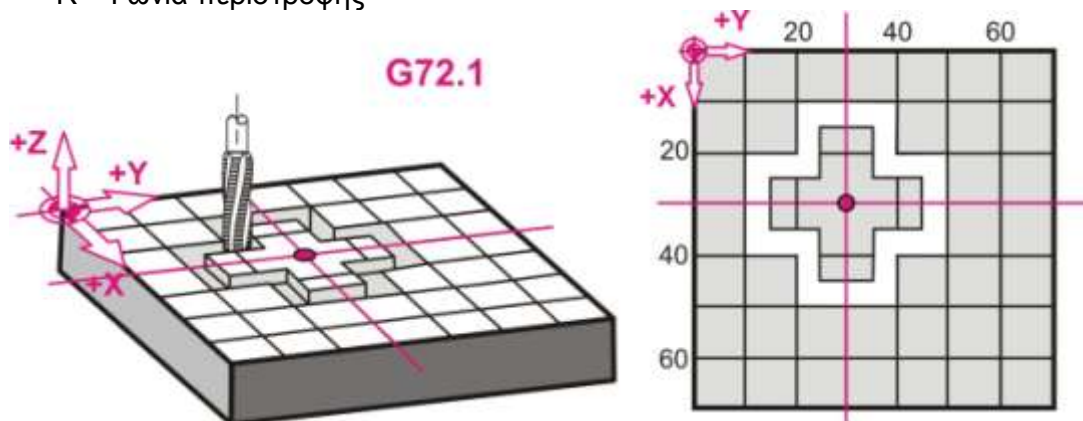
4.2.21 Αντιγραφή εικόνας (G72.1)

H F S N

Μέσω της G72.1, ένα υποπρόγραμμα που περιέχει το περίγραμμα προς αντιγραφή μπορεί να κληθεί επαναλαμβανόμενα. Πριν κληθεί το κάθε υποπρόγραμμα, το σύστημα συντεταγμένων περιστρέφεται κατά μία συγκεκριμένη γωνία. Η περιστροφή της συντεταγμένης εκτελείται διαμήκους του κάθετου άξονα στο επιλεγμένο επίπεδο. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.5.

G72.1	Σύνταξη :	G72.1	X...	Y...	Z...	P...	L...	R...
	Παράδειγμα :	G72.1	X2	Y10	Z9	P0205	L2	R10

X = Σημείο αναφοράς για την περιστροφή της συντεταγμένης
Y = Σημείο αναφοράς για την περιστροφή της συντεταγμένης
Z = Σημείο αναφοράς για την περιστροφή της συντεταγμένης
P = Αριθμός υποπρογράμματος
L = Αριθμός επαναλήψεων υποπρογράμματος
R = Γωνία περιστροφής



Σχήμα 4.5 : Αντιγραφή εικόνας G72.1

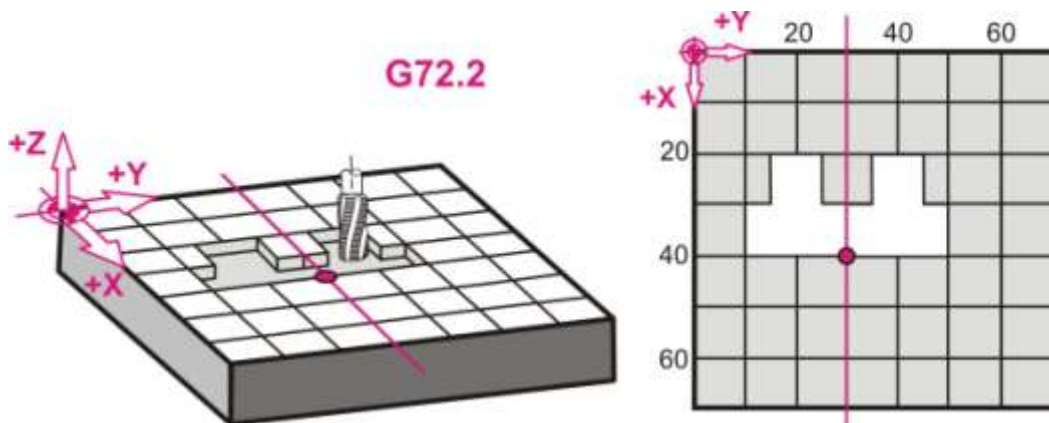
4.2.22 Αντιγραφή εικόνας (G72.2)

H F S N

Μέσω της G72.2 καλείται επαναλαμβανόμενα το υποπρόγραμμα στο οποίο περιέχεται το περίγραμμα που επαναλαμβάνεται. Ο κύκλος καλεί το υποπρόγραμμα με αριθμό επαναλήψεων που δίνεται στη διεύθυνση L. Πριν την κλήση του κάθε υποπρογράμματος, η τροχιά προγραμματίζεται στα I, J, K και υπολογίζεται από το αρχικό σημείο ανεβαίνοντας αυξητικά. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.6.

G72.2	Σύνταξη :	G72.2 I... J... K... P... L...
	Παράδειγμα :	G72.2 I2 J9 K5 P0205 L2

X = Σημείο αναφοράς για την περιστροφή της συντεταγμένης
Y = Σημείο αναφοράς για την περιστροφή της συντεταγμένης
Z = Σημείο αναφοράς για την περιστροφή της συντεταγμένης
P = Αριθμός υποπρογράμματος
L = Αριθμός επαναλήψεων υποπρογράμματος



Σχήμα 4.6 : Αντιγραφή εικόνας G72.2

4.2.23 Επανατοποθέτηση συστήματος συντεταγμένων (G92.1)

H F S N

Με την εντολή αυτή γίνεται αλλαγή του συστήματος συντεταγμένων γίνει μετακίνηση. Με αυτόν τον τρόπο ορίζεται εκ νέου μέσα στο πρόγραμμα ένα από τα ήδη αποθηκευμένα συστήματα συντεταγμένων των κωδικών G54 – G59. Αν δεν υπάρχει αποθηκευμένο σύστημα συντεταγμένων για να ενεργοποιηθεί, ορίζεται στο σημείο αναφοράς. Η G92.1 επαναφέρει τις ρυθμίσεις που έγιναν από τους κωδικούς G92 ή G52. Επαναφέρονται μόνον οι άξονες που είχαν προγραμματιστεί.

4.2.24 Μέθοδος πρόωσης ανά περιστροφή (G95)

H F S N

Επιστρέφει τον έλεγχο στην κατάσταση λειτουργίας Feed Per Revolution (πρόωση ανά περιστροφή).

4.2.25 Ενεργοποίηση σταθερής τιμής κοπής (G96)

H F S N

4.2.26 Ακύρωση σταθερής τιμής κοπής (G97)

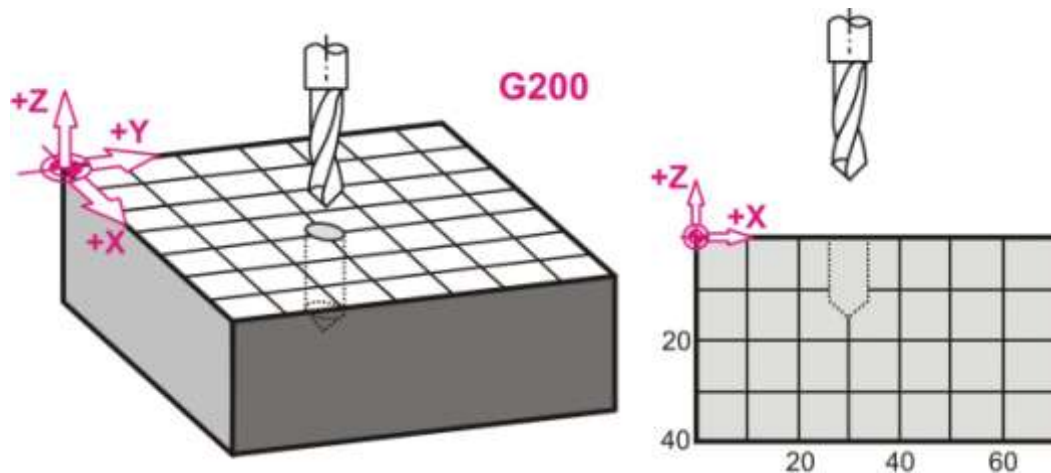
H F S N

4.3 Εντολές κύκλων κατεργασίας βασισμένων στην καθοδήγηση Heidenhain

4.3.1 Κύκλος διάτρησης (G200)

H**F****S****N**

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο πρώτο σημείο βυθίσματος στην προγραμματισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο βάθος της οπής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.7.

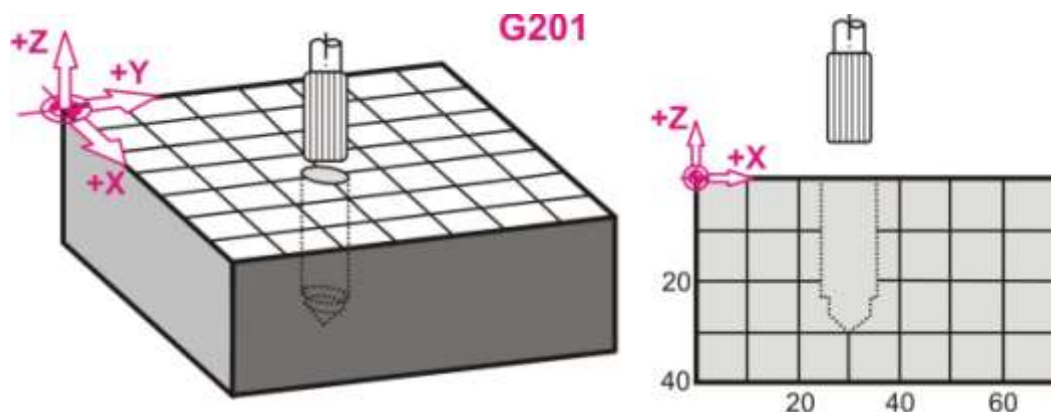


Σχήμα 4.7 : Εντολή κύκλου διάτρησης G200

4.3.2 Κύκλος τρυπήματος (G201)

H**F****S****N**

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο προγραμματισμένο βάθος με προκαθορισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο βάθος της οπής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.8.

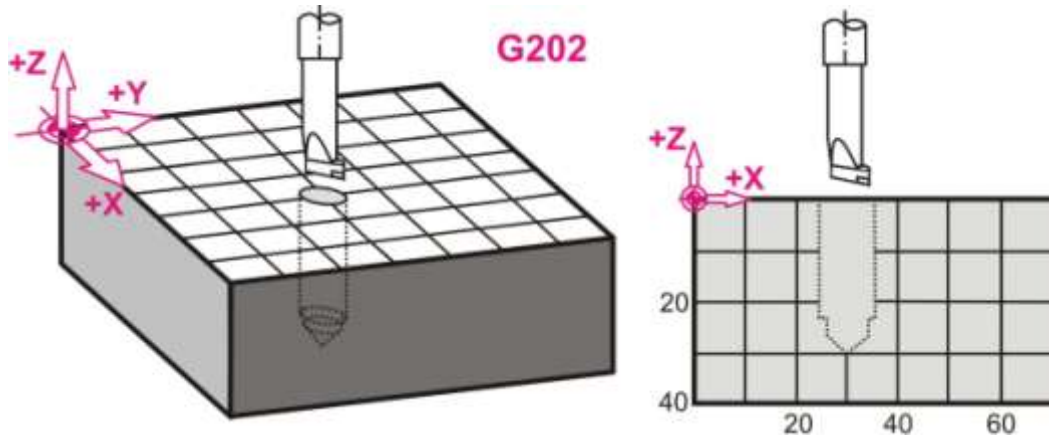


Σχήμα 4.8 : Εντολή κύκλου τρυπήματος G201

4.3.3 Διάνοιξη κυκλικής εσοχής (G202)

H**F****S****N**

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο προγραμματισμένο βάθος με προκαθορισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο βάθος της οπής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.9.



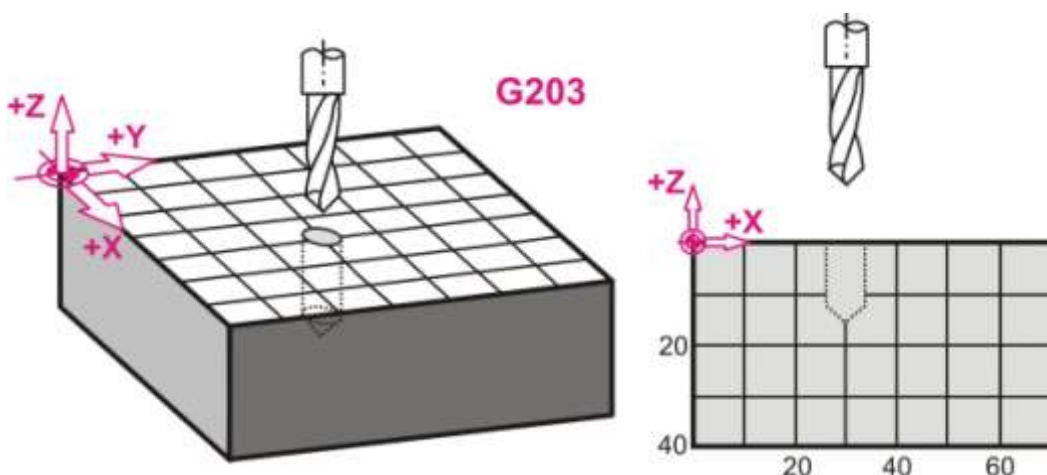
Σχήμα 4.9 : Εντολή κύκλου διάνοιξης κυκλικής εσοχής G202

Στις H, F, S : G85

4.3.4 Γενικός κύκλος διάτρησης (G203)

H**F****S****N**

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο προγραμματισμένο βάθος με προκαθορισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο βάθος της οπής. Αν προγραμματιστεί κοπή αποβλίπτου τότε το εργαλείο αποσύρεται βάση της αντίστοιχης προγραμματιζόμενης τιμής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.10.



Σχήμα 4.10 : Εντολή γενικού κύκλου διάτρησης G203

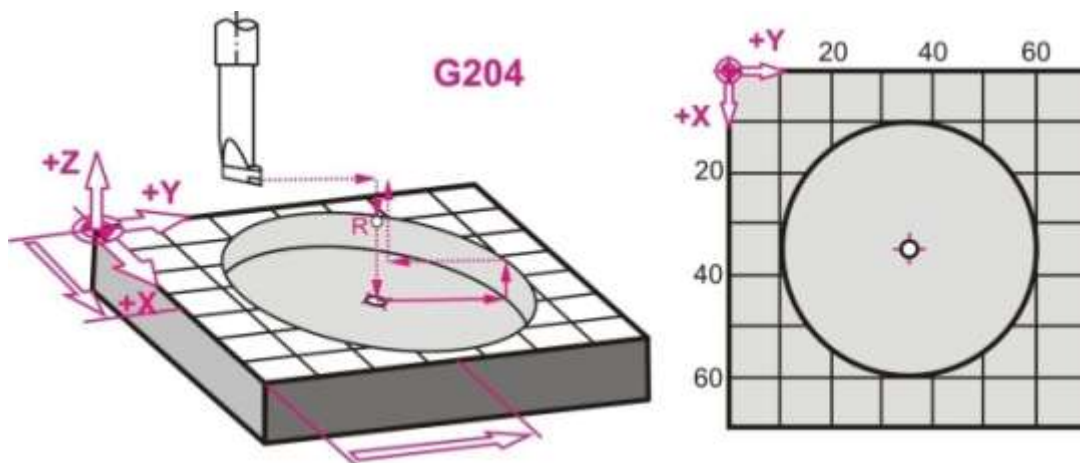
Στις H, F : G77

Στην S : G87

4.3.5 Κύκλος κατεργασίας για διάνοιξη κυκλικής εσοχής, Back Boring (G204)

H F S N

Αυτή η εντολή επιτρέπει την δημιουργία οπών από την κάτω πλευρά του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο βυθίζεται εντός της ήδη υπάρχουσας οπής με την τιμή προώσεως που έχει. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο πάνω μέρος της οπής που δημιουργείται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.11.

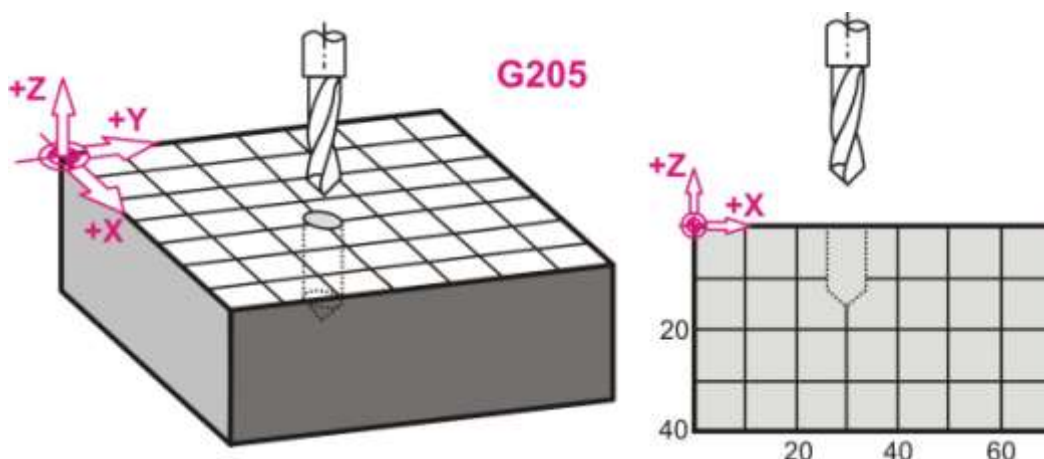


Σχήμα 4.11 : Εντολή κύκλου κατεργασίας Back Boring G204

4.3.6 Γενικός κύκλος σημειακού τρυπήματος (G205)

H F S N

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο πρώτο βύθισμα με προγραμματισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί κοπή αποβλήτου τότε το εργαλείο αποσύρεται βάση της αντίστοιχης προγραμματιζόμενης τιμής. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο πάνω μέρος της οπής που δημιουργείται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.12.



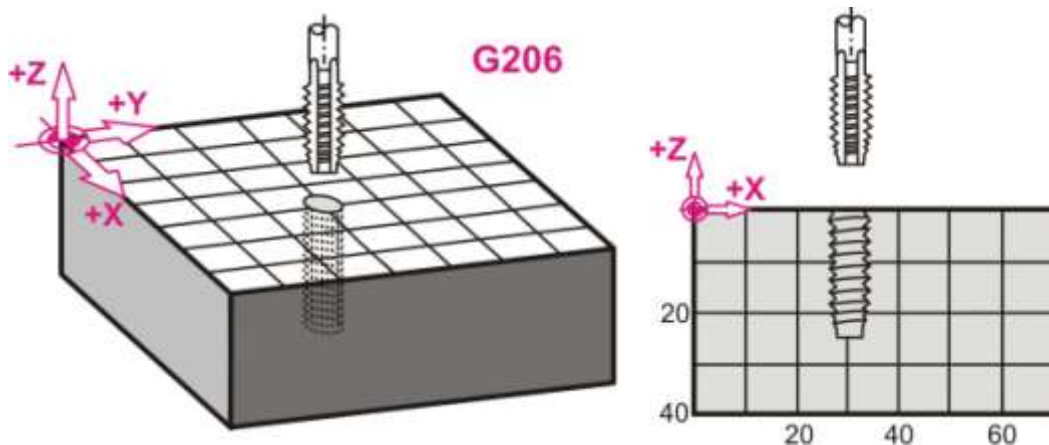
Σχήμα 4.12 : Εντολή γενικού κύκλου διάτρησης G203

Στις H, F, S : G82

4.3.7 Διάνοιξη σπειρώματος με κολαούζο (G206)

H F S N

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο πρώτο βύθισμα με προγραμματισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί κοπή αποβλίπτου τότε το εργαλείο αποσύρεται βάση της αντίστοιχης προγραμματιζόμενης τιμής. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο πάνω μέρος της οπής που δημιουργείται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.13.



Σχήμα 4.13 : Εντολή διάνοιξης σπειρώματος με κολαούζο G206

Στις H, F, S : G84

4.3.8 Rigid tapping (G207)

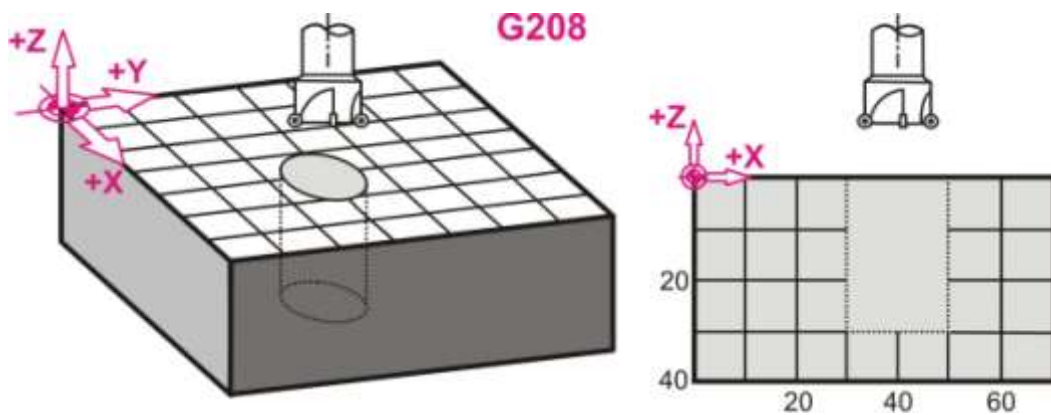
H F S N

Το σπείρωμα κόβεται χωρίς κίνηση του εργαλείου σπειρώματος σε μία ή περισσότερες επαναλήψεις. Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο πρώτο βύθισμα με προγραμματισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο πάνω μέρος της οπής που δημιουργείται.

4.3.9 Bore milling (G208)

H F S N

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία και έπειτα κινείται προς την οπή. Το εργαλείο φραιζάρει σε έναν έλικα από το σημείο που βρίσκεται έως το απαιτούμενο βάθος με καθορισμένη πρόωση. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.14.



Σχήμα 4.14 : Εντολή bore milling G208

4.3.10 Διάνοιξη σπειρώματος με κοπή αποβλίπτου (G209)

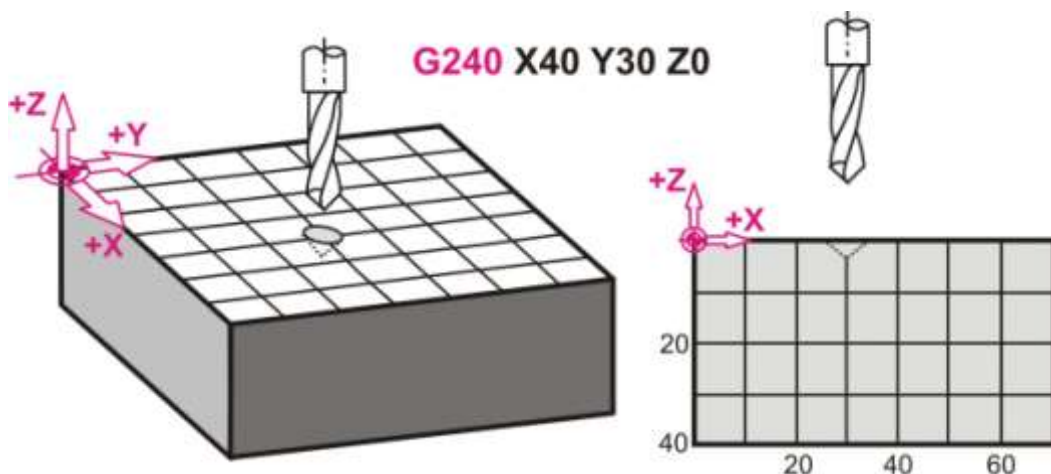
H **F** **S** **N**

Το σπείρωμα κόβεται σε ορισμένες επαναλήψεις μέχρι να επιτευχθεί το απαιτούμενο βάθος. Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο πρώτο βύθισμα με προγραμματισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο πάνω μέρος της οπής που δημιουργείται.

4.3.11 Κύκλος κεντραρίσματος (G240)

H **F** **S** **N**

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο κεντράρεται με την προγραμματισμένη τιμή προώσεως στο επιθυμητό κέντρο της διαμέτρου ή στο επιθυμητό κέντρο του βάθους. Αν οριστεί το εργαλείο παραμένει στο κέντρο του βάθους. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.15.



Σχήμα 4.15 : Εντολή κύκλου κεντραρίσματος G240

4.3.12 Διάτρηση βαθιάς οπής με εργαλείο μίας κόψης (G241)

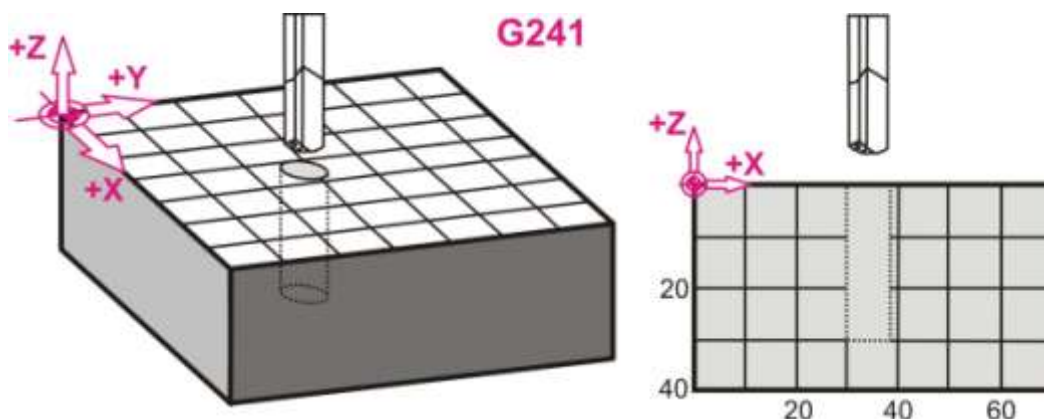
H

F

S

N

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Το εργαλείο τρυπά στο πρώτο βύθισμα με προγραμματισμένη τιμή προώσεως. Αν προγραμματιστεί χρονική καθυστέρηση το εργαλείο μένει στο πάνω μέρος της οπής που δημιουργείται. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.16.



Σχήμα 4.16 : Εντολή διάτρησης βαθιάς οπής με εργαλείο μίας κόψης G241

4.3.13 Γενικός κύκλος κατεργασίας ορθογωνίου (G251)

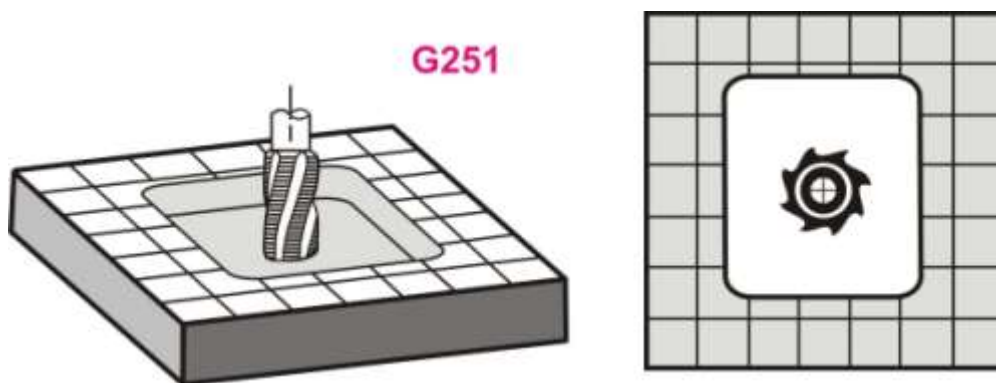
H

F

S

N

Η εντολή αυτή πραγματοποιεί κατεργασία ορθογωνίου. Ανάλογα με τις παραμέτρους που θα δοθούν στον κύκλο η μηχανή μπορεί να πραγματοποιήσει εκχόνδριση, αποπεράτωση επιπέδου, αποπεράτωση της πλευρικής επιφάνειας ή συνδυασμό των προηγούμενων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.17.



Σχήμα 4.17 : Εντολή γενικού κύκλου κατεργασίας ορθογωνίου G251

4.3.14 Γενικός κύκλος κατεργασίας κύκλου (G252)

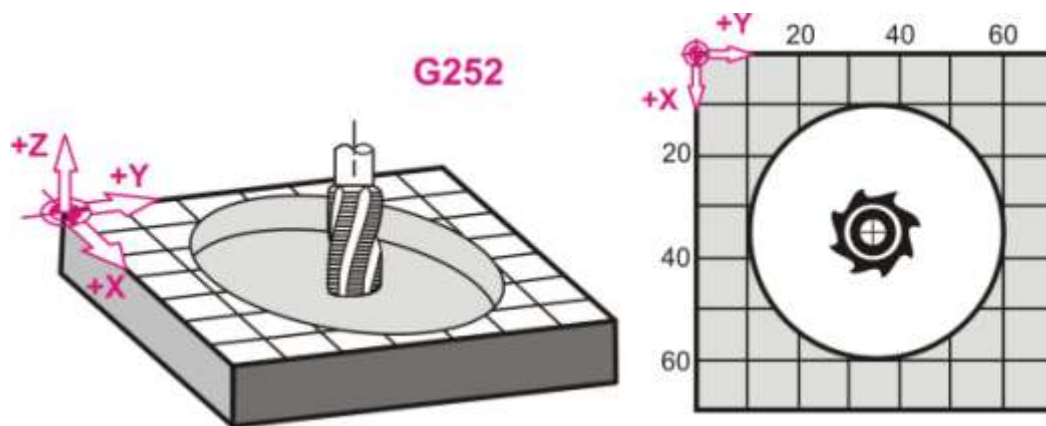
H

F

S

N

Η εντολή αυτή πραγματοποιεί κατεργασία κύκλου. Ανάλογα με τις παραμέτρους που θα δοθούν στον κύκλο η μηχανή μπορεί να πραγματοποιήσει εκχόνδριση, αποπεράτωση επιπέδου, αποπεράτωση της πλευρικής επιφάνειας ή συνδυασμό των προηγούμενων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.18.

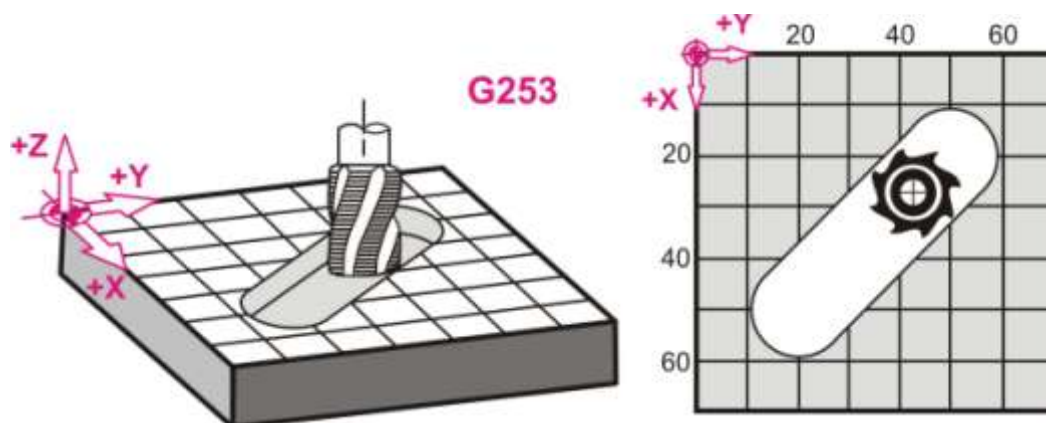


Σχήμα 4.18 : Εντολή γενικού κύκλου κατεργασίας κύκλου G252

4.3.15 Φραιζάρισμα σχισμής (G253)

H F S N

Η εντολή αυτή πραγματοποιεί φραιζάρισμα σχισμής. Ανάλογα με τις παραμέτρους που θα δοθούν στον κύκλο η μηχανή μπορεί να πραγματοποιήσει εκχόνδριση, αποπεράτωση επιπέδου, αποπεράτωση της πλευρικής επιφάνειας ή συνδυασμό των προηγούμενων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.19](#).

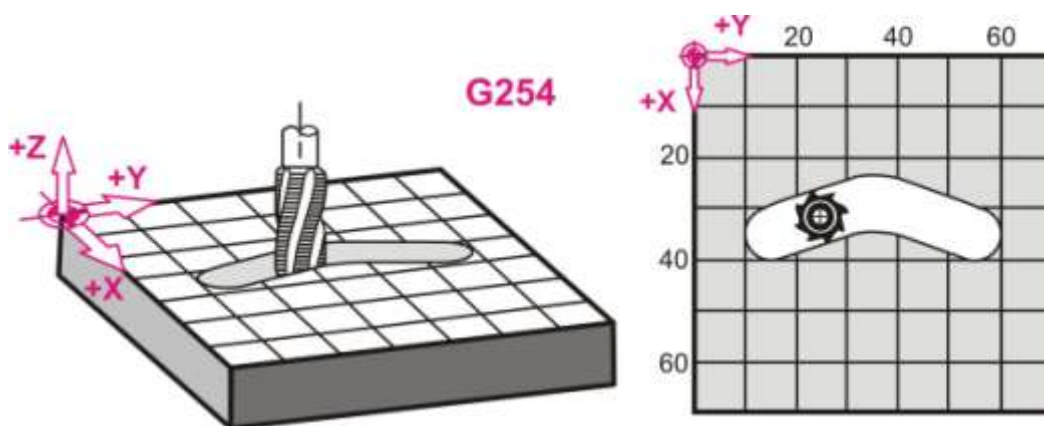


Σχήμα 4.19 : Εντολή φραιζαρίσματος σχισμής G253

4.3.16 Κυκλική σχισμή (G254)

H F S N

Η εντολή αυτή πραγματοποιεί φραιζάρισμα κυκλικής σχισμής. Ανάλογα με τις παραμέτρους που θα δοθούν στον κύκλο η μηχανή μπορεί να πραγματοποιήσει εκχόνδριση, αποπεράτωση επιπέδου, αποπεράτωση της πλευρικής επιφάνειας ή συνδυασμό των προηγούμενων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.20](#).

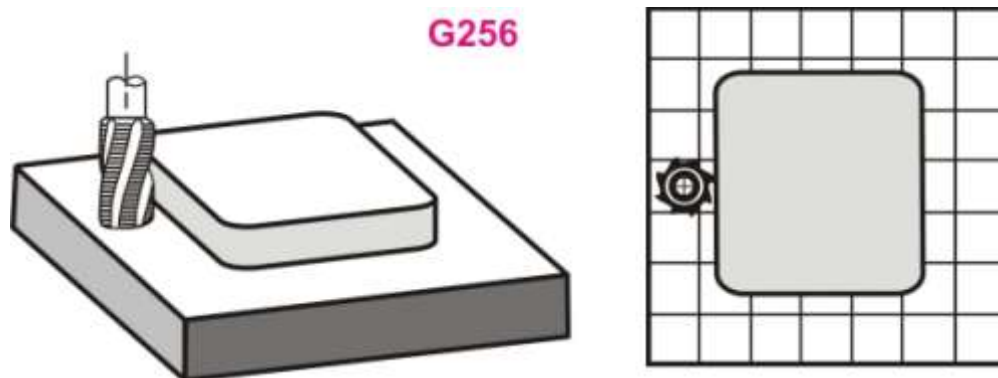


Σχήμα 4.20 : Εντολή φραιζαρίσματος κυκλικής σχισμής G254

4.3.17 Ορθογωνική εξοχή (G256)

H F S N

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για την δημιουργία ορθογωνικής εξοχής. Αν η διάσταση του τεμαχίου προς κατεργασία είναι μεγαλύτερη από το μέγιστο δυνατό σημείο βάθους κοπής, τότε γίνονται πολλαπλές κλήσεις της συγκεκριμένης κατεργασίας μέχρι να επιτευχθεί το προγραμματιζόμενη διάσταση. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.21](#).

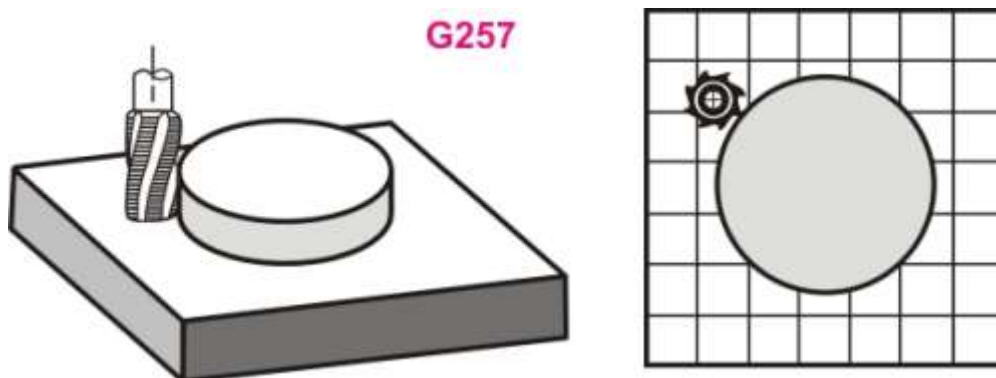


Σχήμα 4.21 : Εντολή ορθογωνικής εξοχής G256

4.3.18 Κυκλική εξοχή (G257)

H F S N

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για την δημιουργία κυκλικής εξοχής. Αν η διάσταση του τεμαχίου προς κατεργασία είναι μεγαλύτερη από το μέγιστο δυνατό σημείο βάθους κοπής, τότε γίνονται πολλαπλές κλήσεις της συγκεκριμένης κατεργασίας μέχρι να επιτευχθεί το προγραμματιζόμενη διάσταση. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.22](#).



Σχήμα 4.22 : Εντολή κυκλικής εξοχής G257

4.3.19 Φραιζάρισμα σπειρώματος (G262)

H F S N

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Με την προγραμματισμένη πρόωση το εργαλείο κινείται για να τοποθετηθεί πάνω στο αρχικό επίπεδο. Το αρχικό επίπεδο ορίζεται με βάση το αλγεβρικό πρόσημο του αριθμού των δοντιών, την μέθοδο φραιζαρίσματος και τον αριθμό των σπειρωμάτων ανά βήμα. Έπειτα το εργαλείο πλησιάζει στη διάμετρο του σπειρώματος εφαπτομενικά με ελικοειδή κίνηση.

4.3.20 Φραιζάρισμα σπειρώματος με διεύρυνση του ανοίγματος της βίδας (G263)

H F S N

Το εργαλείο τοποθετείται στον άξονα της ατράκτου με μέγιστη ταχύτητα πάνω από την επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία.

4.3.21 Φραιζάρισμα τρυπήματος σπειρώματος (G264)

H F S N

4.3.22 Φραιζάρισμα ελικοειδούς τρυπήματος σπειρώματος (G265)

H F S N

4.3.23 Εξωτερικό φραιζάρισμα σπειρώματος (G267)

H F S N

4.4 Άλλες εντολές βασισμένες στην καθοδήγηση Heidenhain

4.4.1 Μη προσανατολισμένη κυκλική παρεμβολή (G05)

H F S N

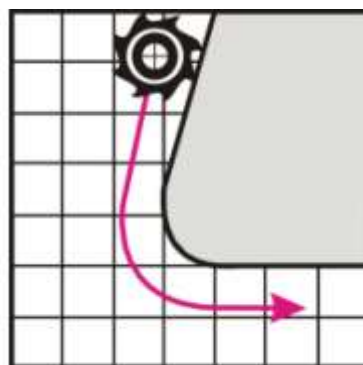
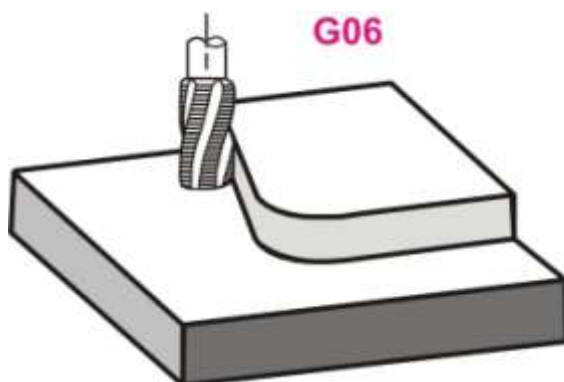
G05	Σύνταξη :	G05 X... Y... Z... R... F...
	Παράδειγμα :	G05 X10 Y20 R5 F150

4.4.2 Κυκλική παρεμβολή με εφαπτομενική σύνδεση (G06)

H**F****S****N**

Με την εντολή G06 το εργαλείο κινείται πάνω σε ένα τόξο το οποίο αρχίζει εφαπτομενικά στο προηγούμενο σημείο του περιγράμματος. Η μετάβαση μεταξύ δύο σημείων του περιγράμματος γίνεται εφαπτομενικά όταν δεν υπάρχει ατέλεια ή γωνία στη διασταύρωση μεταξύ των δύο σημείων. Η μετάβαση γίνεται με ομαλό τρόπο. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.23.

G06	Σύνταξη :	G06 X... Y... Z... F...
	Παράδειγμα :	G06 X10 Y20 Z-5 F150



Σχήμα 4.23 : Εντολή στρογγυλέματος γωνίας G25

4.4.3 Ευθεία γραμμή σε γρήγορη κίνηση (G10)

H**F****S****N**

Το εργαλείο κινείται πάνω σε μία ευθεία γραμμή από την τρέχουσα θέση του στο τελικό σημείο. Το αρχικό σημείο είναι το τελικό σημείο της προηγούμενης ακολουθίας εντολών.

4.4.4 Ευθεία γραμμή με τιμή προώσεως (G11)

H**F****S****N**

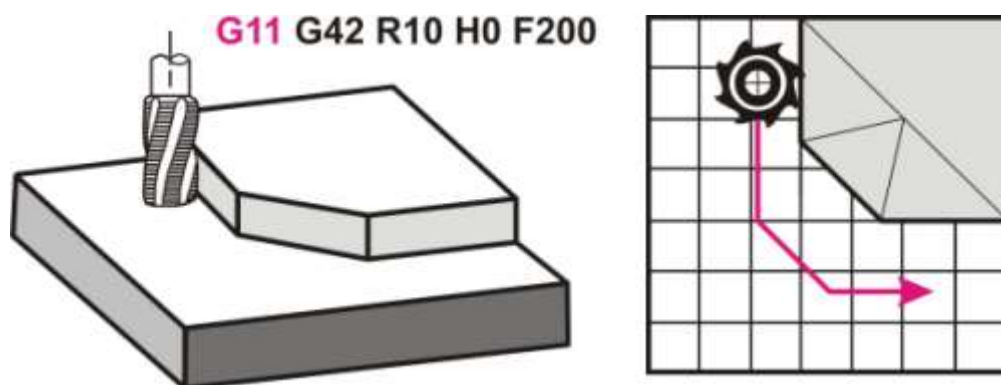
Το εργαλείο κινείται πάνω σε μία ευθεία γραμμή από την τρέχουσα θέση του στο τελικό σημείο. Το αρχικό σημείο είναι το τελικό σημείο της προηγούμενης ακολουθίας εντολών. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.24.

G11	Σύνταξη :	G11 G41/G42 R... H... F...
	Παράδειγμα :	G11 G42 R30 H0 F500

R = Ακτίνα πολικών συντεταγμένων

H = Γωνία πολικών συντεταγμένων

F = Πρόωση σε mm/min



Σχήμα 4.24 : Εντολή ευθείας γραμμής με τιμή προώσεως G11

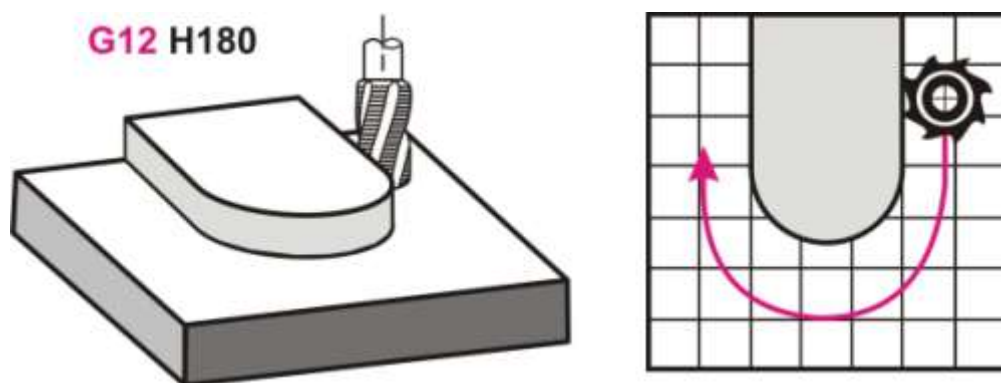
4.4.5 Κυκλική τροχιά δεξιόστροφα (G12)



Η πολική συντεταγμένη της ακτίνας R είναι επίσης η ακτίνα του τόξου. Η ακτίνα ορίζεται από την απόσταση από το αρχικό σημείο έως το σημείο I, J. Το προηγούμενο προγραμματιζόμενο σημείο είναι το αρχικό του τόξου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.25.

G12	Σύνταξη :	G12 H...
	Παράδειγμα :	G12 H180

H = Γωνία πολικών συντεταγμένων



Σχήμα 4.25 : Εντολή κυκλικής τροχιάς δεξιόστροφα G12

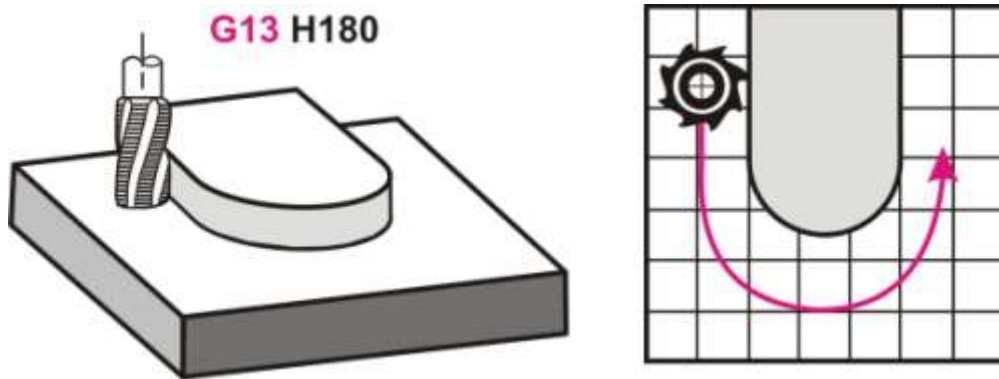
4.4.6 Κυκλική τροχιά αριστερόστροφα (G13)



Η πολική συντεταγμένη της ακτίνας R είναι επίσης η ακτίνα του τόξου. Η ακτίνα ορίζεται από την απόσταση από το αρχικό σημείο έως το σημείο I, J. Το προηγούμενο προγραμματιζόμενο σημείο είναι το αρχικό του τόξου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.26.

G13	Σύνταξη :	G13 H...
	Παράδειγμα :	G13 H180

H = Γωνία πολικών συντεταγμένων



Σχήμα 4.26 : Εντολή κυκλικής τροχιάς αριστερόστροφα G13

4.4.7 Κυκλική τροχιά χωρίς προγραμματιζόμενη κατεύθυνση (G15)



Η πολική συντεταγμένη της ακτίνας R είναι επίσης η ακτίνα του τόξου. Η ακτίνα ορίζεται από την απόσταση από το αρχικό σημείο έως το σημείο I, J. Το προηγούμενο προγραμματιζόμενο σημείο είναι το αρχικό του τόξου.

G15	Σύνταξη :	G15 H...
	Παράδειγμα :	G15 H180

H = Γωνία πολικών συντεταγμένων

4.4.8 Κυκλική τροχιά με εφαπτομενική σύνδεση (G16)

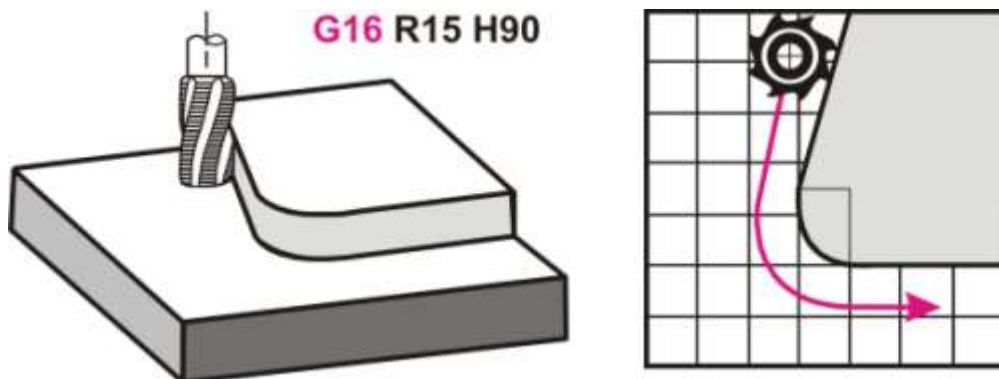


Το εργαλείο κινείται πάνω σε μια κυκλική τροχιά ξεκινώντας εφαπτομενικά από το προηγούμενο σημείο του περιγράμματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.27.

G16	Σύνταξη :	G16 R... H...
	Παράδειγμα :	G16 R30 H30

R = Ακτίνα πολικών συντεταγμένων

H = Γωνία πολικών συντεταγμένων



Σχήμα 4.27 : Εντολή κυκλικής τροχιάς με εφαπτομενική σύνδεση G16

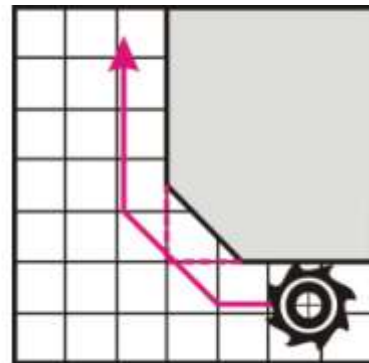
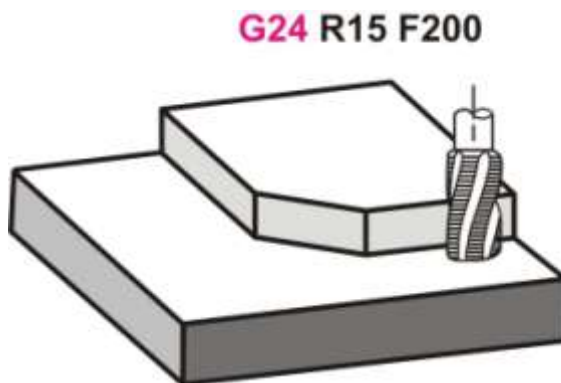
4.4.9 Κλίση μεταξύ δύο ευθειών (G24)

H**F****S****N**

Η κλίση επιτρέπει την αποκοπή γωνιών στο σημείο διασταυρώσεως δύο ευθειών γραμμών. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.28.

G24	Σύνταξη :	G26	R...	F...
	Παράδειγμα :	G26	R5	F300

R = Απόσταση από τη γωνία
F = Πρόωση σε mm/min



Σχήμα 4.28 : Εντολή κλίσης μεταξύ δυο ευθειών G24

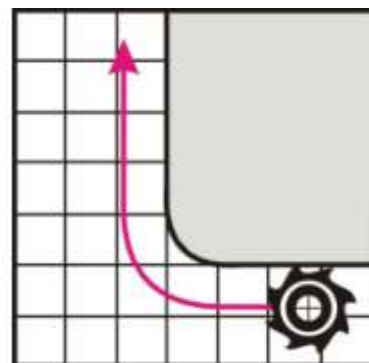
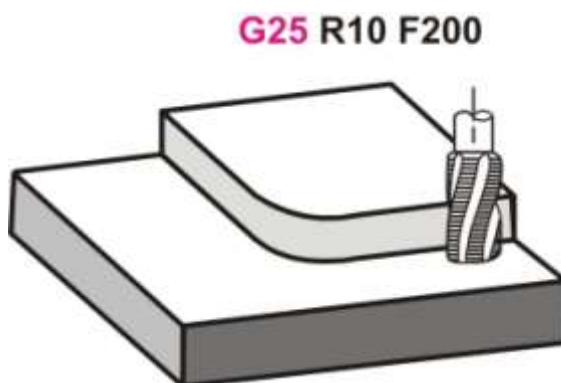
4.4.10 Στρογγύλεμα γωνίας (G25)

H**F****S****N**

Η εντολή G25 χρησιμοποιείται για την δημιουργία στρογγυλεμένων γωνιών. Το εργαλείο κινείται πάνω στο τόξο που συνδέεται εφαιπτομενικά με το προηγούμενο και το επόμενο σημείο του περιγράμματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.29.

G25	Σύνταξη :	G26	R...	F...
	Παράδειγμα :	G26	R12	F200

R = Απόσταση από τη γωνία
F = Πρόωση σε mm/min



Σχήμα 4.29 : Εντολή στρογγυλέματος γωνίας G25

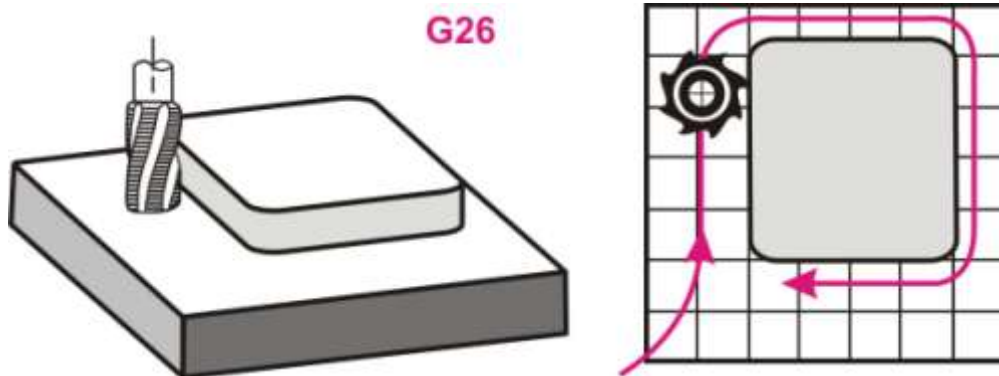
4.4.11 Εφαπτομενική πρόσβαση (G26)



Με την εντολή G26 προγραμματίζεται εφαπτομενική είσοδος στο κομμάτι κατεργασίας. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να αποφευχθούν οι τιμές χρονικής καθυστέρησης. Το αρχικό σημείο βρίσκεται εξωτερικά του τεμαχίου προς κατεργασία κοντά στο πρώτο σημείο του περιγράμματος. Τα σημεία προγραμματίζονται χωρίς αντιστάθμιση ακτίνας. Οι G26 προγραμματίζεται στο σημείο όπου γίνεται και η αντιστάθμιση ακτίνας του εργαλείου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.30.

G26	Σύνταξη :	G26 R...
	Παράδειγμα :	G26 R5

R = Ακτίνα εισόδου



Σχήμα 4.30 : Εντολή εφαπτομενικής πρόσβασης G26

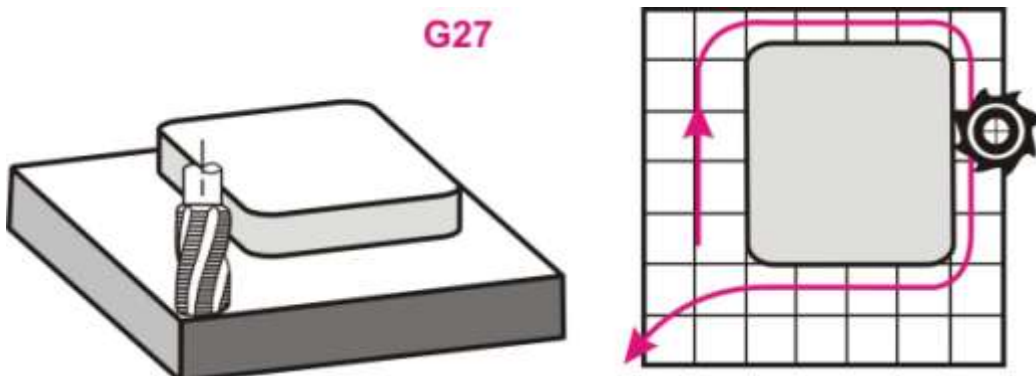
4.4.12 Εφαπτομενική αναχώρηση (G27)



Με την εντολή G27 προγραμματίζεται εφαπτομενική έξοδος από το κομμάτι κατεργασίας. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να αποφευχθούν οι τιμές χρονικής καθυστέρησης. Το τελικό σημείο βρίσκεται εξωτερικά του τεμαχίου προς κατεργασία κοντά στο τελευταίο σημείο του περιγράμματος. Τα σημεία προγραμματίζονται χωρίς αντιστάθμιση ακτίνας. Οι G27 προγραμματίζεται στο σημείο όπου γίνεται και η αντιστάθμιση ακτίνας του εργαλείου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.31.

G27	Σύνταξη :	G26 R...
	Παράδειγμα :	G26 R5

R = Ακτίνα εξόδου



Σχήμα 4.31 : Εντολή εφαπτομενικής αναχώρησης G27

4.4.13 Εικόνα καθρέφτη (G28)

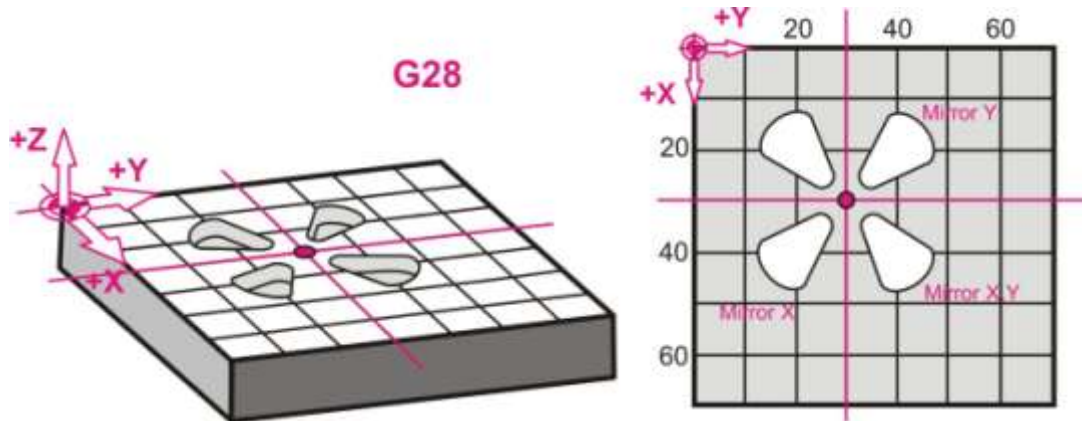
H

F

S

N

Με αυτή την εντολή γίνεται καθρεπτισμός του περιγράμματος στο τεμάχιο κατεργασίας. Ο καθρεπτισμός γίνεται ως προς κάποιον συγκεκριμένο άξονα. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ένας μόνο άξονας το εργαλείο εκτελεί το περίγραμμα με αντίθετη κατεύθυνση, ενώ στην περίπτωση που γίνεται χρήση δύο αξόνων το περίγραμμα αντιγράφεται με τις ίδιες κινήσεις. Το αποτέλεσμα του ειδώλου καθρέφτη εξαρτάται από το σημείο όπου τοποθετείται το επίπεδο. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.32.



Σχήμα 4.32 : Εντολή εικόνας καθρέφτη G28

Στις H, F : G101

Στην S : G51.1

4.4.14 Σταμάτημα πνευματικά προσανατολισμένης ατράκτου (G36)

H

F

S

N

Η μηχανή μπορεί να ελέγξει την άτρακτο του εργαλείου και να την περιστρέψει στην τιμή μιας συγκεκριμένης γωνίας που δίνεται από τον χρήστη. Το σταμάτημα της ατράκτου είναι χρήσιμο στην αλλαγή του κοπτικού εργαλείου με μία ορισμένη θέση αλλαγής και στον προσανατολισμό του πομπού και του δέκτη του μετρητικού βραχίονα.

4.4.15 Γεωμετρία περιγράμματος (G37)

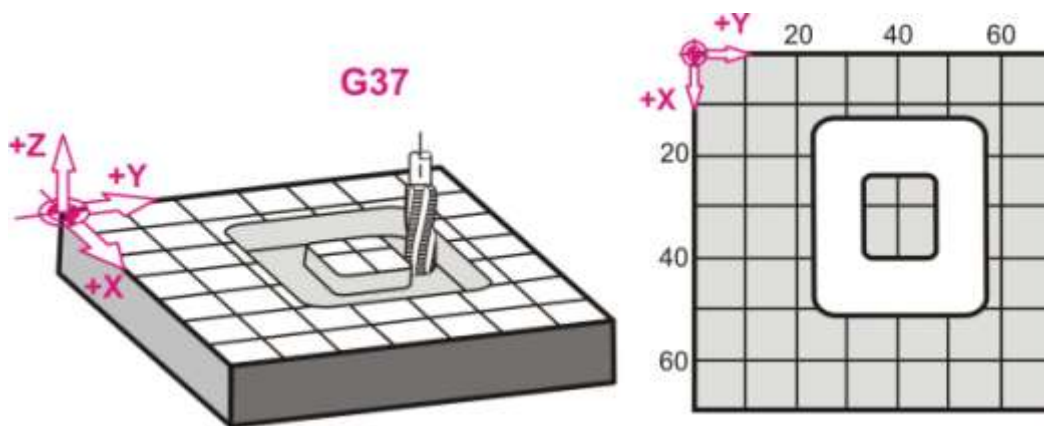
H

F

S

N

Με την εντολή αυτή δημιουργείται ένα περίγραμμα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο το οποίο εσωτερικά μπορεί να περιέχει ή όχι στερεό κάποιας συγκεκριμένης γεωμετρίας η οποία περιγράφεται στις παραμέτρους της εντολής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.33.



Σχήμα 4.33 : Εντολή γεωμετρίας περιγράμματος G37

4.4.16 Κλήση προγράμματος (G39)

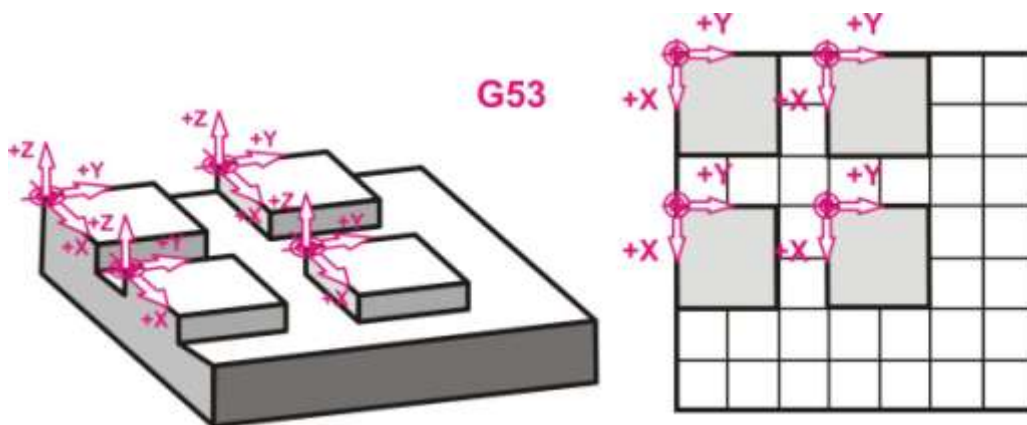
H F S N

Ρουτίνες που έχουν προγραμματιστεί (όπως ένας ειδικός κύκλος διάτρησης ή γεωμετρικά ορίσματα) μπορούν να γραφούν με τη μορφή ενός κύριου προγράμματος και έπειτα να κληθούν όμοια με τους ορισμένους κύκλους κατεργασίας.

4.4.17 Μετακίνηση επιπέδου με πίνακα επιπέδου (G53)

H F S N

Οι πίνακες επιπέδων χρησιμοποιούνται για συχνές επαναλαμβανόμενες ενέργειες σε πολλαπλά σημεία του τεμαχίου κατεργασίας και για συχνή χρήση της ίδιας μετακίνησης επιπέδου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.34.

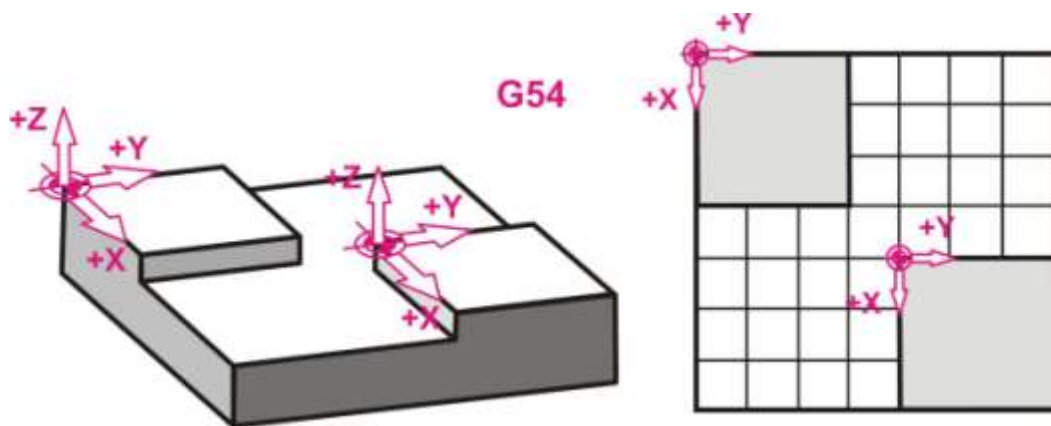


Σχήμα 4.34 : Εντολή μετακίνησης επιπέδου με πίνακα επιπέδου G53

4.4.18 Μετακίνηση επιπέδου (G54)

H F S N

Η μετακίνηση του επιπέδου επιτρέπει στη μηχανή να επαναλαμβάνει μια διαδικασία σε ποικίλα σημεία του τεμαχίου κατεργασίας. Όταν ενεργοποιείται η μετακίνηση επιπέδου, τότε όλες οι συντεταγμένες βασίζονται στο νέο σύστημα συντεταγμένων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.35.



Σχήμα 4.35 : Εντολή μετακίνησης επιπέδου G54

4.4.19 Επίπεδο αναφοράς (G55)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) κινείται με γρήγορη κίνηση στο αρχικό σημείο που έχει προγραμματιστεί. Έπειτα πλησιάζει το επίπεδο με σταθερή τιμή προώσεως που του έχει δοθεί.

4.4.20 Εκτέλεση δεδομένων τριών διαστάσεων (G60)

H F S N

Από το σημείο που βρίσκεται το εργαλείο κινείται με γρήγορη κίνηση στον άξονα του εργαλείου πάνω από το μέγιστο σημείο που έχει προγραμματιστεί στον κύκλο κατεργασίας. Στη συνέχεια το εργαλείο κινείται με μέγιστη πρόωση στο επίπεδο κατεργασίας στο ελάχιστο σημείο που έχει προγραμματιστεί. Από αυτό το σημείο το εργαλείο προχωρά στο πρώτο σημείο του περιγράμματος με την προγραμματιζόμενη πρόωση. Η διαδικασία συνεχίζεται με την προγραμματισμένη τιμή προώσεως.

4.4.21 Ρύθμιση ανοχής (G62)

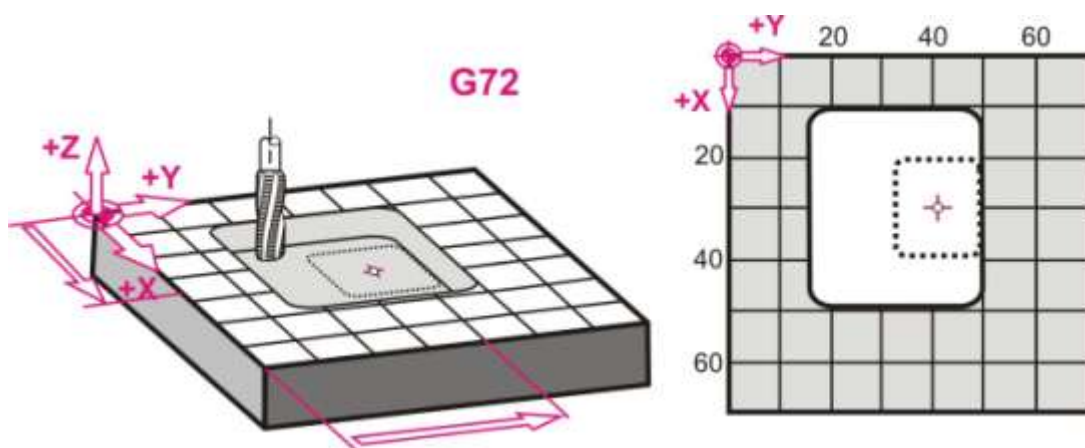
H F S N

Με την εντολή αυτή ο χρήστης μπορεί να επηρεάσει το αποτέλεσμα της κατεργασίας με εκτίμηση της ακρίβειας, καθορισμό της επιφάνειας και της ταχύτητας αφού έχει γίνει προσαρμογή στα χαρακτηριστικά της μηχανής.

4.4.22 Κλίμακα (G72)

H F S N

Με την εντολή της κλίμακας ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αυξάνει ή να μειώνει το μέγεθος του περιγράμματος εντός του προγράμματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.36.



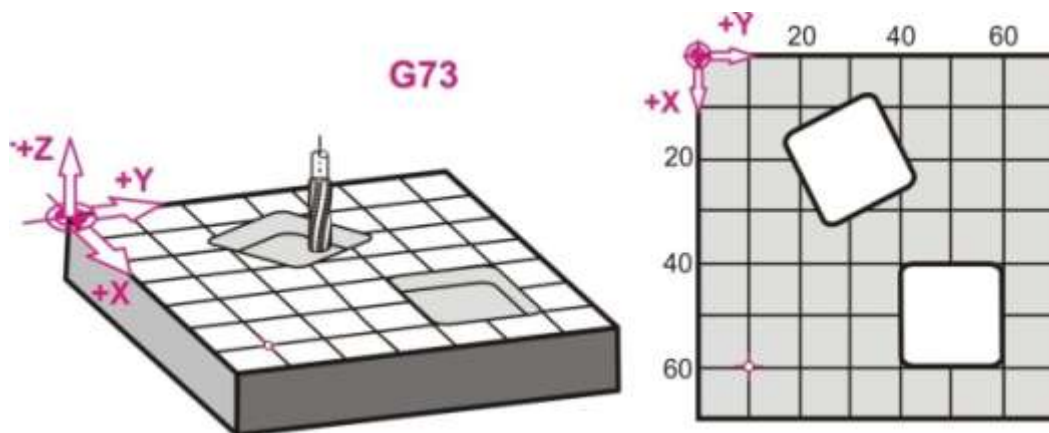
Σχήμα 4.36 : Εντολή κλίμακας G72

Στις H, F, S : G50

4.4.23 Περιστροφή (G73)

H F S N

Αυτή η εντολή επιτρέπει την περιστροφή του συστήματος συντεταγμένων. Η περιστροφή γίνεται με βάση τους άξονες συντεταγμένων. Για την περιστροφή του επιπέδου XY έχουμε άξονα αναφοράς τον άξονα X. Για την περιστροφή του επιπέδου YZ έχουμε άξονα αναφοράς τον άξονα Y. Για την περιστροφή του επιπέδου ZX έχουμε άξονα αναφοράς τον άξονα Z. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.37](#).



Σχήμα 4.37 : Εντολή περιστροφής G73

Στις H, F, S : G68

4.4.24 Επίπεδο εργασίας (G80)

H F S N

Η εντολή αυτή ορίζει την θέση του επιπέδου κατεργασίας και τη θέση αναφοράς του κοπτικού εργαλείου με την είσοδο τιμών γωνιών υπό κλίση. Υπάρχουν δύο τρόποι να καθοριστεί η θέση του επιπέδου κατεργασίας. Να δοθεί η θέση του περιστρεφόμενου άξονα κατευθείαν ή να περιγραφεί η θέση του επιπέδου κατεργασίας με χρήση περισσοτέρων των τριών περιστροφών του κανονικού συστήματος συντεταγμένων.

4.4.25 Αρίθμηση επιπέδου (G98)



4.4.26 Δεδομένα περιγράμματος (G120)



Με αυτή την εντολή εισάγονται στη μηχανή τα δεδομένα για την κατεργασία ενός συγκεκριμένου περιγράμματος.

4.4.27 Καθοδηγητικό τρύπημα (G121)



Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει μια αρχική οπή σύμφωνα με την οποία θα ξεκινήσει η μηχανή την δημιουργία του περιγράμματος.

4.4.28 Εκχόνδριση (G122)



Η συγκεκριμένη εντολή χρησιμοποιείται για την εκχόνδριση ενός περιγράμματος.

4.4.29 Τελείωμα πυθμένα (G123)



Η συγκεκριμένη εντολή χρησιμοποιείται για το φινίρισμα του πυθμένα ενός περιγράμματος.

4.4.30 Πλευρικό τελείωμα (G124)



Η συγκεκριμένη εντολή χρησιμοποιείται για το φινίρισμα της παράπλευρης επιφάνειας ενός περιγράμματος.

4.4.31 Ακολουθία περιγράμματος (G125)

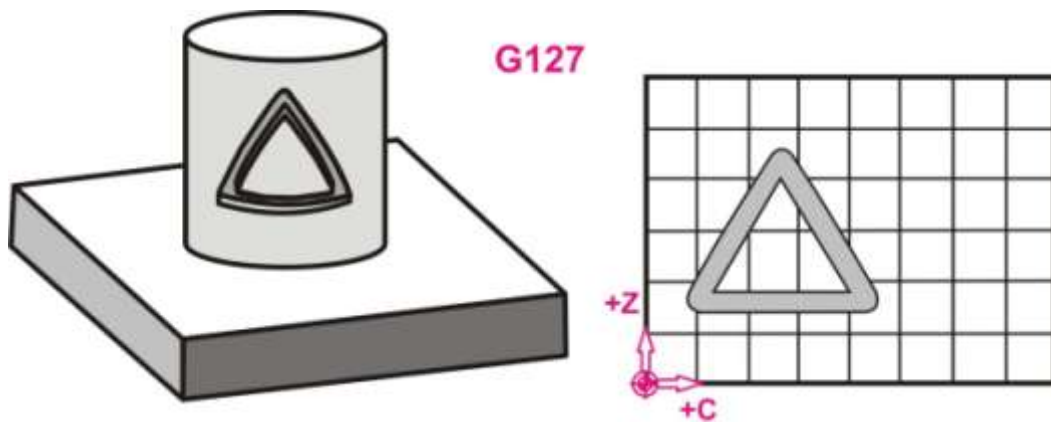


Αυτή η εντολή διευκολύνει τη μηχανή στη δημιουργία ανοικτών και κλειστών περιγραμμάτων. Προσφέρει αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα πάνω στην κατεργασία περιγράμματος χρησιμοποιώντας ακολουθίες εντολών θέσης. Στην οθόνη γίνεται γραφική προσομοίωση για να αποφευχθούν χαμηλά κοψίματα και ελαττώματα στην επιφάνεια. Αν η ακτίνα του επιλεγμένου εργαλείου είναι αρκετά μεγάλη, οι γωνίες του περιγράμματος ίσως χρειαστούν επανακατεργασία.

4.4.32 Κυλινδρική επιφάνεια (G127)



Αυτός ο κύκλος κατεργασίας επιτρέπει στον χρήστη τον προγραμματισμό ενός περιγράμματος στις δύο διαστάσεις και έπειτα το κατασκευάζει πάνω σε κυλινδρική επιφάνεια για τριών διαστάσεων κατεργασία. Το περίγραμμα περιγράφεται σε ένα υποπρόγραμμα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.38.



Σχήμα 4.38 : Εντολή κυλινδρικής επιφάνειας G127

4.4.33 Φραιζάρισμα σχισμής κυλινδρικής επιφάνειας (G128)

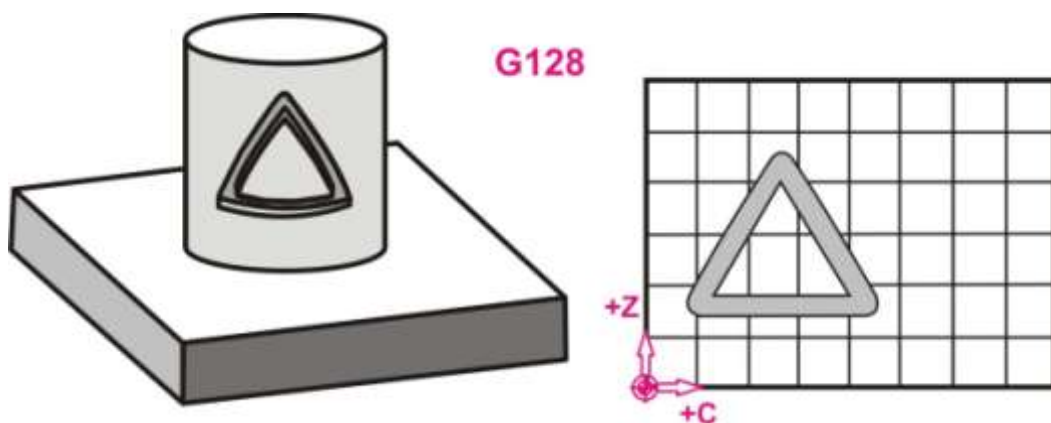
H

F

S

N

Αυτός ο κύκλος κατεργασίας επιτρέπει στον χρήστη να προγραμματίσει μία οδηγητική χάραξη στις δύο διαστάσεις και να την μεταφέρει πάνω σε μια κυλινδρική επιφάνεια. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.39.



Σχήμα 4.39 : Εντολή φραιζαρίσματος σχισμής κυλινδρικής επιφάνειας G128

4.4.34 Φραιζάρισμα επιμήκους γραμμής κυλινδρικής επιφάνειας (G129)

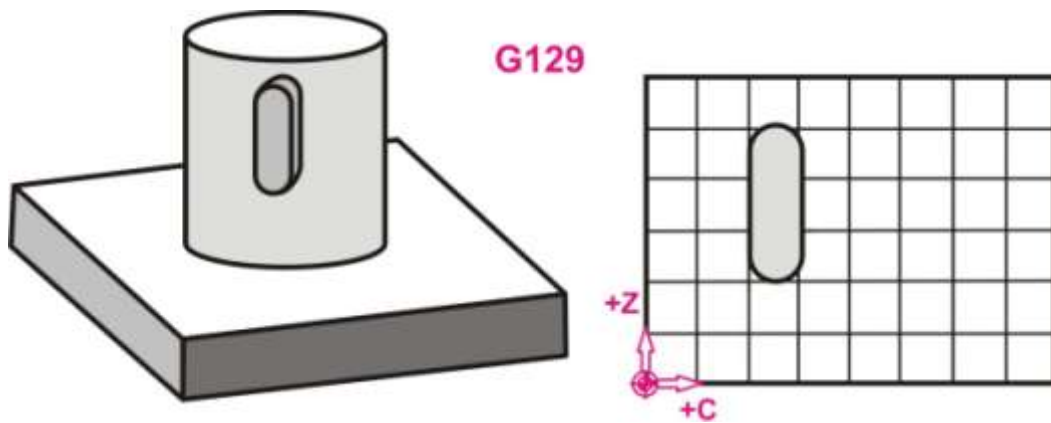
H

F

S

N

Αυτός ο κύκλος κατεργασίας επιτρέπει στον χρήστη να προγραμματίσει μια ευθεία, επιμήκης γραμμή στις δύο διαστάσεις και την μεταφέρει πάνω σε μια κυλινδρική επιφάνεια. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.40.

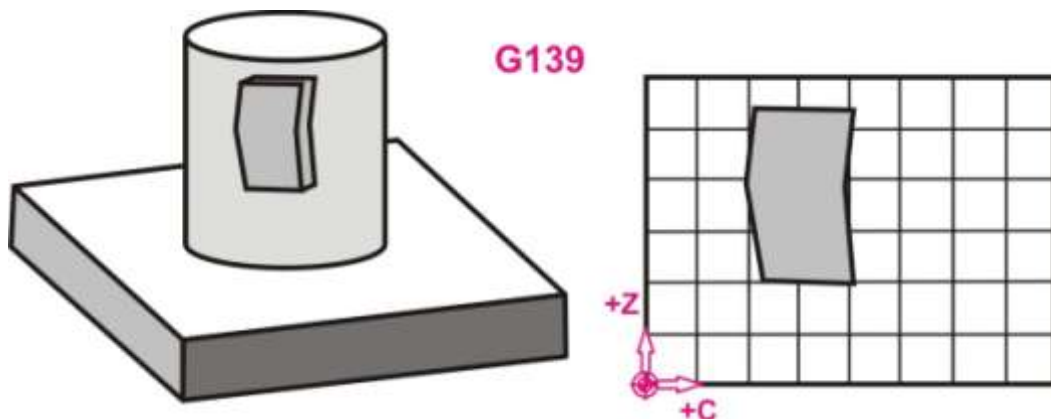


Σχήμα 4.40 : Εντολή φραιζαρίσματος επιμήκους γραμμής κυλινδρικής επιφάνειας G129

4.4.35 Φραιζάρισμα εξωτερικού περιγράμματος κυλινδρικής επιφάνειας (G139)



Αυτός ο κύκλος κατεργασίας επιτρέπει στον χρήστη να προγραμματίσει ένα περίγραμμα στις δύο διαστάσεις και την μεταφέρει πάνω σε μια κυλινδρική επιφάνεια. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.41.

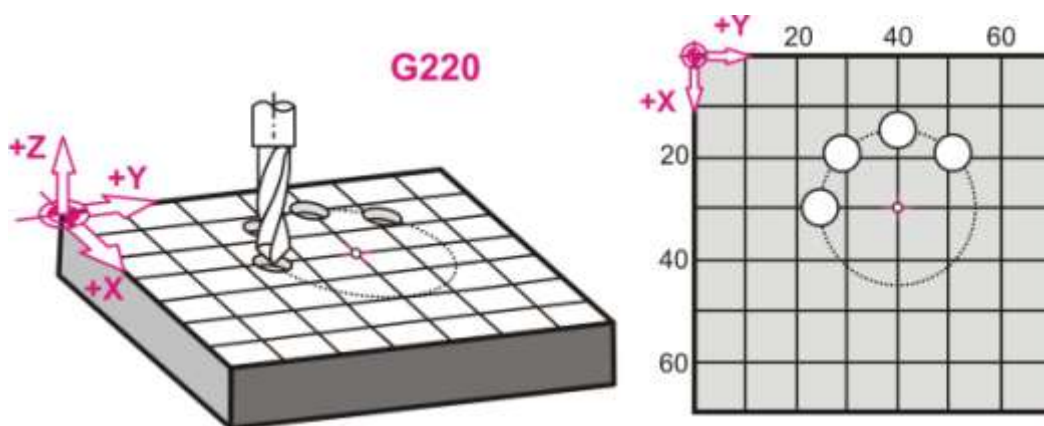


Σχήμα 4.41 : Εντολή φραιζαρίσματος εξωτερικού περιγράμματος κυλινδρικής επιφάνειας G139

4.4.36 Κυκλικό μοτίβο (G220)



Το εργαλείο κινείται με υψηλή ταχύτητα από το σημείο που βρίσκεται στο αρχικό σημείο για την πρώτη προγραμματιζόμενη κίνηση. Οι κινήσεις τις ατράκτου ακολουθούν μια κυκλική τροχιά. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.42.

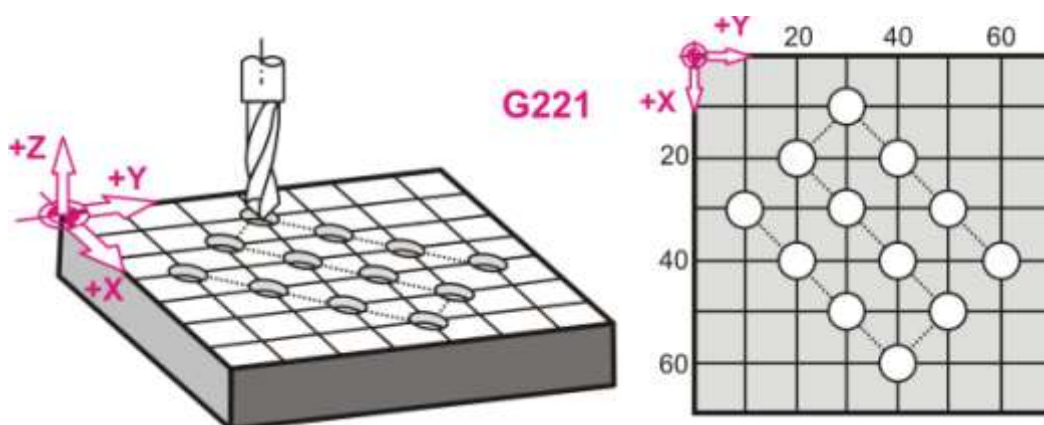


Σχήμα 4.42 : Εντολή κυκλικού μοτίβου G220

4.4.37 Γραμμικό μοτίβο (G221)

H F S N

Το εργαλείο κινείται με υψηλή ταχύτητα από το σημείο που βρίσκεται στο αρχικό σημείο για την πρώτη προγραμματιζόμενη κίνηση. Οι κινήσεις τις ατράκτου ακολουθούν μια ευθεία γραμμή. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.43](#).



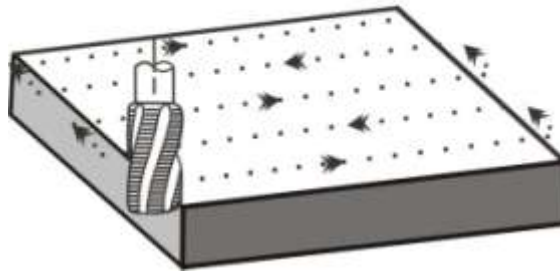
Σχήμα 4.43 : Εντολή γραμμικού μοτίβου G221

4.4.38 Φραιζάρισμα πολλαπλών περασμάτων (G230)

H F S N

Από το σημείο που βρίσκεται το εργαλείο κινείται με γρήγορη κίνηση στο σημείο που έχει οριστεί αρχικό του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας. Έπειτα το εργαλείο κινείται με την προγραμματισμένη τιμή προώσεως έως το τελικό σημείο. Το τελικό σημείο καθορίζεται από το αρχικό σημείο, το μήκος του προγράμματος και την ακτίνα του εργαλείου. Στη συνέχεια το εργαλείο κινείται σύμφωνα με το προγραμματιζόμενο πλάτος και επιστρέφει προς το μετατοπισμένο κατά την τιμή του πλάτους αρχικό σημείο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται τόσες φορές όσος είναι ο αριθμός των περασμάτων κοπής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.44](#).

G230



Σχήμα 4.44 : Εντολή φραιζαρίσματος πολλαπλών περασμάτων G230

4.4.39 Φραιζάρισμα πολλαπλών περασμάτων για κεκλιμένη επιφάνεια (G231)

H **F** **S** **N**

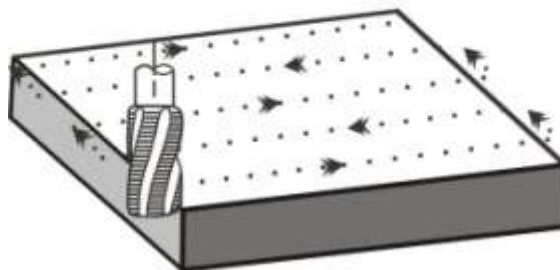
Από το σημείο που βρίσκεται το εργαλείο κινείται με γρήγορη κίνηση στο σημείο που έχει οριστεί αρχικό του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας. Έπειτα το εργαλείο κινείται με την προγραμματισμένη τιμή προώσεως έως το τελικό σημείο. Το τελικό σημείο καθορίζεται από το αρχικό σημείο, το μήκος του προγράμματος και την ακτίνα του εργαλείου. Στη συνέχεια το εργαλείο κινείται σύμφωνα με το προγραμματιζόμενο πλάτος και επιστρέφει προς το μετατοπισμένο κατά την τιμή του πλάτους αρχικό σημείο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται τόσες φορές όσες είναι ο αριθμός των περασμάτων κοπής.

4.4.40 Φραιζάρισμα προσώπου (G232)

H **F** **S** **N**

Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για το φραιζάρισμα προσώπου ενός επιπέδου επιφανείας με πολλαπλά περάσματα. Μπορούν να εφαρμοστούν τρεις διαφορετικές στρατηγικές στο φραιζάρισμα προσώπου ανάλογα με τις παραμέτρους που θα οριστούν. Μπορεί να προγραμματιστεί φραιζάρισμα προσώπου όπου το εργαλείο εκτελεί διαδοχικές εισόδους και εξόδους στο τεμάχιο. Άλλη περίπτωση είναι το φραιζάρισμα όπου το εργαλείο δεν εξέρχεται από το τεμάχιο κατεργασίας αλλά προχωρεί κατά πλάτος εντός του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Τέλος υπάρχει η περίπτωση φραιζαρίσματος μόνο προς μία κατεύθυνση όπου το κοπτικό εργαλείο σηκώνεται και επιστρέφει στην αρχική πλευρά για να εκτελέσει κάθε φορά το επόμενο πέρασμα. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.45.

G232



Σχήμα 4.45 : Εντολή φραιζαρίσματος προσώπου G232

4.4.41 Ορισμός επιπέδου (G247)

H F S N

Με τη συγκεκριμένη εντολή μπορεί να ορισθεί εκ το προτέρων ένα νέο επίπεδο μέσα σε έναν πίνακα επιπέδων. Μετά την χρήση της συγκεκριμένης εντολής όλες οι συντεταγμένες αναφέρονται στο νέο ορισμένο επίπεδο.

4.4.42 Δεδομένα ακολουθίας περιγράμματος (G270)

H F S N

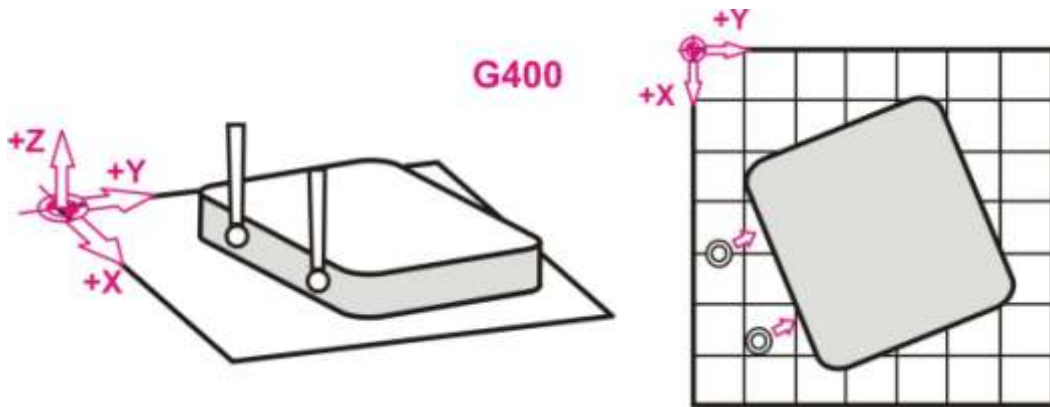
Με αυτή την εντολή προσδιορίζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην ακολουθία περιγράμματος.

4.5 Εντολές με χρήση μετρητικού βραχίονα βασισμένες στην καθοδήγηση Heidenhain

4.5.1 Βασική περιστροφή (G400)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας καθορίζει ένα τεμάχιο κατεργασίας κακώς ευθυγραμμισμένο μετρώντας δύο σημεία, τα οποία βρίσκονται πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια. Με τη συνάρτηση βασικής περιστροφής η μηχανή αντισταθμίζει την μετρούμενη τιμή. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.46.

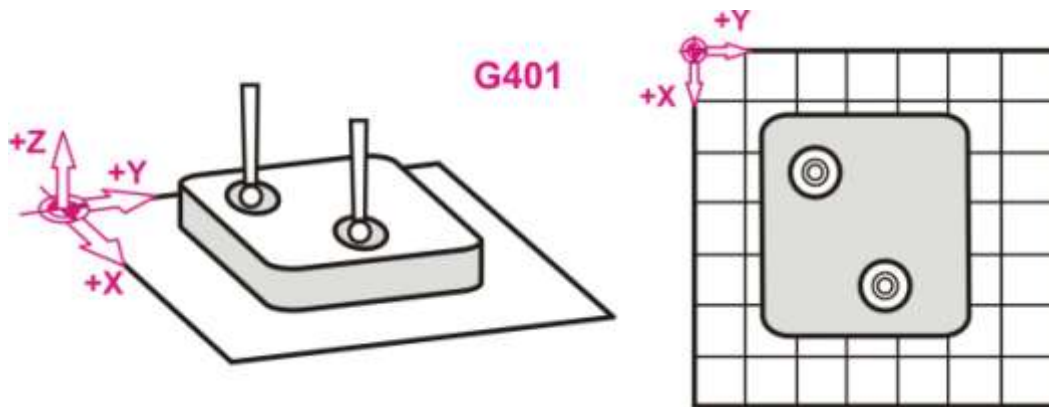


Σχήμα 4.46 : Εντολή βασικής περιστροφής G400

4.5.2 Βασική περιστροφή από δύο οπές (G401)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας καταμετρά τα κέντρα των δύο οπών. Έπειτα υπολογίζει την γωνία μεταξύ του άξονα αναφοράς στο επίπεδο κατεργασίας και την ευθεία γραμμή που ενώνει τα κέντρα των δύο οπών. Με τη συνάρτηση βασικής περιστροφής η μηχανή αντισταθμίζει την μετρούμενη τιμή. Εναλλακτικά, μπορεί να καθοριστεί αντιστάθμιση κακώς ευθυγραμμισμένου τεμαχίου με περιστροφή της περιστρεφόμενης τράπεζας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.47.

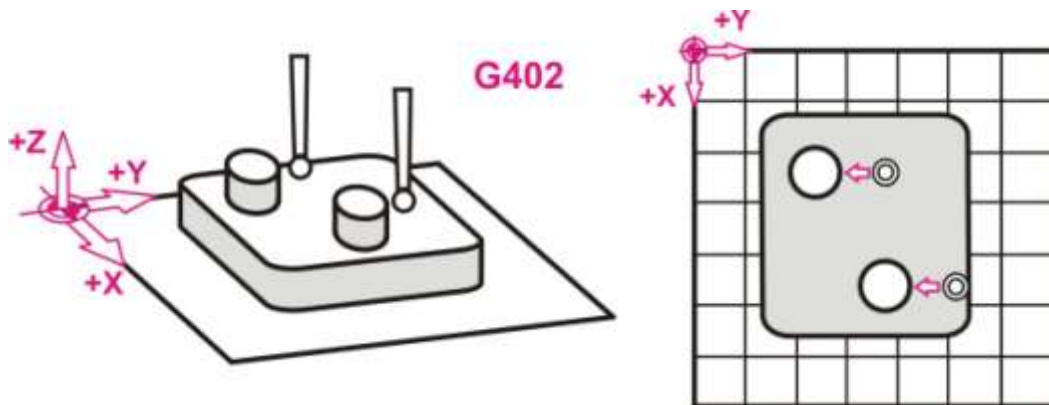


Σχήμα 4.47 : Εντολή βασικής περιστροφής από δύο οπές G401

4.5.3 Βασική περιστροφή πάνω από δύο εξοχές (G402)



Ο μετρητικός βραχίονας μετρά τα κέντρα των δύο εξοχών. Έπειτα υπολογίζει την γωνία μεταξύ του άξονα αναφοράς στο επίπεδο κατεργασίας και την ευθεία γραμμή που ενώνει τα κέντρα των δύο εξοχών. Με τη συνάρτηση βασικής περιστροφής η μηχανή αντισταθμίζει την μετρούμενη τιμή. Εναλλακτικά, μπορεί να καθοριστεί αντιστάθμιση κακώς ευθυγραμμισμένου τεμαχίου με περιστροφή της περιστρεφόμενης τράπεζας. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.48](#).

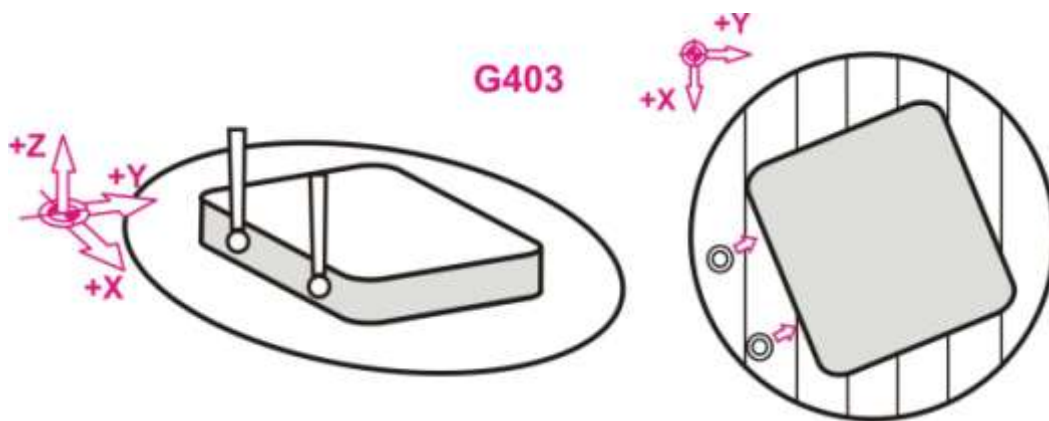


Σχήμα 4.48 : Εντολή βασικής περιστροφής από δύο οπές G401

4.5.4 Βασική περιστροφή, αντιστάθμιση μέσω περιστροφικού άξονα (G403)



Ο μετρητικός βραχίονας καθορίζει ένα τεμάχιο κατεργασίας κακώς ευθυγραμμισμένο μετρώντας δύο σημεία, τα οποία βρίσκονται πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια. Με τη συνάρτηση βασικής περιστροφής η μηχανή αντισταθμίζει την μετρούμενη τιμή. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.49](#).



Σχήμα 4.49 : Εντολή βασικής περιστροφής με αντιστάθμιση μέσω περιστροφικού άξονα G403

4.5.5 Ρύθμιση βασικής περιστροφής (G404)

H

F

S

N

Με τον μετρητικό βραχίονα μπορεί να οριστεί οποιαδήποτε βασική περιστροφή αυτόματα κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος.

4.5.6 Αντιστάθμιση τεμαχίου κατεργασίας κακής ευθυγράμμισης με περιστροφή του άξονα C (G405)

H

F

S

N

Με τον μετρητικό βραχίονα μπορεί να μετρηθεί η γωνιακή τιμή μεταξύ του θετικού άξονα Y του ενεργού συστήματος συντεταγμένων και του κέντρου μιας οπής ή γωνιακή τιμή μεταξύ της ονομαστικής θέσης και της ενεργής θέσης ενός κέντρου μιας οπής. Η μηχανή αντισταθμίζει την ορισμένη γωνιακή τιμή περιστρέφοντας τον άξονα C. Το τεμάχιο προς κατεργασία μπορεί να τοποθετηθεί σε μια οποιαδήποτε θέση πάνω στην περιστρεφόμενη τράπεζα αλλά η συντεταγμένη Y της οπής πρέπει να είναι θετική.

4.5.7 Κέντρο σχισμής ως σημείο αναφοράς (G408)

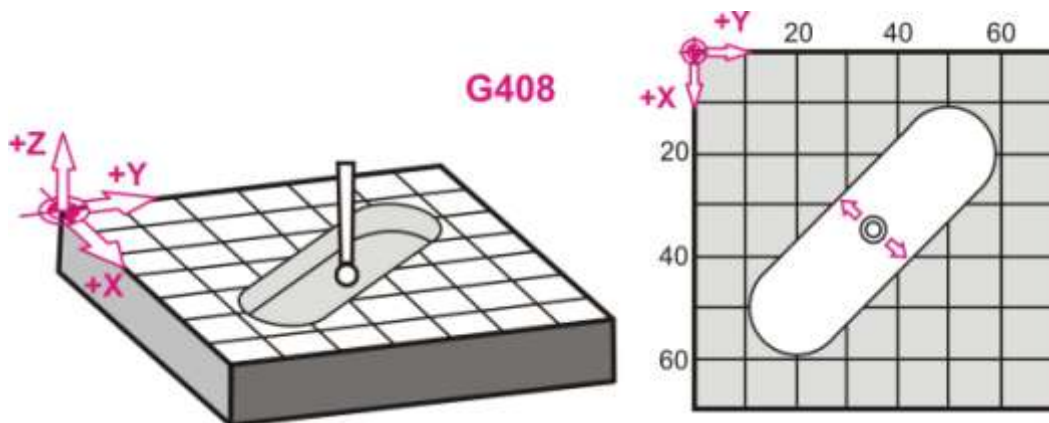
H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο της εξοχής και το ορίζει ως επίπεδο. Αυτό γίνεται με δύο κινήσεις του ακροσκληνίου αφής στα αντικριστά εσωτερικά τοιχώματα της εξοχής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.50.



Σχήμα 4.50 : Εντολή επιλογής κέντρου σχισμής ως σημείο αναφοράς G408

4.5.8 Κέντρο εξοχής ως σημείο αναφοράς (G409)

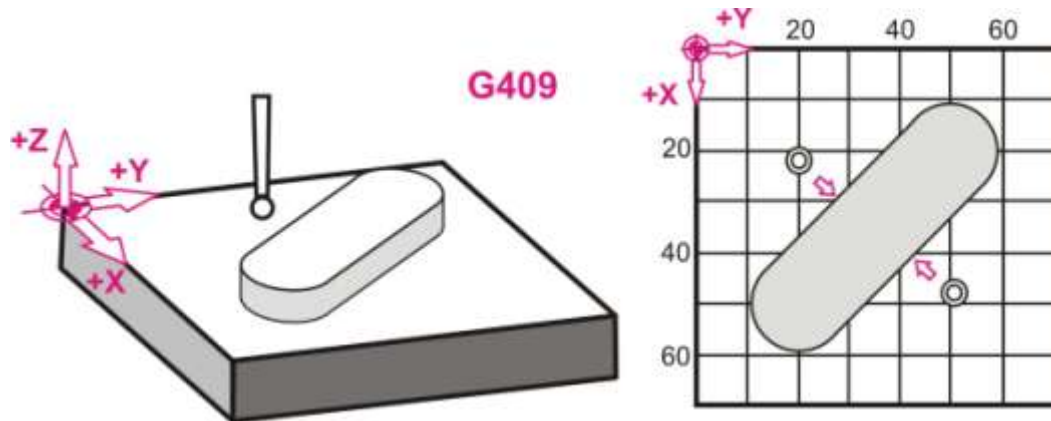
H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο της εξοχής και το ορίζει ως επίπεδο. Αυτό γίνεται με δύο κινήσεις του ακροσωληνίου αφής στα αντικριστά εξωτερικά τοιχώματα της εξοχής. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.51.



Σχήμα 4.51 : Εντολή επιλογής κέντρου εξοχής ως σημείο αναφοράς G409

4.5.9 Επίπεδο από το εσωτερικό του ορθογωνίου (G410)

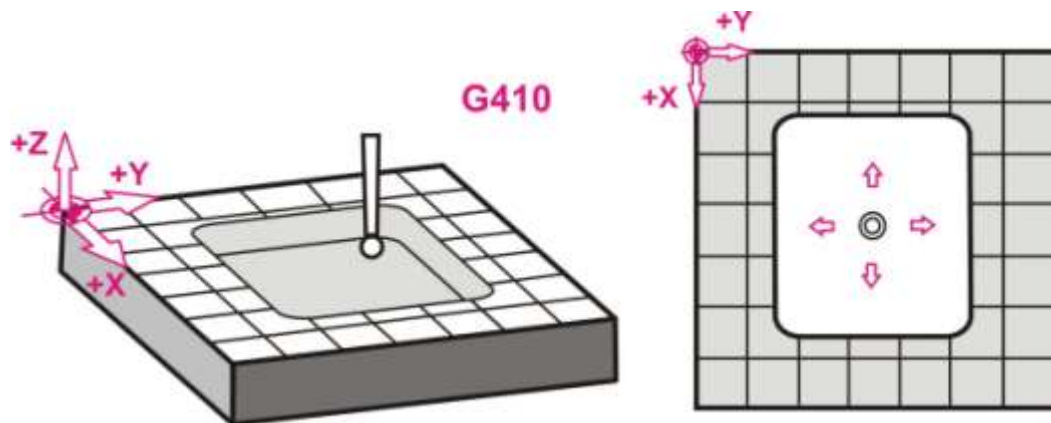
H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο του ορθογωνίου και το ορίζει ως επίπεδο. Αυτό γίνεται με τέσσερις κινήσεις του ακροσωληνίου αφής στα τοιχώματα του ορθογωνίου εσωτερικά. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.52.



Σχήμα 4.52 : Εντολή επιλογής επιπέδου από το εσωτερικό ορθογωνίου G410

4.5.10 Επίπεδο από το εξωτερικό του ορθογωνίου (G411)

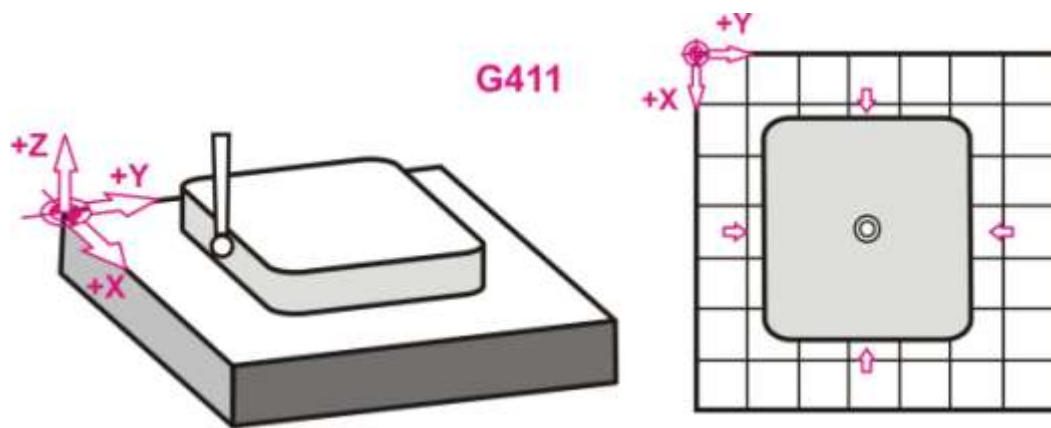
H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο του ορθογωνίου και το ορίζει ως επίπεδο. Αυτό γίνεται με τέσσερις κινήσεις του ακροσωληνίου αφής στα τοιχώματα του ορθογωνίου εξωτερικά. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.53.

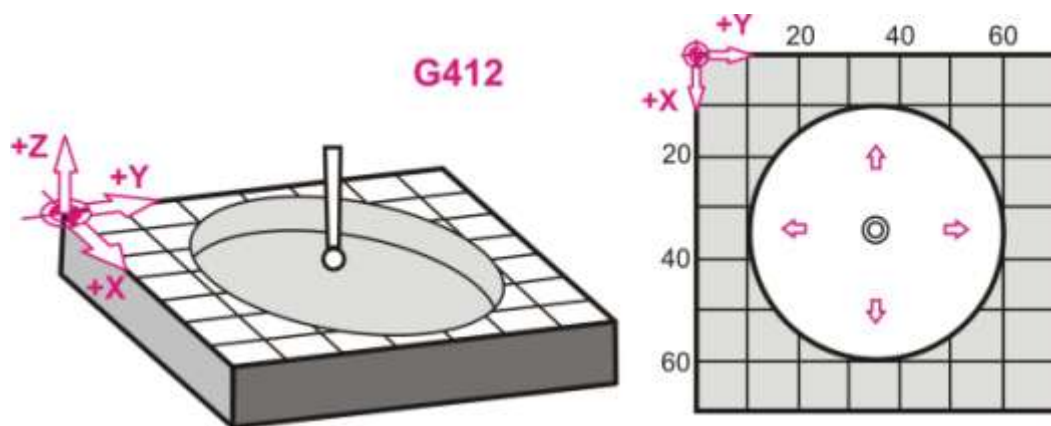


Σχήμα 4.53 : Εντολή επιλογής επιπέδου από το εξωτερικό ορθογωνίου G411

4.5.11 Επίπεδο από το εσωτερικό του κύκλου (G412)



Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο του κύκλου και το ορίζει ως επίπεδο. Αυτό γίνεται με τέσσερις κινήσεις του ακροσωληνίου αφής στα τοιχώματα του κύκλου εσωτερικά. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.54.

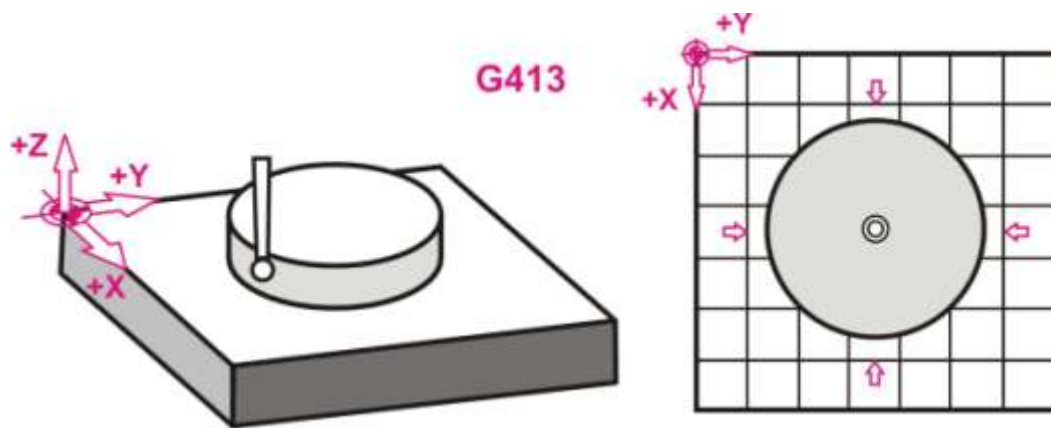


Σχήμα 4.54 : Εντολή επιλογής επιπέδου από το εσωτερικό κύκλου G412

4.5.12 Επίπεδο από το εξωτερικό του κύκλου (G413)



Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο του κύκλου και το ορίζει ως επίπεδο. Αυτό γίνεται με τέσσερις κινήσεις του ακροσωληνίου αφής στα τοιχώματα του κύκλου εξωτερικά. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.55.

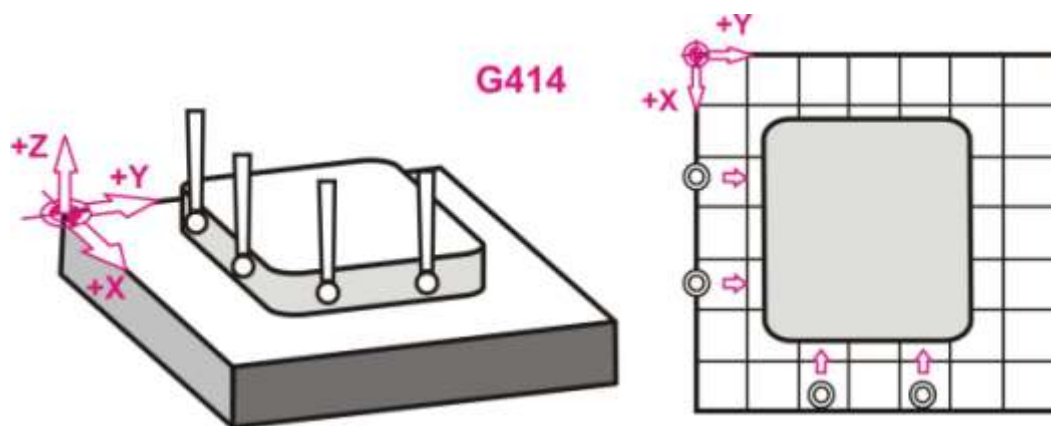


Σχήμα 4.55 : Εντολή επιλογής επιπέδου από το εξωτερικό κύκλου G413

4.5.13 Επίπεδο από το εξωτερικό γωνίας (G414)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει την τομή δύο γραμμών και την ορίζει ως το επίπεδο. Επίσης μπορεί να καθοριστεί η τομή σε έναν πίνακα επιπέδων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.56](#).

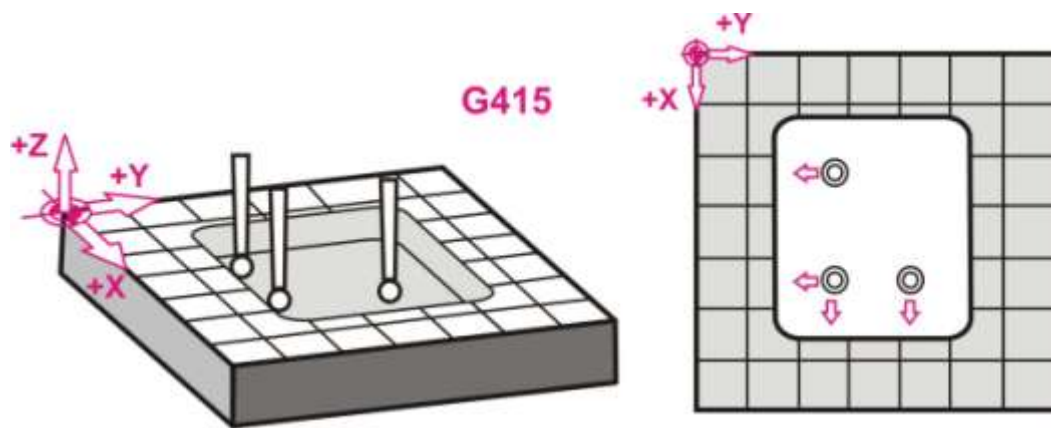


Σχήμα 4.56 : Εντολή επιλογής επιπέδου από το εξωτερικό γωνίας G414

4.5.14 Επίπεδο από το εσωτερικό γωνίας (G415)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει την τομή δύο γραμμών και την ορίζει ως το επίπεδο. Επίσης μπορεί να καθοριστεί η τομή σε έναν πίνακα επιπέδων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.57](#).

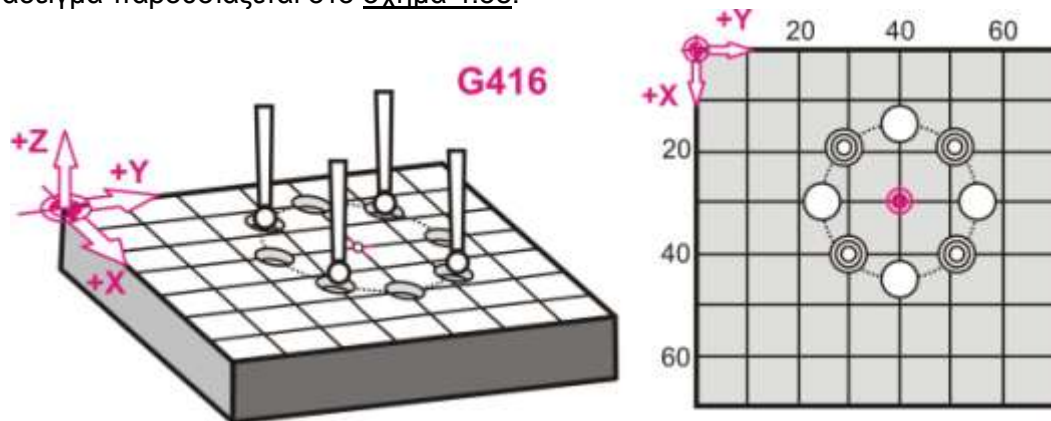


Σχήμα 4.57 : Εντολή επιλογής επιπέδου από το εσωτερικό γωνίας G415

4.5.15 Επίπεδο κέντρου κύκλου (G416)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο ενός κύκλου και ορίζει το κέντρο του ως επίπεδο. Επίσης μπορεί να καθοριστούν οι συντεταγμένες σε έναν πίνακα επιπέδων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.58](#).

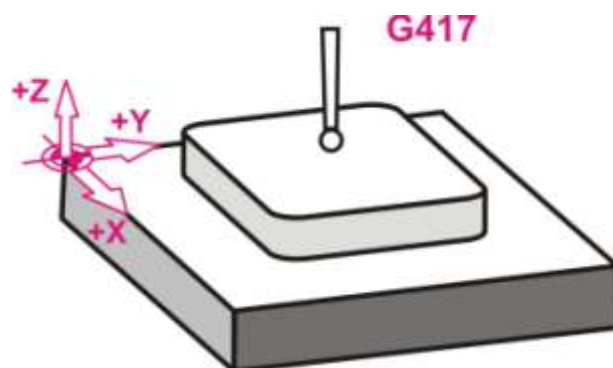


Σχήμα 4.58 : Εντολή επιλογής επιπέδου στο κέντρο κύκλου G416

4.5.16 Επίπεδο στο άγγιγμα του άξονα του probe (G417)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετρά κάθε συντεταγμένη με τον άξονα αφής του και το ορίζει ως επίπεδο. Επίσης μπορεί να καθοριστούν οι συντεταγμένες που μετρούνται σε έναν πίνακα επιπέδων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.59](#).



Σχήμα 4.59 : Εντολή επιλογής επιπέδου στο άγγιγμα του άξονα του probe G417

4.5.17 Επίπεδο στο κέντρο τεσσάρων οπών (G418)

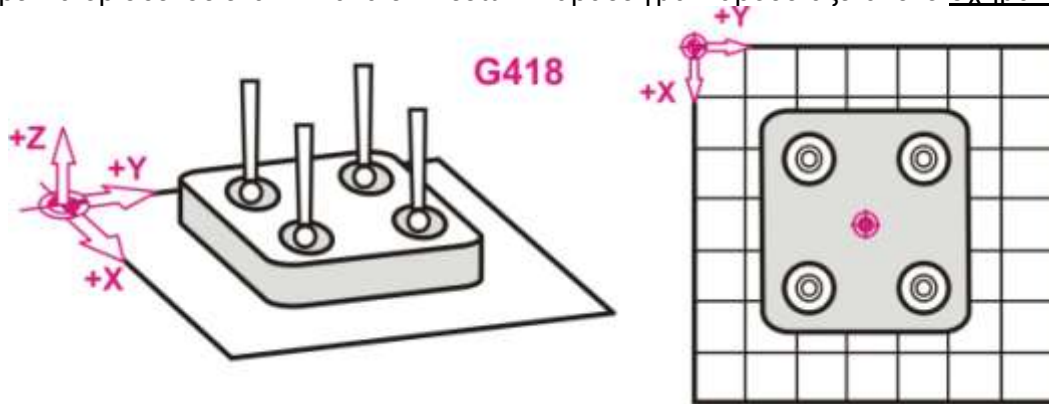
H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) υπολογίζει την τομή των δύο ευθειών που περνούν από τα κέντρα των αντικριστών οπών και ορίζει επίπεδο πάνω στην τομή. Επίσης η τομή μπορεί να ορισθεί σε έναν πίνακα επιπέδων. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.60](#).



Σχήμα 4.60 : Εντολή επιλογής επιπέδου στο κέντρο τεσσάρων οπών G418

4.5.18 Επίπεδο σε έναν άξονα (G419)

H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετρά κάθε συντεταγμένη πάνω σε οποιονδήποτε άξονα και την ορίζει ως επίπεδο. Επίσης μπορεί να καθοριστούν οι συντεταγμένες που μετρούνται σε έναν πίνακα επιπέδων.

4.5.19 Μέτρηση γωνίας (G420)

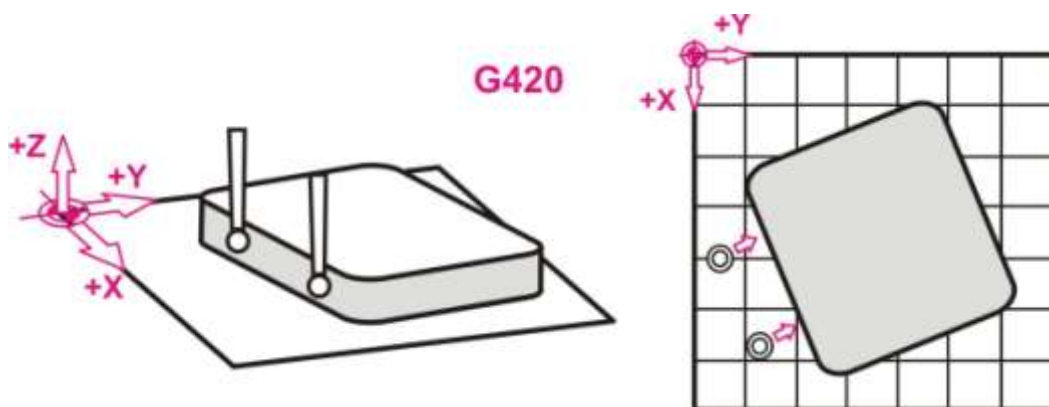
H

F

S

N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετρά την γωνία που οποιαδήποτε ευθεία επιφάνεια πάνω στο τεμάχιο κατεργασίας περιγράφει με αναφορά στον άξονα αναφοράς του επιπέδου. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.61](#).

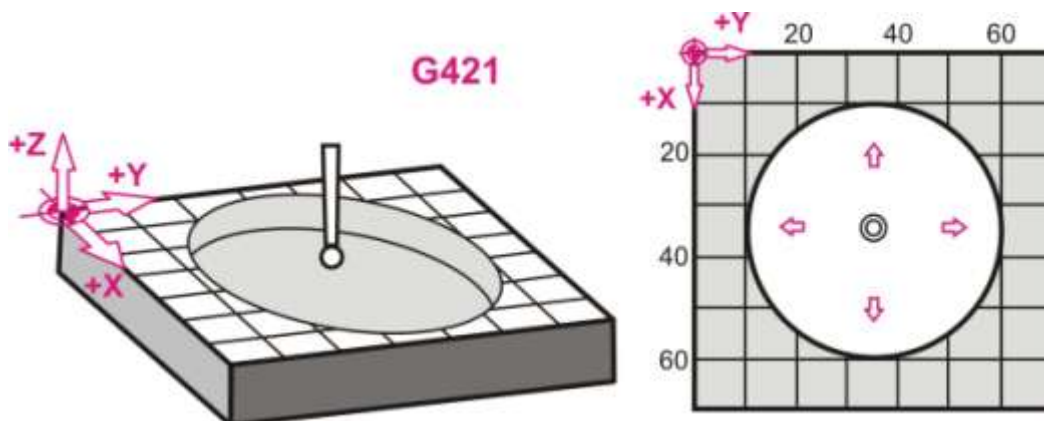


Σχήμα 4.61 : Εντολή μέτρησης γωνίας G420

4.5.20 Μέτρηση οπής (G421)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετρά το κέντρο και την διάμετρο μιας οπής. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή αντιστάθμισης και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.62.

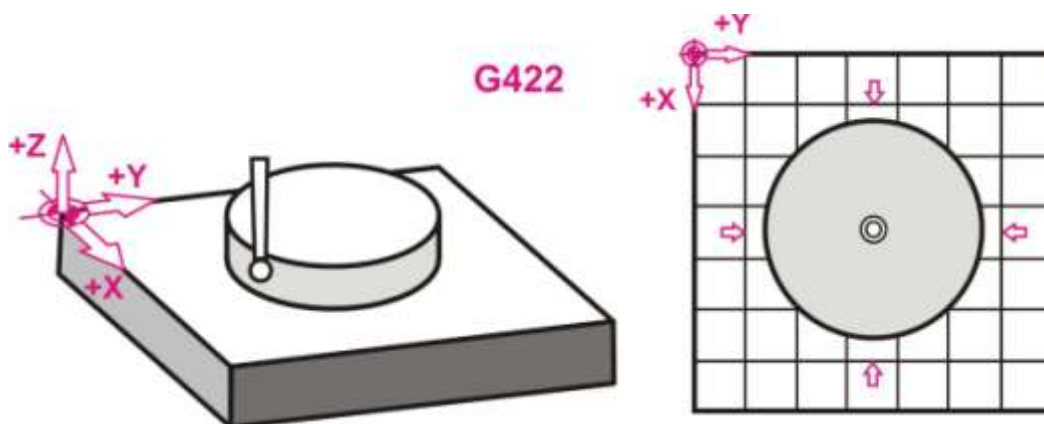


Σχήμα 4.62 : Εντολή μέτρησης οπής G421

4.5.21 Μέτρηση κύκλου εξωτερικά (G422)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετρά το κέντρο και την διάμετρο μιας εξοχής. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή αντιστάθμισης και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.63.

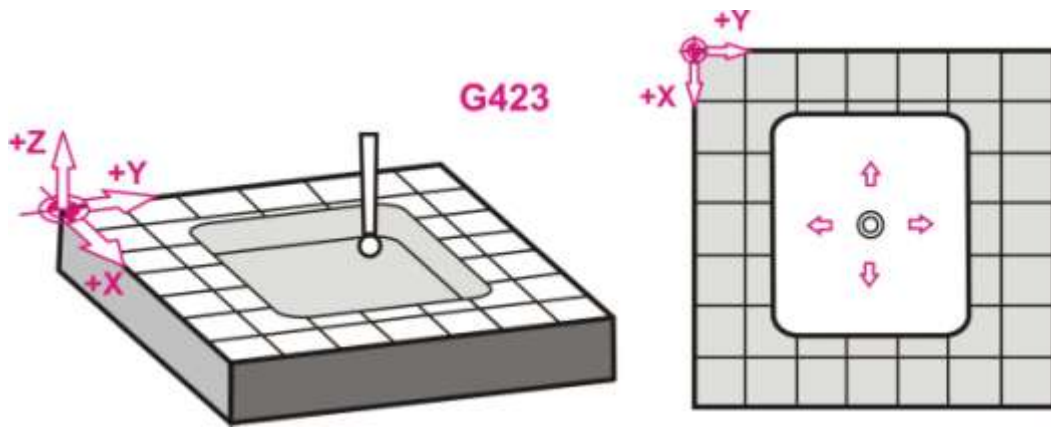


Σχήμα 4.63 : Εντολή μέτρησης κύκλου εξωτερικά G422

4.5.22 Μέτρηση ορθογωνίου εσωτερικά (G423)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο, το μήκος και το πλάτος μιας ορθογωνικής εσοχής. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.64.

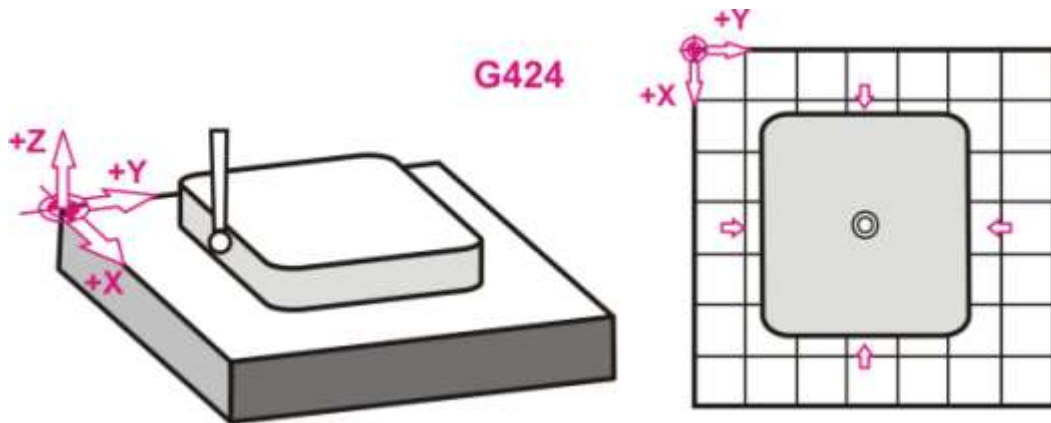


Σχήμα 4.64 : Εντολή μέτρησης ορθογωνίου εσωτερικά G423

4.5.23 Μέτρηση ορθογωνίου εξωτερικά (G424)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο, το μήκος και το πλάτος μιας ορθογωνικής εξοχής. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.65](#).

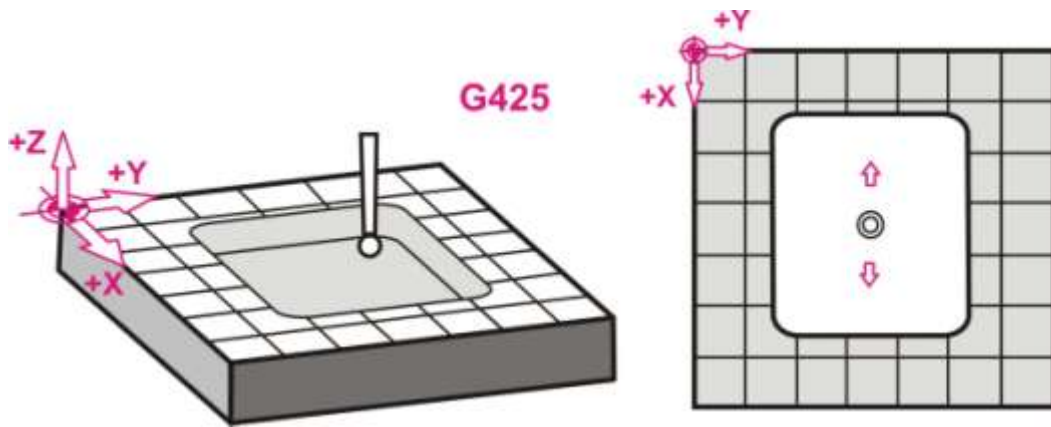


Σχήμα 4.65 : Εντολή μέτρησης ορθογωνίου εξωτερικά G424

4.5.24 Μέτρηση εσωτερικού πλάτους (G425)

H F S N

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετράει την θέση και το πλάτος της εσοχής. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.66](#).

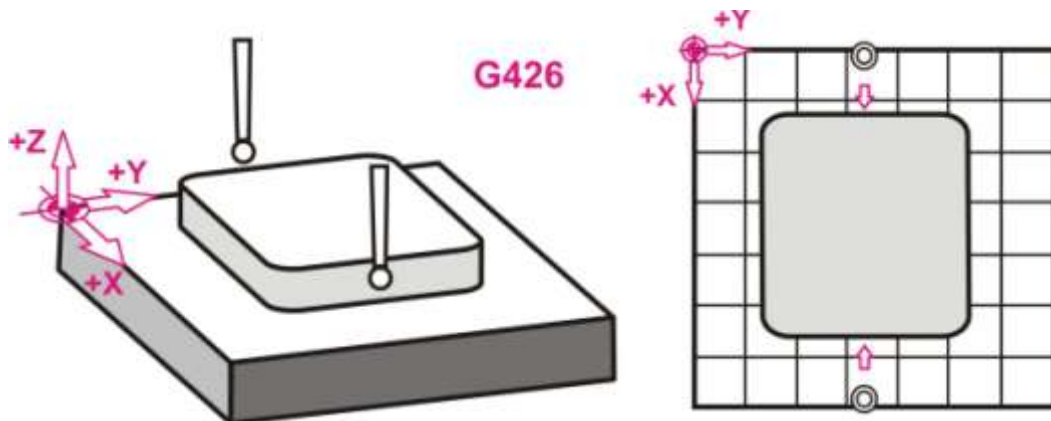


Σχήμα 4.66 : Εντολή μέτρησης εσωτερικού πλάτους G425

4.5.25 Μέτρηση πλάτους εξοχής (G426)



Ο μετρητικός βραχίονας (probe) μετράει την θέση και το πλάτος της εξοχής. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.67.

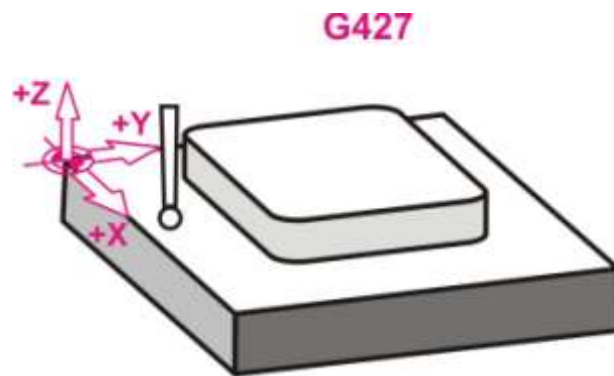


Σχήμα 4.67 : Εντολή μέτρησης πλάτους εξοχής G426

4.5.26 Μέτρηση συντεταγμένης (G427)



Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει μια συντεταγμένη πάνω σε έναν επιλεγμένο άξονα και αποθηκεύει την τιμή της στις παραμέτρους του συστήματος. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.68.

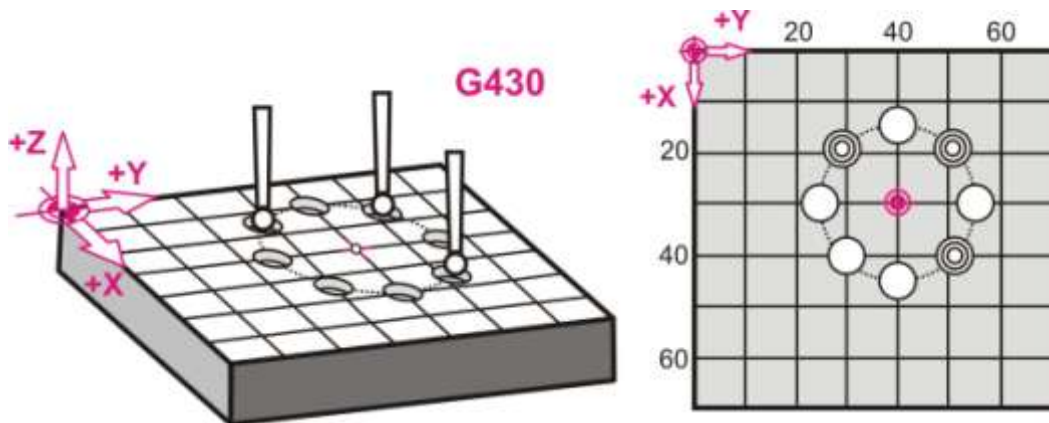


Σχήμα 4.68 : Εντολή μέτρησης συντεταγμένης G427

4.5.27 Μέτρηση απόστασης οπών κύκλου (G430)

H **F** **S** **N**

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει το κέντρο και την διάμετρο ενός κύκλου μετρώντας την θέση τριών οπών. Αν καθορισθεί αντίστοιχη τιμή ανοχής τότε η μηχανή μετατρέπει την ονομαστική σε πραγματική τιμή και την αποθηκεύει στις παραμέτρους του συστήματος. Παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.69.

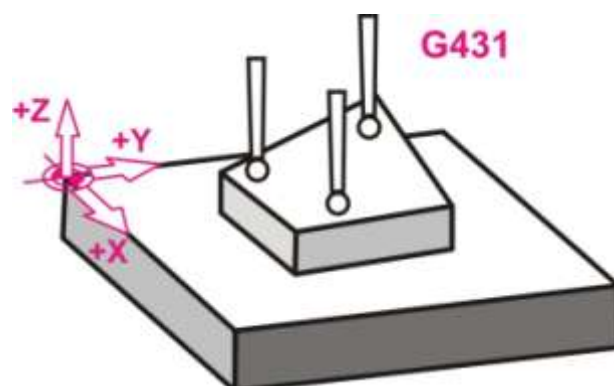


Σχήμα 4.69 : Εντολή μέτρησης απόστασης οπών κύκλου G430

4.5.28 Μέτρηση επιπέδου (G431)

H **F** **S** **N**

Ο μετρητικός βραχίονας (probe) βρίσκει την γωνία του επιπέδου μετρώντας τρία σημεία. Έπειτα αποθηκεύει τις μετρούμενες τιμές στις παραμέτρους του συστήματος.



Σχήμα 4.70 : Εντολή μέτρησης επιπέδου G431

4.5.29 Μέτρηση κίνησης άξονα (G440)



Με την εντολή αυτή η μηχανή μετράει τις κινήσεις του άξονα της μηχανής.

4.5.30 Γρήγορο probing (G441)



Με την εντολή αυτή ο μετρητικός βραχίονας (probe) επιτρέπει τον γενικό ορισμό διαφορετικών παραμέτρων για όλους τους ακόλουθους κύκλους του probe. Αυτό κάνει εύκολη την βελτιστοποίηση των προγραμμάτων έτσι ώστε να μειωθεί ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να γίνει μια κατεργασία.

4.5.31 Αποθήκευση κινηματικής (G450)



Με τον μετρητικό βραχίονα (probe) μπορεί να αποθηκευθούν οι κινήσεις της μηχανής. Υπάρχουν δέκα θέσεις αποθήκευσης διαθέσιμες.

4.5.32 Μέτρηση κινηματικής (G451)



Ο μετρητικός βραχίονας δίνει την δυνατότητα να ελέγχεται και να βελτιώνεται η κινηματική της μηχανής.

4.5.33 Πρωτοποθέτηση αντιστάθμισης (G452)



Ο μετρητικός βραχίονας βελτιστοποιεί την κινηματική αλυσίδα μετασχηματισμού της μηχανής. Έπειτα η μηχανή συνδέει το σύστημα συντεταγμένων του τεμαχίου κατεργασίας με το κινηματικό μοντέλο με τέτοιο τρόπο ώστε η παρούσα πρωτοποθέτηση να είναι στο κέντρο της βαθμονομημένης σφαίρας μετά την βελτιστοποίηση.

4.5.34 Βαθμονόμηση του εργαλείου αφής (G480)



Με αυτή την εντολή το εργαλείο αφής βαθμονομείται. Η βαθμονόμηση γίνεται αυτόματα. Η μηχανή μετράει το κέντρο του εργαλείου που βαθμονομείται περιστρέφοντας την άτρακτο κατά 180 μοίρες μετά το πρώτο μισό του κύκλου βαθμονόμησης.

4.5.35 Μέτρηση του μήκους του εργαλείου (G481)



Αυτή η εντολή μετράει το μήκος του κοπτικού εργαλείου. Μέσω παραμέτρων εισόδου το μήκος του εργαλείου μετριέται με έναν από τους ακόλουθους τρεις τρόπους. Αν η διάμετρος του εργαλείου είναι μεγαλύτερη από το εργαλείο αφής τότε το εργαλείο μετράται κατά την διάρκεια περιστροφής του. Αν η διάμετρος του εργαλείου είναι μικρότερη από το εργαλείο αφής ή είναι επιθυμητή η τιμή του μήκους ενός τρυπανιού ή σφαιρικού κοπτικού τότε το κοπτικό μετράται χωρίς να περιστρέφεται. Τέλος αν διάμετρος του εργαλείου είναι μεγαλύτερη από το εργαλείο αφής τότε σταθερό χωρίς περιστροφή μπορεί να μετρηθεί το κάθε δόντι του κοπτικού.

4.5.36 Μέτρηση της ακτίνας του εργαλείου (G482)

HFSN

Μέσω παραμέτρων εισόδου η ακτίνα του εργαλείου μετριέται με έναν από τους ακόλουθους δύο τρόπους. Μετρώντας το εργαλείο ενώ περιστρέφεται ή μετρώντας κάθε δόντι του εργαλείου κατά την περιστροφή του.

4.5.37 Μέτρηση του μήκους και της ακτίνας του εργαλείου (G483)

HFSN

Με αυτή την εντολή μετράται και το μήκος αλλά και η ακτίνα του εργαλείου με έναν από τους ακόλουθους δύο τρόπους. Μετρώντας το εργαλείο ενώ περιστρέφεται ή μετρώντας κάθε δόντι του εργαλείου κατά την περιστροφή του.

4.5.38 Βαθμονόμηση του ασύρματου εργαλείου αφής (G484)

HFSN

Με αυτή την εντολή βαθμονομείται το ασύρματο εργαλείο αφής. Όλη η διαδικασία γίνεται αυτόματα εφόσον η θέση του εργαλείου πάνω στη τράπεζα δεν είναι ορισμένη.

4.6 Εντολές βοηθητικών λειτουργιών βασισμένες στην καθοδήγηση Heidenhain

4.6.1 Δεξιόστροφη κίνηση ατράκτου και εκκίνηση σαπουνελαίου (M13)

HFSN

Επιτρέπει δεξιόστροφη κίνηση και ενεργοποίηση του σαπουνελαίου.

4.6.2 Αριστερόστροφη κίνηση ατράκτου και εκκίνηση σαπουνελαίου (M14)

HFSN

Επιτρέπει αριστερόστροφη κίνηση και ενεργοποίηση του σαπουνελαίου.

4.6.3 Προγραμματισμός συντεταγμένων αναφοράς στο επίπεδο της μηχανής (M91)

HFSN

Με M91 κλείνει η ακολουθία εντολών όταν οι συντεταγμένες θέσης αναφέρονται στο επίπεδο της μηχανής.

4.6.4 Προγραμματισμός συντεταγμένων αναφοράς στο επίπεδο της μηχανής (M92)

HFSN

Με M92 κλείνει η ακολουθία εντολών όταν οι συντεταγμένες θέσης αναφέρονται στο σημείο που έχει προγραμματιστεί.

4.6.5 Μείωση στροφών περιστροφικού άξονα (M94)

H	F	S	N
---	---	---	---

Μειώνεται η τιμή περιστροφής του περιστροφικού άξονα σε τιμή μικρότερη των 360 μοιρών.

4.6.6 Μικρά βήματα περιγράμματος (M97)

H	F	S	N
---	---	---	---

Το περίγραμμα δημιουργείται με ασυνεχείς κινήσεις.

4.6.7 Ολόκληρη διάνοιξη περιγράμματος (M98)

H	F	S	N
---	---	---	---

Το περίγραμμα δημιουργείται κατευθείαν.

4.6.8 Κλήση ακολουθίας εντολών (M99)

H	F	S	N
---	---	---	---

Καλείται μια ακολουθία εντολών για να εκτελεστεί ως κύκλος κατεργασίας.

4.6.9 Αυτόματη αλλαγή εργαλείου και αντικατάστασή του (M101)

H	F	S	N
---	---	---	---

Χρησιμοποιείται για να αλλάζει το εργαλείο και να αντικαθίσταται σε περίπτωση φθοράς.

4.6.10 Ακύρωση αυτόματης αλλαγής εργαλείου και αντικατάστασής του (M102)

H	F	S	N
---	---	---	---

Ακύρωση της εντολής M101.

4.6.11 Μείωση τιμής προώσεως κατά το βύθισμα (M103)

H	F	S	N
---	---	---	---

Μειώνεται κατά ένα ποσοστό η τιμή με την οποία εισέρχεται το εργαλείο εντός του τεμαχίου κατεργασίας.

4.6.12 Ενεργοποίηση τελευταίου επιπέδου (M104)

H	F	S	N
---	---	---	---

Ενεργοποιείται ξανά το τελευταίο επίπεδο που είχε ορισθεί τελευταίο.

4.6.13 Εμποδισμός μηνύματος σφάλματος για αλλαγή εργαλείου (M107)

H	F	S	N
---	---	---	---

4.6.14 Ακύρωση εμποδισμού μηνύματος σφάλματος για αλλαγή εργαλείου (M108)

H	F	S	N
---	---	---	---

Ακυρώνει την M107.

4.6.15 Σταθερή ταχύτητα στην άκρη του κοπτικού εργαλείου (M109)



Η τιμή της πρόωσης μπορεί να αυξάνεται ή να μειώνεται.

4.6.16 Σταθερή ταχύτητα στην άκρη του κοπτικού εργαλείου (M110)



Η τιμή της πρόωσης μπορεί μόνο να μειώνεται.

4.6.17 Ακύρωση της σταθερής ταχύτητα στην άκρη του κοπτικού εργαλείου (M111)



Ακυρώνει τις εντολές M109 και M110.

4.6.18 Αυτόματη αντιστάθμιση της γεωμετρίας όταν η μηχανή δουλεύει με κεκλιμένους άξονες (M114)



4.6.19 Επανατοποθέτηση αυτόματης αντιστάθμιση γεωμετρίας (M115)



Επανατοποθέτηση της εντολής M114.

4.6.20 Τιμή προώσεως για περιστρεφόμενους άξονες (M116)



Δίνεται η τιμή της πρόωσης για περιστρεφόμενους άξονες σε mm/min.

4.6.21 Ακύρωση τιμής προώσεως για περιστρεφόμενους άξονες (M117)



Ακυρώνει την M116.

4.6.22 Υπολογισμός αντιστάθμισης ακτίνας περιγράμματος (M120)



Υπολογίζεται η αντιστάθμιση αυτόματα εφόσον έχει διαβαστεί από την μηχανή η επόμενη ακολουθία εντολών για την κατεργασία περιγράμματος.

4.6.23 Συντομότερη κίνηση για περιστρεφόμενους άξονες (M126)



Η μηχανή υπολογίζει το συντομότερο μονοπάτι για την κατεργασία που γίνεται σε έναν περιστρεφόμενο άξονα.

4.6.24 Ακύρωση συντομότερης κίνηση για περιστρεφόμενους άξονες (M127)

H

F

S

N

Ακυρώνει την M126.

4.6.25 Εξασφάλιση σημείου ακμής όταν χρησιμοποιείται κεκλιμένος άξονας (M128)

H

F

S

N

4.6.26 Ακύρωση εξασφάλισης σημείου ακμής όταν χρησιμοποιείται κεκλιμένος άξονας (M129)

H

F

S

N

Ακυρώνει την M128.

4.6.27 Μετακίνηση σε θέση με κεκλιμένο επίπεδο κατεργασίας (M130)

H

F

S

N

4.6.28 Ακριβές σταμάτημα σε μη επαπτομενικό σημείο περιγράμματος με περιστροφικό άξονα (M134)

H

F

S

N

4.6.29 Επαναπροσδιορισμός ακριβούς σταματήματος σε μη επαπτομενικό σημείο περιγράμματος με περιστροφικό άξονα (M135)

H

F

S

N

Επαναπροσδιορίζει την M134.

4.6.30 Τιμή προώσεως σε χιλιοστά ανά περιστροφή ατράκτου (M136)

H

F

S

N

4.6.31 Επαναπροσδιορισμός τιμής προώσεως σε χιλιοστά ανά περιστροφή ατράκτου (M137)

H

F

S

N

Επαναπροσδιορίζει την M136.

4.6.32 Επιλογή κεκλιμένου άξονα (M138)

H

F

S

N

4.6.33 Ανάκληση από το περίγραμμα στην κατεύθυνση του άξονα του εργαλείου (M140)

H

F

S

N

4.6.34 Ακύρωση παρακολούθησης μετρητικού βραχίονα (M141)

H

F

S

N

4.6.35 Διαγραφή προαιρετικών πληροφοριών προγράμματος (M142)

H

F

S

N

4.6.36 Διαγραφή βασικής περιστροφής (M143) H F S N

4.6.37 Αντιστάθμιση κινηματικής διαμόρφωσης (M144) H F S N

4.6.38 Επαναπροσδιορισμός αντιστάθμιση κινηματικής διαμόρφωσης (M145) H F S N

Επαναπροσδιορίζει την M144.

4.6.39 Ανάκληση εργαλείου από το περίγραμμα (M148) H F S N

4.6.40 Ακύρωση ανάκλησης εργαλείου από το περίγραμμα (M149) H F S N

Ακυρώνει την M148.

4.6.41 Αναίρεση ορίου διακοπής μηνυμάτων (M150) H F S N

4.6.42 Προγραμματισμός τάσης για κοπή με λέιζερ (M200) H F S N

4.6.43 Προγραμματισμός τάσης συναρτήσει της απόστασης για κοπή με λέιζερ (M201) H F S N

4.6.44 Προγραμματισμός τάσης συναρτήσει της ταχύτητας για κοπή με λέιζερ (M202) H F S N

4.6.45 Προγραμματισμός τάσης συναρτήσει του χρόνου για κοπή με λέιζερ (rump) (M203) H F S N

4.6.46 Προγραμματισμός τάσης συναρτήσει του χρόνου για κοπή με λέιζερ (pulse) (M204) H F S N

στον ακόλουθο πίνακα σύμφωνα με τη θέση που έχουν τοποθετηθεί στην παλέτα της εργαλειομηχανής.

T2	Κονδύλι Φ10
T3	Κονδύλι Φ3
T4	Κονδύλι Φ12
T5	Κονδύλι Φ7
T6	Σπειροτόμος M14
T7	Τρυπάνι Φ5
T8	Κονδύλι Φ5
T9	Τρυπάνι Φ4

5.3 Μηδενισμός τεμαχίου και έναρξη κατεργασία

Απαραίτητος για την εκτέλεση ενός προγράμματος είναι ο ορισμός του σημείου μηδέν του τεμαχίου κατεργασίας. Αυτός γίνεται είτε με την χρήση μετρητικού βραχίονα (probe) είτε με την χρήση μετρητικού ρολογιού. Στην εφαρμογή ορίζεται ως σημείο μηδέν η κάτω αριστερή γωνία στην επάνω επιφάνεια του τεμαχίου προς κατεργασία. Ο μηδενισμός γίνεται με χρήση μετρητικού ρολογιού φέροντάς το σε επαφή με την αριστερή και την κάτω πλευρά του αρχικού τεμαχίου.



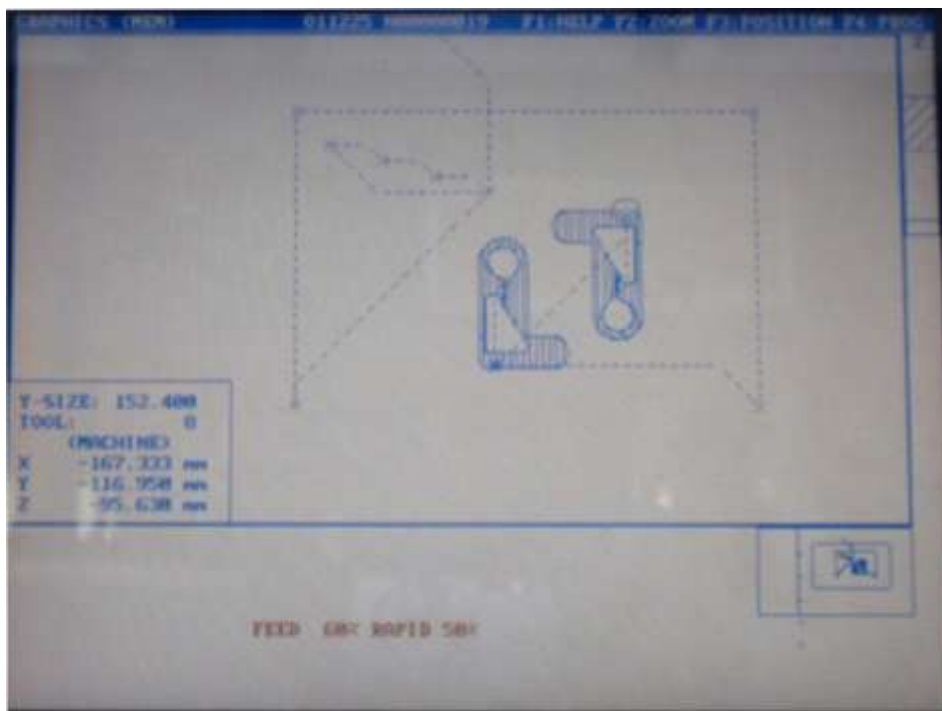
Σχήμα 5.2 : Μηδενισμός τεμαχίου

5.4 Προσομοίωση τελικού αποτελέσματος

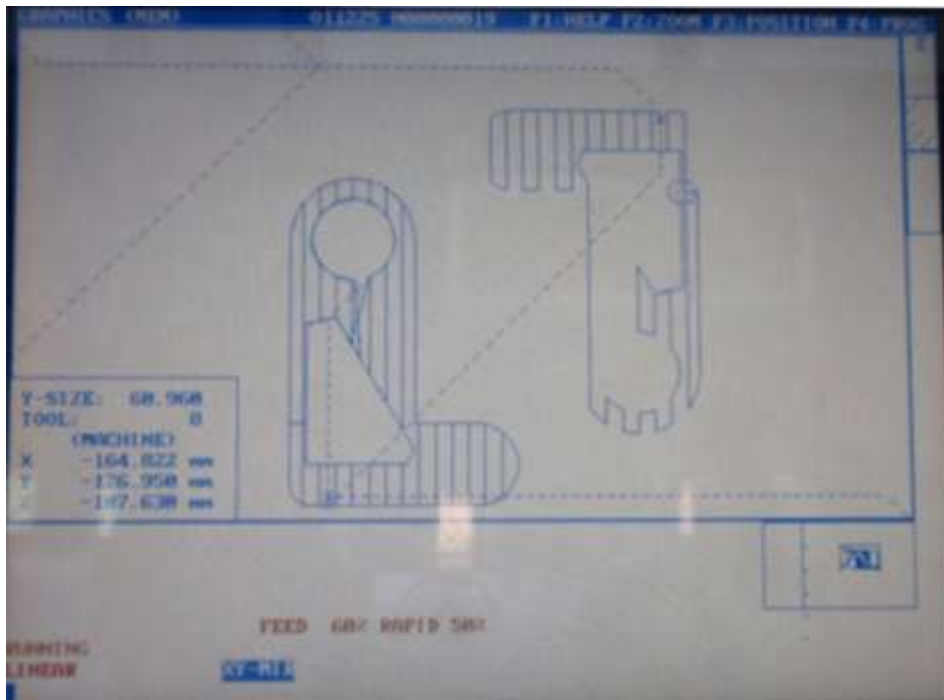
Αφότου έχει γραφεί ο κώδικας, πριν γίνει η κατεργασία, γίνεται γραφική απεικόνιση των κινήσεων που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν και εντοπισμός λαθών μέσω του συστήματος της μηχανής.



Σχήμα 5.3 : Προσομοίωση προγράμματος O11223



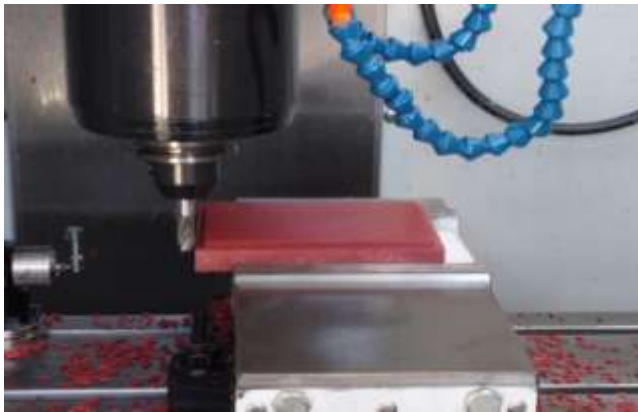
Σχήμα 5.4 : Προσομοίωση προγράμματος O11225



Σχήμα 5.5 : Προσομοίωση υποπρογράμματος O11224

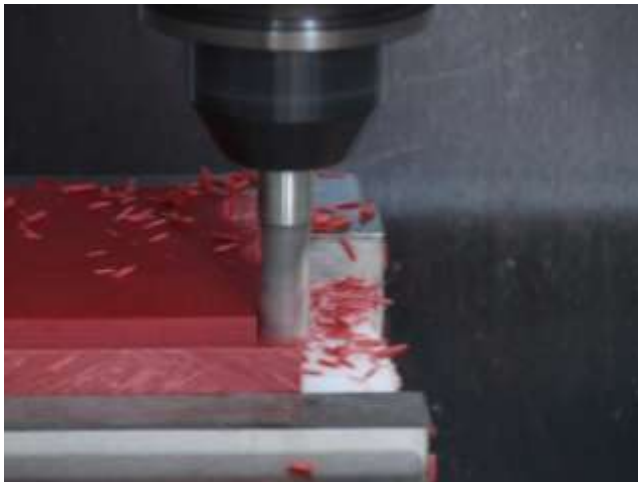
5.5 Κώδικας κατεργασίας τεμαχίου

Πρόγραμμα O11223



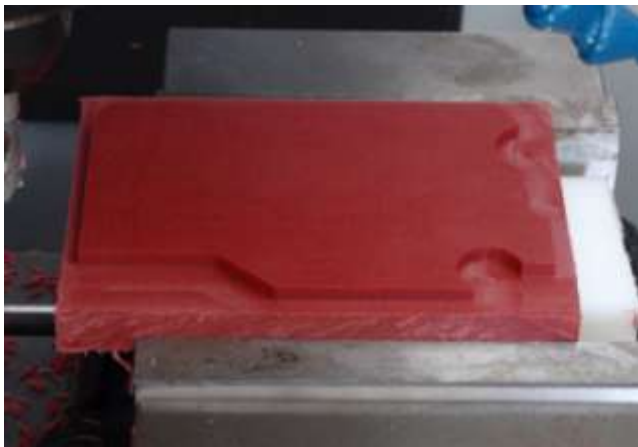
```
%
O11223
G54 G90 G17
T4 M06
G43 H04
S1000 M03
G00 X-20. Y-20. Z20.
G41 D04
G01 Z-5. F300
G01 X5. Y0.
G01 Y95.
G01 X145.
G01 Y5.
G01 X0.
```

Σχήμα 5.6 : Κοπή περιγράμματος, 1^ο πέρασμα.



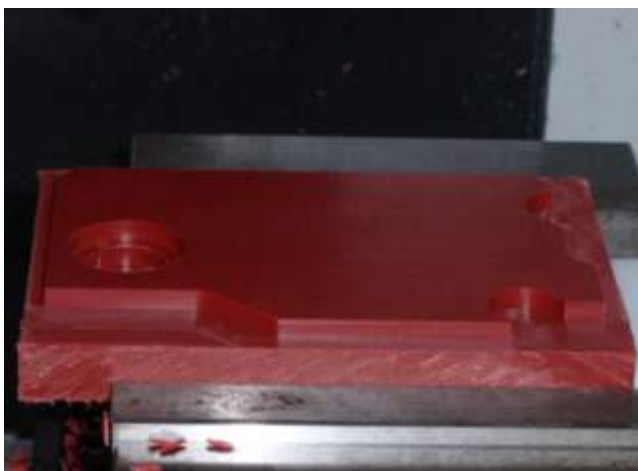
Σχήμα 5.7 : Κοπή περιγράμματος, 2^ο πέρασμα.

```
G01 X5.
G01 Y85.
G02 X15. Y95. R10.
G01 X135.
G01 X140. Y85.
G03 X143.08 Y63.985 R15.
G02 X143.08 Y51.813 R9.963
G03 X145. Y37.789 R10.
G01 Y12.
G01 X121.
G01 Y5.
G01 X51.
G01 X45. Y11.
G01 X5.
```



Σχήμα 5.8 : Κοπή περιγράμματος, 3^ο πέρασμα.

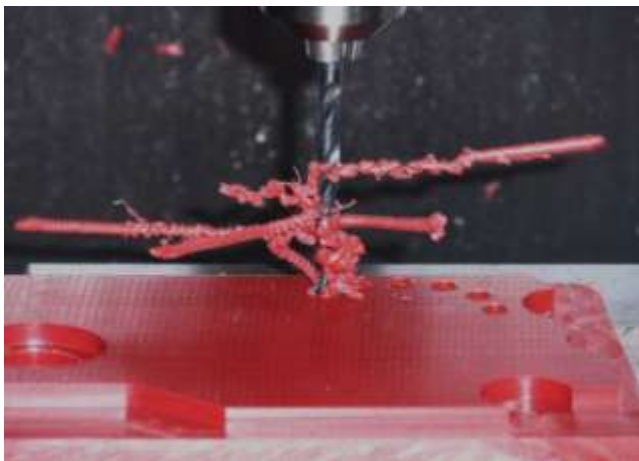
```
G01 Y85.
G02 X15. Y95. R10.
G01 X135.
G01 X140. Y85.
G03 X135.694 Y63.985 R12.
G02 X138.533 Y51.813 R10.
G03 X145. Y37.789 R10.
G01 Y16.195
G01 X135.
G03 X120.753 Y5. I-9.74 J-2.27
G01 X62.753
G01 X45. Y20.
G01 X0.
```



Σχήμα 5.9 : Διάνοιξη κυκλικών εσοχών.

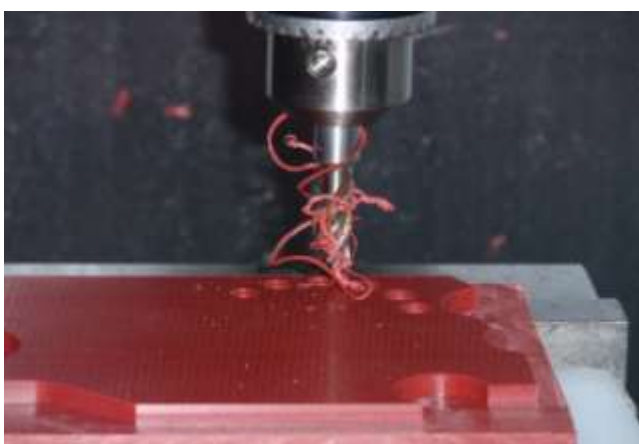
```
G40 G01 X-10. Y-10. Z20.
M05
G49
```

```
T2 M06
G43 H02
S1000 M03
G00 X25. Y45.092 Z20.
G01 Z-10. F300.
G01 Z10.
G13 I5. K15. Q5. Z-5. D02 F300 L2
G12 I5. K10. Q2. Z-10. D02 F300 L0
G01 Z20. F500
M05
G49
```



T7 M06
G43 H07
S1000 M03
G00 X105. Y70. Z10.
G81 G99 Z-10. F200 R5. L0
G71 I20. J0. K29. L6
G01 Z30.
M05
G49
G80

Σχήμα 5.10 : Διάνοιξη οπών σε τόξο με τρυπάνι.



T5 M06
G43 H05
S1000 M03
G00 X105. Y70. Z10.
G82 G99 Z-2. F300 R5. L0
G71 I20. J0. K29. L6
G01 Z30.
M05
G49
G80

Σχήμα 5.11 : Διάνοιξη οπών σε τόξο με κονδύλι.



T4 M06
G43 H04
S1000 M03
G00 X63.75 Y70.08 Z10.
G83 G99 Z-10. F300 R5. Q2. L0
G72 I17. J162.93 L4
G01 Z30.
M05
G49
G80

Σχήμα 5.12 : Διάνοιξη οπών σε ευθεία γραμμή.

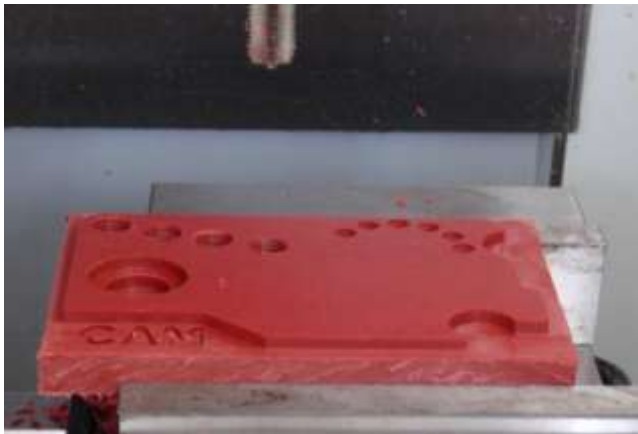


Σχήμα 5.13 : Χάραξη κειμένου.

```
T3 M06
G43 H03
S1000 M03
G00 Z20.
G47 X9.12 Y7.31 Z-7. F200 R5. P0
I0. J10.52 E50 (CAM)
G01 Z20.
G49
```

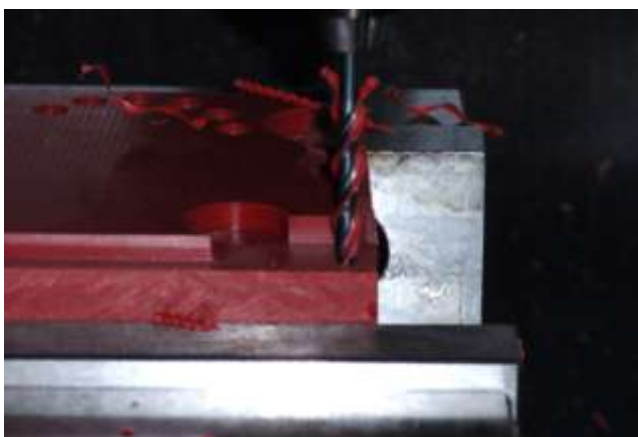
M30
%

Πρόγραμμα O11225



Σχήμα 5.14 : Διάνοιξη εσωτερικού σπειρώματος με κολαούζο.

```
%
O11225
G54 G90 G17
T6 M06
G43 H06
S300 M03
G00 X63.75 Y70.08 Z10.
G84 G99 Z-8. F600 R5. L0
G72 I17. J162.93 L4
G01 Z30.
M05
G49
G80
```



Σχήμα 5.15 : Διάνοιξη διαμπερών οπών με σημειακά τρυπήματα.

```
T9 M06
G43 H09
S1000 M03
G00 X4.5 Y4.5 Z10.
G73 Z-25. I-8. J2. L1 R2. Q5. P2.
G01 Z10.
G00 Y95.5
G73 Z-25. I-8. J2. L1 R2. Q5. P2.
G01 Z10.
G00 X145.5
G73 Z-25. I-8. J2. L1 R2. Q5. P2.
G01 Z10.
G00 Y4.5
G73 Z-25. I-8. J2. L1 R2. Q5. P2.
G01 Z10.
```



T8 M06
G43 H08
S1000 M03
G150 G42 X65. Y17. Z-10. F400 D08
P11224 I2. K0. Q12. R2.

G01 Z10. F200
G101 X0. Y0.
G52 X85.358 Y40.312
G150 G42 X-20.357 Y-23.312 Z-10.
F400 D08 P11224 I2. K0. Q12. R2.
G100
G49

Σχήμα 5.16 : Διάνοιξη γενικής εσοχής και αντικατοπτρισμός.

M30
%

Υποπρόγραμμα O11224



Σχήμα 5.17 : Εκτέλεση υποπρογράμματος.

%
O11224
G91
G01 Y-3.54
G01 X-2.
G02 X-5. Y5. R5.
G01 Y10.
G01 X7.
G01 Y-5.
G01 X7.
G01 X-7. Y12.
G01 X3. Y10.5
G03 J2.5
G03 X2.5 Y2.5 R2.5
G01 X1.5 Y-25.
G01 X-7. Y12.
G01 Y-12.
G01 X-7.
G01 Y25.
G02 X20. R10.
G01 Y-20.
G01 X5.
G02 Y-15. R7.5
G01 X-18.
G90
M99
%



Εικόνα 5.18: Τελικό τεμάχιο.

6. ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία είναι ορατό ότι ένας μεγάλος αριθμός εντολών προγραμματισμού ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC) είναι κοινός και στους τέσσερις τύπους καθοδήγησης (Haas, Fanuc, Siemens και Heidenhain). Οι βασικές εντολές παρουσιάζονται με το ίδιο όνομα και την ίδια μορφή σύνταξης και στις τέσσερις καθοδηγήσεις. Παρόλα αυτά είναι φανερό ότι η κάθε καθοδήγηση, πέρα των κοινών εντολών, έχει τις δικές της επιπρόσθετες εντολές για συγκεκριμένου τύπου κατεργασίες. Χρησιμοποιώντας ως σημείο αναφοράς την καθοδήγηση κατά Haas παρατηρείται ότι περιλαμβάνει όλους τους κύκλους κατεργασίας που είναι απαραίτητοι για την κατεργασία ενός σχετικά απλού τεμαχίου. Η καθοδήγηση κατά Fanuc παρουσιάζει ελάχιστες διαφορές από την κατά Haas καθοδήγηση. Αυτές εστιάζονται στο ότι φέρει μικρότερο αριθμό εντολών. Παρά το γεγονός αυτό, η Fanuc καθοδήγηση χρησιμοποιεί το ίδιο ακριβώς όνομα και σύνταξη των εντολών με την Haas.

Στην κατά Siemens καθοδήγηση, όμοια, οι διαφορές είναι λίγες στον αριθμό. Η Siemens καθοδήγηση περιέχει όμως εντολές που δεν υφίστανται στους άλλους τύπους καθοδήγησης. Επιπλέον, σε ελάχιστες εντολές χρησιμοποιεί διαφορετικό όνομα εντολής. Η χρήση διαφορετικού ονόματος γίνεται πιο φανερή στην καθοδήγηση κατά Heidenhain. Χαρακτηριστικό παράδειγμα διαφοράς στην ονομασία της εντολής αποτελεί η επιλογή μέτρησης σε ίντσες (inch) ή σε χιλιοστά (mm) όπου στις μεν καθοδηγήσεις Haas και Fanuc είναι G20 και G21 αντίστοιχα, και στις δε καθοδηγήσεις Siemens και Heidenhain είναι G70 και G71 αντίστοιχα.

Η Heidenhain καθοδήγηση έχει πέρα των άλλων περισσότερες εντολές βοηθητικών λειτουργιών και είναι η μόνη ικανή να εκτελέσει συγκεκριμένους, εξεζητημένους και περίπλοκους κύκλους κατεργασίας. Τόσο στην Heidenhain όσο και στη Siemens καθοδήγηση, σε πολλούς κύκλους κατεργασίας, χρησιμοποιείται το σύμβολο K αντί του L (κατά Haas, Fanuc) για την επαναληψιμότητα της διαδικασίας.

Η εφαρμογή της εργασίας εκτελέστηκε στο Εργαστήριο Βιομηχανικής Παραγωγής με τη Βοήθεια Η/Υ (CAM) του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Για την κατασκευή του τεμαχίου χρησιμοποιήθηκαν δύο προγράμματα καθώς κι ένα υποπρόγραμμα, τα οποία ακολουθούν την κατά Haas καθοδήγηση. Το κέντρο κατεργασίας του εργαστηρίου ονομάζεται Mini Mill και είναι της σειράς εργαλειομηχανών της ίδιας της Haas.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Haas Automation Inc., Mill Operator's Manual, June 2008
- Fanuc Series Operator's Manual
- Siemens, Programming Manual ISO Milling, Sinumerik 802D sl/840D/840D sl/840Di//840Di sl /810D
- Heidenhain, User's Manual Heidenhain Conversational, iTNC 530
- Heidenhain, User's Manual Cycle Programming, iTNC 530
- Heidenhain, User's Manual ISO Programming, iTNC 530
- Theory and Design of CNC Systems (Springer Series in Advanced Manufacturing)
- Σημειώσεις στο εργαστηριακό μέρος του μαθήματος Δίκτυα Παραγωγής, Αριστομένης Αντωνιάδης
- Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών CNC, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 2002, Αριστομένης Αντωνιάδης – Βιδάκης Νεκτάριος