



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΠΔ

ΔΙΚΤΥΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**

C.A.M.

Σημειώσεις εργαστηριακών μαθημάτων και ασκήσεων

Γιώργος Αρχοντάκης

Χανιά 2007

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ (C.A.M.)

- Όσοι συμμετέχουν στο εργαστήριο, είναι υποχρεωμένοι να γνωρίζουν και να εφαρμόζουν τον κανονισμό ασφαλείας του εργαστηρίου. Η άγνοια του κανονισμού ασφαλείας καθώς και η άρνηση συμμόρφωσης σε αυτόν, αποτελούν αιτίες διαγραφής από το εργαστήριο.
- Το εργαστήριο αποτελείται από δυο ενότητες, την θεωρητική και την πρακτική. Η θεωρητική ενότητα, περιλαμβάνει ένα αριθμό θεωρητικών μαθημάτων και στην πρακτική ενότητα προβλέπεται η κατασκευή συγκεκριμένων αντικειμένων στις μηχανές του εργαστηρίου.
- Η παρακολούθηση όλων των παραδόσεων και η επιτυχής ολοκλήρωση όλων των ασκήσεων του εργαστηρίου CAM, είναι υποχρεωτικές για όλους όσους παρακολουθούν το μάθημα "Δίκτυα Παραγωγής".
- Η επιτυχής συμμετοχή και ολοκλήρωση όλων των εργαστηριακών ασκήσεων, αποτελεί προϋπόθεση για τη συμμετοχή στις εξετάσεις του μαθήματος.
- Η βαθμολογία του εργαστηρίου, γίνεται με βάση τις εργαστηριακές ασκήσεις που υποχρεούται κάθε ομάδα να ολοκληρώσει, την ατομική συμμετοχή στις ασκήσεις αυτές και την επίδοση στην ατομική προφορική εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.
- Η βαθμολογία του εργαστηρίου, συμμετέχει με ποσοστό 20% στην γενική βαθμολογία του μαθήματος.
- Οι εργαστηριακές ασκήσεις διεξάγονται σύμφωνα με το πρόγραμμα (ημέρες και ώρες) που θα ανακοινωθεί.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Στους χώρους του εργαστηρίου CAM, εκτελούνται μηχανουργικές εργασίες και επομένως αποτελούν χώρους υψηλού βαθμού κινδύνου, δηλαδή υπάρχει αυξημένη πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος. Κατά συνέπεια, κατά την παραμονή στο εργαστήριο CAM, απαιτείται αυξημένη προσοχή και προφύλαξη από κάθε άσκοπη ή επιπόλαιη ενέργεια, η οποία είναι δυνατόν να συμβάλει στην πρόκληση ατυχήματος.

Τα ατυχήματα, προκαλούνται συνήθως από :

1. Απροσεξία των χειριστών
2. Χρήση ακατάλληλων εργαλείων
3. Ανεπάρκεια τεχνικών γνώσεων
4. Απουσία μέτρων προφύλαξης
5. Κακές συνθήκες εργασίας
6. Τυχαία γεγονότα

Τα ατυχήματα, οφείλονται σε ποσοστό 80% σε απροσεξία, και μόνο κατά 15% στις μηχανές και κατά 5% σε άλλα γεγονότα. Για την πρόληψη των ατυχημάτων, από τα οποία τα περισσότερα οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος, επιβάλλεται η σχολαστική τήρηση των μέτρων ασφαλείας.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Όταν πρόκειται να εργαστείτε στο εργαστήριο να θυμάστε ότι για την ασφάλειά σας, πρέπει:

- Να μην φοράτε φαρδιά ρούχα και κυρίως να αποφεύγετε τα φαρδιά μανίκια και οποιοδήποτε ρούχο μπορεί να εμπλακεί στα περιστρεφόμενα τμήματα των μηχανών.
- Τα μακριά μαλλιά, πρέπει να είναι μαζεμένα πίσω και να είναι δεμένα σταθερά.
- Να μην έχει προηγηθεί η χρήση ουσιών ή φαρμάκων που επιρρεάζουν την ικανότητα ελέγχου ή προκαλούν υπνηλία.

2. ΕΙΔΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- Απαγορεύεται ο χειρισμός των μηχανημάτων χωρίς άδεια και επίβλεψη.
- Απαγορεύεται η εκτέλεση οποιουδήποτε είδους κατεργασίας στις μηχανές, χωρίς προστατευτικά γυαλιά.
- Κάθε εργασία θα γίνεται με τη χρήση των απαραίτητων και κατάλληλων κάθε φορά μέσων ατομικής προστασίας (γάντια, γυαλιά κλπ).
- Κατά τον χειρισμό των μηχανημάτων μέσω του πληκτρολογίου, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται γάντια.

- Μάθετε πρώτα σε γενικές γραμμές πως ξεκινά κάθε μηχανήμα, πως λειτουργεί και πως σταματά, πριν επιχειρήσετε να το λειτουργήσετε.
- Για οποιαδήποτε ανωμαλία κατά την λειτουργία του μηχανήματος, να ενημερώσετε αμέσως τον υπεύθυνο του εργαστηρίου.
- Ο χειρισμός των διακοπών του κάθε μηχανήματος, γίνεται μόνο από την κατάλληλη θέση.
- Πριν από οποιαδήποτε κατεργασία σε μία μηχανή, πρέπει όλα τα προστατευτικά καλύμματα να είναι καλά τοποθετημένα στην θέση τους (τα καλύμματα προστατεύουν τους χρήστες και όχι το μηχανήμα).
- Οποιαδήποτε εργασία πάνω στην μηχανή (π.χ. μετρήσεις, αλλαγή εργαλείων, αλλαγή κομματιών κ.τ.λ.). γίνεται μόνο αφού η μηχανή έχει σταματήσει πραγματικά και υπάρχει άδεια για τις εργασίες αυτές.
- Πριν τεθεί σε λειτουργία μια μηχανή, πρέπει να έχουν απομακρυνθεί όλα τα αντικείμενα (π.χ. εργαλεία, κλειδιά allen στην κεφαλή του τόννου, κομμάτια κ.λ.π.) από τον χώρο κατεργασίας της μηχανής και από τα περιστρεφόμενα τμήματά της.
- Προστατέψτε τα χέρια σας από τα επικίνδυνα σημεία της μηχανής (άτρακτος, κοπτικά κλπ).
- Να χρησιμοποιείτε πάντα μόνο τα κατάλληλα εργαλεία για την κάθε εργασία.
- Συγκρατήστε σταθερά και σωστά, με τα κατάλληλα εργαλεία, το αντικείμενο που θα κατεργασθείτε ή το εργαλείο που θα χρησιμοποιήσετε.
- Αποφύγετε τις άσκοπες συζητήσεις κατά την ώρα της εργασίας.
- Μην αφήνετε ποτέ το μηχανήμα σε λειτουργία χωρίς να το παρακολουθείτε.
- Μην πλησιάζετε ποτέ τα κινούμενα μέρη των μηχανών και μη δοκιμάζετε να τα σταματήσετε με το χέρι.
- Μην επεμβαίνετε με οποιονδήποτε τρόπο στη μηχανή, πριν βεβαιωθείτε ότι δεν εκτελεί κάποιο πρόγραμμα ή αν δεν πιάσετε το πλήκτρο «στάσης κινδύνου», διότι διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος ξαφνικής εκκίνησης, εάν η στάση ήταν μία προγραμματισμένη λειτουργία.
- Απαγορεύεται να εκτελείτε εργασίες που δε γνωρίζετε.
- Να είσαστε ιδιαίτερα προσεχτικοί με τα γρέζια, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα με πολλούς τρόπους (επειδή εκσφενδονίζονται, επειδή είναι αιχμηρά ή επειδή είναι υπέρθερμα).
- Μετά το πέρας των εργασιών, και αφού σταματήσει το μηχανήμα, καθαρίστε τα γρέζια και τακτοποιήστε όλα τα εργαλεία και υλικά που χρησιμοποιήσατε. Η τάξη και η καθαριότητα είναι βασικές προϋποθέσεις, για την ασφάλεια κατά την λειτουργία του εργαστηρίου.
- Τέλος να θυμάστε ότι στους χώρους του εργαστηρίου απαιτείται μεγάλη προσοχή, ακόμη και αν δεν χειρίζεστε κάποια μηχανή. Οι άσκοπες συνομιλίες, τα αστεία και η έλλειψη προσοχής είναι σοβαροί παράγοντες ατυχημάτων.

Το κάπνισμα απαγορεύεται αυστηρά σε όλους τους χώρους του εργαστηρίου

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Στον τομέα της βιομηχανίας επεξεργασίας μετάλλου, οι εξελιγμένες εργαλειομηχανές κατέχουν νευραλγική θέση στη βιομηχανική παραγωγή.

Πληθώρα προϊόντων κατασκευάζεται από εργαλειομηχανές, με κάποια διαδικασία μορφοποίησης ή με συνδυασμό ορισμένων από αυτές (βλ. πίνακα 1).

Από το σύνολο των εργαλειομηχανών, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν αυτές που χρησιμοποιούνται για τις κατεργασίες κοπής με αφαίρεση. Οι βασικές κατεργασίες κοπής (τόρνευση, τρυπάνισμα, φρεζάρισμα, πλάνισμα, λείανση και οι ποικίλες παραλλαγές τους) αλλά και οι ειδικές κατεργασίες κοπής (κοπή οδοντώσεων, σπειροτόμηση κτλ) πλεονεκτούν ως προς τις λοιπές κατεργασίες και μεθόδους μορφοποίησης μετάλλων, διότι παρέχουν γενικά ακρίβεια διαστάσεων και μορφής, ενώ εξασφαλίζουν παράλληλα, πολύ καλή ποιότητα επιφάνειας.

Οι εργαλειομηχανές και ιδιαίτερα οι εργαλειομηχανές οι καθοδηγούμενες από ηλεκτρονικό υπολογιστή (CNC), λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων που έχουν, κατέχουν κεντρική θέση στην παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων.

Πίνακας Ι.

Γενική κατάταξη των μεθόδων μορφοποίησης μεταλλικών προϊόντων

(VDI 3220)

(VDI 5220)				
Κυρίως Ομάδα	Υποομάδα		Μέθοδος	
Κατεργασίες χύτευσης			Χύτευση, έγχυση, διήθηση, εμφύσηση, κ.τ.λ.	
Κατεργασίες διαμόρφωσης	'Ελαση Κάμψη Στρέψη		Σφυρηλασία, ολκή,.....	
Κατεργασίες αφαίρεσης μετάλλων	Αποκοπή		Ψαλίδισμα, σχίσμο, σπάσιμο	
	Κοπή με δημιουργία αποβλήτου	Με γεωμετρικά καθορισμένη μορφή κοπτικού εργαλείου	Τόρνευση, πλάνισμα αυλάκωση, τρυπάνισμα, φρεξάρισμα, πριόνισμα, λιμάρισμα, σπειρωτόμηση, γλύφανση, εμβύθιση, κ.λ.π.	
		Με γεωμετρικά ακαθόριστη μορφή κοπτικού εργαλείου	Λείανση, ειδικές κατεργασίες λείανσης, (π.χ. honig, lapping)	
	Αφαίρεση με μη συμβατικές μεθόδους		Υπέρηχοι, Λέιζερ, Ηλεκτρικός σπινθήρας, Ηλεκτροχημική διάβρωση, θερμικές μέθοδοι	
Κατεργασίες σύνδεσης	Με προσθήκη νερού	Λυόμενες συνδέσεις	Κοχλίες, Σφήνες, Συνδετήρες	
		Σταθερές συνδέσεις	Συγκολλήσεις, Ηλώσεις	
	Με προσθήκη επιφανειακών στρωμάτων		Γαλβάνισμα, επάλειψη	

1.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΚΟΠΗΣ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ

Οι εργαλειομηχανές κοπής κατατάσσονται σε ομάδες, με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- **Κύρια κίνηση** : ανάλογα με το είδος της, δηλαδή σε παλινδρομικές, ευθύγραμμες, ή περιστροφικές
- **Είδος κατεργασίας** : ανοίγματος οπών, κοχλιοτόμησης, μόρφωσης επιφανειών, λείανσης κ.τ.λ.
- **Βαθμός ακριβείας** : μικρής, μέσης ή μεγάλης ακριβείας
- **Μέγεθος**
- **Χρήση** : ειδικής ή γενικής χρήσης.
- **Βαθμός αυτοματισμού** : απλές, ημιαυτόματες, αυτόματες μηχανικού προγραμματισμού, αυτόματες ηλεκτρικού προγραμματισμού, αυτόματες ψηφιακού προγραμματισμού (Numerical Control) και τέλος αυτόματες ψηφιακού προγραμματισμού με ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή (Computer Numerical Control).

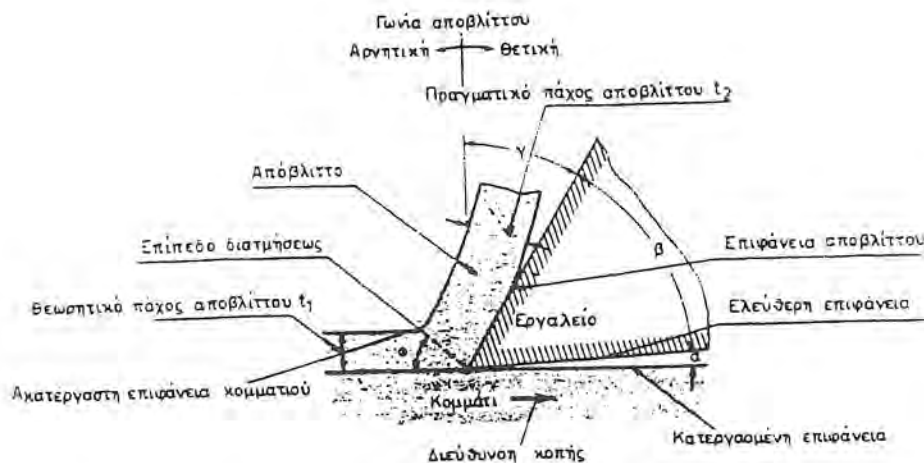
1.3. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΠΗΣ

- α. **Ταχύτητα κοπής** : Είναι η πρωτεύουσα κίνηση του κομματιού ή του εργαλείου σε m/min ή m/s ή min^{-1} .
- β. **Πρόωση** : Είναι η στιγμιαία ταχύτητα της συνεχούς κινήσεως προώσεως του κοπτικού ή του αντικειμένου σε m/min ή mm/περιστροφή .
- γ. **Βάθος κοπής** : Είναι η απόσταση ανάμεσα στην κατεργασμένη και την ακατέργαστη επιφάνεια του κομματιού.
- δ. **Πλάτος κοπής**.

Ο κατάλληλος συνδυασμός αυτών των χαρακτηριστικών κοπής, οδηγεί στην επίτευξη ενός βέλτιστου αποτελέσματος, το οποίο χαρακτηρίζεται από μικρό χρόνο κατεργασίας ανά κομμάτι, χαμηλό κόστος επεξεργασίας κομματιού και υψηλή ποιότητα κατεργασμένης επιφάνειας.

1.3. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΟΠΗΣ

Τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία, έχουν εξελιχθεί σημαντικά και κατέχουν, υψηλό ποιοτικό επίπεδο. Κατασκευάζονται από διάφορα υλικά όπως ταχυχάλυβες (High Speed Steels-HSS) σκληρομέταλλα (Hard Metal-HM), χυτευτικά κράματα, κεραμικά από πυρίμαχα οξείδια κ.λ.π.



Σχήμα 1: Χαρακτηριστικά κατεργασίας με δημιουργία αποβλήτου

1.4. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΟΠΗΣ ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΠΟΒΛΙΤΟΥ

1. Τόρνευση, Πλάνισμα.

Κύρια χαρακτηριστικά των μεθόδων αυτών, είναι η χρησιμοποίηση εργαλείων μίας όψης και το ότι η διεύθυνση της πρόωσης είναι κάθετη προς τη διεύθυνση της κοπής.

Η κίνηση κοπής (περιστροφική ή ευθύγραμμη) εκτελείται από το αντικείμενο, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις και από το εργαλείο (π.χ. αυλάκωση). Η πρόωση μπορεί να είναι συνεχής (τόρνευση) ή σταδιακή (πλάνισμα).

2. Τρυπάνισμα, γλύφανση, εσωτερική σπειρωτόμηση, εμβύθιση.

Οι κατεργασίες αυτές εξυπηρετούν σχεδόν αποκλειστικά την παραγωγή και επεξεργασία εσωτερικών κυκλικών επιφανειών. Η πρόωση είναι και εδώ κάθετη στην κύρια κίνηση κοπής και είναι συνεχής.

3. Φρεζάρισμα

Στο φρεζάρισμα χρησιμοποιούνται εργαλεία μίας κόψης ή πολλαπλών κόψεων. Η κίνηση κοπής παράγεται δια της περιστροφής του κοπτικού εργαλείου. Η πρόωση εξασφαλίζεται είτε από το εργαλείο είτε από το αντικείμενο κοπής. Σε αντίθεση με την τόρνευση ή το τρυπάνισμα, οι κόψεις δε βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με το αντικείμενο, με αποτέλεσμα την καλύτερη ψύξη κάθε κόψης και την εύκολη απομάκρυνση του αποβλήτου.

Η διακύμανση της επιφάνειας κοπής, δημιουργεί μεταβαλλόμενες δυνάμεις οι οποίες μπορεί εύκολα να οδηγήσουν σε ταλαντώσεις. Οι ταλαντώσεις αυτές επηρεάζουν αρνητικά το εργαλείο, την ποιότητα της επιφάνειας κοπής και την μηχανή την ίδια.

4. Αυλάκωση

Είναι κατεργασία κοπής με ευθύγραμμη κίνηση. Χρησιμοποιείται εργαλείο ειδικής μορφής με πολλά κοπτικά δόντια σε κλιμακωτή διάταξη το ένα πίσω από το άλλο πράγμα που υποκαθιστά την πρόωση. Κάθε δόντι κόβει μόνο μια φορά στη διάρκεια της διαδρομής του εργαλείου, σε αντίθεση με την τόννευση ή το πριόνισμα. Συνήθως το εργαλείο εκτελεί μία ευθύγραμμη κίνηση ενώ το κομμάτι (αντικείμενο) είναι σταθερό. Σε σπάνιες ή ειδικές περιπτώσεις η σχετική κίνηση κομματιού και εργαλείου μπορεί να είναι κυκλική ή ελικοειδής.

5. Λείανση

Η λείανση είναι εργασία αποπερατώσεως και χρησιμοποιείται για την αφαίρεση υλικού από ένα κομμάτι με τη βοήθεια περιστρεφόμενου λειαντικού τροχού. Ο λειαντικός τροχός διαθέτει άπειρα κοπτικά στοιχεία, τα οποία είναι άμορφα, χωρίς αυστηρά καθορισμένες γωνίες κοπής.

Κατά τη διαδικασία της λείανσης, υπάρχουν τρεις κύριες κινήσεις :

η περιστροφή του αντικειμένου και η παλινδρόμηση του τροχού ή του κομματιού.

Κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι η επαφή των κοπτικών στοιχείων με το αντικείμενο δεν είναι μόνιμη.

6. Εσωτερική λείανση (honig)

Χρησιμοποιείται για την λείανση κυρίως εσωτερικών επιφανειών και διακρίνεται από την λείανση επειδή εδώ η επαφή των κοπτικών στοιχείων με το κομμάτι είναι μόνιμη.

2. ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (N.C. ΚΑΙ C.N.C.)

2.1. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.

Ο αριθμητικός έλεγχος στον τομέα των μηχανουργικών κατεργασιών, αναφέρεται κυρίως στις εργαλειομηχανές CNC. Ο αριθμητικός έλεγχος, επιτρέπει στον χειριστή να προγραμματίζει την εργαλειομηχανή, να ελέγχει δηλαδή τις λειτουργίες της μέσω ενός προγράμματος, το οποίο συνήθως είναι σε μορφή κώδικα. Η ύπαρξη ενός επεξεργαστή ενσωματωμένου στην εργαλειομηχανή, κάνει την όλη διαδικασία αποδοτικότερη και απλούστερη και είναι το βασικό χαρακτηριστικό των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών ή εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου.

Ένας γενικά παραδεκτός ορισμός του αριθμητικού ελέγχου, είναι κατά Temming και Seelinger.:

" Ένα σύστημα αριθμητικού ελέγχου, είναι ένα ιεραρχικά δομημένο σύστημα αναφορικά με την αποθήκευση, επεξεργασία, μεταφορά και έκθεση στοιχείων-σημάτων, τα οποία έχουν διάφορες μορφές, όπως γράμματα για τον καθορισμό γεωμετρικών και τεχνολογικών δεδομένων ή τον καθορισμό των αξόνων κατεργασίας, σχηματικές παραστάσεις για τον καθορισμό γεωμετρικών σημάτων και αριθμητικές τιμές για την κωδικοποιημένη εισαγωγή πληροφοριών".

Ο αριθμητικός έλεγχος, επομένως, μπορεί να εφαρμοστεί σε πλήθος επιστημών και τεχνολογιών.

Οι εργαλειομηχανές ψηφιακού ελέγχου, είναι εργαλειομηχανές με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος προγραμματίζεται από την χρήστη, με την βοήθεια ειδικού προγράμματος. Ο υπολογιστής αυτός, αφού προγραμματιστεί, ελέγχει και οδηγεί τις κινήσεις των κινούμενων τμημάτων της εργαλειομηχανής με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτευχθεί η προγραμματισμένη κατεργασία.

Οι εργαλειομηχανές ψηφιακού ελέγχου, είναι σε θέση να εκτελούν διάφορες πολύπλοκες εργασίες, με μεγάλη ακρίβεια, υψηλή ποιότητα και ασφάλεια κατασκευής.

Η συνεχής βελτίωση της σχέσης τιμής προς απόδοση των υπολογιστών, σε συνδυασμό με το ευρύ φάσμα εφαρμογών που προσφέρει η πληροφορική στον τομέα της παραγωγής, οδηγούν τις βιομηχανίες (ακόμη και τις μεσαίες ή μικρές) στην εγκατάσταση συστημάτων για εφαρμογές υποστηριζόμενες από Η/Υ, στην παραγωγή.

Καθοριστικό ρόλο στην εξάπλωση αυτή, παίζει το υψηλό επίπεδο ανάπτυξης των συστημάτων ελέγχου με μικροεπεξεργαστές, το οποίο προσφέρει υψηλή σχέση απόδοσης προς κόστος.

Οι εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου καθιστούν δυνατή την ευέλικτη αυτοματοποίηση της παραγωγής, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις για μικρότερες παρτίδες και ταχύτερη εναλλαγή των προϊόντων.

Τα συστήματα ψηφιακού ελέγχου των εργαλειομηχανών γνώρισαν τα τελευταία χρόνια ραγδαία ανάπτυξη. Η εφαρμογή της τεχνολογίας του ψηφιακού ελέγχου, ακολούθησε τα παρακάτω στάδια σύμφωνα με τον βαθμό εξέλιξης τους.

- Συμβατικές εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου (Numerical Control-NC).
- Εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου με ελεύθερα προγραμματιζόμενο υπολογιστή και μνήμη (Computer Numerical Control-CNC ή Ε.Α.Ε.).
- Σύνδεση On line των μηχανών CNC με κεντρικό επεξεργαστή-συστήματα αμέσου ψηφιακού ελέγχου (Direct Numerical Control-DNC ή Α.Ψ.Ε.).

Η καθοριστική διαφορά των συστημάτων αυτών μεταξύ τους, είναι ο τρόπος που ελέγχονται οι διάφορες εργαλειομηχανές.

Οι πρώτες εργαλειομηχανές ψηφιακού ελέγχου (NC) άρχισαν να διαδίδονται γύρω στο 1955. Από το 1970 περίπου άρχισαν να παρουσιάζονται οι εξελιγμένες εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου (CNC-Ε.Α.Ε.) και αργότερα τα συστήματα αμέσου ψηφιακού ελέγχου (DNC-Α.Ψ.Ε.).

Σήμερα σχεδόν όλες οι μηχανές ψηφιακού ελέγχου, κατασκευάζονται σαν CNC, με ενσωματωμένο δηλαδή μικροϋπολογιστή, του οποίου οι δυνατότητες και οι επιδόσεις διαρκώς βελτιώνονται.

Μία εργαλειομηχανή αριθμητικού ελέγχου, εάν εξοπλιστεί με τα απαραίτητα περιφερειακά (αυτόματη αλλαγή εργαλείων, έλεγχος κομματιού και εργαλείου, προγράμματα κ.λ.π) αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο ενός ευέλικτου συστήματος παραγωγής (Flexible Manufacturing System - FMS).

Οι μεγάλες δυνατότητες της πληροφορικής για εφαρμογές στην παραγωγή δεν εξαντλούνται φυσικά μόνο στις εργαλειομηχανές. Η προσπάθεια, επεκτείνεται σε όλα τα στάδια της βιομηχανικής παραγωγής, από τον σχεδιασμό των προϊόντων μέχρι τον ποιοτικό έλεγχο.

Η συνεχής αυτή πρόοδος των τελευταίων ετών, αλλάζει την εικόνα του παραδοσιακού μηχανουργού και την θέση του παραδοσιακού και, συνήθως, αυτοδίδακτου, τεχνίτη παίρνει ο καλά εκπαιδευμένος προγραμματιστής ψηφιακών εργαλειομηχανών.

2.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ένα σύστημα ελέγχου αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία :

- την συσκευή εισόδου των πληροφοριών
- το σύστημα επεξεργασίας των στοιχείων των πληροφοριών
- τους κινητήρες
- τα τυχόν ελεγχόμενα μηχανικά μέρη (π.χ. μηχανικοί βραχίονες, τράπεζες εργασίες, κ.λ.π.)

Τα συστήματα αριθμητικού ελέγχου των εργαλιομηχανών, μπορούν να καταταγούν σε τέσσερις βασικούς τύπους :

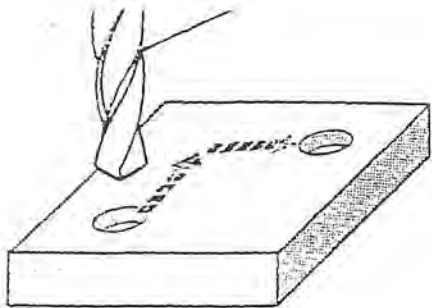
1. Σύμφωνα με το είδος της κίνησης της εργαλιομηχανής :
 - α. σε τύπο ευθύγραμμης μετακίνησης μεταξύ δυο διακεκριμένων σημείων (Point-to Point) και
 - β. σε τύπο συνεχούς μετακίνησης με ή χωρίς γραμμική, κυκλική ή παραβολική παρεμβολή.
2. Σύμφωνα με τον τύπο κατασκευής των κυκλωμάτων ελέγχου :
 - α. σε αναλογικού τύπου και
 - β. σε ψηφιακού τύπου
3. Σύμφωνα με τον τρόπο μέτρησης της μεταβολής της θέσης :
 - α. σε απόλυτου τύπου (απόλυτο σύστημα συντεταγμένων-absolute) και
 - β. σε σχετικού τύπου (σχετικό σύστημα συντεταγμένων-incremental). Εδώ χρησιμοποιείται και ο όρος "βηματικού τύπου".
4. Σύμφωνα με το είδος του βρόχου ελέγχου :
 - α. σε τύπου ανοικτού βρόχου (open-loop) και
 - β. σε τύπου κλειστού βρόχου (closed - loop)

2.2.1. Έλεγχος της κίνησης

2.2.1.1. Συστήματα ελέγχου για συνεχή κατεργασία (μετακίνηση μεταξύ διακεκριμένων σημείων-point to point).

Η μετακίνηση μεταξύ των διακεκριμένων σημείων συμβαίνει χωρίς έλεγχο της ταχύτητας και σε ευθύγραμμη, μη ελεγχόμενη τροχιά.

Το εργαλείο εκτελεί κατεργασία μόνο μετά το πέρας της μετακίνησης και αφού έχει τοποθετηθεί στην ακριβή θέση κατεργασίας. Οι βρόχοι ελέγχου χρησιμοποιούνται μόνο για τον προσδιορισμό της αρχικής και της τελικής θέσης του εργαλείου. Έλεγχος της μορφής αυτής υπάρχει π.χ. στα δράπανα ή σε ρομποτικές διατάξεις σημειακών συγκολλήσεων.

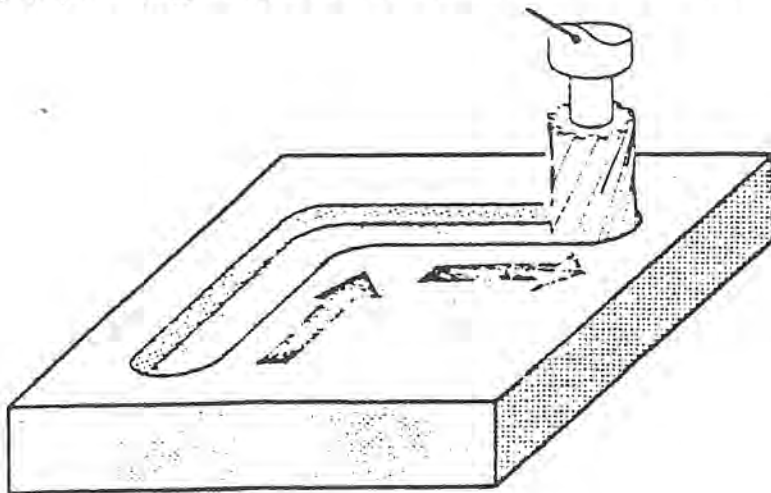


Σχήμα 2 : Παράδειγμα μη συνεχούς κατεργασίας.

2.2.2.2. Συστήματα ελέγχου για συνεχή κατεργασία σε ευθύγραμμα τμήματα παράλληλα προς τους κύριους άξονες

Κατά την κατεργασία του τύπου αυτού, η κίνηση γίνεται παράλληλα με τους κύριους άξονες με ελεγχόμενη ταχύτητα και ελεγχόμενη πρόωση. Είναι δηλαδή μια εξελεγμένη παραλλαγή του συστήματος ασυνεχούς κατεργασίας.

Επειδή κινείται κάθε φορά μόνο ένας άξονας, δεν απαιτείται ταυτόχρονος έλεγχος των αξόνων. Παράδειγμα χρησιμοποίησης ελέγχου αυτής της μορφής, είναι οι απλές κατεργασίες σε φρέζα.



Σχήμα 3 : Παράδειγμα συνεχούς κατεργασίας, παράλληλα προς τους άξονες.

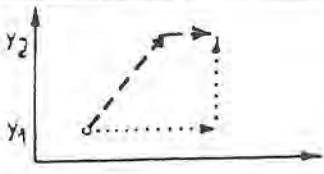
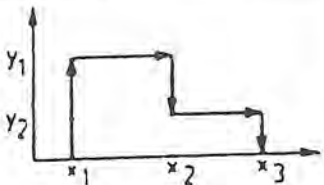
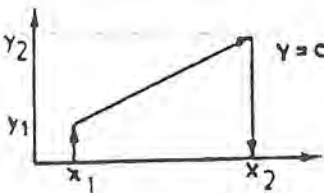
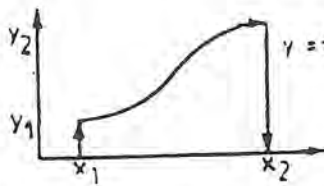
2.2.1.3. Συστήματα ελέγχου συνεχούς κατεργασίας σε ευθύγραμμα τμήματα.

Το σύστημα αυτό είναι παραλλαγή του προηγούμενου συστήματος και επιτρέπει τον ταυτόχρονο έλεγχο των αξόνων (γραμμική παρεμβολή). Το εργαλείο έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται ευθύγραμμα τμήματα υπό

οποιοαδήποτε γωνία σε σχέση με τους άξονες. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται στις φρέζες, στους τóρνους κ.λ.π.

2.2.1.4. Συστήματα ελέγχου συνεχούς κατεργασίας σε τροχιές διαφόρων μορφών.

Σε αυτά τα συστήματα επιτρέπεται η ταυτόχρονη κίνηση σε όλους τους άξονες και οι διάφοροι δυνατοί συνδυασμοί κινήσεων εργαλείου και τράπεζας κάνουν δυνατή την επεξεργασία σε κυκλική ή παραβολική τροχιά (κυκλική και παραβολική παρεμβολή). Φυσικά υπάρχει και η δυνατότητα της γραμμικής κατεργασίας. Οι κινήσεις του κάθε άξονα ευρίσκονται σε στενή λειτουργική σχέση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η κατεργασία σε κυκλική κίνηση συμβαίνει με ημιτονοειδή μεταβολή της ταχύτητας στον ένα άξονα και συνημιτονοειδή μεταβολή στον άλλο άξονα.

Είδος κατεργασίας	Μορφή κατεργασίας	Εργαλείο	Παραδείγματα χρήσεων
Ασυνεχής κατεργασία διακεκριμένων σημείων	 Δεν απαιτείται παρεμβολή	Κατά την κίνηση δεν επιτρέπεται η κατεργασία	Τρυπάνισμα Σημειακές συγκολλήσεις
Συνεχής κατεργασία παράλληλα προς τους κύριους άξονες	 Δεν απαιτείται παρεμβολή	Κατά την κίνηση εκτελείται κατεργασία	Κυλινδρική τόννευση
Συνεχής κατεργασία ευθύγραμμων τμημάτων από γωνία	 Με γραμμική παρεμβολή	Κατά την κίνηση εκτελείται κατεργασία	Κωνική τόννευση Φρεζάρισμα σε διάφορες ευθείες
Συνεχής κατεργασία σε τροχιές διαφόρων μορφών	 Με γραμμική, κυκλική ή παραβολική παρεμβολή.	Κατά την κίνηση εκτελείται κατεργασία	Τόννευση ή φρεζάρισμα διαφόρων καμπυλών

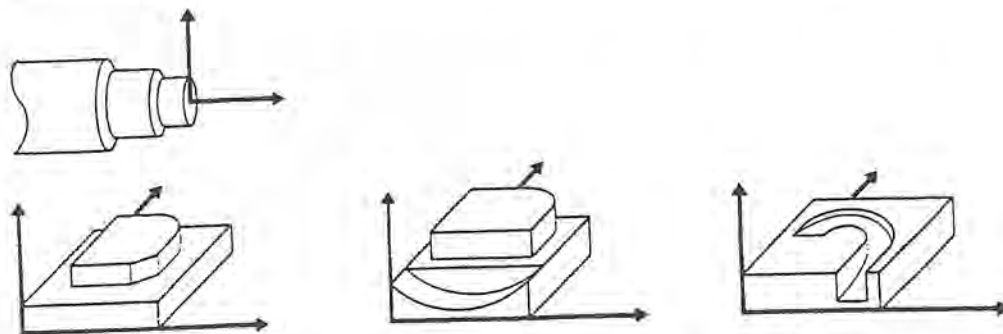
Σχήμα 4 : Γενική παρουσίαση των συστημάτων ελέγχου

Στα συστήματα συνεχούς κατεργασίας, που είναι τα πλέον ευέλικτα και συγχρόνως τα πιο πολύπλοκα λόγω της συνέχειας του ελέγχου, υπάρχει κλιμάκωση ως προς την ικανότητά τους να ελέγχουν τροχιές σε 2 ή 2 1/2 ή 3 διαστάσεις στον χώρο.

Ο έλεγχος 2 διαστάσεων επιτρέπει ευθύγραμμες και κυκλικές κινήσεις του εργαλείου σε δύο σταθερούς άξονες. Εάν η μηχανή διαθέτει και ένα τρίτο άξονα, αυτός μπορεί να ελέγχεται μόνο ανεξάρτητα από τους άλλους δύο.

Ο έλεγχος 2 1/2 διαστάσεων επιτρέπει ευθύγραμμες και κυκλικές κινήσεις του εργαλείου σε περισσότερες επιφάνειες επεξεργασίας, όπου όμως πάντα ελέγχονται μόνο δύο άξονες. Η διαφορά με το σύστημα 2 διαστάσεων, είναι η δυνατότητα επιλογής του ελεγχόμενου ζεύγους αξόνων και η δυνατότητα εναλλαγής των μελών του.

Ο έλεγχος 3 διαστάσεων επιτρέπει ευθύγραμμες και επίσης κυκλικές κινήσεις του εργαλείου στον χώρο, δηλαδή οι κινήσεις και των 3 αξόνων μπορούν να συντονίζονται μεταξύ τους.



Σχήμα 5 : Έλεγχος 2, 2 1/2 και 3 διαστάσεων.

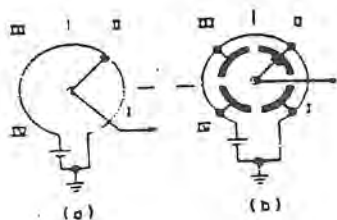
2.2.2. Αναλογικός και Ψηφιακός έλεγχος

Για τον έλεγχο της κυκλικής ή ευθύγραμμης κίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναλογικά ή ψηφιακά συστήματα. Στο αναλογικό σύστημα ελέγχου, τα δεδομένα μεταβάλλονται σε συνεχή μορφή με θεωρητικά απεριόριστη ακρίβεια, ενώ στο ψηφιακό σύστημα τα δεδομένα είναι διακριτά και η ακρίβειά του είναι πεπερασμένη.

Πρακτικά όμως τα συστήματα ψηφιακού ελέγχου επιτυγχάνουν μεγαλύτερη ακρίβεια διότι, σε αντίθεση με τα αναλογικά συστήματα, δεν επηρεάζονται σημαντικά από τις μεταβολές τάσης και έντασης, αφού δέχονται διακριτά μεταβλητές τιμές.

Ένα απλό αναλογικό σύστημα πραγματοποιεί έλεγχο μέσω ενός ποτενσιομέτρου με ένα μετρητή τάσης. Η επίδραση οποιασδήποτε μεταβολής της τάσης του ρεύματος στην ακρίβεια των μετρήσεων, είναι προφανής.

Το ψηφιακό σύστημα, διαιρεί το συνεχές τμήμα σε επιμέρους τμήματα σταθερή αντίστασης, πράγμα που μειώνει την επιροή των μεταβολών στην ακρίβεια των μετρήσεων. Το πλήθος των υποδιαιρέσεων καθορίζει εδώ την ακρίβεια.



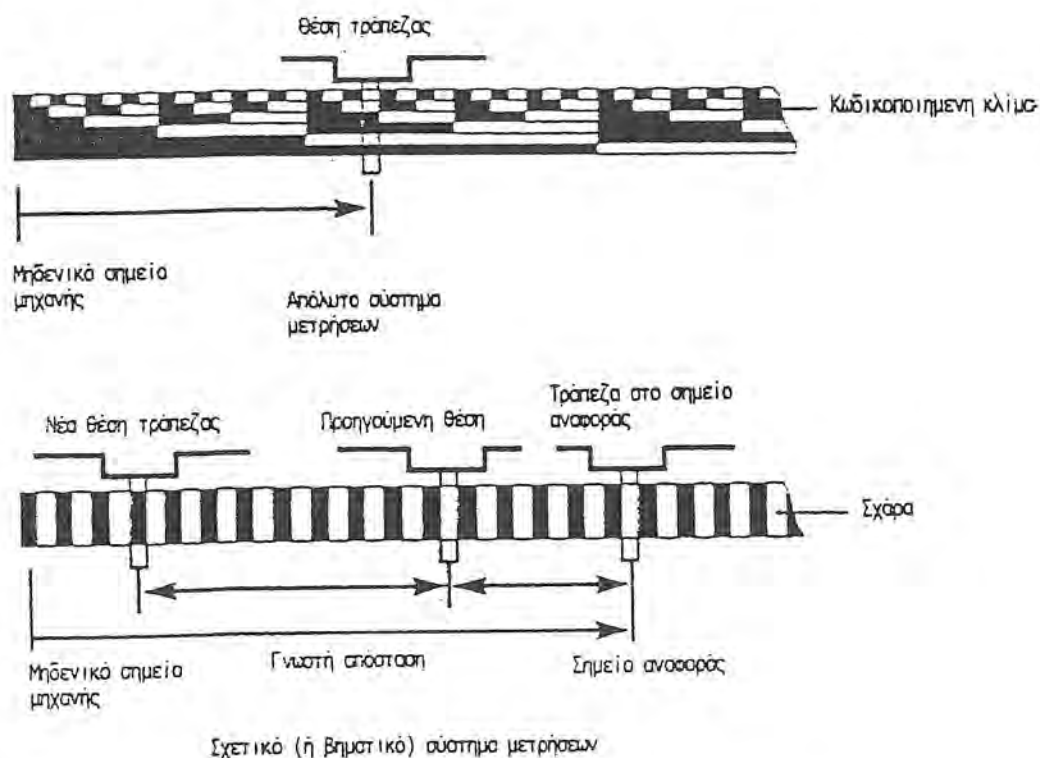
Σχήμα 6 : Αρχή λειτουργίας του αναλογικού (α) και του ψηφιακού (β) συστήματος ελέγχου.

2.2.3. Συστήματα απόλυτου και σχετικού ελέγχου

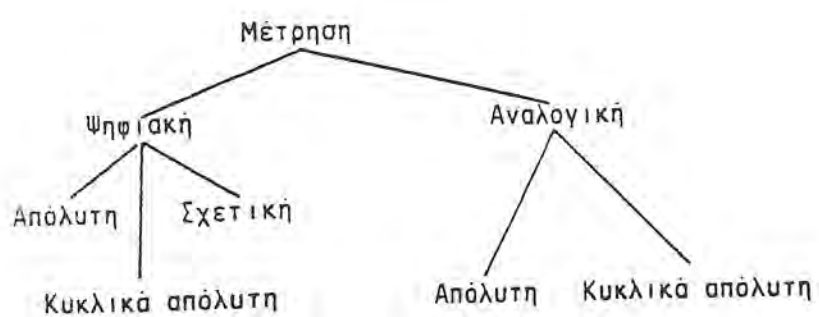
Στο απόλυτο σύστημα ελέγχου, όλες οι εντολές κίνησης του εργαλείου καθορίζονται σε σχέση με ένα μοναδικό προκαθορισμένο σημείο αναφοράς, το "μηδενικό σημείο". Οι εντολές θέσης δίνονται σε απόλυτες αποστάσεις από το σημείο αυτό.

Στο σχετικό (ή βηματικό) σύστημα ελέγχου, η θέση του εργαλείου καθορίζεται σε σχέση με το τελευταίο σημείο, δηλ. το σημείο αναφοράς για την επόμενη εντολή είναι το τελικό σημείο της προηγούμενης διεργασίας.

Κάθε ένα από τα δύο αυτά συστήματα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, κυρίως όσον αφορά την λειτουργικότητα. Η τελική επιλογή έχει σχέση με το είδος της εργαλειομηχανής και τη μορφή της κατεργασίας που αυτή πρέπει να εκτελέσει. Συνήθως υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού και των δύο συστημάτων.



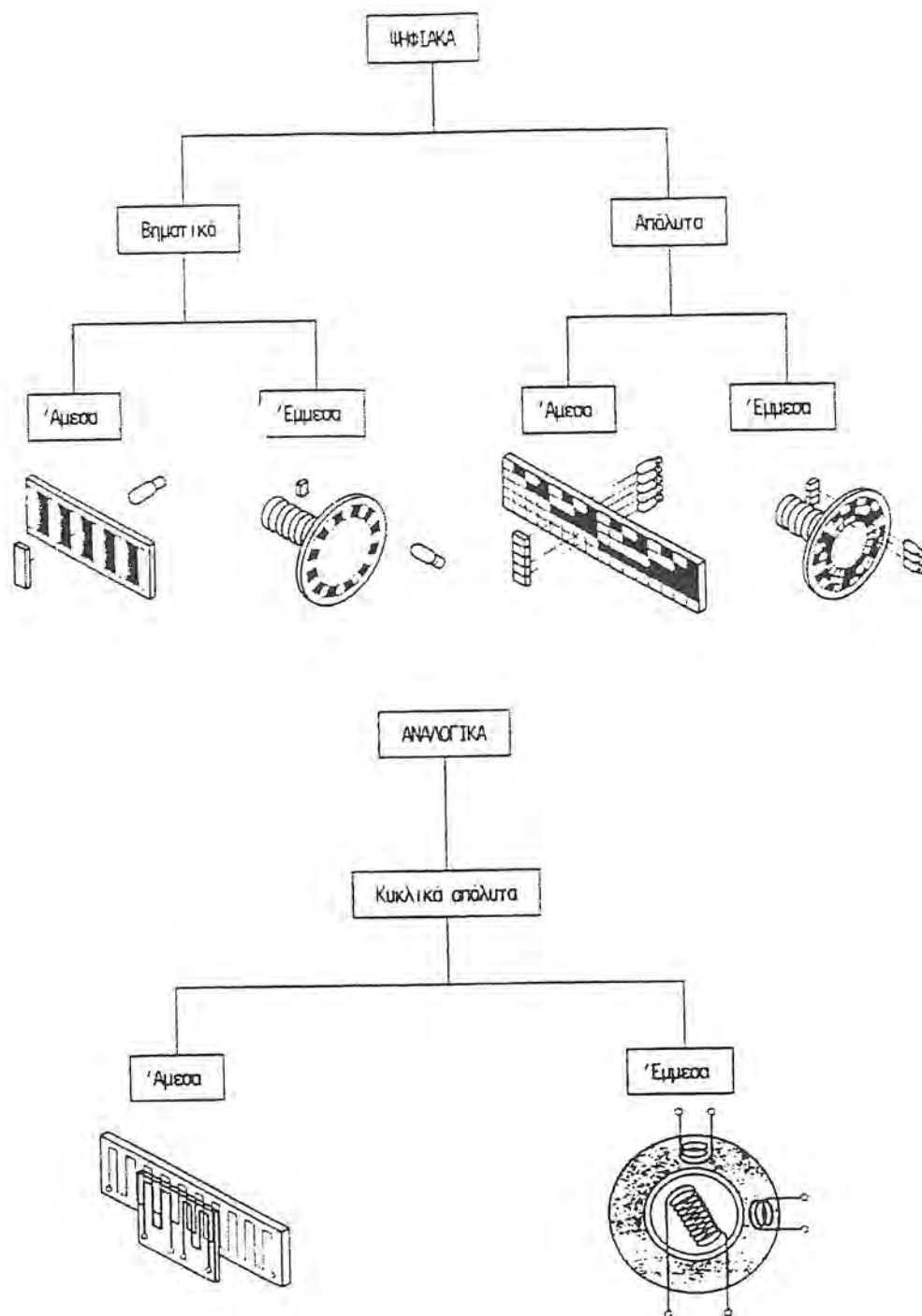
Σχήμα 7 : Αρχή του απόλυτου (α) και του σχετικού (β) συστήματος ελέγχου.



τρόπος
απόκτησης
της τιμής
μέτρησης

είδος της
μεθόδου
μέτρησης

Σχήμα 8 : Γενική κατάταξη των συστημάτων μετρήσεων.



Σχήμα 9 : Γενική παρουσίαση των χρησιμοποιούμενων συστημάτων μέτρησης της διαδρομής

2.2.4. Συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόχου.

Κάθε σύστημα ελέγχου εργαλειομηχανών είναι του τύπου ανοικτού ή κλειστού βρόχου. Η διάκριση αυτή γίνεται με βάση την απουσία (ανοικτός βρόχος) ή την ύπαρξη (κλειστός βρόχος), συστήματος ανάδρασης (σχήμα 22).

Μία παραλλαγή του συστήματος κλειστού βρόχου είναι το σύστημα του μερικώς κλειστού βρόχου.

Τα συστήματα ανοικτού βρόχου, δεν γίνεται πιστοποίηση εκτέλεσης της εντολής, ούτε σύγκριση αποτελέσματος-εντολής. Το εργαλείο διαγράφει μια προσδιορισμένη τροχιά μέχρι ένα καθορισμένο σημείο και σταματάει εκεί. Δεν υπάρχει δηλ. μηχανισμός ελέγχου και προσδιορισμού τυχόν σφαλμάτων.

Τα συστήματα ανοικτού βρόχου, χρησιμοποιούνται κυρίως στις περιπτώσεις όπου για την ακρίβεια της κατασκευής αρκεί η ακρίβεια του συστήματος.

Στα συστήματα κλειστού βρόχου, το κύκλωμα ανάδρασης επιτρέπει την ανίχνευση της πραγματικής θέσης του εργαλείου και τη διαπίστωση της ολοκλήρωσης ή όχι της κατεργασίας. Έτσι εντοπίζονται τυχόν σφάλματα τα οποία πρέπει πρακτικά να τείνουν σε μια ελάχιστη τιμή. Στις σύγχρονες μηχανές αριθμητικού ελέγχου, όπου απαιτείται υψηλή ακρίβεια κινήσεων σε μεγάλες ταχύτητες από τμήματα συχνά μεγάλου όγκου και βάρους, η εγκατάσταση συστήματος ελέγχου κλειστού βρόχου είναι αναπόφευκτη. Τα συστήματα κλειστού βρόχου, απαιτούν ιδιαίτερα προσεκτική σχεδίαση, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να οδηγήσουν το σύστημα κατά τη λειτουργία σε ανεξέλεγκτες καταστάσεις (π.χ. ταλαντώσεις αυξανόμενου πλάτους).

2.2.5. Εκλογή του κατάλληλου συστήματος

Τα συστήματα ελέγχου έχουν φθάσει σε τέτοιο σημείο τεχνολογικής ανάπτυξης, ώστε να έχουν επιτύχει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας. Ωστόσο, για κάθε ειδική εφαρμογή, υπάρχει μόνο ένα κατάλληλο σύστημα, ιδίως αν ληφθεί υπόψη και το διαθέσιμο ύψος της επένδυσης.

Η επιλογή θα γίνει με βάση τις απαιτούμενες κατεργασίες και τις δυνατότητες του κάθε συστήματος. Για παράδειγμα, σε κατεργασίες διάτρησης απαιτείται σύστημα σημειακής κατεργασίας και ανοικτού βρόχου. Εάν όμως η πλειοψηφία των εργασιών απαιτεί πολύπλοκες μορφές (π.χ. κυκλικά τόξα σε 2 ή 3 διαστάσεις), τότε θα πρέπει να εκλεγεί σύστημα συνεχούς κατεργασίας κλειστού βρόχου.

2.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η εκτέλεση σύνθετων κατεργασιών από μία εργαλειομηχανή αριθμητικού ελέγχου, απαιτεί μια σειρά από πολύπλοκους υπολογισμούς ακριβείας, για τον καθορισμό π.χ. των θέσεων κατεργασίας ή του μήκους του εργαλείου και του κομματιού.

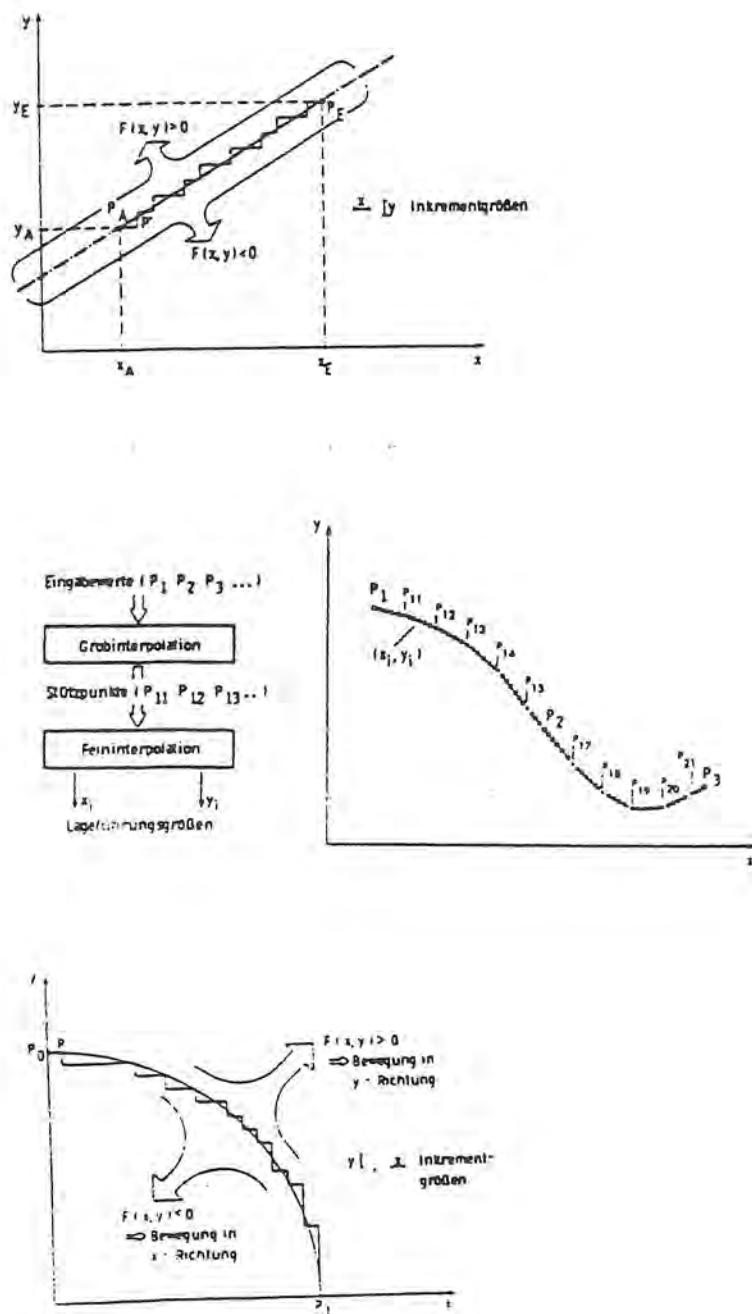
Η επεξεργασία του αντικειμένου γίνεται, με συνδυασμό των κινήσεων των κινητήρων, ώστε να επιτυγχάνεται οποιαδήποτε καμπύλη στον χώρο. Η καμπύλη ακριβώς αυτή, καθορίζει και τον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων, ώστε να επιτευχθεί ο κατάλληλος έλεγχος των κινητήρων. Η επεξεργασία των δεδομένων, γίνεται συνήθως από τον μικροεπεξεργαστή της εργαλειομηχανής, με τη χρησιμοποίηση της κατάλληλης παρεμβολής. Η παρεμβολή συνίσταται από τον υπολογισμό μια σειράς από σημεία τέτοιου πλήθους, ώστε να αποδίδεται με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια η τελική μορφή του αντικειμένου. Πρόκειται δηλαδή για συνδυασμό μικρών ευθύγραμμων τμημάτων, τα οποία όσο περισσότερα είναι, αυξάνουν τον βαθμό ακρίβειας της προσέγγισης. Θεωρητικά, είναι δυνατή η παραγωγή όλων των μαθηματικά ορισμένων καμπυλών. Τίθενται όμως όρια στις δυνατότητες της παρεμβολής, λόγω του υψηλού κόστους των απαιτούμενων μονάδων και συνήθως περιορίζονται σε γραμμικές, κυκλικές και απλές παραβολικές παρεμβολές. Οι περισσότεροι σύνθετοι τύποι καμπυλών, περιγράφονται κατά προσέγγιση.

Η γραμμική παρεμβολή, χρησιμοποιείται για ευθύγραμμες κατεργασίες υπό γωνία, σε σχέση με τους άξονες. Οι βηματικοί κινητήρες των αξόνων, τροφοδοτούνται με ταυτόχρονους παλμούς που καθορίζουν και τη συνδυασμένη κίνηση.

Η κυκλική παρεμβολή, χρησιμοποιείται για κατεργασίες τόξου κύκλου, ή για καμπύλες των οποίων η μορφή, μπορεί να εξομοιωθεί από πολλαπλές προσεγγίσεις κυκλικών τόξων διαφόρων ακτίνων. Οι παλμοί τροφοδοσίας των κινητήρων έχουν πλήρη αντιστοιχία μεταξύ τους, με αντίστροφη όμως διαδικασία (π.χ. προοδευτικά επιβραδυνόμενος ρυθμός για τον άξονα X και προοδευτικά αυξανόμενος ρυθμός για τον άξονα Y). Διακρίνονται 4 περιπτώσεις διαφορετικές, για κάθε τεταρτημόριο του κύκλου. Επίσης διακρίνεται η δεξιόστροφη περιστροφή (Clockwise-CW) και η αριστερόστροφη περιστροφή (counterclockwise-CCW).

Η παραβολική παρεμβολή, χρησιμοποιείται σε κατεργασίες με καμπύλη μορφή παραβολής, εκφραζόμενη από πολώνυμα μεγαλύτερα ή ίσα του 2ου βαθμού. Ο υπολογιστής της μηχανής έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει την απαιτούμενη προσέγγιση και να εξομαλύνει τις μεταβάσεις στα σημεία καμπής.

Σε πολλές περιπτώσεις, γίνεται συνδυασμός των παρεμβολών, π.χ. στην κοπή σπειρώματος, συμβαίνει γραμμική παρεμβολή στους άξονες C και Z έτσι ώστε ο άξονας C να είναι σταθερός σε σχέση με τον Z και ταυτόχρονα συμβαίνει κυκλική παρεμβολή στους άξονες X και Z.



Σχήμα 10 : Σχηματική παράσταση παρεμβολών

α : Γραμμική παρεμβολή

β : Διβάθμια παρεμβολή

γ : Κυκλική παρεμβολή

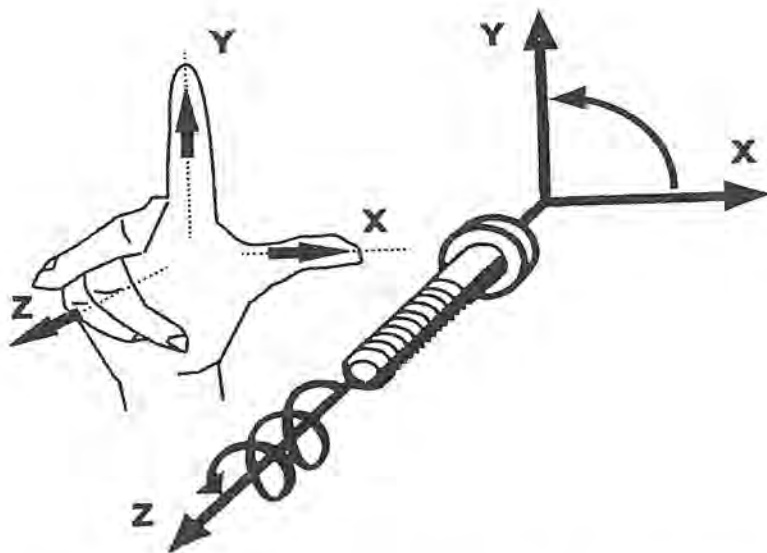
2.4. ΑΞΟΝΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Οι άξονες κατεργασίας ή άξονες των εργαλειομηχανών CNC, πρέπει να είναι γνωστοί σε όποιον ασχολείται με τον προγραμματισμό των εργαλειομηχανών αυτών. Οι άξονες χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν και να καθορίσουν τις κινήσεις που η εργαλειομηχανή εκτελεί κατά την κατεργασία. Για λόγους απλοποίησης και καλύτερης κατανόησης, υποτίθεται ότι οι κινήσεις κατεργασίας εκτελούνται από τα εργαλεία, αν και αυτό δεν είναι πάντα σωστό (π.χ. κατά την κατεργασία σε φρέζα, οι περισσότερες κινήσεις εκτελούνται από την τρτάπεζα).

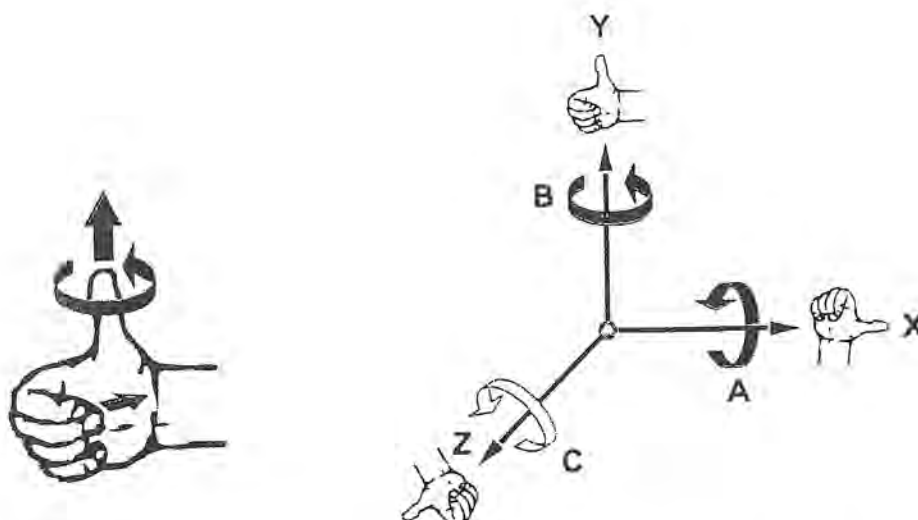
Στις Ε.Α.Ε. τα εργαλεία διαγράφουν, ανάλογα με τον τύπο της μηχανής, διάφορες κινήσεις απαραίτητες για την κατεργασία. Επειδή οι τροχιές αυτές των εργαλείων πρέπει να ελέγχονται με μεγάλη ακρίβεια, απαιτείται όλα τα σημεία του χώρου κατεργασίας να είναι επακριβώς καθορισμένα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συστήματα συντεταγμένων.

Το σύστημα που έχει καθιερωθεί στον χώρο των μηχανών CNC είναι το τρις-ορθογώνιο δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων. Οι τρεις κύριοι άξονες του καρτεσιανού συστήματος συντεταγμένων είναι οι άξονες X, Y και Z και ορίζονται με τον κανόνα της δεξιάς παλάμης (αντίχειρας, δείκτης, μέσος) (σχήμα 24). Η διαδοχή των αξόνων καθορίζεται από τον παρακάτω κανόνα :

Η στρέψη του άξονα X στην κατεύθυνση του άξονα Y, προκαλεί στον άξονα Z μια δεξιόστροφη περιστροφή (σχήμα 12).



Σχήμα 11: Ορισμός του δεξιόστροφου συστήματος συντεταγμένων, με τον κανόνα της δεξιάς παλάμης



Σχήμα 12 : Ορισμός της δεξιόστροφης περιστροφής και του δεξιόστροφου συστήματος συντεταγμένων

Ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων αξόνων κινήσεων ποικίλει και είναι διαφορετικός για κάθε τύπο εργαλειομηχανής. Εκτός από τους τρεις βασικούς άξονες (X, Y και Z) χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις επιπλέον άξονες (π.χ. U, V, W) καθώς και άξονες περιστροφής (π.χ. A, B, C).

Για την τοποθέτηση του συστήματος συντεταγμένων στη μηχανή, ισχύει ο παρακάτω συμβατικός κανόνας :

Το ορθοκανονικό σύστημα συντεταγμένων έχει άξονες παράλληλους προς τους κύριους ολισθητήρες της μηχανής και σχετίζεται άμεσα με το τοποθετημένο προς επεξεργασία αντικείμενο.

Η θέση του κάθε άξονα, καθορίζεται ακολούθως:

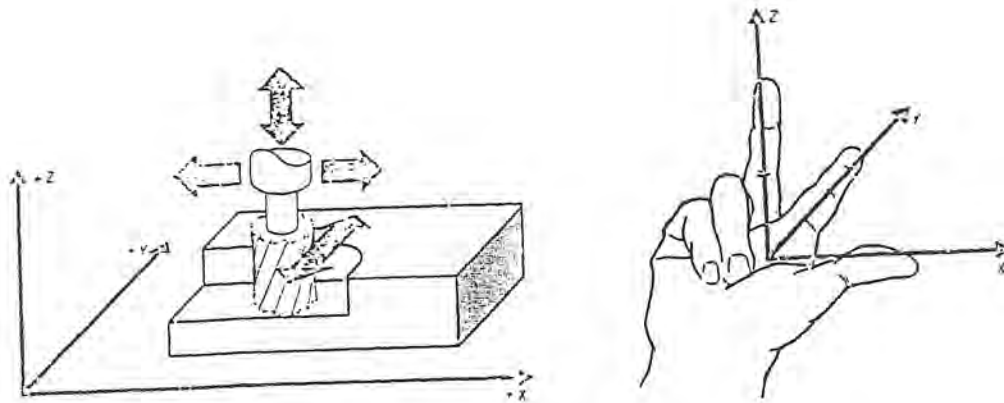
1. **Ο άξονας Z** είναι παράλληλος ή ταυτίζεται με τον άξονα συμμετρίας της κύριας ατράκτου της μηχανής. Η κίνηση στον άξονα αυτό ορίζεται θετική εάν η φορά της είναι από το κατεργαζόμενο αντικείμενο προς το εργαλείο και αρνητική στην αντίθετη περίπτωση. Ειδικά για τους τόνους, η θετική φορά είναι από την άτρακτο προς το αντικείμενο.

2. **Ο άξονας X** είναι κάθετος προς τον άξονα Z, οριζόντιος όταν είναι δυνατόν και ορίζεται παράλληλος της επιφάνειας πρόσδεσης του προς επεξεργασία αντικειμένου. Στους τόνους, θετική είναι η φορά απομάκρυνσης του εργαλείου.

3. **Ο άξονας Y** συμπληρώνει το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων.

Κατά τον προγραμματισμό θεωρείται δεδομένο ότι το αντικείμενο είναι ακίνητο και μόνο το εργαλείο κινείται. Το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή η φορά επεξεργασίας, είναι ίδιο και στην αντίθετη περίπτωση και έτσι δεν επηρεάζεται ο προγραμματισμός.

Σε ορισμένες περιπτώσεις κατεργασίας περιστρέφεται το εργαλείο ή το αντικείμενο. Τότε απαιτείται ο προγραμματισμός αξόνων περιστροφής, οι οποίοι για τους κύριους άξονες X, Y και Z χαρακτηρίζονται A, B και C αντίστοιχα. Η φορά περιστροφής είναι θετική στην φορά των δεικτών του ρολογιού.



Σχήμα 13 : Παραδείγματα συστημάτων συντεταγμένων

Εάν υπάρχουν και άλλοι άξονες ευθύγραμμης μετακίνησης οι οποίοι ελέγχονται ανεξάρτητα από τους X , Y , Z , αυτοί χαρακτηρίζονται U , V και W . Οι θετικές φορές των νέων αξόνων καθορίζονται όπως έχει στα προηγούμενα αναπτυχθεί.

Επιπλέον δυνατότητες ευθύγραμμης μετακίνησης, χαρακτηρίζονται από τους άξονες P , Q , R . Οσον αφορά τις κυκλικές κινήσεις, εκτός των αξόνων A , B , C , για επιπλέον δυνατότητες περιστροφής ορίζονται οι άξονες D και E .

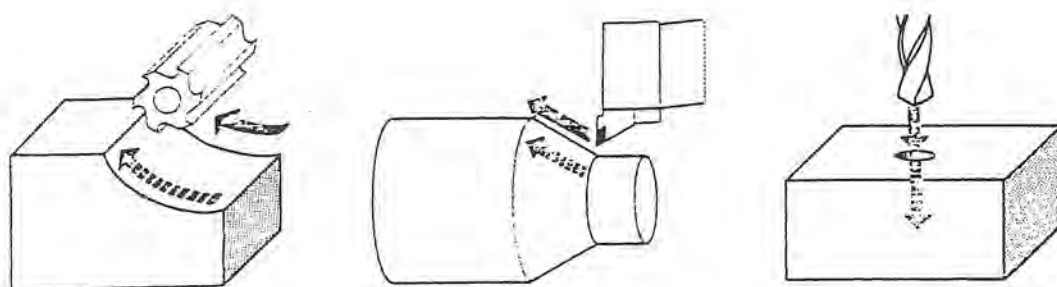
Αξονες κίνησης του επεξεργαζόμενου αντικειμένου.

Στις περιπτώσεις που το αντικείμενο έχει τη δυνατότητα να κινείται πάνω στην εργαλειομηχανή, η κίνησή του ορίζεται από τους άξονες X , Y και Z των οποίων η θετική φορά είναι αντίθετη αυτής του εργαλείου.

2.5. ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

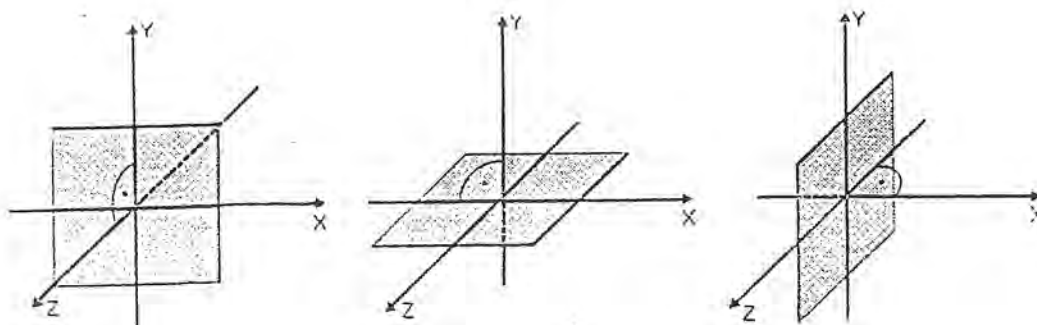
Για τις ανάγκες της κατεργασίας του αντικειμένου, απαιτείται από το εργαλείο να διαγράφει μια ακριβώς καθορισμένη τροχιά, η οποία εξαρτάται από τον τύπο της μηχανής και το είδος του ελέγχου.

Από τον τύπο της μηχανής καθορίζονται οι δυνατές κινήσεις των αξόνων, δηλ. οι κινήσεις της τράπεζας και του εργαλειοφορείου, καθώς και η περιστροφική κίνηση της ατράκτου. Το είδος του ελέγχου (π.χ. ευθύγραμμη κοπή, κατεργασία σε δύο διαστάσεις κ.λ.π.), προσδιορίζει τον τρόπο που οι δυνατές κινήσεις μπορούν να συντονιστούν μεταξύ τους, καθορίζει δηλαδή την απαιτούμενη παρεμβολή.



μα 14 : Κινήσεις κατά την κατεργασία.

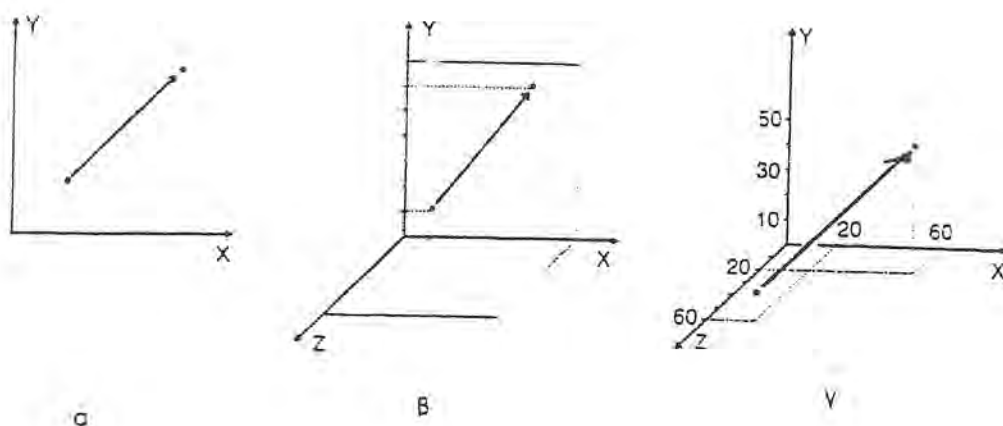
Το χρησιμοποιούμενο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, καθορίζει τις τρεις βασικές επιφάνειες που χρησιμοποιούνται στις Ε.Α., δηλ. XY , XZ , YZ (σχ. 18).



Σχήμα 15 : Επιφάνειες κατεργασίας.

Όταν το εργαλείο κινείται σε μια ευθεία μεταξύ ενός σημείου εκκίνησης και ενός σημείου τερματισμού, χρησιμοποιείται η γραμμική παρεμβολή. Στην περίπτωση ελέγχου 2 αξόνων, σημαίνει αυτό, ότι η κίνηση του εργαλείου σε κάθε άξονα συντονίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή τροχιά. Όταν όμως ελέγχονται 3 άξονες, διακρίνονται οι εξής δύο περιπτώσεις:

1. Ευθύγραμμη κίνηση σε μια ή περισσότερες σταθερές επιφάνειες. Το εργαλείο τοποθετείται στο σημείο εκκίνησης στον ένα άξονα και η παρεμβολή συμβαίνει στους δύο άλλους.
2. Προγραμματισμός ευθύγραμμης κίνησης στον χώρο. Η γραμμική παρεμβολή πραγματοποιείται σε τρεις άξονες.



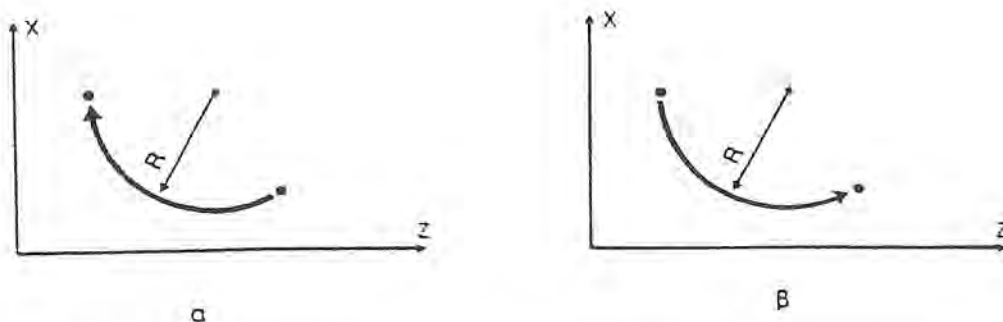
Σχήμα 16 : Ευθύγραμμη κατεργασία

α) σε δύο διαστάσεις

β) στο επίπεδο X/Y

γ) στον χώρο σε τρισδιάστατο σύστημα

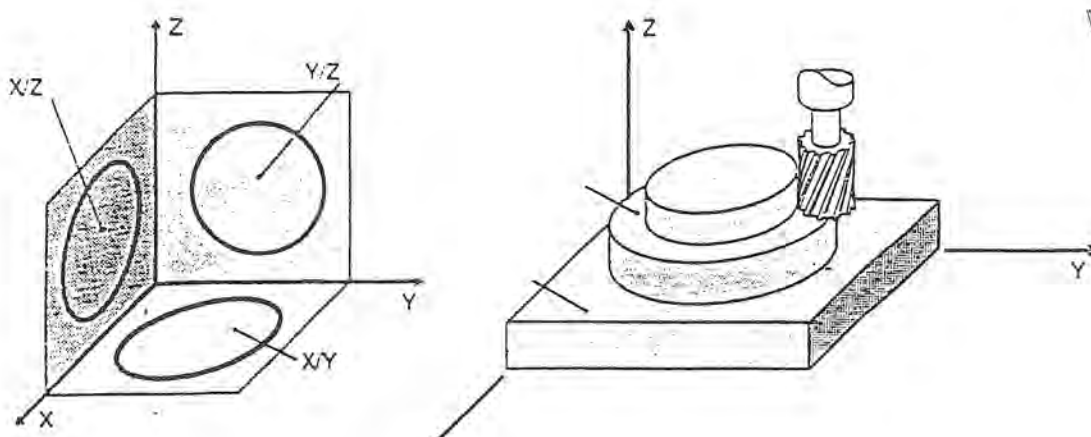
Εάν το εργαλείο κινείται από ένα σημείο εκκίνησης σε ένα σημείο τερματισμού με μία κυκλική τροχιά, τότε χρησιμοποιείται η κυκλική παρεμβολή (σχήμα 18).



Σχήμα 17 : Κυκλική κίνηση

α) δεξιόστροφη και β) αριστερόστροφη

Όταν ελέγχονται περισσότεροι από δύο άξονες, απαιτείται ο καθορισμός του επιπέδου στο οποίο πρέπει να συμβεί η κατεργασία (σχήμα 19).



Σχήμα 18: Κυκλική κατεργασία σε τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων.

2.6. ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Για την απλοποίηση του χειρισμού των Ε.Α.Ε. σε συνδυασμό με την εκπόνηση των προγραμμάτων, έχουν αναπτυχθεί διάφορες διαδικασίες διόρθωσης των γεωμετρικών στοιχείων. Σε γενικές γραμμές, αυτές είναι : δυνατότητα μετακίνησης του μηδενικού σημείου, εισαγωγή κατ'επιλογήν διαστάσεων στο απόλυτο ή το σχετικό σύστημα, αλλαγή μονάδας μέτρησης (mm/inch), συμμετρικές απεικονίσεις αξόνων και αντιστάθμιση των κοπτικών εργαλείων.

Θεωρητικά οι δυνατότητες είναι πάρα πολλές, στην πράξη όμως κάθε κατασκευαστής προσφέρει συγκεκριμένες δυνατότητες διορθώσεων, η σπουδαιότερη από τις οποίες είναι η αντιστάθμιση των εργαλείων.

2.6.1. Αντιστάθμιση κοπτικών εργαλείων

Στα προηγούμενα έγινε αναφορά στις κινήσεις κατεργασίας των κοπτικών εργαλείων, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις του εργαλείου και η επίδρασή τους στην τελική επιφάνεια του αντικειμένου.

Στις περισσότερες κατεργασίες κοπής, απαιτείται να χρησιμοποιηθούν παραπάνω από ένα εργαλεία, που έχουν μεταβλητό μήκος και / ή ακτίνα. Επομένως, εάν στο αρχικό εργαλείο είχαν ρυθμιστεί οι κοπτικές αιχμές του σε σχέση με το σημείο αναφοράς των κινήσεων, τα άλλα εργαλεία διαφορετικών διαστάσεων, δεν θα αρχίσουν την κίνησή τους από το ίδιο σημείο. Το ίδιο θα συμβεί και για το ίδιο εργαλείο όταν μετά από κάποιο χρόνο κατεργασίας παρουσιάσει φθορά των ακμών του. Απαιτείται επομένως μια διαδικασία εξισορρόπησης των διαφορετικών διαστάσεων, η οποία ονομάζεται αντιστάθμιση των κοπτικών εργαλείων (tool offset). Η αντιστάθμιση είναι δυνατή μόνο στα συστήματα C.N.C. και, μετά τον προσδιορισμό της,

ρυθμίζονται αυτόματα οι κινήσεις των κινουμένων τμημάτων της μηχανής (τράπεζα, εργαλειοφορείο, άτρκτος κλπ).

Οι διαστάσεις των εργαλείων καταχωρούνται μετά την αντιστάθμιση, σε ειδικά αρχεία με συγκεκριμένο κωδικό, ώστε να είναι δυνατή η ανάκλησή τους σε οποιοδήποτε σημείο του προγράμματος.

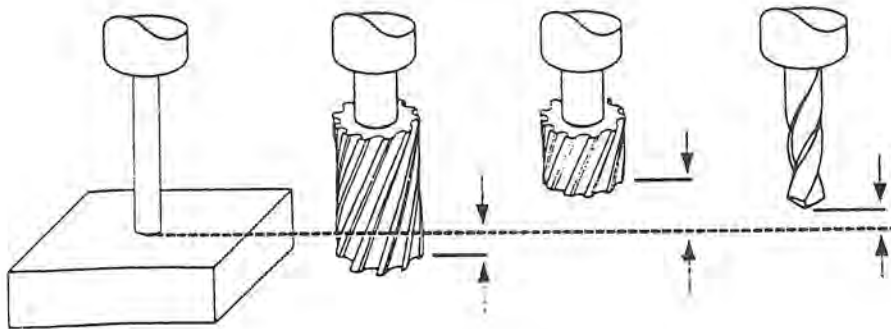
Η αντιστάθμιση, συνεπώς, επηρεάζει την εργαλειομηχανή κατά την κατεργασία και όχι το βασικό πρόγραμμα του τεμαχίου.

α) Αντιστάθμιση μήκους

Κατά την αντιστάθμιση του μήκους, προστίθεται στην προγραμματισμένη τιμή του άξονα Z, η καταχωρημένη τιμή αντιστάθμισης στο αντίστοιχο αρχείο. Ο προγραμματιστής της εργαλειομηχανής επιλέγει, σε σχέση με το αντικείμενο, το σημείο όπου ο άξονας Z θα τεθεί 0 και οδηγεί το εργαλείο σ' αυτό, ρυθμίζοντας το 0 του άξονα. Αυτό το εργαλείο είναι τώρα το "εργαλείο αναφοράς" και όλα τα υπόλοιπα ρυθμίζονται σε σχέση με αυτό. Έτσι κάθε εργαλείο προσεγγίζεται στο σημείο που έχει επιλεγεί και η ένδειξη της οθόνης καταχωρείται στην αντίστοιχη μνήμη.

Η μέθοδος επιλογής και καταχώρησης των τιμών αντιστάθμισης μπορεί να είναι διαφορετική ανάλογα το σύστημα ελέγχου.

Ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας, είναι δυνατόν να απαιτείται αντιστάθμιση μήκους εκτός από τον άξονα Z για τον άξονα Y (π.χ. τórνευση).



Σχήμα 19: Αντιστάθμιση μήκους με χρήση εργαλείου αναφοράς

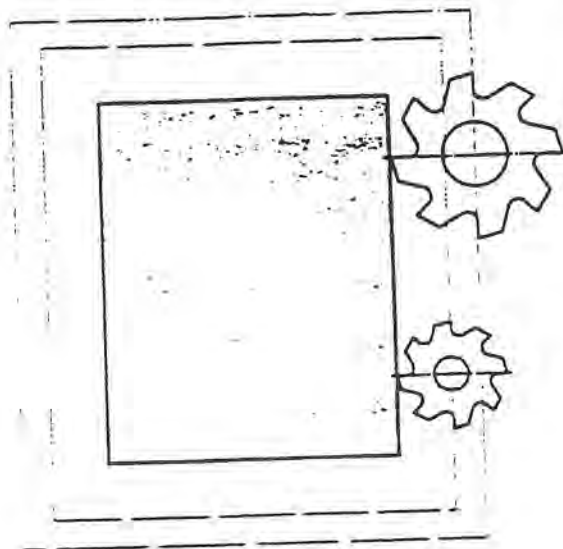
β) Αντιστάθμιση ακτίνας

Χρησιμοποιείται για να διορθωθούν τυχόν μεταβολές της διαμέτρου ή για τη διόρθωση της ακτίνας καμπυλότητας των άκρων των κοπτικών εργαλείων.

1) Φρεζάρισμα

α) Συνεχής ευθύγραμμη κατεργασία

Το κέντρο του κοπτικού διαγράφει μία τροχιά ή οποία είναι διαφορετική από το περίγραμμα του αντικείμενου και μεταβάλλεται ανάλογα με τη διάμετρο του χρησιμοποιούμενου εργαλείου. Χωρίς τη δυνατότητα αντιστάθμισης της ακτίνας, θα έπρεπε να αλλάζει το πρόγραμμα με κάθε χρήση κοπτικού



διαφορετικής διαμέτρου

Σχήμα 20 : Τροχιά κοπτικών διαφορετικής διαμέτρου

Η αντιστάθμιση επιτρέπει τον προγραμματισμό βάση του περιγράμματος του αντικείμενου, αγνοώντας τις πραγματικές διαστάσεις του εργαλείου.

Το ακριβές μέγεθος του εργαλείου καταχωρείται στο αντίστοιχο αρχείο και καθορίζεται η κατεύθυνση στην οποία θα γίνει η διόρθωση.

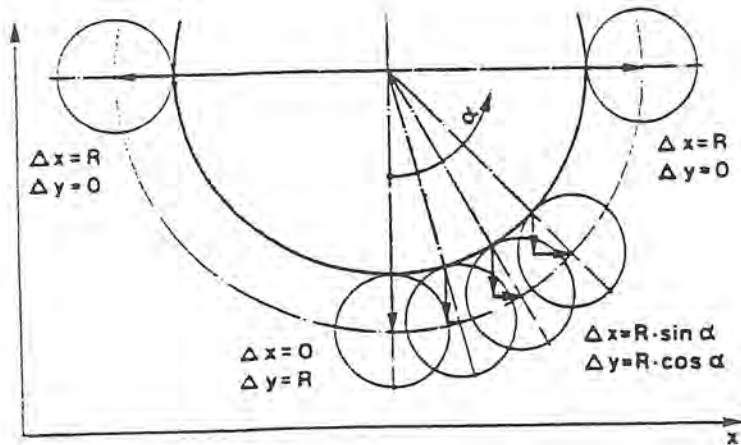
β) Συνεχής κατεργασία σε κυκλική τροχιά

Κατά την ευθύγραμμη κατεργασία, οι τιμές αντιστάθμισης προστίθενται ή αφαιρούνται στις προγραμματισμένες διαστάσεις του αντικειμένου.

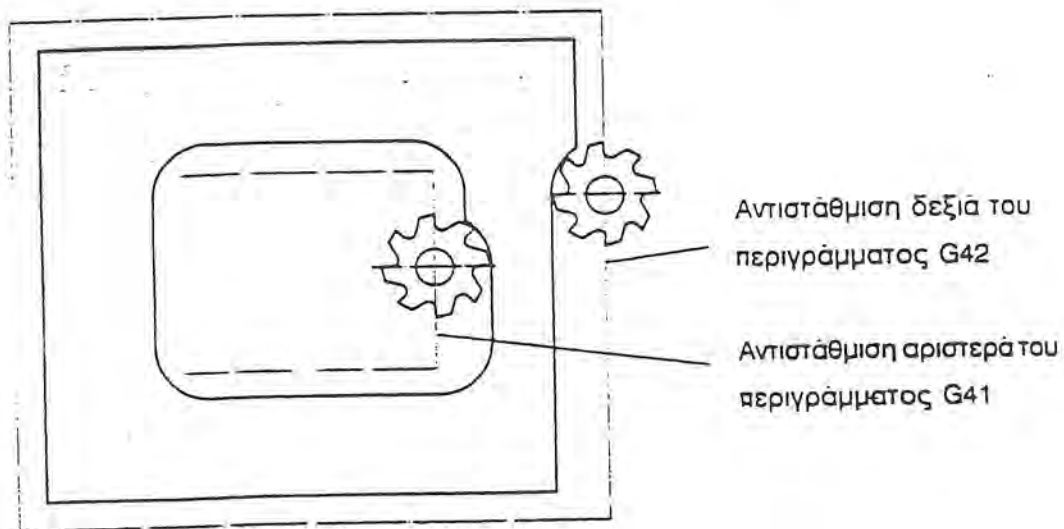
Κατά την κατεργασία σε κυκλική τροχιά, αυτό δεν είναι πλέον δυνατό, διότι οι τιμές αντιστάθμισης δεν είναι σταθερές αλλά μεταβάλλονται σε ημιτονοειδή συνάρτηση (βλ. σχήμα 21).

Στις σύγχρονες εργαλειομηχανές υπάρχει συνήθως η δυνατότητα αυτόματου υπολογισμού των αντίστοιχων τιμών των αξόνων X και Y για κάθε σημείο της τροχιάς.

Ο προγραμματιστής πρέπει να καθορίσει την φορά της διόρθωσης, δηλαδή αν θα γίνει δεξιά ή αριστερά του περιγράμματος του αντικείμενου και βεβαίως να επιλέξει τα αντίστοιχα αρχεία για την καταχώρηση των τιμών αντιστάθμισης μήκους και ακτίνας.



Σχήμα 21 : Τιμές αντιστάθμισης κατά την κυκλική παρεμβολή



Αντιστάθμιση δεξιά του περιγράμματος G42

Αντιστάθμιση αριστερά του περιγράμματος G41

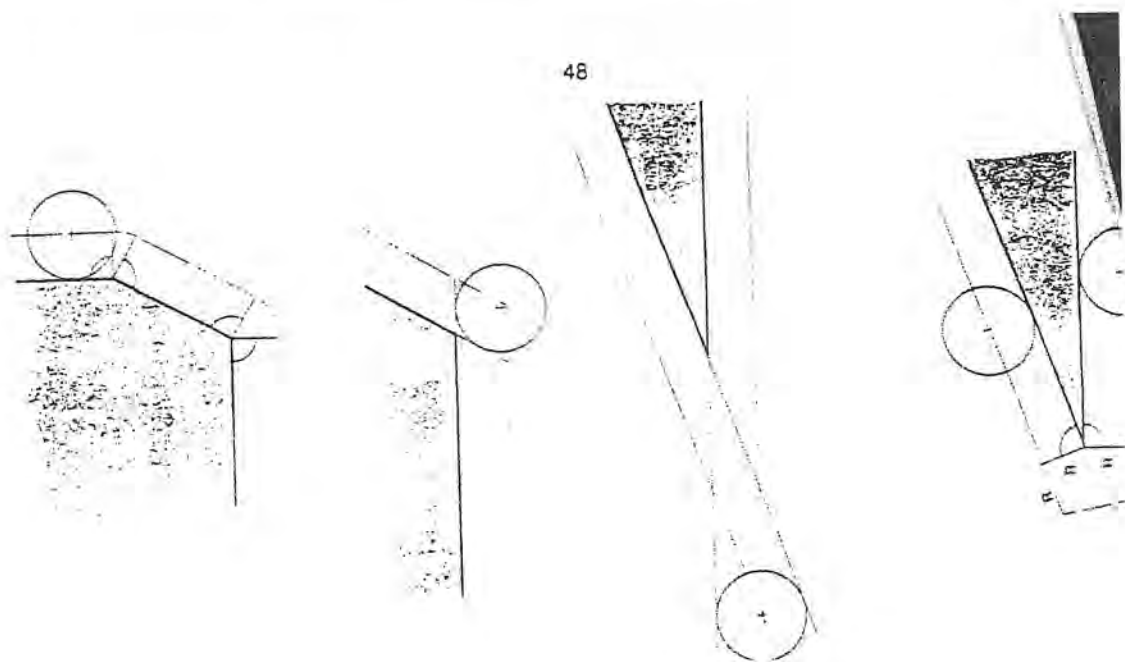
Σχήμα 22 : Φορά αντιστάθμισης

γ) Ειδικές περιπτώσεις κατά την αντιστάθμιση της ακτίνας στο φρεζάρισμα.

Η τροχιά του κέντρου του κοπτικού, υπολογίζεται από τον επεξεργαστή της CNC μηχανής, κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Όταν η πρόωση είναι υψηλή, μπορεί να συμβεί αυτόματη μείωσή της, για να υπάρχει ο απαιτούμενος χρόνος για τον αρκετά πολύπλοκο υπολογισμό της τροχιάς του κοπτικού.

Έτερη δυσκολία παρουσιάζεται όταν στο περίγραμμα υπάρχουν γωνίες, δηλαδή δεν είναι συνεχές.

Περιπτώσεις αυτές, δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες κοπής και κατεργασίας, με κίνδυνο να συγγυλεύονται οι γωνίες των αντικείμενων (σχ. 23).



Σχήμα 23 : Φρεζάρισμα περιγράμματος με γωνίες (μη συνεχές περίγραμμα)

Όταν υπάρχουν οξείες γωνίες, το εργαλείο διαγράφει μακρινές τροχιές, εκτός αντικειμένου. Σε ορισμένους τύπους ελέγχου, αυτό διορθώνεται αυτόματα με την προσθήκη μίας ευθείας.

Γενικά και ανεξάρτητα από τις δυνατότητες που προσφέρει ο μικροεπεξεργαστής, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα τόσο κατά το στάδιο του σχεδίασμα των αντικειμένων, όσο και κατά την επιλογή των κοπτικών εργαλείων, ώστε να μη δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες κατεργασίας, που οδηγούν σε σφάλματα ή αστοχία των εργαλείων.

2. Τόρνευση

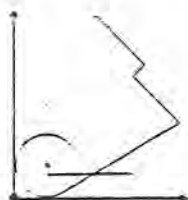
α) Αντιστάθμιση ακτίνας

Στα κοπτικά εργαλεία τόρνευσης, στη θέση της ακτίνας του εργαλείου, υπάρχει η ακτίνα της κόψης. Στον προγραμματισμό της κατεργασίας, θεωρείται ότι η αιχμή της κόψης διατρέχει το αντικείμενο (σχήμα 24α).

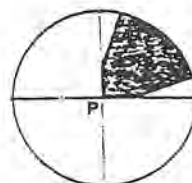
Στην πραγματικότητα όμως, οι κόψεις είναι ελαφρά στρογγυλεμένες, κυρίως για λόγους αντοχής (σχήμα 24β).

Σχήμα 39: Κόψεις εργαλείου τόννευσης

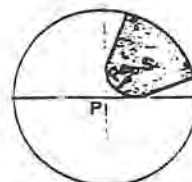
- α) Θεωρητική κόψη
β) Πραγματική κόψη



α

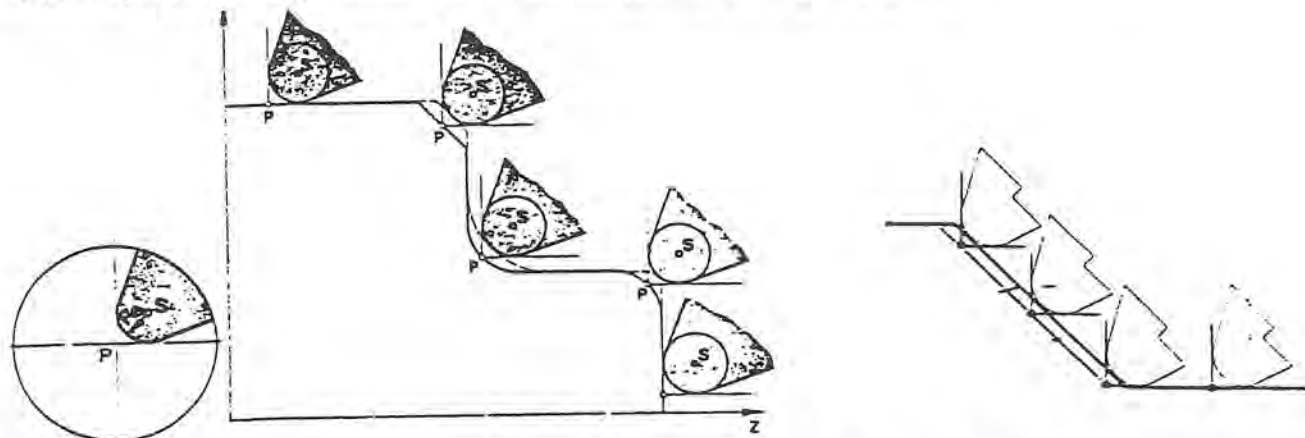


β



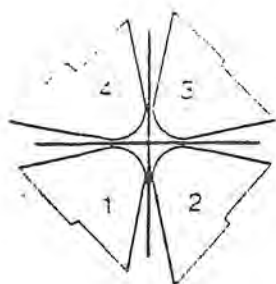
Σχήμα 24: Κόψεις εργαλείου τόννευσης
α) Θεωρητική κόψη β) Πραγματική κόψη

Εξαιτίας της διαφοράς μεταξύ πραγματικής και θεωρητικής κόψης, παρουσιάζεται σφάλμα στην τελική επιφάνεια, αφού ο έλεγχος υπολογίζει την τροχιά με λάθος στοιχεία (σχ. 26).



Σχήμα 25 : Περιοχές σφάλματος στο περίγραμμα του αντικειμένου, λόγω της γωνίας του κοπτικού.

Το σφάλμα της ακτίνας, διορθώνεται με την αντίστοιχη αντιστάθμιση και ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει την τροχιά του κοπτικού με τη διορθωμένη τιμή της ακτίνας. Για να επεξεργαστεί η νέα διορθωμένη τροχιά στη σωστή πλευρά του περιγράμματος, πρέπει να καθοριστεί και το τεταρτημόριο (π.χ. από 1 μέχρι 4), από τη κατεύθυνση του οποίου γίνεται η κατεργασία (σχ. 26).



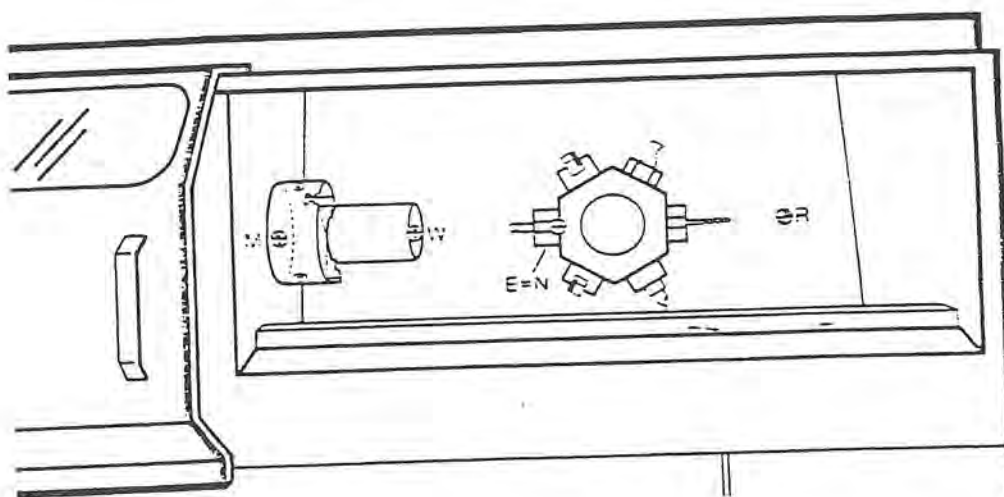
Σχήμα 26: Καθορισμός τεταρτημορίων κατά την αντιστάθμιση ακτίνας, εργαλείου τórνευσης

2.7. ΜΗΔΕΝΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Κατόπιν κατεργασία ενός αντικειμένου σε μία Ε.Α.Ε., οι κινήσεις που εκτελεί το εργαλείο ελέγχονται με τη βοήθεια των συστημάτων συντεταγμένων. Η ακριβής θέση κάθε συστήματος στον χώρο της εργαλειομηχανής καθορίζεται μέσω των μηδενικών σημείων.

Εκτός από τα μηδενικά σημεία, υπάρχουν ακόμη μία σειρά από σημεία αναφοράς τα οποία υποστηρίζουν τον χειρισμό και τον προγραμματισμό των Ε.Α.Ε.

Με τη βοήθεια των σημείων αυτών, μπορεί να καθοριστεί επακριβώς, μέσα στον χώρο επεξεργασίας, η σχέση των θέσεων του κομματιού και του εργαλείου.



Σχήμα 27 : Μηδενικά σημεία και σημεία αναφοράς σε μία Ε.Α.Ε.

Μηδενικά σημεία : M : Μηδενικό σημείο αντοχής

W : Μηδενικό σημείο αντικειμένου

Σημεία αναφοράς: R : Σημείο αναφοράς

E : Σημείο αναφοράς εργαλειοδέτη

N : Σημείο αναφοράς εργαλειοφόρου

Τα σπουδαιότερα σημεία από αυτά που χρησιμοποιούνται στις Ε.Α.Ε., παρουσιάζονται παρακάτω :

2.7.1. Μηδενικό σημείο μηχανής M (συμβολίζεται με $\oplus$)

Είναι το μηδενικό σημείο του συστήματος συντεταγμένων της μηχανής και καθορίζεται από τον κατασκευαστή. Το σημείο αυτό είναι μη μεταθέσιμο και αποτελεί την αφετηρία για όλα τα άλλα συστήματα συντεταγμένων και τα σημεία αναφοράς της μηχανής.

Στους τόνους το μηδενικό σημείο M ορίζεται συνήθως σε διαφορετικές θέσεις από κάθε κατασκευαστή. Τις περισσότερες φορές βρίσκεται αριστερά της ατράκτου, στο πλέον απομακρυσμένο σημείο της τράπεζας εργασίας.

2.7.2. Σημείο αναφοράς R (συμβολίζεται με $\otimes$)

Εξυπηρετεί στον διαγνωστικό έλεγχο του συστήματος μέτρησης των κινήσεων της τράπεζας και του εργαλείου. Η θέση του σημείου αναφοράς είναι ακριβώς καθορισμένη για κάθε άξονα με ειδικούς μηχανισμούς ακριβείας, έτσι ώστε οι συντεταγμένες του σε σχέση με το μηδενικό σημείο της μηχανής M να έχουν πάντα την ίδια σταθερή τιμή, και η προσέγγισή του να είναι δυνατή με μεγάλη ακρίβεια.

Η θέση του είναι συνήθως σε ένα εξωτερικό σημείο του χώρου επεξεργασίας της Ε.Α.Ε.

2.7.3. Μηδενικό σημείο αναφοράς αντικειμένου W (συμβολίζεται με $\oplus$)

Το σημείο προσδιορίζει το σύστημα συντεταγμένων του αντικειμένου, σε σχέση με το μηδενικό σημείο της μηχανής. Συνήθως καθορίζεται ελεύθερα στο στάδιο του προγραμματισμού της μηχανής και μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου επεξεργασίας. Θα πρέπει πάντως να επιλέγεται μία θέση τέτοια ώστε να διευκολύνεται ο προγραμματισμός και η επεξεργασία. Έτσι, σε αντικείμενα με επεξεργασία τόνου, συντιστώμενες θέσεις είναι πάνω στον άξονα συμμετρίας της ατράκτου, στο δεξιό ή αριστερό "πρόσωπο" του έτοιμου αντικειμένου. Για αντικείμενα φρεζαρίσματος, συνίσταται συνήθως μία εξωτερική γωνία.

2.7.4. Σημεία αναφοράς του εργαλείου

Κατά την κατεργασία σε Ε.Α.Ε., είναι απαραίτητο η κόψη του εργαλείου να μπορεί να διαγράφει με μεγάλη ακρίβεια την αυστηρά προκαθορισμένη τροχιά που απαιτείται για την παραγωγή της επιθυμητής επιφάνειας. Επειδή όμως τα εργαλεία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις διαστάσεις τους, είναι απαραίτητο τα στοιχεία κάθε εργαλείου να εισάγονται στον έλεγχο κατά τον προγραμματισμό.

Οι διαστάσεις του εργαλείου προσδιορίζονται σε σχέση με ένα σταθερό σημείο αναφοράς που βρίσκεται σε συγκεκριμένη θέση του εργαλειοδέτη.

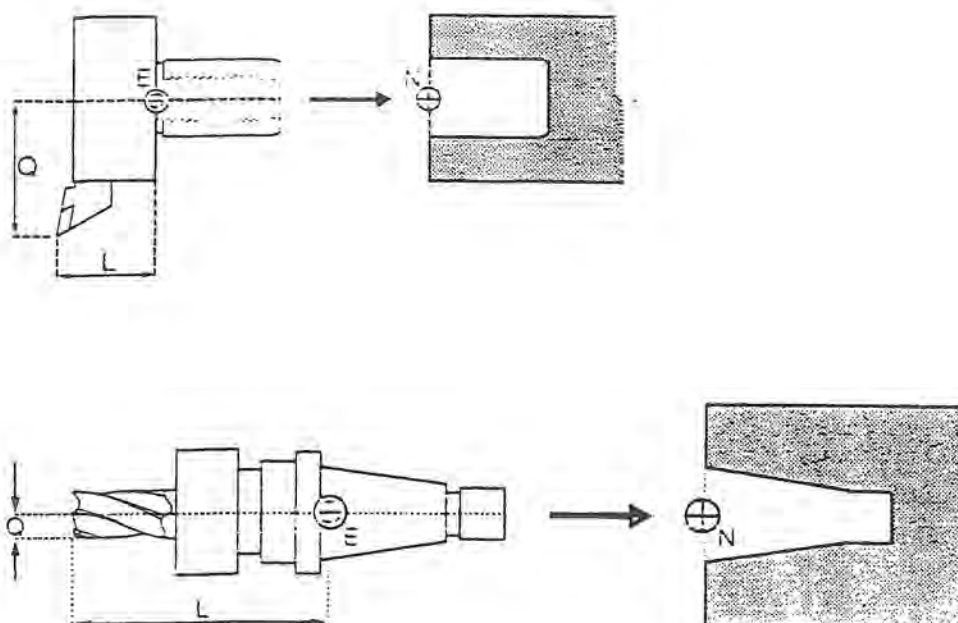
Το σημείο αναφοράς του εργαλειοδέτη συμβολίζεται με $E ()$.

Οι τιμές του μήκους και της εγκάρσιας μετατόπισης, δίνονται στον έλεγχο σαν συντεταγμένη Z ή L και X, R ή Q αντίστοιχα.

Το αντίστοιχο του σημείου αναφοράς του εργαλειοδέτη είναι το σημείο αναφοράς του εργαλειοφορέα και συμβολίζεται με $N ()$. Όταν ο εργαλειοδέτης τοποθετείται στον εργαλειοφορέα, τα σημεία N και E συμπίπτουν.

Σημείο εκκίνησης B (συμβολίζεται με $)$

Είναι το σημείο αρχής της επεξεργασίας και επιλέγεται ελεύθερα στο πρόγραμμα. Μπορεί να συμπίπτει με το σημείο αναφοράς R .



Σχήμα 28 : Σημεία αναφοράς εργαλειοδέτη (E) και εργαλειοφορείου (N)

2.8. ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ Ε.Α.Ε.

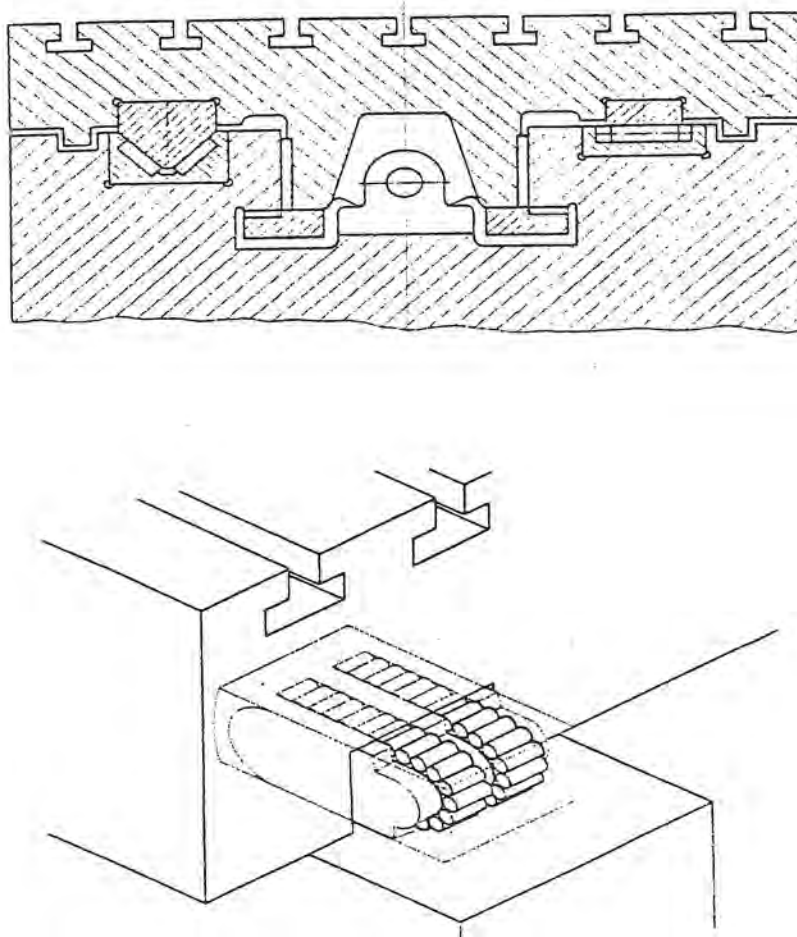
Η αυτόματη κατεργασία στις Ε.Α.Ε. προϋποθέτει τον έλεγχο και την οδήγηση από τον ενσωματωμένο υπολογιστή ορισμένων μηχανικών τμημάτων της εργαλειομηχανής. Τα μηχανικά στοιχεία των εργαλειομηχανών, των οποίων η κίνηση είναι ελεγχόμενη από τον υπολογιστή είναι τα εξής :

- Οι άξονες ευθύγραμμης μετακίνησης
- Οι κινητήρες
- Οι μηχανισμοί μετρήσεων
- Οι μηχανισμοί συγκράτησης των αντικειμένων
- Οι μηχανισμοί αλλαγής των εργαλείων
- Οι άξονες περιστροφής και οι επιπλέον άξονες ευθύγραμμης μετακίνησης

Η περιγραφή των στοιχείων αυτών θα γίνει για τους τόνους και τις φρέζες, που έχουν και τη μεγαλύτερη εξάπλωση στο χώρο των εργαλειομηχανών C.N.C.

2.8.1. Άξονες

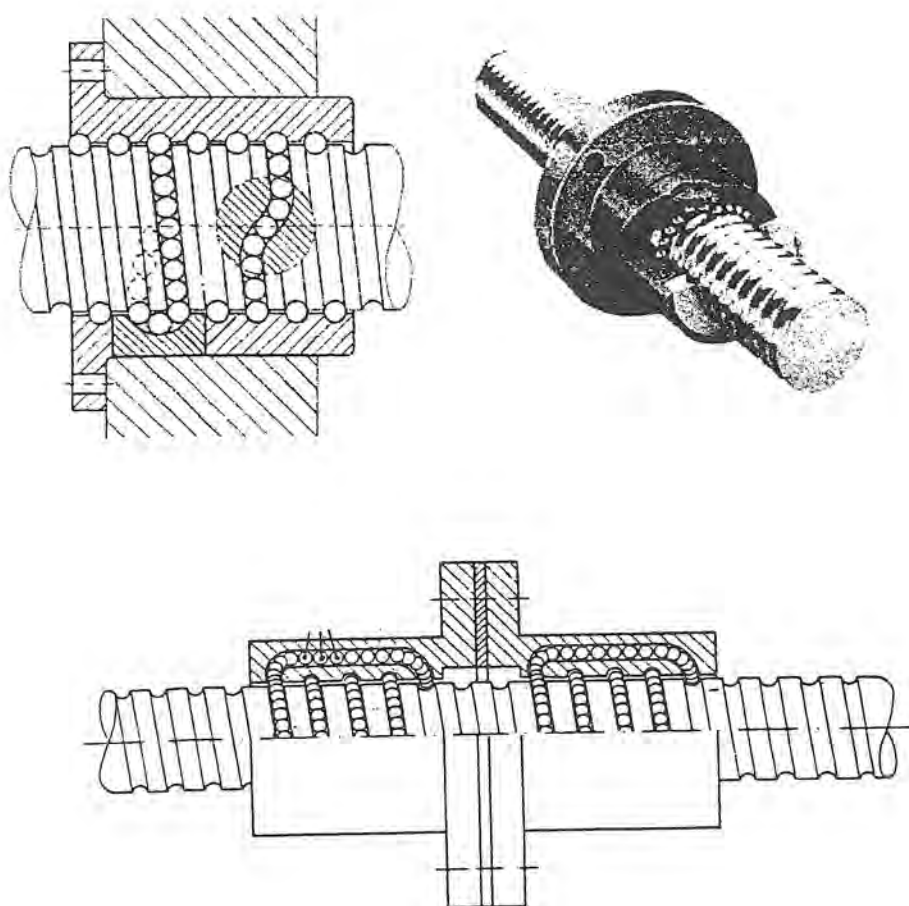
Οι άξονες των Ε.Α.Ε., περιγράφουν την κατεύθυνση της κίνησης των κινητών τμημάτων της μηχανής. Τα τμήματα αυτά είναι κυρίως η τράπεζα εργασίας, η άτρακτος και το εργαλειοφορείο. Όπως έχει ήδη λεχθεί, οι άξονες αυτοί χαρακτηρίζονται ως X, Y και Z, ενώ ο αριθμός τους ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της εργαλειομηχανής. Έτσι οι τόρνοι διαθέτουν συνήθως δύο (X και Y) ενώ οι φρέζες τρεις (X, Y και Z) άξονες ευθύγραμμης μετακίνησης. Η κίνηση σε κάθε ένα από τους άξονες αυτούς, επιτυγχάνεται με ένα ατέρμονα κοχλία και οδηγείται με την βοήθεια των ολισθητήρων. Οι ολισθητήρες είναι κατασκευές υψηλών απαιτήσεων, διότι πρέπει να διαγράφουν κινήσεις υψηλής ακρίβειας ενώ ευρίσκονται υπό φορτίο, πολλές φορές μεταβαλλόμενο. Βασικά στοιχεία των ολισθητήρων, είναι η μορφή των επιφανειών ολισθήσεως, η ποιότητα της επιφάνειάς τους (βαθμός λείανσης ή υλικό επικάλυψης) και ο τρόπος κάλυψής τους. Οι εφαρμογές στον τομέα αυτό είναι πάρα πολλές και συνήθως κάθε κατασκευαστής προτείνει τις δικές του λύσεις. Στο επόμενο σχήμα, παρουσιάζονται δύο παραδείγματα ολισθητήρων τράπεζας εργασίας. Η κίνηση των τμημάτων πάνω στους ολισθητήρες, γίνεται μηχανικά, μέσω των αντίστοιχων κινητήρων.



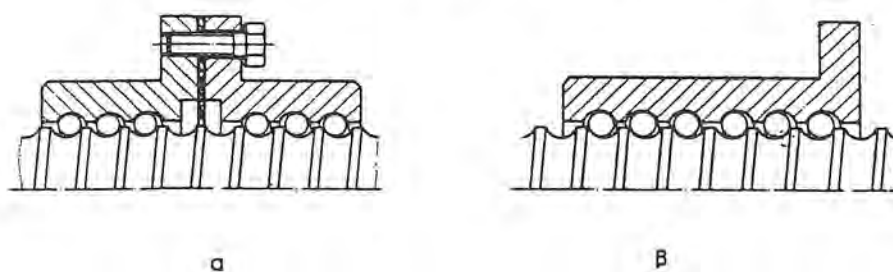
Σχήμα 29. : Ολισθητήρες ευθύγραμμης μετακίνησης.

Η μετατροπή της περιστροφικής σε ευθύγραμμη κίνηση, γίνεται με τη χρήση ειδικού ζεύγους κοχλία-περικοχλίου με ανακυκλώνόμενους τριβείς κυλίσεως (βλ. ακόλουθα σχήματα). Η λύση αυτή, είναι η πλέον κατάλληλη, σε σχέση με τις συμβατικές λύσεις (π.χ. ζεύγος τραπεζοειδούς κοχλία-περικοχλίου), διότι οι Ε.Α.Ε. απαιτούν μικρές ανοχές, ελάχιστες τριβές και υψηλές ταχύτητες.

Το όριο ανοχής (χάρη) μεταξύ των σφαιρών και του ζεύγους κοχλία-περικοχλίου εξασφαλίζεται συνήθως μέσω του διαιρούμενου περικοχλίου ή μέσω αξονικής μετατόπισης του βήματος του κοχλία.



Ζεύγος κοχλία-περικοχλίου για την μετάδοση της μεταφορικής κινήσεως



Μέθοδοι συσφιξεως

α) Διαιρούμενο περικόχλιο

β) Αξονική μετατόπιση

Σχήμα 30 : Ζεύγος κοχλία-περικοχλίου για τη μετάδοση της μεταφορικής κινήσεως.

2.8.2. Κινητήρες

Οι κινήσεις των Ε.Α.Ε. εξασφαλίζονται από ανεξάρτητους ηλεκτροκινητήρες. Οι κινητήρες αυτοί, πρέπει να είναι αξιόπιστοι διότι η απόδοσή τους καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα της κατεργασίας. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται σερβοκινητήρες με συνεχή έλεγχο της ταχύτητας περιστροφής και την ισχύος τους.

Για την περιστροφή της κυρίας ατράκτου, χρησιμοποιούνται συνήθως κινητήρες συνεχούς ή εναλασόμενου ρεύματος, με αδιαβάθμητη ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής και τη δυνατότητα να εξασφαλίζουν σταθερή ισχύ σε ένα μεγάλο φάσμα ταχυτήτων.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του κινητήρα της ατράκτου είναι :

- η απλή και αδιαβάθμητη ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής
- η δυνατότητα παραλαβής υψηλών φορτίων για μικρά χρονικά διαστήματα
- η σταθερή ταχύτητα περιστροφής, ακόμη και υπό εναλλασσόμενο φορτίο υψηλή ροπή

Για τις κινήσεις προώσεως, χρησιμοποιούνται επίσης ηλεκτροκινητήρες, οι οποίοι παρουσιάζουν καλές δυναμικές επιδόσεις για την επίτευξη της απαιτούμενης ακρίβειας κατασκευής.

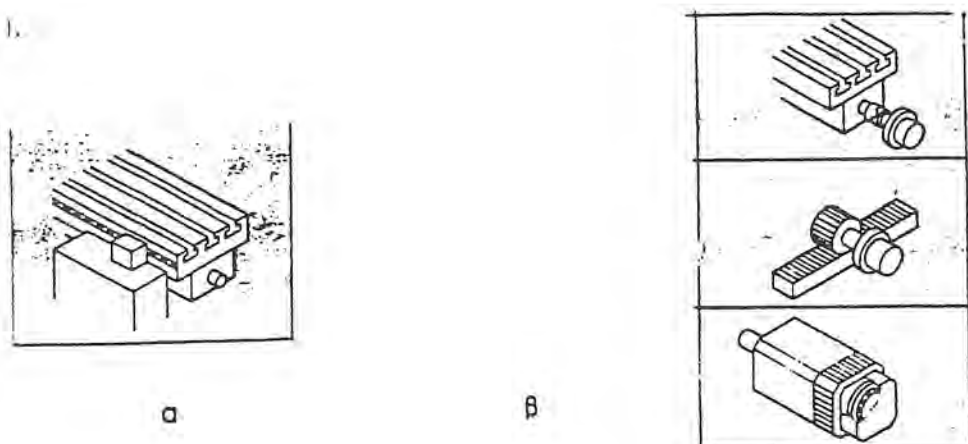
Τα χαρακτηριστικά των κινητήρων αυτών είναι :

- η διατήρηση της σταθερής ταχύτητας, ακόμη και στις πολύ χαμηλές στροφές
- η υψηλή τελική ταχύτητα
- η δυνατότητα γρήγορης επιτάχυνσης και επιβράδυνσης
- η χαμηλή ροπή αδράνειας
- η συμπαγής και σταθερή κατασκευή.

Στις Ε.Α.Ε. χρησιμοποιούνται, για ορισμένες εφαρμογές οι βηματικοί κινητήρες οι οποίοι συνήθως ελέγχονται από έναν ανοικτό βρόχο ελέγχου και η κίνησή τους καθορίζεται από διαδοχικούς παλμούς. Για την παραγωγή υψηλών ροπών, χρησιμοποιούνται και ηλεκτροϋδραυλικοί βηματικοί κινητήρες.

2.8.3. Μηχανισμοί μετρήσεων

Τα συστήματα ελέγχου και μετρήσεων, έχουν αναφερθεί στα κεφάλαια 2.2.2 και 2.2.3. Το περισσότερο χρησιμοποιούμενο σύστημα μετρήσεων δρόμου, είναι το σύστημα με ψηφιακή σχετική (ή βηματική) μέτρηση. Κύρια συστατικά του συστήματος είναι η κωδικοποιημένη σχάρα που χρησιμεύει στην παραγωγή των σημάτων και τα κυκλώματα επεξεργασίας τους. Η μέτρηση του δρόμου μπορεί να γίνεται άμεσα ή έμμεσα. Κατά την άμεση μέτρηση, η κωδικοποιημένη σχάρα ή κλίμακα, είναι τοποθετημένη επάνω στο τμήμα του οποίου η διαδρομή μετρείται, ενώ στον έμμεσο τρόπο χρησιμοποιούνται περιστρεφόμενες σχάρες, από την περιστροφή των οποίων συνάγεται εμμέσως το μήκος της ευθύγραμμης κίνησης (σχήμα 31).



Σχήμα 31. Άμεσος (α) και έμμεσος (β) τρόπος μέτρησης διαδρομής.

2.8.4. Μηχανισμοί συγκράτησης

Στις Ε.Α.Ε., λόγω των υψηλών απαιτήσεων στην ακρίβεια κατασκευής, απαιτείται η σταθερή και ασφαλής συγκράτηση των αντικειμένων και των εργαλείων.

Για τη συγκράτηση των αντικειμένων, χρησιμοποιούνται συνήθως ιδιοσυσκευές, οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται να έχουν κάποιο σημείο αναφοράς, ώστε να διευκολύνεται η γρήγορη και ασφαλής συγκράτηση. Ο έλεγχος της θέσης του αντικειμένου, γίνεται μέσω του ελέγχου των κινήσεων τις τράπεζες (στις μηχανές που έχουν κινητή τράπεζα).

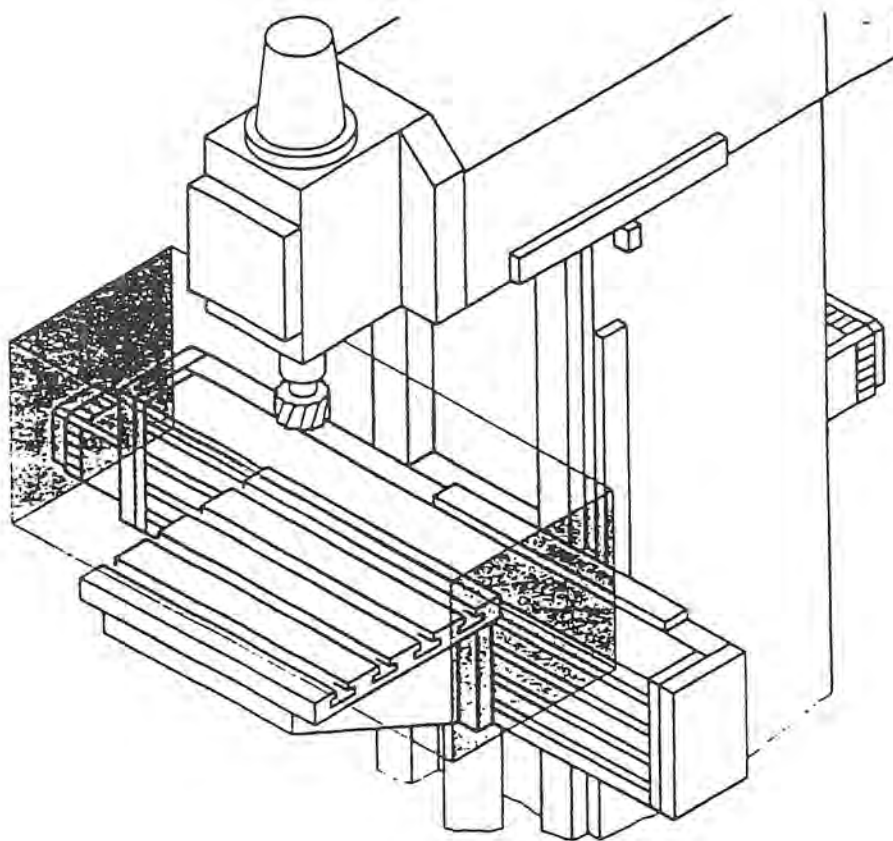
Η συγκράτηση των τεμαχίων στους τόννους γίνεται συνήθως μέσω της κεφαλής συγκράτησης και για τεμάχια μεγάλου μήκους, χρησιμοποιούνται επίσης ο κεντροφορέας ή άλλοι μηχανισμοί στήριξης. Η κεφαλή συγκράτησης και ο κεντροφορέας μπορεί να είναι χειροκίνητοι, ημιαυτόματοι ή αυτόματοι. Η φόρτωση των τεμαχίων στις εργαλειομηχανές, μπορεί να γίνεται χειροκίνητα ή αυτόματα με τη χρήση ειδικών robots.

Τα εργαλεία προσδένονται στο εργαλειοφορείο με ειδικούς εργαλειοδέτες με καθορισμένα σημεία αναφοράς, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχός τους μέσω της κίνησης του εργαλειοφορείου.

Η πρόσδεση των εργαλείων, μπορεί να γίνεται και αυτόματα, με ειδικά εργαλειοφορεία. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στα κέντρα πολλαπλών κατεργασιών.

2.8.5. Οριοθέτηση του χώρου κατεργασίας

Εάν, κατά τον προγραμματισμό των Ε.Α.Ε., δοθούν λάθος πληροφορίες (π.χ. πρόσημο ή θέση δεκαδικών στοιχείων) είναι δυνατόν να προκληθούν ζημιές στο αντικείμενο, στο εργαλείο και τη μηχανή. Για να προστατεύονται από λανθασμένες εντολές, οι μηχανές CNC διαθέτουν συνήθως προ-προγραμματισμένα σημεία του χώρου, μέσα στα οποία κινούνται και περιορίζονται έτσι οι μέγιστες και ελάχιστες διαδρομές του εργαλαιοφορείου. Σε περίπτωση υπέρβασης του προκαθορισμένου χώρου κατεργασίας, ο μικροϋπολογιστής διακόπτει τη λειτουργία των κινητήρων.



Σχήμα 32 : Παράδειγμα χώρου κατεργασίας σε μία φρέζα.

Ο επεξεργαστής, έχει συνήθως τη δυνατότητα του περιορισμού της ταχύτητας περιστροφής και προώσεως, όταν αυτή υπερβεί τα όρια που είναι ενδεδειγμένα για τη συγκεκριμένη κατεργασία.

2.9. ΠΡΟΛΗΨΗ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΝ

Μια ακόμη δυνατότητα των CNC μηχανών, είναι ο υπολογισμός πιθανών συγκρούσεων μέσα στο χώρο κατεργασίας και η πρόληψή τους.

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος σύγκρουσης, υπάρχει μεταξύ εργαλείου και μηχανισμού συγκράτησης (κεφαλής ή κεντροφορέα). Ο υπολογιστής είναι σε θέση να ελέγχει τη πιθανότητα σύγκρουσης ανάλογα με το μήκος του εργαλείου που έχει τοποθετηθεί και να αντιδρά ανάλογα, υπολογίζοντας τη ζώνη μέσα στην οποία δεν υπάρχει κίνδυνος σύγκρουσης.

Ο έλεγχος του χώρου κατεργασίας, γίνεται με τη βοήθεια διακοπών ορίου, οι οποίοι διακόπτουν την κατεργασία. Αυτό μπορεί να έχει σαν συνέπεια την έξοδο από το πρόγραμμα. Για το λόγο αυτό, ο προγραμματιστής πρέπει να γνωρίζει τα όρια του χώρου κατεργασίας και να κινείται μέσα σε αυτά.

3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ Ε.Α.Ε.

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου, προγραμματίζονται με ειδικά προγράμματα, τα οποία καταρτίζονται με βάση τα κατασκευαστικά σχέδια του αντικειμένου και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του συστήματος προγραμματισμού.

Για την κατάστρωση των προγραμμάτων, απαιτούνται γνώσεις από πολλά γνωστικά αντικείμενα, όπως π.χ. τεχνικού σχεδίου, ιδιοτήτων υλικών, χειρισμού των εργαλειομηχανών, προγραμματισμού κλπ. Επειδή οι εμπλεκόμενες λειτουργίες είναι αρκετά πολύπλοκες, και απαιτούν ειδικές γνώσεις, όταν πρόκειται για πολύπλοκα αντικείμενα τα διάφορα στάδια μπορεί να ολοκληρώνονται από άτομα εξειδικευμένα σε ορισμένους τομείς.

Ο προγραμματισμός των Ε.Α.Ε., γίνεται είτε απ'ευθείας πάνω στη μηχανή με χρήση του ενσωματωμένου πληκτρολογίου (**χειρωνακτικός προγραμματισμός**) είτε με τη χρήση εξωτερικού υπολογιστή, συνδεδεμένου με τη μηχανή και με την βοήθεια κατάλληλων προγραμμάτων σχεδιασμού, κατεργασίας και μετατροπής δεδομένων στην ειδική γλώσσα της συγκεκριμένης εργαλειομηχανής (**αυτόματος προγραμματισμός**).

Η παρούσα φάση της ανάπτυξης, στρέφεται στην εφαρμογή συστημάτων και μεθόδων αυτόματου σχεδιασμού (Computer Aided Design-CAD). Η επιλογή των σταδίων κατεργασίας γίνεται με χρήση μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence), η επιλογή των συνθηκών κατεργασίας με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης και τέλος η επιλογή των εργαλειομηχανών και των εργαλείων γίνεται μέσω βάσεων δεδομένων. Τα συστήματα αυτά μελέτης και σχεδιασμού των κατεργσιών με υπολογιστή (Computer Aided Process Planning-CAPP) είναι σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης.

3.2. ΧΕΙΡΩΝΑΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο προγραμματισμός με το χέρι χρησιμοποιήθηκε αρχικά για όλες τις εφαρμογές αριθμητικού ελέγχου, χωρίς βοήθεια από υπολογιστή. Τώρα χρησιμοποιείται κυρίως για απλές εφαρμογές (π.χ. κατεργασία θέσεως και ευθύγραμμης κοπής), όπου ο αυτόματος προγραμματισμός δεν ενδείκνυται, διότι θα ήταν περισσότερο χρονοβόρος.

Οι σύγχρονες Ε.Α.Ε., παρέχουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης έτοιμων προγραμμάτων, διευκολύνοντας έτσι το έργο του προγραμματιστή.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα του χειρωνακτικού προγραμματισμού, είναι ότι οι διάφοροι κωδικοί προγραμματισμού δεν έχουν την ίδια σημασία σε όλα τα συστήματα, παρά το ότι υπάρχουν συγκεκριμένοι

κώδικες από διεθνείς οργανισμούς (ISO, DIN κτλ.). Για παράδειγμα, ο ίδιος κωδικός G μπορεί να έχει άλλη σημασία σε διάφορες μηχανές ή ακόμα και σε όμοιες μηχανές με διαφορετικό σύστημα ελέγχου.

Ο χειρονακτικός προγραμματισμός γίνεται απευθείας στην Ε.Α.Ε. με τη βοήθεια του πληκτρολογίου και της οθόνης, χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες κωδικοποιημένες εντολές. Ορισμένοι από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον προγραμματισμό, είναι : ισχύς της μηχανής, διαστάσεις του κομματιού και του τελικού αντικειμένου, υλικό, γεωμετρία του κοπτικού, ποιότητα επιφάνειας κ.λ.π.

Οι πληροφορίες που απαιτούνται και οι αντίστοιχες εντολές για κάθε φάση κατεργασίας, καταγράφονται αρχικά σε ένα ειδικό φυλλάδιο, το φύλλο προγραμματισμού. Το μεγαλύτερο χρονικά τμήμα του προγραμματισμού, το καταλαμβάνει ο καθορισμός των κινήσεων του εργαλείου, οι οποίες εξαρτώνται από τον τύπο της μονάδας ελέγχου. Η συνολική κατεργασία του αντικειμένου, χωρίζεται σε τμήματα κατά τα οποία το εργαλείο εκτελεί μία μόνο, συγκεκριμένης μορφής, κοπή. Κάθε φάση της επεξεργασίας που έχει χωριστεί σε επί μέρους τμήματα, απαιτεί συχνά τον υπολογισμό διαδρομών, που δεν φαίνονται πάντα στα κατασκευαστικά σχέδια και, κατά συνέπεια, μπορεί να είναι αρκετά χρονοβόρος. Στο σημείο αυτό ακριβώς, έγκειται και το μειονέκτημα του χειρονακτικού προγραμματισμού, έναντι του αυτόματου. Έχουν γίνει όμως προσπάθειες από τις κατασκευαστικές εταιρείες, ώστε να διευκολύνεται ο προγραμματιστής, με τη χρησιμοποίηση υπορουτινών, έτοιμων κύκλων κατεργασίας, παρεμβολών και διάφορων άλλων μεθόδων, που απλοποιούν λίγο ή πολύ τον χειρονακτικό προγραμματισμό.

Αφού καταγραφεί το πρόγραμμα στο φυλλάδιο κατεργασίας, καταχωρείται μέσω του πληκτρολογίου στον μικροϋπολογιστή της μηχανής, και μπορεί να ακολουθήσει η προσομοίωση για τον τακτικό έλεγχο, πριν την κατεργασία.

Ενα πρόγραμμα αριθμητικού ελέγχου απαρτίζεται από ένα πλήθος εντολών που χρησιμεύουν για την εκτέλεση συγκεκριμένων κατεργασιών.

Κάθε μεμονωμένο βήμα κατεργασίας αποδίδεται στο πρόγραμμα με μία πρόταση (μπλοκ ή τμήμα), που αποτελείται από μία σειρά λέξεων. Κάθε λέξη αποτελείται από διάφορους χαρακτήρες (γράμματα και αριθμούς) με ή χωρίς πρόσημο και αποτελεί μέρος μιας εντολής. Κάθε πρόταση είναι μία πλήρης εντολή αριθμητικού ελέγχου για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης κατεργασίας, αποτελείται από περισσότερες λέξεις και έχει μεταβλητό μήκος. Οι λέξεις καταχωρούνται συνήθως με την εξής διαδοχή :

1. Η λέξη "αριθμός της πρότασης": Αποτελείται από το γράμμα N ακολουθούμενο από τρία ψηφία (π.χ. N 0007).
2. Η λέξη "κίνηση": Αποτελείται από το γράμμα G ακολουθούμενο από δύο ψηφία. Υπάρχουν περίπου 100 πιθανές λέξεις G, οι οποίες παρουσιάζονται στον αντίστοιχο πίνακα. Συνιστάται πάντως να γίνεται χρήση του εγχειριδίου κάθε μηχανής, διότι υπάρχουν διαφορές στην ακριβή λειτουργία κάθε λέξης τύπου G για τους διάφορους κατασκευαστές.
3. Οι λέξεις "συντεταγμένες" στην παρακάτω σειρά : X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R, A, B, C, D, E, ακολουθούμενες από αριθμούς σε δεκαδική μορφή. Και εδώ είναι απαραίτητη η χρήση του εγχειριδίου. Όταν απαιτείται πρόσημο, προηγείται του αριθμού.
4. Η λέξη " πρόωση": Αποτελείται από το γράμμα F ακολουθούμενο από 3 έως 5 ψηφία, τα οποία αποδίδουν την ταχύτητα πρόωσης είτε απευθείας σε ins/min ή mm/min είτε με κωδικοποιημένο σύστημα.
5. Η λέξη "ταχύτητα ατράκτου": Αποτελείται από το γράμμα S ακολουθούμενο από 3 έως 5 ψηφία σχετιζόμενα με την ταχύτητα της ατράκτου σε min-1 όπως και για την πρόωση.
6. Η λέξη "εργαλείο": Αποτελείται από το γράμμα T ακολουθούμενη από τον αριθμό του εργαλείου όπως αυτός καθορίζεται στη σχετική λίστα της μηχανής.
7. Η λέξη "πρόσθετες βοηθητικές λειτουργίες": Αποτελείται από το γράμμα M και ένα διψήφιο αριθμό. Προσδιορίζει λειτουργίες όπως περιστροφή ατράκτου, αλλαγή εργαλείου, ροή ψυκτικού κτλ. (βλ. αντίστοιχο πίνακα). Για τον προσδιορισμό των λειτουργιών G και M αξίζει να αναφερθεί ότι συνήθως οι λειτουργίες G έχουν σχέση με την κατεργασία και οι λειτουργίες M κάνουν όλα τα υπόλοιπα.

8. Το τέλος μίας πρότασης (μπλοκ) περιγράφεται συνήθως με E.O.B (end of block).

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι διάφοροι χαρακτήρες που χρησιμοποιούνται κατά τον χειρονακτικό προγραμματισμό των εργαλειομηχανών CNC. Η σημασία των χαρακτήρων αυτών αποδίδεται εδώ σύμφωνα με την έννοια που δίνουν οι οργανισμοί τυποποίησης ISO και DIN. Η τυποποίηση όμως αυτή, δεν είναι υποχρεωτική για τους κατασκευαστές, οι οποίοι συνήθως ακολουθούν δικά τους πρότυπα. Για τον λόγο αυτό, πριν χρειαστεί κάποιος μια συγκεκριμένη μηχανή CNC, είναι απαραίτητο να συμβουλευτεί το ειδικό εγχειρίδιο του κατασκευαστή της.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

Σημασία των γραμμάτων του αγγλικού αλφαβήτου στον προγραμματισμό των εργαλειομηχανών CNC

- A:Περιστροφή γύρω από τον άξονα X
- B: Περιστροφή γύρω από τον άξονα Y
- C:Περιστροφή γύρω από τον άξονα Z
- D:Περιστροφή πρόσθετο άξονα, η τρίτη πρόωση, ή δεύτερη εντολή εργαλείου ή ελεύθερο για ειδικές χρήσεις
- E:Περιστροφή γύρω από πρόσθετο άξονα ή δεύτερη εντολή εργαλείου ή δεύτερη πρόωση
- F:Πρωτεύουσα πρόωση
- G:Εντολές δραστηριοποίησης κινήσεων (προπαρασκευαστικές λειτουργίες)
- H:Ελεύθερο για οποιαδήποτε χρήση
- I:Παράμετρος παρεμβολής για τον απόσταση από το κέντρο του κύκλου ή βήμα σπειρώματος στον άξονα X.
- J:Παράμετρος παρεμβολής για την απόσταση από το κέντρο του κύκλου ή βήμα σπειρώματος στον άξονα Y.
- K:Παράμετρος παρεμβολής για την απόσταση από το κέντρο του κύκλου ή βήμα σπειρώματος στον άξονα Z
- L:Ελεύθερο για οποιαδήποτε χρήση
- M:Διάφορες πρόσθετες βοηθητικές λειτουργίες
- N:Αριθμός πρότασης
- O:Ελεύθερο για οποιαδήποτε χρήση
- P:Τρίτος άξονας κίνησης παράλληλα στη διεύθυνση X ή παράμετρος για την αντιστάθμιση της διαμέτρου του εργαλείου
- Q:Τρίτος άξονας κίνησης παράλληλα στη διεύθυνση Y ή παράμετρος για την αντιστάθμιση της διαμέτρου του εργαλείου
- R:Τρίτος άξονας κίνησης παράλληλα στη διεύθυνση Z ή παράμετρος για τον αντιστάθμιση της διαμέτρου του εργαλείου
- S:Ταχύτητα περιστροφής της κύριας ατράκτου
- T:Εργαλείο (αριθμός εργαλείου)
- U:Δεύτερος άξονας κίνησης παράλληλα στη διεύθυνση X ή ελεύθερο για ειδικές χρήσεις
- V:Δεύτερος άξονας κίνησης παράλληλα στη διεύθυνση Y ή ελεύθερο για ειδικές χρήσεις
- W:Δεύτερος άξονας κίνησης παράλληλα στη διεύθυνση Z ή ελεύθερο για ειδικές χρήσεις
- X:Κύριος άξονας στη διεύθυνση X
- Y:Κύριος άξονας στη διεύθυνση Y
- Z:Κύριος άξονας στη διεύθυνση Z

ΠΙΝΑΚΑΣ III

Σημασία των κωδικών για τις βοηθητικές λειτουργίες M (ISO 646)

M00: Διακοπή λειτουργίας μηχανής-επαναλειτουργία μόνο από τον χειριστή M01: Διακοπή λειτουργίας κατ'επιλογή, εάν έχει τεθεί ο αντίστοιχος επιλογέας M02: Τέλος προγράμματος-διακοπή λειτουργίας M03: Δεξιόστροφη περιστροφή της ατράκτου M04: Αριστερόστροφη περιστροφή της ατράκτου M05: Σταμάτημα ατράκτου και παροχής ψυκτικού M06: Αλλαγή εργαλείου αυτόματα ή χειρονακτικά, χωρίς όμως τη δυνατότητα αναγνώρισης του κωδικού του κοπτικού όπως γίνεται με τις εντολές Ta M07: Έναρξη ροής ψυκτικού M08: Έναρξη ροής ψυκτικού σε νέφος M09: Διακόπτει τη ροή του ψυκτικού υγρού M10: Σύσφιξη (αντικειμένου, εξαρτήματος, κτλ) M12-18: Ελεύθεροι κωδικοί M19: Διακοπή λειτουργίας ατράκτου σε προκαθορισμένη γωνία M20-M29: Ελεύθεροι κωδικοί M30: Διακοπή λειτουργίας ατράκτου σε προκαθορισμένη γωνία M31: Παράκαμψη ασφάλισης M32-M39: Ελεύθεροι κωδικοί M40-M45: Αλλαγή ταχύτητας περιστροφής με οδοντώτους τροχούς M46-M47: Ελεύθεροι κωδικοί M48: Ακύρωσης της εντολής M49 M49: Ακύρωση της χειροκίνητα καθορισμένης πρόωσης ή ταχύτητας περιστροφής και επιστροφής στις προγραμματισμένες τιμές M50-M57: Ελεύθεροι κωδικοί M58: Ακύρωση της εντολής M59 M59: Διατήρηση στροφών σε σταθερή τιμή M60: Αλλαγή αντικειμένου M61-M99: Ελεύθεροι κωδικοί

ΠΙΝΑΚΑΣ IV

Σημασία των διάφορων κωδικών δραστηριοποίησης κινήσεων (κωδικοί G) [(εντολές προετοιμασίας) (κατά ISO 646) και DIN 66025 2)]

G00: Ευθύγραμμη κίνηση με μέγιστη πρόωση G01: Γραμμική παρεμβολή G02: Κυκλική παρεμβολή κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού G03: Κυκλική παρεμβολή σε αντίθετη φορά των δεικτών του ρολογιού G04: Χρονικά προκαθορισμένη ανανομή G05: Ελεύθερος κωδικός G06: Παραβολική παρεμβολή G07: Ελεύθερος κωδικός G08: Αυτόματη επιτάχυνση σε συγκεκριμένη ταχύτητα

G09:Αυτόματη επιβράδυνση σε συγκεκριμένη ταχύτητα
 G10-G16:Ελεύθεροι κωδικοί
 G17-G18-G19:Επιλογή επιπέδου κυκλικής παρεμβολής από επίπεδα XX, ZX, και XZ αντίστοιχα ή για αντιστάθμιση του περιστρέφόμενου κοπτικού εργαλείου
 G20-G32:Ελεύθεροι κωδικοί
 G33:Κοπή σπειρώματος με βήμα σταθερό
 G34:Κοπή σπειρώματος με βήμα σταθερά αυξανόμενο
 G35:Κοπή σπειρώματος με βήμα σταθερά μειούμενο
 G36-G39:Ελεύθεροι κωδικοί
 G40:Ακύρωση της αντιστάθμισης του κοπτικού
 G41:Αντιστάθμιση του κοπτικού στα αριστερά της ονομαστικής γραμμής
 G42:Αντιστάθμιση του κοπτικού στα δεξιά της ονομαστικής γραμμής
 G43:Θετική κίνηση αντιστάθμισης του κοπτικού
 G44:Αρνητική κίνηση αντιστάθμισης του κοπτικού
 G45-G49:Ελεύθεροι κωδικοί
 G50-G59:Χρήση για ειδικά συστήματα Adaptive control
 G60-G69:Ελεύθεροι κωδικοί
 G70:Προγραμματισμός στο αγγλοσαξωνικό σύστημα (inches)
 G71:Προγραμματισμός στο μετρικό σύστημα (mm)
 G72-G73:Ελεύθεροι κωδικοί
 G74:Κίνηση προς το σημείο εκκίνησης
 G75-G79:Ελεύθεροι κωδικοί
 G80:Ακύρωση των κύκλων κατεργασίας
 G81-G89:Κωδικοί με πρόβλεψη για χρήση στους κύκλους κατεργασίας
 G90:Προγραμματισμός σε απόλυτο σύστημα
 G91:Προγραμματισμός σε σχετικό (βηματικό) σύστημα
 G92:Εισαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων στην μνήμη
 G93:Πρόωση σε σχέση με τον χρόνο
 G94:Πρόωση σε mm/min
 G95:Πρόωση σε mm.Περιστροφή ατράκτου
 G96:Σταθερή περιφερειακή ταχύτητα ατράκτου
 G97:Ταχύτητα ατράκτου σε στροφές/min
 G98-G99:Ελεύθεροι κωδικοί

3.3. ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Σε αντίθεση με τον χειρονακτικό προγραμματισμό, ο οποίος είναι στενά συνδεδεμένος με το σύστημα ελέγχου της μηχανής στην οποία θα γίνει η κατεργασία, ο αυτόματος προγραμματισμός επιτρέπει τον προγραμματισμό της κατεργασίας του αντικειμένου, χωρίς να λαμβάνει καθόλου υπόψη την μηχανή. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα στον προγραμματιστή, να σχεδιάσει τη μορφή του αντικειμένου με μεγάλη ακρίβεια, αυξάνοντας έτσι την ποιότητα και μειώνοντας τον χρόνο κατεργασίας.

Για τον αυτόματο προγραμματισμό απαιτούνται :

- μία γλώσσα προγραμματισμού για την κωδικοποίηση των στοιχείων σε μορφή κατανοητή από τον υπολογιστή και

- προγράμματα, για τη μετατροπή των δεδομένων που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία, σε εντολές κατανοητές από την συγκεκριμένη εργαλειομηχανή.

Αρχικά, δημιουργούνται στον υπολογιστή με την βοήθεια κατάλληλου σχεδιαστικού, τα κατασκευαστικά σχέδια του αντικειμένου. Στην συνέχεια, μετά από επεξεργασία από ειδικό πρόγραμμα, υπολογίζονται οι διάφορες φάσεις της κατεργασίας, λαμβάνοντας υπόψη τα ειδικά στοιχεία και χαρακτηριστικά του υλικού του αντικειμένου, των εργαλείων και της μηχανής. Στην συνέχεια, ο επεξεργαστής αριθμητικού ελέγχου (NC-Processor ή Main Processor), παράγει ένα αρχείο θέσεων του κοπτικού εργαλείου (Cutter location). Τα δεδομένα αυτά, επεξεργάζονται από το πρόγραμμα προσαρμογής ή τον τελικό επεξεργαστή (Post Processor) και μετατρέπονται σε πρόγραμμα κωδικών κατανοητό από την συγκεκριμένη μηχανή. Δηλαδή, η λειτουργία του προγράμματος αυτού, είναι η μετατροπή των δεδομένων σε κωδικούς ελέγχου, οι οποίοι είναι αποδεκτοί από το σύστημα ελέγχου της μηχανής.

Ο τελικός επεξεργαστής, είναι δηλαδή ένα πρόγραμμα για τον ειδικό συνδυασμό εργαλειομηχανής-συστήματος ελέγχου και γνωρίζει όλους τους προγραμματιζόμενους κωδικούς (G, M, T, S κ.λ.π.).

Γλώσσες προγραμματισμού :

Οι γλώσσες προγραμματισμού, χρησιμοποιούν συνήθως συντομευμένες λέξεις της Αγγλικής που έχουν επιλεγεί βάση μνημονοτεχνικών κανόνων για την εύκολη απομνημόνευσή τους.

Η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού που αναπτύχθηκε, ήταν η APT (Automatically Programmed Tools). Παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από το MIT και είναι η πλέον ισχυρή γλώσσα για 5 άξονες προγραμματισμού και τρισδιάστατα αντικείμενα. Έχει όμως την αδυναμία του μεγάλου μεγέθους και καταλαμβάνει μεγάλο χώρο στον υπολογιστή.

Την ανάπτυξη της APT ακολούθησε η ανάπτυξη μιας σειράς άλλων γλωσσών, οι οποίες αποβλέπουν κυρίως στη μείωση του όγκου και έχουν κατά συνέπεια περιορισμένες δυνατότητες, ενώ απαιτούν λιγότερο ισχυρούς υπολογιστές. Οι γλώσσες αυτές, είναι συνήθως κατάλληλες για μία μόνο συγκεκριμένη κατεργασία π.χ. τόννευση. Τέτοιες γλώσσες, που ουσιαστικά είναι υποσύνολα της A.P.T. είναι : ADAPT, EXAPT, IFAPT, MINIAPT, NELAPT, BASIC-EXAPT κ.λ.π.

Εκτός όμως από τις γλώσσες αυτές, έχουν αναπτυχθεί και από τους κατασκευαστές των εργαλειομηχανών, διάφορα ειδικά συστήματα όπως : EASYPORG, PROGRAMAT, H100, AUTOPIT κ.α.

Οι γλώσσες προγραμματισμού διακρίνονται σε δύο μεγάλες ομάδες : τις γλώσσες γενικής χρήσεως και τις γλώσσες που είναι προσανατολισμένες στην εργαλειομηχανή ή τον υπολογιστή.

3.4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα ελεγχόμενα μηχανικά μέρη της εργαλειομηχανής εκτελούν την απαιτούμενη κατεργασία, ελεγχόμενα από το σύστημα ελέγχου, το οποίο με τη σειρά του λειτουργεί βάσει κάποιων δεδομένων που η επεξεργασία τους γίνεται από τον υπολογιστή και τον άνθρωπο.

Το πρώτο λογισμικό συστήματος επεξεργασίας δεδομένων ονομάστηκε APT (Automatically Programmed Tools). Στη συνέχεια το σύστημα αυτό απετέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη των άλλων μεθόδων προγραμματισμού. Έτσι, όλα τα αξιόλογα συστήματα προγραμματισμού, βασίζονται στην ίδια δομή CL Data (Cutter Location Data-Δεδομένα θέσης κοπτικού).

Για την κατεργασία απαιτείται ένα σύνολο πληροφοριών, όπως :

Στοιχεία του αντικειμένου : γεωμετρία, ποιότητα επιφάνειας κτλ. Αυτά με τη σειρά τους καθορίζουν την πορεία του κοπτικού, την ταχύτητα πρόωσης, το υλικό και τη γεωμετρία του κοπτικού κ.λ.π.

Στοιχεία της εργαλειομηχανής : δυνατότητες κατεργασίας, άξονες ευθύγραμμης και κυκλικής κίνησης, δυνατότητα των κινητήρων για αυτόματα καθορισμό της ταχύτητας με αυτόματα ελεγχόμενη επιτάχυνση ή επιβράδυνση και καθορισμός σφαλμάτων.

Στοιχεία και δυνατότητες του συστήματος ελέγχου και του συστήματος επεξεργασίας των δεδομένων (π.χ. δυνατότητα συνυπολογισμού της γεωμετρίας του κοπτικού στη γεωμετρία της κατεργασίας).

Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών μπορεί να γίνει με δύο τρόπους :

- Με κύρια επεξεργασία από τον άνθρωπο με τη βοήθεια μικροϋπολογιστών και
- Με κύρια επεξεργασία από υπολογιστή.

Ο πρώτος τρόπος εφαρμόζεται σε σχετικά φθηνά συστήματα και σε απλά αντικείμενα. Ο προγραμματιστής μετατρέπει τα δεδομένα του σχεδίου και των τεχνολογικών απαιτήσεων σε κατάλληλους κωδικούς και οι αριθμητικές πράξεις γίνονται με τη βοήθεια μικροϋπολογιστή.

Ο δεύτερος τρόπος τείνει να χρησιμοποιεί αποκλειστικά υπολογιστές, τόσο για τη σχεδίαση όσο και για την αυτόματη προετοιμασία του προγράμματος και την τροφοδότησή του στο σύστημα ελέγχου της μηχανής.

4. ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Ε.Α.Ε.

Όπως έχει αναφερθεί, υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των συστημάτων αριθμητικού ελέγχου, όσον αφορά τη σημασία των λέξεων προγραμματισμού. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την χρήση των εργαλειομηχανών και οπωσδήποτε θα πρέπει ο προγραμματιστής να γνωρίζει τις ιδιαιτερότητες της εργαλειομηχανής που πρόκειται να προγραμματίσει.

5. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Η αυξανόμενη χρήση των υπολογιστών για τον έλεγχο των εργαλειομηχανών, ανοίγει νέους ορίζοντες στη βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας. Η εξέλιξη προχωράει και πέρα από τα συστήματα Ν.Σ., όπως επιγραμματικά θα παρουσιαστεί παρακάτω.

5.1. ΑΥΤΟΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

(Adaptive Control Systems A.C. Systems)

Στα συστήματα αυτά, ο υπολογιστής επεξεργάζεται διαρκώς τις πληροφορίες της στιγμιαίας κατάστασης της κατεργασίας και έχει τη δυνατότητα να επεμβαίνει, στα πλαίσια μίας προδιαγεγραμμένης στρατηγικής. Οι πληροφορίες δίνονται στον υπολογιστή μέσω κατάλληλων αισθητήρων, έτσι που να υπάρχει μία συνεχής ροή δεδομένων που αφορούν την κατεργασία. Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών, συγκρίνεται με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα και ο υπολογιστής προβαίνει στις απαραίτητες διορθώσεις της πορείας κατεργασίας. Τα αυτοπροσαρμοζόμενα συστήματα έχουν στόχο την ποιοτική εξασφάλιση με παράλληλη μείωση του χρόνου και του κόστους κατεργασίας, αξιοποιώντας ταυτόχρονα εξ' ολοκλήρου τις δυνατότητες της μηχανής (π.χ. δυνατότητα κατεργασίας με μέγιστη ταχύτητα κοπής).

5.2. ΑΜΕΣΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

(Direct Numerical Control - D.N.C.)

Στην παραγωγή, παρουσιάζεται πολλές φορές η ανάγκη, να εναλλάσσονται συχνά κύκλοι κατεργασίας, με μικρό χρόνο επεξεργασίας. Ετσι, απαιτείται κάθε φορά, να γίνεται προετοιμασία, διανομή και εισαγωγή των δεδομένων, στον επεξεργαστή κάθε μηχανής. Ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για τις διαδικασίες αυτές, επηρεάζει αρνητικά τον βαθμό χρησιμοποίησης της μηχανής, δηλαδή την παραγωγικότητά της. Το πρόβλημα

αυτό είναι ιδιαίτερα αισθητό σε μηχανές ειδικών χρήσεων (π.χ. ειδικές μηχανές για ηλεκτρονικά εξαρτήματα), όπου η διαχείριση των προγραμμάτων και των στοιχείων επεξεργασίας, λόγω του όγκου τους, είναι αδύνατον να γίνει μέσα σε ανεκτά χρονικά όρια, με την μεσολάβηση του ανθρώπου.

Για την επίλυση του προβλήματος αυτού, προσφέρεται η εφαρμογή των συστημάτων D.N.C. Στα συστήματα αυτά, μία κεντρική μονάδα υπολογισμού και επεξεργασίας δεδομένων, ελέγχει άμεσα μία ομάδα εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου. Υπάρχει δηλαδή κεντρικά διαχειριζόμενη βιβλιοθήκη δεδομένων και αυτοματοποιημένη διανομή των εντολών ελέγχου.

Στα συμβατικά συστήματα C.N.C. μπορεί να υπάρχει κεντρική διαχείριση των προγραμμάτων, γίνεται όμως χειροκίνητη (off line) διανομή τους στις μηχανές. Ενώ στα συστήματα D.N.C. ο κεντρικός υπολογιστής διαχειρίζεται τις πληροφορίες ελέγχου και τις διανέμει άμεσα στις αντίστοιχες εργαλειομηχανές, μόλις προκύψει ανάγκη.

5.3. ΕΥΕΛΙΚΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (Flexible Manufacturing Systems - F.M.S.)

Η επικρατούσα τάση στον τομέα της βιομηχανικής παραγωγής, είναι να ελέγχεται ένας όσο το δυνατόν μεγαλύτερος αριθμός παραγωγικών διαδικασιών, από υπολογιστές. Τυπικά παραδείγματα, είναι τα αναφερθέντα A.C. Systems και τα συστήματα D.N.C.

Ένα ευέλικτο σύστημα παραγωγής, συνδυάζει υψηλή ευελιξία και μέση παραγωγικότητα.

Ως F.M.S. χαρακτηρίζεται ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από:

- μηχανές και τεχνικό εξοπλισμό (σύστημα επεξεργασίας)
 - μηχανισμούς μεταφοράς και χειρισμού υλικών (σύστημα διαχείρισης υλικών)
 - μια κοινή υπολογιστική μονάδα (σύστημα διαχείρισης της πληροφορίας)
- Το σύστημα διαχείρισης υλικών είναι κοινό, συνδέει όλες τις μηχανές του συστήματος και μεταφέρει κάθε είδους υλικά (απόβλητα, εργαλεία, προϊόντα κλπ).

Η κοινή υπολογιστική μονάδα, ασκεί την γενική εποπτεία και τον ολικό έλεγχο του συστήματος.

Τμήμα του ευέλικτου συστήματος παραγωγής, αποτελούν επίσης και οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι οργάνωσης και τεχνολογίας, καθώς και τα χρησιμοποιούμενα προγράμματα του υπολογιστή.

Το σύστημα επεξεργασίας των δεδομένων, αποτελεί το συνδετήριο μέλος όλων των υπόλοιπων συστημάτων, δηλαδή τόσο της κατεργασίας όσο και των βοηθητικών λειτουργιών, όπως διαχείριση υλικών, μεταφορά, αποθήκευση και συναρμολόγηση.

5.4. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ C.I.M. (Computer Integrated Manufacturing)

Η σύνδεση όλων των εφαρμογών της πληροφορικής στην οργάνωση και τον αυτοματισμό της παραγωγής σ' ένα ολοκληρωμένο σύστημα λειτουργίας και διοίκησης της βιομηχανικής επιχείρησης, μέσα από κοινές τράπεζες πληροφοριών και δίκτυα επικοινωνιών, αποτελεί πλέον ένα ορατό μελλοντικό στόχο.

Με τον όρο C.I.M., εννοείται ένα πλαίσιο που περικλείει όλες τις επί μέρους εφαρμογές της πληροφορικής στη βιομηχανική παραγωγή, όπως :

- Τεχνικός σχεδιασμός (Computer Aided Design-CAD)
- Σχεδιασμός και έλεγχος παραγωγής (Production Planning Control-PPC)
- Αυτοματισμός Παραγωγής (Computer Aided Manufacturing-CAM)
- Έλεγχος ποιότητας (Computer Aided Quality Assurance-CAQ)

Ο όρος αυτός, αναφέρεται σε κάθε είδους εξοπλισμό ή σύστημα που είναι συνδεδεμένο ή μπορεί να συνδεθεί με υπολογιστή, με στόχο την αυτοματοποίηση της παραγωγής και την προώθηση της ενοποίησης

των λειτουργιών της. Συνιστώσες ενός συστήματος C.I.M. είναι διάφορα προϊόντα τεχνολογικού εξοπλισμού, όπως :

- υπολογιστές
- λογισμικό εφαρμογών
- συστήματα συλλογής δεδομένων στο εργοστάσιο
- τοπικά δίκτυα υπολογιστών
- συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων
- εργαλειομηχανές ψηφιακού ελέγχου (C.N.C.)
- εύελικτα συστήματα συναρμολόγησης
- ρομπότ
- προγραμματιζόμενοι έλεγχοι
- αισθητήρες
- αυτομάτως οδηγούμενα οχήματα
- συστήματα αυτόματης αποθήκευσης κ.λ.π.

6. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ (CAM) ΤΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Στο εργαστήριο CAM του Πολυτεχνείου Κρήτης, το υπάρχον ευέλικτο σύστημα παραγωγής (FMS), προς το παρόν, περιλαμβάνει :

Ένα εκπαιδευτικό τόρνο CNC τύπου Orac

Μια εκπαιδευτική φρέζα CNC τύπου Triac

Τρία robots

Μια μεταφορική ταινία

Επίσης, υπάρχουν οι παρακάτω εργαλειομηχανές CNC , βιομηχανικού τύπου:

Μια φρέζα Johnford

Ένας τόρνος Boxford

Ένα κέντρο κατεργασίας (machining center) τύπου Mini Mill / Haas

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ CAM

Για τον προγραμματισμό και την λειτουργία του εργαστηριακού εξοπλισμού, είναι απαραίτητη η γνώση των βασικών στοιχείων του.

6.1. Τόρνος Orac

Τα κύρια χαρακτηριστικά του τόρνου Orac, είναι :

Μέγεθος προγράμματος που μπορεί να δεχθεί στη μνήμη του : περίπου 160 εντολές.

Προγραμματισμός με τη χρήση 18 κωδικών τύπου G και 3 κωδικών τύπου M (ανάλυσή τους βλ. στη συνέχεια)

Αποθήκευση προγράμματος σε μικροκασσέτα

Γραφική προσομοίωση κατεργασίας στην ενσωματωμένη οθόνη 7"

Ταχύτητα περιστροφή ατράκτου : από 50 μέχρι 2.000 rpm (ανά 10)

Πρόωση : μέχρι 1.200 mm/min

Συστήματα συντεταγμένων : Σχετικά και απόλυτα

Εργαλεία : Προγραμματίζονται μέχρι 8 διαφορετικά εργαλεία, τα οποία είναι τοποθετημένα στην περιστρεφόμενη παλέτα εργαλείων

Οι χρησιμοποιούμενοι άξονες συντεταγμένων, είναι ο Z που συμπίπτει με τον άξονα περιστροφής της ατράκτου και είναι θετικός απομακρυνόμενος από το τσοκ και ο X που είναι θετικός προς τον χειριστή.

Προγραμματισμός

Για κάθε νέο πρόγραμμα που καταχωρείται στη μνήμη της μηχανής, ο χειριστής πρέπει να καθορίσει με τις τρεις πρώτες εντολές το σύστημα μέτρησης inch-mm G70/G71, το είδος του συστήματος συντεταγμένων (σχετικό-απόλυτο G 90/ G 91) καθώς και τις συντεταγμένες της αρχικής θέσης του κοπτικού (G 50). Οι συντεταγμένες της θέσης εκκίνησης του κοπτικού, για λόγους ασφαλείας, πρέπει να είναι X=20 και Z = 15. Στη συνέχεια καταχωρείται το πρόγραμμα που τελειώνει με την εντολή M02 (τέλος προγράμματος). Μετά από τον κωδικό M02, εισάγεται τυχόν υπάρχουσα υπορουτίνα, με τον κωδικό G28 (έναρξη υπορουτίνας).

Σημασία των κωδικών του τόρνου Orac.

- G70/G71: (στο ίδιο πλήκτρο) Διαστάσεις σε ίντσες ή χιλιοστά αντιστοίχως.
- G90/G91: (στο ίδιο πλήκτρο) Απόλυτο ή σχετικό σύστημα συντεταγμένων αντιστοίχως
- G50: Καθορίζει τη θέση εκκίνησης του εργαλείου και πρέπει να εισάγεται στην τρίτη “σελίδα”
- G00/G01: Εντολή ευθύγραμμης κίνησης του κοπτικού εργαλείου. Να σημειωθεί, ότι δεν υπάρχει διάκριση μεταξύ G00 και G01 στο συγκεκριμένο μηχανήμα. Ουσιαστικά, δεν υπάρχει η εντολή G00, αφού η ευθύγραμμη κίνηση μπορεί να γίνει μόνο με ελεγχόμενη και προγραμματιζόμενη πρόωση. Εκτός από τις συντεταγμένες X και Z του σημείου προορισμού, καθορίζονται η ταχύτητα πρόωσης, ο αριθμός του εργαλείου, και η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου. Αν για κάποιο από τα παραπάνω δεδομένα ισχύουν οι τιμές που είχαν τεθεί στην προηγούμενη εντολή, δεν είναι απαραίτητη η εκ νέου πληκτρολόγησή τους.

Για την αυτόματη αλλαγή του εργαλείου κατά την κατεργασία, πρέπει να ακολουθηθούν τα παρακάτω βήματα :

1. Απομάκρυνση με μία εντολή G00/G001 του εργαλείου από το δοκίμιο σε ένα ασφαλές σημείο του χώρου κατεργασίας (π.χ. X-15, Z= 20). Ο λόγος είναι, ότι η παλέτα των κοπτικών εργαλείων περιστρέφεται υπάρχει κίνδυνος πρόσκρουσης των κοπτικών που είναι τοποθετημένα σε αυτήν με το κατεργαζόμενο αντικείμενο.
2. Προσέγγιση του εργαλείου στο επόμενο σημείο κατεργασίας με μία νέα εντολή G00/G01. Στην εντολή αυτή, αλλάζει κωδικός αριθμός του εργαλείου και καταχωρείται ο κωδικός του νέου εργαλείου.

Η διαδικασία αυτή πρέπει **οπωσδήποτε** να ακολουθείται σε κάθε αλλαγή εργαλείου, για να προληφθούν συγκρούσεις, διότι η μηχανή εκτελεί μία εντολή G00/G01 αλλάζοντας πρώτα εργαλείο (αν υπάρχει νέος κωδικός) και οδηγώντας κατόπιν το εργαλείο στο σημείο X-Z.

- G02/G03:Κυκλική κατεργασία. Ζητούνται οι συντεταγμένες X και Z του ΤΕΛΟΥΣ του τόξου (εννοείται ότι το εργαλείο έχει τοποθετηθεί ήδη στην αρχή του τόξου με την προηγούμενη εντολή), η ακτίνα, η έννοια περιστροφής (δεξιόστροφο ή αριστερόστροφο τόξο - CW/CCW) ο κωδικός αριθμός του εργαλείου και η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου. Σε μία εντολή μπορεί να προγραμματιστεί τόξο από 0° μέχρι 180°. Μεγαλύτερα τόξα πρέπει να δίνονται σε δύο χωριστές εντολές. Η ακτίνα του τόξου μπορεί να είναι από 2mm μέχρι 3.000mm και φυσικά πρέπει να ανταποκρίνεται στα σημεία αρχής και τέλους του τόξου.
- G33:Με την εντολή αυτή, εκτελείται σπειρωτόμηση. Αρχικά, με την προηγούμενη εντολή, οδηγείται το εργαλείο στην διάμετρο στην οποία θα αρχίσει η κοπή του σπειρώματος και τίθεται η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου που απαιτείται για το συγκεκριμένο σπείρωμα. Η ταχύτητα αυτή, προκύπτει από την καμπύλη του σχετικού διαγράμματος και είναι συνάρτηση του βήματος του σπειρώματος. Στην θέση IN/OUT-SIDEDIM, εισάγεται η (εσωτερική) διάμετρος της οπής ή η (εξωτερική) διάμετρος του άξονα. Π.χ. για εσωτερικό σπείρωμα M12, εισάγεται η διάμετρος 9.85, ενώ για το ίδιο σπείρωμα αλλά εξωτερικό (σε άξονα), η διάμετρος είναι 12 mm. Η ROOT DIAMETER, είναι η διάμετρος της βάσης του σπειρώματος και καθορίζει εμμέσως αν το σπείρωμα είναι εσωτερικό ή εξωτερικό, από το εάν η συγκεκριμένη διάμετρος είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη αντίστοιχα της IN/OUT-SIDE.DIAM. Στην θέση CUT (INCR)....X, εισάγεται το βάθος κοπής του κάθε περάσματος του εργαλείου. Το βάθος αυτό, εξαρτάται από το υλικό και κυμαίνεται μεταξύ 0.03mm και 0.08mm. Ο υπολογιστής της μηχανής , υπολογίζει το απαιτούμενο πλήθος των διαδοχικών περασμάτων για την κοπή του επιλεγμένου σπειρώματος. Μόλις το κοπτικό φθάσει στην βάση του προγραμματισμένου σπειρώματος, η μηχανή εκτελεί δυο περάσματα, για να καθαρίσει την κοπή. Στην θέση Length, εισάγεται το μήκος του σπειρώματος, σε σχετικό σύστημα, με το κατάλληλο πρόσημο [αρνητικό για κίνηση προς το τσοκ και

θετικό για κίνηση απομακρυνόμενο του τσοκ]. Στη θέση Pitch, εισάγεται το βήμα του σπειρώματος, το οποίο είναι μεταξύ 0.35mm και 3,50mm. Τέλος, εισάγεται ο αριθμός 1 στη θέση STARTS, ο κωδικός του εργαλείου (Tool Nr.) και η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου, η οποία εξαρτάται από το βήμα (βλ. γράφημα).

- G04: Προγραμματιζόμενη στάση της κίνησης του εργαλείου, διάρκειας μέχρι 99 sec. Προσοχή : Δεν επιτρέπεται αλλαγή εργαλείου κατά την εκτέλεση αυτής της εντολής.
- G65: Εντολή κλίσης της υπορουτίνας, της οποίας ο κωδικός αριθμός εισάγεται στη θέση αυτή. Η υπορουτίνα μπορεί να κληθεί μέχρι 99 φορές, σε οποιοδήποτε σημείο του κυρίως προγράμματος.
- G28: Εντολή έναρξης και χαρακτηρισμού με κωδικό αριθμό της υπορουτίνας. Τίθεται μόνο μετά το τέλος του κυρίου προγράμματος.

- G05: Εντολή που χαρακτηρίζει το τέλος της υπορουτίνας.

Προσοχή :

- α) Η υπορουτίνα προγραμματίζεται πάντα στο σχετικό σύστημα
- β) Στο τέλος της υπορουτίνας και πριν την εντολή G05, να τίθεται η εντολή του συστήματος συντεταγμένων που χρησιμοποιείται στην εντολή του κυρίως προγράμματος μετά την κλήση της υπορουτίνας.

- G73 : Εντολή έναρξης βρόχου. Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να εκτελεστούν ίδιες κινήσεις κατεργασίας, οι οποίες επαναλαμβάνονται πολλές φορές.. Προγραμματίζονται μόνο οι εντολές που απαιτούνται για ένα πλήρη κύκλο της κατεργασίας και οι κινήσεις αυτές επαναλαμβάνονται όσες φορές είναι απαραίτητο. Ο μέγιστος προγραμματιζόμενος αριθμός επαναλήψεων, είναι 99 φορές. Στην θέση COUNT , δίνεται ο αριθμός των επαναλήψεων της προγραμματισθείσας κατεργασίας. Μετά την εντολή G73, ακολουθούν οι εντολές που αποτελούν το βρόχο.Ο βρόχος, συνήθως εκτελείται σε σχετικό σύστημα συντεταγμένων και επομένως αμέσως μετά την G73 πρέπει να ακολουθεί η G91.

- G06: Εντολή τέλους του βρόχου.

Προσοχή : Το σύστημα εδώ είναι σχετικό, και ίσως είναι απαραίτητο να αλλάξει.

- M03: Εντολή εκκίνησης της ατράκτου, η οποία τίθεται σε οποιοδήποτε σημείο του προγράμματος. Η άτρακτος αρχίζει να περιστρέφεται με μικρή ταχύτητα, για να φθάσει την προγραμματισμένη ταχύτητα που δίνεται σε κάποια άλλη εντολή στη συνέχεια του προγράμματος.
- M05: Εντολή στάσης της περιστροφής της ατράκτου.
- M02: Εντολή, η οποία χαρακτηρίζει το τέλος του κυρίως προγράμματος. Μετά από αυτή την εντολή, προγραμματίζονται τυχόν υπορουτίνες. Εάν επαναλαμβάνεται η κατεργασία, απαιτείται να τεθεί το εργαλείο 0 στην τελευταία G00/G01 εντολή, με τα X και Z της εντολής G50.

Μετά το τέλος του προγράμματος, η επιστροφή στο κυρίως μενού γίνεται με το πλήκτρο F1. Εάν παρουσιαστούν λάθη στην οθόνη, πρέπει να διορθωθούν πριν συνεχιστεί η εκτέλεση του προγράμματος. Η διόρθωση γίνεται μέσω της επιλογής 6 : Edit.

Με την επιλογή F2, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της σελίδας όπου υπάρχει το λάθος. Μετά τις διορθώσεις, υπάρχει η δυνατότητα της γραφικής προσομοίωσης της κατεργασίας με την επιλογή Graphical Simulation (8).

Εκτέλεση προγράμματος

Με την επιλογή 7 (Execution), εμφανίζεται η ένδειξη “Manual Operation”. Πιέζοντας το πλήκτρο “STOP”, εμφανίζεται το μενού “Tool offset”.

Δίνοντας τον αριθμό του εργαλείου και με χειρωνακτικό έλεγχο, επιλέγοντας την χαμηλή ταχύτητα, προσεγγίζει το εργαλείο την επιφάνεια Z0 (πρόσωπο) του δοκιμίου. Με το πλήκτρο “STOP” καταχωρείται η θέση στη μνήμη και στη συνέχεια προσεγγίζεται η επιφάνεια του δοκιμίου και αμέσως μετά απομακρύνεται το εργαλείο από το δοκίμιο κινώντας το μόνο στον άξονα Z, ώστε να μην αλλάξει η ένδειξη X. Πάλι με το “STOP” καταχωρείται η θέση και μετά πληκτρολογείται η διάμετρος του δοκιμίου.

Προσοχή :Το πρώτο εργαλείο στο οποίο θα γίνει η διαδικασία Tool offset, πρέπει να είναι το εργαλείο 0 (εργαλείο αναφοράς), το οποίο είναι ένα φανταστικό εργαλείο.

Αφού τεθούν τα tool offsets όλων των χρησιμοποιούμενων εργαλείων, με το πλήκτρο “E” επιστροφή στο μενού εκτέλεσης του προγράμματος.

Η εκτέλεση μπορεί να γίνει πληκτρολογώντας τον αριθμό της σελίδας έναρξης (F1).

6.2. ΦΡΕΖΑ TRIAC

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Αριθμός αξόνων : Τρεις άξονες (X, Y, Z) αποτελούν το σύστημα συντεταγμένων, το οποίο περιγράφει τις κινήσεις του εργαλείου.

Ο άξονας Z συμπίπτει με τον άξονα περιστροφής της ατράκτου και είναι θετικός από το αντικείμενο προς την άτρακτο.

Ο άξονας X τοποθετείται στην επιφάνεια της τράπεζας κατεργασίας με κατεύθυνση από δεξιά προς τα αριστερά. Θετική είναι η φορά κίνησης της τράπεζας από δεξιά προς τα αριστερά και κατά συνέπεια για το ακίνητο εργαλείο η σχετική κίνηση είναι θετική από αριστερά προς τα δεξιά.

Ο άξονας Y είναι θετικός για κίνηση της τράπεζας προς τον χρήστη και αρνητικός για κίνηση απομακρυνόμενη από τον χρήστη και επομένως η θετική φορά για το εργαλείο είναι απομακρυνόμενο από τον χρήστη.

Εντολές προγραμματισμού

Συνολικά προβλέπονται 7 εντολές τύπου M και 27 τύπου G, από τις οποίες οι 5 είναι τυποποιημένοι κύκλοι κατεργασίας (βλ. παρακάτω).

- M00:Στάση προγράμματος μέχρι να πιεστεί το πλήκτρο επανεκκίνησης. Η άτρακτος εξακολουθεί να περιστρέφεται
- M02:Τέλος προγράμματος, με παράλληλη στάση της ατράκτου και κίνηση του εργαλείου στη θέση home
- M03:Δεξιόστροφη περιστροφή της ατράκτου, με την ταχύτητα (rpm) που επιλέγεται.
- Οι εντολές M06, M05 ή M02, ακυρώνουν την εντολή M03
- M04:Αριστερόστροφη περιστροφή της ατράκτου.. Ακυρώνεται με M06, M05 ή M02
- M06:Αλλαγή εργαλείου, αφού πρώτα σταματήσει η άτρακτος, και οπισθοχωρήσει στο μέγιστο ύψος της. Η ταχύτητα περιστροφής, παραμένει στη μνήμη
- M20:Επιτρέπει τον έλεγχο ολοκληρωμένων ρελαί με ON ή OFF
- M21:Έλεγχος σημάτων εισαγωγής
- G00:Ευθύγραμμη κίνηση όλων των αξόνων με τη μέγιστη ταχύτητα στο σημείο XYZ

- G01:Ευθύγραμμη κίνηση του εργαλείου προς το σημείο XYZ, παράλληλα ή υπό γωνία προς τους άξονες, με χωριστές ελεγχόμενες προώσεις στους άξονες X-Y και Z
- G02/G03:Δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη κυκλική κατεργασία, με ορισμό του τελικού σημείου XY του τόξου, της πρόωσης FXY και τη συντεταγμένη του κέντρου του κύκλου (XC και YC). Το τόξο πρέπει να είναι μέσα σε ένα τεταρτημόριο. Διαφορετικά, απαιτείται προγραμματισμός περισσότερων εντολών G02
- G04 Στάση κινήσεων, προγραμματιζόμενης διάρκειας (Dwell)
- G10/G12:Συμμετρική απεικόνιση, ως προς τον άξονα X ή Y αντίστοιχα. Οι κωδικοί αυτοί, ακυρώνουν τυχόν αντιστάθμιση κοπτικών. Με την εντολή 02, ακυρώνονται όλες οι εντολές συμμετρικής απεικόνισης
- G11/G13:Ακύρωση της απεικόνισης στον X ή στον Y άξονα αντίστοιχα
- G20:Ορισμός κλίμακας προγράμματος από 0,01% μέχρι 650%. Η κλίμακα ακυρώνεται με τον ορισμό νέας κλίμακας (π.χ. 100%) ή με την εντολή M02.
- G21:Ορισμός κλίμακας μηχανής, από 0,01% μέχρι 650%, για τους άξονες X και Y
- G40:Ακύρωση της αντιστάθμισης της τροχιάς των κοπτικών
- G41/G42:Αντιστάθμιση της τροχιάς του προγράμματος για ένα νέο πρόγραμμα, αριστερά/δεξιά της κατεύθυνσης κοπής. Η εντολή αυτή, ακυρώνεται εάν πληκτρολογηθεί μία από τις παρακάτω εντολές : G40, G41, G10, G11, G12, G13, G20, G54, G81, G98, G99, M06 και M02
- G54:Αντιστάθμιση προγράμματος σε σχετικό σύστημα
- G55 Αντιστάθμιση μηχανής, εκτός προγράμματος, η οποία μετακινεί το σημείο εκκίνησης
- G70/G71 Καθορισμός μονάδων μέτρησης σε ίντσες ή χιλιοστά αντίστοιχα
- G81 Επανάληψη ενός τμήματος του προγράμματος, με ακύρωση της αντιστάθμισης των κοπτικών
- G90/G91:Επιλογή απόλυτου ή σχετικού συστήματος συντεταγμένων αντίστοιχα
- G98: Ορισμός ενός σημείου αναφοράς της μηχανής
- G99:Ορισμός μίας θέσης, όπου όλοι οι άξονες είναι μηδενισμένοι

Κύκλοι κατεργασίας

- G79:Επανενεργοποίηση του τελευταίου κύκλου κατεργασίας
- G80:Απενεργοποίηση του κύκλου κατεργασίας που μόλις εκτελέστηκε. Η εντολή αυτή πρέπει πάντα να τίθεται μετά το τέλος κάθε κύκλου κατεργασίας
- G82:Κυκλική κατεργασία εσοχής, με ορισμό ακτίνας, πρόωσης στους άξονες X και Y, βάθους στον άξονα Z (πάντα θετικό) πρόωσης στον άξονα Z και αριθμού επαναλήψεων (C) που απαιτούνται για να γίνει κατεργασία μέχρι το συγκεκριμένο βάθος (προσοχή στην επιλογή επαναλήψεων, διότι από αυτόν εξαρτάται το βάθος κοπής). Η κατεργασία αρχίζει από το κέντρο του κύκλου, όπου πρέπει να έχει τεθεί το εργαλείο με την προηγούμενη εντολή.
- G83:Κύκλος διάνοιξης οπής, με ορισμό βάθους, πρόωσης στον άξονα Z κατά την κατεργασία, και τέλος του αριθμού των επαναλήψεων, μέχρι την κατεργασία στο συγκεκριμένο βάθος
- G84:Κύκλος κατεργασίας ορθογωνίου εσοχής, με ορισμό του μήκους στον άξονα X και τον άξονα Y, της πρόωσης κατεργασίας στους άξονες X και Y, του ολικού βάθους, της πρόωσης κατεργασίας στον άξονα Z και του αριθμού των επαναλήψεων μέχρι το οριζόμενο βάθος (για τον ορισμό των επαναλήψεων, λαμβάνεται υπ' όψη το βάθος κοπής).

Άλλες λειτουργίες της μηχανής:

Αντιστάθμιση μήκους των κοπτικών

Η αντιστάθμιση του μήκους των κοπτικών, γίνεται με την προσέγγιση κάθε κοπτικού, στην επιφάνεια του δοκιμίου και αποθηκεύοντας τη θέση αυτή στην βιβλιοθήκη των εργαλείων. Ο επεξεργαστής, επεξεργάζεται τις πληροφορίες αυτές, προσθέτει ή αφαιρεί το απαιτούμενο μήκος στο αντίστοιχο εργαλείο και παρέχει έτσι τη δυνατότητα της κατεργασίας με εργαλεία διαφορετικού μήκους.
Η αντιστάθμιση των κοπτικών ξεκινάει με το εργαλείο μεγαλύτερου μήκους.

Διόρθωση προγράμματος

Ένα πρόγραμμα που έχει εγκατασταθεί στη μνήμη, μπορεί να διορθωθεί μέσω του μενού EDIT. Οι διορθώσεις γίνονται μόνο αφού ολοκληρωθεί το πρόγραμμα, τεθεί δηλαδή η εντολή “τέλος προγράμματος”.

Γραφική προσομοίωση της τροχιάς του κοπτικού

Μέσω του μενού της προσομοίωσης, υπάρχει η δυνατότητα της γραφικής απεικόνισης της κατεργασίας πριν την εκτέλεση του προγράμματος. Μεταξύ άλλων, μπορεί να γίνει μεγένθυση ενός τμήματος ή ολόκληρου του αντικειμένου κατεργασίας, να επιλεγούν διαφορετικές όψεις κ.ά.

Λειτουργία μονάδας κασέτας

Η ενσωματωμένη μονάδα μικής (mini) κασέτας, επιτρέπει την αποθήκευση και ανάκτηση προγραμμάτων με τη βοήθεια κασέτας, μέσα από το αντίστοιχο μενού.

6.3. TOPNOZ BOXFORD

Εντολές προγραμματισμού

PROGRAMMING - G CODES

Preparatory Codes (G Codes) :

Codes for the various preparatory functions have been standardised and are commonly known as G codes; the address letter G being followed by two digits.

2. Miscellaneous Functions (M Functions) Q

These functions have been standardised (BS 3635:1972); the address letter being M followed by two digits
A summary of the G and M functions implemented on the Boxford 280TM follows :

Preparatory Codes (G-codes)

Code No. Function

- G00:Rapid traverse positioning
- G01:Linear interpolation
- G02:Circular interpolation clockwise (CW)
- G03:Circular interpolation counter clockwise (CCW)
- G04:Time Dwell
- G50:Set maximum spindle speed
- G70:Programmable inch dimensions
- G71:Programmable metric dimensions

- G80:Canned cycle – cancel
- G81:Canned cycle - roughing diameter
- G82:Canned cycle - facing or grooving
- G83:Canned cycle - deep hole (peck drilling)
- G84:Canned cycle - thread cutting
- G90:Absolute data input
- G91:Incremental data input
- G94:Feed/min
- G95:Feed/rev
- G96:Constant surface speed (c.s.s.)
- G97:□Constant R.P.M.□□

MISCELLANEOUS FUNCTIONS

Code No. □ Function

- M02:Marks the end of the program for a single quantity.
- M03:Starts spindle forward. Enter spindle speed S.
- M04:Starts spindle reverse. Enter spindle speed S.
- M05:Stops spindle
- M06:Tool change Enter I = tool turret number (1-8)
- M08:Coolant On
- M09:Coolant Off
- M30:Marks the end of the program for repeat quantities
- M39:Closes automatic chuck (if fitted)
- M40:Opens automatic chuck (if fitted)
- M99:Continuation code. Entering M99 into a partially written program causes the program to be saved to disc. Recall of the program is simulated on the screen up to the break off point and then the prompt to "continue writing" is made.

G50 Set maximum spindle speed.

Eg. G50 - S3000. Spindle will not exceed 3000rpm during program.

G70 Programmable imperial dimensions

Used when the input dimensions are in inches

G71 Programmable metric dimensions

Used when the input dimensions are metric

G80 Canned cycle cancel

G81-G84 Canned cycles.

Codes G81-G84 are referred to as "canned cycles". These codes are built in to the control system of the lathe; their use simplifies the programming of repetitive operations.

In each case the tool must be positioned at the start point of the cycle on the previous line of code at a point 2mm (0.1 inch) from the work. This point is called the stand off point. All information within the canned cycle is incremental. On completion of the cycle the tool will return to its start point.

G81 Outside diameter - fixed cycle roughing

Using this code enables several cuts to be taken automatically provided that the Z axis movements are the same. The start point in the X axis is at the 2mm stand-off point and the tool is programmed to this location on the previous line. After entering G81 the following additional information is needed :

X value = total cut depth, i.e. the difference between the original diameter and the final diameter (exclude the stand off).

Z value = total length of travel in the Z axis, i.e. cut length plus any stand off in the Z direction.

I value = number of cuts required.

F value = feed rate.

Cancel G81 with G80.

G82 This fixed cycle code can be used for either Facing or Grooving.

G82 Facing :

The start point (programmed on the previous line) is from a stand off position in the Z axis. After entering G82 the following additional information is needed :

X value = total cut depth - it is usual to go past the center line by 0.5mm to clear the end, i.e. enter a value of the stand off diameter plus 1mm

Z value = total cut width (exclude the stand off)

I value = number of cuts

F value = feedrate.

G82 Grooving

This canned cycle is used to cut a rectangular section groove of width exceeding 4.0mm. Before entering the canned cycle routine it is necessary to create a slot of width 2mm + the width of the tool to the required depth. This is accomplished using the parting off tool and programming using codes G00 and G01. Remember that the parting off tool is 2.0mm wide and that during the offset routine the reference face was set as the side nearest the chuck. After cutting this narrow groove take the tool to its stand off position.

Enter G82 and then add the following values :

X value = the difference between the stand off diameter and the diameter of the bottom of the groove.

Z value = the additional width of the groove, e.g. 10mm - 4.0mm = 6.0mm.

I value = number of cuts

F value = feedrate.

Cancel G82 with G80/

G83 Peck drilling - canned cycle.

This code is used to drill holes deeper than twice the drill diameter. From the stand off point (X=0, Z=2) the first movement takes the drill in the -Z direction a distance equal to twice the drill diameter. After withdrawing from the hole (to remove swarf) the drill returns and cuts further in the -Z direction by an amount which determined by :

(K multiplied by the first depth)

This "pecking" is repeated until the total depth -Z is reached. After entering G83 follow with :

Z value = total depth of hole (exclude that standoff)

I value = drill diameter

K value = reduction : a decimal value. This is the percentage by which the second and subsequent pecks get reduced, until the required depth is reached, e.g. .9 or .99.

F value = feed rate.

Cancel G83 with G80.

G84 Thread cutting - canned cycle for external or internal threads.

G84 External Thread :

The start point for the threading cycle in the X axis is 2mm greater than the outside diameter of the point on the diameter of the material to be cut (the stand off point). This position is programmed on the line previous to the G84 being called. After entering G84 follow with :

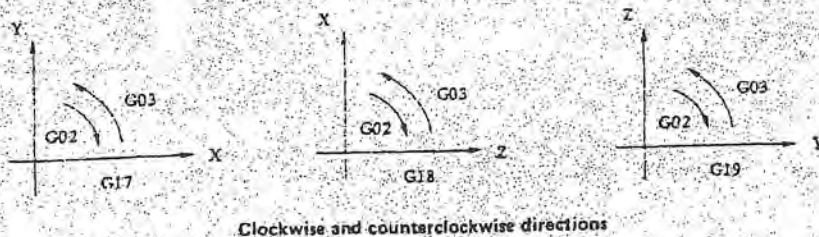
Z value = total length from stand off.

I value = depth of thread (measured on diameter, e.g. 1.23 for 1mm pitch)

ΦΡΕΖΑ JOHNFORD

1. ΕΝΤΟΛΕΣ ΤΥΠΟΥ G

G00: ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΡΟΩΣΗ
 G01: ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΠΡΟΩΣΗ
 G02: ΚΥΚΛΙΚΗ / ΕΛΙΚΟΕΙΔΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ
 G03: ΚΥΚΛΙΚΗ / ΕΛΙΚΟΕΙΔΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ
 G17: ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ X-Y
 G18: ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ Z-X
 G19: ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ Y-Z



G20: ΜΕΤΡΕΣ
 G21: ΧΛΙΟΣΤΑ
 G90: ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ
 G91: ΣΧΕΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ
 G92: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ

2. ΕΝΤΟΛΕΣ ΤΥΠΟΥ M

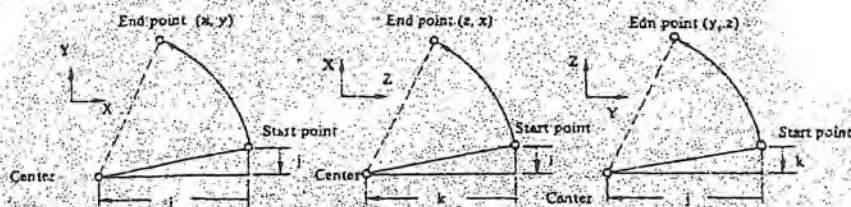
M02: ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
 M03: ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΚΙΝΗΣΗ

G01 X200.0 Y 100.0 F200

1. ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ I,J,K

ΤΑ I,J,K ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΣΧΕΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΕ ΠΡΟΣΗΜΟ



I: ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΑΡΧΗΣ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ X
 J: ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΑΡΧΗΣ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ Y
 K: ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΑΡΧΗΣ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ Z

ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ X-Y

G17 G02 X200.0 Y100.0 R 70.0 F 200; G17 G02 X200.0 Y100.0 I20.0 J 30.0 F20

ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Z-X

G18 G03 X200.0 Z100.0 R70.0 F200; G18 G03 X200.0 Z100.0 I20.0 K30.0 F 200

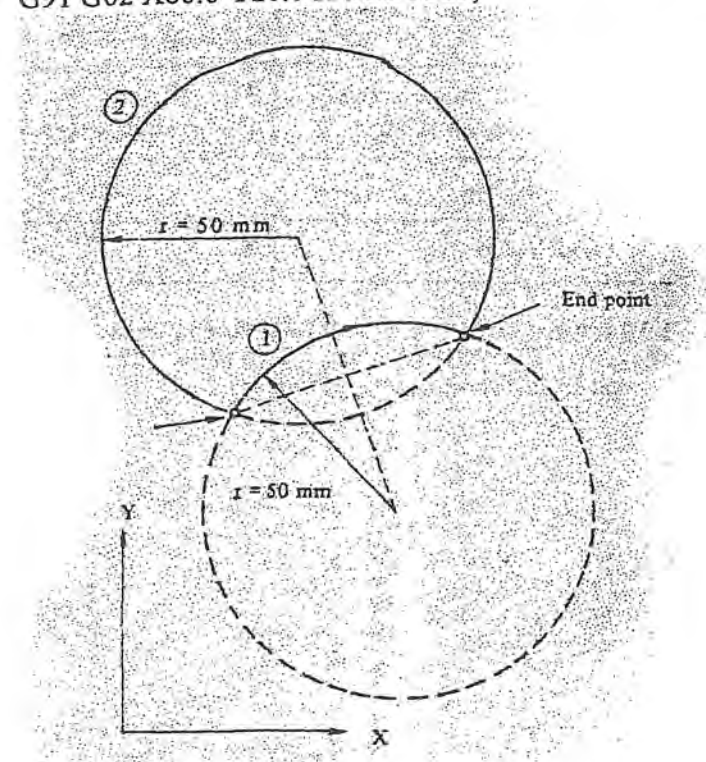
ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Y-Z

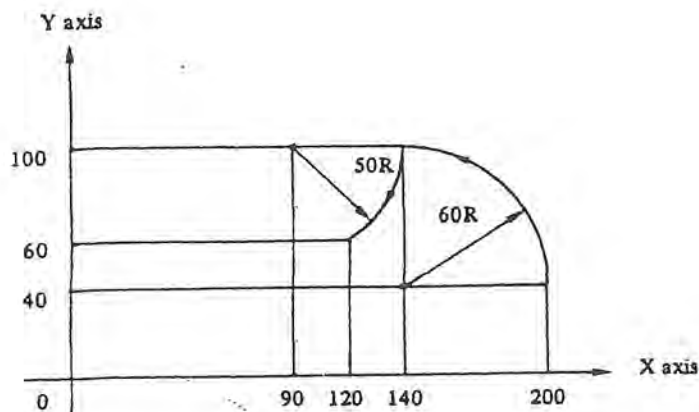
G19 G03 Y200.0 Z100.0 R70.0 F200; G19 G03 Y200.0 Z100.0 J20.0 K30.0 F 20

ii. ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ:

ΑΝΤΙ ΤΩΝ I,J,K ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ Η ΑΚΤΙΝΑ R
ΓΙΑ ΤΟΞΑ ΠΛΑΝΩ ΑΠΟ 180° , ΤΙΘΕΤΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣΗΜΟ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝ.

G91 G02 X60.0 Y20.0 R-50.0 F300;





ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ:

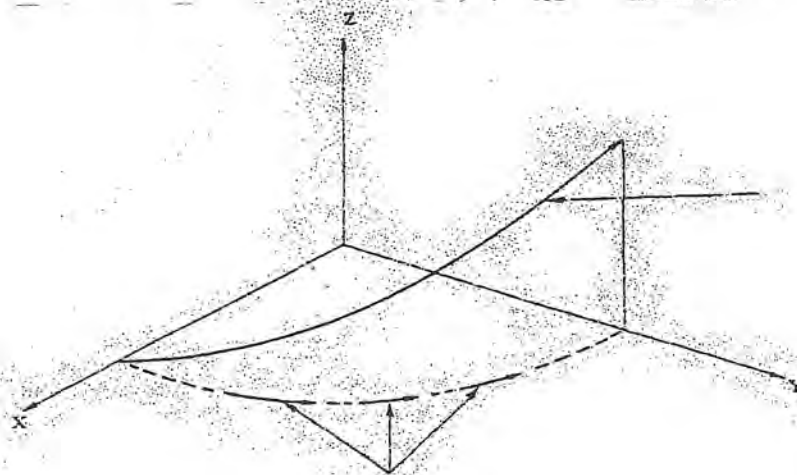
G92 X200.0 Y40.0 Z0.0; G90 G03 X140.0 Y100.0 I-60.0 F300; G02 X120.0 Y 60.0 I-50.0;
 H G92 X200.0 Y40.0 Z0.0; G90 G03 X140.0 Y100.0 R60.0 F 300; G02 X120.0 Y60 I-50.0

ΣΧΕΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ:

G91 G03 X-60.0 Y60.0 R60.0 I-60.0 F300; G02 X-20.0 Y-40.0 I-50.0 ;
 H F91 G03 X-60.0 Y60.0 R 60.0 F300; G02 X-20.0 Y-40.0 I-50.0;

ΚΥΚΛΟΣ 360°: X,Y,Z ΠΑΡΑΛΕΙΠΟΝΤΑΙ – ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΡΧΗΣ ΚΑΙ ΤΕΛΟΥΣ Λ
 ΧΡΗΣΗ I,J,K: G02I10

ΕΛΙΚΟΕΙΔΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ



G17 G02 X...Y ... R... Z... F... ; ή G17 G02 X..Y.. I...J.. Z.. F...;
 G18 G02 X...Z ... R... Y... F... ; ή G18 G02 X..Z.. I...K.. Y.. F...;
 G19 G02 Y...Z ... R... X... F... ; ή G19 G02 Y..Z.. J...K.. X.. F...;

6.5. POMΠOT Rob 3I.

Εντολές προγραμματισμού.

Summary of all Instructions and Commands

Instructions :

MARK m ENT Set label m m=0..118
 POS ENT Store current position
 TIM t ENT Set delay period t (x 100ms) t=1..65535
 GOTO m ENT Go to label m (endless loop)
 GOTO m.n ENT Go to label m, n times n=0..255
 IF i ENT Wait until input i =low
 IF i.m ENT If input i=low go to label m
 else continue with next instruction
 OUT +/-ENT Set/clear digital output k k=1..8
 .ENT NOP instruction
 STOP 0 ENT Program start
 INS.ENT Program end
 DEL.ENT Halt instruction, used to separate two consecutive programs in memory

Commands :

a +/- ENT Move axis a in POSITION mode
 POS a. n ENT Move axis a to position n a = 1..6
 OUT. k +/- ENT Set/clear digital output k directly
 RUN m ENT Run from label m
 RUN.m ENT Activate STEP mode starting at label m
 RUN ENT Continue (BREAK mode)
 RUN.ENT Continue (STEP mode)
 STOP CLR Break, stop program execution, continue with RUN.ENT
 STOP ENT Stop, switch to INPUT mode
 STOP.ENT Activate DISPLAY mode
 STOP.m ENT Activate DISPLAY mode starting at label m
 INS ENT Insert instruction
 DEL ENT Delete instruction
 CLR Change mode, clear on error

Special features of the pneumatic gripper :

6 +/-ENT

Pressing the PLUS or MINUS key once moves the gripper to the opposite end position.

POS 6. ENT

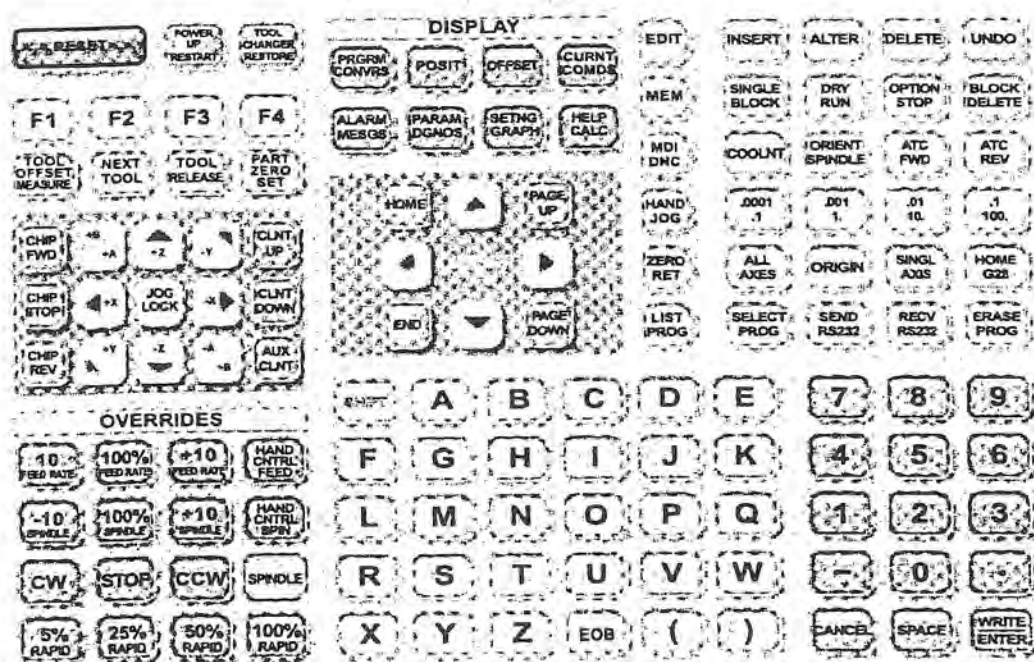
An even value for n opens the gripper, an odd value closes it.

6.6. ΚΑΘΕΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ Mini Mill Haas

Το κέντρο κατεργασίας (machining center), είναι κάθετου τύπου και έχει τα παρακάτω κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:

- προγραμματιζόμενοι άξονες: XYZ
- διαδρομή αξόνων X/Y/Z : 305/152/229 χιλ.
- προγραμματισμός με χρήση G & M κωδικών
- αποθήκευση προγραμμάτων σε ενσωματωμένη μνήμη 1mbyte
- διαστάσεις τράπεζας: 730X305 χιλ.
- βάρος αντικειμένου: 227 κιλά
- ισχύς κύριου κινητήρα (ατράκτου): AC 5,6 KW
- ισχύς κινητήρα αξόνων : 2.24 KW
- αυτόματη αλλαγή κοπτικών εργαλείων
- αποθήκευση κοπτικών εργαλείων σε αυτόματο μύλο 10 κοπτικών
- χρόνος αλλαγής εργαλείου: 4.00 s.
- προώσεις: Ταχείες σε X,Y,Z 16,5 m.min- Κοπής : 12,7 m/min
- ελεγκτής (controller) : HAAS contrloller συμβατός με FANUC, 32 bit, διπλός.
- ταχύτητα κοπής έως 12,7 m/min
- ταχύτητα περιστροφής: 6.000 rpm
- δυνατότητα σύνδεσης με H.Y. μέσω RS 232
- αντλία ψυκτικού υγρού, με αυτόματη λειτουργία
- βάρος: 1542 kg
- γραφική προσομοίωση σε ενσωματωμένη οθόνη ή σε εξωτερικό H.Y.
- περικλειστος χώρος κατεργασίας
- συμμόρφωση με τις προδιαγραφές CE.

Το πληκτρολόγιο του κέντρου, από το οποίο γίνεται ο προγραμματισμός του, παρουσιάζεται παρακάτω:



Σχήμα 34: Πληκτρολόγιο του κάθετου κέντρου κατεργασίας HAAS

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του κάθετου κέντρου κατεργασίας HAAS, οι λειτουργίες του και ο τρόπος προγραμματισμού του.

Συνοπτικές οδηγίες λειτουργίας

VMC QUICK START-UP GUIDE	
The purpose of this quick-reference guide is to assist the operator in setting up and running a HAAS mill in as little time as possible. Refer to the Operators Manual for more programming and operating information. IMPORTANT!! Be sure ALL Installation procedures have been completed before operating the machine.	
POWERING ON THE MACHINE - Press the green POWER ON button in the upper left hand corner of the control. - With the front doors closed, press the POWER UP / RESTART button. This will zero return all available axes.	GENERAL INFORMATION HELP FUNCTION This function is selected by pressing the HELP/CALC display button. This will bring a mini-manual up on the screen. The A..Z keys can then be used to find specific information on 26 topic areas. Pressing HELP/CALC key a second time will select the calculator function.
CREATING A PROGRAM - Press the LIST PROG key. This will show a list of any programs presently in the control. - Press the O (letter, not number) key, then nnnn, where nnnn can be any four numbers. Then press the WRITE key. This will create a program named Onnnn. Program names must follow this format. The new program may now be created on the line following the program number. All further entries are made by typing a letter followed by a numeric value and pressing the WRITE, INSERT or ALTER key. - To make changes to an existing program, use the following keys: - The INSERT key will insert any text to the right of the current cursor location. - The ALTER key will replace highlighted information with the desired text. - The DELETE key will delete any highlighted text.	MANUAL DATA INPUT (MDI) Another way of writing and editing programs, without using the EDIT mode is in MDI (Manual Data Input) mode. MDI is a scratch pad memory that can execute many lines of instruction without having to disturb your main program in memory. A program in MDI can be saved as a normal program by placing the cursor at the beginning of the first line, typing Onnnn (new program number), then pressing ALTER. This will add that program name to the program list and clear MDI.
LOCATING X AND Y ZERO POINTS OF THE PART - Use an edge finder or indicator to locate the part zero point with the jog handle. - Press the OFFSET key and PAGE UP until the Work Coordinate page appears.	EMERGENCY STOP This button will instantly stop all motion of the machine including the servo motors, the spindle, the tool changer, and the coolant pump. It will also stop any auxiliary axes.
CYCLE START This button will start a program running in MEM or MDI mode, continue motion after a FEED HOLD, or continue after a SINGLE BLOCK stop.	
FEED HOLD This button will stop all axis motion until the CYCLE START button is pressed. FEED HOLD will not stop the spindle, the tool changer, or the coolant pump. It also does not stop motion of any auxiliary axes.	

CONTINUED

- Use the cursor arrows to get to G54 X or any of the other available work offsets.
- Push the **PART ZERO SET** key and the X-axis value will be stored as this offset.



- The cursor will automatically move to the G54 Y location. Repeat the steps above to set the G54 Y.
- Usually the Z axis value will not have to be set and should be zero.
- Repeat the steps to set the G54 A.

LOADING A TOOL INTO THE TOOL CAROUSEL

- Press the **MDI** button. Enter "T1", then press the **ATC FWD**, instead of **WRITE** key.



- Press the **TOOL RELEASE** button, then place tool #1 into the spindle.

SETTING THE TOOL OFFSETS

- Press the **OFFSET** key and **PAGE DOWN** to the Tool Offset page. Cursor to Tool #1.
- Use the jog handle to accurately position the tool tip to Z0. The top of your part will usually be Z0.
- Press the **TOOL OFFSET MESUR** key and the Z value will be stored in tool offset #1.
- Close the machine doors. Press the **NEXT TOOL** key and the Z-axis will retract to tool change position and tool #2 (empty) will be installed in the spindle.
- Put tool #2 into the spindle and jog to Z0 as you did for tool #1. The cursor will automatically be on Offset #2, so press the **TOOL OFFSET MESUR** key. Close the machine doors and press **NEXT TOOL**.
- To return to tool #1, press the **MDI** key, enter T1, and press **ATC FWD**.

RUNNING A PROGRAM

- Press the **LIST PROG** key. Use the cursor to find the desired program and then press the **SELECT PROG** key. The program list will include the program name and the first comment.

- Press the **CYCLE START** button to begin execution. To start a program other than at the beginning, scan to the desired starting place using the down arrow or **PAGE DOWN** key, and then press the **CYCLE START** button.

The **GRAPHICS** function is a visual dry run of your part program without moving the axes and risking tool damage from programming errors. To select **GRAPHICS** mode press **MEM** or **MDI** and the **SETG / GRAPH** key twice.

GENERAL INFORMATION

CURSOR KEYS

These keys give the user the ability to move to various screens and fields in the control. They are used extensively in CNC programs.

- The **HOME** key generally moves the cursor to the topmost item on the screen.
- The arrow keys move one item, block or field.
- The **PAGE UP** and **PAGE DOWN** keys are used to change displays up or down one page in the editor, or zoom in or out when in graphics.
- The **END** key generally moves the cursor to the bottom most item on the screen.

JOG KEYS

These keys give the user the ability to jog a certain axis in either direction.

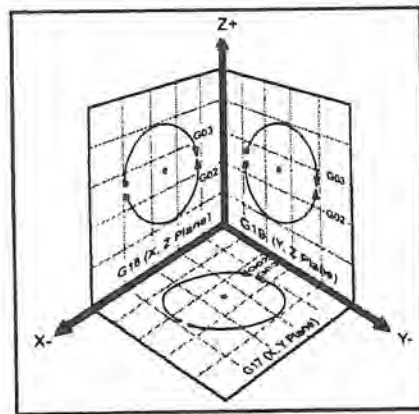
- When a key is pressed briefly, that axis is selected for use by the jogging handle.
- When a key is pressed and held down, that axis is moved as long as the key is held down.
- If a "+" key is pressed and held, that axis is moved so that the tool position is changed in a positive direction relative to the work coordinates.
- If a "-" key is pressed and held, the axis is moved so that the tool position is changed in a negative direction relative to the work coordinates. The jog keys are locked out if the machine is running.
- The A axis key selects the B axis when used with the **SHIFT** key and the control is configured with a fifth-axis option.
- When the **JOG LOCK** key is pressed prior to one of the above keys, the axis is moved in a continuous motion without the need to hold the axis key depressed. Another press of the key stops jogging motion.

HAAS AUTOMATION, INC. 2800 Sturgis Rd. Oxnard, CA 93030 TEL: (805) 278-1800 FAX: (805) 278-2255
96-8005

ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

1. ΚΩΔΙΚΟΙ ΤΥΠΟΥ G

- 1.1. G00: ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΤΑΧΕΙΑ ΠΡΟΩΣΗ: X,Y,Z
 1.2. G01: ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΠΡΟΩΣΗ: X,Y,Z ΣΕ 1ή2ή3 ΑΞΟΝΕΣ
 1.3. G02 / G03: ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ / ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ:
 X,Y,Z, I [(X) (G17)/(G18)], J[(Y) (G17)/(G19)], K[(Z)(G18)/(G19)] ή μόνο R, F.
 ΚΥΚΛΟΣ $<180^\circ + R$, ΚΥΚΛΟΣ $> 180^\circ - R$: G02 X-3.0 R5.0. ΠΛΗΡΗΣ ΚΥΚΛΟΣ ΜΟΝΟ ΜΕ I,J,K. Παράδειγμα: G02 I3.0 J4.0 (θεωρείται G17 και XY επιφάνεια).



ΕΛΙΚΟΕΙΔΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ: Με G02/G03, επιλέγεται γραμμική κίνηση στον τρίτο άξονα, που δεν ανήκει στο επιλεγμένο επίπεδο. Το σύστημα ελέγχου υπολογίζει τις απαιτούμενες προώσεις σε κάθε άξονα.

- 1.4. G17, G18, G19: ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΘΑ ΕΚΤΕΛΕΣΤΕΙ Η ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ: X-Y, X-Z, Y-Z ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΣ.

- 1.5. G12: ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΕΣΟΧΗΣ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΑ: D: Ακτίνα ή διάμετρος κοπτικού. I: Ακτίνα του πρώτου κύκλου (ή του τελευταίου αν δεν δίνεται K. Για ένα πέρασμα, χρησιμοποιείται μόνο το I.). K: ακτίνα του τελικού κύκλου. L: Αριθμός επαναλήψεων για

εμβάθυνση, σε σχετικό σύστημα (G91). Q: Βήμα ακτίνας (χρησιμοποιείται με το K). Για πολλαπλούς κύκλους, χρησιμοποιούνται I, K και Q. F: πρόωση. Z: Βάθος. Η εντολή αυτή, περιλαμβάνει την αντίστοιχη εξισορρόπηση κοπτικού δεξιά (ή αριστερά). Το κοπτικό πρέπει να έχει τοποθετηθεί με την προηγούμενη εντολή στο κέντρο του κύκλου.

1.6. G13: ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΕΣΟΧΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΑ.

1.7. G43: ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΠΤΙΚΟΥ. Ο κωδικός αυτός προσθέτει στην προγραμματισμένη θέση του αντίστοιχου άξονα την τιμή αντιστάθμισης.

1.8. G20: Επιλογή μονάδων μέτρησης σε in

1.9. G21: Επιλογή μονάδων μέτρησης σε mm

1.10. G47: ΕΓΧΑΡΑΞΗ ΚΛΙΜΕΝΟΥ: Απαιτείται να έχει τεθεί προηγουμένως G90 (απόλυτο).

E: ταχύτητα βύθισης, F : πρόωση εγχάραξης, I: γωνία, J: ύψος κειμένου σε in., P: 0 για γράμματα, 1 για αριθμούς, R: ύψος πάνω από την επιφάνεια κατεργασίας, στο οποίο θα επιστρέψει το κοπτικό μετά την κατεργασία, X- Y : συντεταγμένες σημείου έναρξης της εγχάραξης, Z: βάθος κοπής.

1.11. G 50: Ακύρωση κλίμακας

1.12. G 51: Κλίμακα: X: κέντρο άξονα X, Y: κέντρο άξονα Y, Z: κέντρο άξονα Z, P: συντελεστής κλίμακας για όλους τους άξονες.

1.13. G 68: Περιστροφή:

1.14. G 80: Ακύρωση κύκλου κατεργασίας

1.15. G 90: Απόλυτο σύστημα συντεταγμένων

1.16. G 91: Σχετικό σύστημα συντεταγμένων

1.17. G 100: Ακύρωση ειδώλου καθρέπτη

1.18. G 101: Είδωλο καθρέπτη

2. ΚΩΔΙΚΟΙ ΤΥΠΟΥ Μ

2.1. M00: Τέλος προγράμματος με μετάβαση στην επόμενη εντολή και ετοιμότητα εκτέλεσης.

2.2. M02: Τέλος προγράμματος.

2.3. M03: Εκκίνηση δεξιόστροφης περιστροφής της ατράκτου, με την προκαθορισμένη ταχύτητα περιστροφής.

2.4. M04: Εκκίνηση αριστερόστροφης περιστροφής της ατράκτου, με την προκαθορισμένη ταχύτητα περιστροφής.

2.5. M05: Σταματά η άτρακτος

2.6. M06: Αλλαγή κοπτικού. Σταματά η άτρακτος και ανυψώνεται. Το νέο κοπτικό ορίζεται με T np στο ίδιο μπλοκ ή στο προηγούμενο. Η άτρακτος παραμένει στην θέση αυτή.

2.7. M08: Ροή ψυκτικού υγρού.

2.8. M09: Διακοπή ροής ψυκτικού.

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ακολουθούν οι κωδικοί G και M, η περιγραφή τους και η σημασία του κάθε κωδικού.

G CODES

Κωδικός	Ομάδα: Λειτουργία:	
G00	01*	Γρήγορη κίνηση
G01	01	Γραμμική κίνηση με πρόωση
G02	01	Κατεργασία κύκλου ή τμήματος κύκλου ωρολογιακά
G03	01	Κατεργασία κύκλου ή τμήματος κύκλου με αντιωρολογιακή φορά
G04	00	Χρονική καθυστέρηση
G09	00	Ακριβής στάση
G10	00	Ρύθμιση αντιστάθμισης
G12	00	Φρεζάρισμα κυκλικής εσοχής ωρολογιακά (Yasnac)
G13	00	Φρεζάρισμα κυκλικής εσοχής αντιωρολογιακά(Yasnac)
G17	02*	Επιλογή επιπέδου XY
G18	02	Επιλογή επιπέδου ZX
G19	02	Επιλογή επιπέδου YZ
G20	06*	Επιλογή μέτρησης σε ίντσες
G21	06	Επιλογή μετρικού συστήματος
G28	00	Γρήγορη επιστροφή στο σημείο αναφοράς
G29	00	Επιστροφή από το σημείο αναφοράς
G31	00	Feed until Skip (προαιρετικό)
G35	00	Αυτόματη μέτρηση διαμέτρου κοπτικού (προαιρετικό)
G36	00	Αυτόματη μέτρηση κέντρου αντιστάθμισης (προαιρετικό)
G37	00	Αυτόματη μέτρηση αντιστάθμισης κοπτικού (προαιρετικό)
G40	07*	Ακύρωση αντιστάθμισης ακτίνας εργαλείου
G41	07	2D αντιστάθμιση κοπτικού αριστερά
G42	07	2D αντιστάθμιση κοπτικού δεξιά
G43	08	Αντιστάθμιση μήσκους εργαλείου +
G44	08	Αντιστάθμιση μήσκους εργαλείου -
G47	00	Χάραξη γραμμών και αριθμών
G49	08*	Ακύρωση εντολών G43/G44/G143 (αντιστάθμισης)
G50	11	Ακύρωση εντολής G51 (κλίμακα)
G51	11	Κλίμακα (προαιρετικό)
G52	12	Ρύθμιση συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G52	00	Ρύθμιση τοπικού συστήματος συντεταγμένων (Fanuc)
G52	00	Ρύθμιση τοπικού συστήματος συντεταγμένων (HAAS)
G53	00	Μη τροποποιημένη επιλογή συντεταγμένων μηχανής
G54	12*	Επιλογή 1 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G55	12	Επιλογή 2 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G56	12	Επιλογή 3 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G57	12	Επιλογή 4 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G58	12	Επιλογή 5 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G59	12	Επιλογή 6 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G60	00	Unidirectional Positioning
G61	13	Exact Stop Modal – Σταμάτημα με ακρίβεια
G64	13*	Ακύρωση εντολής G61
G65	00	Κλήση μακροεντολής (προαιρετικό)
G68	16	Περιστροφή (προαιρετικό)
G69	16	Ακύρωση G68 (προαιρετικό)
G70	00	Τρύπημα σε κυκλική τροχιά (Yasnac)
G71	00	Τρύπημα σε τόξο (Yasnac)
G72	00	Τρύπημα υπό γωνία (Yasnac)
G73	09	Κύκλος τρυπήματος με επαναφορά
G74	09	Κύκλος κατεργασίας για σπείρωμα με κολαούζο
G76	09	Κύκλος κατεργασίας για boring (1-Fine)
G77	09	Κύκλος κατεργασίας για boring (2-Back)
G80	09*	Ακύρωση κύκλων κατεργασίας
G81	09	Κύκλος κατεργασίας για τρυπήματα

G82	09	Κύκλος κατεργασίας για σημειακά τρυπήματα
G83	09	Κύκλος κατεργασίας για τρύπημα με επαναφορά
G84	09	Κύκλος κατεργασίας για σπείρωμα
G85	09	Κύκλος κατεργασίας για boring
G86	09	Κύκλος κατεργασίας για bore και σταμάτημα
G87	09	Κύκλος κατεργασίας για Bore in και χειροκίνητη επαναφορά
G88	09	Κύκλος κατεργασίας για Bore in, Dwell και χειροκίνητη επαναφορά
G89	09	Κύκλος κατεργασίας για Bore in, Dwell και Bore out.
G90	03*	Απόλυτο σύστημα συντεταγμένων
G91	03	Σχετικό σύστημα συντεταγμένων
G92	00	Ρύθμιση συστήματος συντεταγμένων - FANUC ή HAAS
G92	00	Ρύθμιση συστήματος συντεταγμένων - YASNAC
G93	05	Μέθοδος πρόωσης αντίστροφου χρόνου
G94	05*	Μέθοδος πρόωσης ανά λεπτό
G98	10*	Κύκλος κατεργασίας με επιστροφή στο αρχικό σημείο
G99	10	Κύκλος κατεργασίας με επιστροφή στο επίπεδο R
G100	00	Ακύρωση ειδώλου καθρέπτη
G101	00	Ενεργοποίηση ειδώλου καθρέπτη
G102	00	Προγραμματίσιμη έξοδος προς RS-232
G103	00	Block όριο του buffer
G107	00	Κυλινδρικός μετασχηματισμός
G110	12	Επιλογή 7 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G111	12	Επιλογή 8 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G112	12	Επιλογή 9 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G113	12	Επιλογή 10 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G114	12	Επιλογή 11 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G115	12	Επιλογή 12 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G116	12	Επιλογή 13 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G117	12	Επιλογή 14 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G118	12	Επιλογή 15 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G119	12	Επιλογή 16 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G120	12	Επιλογή 17 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G121	12	Επιλογή 18 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G122	12	Επιλογή 19 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G123	12	Επιλογή 20 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G124	12	Επιλογή 21 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G125	12	Επιλογή 22 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G126	12	Επιλογή 23 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G127	12	Επιλογή 24 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G128	12	Επιλογή 25 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G129	12	Επιλογή 26 ^{ου} συστήματος συντεταγμένων εργασίας
G136	00	Αυτόματη μέτρησης κέντρου αντιστάθμισης εργασίας
G141	07	Τρισδιάστατη κατεργασία κοπής
G143	08	Αντιστάθμιση μήκους κοπτικού 5 αξόνων (προαιρετικό)
G150	00	Γενικός κύκλος κατεργασίας εσοχών
G153	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων με επαναφορά
G154	12	Επιλογή συστήματος συντεταγμένων 1-99
G155	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για σπείρωμα με κολαούζο
G161	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για τρυπήματα
G162	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για σημειακά τρυπήματα
G163	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για τρυπήματα με επαναφορά
G164	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για σπείρωμα
G165	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για boring
G166	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για bore και σταμάτημα
G169	09	Κύκλος τρυπήματος 5 αξόνων για bore και dwell
G174	00	CCW μη κάθετο Rigid Tap
G184	00	CW μη κάθετο Rigid Tap
G187	00	Έλεγχος ακρίβειας

G00 ΓΡΗΓΟΡΗ ΚΙΝΗΣΗ

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να κινήσει γρήγορα οποιονδήποτε άξονα επιλέξουμε. Άξιο προσοχής είναι το ότι ο κωδικός αυτός παραμένει ενεργός έως ότου κάποιος άλλος G κωδικός της ίδιας ομάδας (π.χ. G01) προγραμματιστεί.

π.χ. G00 X45.Y0

X30.Y23.

Στο παραπάνω παράδειγμα και οι 2 κινήσεις θα πραγματοποιηθούν με γρήγορη κίνηση G00. Στο περιβάλλον των γραφικών η κίνηση G00 αναπαριστάτε με διακεκομμένη γραμμή.

G01 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΠΡΩΩΣΗ

G01 (X...)(Y...)(Z...)(A...)(F...)

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για κατεργασία από σημείο σε σημείο με πρόωση που του ορίζει ο προγραμματιστής. Η πρόωση(F) που θα δώσουμε θα παραμείνει ενεργή μέχρι να δοθεί μια καινούργια.

π.χ. G01 X45. Y18. F100. (Εκτελεί διαγώνια κίνηση με πρόωση

100mm\m)

X30. Y23. (Εκτελεί διαγώνια κίνηση με πρόωση

100mm\m αφού δεν δόθηκε νέα F)

G02 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΥΚΛΟΥ ή ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΥΚΛΟΥ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΑ

F = Πρόωση σε mm\min

= Απόσταση σε X άξονα από το κέντρο του κύκλου

J = Απόσταση σε Y άξονα από το κέντρο του κύκλου

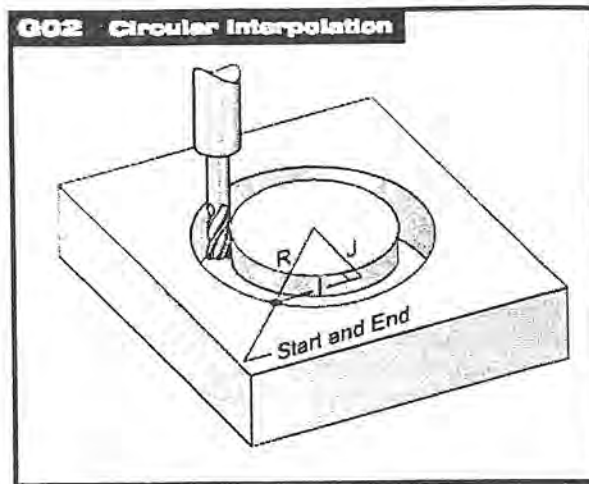
K = Απόσταση σε Z άξονα από το κέντρο του κύκλου

R = Ακτίνα κύκλου

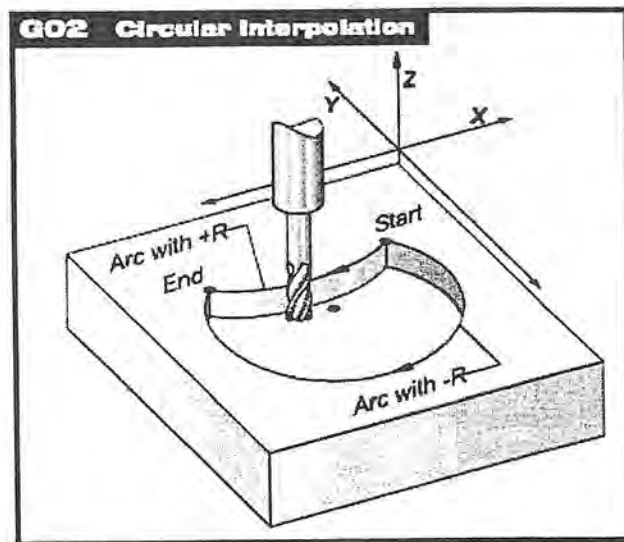
Αυτός ο κωδικός χρησιμοποιείται για κατεργασία κύκλου ή τμήματος κύκλου ωρολογιακά. Τα X, Y χρησιμοποιούνται για να ορίσουν το αρχικό και το τελικό σημείο προς κατεργασία. Αν το αρχικό σημείο είναι το ίδιο με το τελικό τότε κατεργάζεται ολόκληρο κύκλο.

Όταν χρησιμοποιηθούν τα I, J, K τότε δεν είναι απαραίτητο να βάλουμε R.

Αν όμως θέλουμε να κατεργαστούμε ένα τόξο είναι προτιμότερο να βάλουμε R χωρίς I, J, K και να προσδιορίσουμε ένα αρχικό και ένα τελικό σημείο.



Με θετικό R κατεργαζόμαστε τόξο 180 μοιρών και κάτω, ενώ με αρνητικό R, 180 και πάνω.



π.χ.

G01 X3.0 Y4.0 (ΑΡΧΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ)

G02 X-3.0 R5.0 (ΤΕΛΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ΜΕ ΘΕΤΙΚΟ R)

Ενώ το παρακάτω:

G01 X3.0 Y4.0

G02 X-3.0 R-5.0

G03 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΥΚΛΟΥ ή ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΥΚΛΟΥ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΑ
ΙΣΧΥΟΥΝ ΤΑ ΙΔΙΑ ΑΚΡΙΒΩΣ ΜΕ ΤΟΝ G02 ΚΩΔΙΚΑ.

G04 ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ

P =ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΣΕ ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΑΟ κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να προκαλέσει καθυστέρηση σε κάποια εντολή προγράμματος. π.χ.

S1500 M03 (1500 στροφές δεξιόστροφες)

G04 P60. (Καθυστέρηση εντολής κατά 60 δευτερόλεπτα)

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

G10 ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

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.

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	Work coordinate origin for G52 and G54-G59
L10	Length offset amount (for H code)
L1 or L11	Tool wear offset amount (for H code)
L12	Diameter offset amount (for D code)
L13	Diameter wear offset amount (for D code)
L20	Auxiliary work coordinate origin for G110-G129

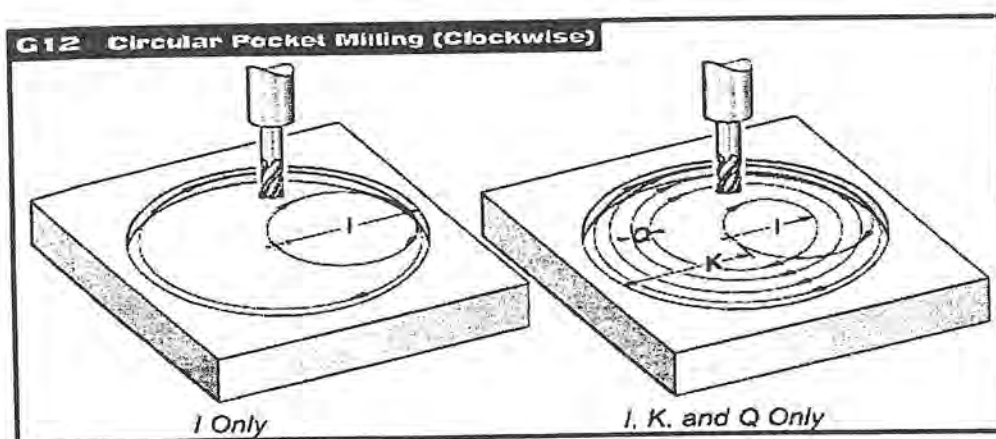
Η εντολή P χρησιμοποιείται για να συντάξει τις κατάλληλες αντισταθμίσεις.

P1-P100	L10-L13
Χρησιμοποιείται για να αναφέρει τις αντισταθμίσεις της D ή H εντολής	
P0	H G52 αναφέρεται στις συντεταγμένες L2
P1-P6	G54-G59 αναφέρονται στις συντεταγμένες L2
P1-P20	G110-G129 αναφέρονται στις επιπλέον συντεταγμένες L20

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

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΩΔΙΚΟΥ G12, G13 ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΕΣΟΧΗΣ

Υπάρχουν δυο κωδικοί για φρεζάρισμα κυκλικής εσοχής. Η διαφορά τους είναι μόνο ως προς τη φορά κατεργασίας, αριστερόστροφα (G13), ή δεξιόστροφα (G12).



ΣΥΝΤΑΞΗ : G12 I...K...Q...Z...F...D...

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

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

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα της τελικής διαμέτρου πρέπει να προγραμματίσουμε και την αντιστάθμιση της ακτίνας του εργαλείου. Εάν η αντιστάθμιση δεν είναι επιθυμητή τότε προγραμματίζουμε **D 0**.

Το εργαλείο πρέπει να τοποθετηθεί στο κέντρο του κύκλου είτε από την προηγούμενη πρόταση ή στην ίδια προγραμματίζοντας **X , Y**.

Η κοπή γίνεται αποκλειστικά και μόνο με κυκλικές κινήσεις.

Για να καθαρίσει όλη η επιφάνεια της εσοχής χρησιμοποίησε τιμή για το **I** και **Q** μικρότερη από την διάμετρο του εργαλείου και **K** ίσο με την τελική διάμετρο.

Για να φρεζάρεις μόνο την περιφέρεια, χρησιμοποίησε μόνο **I** ίσο με την τελική διάμετρο και χωρίς **K** ή **Q**.

Εάν χρησιμοποιήσεις **G91** (σχετικές συντεταγμένες) και **L** αριθμό επαναλήψεων, το βάθος **Z** γίνεται σχετικό (ως προς την αρχική θέση) και η κατεργασία θα επαναληφθεί **L** φορές (π.χ. **L10** και **Z-2** θα δημιουργήσουν μια εσοχή 20 mm).

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

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

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ G12

%

O0100

(Βάλε στη θέση 1 των offset εργαλείων την ακτίνα του εργαλείου)

(Το εργαλείο 1 είναι διαμέτρου 12.7mm, δύφτερο κονδύλι)

T1 M06

G54 G00 G90 X0. Y0.

G43 Z2.54 H01

S2000 M03

G42 D01 X-5. Y-5. (Αντιστάθμιση εργαλείου και τοποθέτηση στο κέντρο της τρύπας)

G12 I10.16 K35.56 Q10.16 F200. Z-6.35 (Κάνε κυκλική εσοχή διαμέτρου 71.12 mm)

G00 Z2.

G12 I38.1 F100. Z-6.35 (Φινίρισμα κύκλου σε διάμετρο 38.1mm)

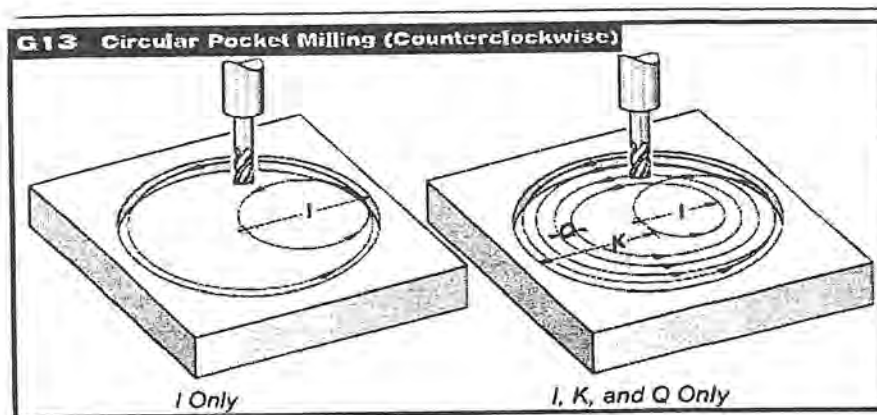
G00 Z100.

G40

M30

%

G13 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΣΟΧΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΑ



ΙΣΧΥΟΥΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟ G12.

Το επίπεδο που χρησιμοποιήθηκε για τις κυκλικές κινήσεις πρέπει να συνθέτετε από δύο από τους τρεις άξονες X, Y και Z. Μια από τις τρεις εντολές G που χρησιμοποιήθηκαν για να επιλεγεί το επίπεδο: η G17 για τους άξονες XY, η G18 για τους XZ, και η G19 για τους YZ άξονες. Κάθε ένας είναι τροποποιημένος και ισχύει για όλες τις επόμενες κυκλικές κινήσεις έως ότου εμφανιστεί μια άλλη εντολή ομάδας 02.

G17 XY Plane Selection- Επιλεγόμενο Επίπεδο

Group 02

Η εντολή G17 χρησιμοποιείται για να επιλέξει το επίπεδο XY για την κυκλική κίνηση. 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 το χειριστή που κοιτάζει από πάνω προς τα κάτω το επίπεδο XY. Αυτό καθορίζει την κίνηση του εργαλείου σε σχέση με το επίπεδο.

G18 XZ Plane Selection Επιλεγόμενο Επίπεδο

Group 02

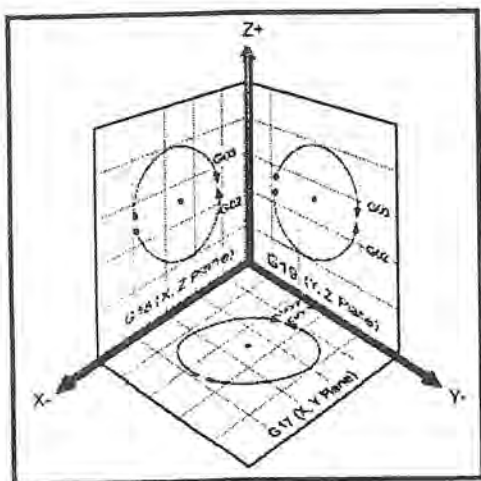
Η εντολή G18 χρησιμοποιείται για να επιλέξει το επίπεδο XZ για την κυκλική κίνηση. Είναι τροποποιημένο και ισχύει για όλες τις κυκλικές κινήσεις έως ότου προγραμματιστεί μια άλλη εντολή ομάδας 02. Στο επίπεδο XZ, η κυκλική κίνηση ορίζεται ως δεξιόστροφη για το χειριστή που κοιτάζει από το πίσω μέρος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

Η εντολή G19 χρησιμοποιείται για να επιλέξει το επίπεδο YZ για την κυκλική κίνηση. 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 το χειριστή που είναι απέναντι από τον πίνακα από την πλάι της μηχανής όπου τοποθετείται ο πίνακας ελέγχου.

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 φρεζάρισμα, 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.



G20 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ

G21 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι εντολές G20 και G21 χρησιμοποιούνται για την επιλογή μεταξύ της ίντσας και του μετρικού. Στον έλεγχο Haas, οι εντολές G20 (inch) και G21 (mm) χρησιμοποιούνται για να διευκρινίσουν τη ρύθμιση σε inch/metric για να τίθεται σωστά το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται.

G28 ΕΝΤΟΛΗ ΓΡΗΓΟΡΗΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΣΤΑ ΜΗΔΕΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

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

π.χ.

G28 (ΕΠΙΣΤΡΕΦΟΥΝ ΟΛΟΙ ΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΣΤΑ ΜΗΔΕΝ)

ΕΝΩ

π.χ.

G28 X (ΕΠΙΣΤΡΕΦΕΙ ΜΟΝΟ Ο Χ ΑΞΟΝΑΣ)

G29 ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΠΟ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

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

G31 FEED UNTIL SKIP

Αυτή η εντολή είναι κατ' επιλογήν και χρειάζεται αισθητήρα.

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

Είναι μια μη τροποποιήσιμη 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 στο ίδιο block.

G35 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

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

G37 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

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

F	Πρόωση σε ίντσες (ή χιλιοστά) ανά λεπτό
D	Αριθμός αντιστάθμισης της διαμέτρου του κοπτικού εργαλείου (G35)
H	Αριθμός αντιστάθμισης του κοπτικού εργαλείου (G37)
Z	Απαιτούμενη αντιστάθμιση του άξονα Z

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.

G36 ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

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

G136 ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

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

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.

G40 ΑΚΥΡΩΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

G41 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΑΡΙΣΤΕΡΑ

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

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να συνυπολογίσει στην κατεργασία και την ακτίνα του εργαλείου, με σκοπό την επιθυμητή διάσταση. Απαραίτητο είναι στην σελίδα μηδενισμών των εργαλείων (offset) να βάλουμε την ακτίνα στα εργαλεία που χρησιμοποιούμε.

G42 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΚΤΙΝΑΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΔΕΞΙΑ

Ισχύουν τα ίδια ακριβώς με τον G41.

G43 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ (+)

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

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται για να συνυπολογίζει το μήκος των εργαλείων σε μια κίνηση της ατράκτου στο Z άξονα.

Είναι απαραίτητος προς αποφυγήν ανεπιθύμητων ΣΤΟΥΚΩΝ.

G44 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ (-)

Ισχύουν τα ίδια ακριβώς με τον G43.

G47 ΧΑΡΑΞΗ ΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΩΝ

ΔΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΕ ΤΟΝ ΚΩΔΙΚΟ G91

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ:

E= ΠΡΟΩΣΗ ΝΕΚΡΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

F= ΠΡΟΩΣΗ ΚΟΠΗΣ

I= ΓΩΝΙΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ ή ΑΡΙΘΜΩΝ(-360 έως +360) [ΣΑΝ ΣΤΑΝΤΑΡ ΕΧΕΙ ΤΙΣ 0 ΜΟΙΡΕΣ]

J= ΥΨΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΩΝ- ΑΡΙΘΜΩΝ [ΣΑΝ ΣΤΑΝΤΑΡ ΕΧΕΙ 25.4mm]

P= 1 ΓΙΑ ΧΑΡΑΞΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

0 ΓΙΑ ΧΑΡΑΞΗ ΑΡΙΘΜΩΝ

R= ΣΗΜΕΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ Z ΑΞΟΝΑ

X= ΣΗΜΕΙΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑΤΟΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΕ X ΑΞΟΝΑ

Y= ΣΗΜΕΙΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑΤΟΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΕ Y ΑΞΟΝΑ

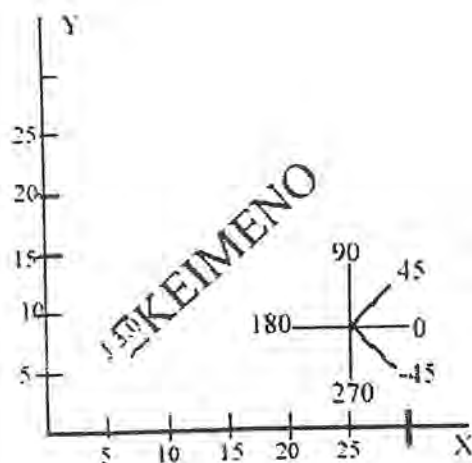
Z= ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΘΟΣ

Το κείμενο που θέλουμε να χαράξουμε θα πρέπει να το τοποθετήσουμε στην ίδια πρόταση με τον G47 κωδικό μέσα σε παρένθεση, μαζί με τον κωδικό P1 ή P0 ανάλογα με το αν θέλουμε να χαράξουμε γράμματα ή αριθμούς, όπως αναφέραμε παραπάνω στην επεξήγηση.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

Θέλοντας να χαράξουμε τη λέξη κείμενο όπως φαίνεται στην εικόνα, θα πληκτρολογήσαμε τα εξής:

G47 P0 X10. Y10. I45. J3.0 R1.0 Z3.0 F300. E200. (ΚΕΙΜΕΝΟ) ;



ΟΠΟΥ:

P0= Η μηχανή θα χαράζει γράμματα

X10.=10 mm από το μηδέν του κομματιού, σε X άξονα

Y10.=10 mm από το μηδέν του κομματιού, σε Y άξονα

I45. =Σε 45 μοίρες όπως δείχνει και το σχήμα

J3.0 =Υψος των γραμμάτων

R1. =Το εργαλείο θα στηθεί 1mm πάνω από το κομμάτι πριν και μετά την κατεργασία

Z3.0=Τελικό βάθος

F300.=Πρόωση κοπής

E200.=Πρόωση νεκρών κινήσεων

(ΚΕΙΜΕΝΟ)=Αυτό που θα χαράζει

G49 ΑΚΥΡΩΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΗΚΟΥΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

G50 ΑΚΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

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

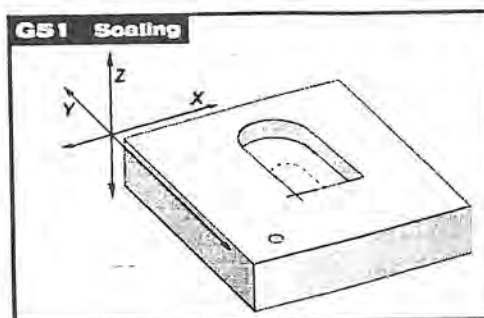
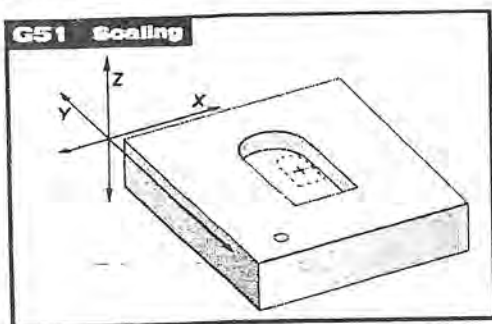
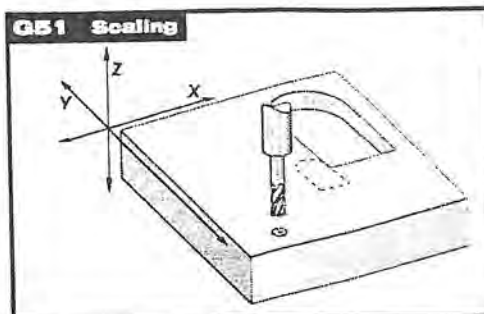
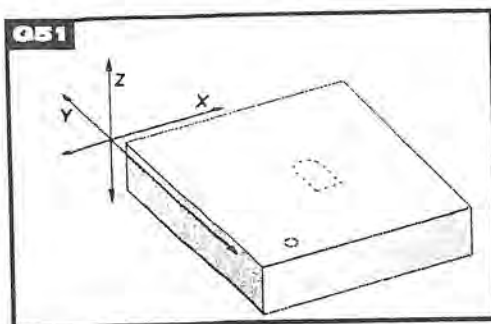
G51 ΚΛΙΜΑΚΑ

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

G51 [X...] [Y...] [Z...] [P...]

Η G51 εντολή είναι τροποποιήσιμη και τροποποιεί ανάλογα τιμές θέσης μέσα στα blocks που ακολουθούν την G51. Δεν αλλάζει, ούτε και τροποποιεί τιμές σε ένα block από το οποίο και καλείται. Η κλίμακα για τους άξονες X, Y και Z τίθεται όταν χρησιμοποιείται η εντολή P, αλλιώς, αν δεν χρησιμοποιείται, τότε ο τρέχον παράγοντας της κλίμακας χρησιμοποιείται στο Setting 71.



G68 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ

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

[G17 | G18 | G19] G68 [a...] [b...] [R...];

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

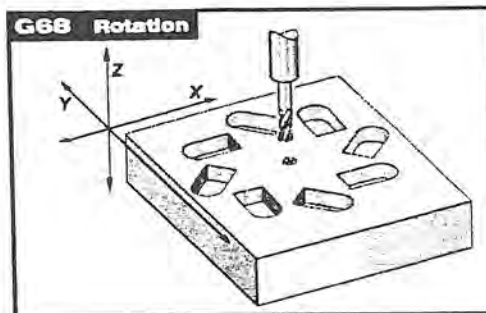
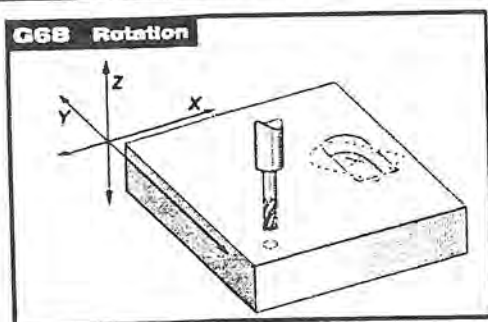
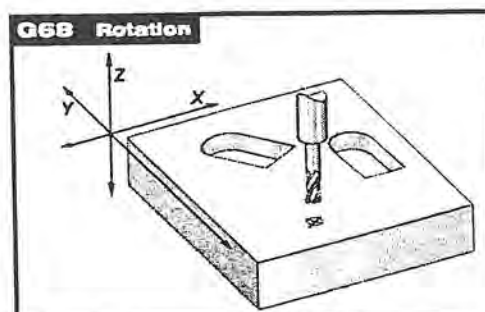
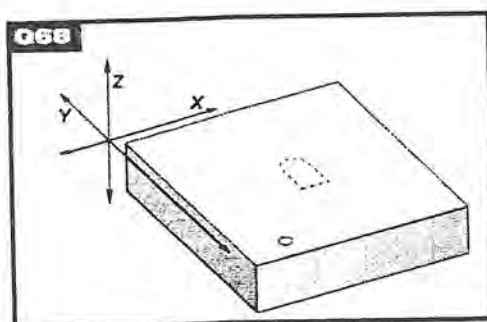
R Η επιλεγμένη γωνία περιστροφής σε μοίρες

Τριψήφιο δεκαδικό από -360.000 έως 360.000.

Στο πιο πάνω παράδειγμα τα a και b, αντιστοιχούν στους άξονες του τρέχον επιπέδου περιστροφής.

Η εντολή G68 είναι τροποποιήσιμη και τροποποιεί τις κατάλληλες τιμές θέσης σε blocks που είναι μετά την εντολή αυτή.

Τιμές που βρίσκονται στο block που περιέχει και την G68, δεν περιστρέφονται.



G69 ΑΚΥΡΩΣΗ ΤΗΣ G68 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΕΝΤΟΛΗΣ

Η εντολή αυτή είναι κατ' επιλογήν και απαιτεί Περιστροφή και Κλίμακα.
Η G69 εντολή ακυρώνει κάθε περιστροφή που διευκρινίζεται από προηγούμενως.

G52 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΗΑΑΣ

Με αυτή την εντολή θέτει το origin του τοπικού συστήματος συντεταγμένων στην επιλεγμένη θέση που σχετίζεται με το τρέχον σύστημα origin. 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.

G53 ΜΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Αυτή η εντολή ακυρώνει προσωρινά συντεταγμένες αντισταθμίσεις και χρησιμοποιεί το σύστημα συντεταγμένων της μηχανής. Είναι μη τροποποιήσιμη, επομένως το επόμενο block θα επιστρέψει στις προηγούμενες συνθήκες που επιλέχθηκαν προηγούμενως.

G54 - G59 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΜΗΔΕΝ ΚΟΜΜΑΤΙΟΥ

Αυτές οι εντολές χρησιμοποιούν μια από τα έξι συστήματα συντεταγμένων που είναι αποθηκευμένα στην μνήμη Offset.

G60 UNI-DIRECTIONAL POSITIONING

Χρησιμοποιείται για να παρέχει πάντα τοποθέτηση από την θετική κατεύθυνση. Είναι μη τροποποιήσιμη, οπότε δεν επιδρά στα blocks που ακολουθούν.

G61 EXACT STOP MODAL – ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΜΕ ΑΚΡΙΒΕΙΑ

Είναι τροποποιήσιμο οπότε επηρεάζει τα blocks 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.

G64 ΑΚΥΡΩΝΕΙ ΤΗΝ G61 (ΕΠΙΛΕΓΕΙ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ ΚΟΠΗΣ)

ΥΠΑΡΧΟΥΝ 3 ΤΥΠΟΙ G ΚΩΔΙΚΩΝ ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΤΡΥΠΕΣ, G70, G71, G72.

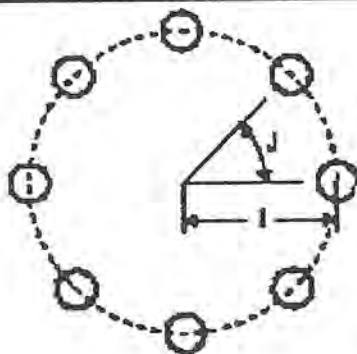
G70 ΤΡΥΠΗΜΑ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ

I=ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΡΥΠΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

J=ΓΩΝΙΑ ΠΡΩΤΗΣ ΤΡΥΠΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΣΗ 3 η ώρα

L=ΠΛΗΘΟΣ ΤΡΥΠΩΝ

Αυτός ο κύκλος κατεργασίας για τρύπες, για να δουλέψει πρέπει να συνδυαστεί με κάποιον από τους G73, G74, G76, G77 ή G81- G89 κωδικούς. Το εργαλείο θα πρέπει να τοποθετηθεί στο κέντρο του κύκλου σε κάποιο προηγούμενο block εντολών ή μέσα στον G70 κύκλο κατεργασίας.

G 70

J = Γωνία πρώτης τρύπας από τις 3 η ώρα

I = Απόσταση τρύπας από το κέντρο του κύκλου

L = Αριθμός τρυπών

ΤΟ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΙΝΑΙ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ

%

05000

T1 M06

G00 G90 G54 X0 Y0 S1500 M03

G43 H01 Z.1 M08

G83 R.1 Z-1.0 I.25 J.03 K.15 F15. L0

G70 I1.5 J0 L8 (8 τρύπες(L8) , η πρώτη στις 0 μοίρες δηλ. στη θέση 3 η ώρα(J=0),σε απόσταση 1.5 ίντσας από το κέντρο του κύκλου (I=1.5))

G00 G80 Z1. M09

G28 G91 Y0 Z0

M30

%

G71 ΤΡΥΠΗΜΑ ΣΕ ΤΟΞΟ

I = ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΡΥΠΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΤΡΥΠΑΣ

J =ΓΩΝΙΑ ΠΡΩΤΗΣ ΤΡΥΠΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΣΗ 3 η ώρα

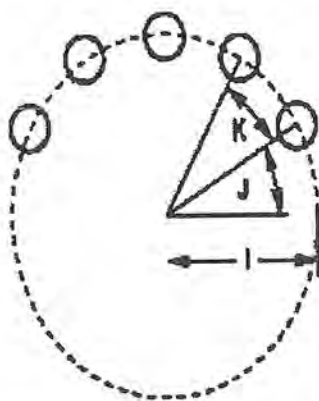
L =ΠΛΗΘΟΣ ΤΡΥΠΩΝ

K =ΠΟΣΕΣ ΜΟΙΡΕΣ ΑΠΕΧΕΙ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΜΙΑΣ ΤΡΥΠΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΛΛΗ

Ο G71 είναι παρόμοιος με τον G70 εκτός του ότι δεν δεσμεύεται για πλήρη κύκλο. Για να δουλέψει ο 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.

G 71

Bolt hole circle



J = Γωνία πρώτης τρυπας απο τις 3 η ώρα

I = Αποσταση τρυπας απο το κεντρο του κυκλου

L = Αριθμος τρυπων

K = ποσο θα απέχουν οι τρυπες μεταξύ τους (ΓΩΝΙΑ)

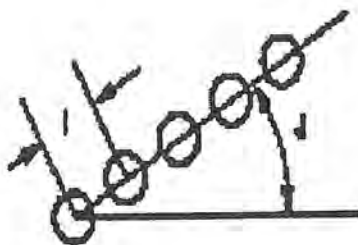
G72 ΤΡΥΠΗΜΑ ΥΠΟ ΓΩΝΙΑ

I = ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΗ ΤΩΝ ΟΠΩΝ (ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΘΑ ΑΝΤΙΣΤΡΕΨΕΙ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΩΝ ΟΠΩΝ)

J = ΓΩΝΙΑ ΤΗΣ ΕΥΘΕΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

L = ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΠΩΝ

Για να δουλέψει ο 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.

G 72

I = ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΗ ΟΠΩΝ

J = ΓΩΝΙΑ ΕΥΘΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΣΗ 3 η ώρα

L = ΠΛΗΘΟΣ ΟΠΩΝ

ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (G73, G74, G76, G77, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89)

G Code	Spindle at Start	Z Drilling direction	Operation at bottom of hole	Retraction Z Direction	Application
G73	—	Intermittent feed	dwell	rapid	high speed peck drilling
G74	CCW	feed	spindle CW	feed	left hand tapping
G76	CW	feed then stop	orient spindle	rapid	fine boring
G77	CW	feed	spindle stop orient spindle	rapid	back boring
G81	—	feed	none	rapid	spot drilling
G82	—	feed	dwell	rapid	counter boring
G83	—	Intermittent feed	dwell	rapid	peck drilling
G84	CW	feed	spindle CCW	feed	tapping cycle
G85	—	feed	none	feed	boring cycle
G86	CW	feed	spindle stop	rapid	boring cycle
G87	CW	feed	spindle stop	manual / rapid	back boring
G88	CW	feed	dwell, then spindle stop	manual / rapid	boring cycle
G89	—	feed	dwell	feed	boring cycle

G73 ΚΥΚΛΟΣ ΤΡΥΠΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

F=ΠΡΟΩΣΗ ΣΕ mm\min

I=ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΡΩΤΟΥ ΠΑΣΟΥ

J=ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΛΑΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΠΑΣΟΥ

K=ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΑΣΟ

L=ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΩΝ

P=ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ (ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ) ΣΤΟΝ ΠΑΤΟ ΤΗΣ ΤΡΥΠΑΣ ΣΕ ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΑ

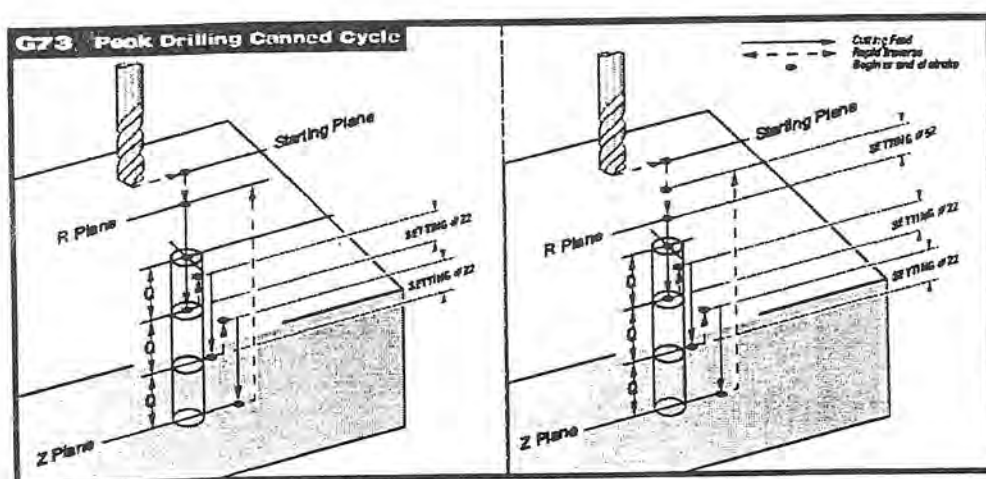
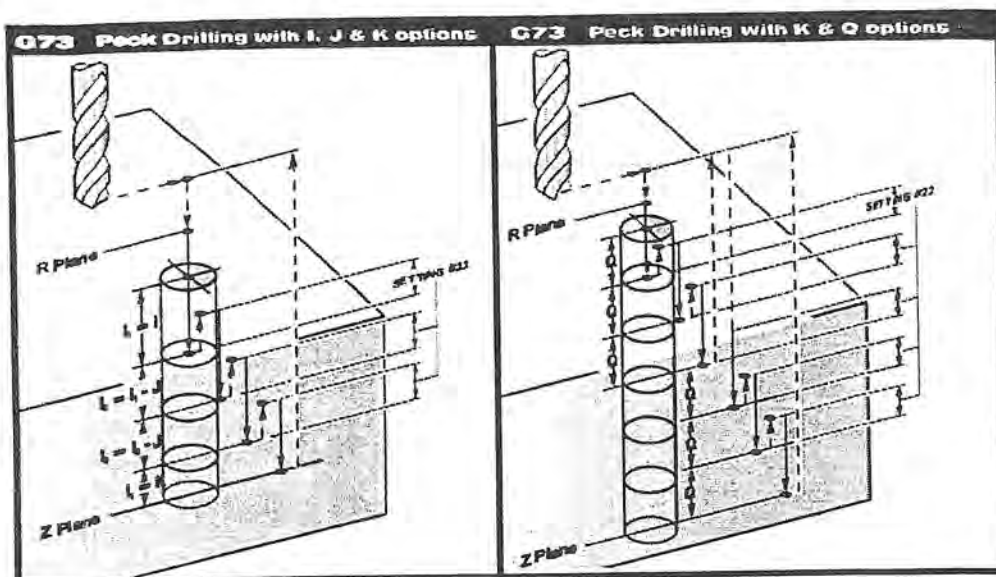
Q=ΠΑΣΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

R=ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ Z

Z=ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΘΟΣ ΟΠΗΣ

X=ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΤΑ X

Z=ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΤΑ Z



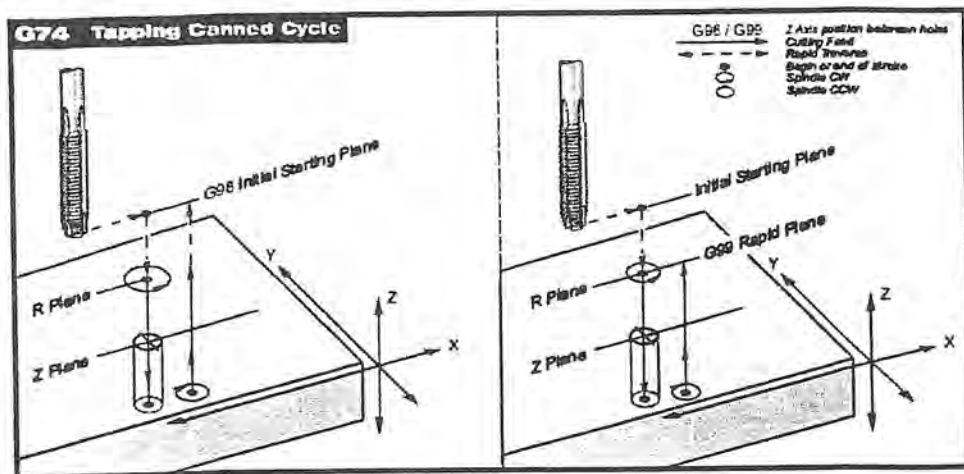
ΑΥΤΟΣ Ο G ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ ΠΟΥ ΤΕΘΕΙ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΕ ΚΑΘΕ ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΤΑ Χ ΚΑΙ Υ, ΠΡΟΚΑΛΕΙΤΑΙ ΤΡΥΠΗΜΑ ΜΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΩΣΠΟΥ ΝΑ ΑΚΥΡΩΘΕΙ Ή ΝΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΘΕΙ ΚΑΠΟΙΟΣ ΑΛΛΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (G00, G01, G80). ΕΙΝΑΙ ΕΝΑΣ ΚΥΚΛΟΣ HIGH SPEED ΜΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ Η ΤΙΜΗ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΘΟΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ SETTING 22.

ΑΝ ΤΑ I, J, K ΟΡΙΣΘΟΥΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΤΕ ΑΛΛΑΖΕΙ ΚΑΙ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ. ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΠΑΣΟ ΤΡΥΠΗΜΑΤΟΣ ΔΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ I. ΤΟ I ΕΛΛΑΤΩΝΕΤΑΙ ΚΑΤΑ J ΣΕ ΕΚΑΣΤΕ ΠΑΣΟ ΕΝΩ Η ΤΙΜΗ ΤΟΥ K ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΑΡΕΙ ΤΟ ΠΑΣΟ. ΑΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΚΑΙ ΤΟ R ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΤΕ ΤΟ ΤΡΗΠΑΝΙ ΘΑ ΠΑΡΑΜΕΙΝΕΙ ΣΤΟΝ ΠΑΤΟ ΤΗΣ ΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΟΣΑ ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΑ ΟΣΑ ΤΟΥ ΟΡΙΣΟΥΜΕ. ΤΟ R ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΣΤΟ ΟΠΟΙΟ ΘΑ ΓΥΡΝΑΕΙ ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΤΟ ΤΡΥΠΑΝΙ, ΩΣΤΕ ΝΑ ΚΑΘΑΡΙΖΕΙ Η ΟΠΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΡΕΖΙΑ, ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΣΥΝΗΘΩΣ ΤΗΝ ΟΠΙΖΕΙ Ο ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΓΥΡΩ ΣΤΟ 1mm.

G74 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΣΠΕΙΡΩΜΑ ΜΕ ΚΟΛΛΑΟΥΖΟ

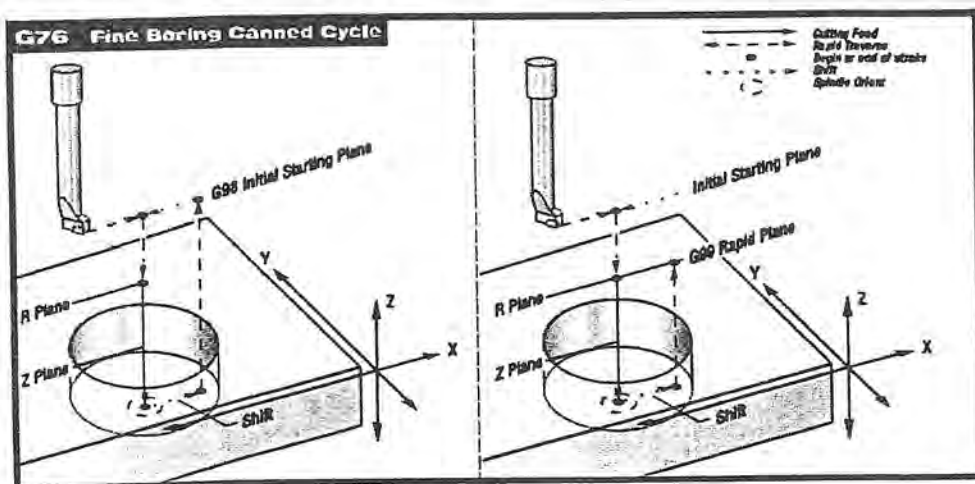
Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και /ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Η

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.



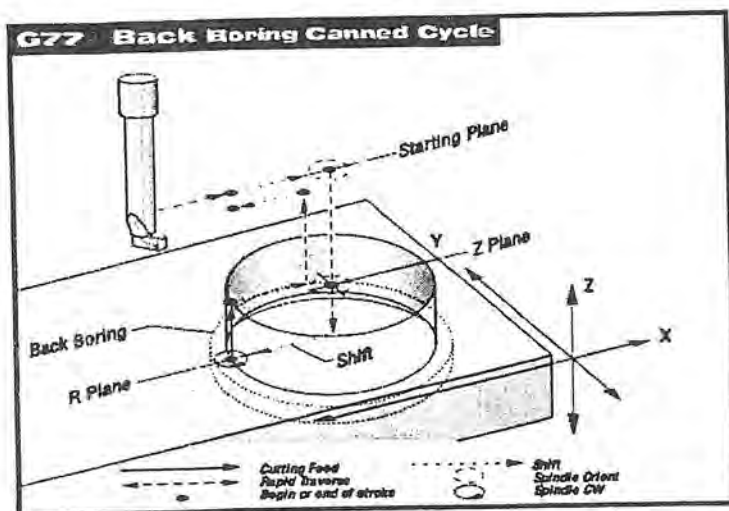
G76 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORING (1-FINE)

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. Δεν χρειάζεται να ξεκινήσει η CCW άτρακτος πριν από τον κύκλο κατεργασίας, γιατί ο έλεγχος το κάνει αυτόματα.



G77 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORING (2-BACK)

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 εγκόπη στο κάτω μέρος της τρύπας. 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 απόσταση.

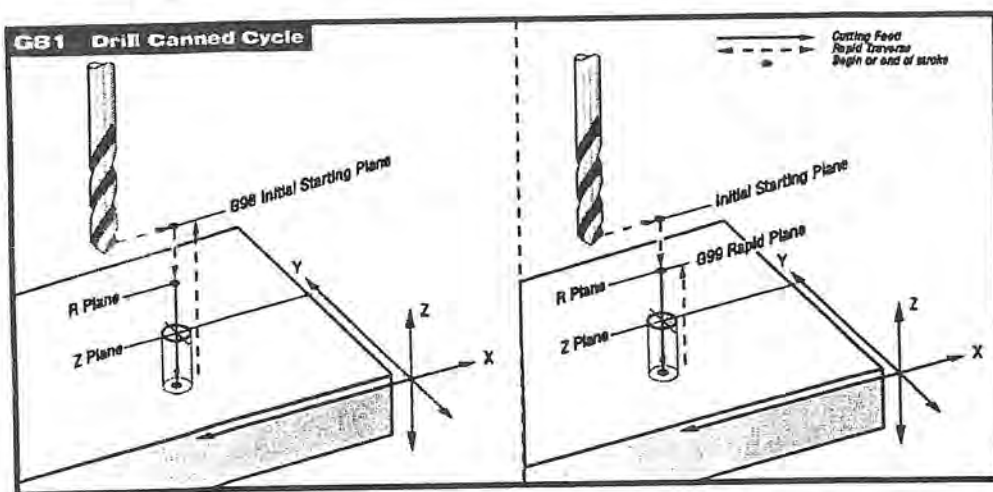


G80 ΑΚΥΡΩΣΗ ΚΥΚΛΩΝ 8....

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.

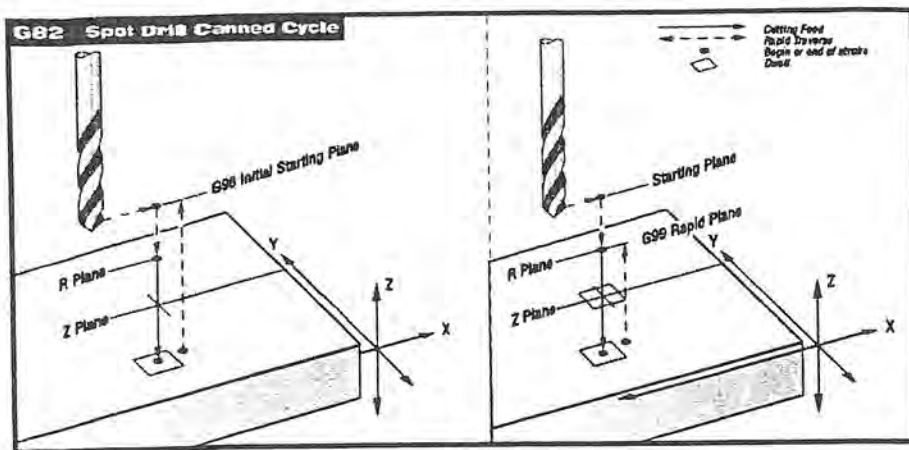
G81 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑΤΑ

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.



Canned cycle programming example using aluminum block.

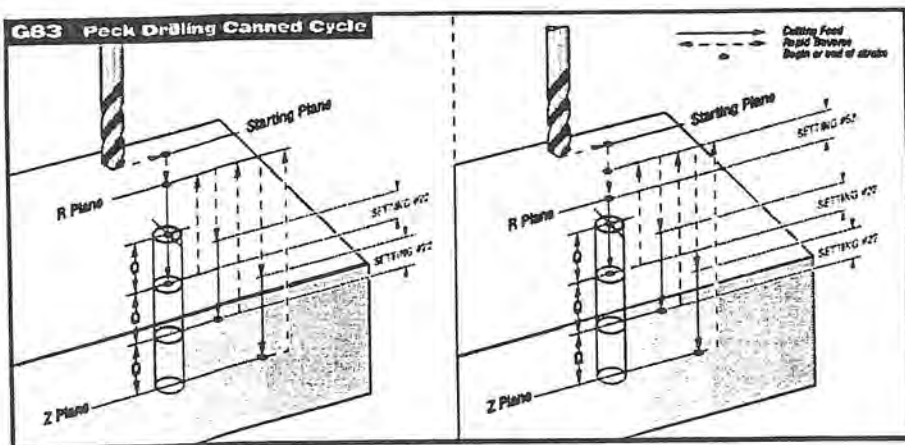
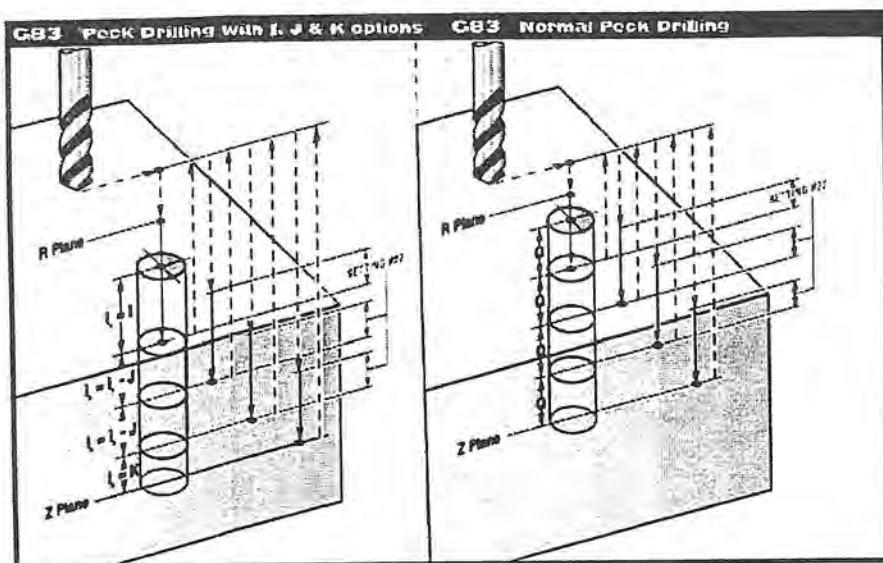
G82 ΣΗΜΕΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑΤΑ



G82 Spot drilling example

G83 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑ ΜΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

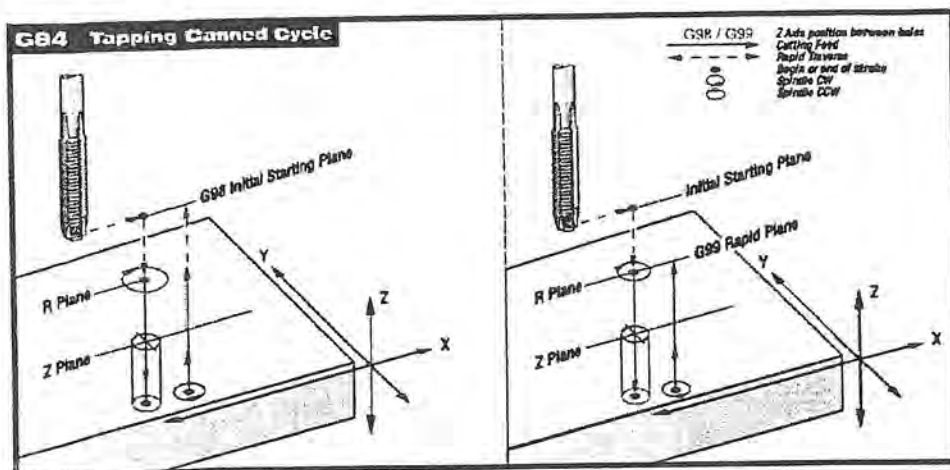
Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και /ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας.



G84 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΣΠΕΙΡΩΜΑ

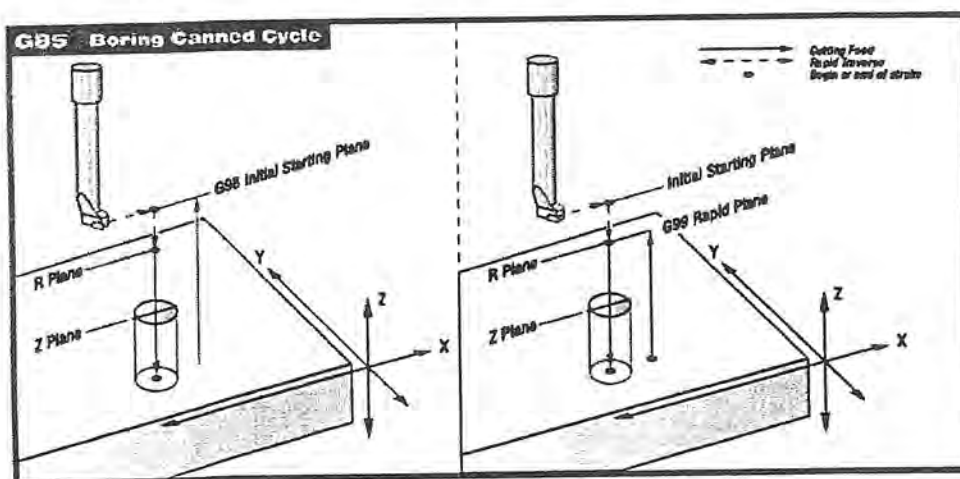
Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη, κι από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε εντολή κίνησης του X και /ή Y θα προκαλεί την εκτέλεση του συγκεκριμένου κύκλου κατεργασίας, έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. I

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.



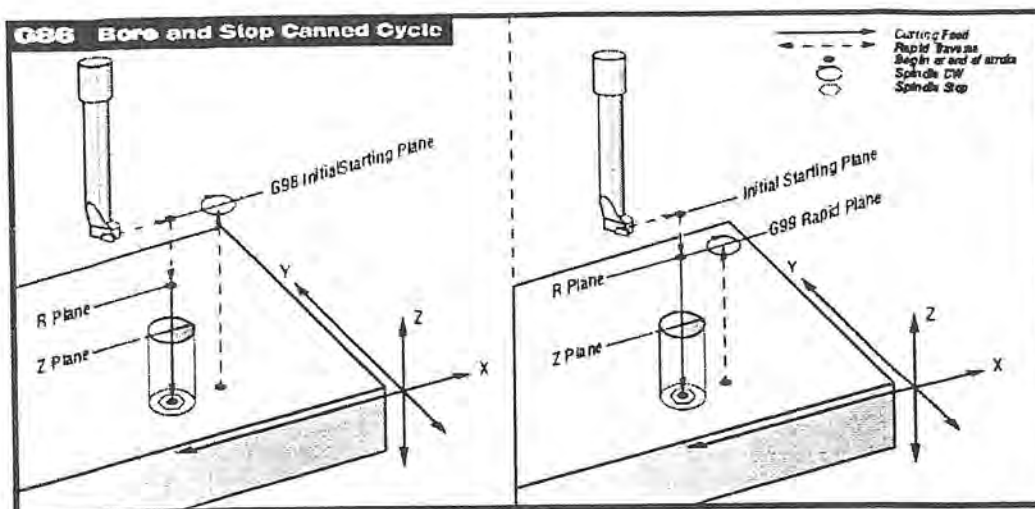
G85 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORING

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.



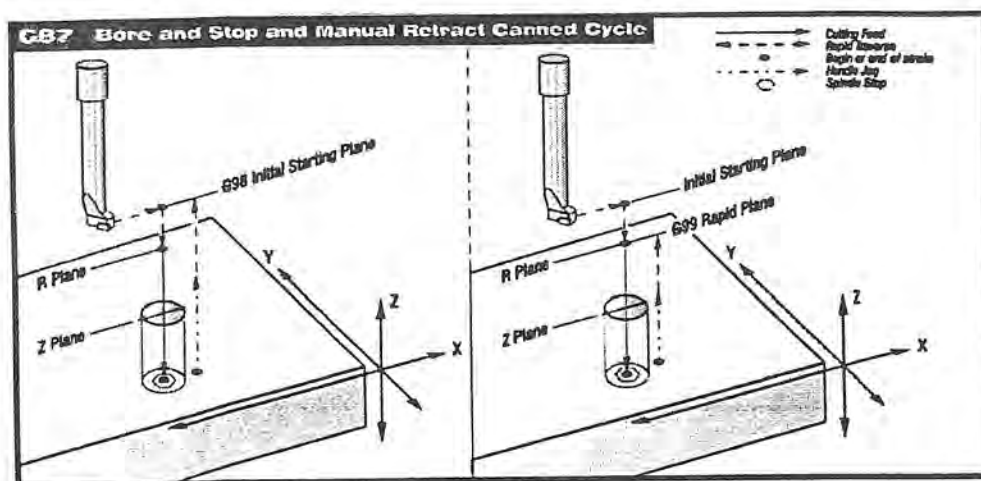
G86 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORE ΚΑΙ ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ

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.



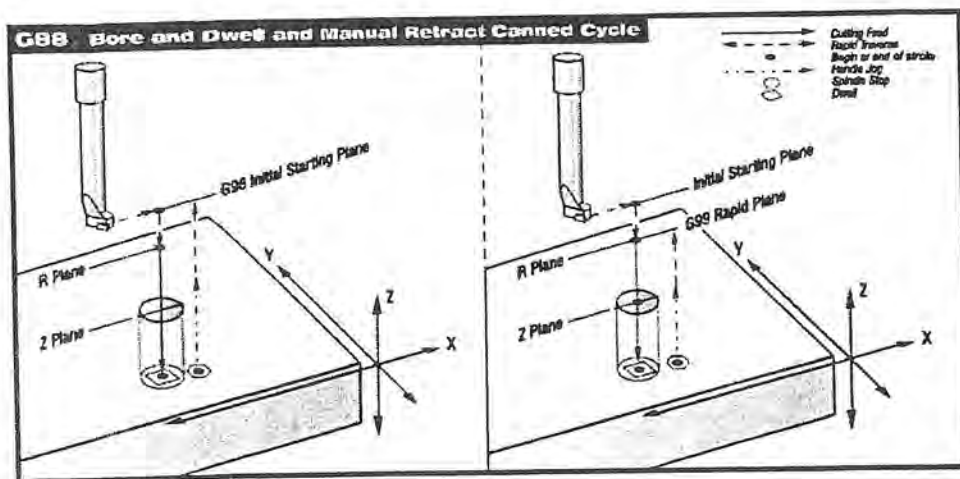
G87 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORE IN ΚΑΙ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

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 κινήσει χειροκίνητα τους άξονες, πατώντας το CYCLE START, θα επαναλάβει το πρόγραμμα.



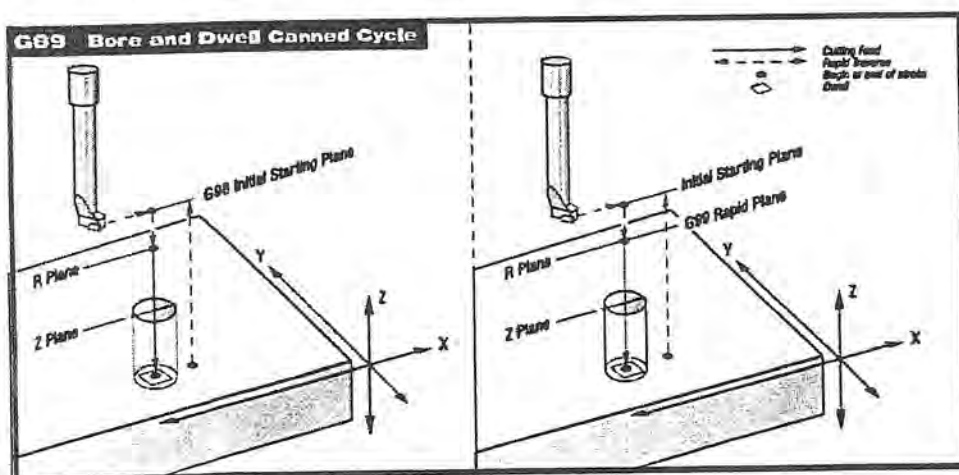
G88 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORE IN, DWELL ΚΑΙ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

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 κινήσει χειροκίνητα τους άξονες, πατώντας το CYCLE START, θα επαναλάβει το πρόγραμμα.



G89 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORE IN, DWELL ΚΑΙ BORE OUT

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.



G90 ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη και αλλάζει τον τρόπο που μεταφράζει τις εντολές κίνησης του άξονα. Κι έτσι κάνει όλες τις εντολές απόλυτες. Κάθε κίνηση του άξονα θα τοποθετείται στην θέση όπως θα λέει το block εντολής.

G91 ΣΧΕΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Η εντολή αυτή είναι τροποποιήσιμη και αλλάζει τον τρόπο που μεταφράζει τις εντολές κίνησης του άξονα. Κι έτσι κάνει όλες τις εντολές επαυξητικές. Κάθε κίνηση του άξονα θα κινηθεί με το ποσό της τιμής που γράφεται στο πρόγραμμα.

G92 ΘΕΤΕΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ SHIFT TIMH – FANUC Ή HAAS

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

Π.χ. G92 X1.4 ακυρώνει την G52 για τον X άξονα. Οι υπόλοιποι άξονες δεν επηρεάζονται από αυτό και παραμένουν ως έχουν. Η εντολή αυτή εμφανίζεται στο κάτω μέρος της Work Offsets σελίδας και αν είναι απαραίτητο μπορεί να γίνει ακόμη πιο ξεκάθαρη εκεί. Ξεκαθαρίζεται επίσης αυτομάτως μετά το power-up και οποιαδήποτε στιγμή χρησιμοποιηθούν το ZERO RET και το AUTO ALLAXES, ή το ZERO SINGLE AXIS.

G93 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΩΣΗΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Τονίζει ότι όλες οι τιμές της πρόωσης F πρόκειται να μεταφραστούν ως strokes per minute. 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 πέντε αξόνων δουλειά και μερικές φορές σε τεσσάρων αξόνων δουλειά. Είναι ένα τρόπος μετάφρασης της γραμμικής (ίντσες /λεπτό) πρόωσης που επιλέγεται για το πρόγραμμα – η F30, λέει- σε μια τιμή που λαμβάνει υπόψιν της τη περιστροφική κίνηση.

G94 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΩΣΗΣ ΑΝΑ ΛΕΠΤΟ

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

G98 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ

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

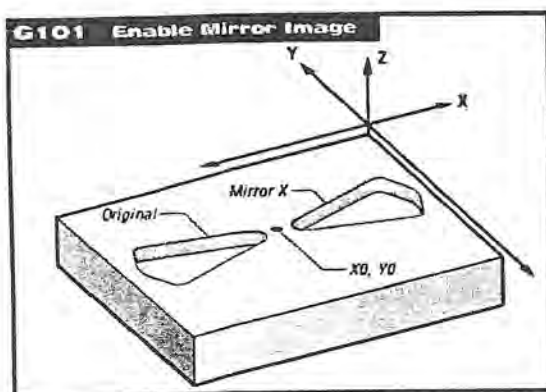
G99 ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ R

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.

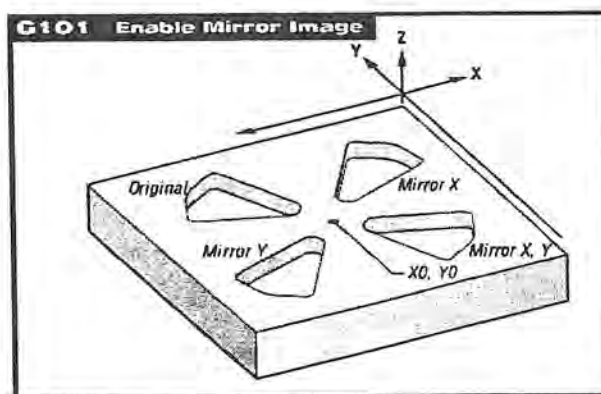
G100 ΑΚΥΡΩΣΗ ΕΙΔΩΛΟΥ ΚΑΘΡΕΠΤΗ

G101 ΕΙΔΩΛΟ ΚΑΘΡΕΠΤΗ

Απαιτείται τουλάχιστον μια από τις εντολές του άξονα. Τα Settings 45 έως 48, χρησιμοποιούνται για να επιλέξουν το είδωλο καθρέπτη. Επίσης το προγραμματισμένο είδωλο καθρέπτη μπορεί να ενεργοποιηθεί και 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 ένα block εντολών χωρίς καμία άλλη εντολή G και συνάμα δεν προκαλούν καμία κίνηση άξονα.



Mirror image and pocket milling exercise for O3600.



Mirror image (X, Y, and XY) and pocket milling exercise for O3700.

G102 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΙΜΗ ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΣ RS232

Προγραμματίσιμη έξοδος προς RS232 επιτρέπει οι τρέχουσες συντεταγμένες των τεσσάρων αξόνων να είναι στην έξοδο. Αυτή η εντολή είναι μη τροποποιήσιμη και χρησιμοποιείται μέσα σε ένα block εντολών χωρίς καμία άλλη εντολή G και δε προκαλεί καμία κίνηση άξονα.

G103 BLOCK ΟΡΙΟ ΤΟΥ BUFFER

P=0-15 Μέγιστος αριθμός blocks του ελέγχου θα look ahead G103 [P..]

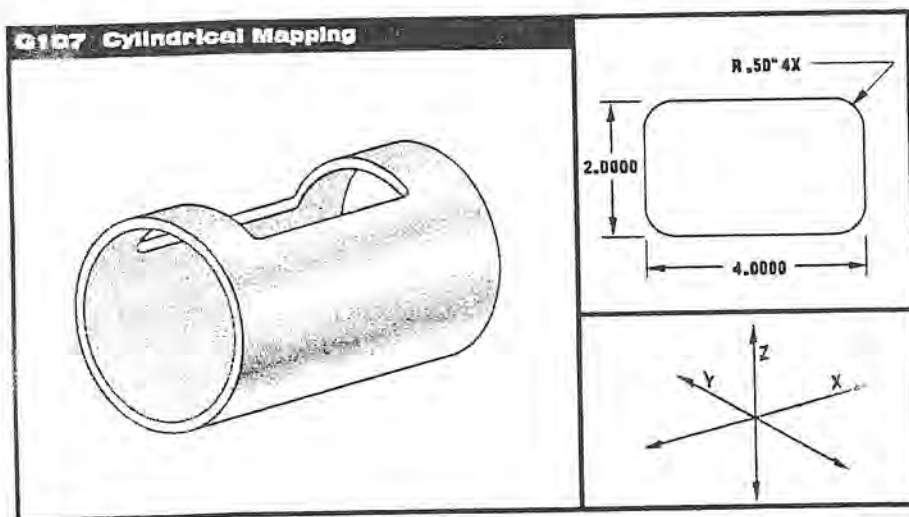
Το Block "look ahead" είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τι κάνει ο έλεγχος «από πίσω» κατά τη κίνηση της μηχανής. Δηλαδή, ο έλεγχος εκμεταλλεύεται τα μερικά δευτερόλεπτα προετοιμασίας του block κίνησης, που χρειάζεται

για να εκτελεστεί και προετοιμάζει τα επόμενα blocks του προγράμματος. Το block "look-ahead" είναι επίσης σημαντικό για να παίρνει τις απαραίτητες πληροφορίες για να προβλέπει τις κατεργασμένες θέσεις για κατεργασία κοπής.

G107 CYLINDRICAL MAPPING – ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

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 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 επανακαθορισθεί 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.



G110-G129 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ #7-26

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

G154 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ P1-99

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

G141 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΠΗΣ

Παρουσιάζει τρισδιάστατα την κατεργασία κοπής της διαμέτρου με την εξής μορφή:

G141 Xnnn Ynnn Znnn Dnnn Innn Jnnn Knnn

Η εντολή αυτή δεν είναι δουλειά 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.

G143 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

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.

G150 ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΣΟΧΩΝ (POCKET)

ΣΥΝΤΑΞΗ :

G150 P...Z...Q...I...(η J) K...R...D...G41(η G42) D...F...

ΕΠΕΞΗΣΗ ΚΩΔΙΚΩΝ :

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 -----//-----

Z Τελικό βάθος μορφής

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

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 κ.λ.π.) αναλόγως.

Η πρώτη κίνηση είναι η βύθιση του εργαλείου στο κομμάτι, ακολουθεί το φρεζάρισμα του περιγράμματος και το ξεχόνδρισμα. Αυτά γίνονται με τη σειρά που αναφέρονται για βάθος που ορίζεται από το γράμμα Q. Η τιμή του 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.

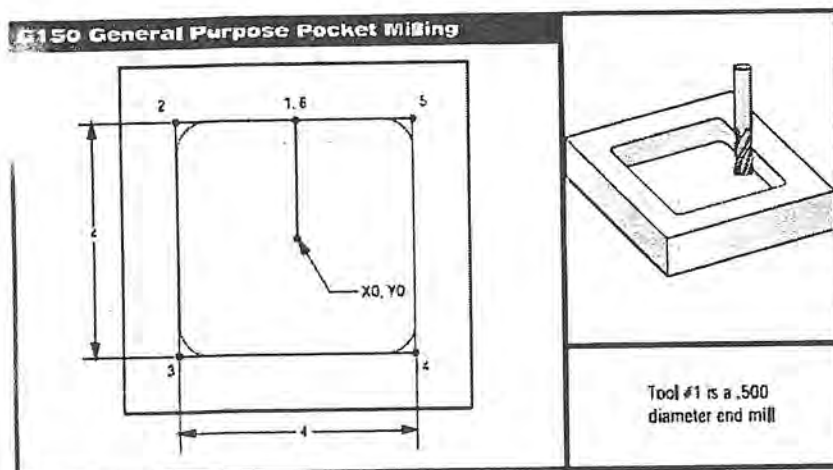
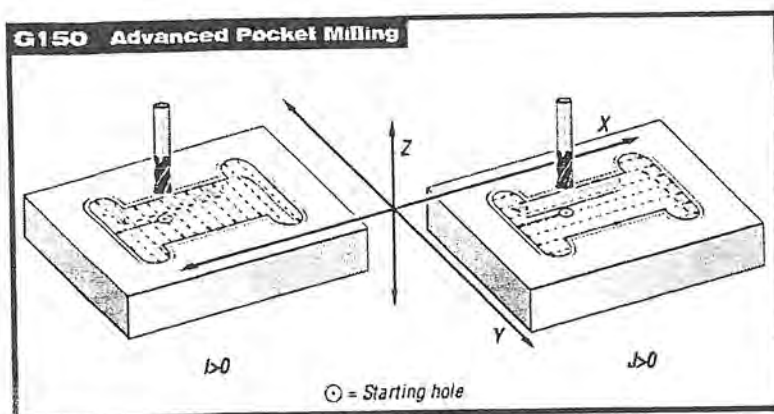
Το φινίρισμα ορίζεται από το γράμμα K και είναι απαραίτητο. Συνήθως μερικά δέκατα του χιλιοστού είναι αρκετά. Χωρίς K η G150 δεν δουλεύει.

Το K είναι πάντα θετικός αριθμός.

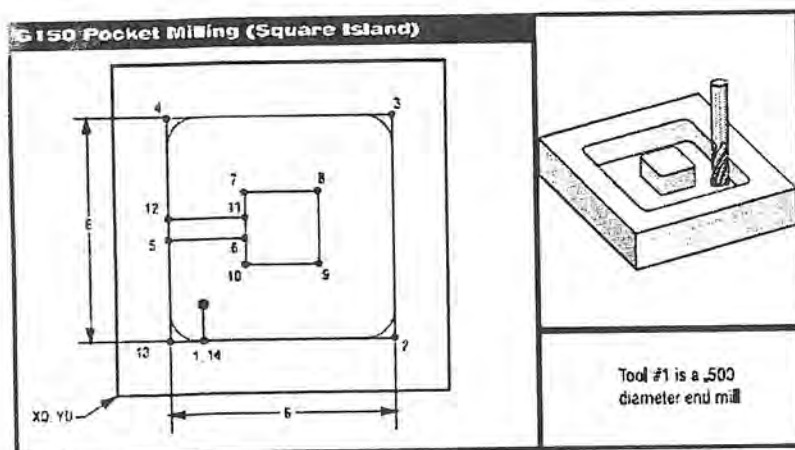
Δεν υπάρχει φινίρισμα ως προς το Z.

Το γράμμα R ορίζει το πού θα σταθεί το εργαλείο πριν βυθιστεί στο κομμάτι καθώς και το πού θα επιστρέψει μετά το τέλος της κατεργασίας.

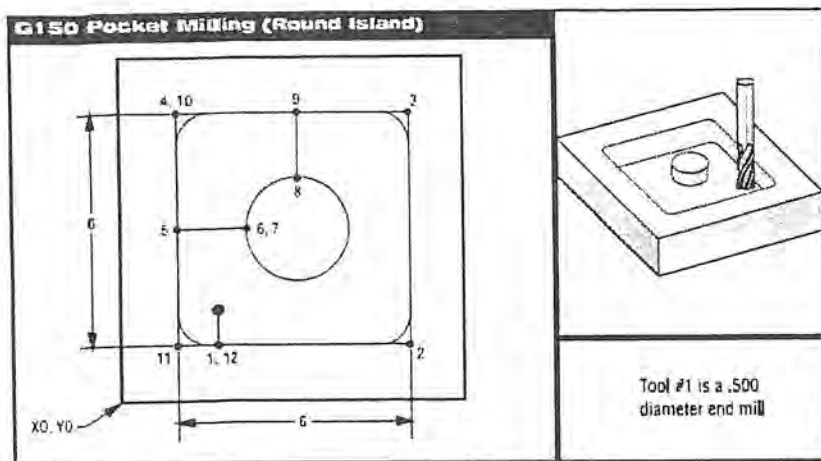
Πρέπει να οριστεί ακόμα και αν έχει την τιμή 0 (R0).



Pocket milling exercise for G150 operation.



Square island programming exercise using G150.



Round island programming exercise using G150.

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) η 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 τρύπα 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 G 150 σαν σημείο εισόδου με X και Y.

Η πρώτη κίνηση μέσα στο υποπρόγραμμα πρέπει να είναι από το σημείο εισόδου (X0 , Y0) στο σημείο αρχής (No.1) της περιγραφής της εσοχής (βλ. σχέδιο). Το τελικό σημείο (No.0) πρέπει να είναι ίδιο με το αρχικό.

Στο παραπάνω σχέδιο η περιγραφή γίνεται από το No.1 αυξητικά, έως το σημείο No.0 (Οι διαστάσεις στο παράδειγμα είναι σε ίντσες και το σημείο αναφοράς του κομματιού στο κέντρο).

Εάν προσδιοριστεί K για το φινίρισμα, αυτό θα γίνει στην εξωτερική περιφέρεια και μάλιστα όταν φτάσει η κατεργασία στο τελικό βάθος.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ (βλ. Σχέδιο).

%

O0100

T1 M6 (ΤΡΥΠΑΝΙ Φ12)

S1000 M3

G0 G54 G90 X0 Y0 (ΘΕΣΗ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΚΟΜΜΑΤΙΟΥ)

G43 H01 Z2.

G81 Z-10. R2. F100.(ΚΥΚΛΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ)

G80 (ΑΚΥΡΩΣΗ ΚΥΚΛΟΥ)

G00 Z200.

T2 M6 (ΚΟΝΔΥΛΙ Φ10)

S2000 M3

G00 G54 X0 Y0

G43H02 Z2.

G150 P101 Z-10. Q5. J5. R2. F200. K0.2 G41 D02

G00 Z200.

M30

O101 (ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ)

G01 Y50.8

X-50.8

Y-50.8

X50.8

Y50.8

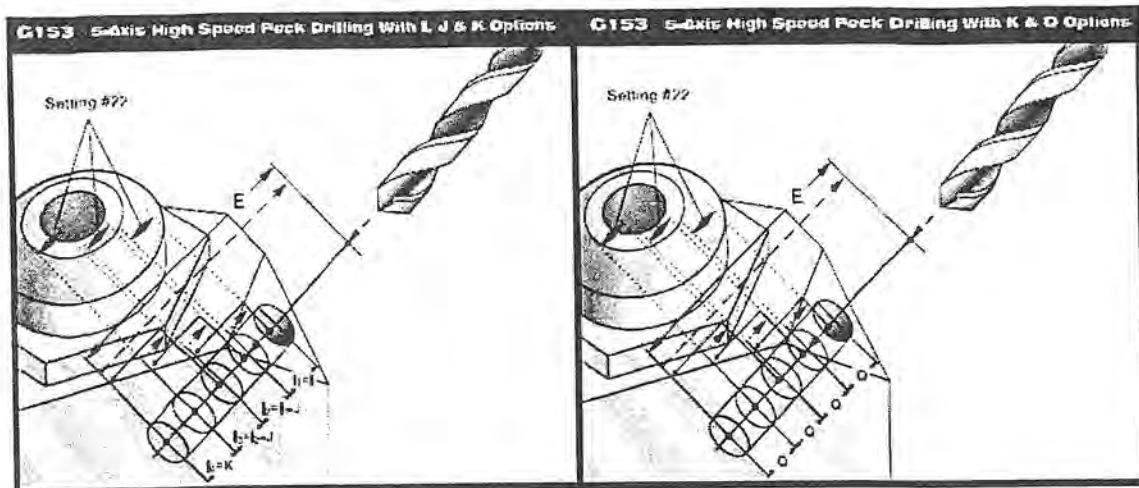
X0

M99 (ΤΕΛΟΣ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ)

Το παραπάνω πρόγραμμα κατεργάζεται ένα τετράγωνο διαστάσεων 101.6 X 101.6 βάθους 10 mm . Η κατεργασία γίνεται παράλληλα με τον X άξονα με βήμα 5 mm και σε δύο πάσα ως προς Z επίσης 5 mm. Για φινίρισμα αφήνει 0.2 mm κι όταν τελειώσει ανεβαίνει 2 mm πάνω από το κομμάτι.

G153 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΤΡΥΠΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

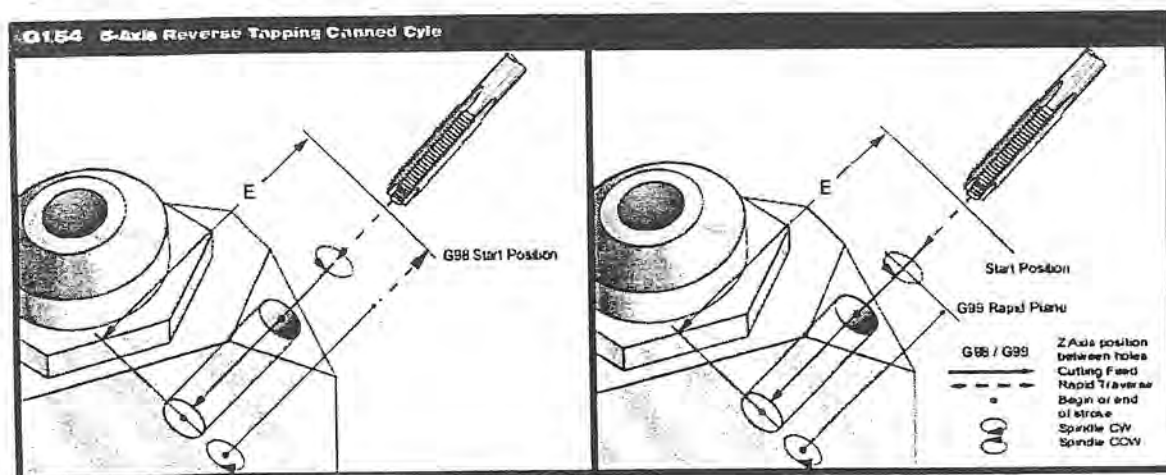
Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και /ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Αυτός είναι ένας κύκλος τρυπήματος με επαναφορά όπου η απόσταση επαναφοράς θέτετε από το Setting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



G155 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΣΠΕΙΡΩΜΑ ΜΕ ΚΟΛΛΑΟΥΖΟ

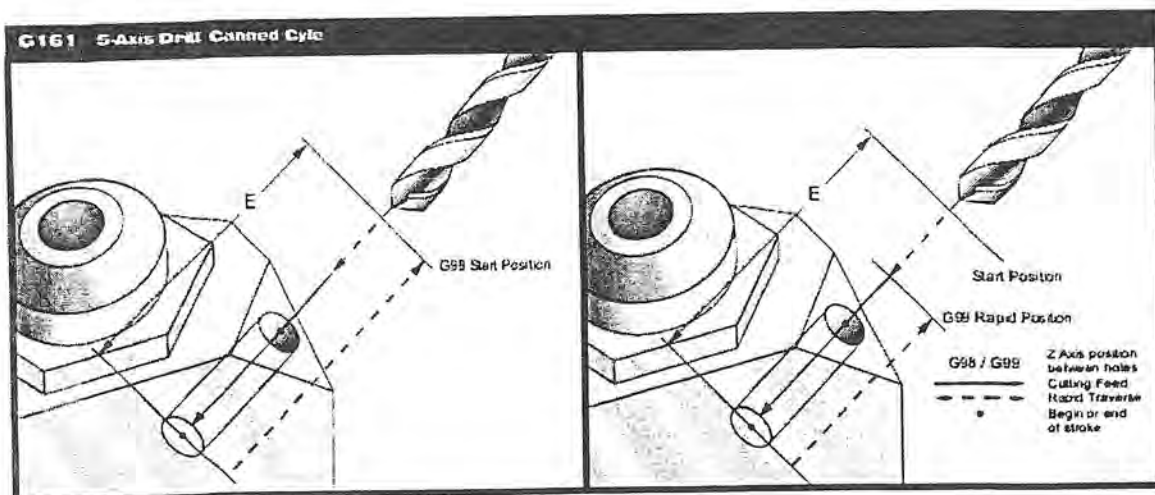
Η τροποποιήσιμη εντολή από τη στιγμή που ενεργοποιηθεί, κάθε κίνηση που εκτελεί του X και /ή Y, θα προκαλεί την εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας έως ότου ακυρωθεί ή έως ότου επιλεγεί άλλος κύκλος κατεργασίας. Μια συγκεκριμένη X, Y, Z, A, B θέση πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας.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

Οι I, J, K και Q είναι πάντα θετικοί αριθμοί.



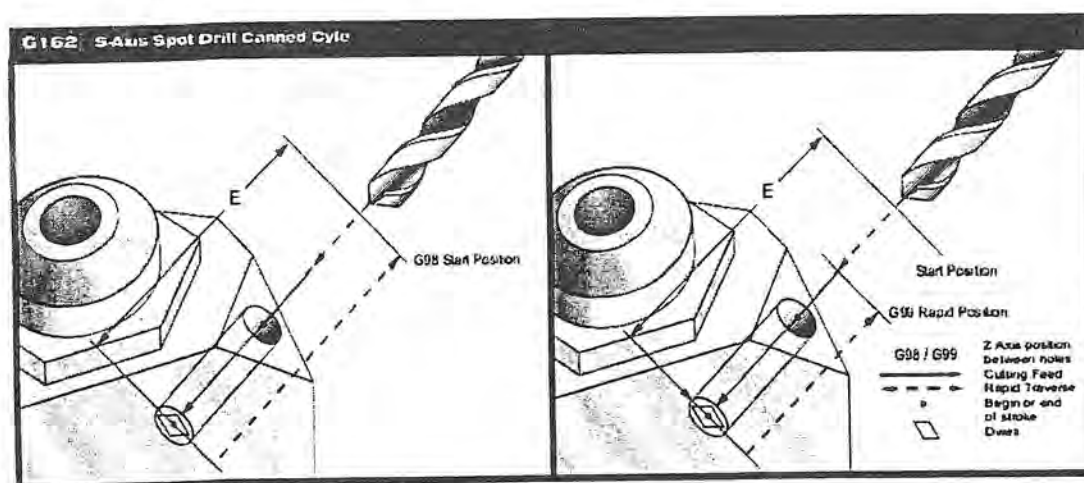
G161 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑΤΑ.

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.



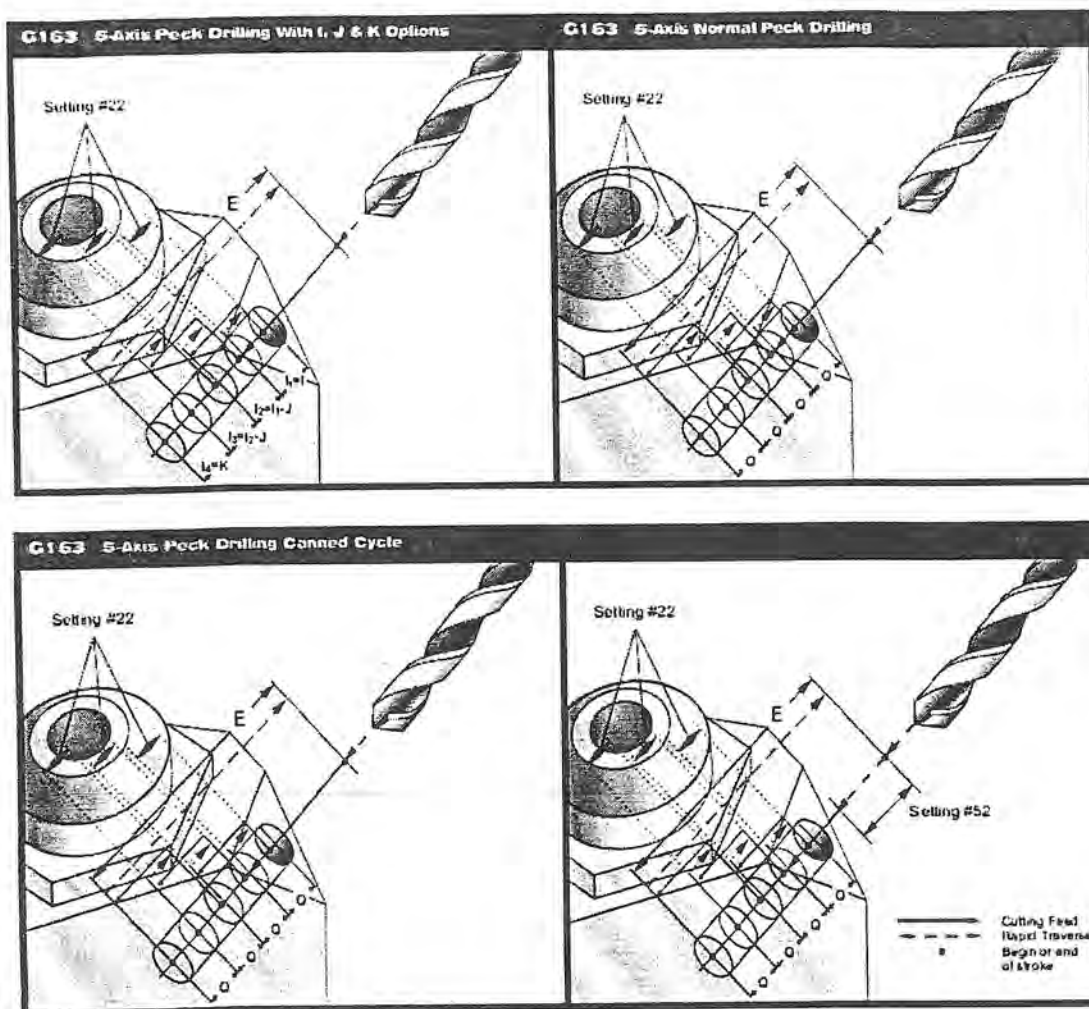
G162 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΣΗΜΕΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑΤΑ

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.



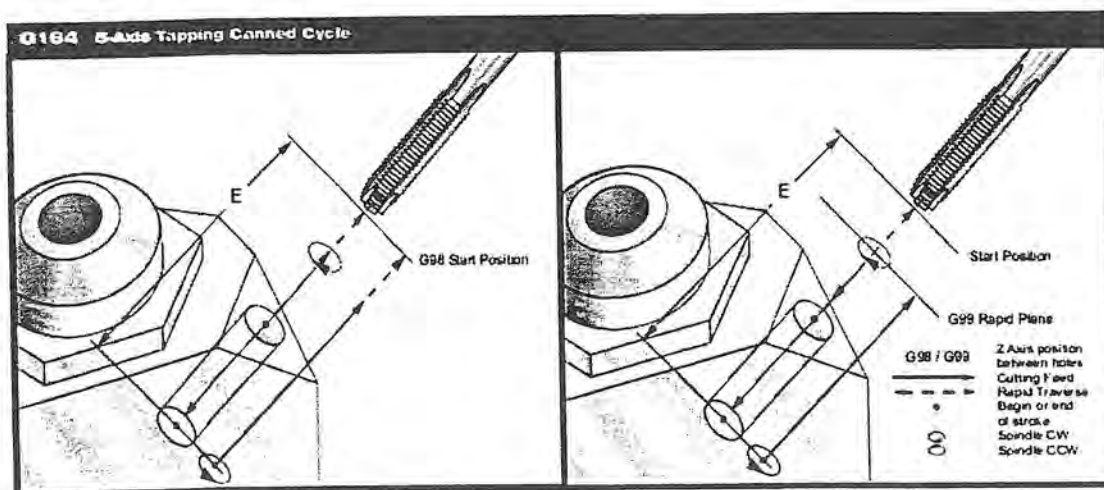
G163 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑ ΜΕ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ

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 μέθοδος 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.



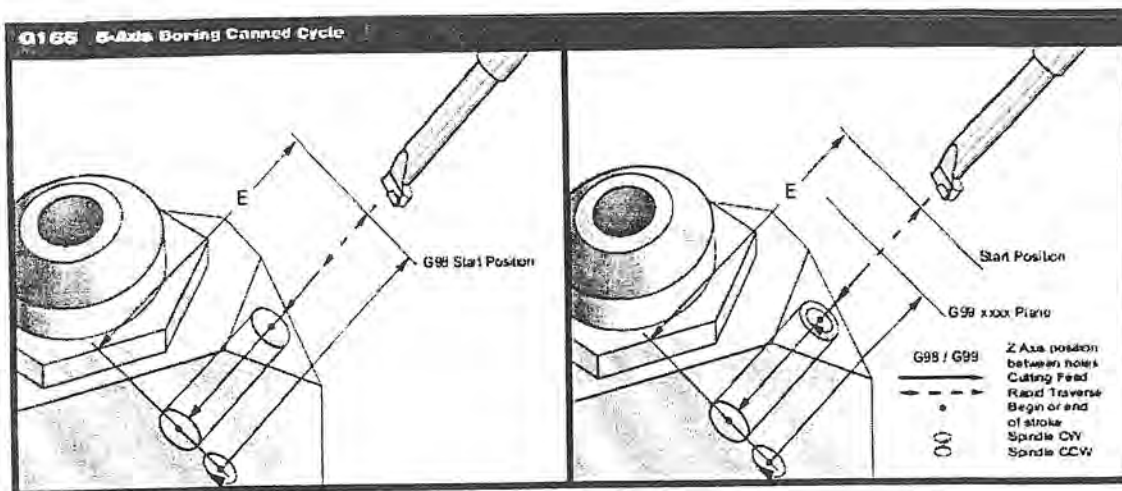
G164 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΣΠΕΙΡΩΜΑ

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 θέσε πρέπει να προγραμματιστεί πριν προγραμματιστεί ο κύκλος κατεργασίας. Αυτή η θέση χρησιμοποιείται ως η θέση εκκίνησης του κύκλου κατεργασίας. Δεν χρειάζεται να ξεκινήσει η άτρακτος CW πριν από τον κύκλο κατεργασίας, γιατί ο έλεγχος το κάνει αυτόματα.



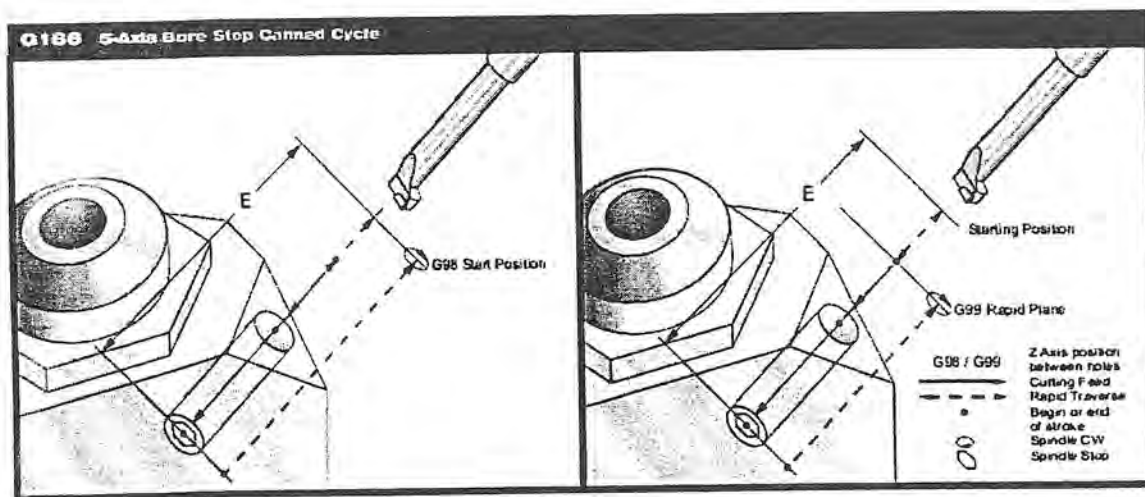
G165 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORING

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.



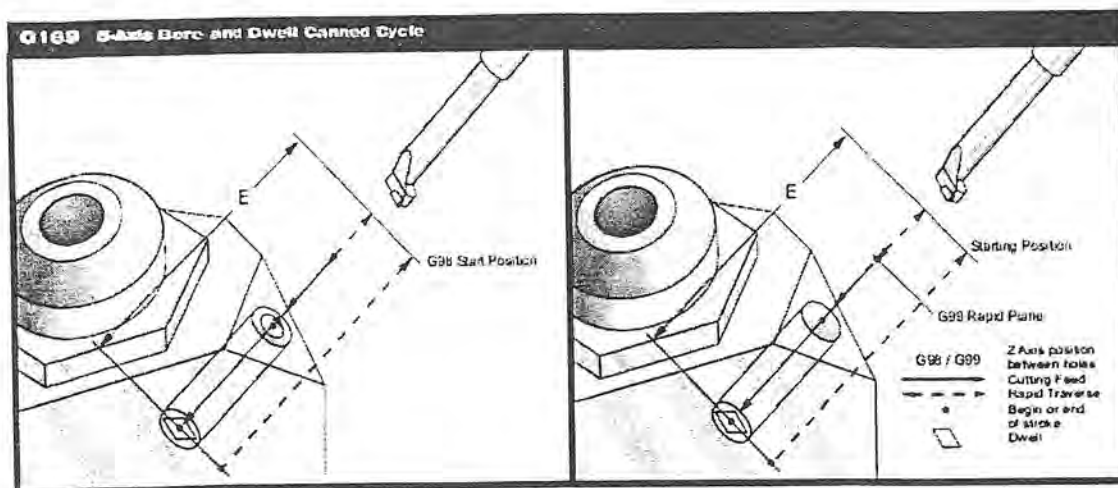
G166 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORE ΚΑΙ ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ

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.



G169 ΠΕΝΤΕ ΑΞΟΝΩΝ ΚΥΚΛΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ BORE ΚΑΙ DWELL

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.



G174 CCW MH ΚΑΘΕΤΟ RIGID TAP

G184 CW MH ΚΑΘΕΤΟ RIGID TAP

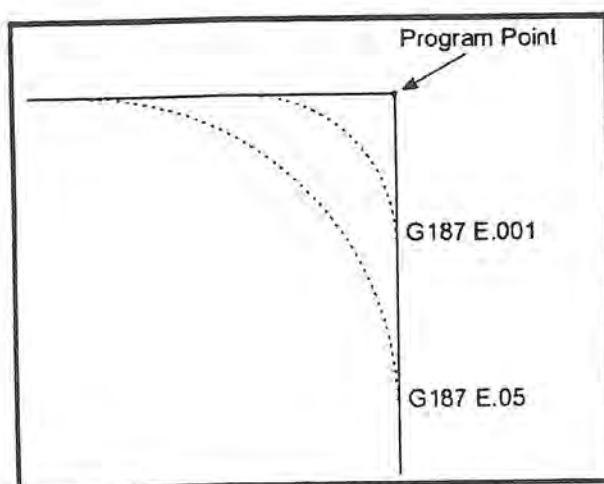
Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για να εκτελεί rigid tapping για μη κάθετες τρύπες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια δεξιά γωνία κεφαλής για να εκτελεί rigid tapping στον άξονα X, ή Y, με τριαξονική φρέζα, ή για να εκτελεί rigid tapping κατά μήκος ενός διανύσματος με μια πέντε αξόνων φρέζα.

G187 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να επιλέγει την ακρίβεια με την οποία θα κατεργάζονται οι γωνίες. Η δομή που χρησιμοποιείται είναι G187 Ennnn, όπου nnnn είναι η επιθυμητή ακρίβεια.

Π.χ. το εξής πρόγραμμα:

G187 E0.01 (θέτει την τιμή)
G187 (για να επαναφέρει τη τιμή του Setting 85)



M CODES

M00	Σταμάτημα προγράμματος
M01	Προαιρετικό σταμάτημα προγράμματος
M02	Τέλος προγράμματος χωρίς επανεκκίνηση
M03	Ξεκίνημα στροφών ωρολογιακά
M04	Ξεκίνημα στροφών αντισωρολογιακά
M05	Σταμάτημα στροφών
M06	Αλλαγή εργαλείου
M08	Εκκίνηση σαπουνέλαιου
M09	Σταμάτημα σαπουνέλαιου
M10	Ενεργοποίηση φρένου 4 ^{ου} άξονα
M11	Απελευθέρωση φρένου 4 ^{ου} άξονα
M12	Ενεργοποίηση φρένου 5 ^{ου} άξονα
M13	Απελευθέρωση φρένου 5 ^{ου} άξονα
M16	Αλλαγή κοπτικού (ίδια με την M06)
M17	Unclamp APC Pallet και άνοιγμα πόρτας APC (χρησιμοποιείται μόνο για συντήρηση)
M18	Clamp APC Pallet και κλείσιμο πόρτας APC (χρησιμοποιείται μόνο για συντήρηση)
M19	Προσανατολισμός ατράκτου (τιμές P και R προαιρετικές)
M21-M28	Κατ' επιλογήν χρήστη της λειτουργίας M με M-fin.
M30	Τέλος προγράμματος και επανεκκίνηση
M31	Ξεκίνημα γρεζομεταφορέα μπροστά
M33	Σταμάτημα γρεζομεταφορέα
M34	Μετακίνηση σωλήνα σαπουνέλαιου κατά μία θέση κάτω, θετικά
M35	Μετακίνηση σωλήνα σαπουνέλαιου κατά μία θέση πάνω, αρνητικά
M36	Pallet Part Ready
M39	Περιστροφή παλέτας των κοπτικών εργαλείων
M41	Υπέρβαση χαμηλής ταχύτητας
M42	Υπέρβαση υψηλής ταχύτητας
M50	Εκτέλεση αλλαγής παλέτας
M51-M58	Θέτει τους προαιρετικούς κωδικούς M του χρήστη
M59	Θέτει την ασφάλεια εξόδου
M61-M68	Ακύρωση προαιρετικών κωδικών M του χρήστη
M69	Αρχικοποίηση ασφάλειας εξόδου
M75	Θέτει το σημείο αναφοράς για τις εντολές G35 ή G136
M76	Απενεργοποίηση οθόνης ελέγχου
M77	Ενεργοποίηση οθόνης ελέγχου
M78	Προειδοποίησε εάν βρεθεί σήμα skip
M79	Προειδοποίησε εάν δε βρεθεί σήμα skip
M80	Άνοιγμα αυτόματης πόρτας
M81	Κλείσιμο αυτόματης πόρτας
M82	Απελευθέρωση κοπτικού από την υποδοχή
M83	Auto Air Gun On
M84	Auto Air Gun Off
M86	Συγκράτηση κοπτικού στην υποδοχή
M88	Ενεργοποίηση σαπουνέλαιου ατράκτου
M89	Απενεργοποίηση σαπουνέλαιου ατράκτου
M93	Έναρξη αποθήκευσης θέσης άξονα
M94	Σταμάτημα αποθήκευσης θέσης άξονα
M95	Μέθοδος αναμονής (sleep)
M96	Μετάβαση εάν δεν υπάρχει είσοδος
M97	Κλήση τοπικού υποπρογράμματος
M98	Κλήση υποπρογράμματος
M99	Επιστροφή από υποπρόγραμμα ή βρόχο
M109	Είσοδος διαδραστικού χρήστη

M00 ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

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

M01 ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

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

M02 ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΑΝΕΚΙΝΗΣΗ

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 δίνετε με τον κωδικό M30.

M03 ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

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

M04 ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

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

M05 ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

Η εντολή αυτή σταματάει την άτρακτο.

M06 ΕΝΤΟΛΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Η εντολή αυτή συνοδευόμενη και από έναν αριθμό εργαλείου (πχ. T1 M06) θα φέρει στην άτρακτο το εργαλείο αυτό.

Κατά την διάρκεια μιας αλλαγής συμβαίνουν τα εξής:

1. Σταματούν οι στροφές.

2. Η άτρακτος σηκώνετε στο ύψος του μύλου (0 Ζ άξονας) αφήνει το εργαλείο που έχει και παίρνει το εργαλείο που του καλέσαμε.

M08 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΡΟΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ

Ο κωδικός αυτός ενεργοποιεί το σαπουνέλαιο. Σωστό είναι να δίνεται στο τέλος μιας εντολής, δηλ. G00 X 45. Y0 Z 1. 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.

M09 ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΡΟΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ

Ο κωδικός αυτός σταματάει το σαπουνέλαιο.

M10 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΡΕΝΟΥ ΤΟΥ ΤΕΤΑΡΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

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.

M11 ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΡΕΝΟΥ ΤΟΥ ΤΕΤΑΡΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

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.

M12 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΡΕΝΟΥ ΤΟΥ ΠΕΜΠΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

Χρησιμοποιείται για να εφαρμόζει το φρενάρισμα του πέμπτου άξονα, το οποίο κανονικά είναι ενεργοποιημένο, οπότε απλώς απαιτείται η εντολή M12 όταν έχει χρησιμοποιηθεί η M113 για να ελευθερώσει το φρένο.

M13 ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΡΕΝΟΥ ΤΟΥ ΠΕΜΠΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

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

M16 ΑΛΛΑΓΗ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

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

M17 UNCLAMP APC ΠΑΛΕΤΑ ΚΑΙ ΑΝΟΙΚΤΗ APC ΠΟΡΤΑ

Χρησιμοποιείται μόνο για συντήρηση.

M18 CLAMP APC ΠΑΛΕΤΑ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΗ APC ΠΟΡΤΑ

Χρησιμοποιείται μόνο για συντήρηση.

M19 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

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 ΑΤΡΑΚΤΟΣ ΣΤΑΜΑΤΑΕΙ ΣΤΙΣ 270 ΜΟΙΡΕΣ

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 και 4 ψηφία.

M21-M28 ΚΑΤ' ΕΠΙΛΟΓΗΝ ΧΡΗΣΤΗΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ M ΜΕ M-Fin

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.

M30 ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

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 κέρσορα στην αρχή του προγράμματος κι έτσι το πρόγραμμα είναι έτοιμο να ξανατρέξει αν πατήσουμε το CYCLE START.

M31 ΞΕΚΙΝΗΜΑ ΓΡΕΖΟΜΕΤΑΦΟΡΕΑ ΕΜΠΡΟΣ

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.

M32 ΞΕΚΙΝΗΜΑ ΓΡΕΖΟΜΕΤΑΦΟΡΕΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΑ

ΙΣΧΥΟΥΝ ΤΑ ΙΔΙΑ ΜΕ ΤΟΝ Μ31.

M33 ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΓΡΕΖΟΜΕΤΑΦΟΡΕΑ**M34 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΜΙΑ ΘΕΣΗ ΘΕΤΙΚΑ****M35 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΜΙΑ ΘΕΣΗ ΑΡΝΗΤΙΚΑ****M36 PALLET PART READY****M39 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΠΑΛΕΤΑΣ ΤΩΝ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ**

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 προηγούμενως στην M39.

M41 ΥΠΕΡΒΑΣΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Χρησιμοποιείται για την υπέρβαση της ταχύτητας της ατράκτου που συνεπάγεται από την εντολή Snnn. 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.

M42 ΥΠΕΡΒΑΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

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

M50 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΗΣ ΠΑΛΕΤΑΣ

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

M51-M58 ΘΕΤΕΙ ΤΟΥΣ ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟΥΣ Μ ΚΩΔΙΚΟΥΣ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΗ

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.

M59 ΘΕΤΕΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΞΟΔΟΥ

Άμεσα ενεργοποιεί μια διακριτή ασφάλεια εξόδου και γίνεται ως εξής: M59 Pnn

Όπου nn είναι ο αριθμός της ασφάλειας που ενεργοποιείται.

M61-M68 ΑΚΥΡΩΣΗ ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΩΝ Μ ΚΩΔΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΗ

Θα απενεργοποιηθεί μια ασφάλεια.

M69 ΑΚΥΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΞΟΔΟΥ

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

M75 ΘΕΤΕΙ ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ G35 Ή ΓΙΑ ΤΗΝ G136

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.

M76 ΜΗ ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ DISPLAY

Χρησιμοποιείται για να απενεργοποιεί την ενημέρωση των displays της οθόνης.

M77 ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ DISPLAY

Χρησιμοποιείται για να ενεργοποιεί την ενημέρωση των displays της οθόνης.

M78 ALARM (ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ) ΕΑΝ ΒΡΕΘΕΙ SKIP SIGNAL

Χρησιμοποιείται για να βγάζει 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.

M79 ALARM (ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ) ΕΑΝ ΔΕΝ ΒΡΕΘΕΙ SKIP SIGNAL

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

M80 / M81 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ Ή ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΤΗΣ ΠΟΡΤΑΣ

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

M82 UNCLAMP ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

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.

M83 / M84 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ Ή ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΑΕΡΑ

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

M86 CLAMP ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

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

M88 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

Ενεργοποιεί την επιλογή ψυκτικού 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.

M89 ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΤΡΑΚΤΟΥ

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.

M93 / M94 ΕΝΑΡΞΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ / ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ

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

M93 Px Qx (όπου P είναι ο αριθμός του άξονα και το Q είναι ένας διακριτός αριθμός εισόδου από 0 έως 63) M94

M95 ΜΕΘΟΔΟΣ SLEEP

Η μέθοδος «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)

M96 ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗ ΕΑΝ ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΙΣΟΔΟΣ

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.

M97 ΚΛΗΣΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Χρησιμοποιείται για να καλεί μια υπορουτίνα που αναφέρεται από ένα αριθμό γραμμής N που βρίσκεται μέσα στο ίδιο πρόγραμμα. Απαιτείται μια εντολή Pnnnnnnnn και πρέπει να ταιριάζει με ένα 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.

M98 ΚΛΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Λέγοντας υποπρόγραμμα ή ρουτίνα εννοούμε κάποια κατεργασία η οποία μπορεί να επαναληφθεί περισσότερες από μια φορές στο ίδιο πρόγραμμα ή σε κάποιο άλλο κομμάτι προς κατεργασία. Για να μειώσουμε λοιπόν το γράψιμο κάποιων εντολών και συνεπώς και τις πιθανότητες λάθους, δημιουργούμε ένα υποπρόγραμμα το οποίο μπορούμε να το καλούμε στο κυρίως πρόγραμμα μας. Αυτό μπορεί να γίνει ως εξής:

ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΜΕ ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΛΙΣΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΜΑΣ ΜΕ ΚΑΠΟΙΟ ΟΝΟΜΑ π.χ. 00002 ΓΡΑΦΟΥΜΕ ΤΙΣ ΕΝΤΟΛΕΣ δηλ. ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΚΑΝΕΙ ΚΑΙ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟ ΚΛΕΙΝΟΥΜΕ ΜΕ ΤΟΝ ΚΩΔΙΚΟ M99 ΑΝΤΙ ΓΙΑ M30 ΟΠΩΣ ΘΑ ΚΑΝΑΜΕ ΣΕ ΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ. ΕΤΣΙ Η ΜΗΧΑΝΗ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΕΙ ΠΩΣ ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ .

ΑΝ ΘΕΛΗΣΟΥΜΕ ΝΑ ΤΟ ΚΑΛΕΣΟΥΜΕ ΣΤΟ ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΣ Π.Χ. 00001 ΒΑΖΟΥΜΕ ΤΟΝ ΚΩΔΙΚΟ M98 ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ P ΚΑΙ ΤΟ ΟΝΟΜΑ ΤΟΥ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ, δηλ.

00001

.....;

ΕΝΤΟΛΕΣ;

..... ;

M98 P2; (κλήση υποπρογράμματος 00002)

M30

M99 ΤΕΛΟΣ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΟΥ ΕΞΗΓΕΙΤΕ ΣΤΟΝ ΚΩΔΙΚΟ M98.

M109 ΕΙΣΟΔΟΣ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΧΡΗΣΤΗ Επιτρέπει σε ένα πρόγραμμα εντολών να εμφανίσει ένα σύντομο μήνυμα στην οθόνη, παίρνοντας ένα χαρακτήρα εισόδου από τον χρήστη και τον αποθηκεύει σε μια macro μεταβλητή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Φίλη Γ.: Συστήματα Παραγωγής II. Σημειώσεις παραδόσεων. Πολυτεχνείο Κρήτης.
2. Πετροπούλου Π. Πέτρου: Μηχανουργική Τεχνολογία, Εργαστήριο II.
3. Paetzold Heinz Numerische Steuerung in der Fertigungstechnik-Aufbaukurs
4. Preger Karl-Theodor Zerspantechnik, 4. Aufl Vieweg 1976
5. IFAO, Karlsruhe CAD-CAM Konstruktionsdate fuer die Fertigung, Hanser 1988
6. Wiendahl H.P. Betriebsorganisation fuer Ingenieure 2. Aufl, Hanser 1985.
7. Συστήματα Παραγωγής II. Σημειώσεις παραδόσεων. Πολυτεχνείο Κρήτης.
8. I.F.A.O. Karlsruhe Fachkunde N.C. - Technik Berufsschul Ausgabe, Hanser 1985.
9. Wellers Hermann N.C./C.N.C. - Werkzeugmaschinen Verlag W. Girardet 1987.
10. Y. Koren-J. Benlri Numerical Control of Machine Tools Khanna 1988.
11. Bruins/Drager Werkzeuge und Werkzeugmaschinen fuer die spanende Metallbearbeitung T. 2 Hanser 1983.
12. Λαζαρίδης Ε. Λάζαρου Μηχανουργική Τεχνολογία, Ίδρυμα Ευγενίδου.
13. Weck Manfred Werkzeugmaschinen. Band 1 : Maschinen Bauformen und Anwendungsbereiche. Band 3 : Automatisierung und Steuerungstechnik VDI-Verlag 1982.
14. Krar/Oswald Maschine Tool operations.
15. Franz Josef CNC Ausbildung fuer die betriebliche Praxis Teil 2 Hanser 1987.
16. Paetzold H. Numerische Steuerungen in der Fertigungstechnik-Grundkurs.
17. Shah, Raymond NC Guide 3rd Edition NCA Verlag 1983.
18. I.F.A.O.-Muenchen CNC-Ausbildung fuer die betriebliche Praxis Teil 1 Hanser 1987.
19. I.F.A.O.-Karlsruhe CAD Ausbildung fuer die Konstruktionspraxis Teil 1 CAD 2D, Teil 3 CAD-CAM Hanser
20. Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών CNC- Α. Αντωνιάδης Ν. Βιδάκης