

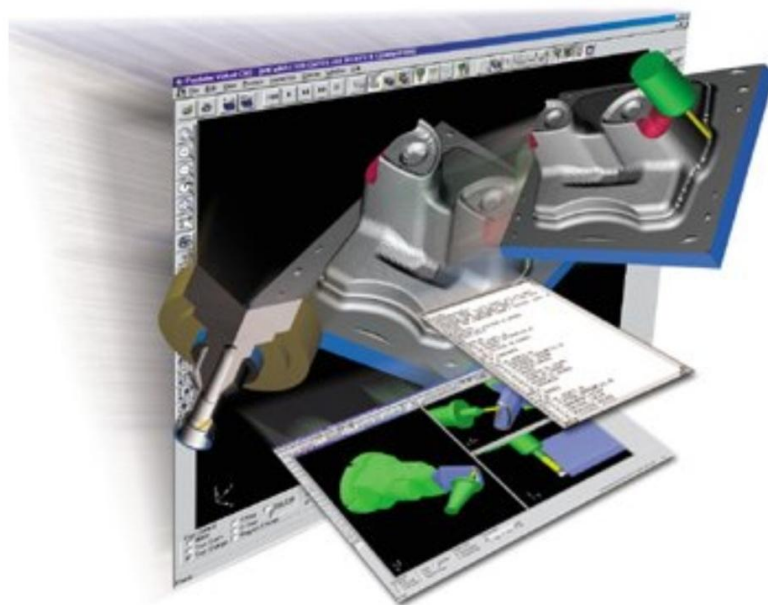


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΜΕ CONTROL HAAS & ΧΡΗΣΗ ΜΑΚΡΟΕΝΤΟΛΩΝ



ΝΙΚΗΦΟΡΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΑΡ. ΔΙΠΛ. : 4

ΧΑΝΙΑ 2010

**Στους γονείς μου
Αλέξανδρο και Κατερίνα
και στην αδελφή μου
Μελίνα.**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, όλους τους καθηγητές και συμφοιτητές μου για τις γνώσεις, τις συμβουλές, τις εμπειρίες αλλά και τον χρόνο που μοιράστηκαν μαζί μου αυτά τα χρόνια. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Αντωνιάδη Αριστομένη και τον Υποψήφιο Διδάκτωρ κ. Νικόλαο Ταπόγλου για την πολύτιμη βοήθεια που μου έδωσαν σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας αλλά και γιατί με τον τρόπο που εργάζονται μου υπενθύμισαν ότι πολλές φορές αξίζει να κάνουμε πράγματα επειδή έχουν ουσία και όχι επειδή απλώς πρέπει. Ειλικρινά τους ευχαριστώ πολύ γι' αυτό. Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους φίλους μου και την οικογένειά μου για την κάθε είδους στήριξη που μου δίνουν χωρίς να περιμένουν το παραμικρό από μένα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ CNC.....	6
2.1 Εισαγωγή στον προγραμματισμό CNC και τις μακροεντολές.....	6
2.2 Προγραμματισμός μακροεντολών για Hass MiniMILL HE	7
2.2.1 Εισαγωγή	7
2.2.2 Παρατηρήσεις χειρισμού.....	9
2.2.3 Ανάλυση μεταβλητών συστήματος	14
2.2.4 Χρήση μεταβλητών.....	20
2.2.5 Αντικατάσταση διευθύνσεων.....	20
2.2.6 Κάλεσμα G65 macro υπορουτίνας.....	29
2.2.7 Επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές - DPRNT []	31
2.2.8 Fanuc-style macro χαρακτηριστικά εξαιρεμένα από τον Hass cnc έλεγχο.....	32
3. ΜΑΚΡΟΕΝΤΟΛΕΣ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΧΘΗΚΑΝ	34
3.1 Μακροεντολή κυκλικού τόξου P2001.....	34
3.2 Μακροεντολή ευθύγραμμου τμήματος υπό κλίση P2002	36
3.3 Μακροεντολή λέξης CAM P2004	38
3.4 Μακροεντολή διαδοχικών κυκλικών τόξων ίδιας ακτίνας και κέντρου P2005	40
3.5 Μακροεντολές ευθύγραμμης κίνησης υπό κλίση αγνώστου τελικού σημείου P2006, P2007, P2008	42
3.6 Μακροεντολή κυκλικού τόξου γνωστής αρχικής και τελικής γωνίας P2009	44
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ G-ΚΩΔΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΕΝΤΟΛΩΝ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ..	45
4.1 Τεμάχιο 1	46
4.2 Τεμάχιο 2	49
4.3 Τεμάχιο 3	52
4.4 Τεμάχιο 4	54
4.5 Τεμάχιο 5	57
4.6 Τεμάχιο 6	60
4.7 Τεμάχιο 7	64
4.8 Τεμάχιο 8	68
4.9 Τεμάχιο 9	71
5. ΣΥΝΟΨΗ	74
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή με ηλεκτρονικό υπολογιστή (CNC), είναι μία εργαλειομηχανή η οποία λειτουργεί βασιζόμενη στον αριθμητικό έλεγχο (Numerical Control), δηλαδή στη δυνατότητα επικοινωνίας και καθοδήγησής της από το χειριστή μέσω ενός κώδικα. Η επικοινωνία αυτή γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

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

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

Στην παρούσα εργασία εκπονήθηκαν χαρακτηριστικά παραδείγματα κατεργασιών στην Εργαλειομηχανή MiniMill της Haas του Εργαστηρίου CAM και παράλληλα αναπτύχθηκαν κώδικες σε μακροεντολές που καλύπτουν κινήσεις που δεν καλύπτονται από την καθοδήγηση της εργαλειομηχανής αυτής.

Εκτός λοιπόν από τον προγραμματισμό σε G-code πραγματοποιήθηκε προγραμματισμός με μακροεντολές και τα αντικείμενα που επιλέχτηκαν για κατασκευή, επιλέχτηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε η κατασκευή τους να μην είναι εφικτή με τον προγραμματισμό του G-code της εργαλειομηχανής, αλλά να είναι αναγκαίος και ο προγραμματισμός μακροεντολών.

Ουσιαστικά, σκοπός της εργασίας ήταν η εξοικείωση και απόκτηση εμπειρίας σε μια εργαλειομηχανή τύπου CNC, η παρουσίαση των δυνατοτήτων προγραμματισμού της και παράλληλα η ανάπτυξη νέων μακροεντολών για περιπτώσεις που δεν καλύπτονται από την καθοδήγηση της Εργαλειομηχανής.

2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ CNC

2.1 Εισαγωγή στον προγραμματισμό CNC και τις μακροεντολές

CNC είναι τα αρχικά των λέξεων Computer Numerical Control και αναφέρονται στη λειτουργία μίας εργαλειομηχανής με χρήση μηχανισμών, διακοπών, κ.λπ., με έναν υπολογιστή ο οποίος έχει τον γενικό έλεγχο.

Τα προγράμματα CNC συνήθως φτιάχνονται από λεκτικές διευθύνσεις (word addresses). Αυτές ξεκινούν με ένα γράμμα και συνήθως ακολουθούνται από μία αριθμητική τιμή. Συνήθως, η αναφορά σε μία λέξη γίνεται με το γράμμα της, έτσι για παράδειγμα η λέξη X3.5 (η οποία καθορίζει μία συγκεκριμένη θέση πάνω στον άξονα X) αποκαλείται «λέξη-X» («X-word») και η λέξη F15.0 -η οποία συμβολίζει μία ταχύτητα κοπής (feedrate)- αποκαλείται «λέξη- F» («F-word»). Η ταχύτητα κοπής αναφέρεται με διάφορους τρόπους καθορίζοντας την ταχύτητα με την οποία το εργαλείο κινείται κατά μήκος του υλικού. Συνήθως προσδιορίζεται σε ένα πρόγραμμα CNC με μία «F-word», όπως για παράδειγμα F30.0. Για μία εργαλειομηχανή, η οδήγηση του κοπτικού εργαλείου από το ένα σημείο στο διάστημα προς κάποιο άλλο και με την προκαθορισμένη ταχύτητα, ο κάθε άξονας είναι πιθανόν να χρειάζεται να κινηθεί με μία διαφορετική ταχύτητα. Σε μία καμπύλη, το άκρο του κοπτικού εργαλείου θα κόβει με διαφορετική ταχύτητα από αυτήν με την οποία κόβει το κέντρο.

Οι «λέξεις- G» («G-words») παριστούν τους «Κώδικες Συναρτήσεων Προετοιμασίας» (Preparatory Function Codes). Οι G-codes συνήθως προκαλούν την κίνηση των μηχανών – και για να είμαστε τεχνικά ακριβείς, συχνά προκαλούν την ολίσθηση ή την κίνηση των αξόνων. Μερικές φορές ωστόσο, χρησιμοποιούμενοι αντικανονικά, μπορεί να προκαλέσουν και κίνηση μηχανής. Πρόκειται με άλλα λόγια για 26 μετρητές οι οποίοι αποκαλούνται με τα γράμματα A-Z μέσα στον CNC ελεγκτή.

Για τον προγραμματισμό των μηχανών CNC χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι. Η πιο απλή μέθοδος είναι να κάνει κάποιος απλά και μόνο τους απαραίτητους γεωμετρικούς υπολογισμούς με μία αριθμομηχανή και να γράψει το πρόγραμμα κατ' ευθείαν χρησιμοποιώντας G-codes, M-codes κτλ. Το πρόγραμμα τότε πληκτρολογείται άμεσα στον ελεγκτή, ο οποίος συνήθως καλείται MDI (Manual Data Input) ή πληκτρολογείται στον υπολογιστή και μεταφέρεται από εκεί στον ελεγκτή.

Πολλές φορές στην ενασχόληση με μία εργαλειομηχανή CNC και σε συνέπεια τον προγραμματισμό σε αυτήν, πιθανόν να χρειαστεί να πραγματοποιήσουμε κάποια κίνηση ή διαδικασία την οποία δε διαθέτει η βιβλιοθήκη της εκάστοτε εργαλειομηχανής ή απλώς δεν υφίσταται. Αυτή η λειτουργία μπορεί να προγραμματιστεί από τον χειριστή με τη βοήθεια των μακροεντολών.

Μία μακροεντολή είναι μια συλλογή εντολών που μπορεί να εφαρμοστεί όποτε καλεστεί και μπορεί να αυτοματοποιήσει σχεδόν οτιδήποτε μπορεί να εκτελέσει η εκάστοτε εργαλειομηχανή. Οι μακροεντολές εξοικονομούν χρόνο και διευρύνουν τις δυνατότητες του προγραμματιστή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών, τη βελτιστοποίηση δύσκολων και απαιτητικών εργασιών ή για τη δημιουργία λύσεων ακόμα και για την αποθήκευση πληροφοριών για επαναλαμβανόμενη χρήση. Οι μακροεντολές αποτελούν είδος προγραμματισμού, ωστόσο χρειάζονται βασικές γνώσεις προγραμματισμού για να συνταχθούν.

Στη συνέχεια παρατίθεται λεπτομερής ανάλυση του τρόπου προγραμματισμού των μακροεντολών για την εργαλειομηχανή HAAS MiniMILL HE, που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη εργασία.

2.2 Προγραμματισμός μακροεντολών για Hass MiniMILL HE

2.2.1 Εισαγωγή

Οι μακροεντολές προσθέτουν δυνατότητες και ευελιξία στον έλεγχο, κάτι ανέφικτο με τον κανονικό G-κώδικα. Κάποιες πιθανές χρήσεις είναι σε οικογένειες τμημάτων, μη συνήθεις κύκλους κατεργασίας, σύνθετες κινήσεις και η οδήγηση προεραϊκών συσκευών. Οι πιθανότητες που προσφέρουν είναι σχεδόν ατελείωτες.

Μακροεντολή ονομάζεται οποιαδήποτε ρουτίνα/υποπρόγραμμα μπορεί να εκτελεστεί πολλαπλές φορές. Μια macro δήλωση μπορεί να ορίσει μια τιμή σε μια μεταβλητή ή να «διαβάσει» μια τιμή από μια μεταβλητή, να υπολογίσει μια παράσταση, να προκαλέσει διακλάδωση υπό συνθήκη ή μη σε κάποιο άλλο σημείο του προγράμματος, είτε να επαναλάβει υπό συνθήκη κάποιο τμήμα του προγράμματος.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα εφαρμογών των Μακροεντολών. Στο σημείο αυτό αποφεύγεται να παρουσιαστεί ένας macro κώδικας, οπότε θα τονιστούν οι γενικές εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται οι Μακροεντολές.

- **Εργαλεία για άμεση επιτραπέζια σύσφιξη**

Πολλές διαδικασίες εγκατάστασης μπορεί να είναι ημιαυτόματες, ώστε να βοηθούν το μηχανουργό. Τα εργαλεία μπορεί να φυλάσσονται για άμεσες καταστάσεις, μη αναμενόμενες κατά το σχεδιασμό των εργαλείων. Για παράδειγμα, μια εταιρεία χρησιμοποιεί έναν κοινό σφιγκτήρα με ένα κοινό μοτίβο σπειροτομημένων οπών για τη συγκράτηση των τεμαχίων (bolthole pattern). Σε περίπτωση που διαπιστωθεί, μετά την εγκατάσταση, ότι ένα στοιχείο απαιτεί πρόσθετο σφίξιμο και εφόσον η macro υπορουτίνα 2000 έχει προγραμματιστεί για τη διάνοιξη του μοτίβου του σφιγκτήρα, τότε η ακόλουθη διαδικασία 2 βημάτων είναι αυτό που χρειάζεται ώστε να προστεθεί ο σφιγκτήρας στο στοιχείο:

1. Καθορισμός των συντεταγμένων X, Y, Z και της γωνίας που πρόκειται να τοποθετηθεί ο σφιγκτήρας με ώθηση της μηχανής στη προτεινόμενη θέση. Στη συνέχεια αρκεί η ανάγνωση των συντεταγμένων της θέσης από την οθόνη της μηχανής.
2. Εκτέλεση της ακόλουθης εντολή σε MDI mode:
G65 P2000 X???? Y??? Z??? A???

Όπου «???» είναι οι τιμές που καθορίστηκαν στο 1^ο βήμα.

Εδώ, η μακροεντολή 2000 αναλαμβάνει όλη την εργασία εφόσον σχεδιάστηκε να τρυπήσει το σφιγκτήρα σε μοτίβο bolthole σε καθορισμένη γωνία A. Στην ουσία, δημιουργήθηκε από το μηχανουργό ένας μη προκαθορισμένος κύκλος κατεργασίας.

- **Απλά μοτίβα που επαναλαμβάνονται συνέχεια στην αγορά**

Οι πατέντες που επανεμφανίζονται συνέχεια είναι δυνατόν να καθοριστούν και να αποθηκευτούν, χρησιμοποιώντας μακροεντολές. Για παράδειγμα:

1. Διάνοιξη του μοτίβου σπειροτομημένων οπών
2. Δημιουργία αυλάκωσης
3. Γωνιακά μοτίβα, με οποιοδήποτε αριθμό οπών, σε οποιαδήποτε γωνία και σημείο στο χώρο
4. Εξειδικευμένη επεξεργασία, όπως για τη δημιουργία των πλακών συγκράτησης που διαθέτει η μέγγενη
5. Μοτίβα πινάκων (πχ 12 οριζόντια και 15 κάθετα)

6. Καθάριση μιας επιφάνειας με χρήση εξειδικευμένου κοπτικού (fly cutter) (πχ 12x5 ίντσες χρησιμοποιώντας ένα fly cutter 3 ιντσών)

- **Αυτόματη Ρύθμιση Έναρξης Βασισμένη Στο Πρόγραμμα**

Με τις μακροεντολές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να υπολογισθούν τα μήκη της αντιστάθμισης σε κάθε άξονα έτσι ώστε σε κάθε πρόγραμμα οι διαδικασίες εγκατάστασης να γίνουν ευκολότερες και λιγότερο επιρρεπής σε σφάλματα (macro μεταβλητές #2001-2800).

- **Λειτουργίες με χρήση μετρητικού βραχίονα (probing)**

Το probing αυξάνει τις δυνατότητες της μηχανής με πολλούς τρόπους, που είναι οι ακόλουθοι:

1. Δημιουργία του προφίλ ενός τμήματος με στόχο τον καθορισμό των άγνωστων διαστάσεων για μετέπειτα μηχανουργική επεξεργασία.
2. Μέτρηση του κοπτικού εργαλείου για τον υπολογισμό των μηκών αντιστάθμισης καθώς και των τιμών φθοράς του κοπτικού εργαλείου.
3. Επιθεώρηση πριν κατεργασία για τον προσδιορισμό των ανοχών του αρχικού τεμαχίου.
4. Επιθεώρηση μετά τη κατεργασία για τον καθορισμό των τιμών της επιπεδότητας, της παραλληλότητας καθώς και της θέσης.

Χρήσιμοι G και M Κώδικες

M00, M01, M30 – Τέλος Προγράμματος

G04 - Παύση

G65 Pxx – Κάλεσμα macro υποπρογράμματος.

M96 Pxx Qxx – Τοπική Διακλάδωση Υπό Συνθήκη όταν το Διακριτό Input Σήμα είναι 0

M97 Pxx – Τοπική Κλήση Υπορουτίνας

M98 Pxx – Κλήση Υποπρογράμματος

M99 – Επιστροφή ή Βρόχος Υπόπρογράμματος

G103 – Καθορισμός ορίου Lookahead (παρουσιάζεται στη συνέχεια).

Lookahead

Η 'lookahead' αποτελεί θέμα μέγιστης σημασίας για τον προγραμματιστή μακροεντολών. Ο έλεγχος επιδιώκει να επεξεργαστεί όσο το δυνατό περισσότερες μελλοντικές εντολές, ώστε να επιταχυνθεί η διαδικασία. Σε αυτό συμπεριλαμβάνεται η μετάφραση των macro μεταβλητών.

Παράδειγμα 1:

```
#1101=1  
G04 P1.  
#1101=0
```

Το παραπάνω είχε ως στόχο να ενεργοποιήσει μια έξοδο, να περιμένει 1 δευτερόλεπτο και έπειτα να την απενεργοποιήσει. Ωστόσο, η 'lookahead' ενεργοποιεί την έξοδο και έπειτα «οπισθοχωρεί» άμεσα, καθώς η παύση βρίσκεται υπό επεξεργασία. Το G103 P1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον περιορισμό της 'lookahead' σε 1 μπλοκ. Για να λειτουργήσει κατάλληλα αυτό το παράδειγμα, πρέπει να μετατραπεί στο ακόλουθο:

Παράδειγμα 2:

```
G103 P1  
;  
#1101=1  
G04 P1.
```


•
,
•
,
•

Ο έλεγχος αποθηκεύει δεκαδικού

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1

Οι macro μεταβλητές μπορούν να

13 1 1 13 3(1) 113 7 7 1 1 31 1 31

Οι macro μεταβλητές εμφανίζονται

Figure 1. The effect of the concentration of the *Agaricus bisporus* spores on the growth of *Agaricus bisporus* and *Agaricus bisporus* spores on the growth of *Agaricus bisporus*.

1. *Journal of Management Studies*, 1990, 27, 1, 1-14.

Τα ορίσματα σε μ

Στο παράδειγμα 2, τα ορίσματα (τιμές των) X

Οι ακόλουθοι δύο πίνακες δείχνουν την αντιστοι-

Διεύθυνση:	A	B	C	D	E	F
------------	---	---	---	---	---	---

Μεταβλητή:	1	2	3	7	8	9	-	11	4	5	6	-	13
Διεύθυνση:	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Μεταβλητή:	-	-	-	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Εναλλασσόμενη Αλφαβητική Διευθυνσιοδότηση

Διεύθυνση:	A	B	C	I	J	K	I	J	K	I	J
Μεταβλητή:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Διεύθυνση:	K	I	J	K	I	J	K	I	J	K	I
Μεταβλητή:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Διεύθυνση:	J	K	I	J	K	I	J	K	I	J	K
Μεταβλητή:	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Τα ορίσματα δέχονται οποιαδήποτε τιμή με (κινητή) υποδιαστολή 4 δεκαδικών ψηφίων. Εάν ο έλεγχος είναι στο μετρικό σύστημα, θα υποθέσει χιλιοστά (.000). Στο παράδειγμα 3 που ακολουθεί, η τοπική μεταβλητή #7 θα λάβει τα ψηφία .0004. Εάν ένα δεκαδικό δεν συμπεριλαμβάνεται σε ένα όρισμα όπως: G65, P9910, A1, B2, C3 οι τιμές εισάγονται στις macro υπορουτίνες σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

Διεύθυνση:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Μεταβλητή:	.001	.001	.001	1.	1.	1.	-	1.	.0001	.0001	.0001	1.	1.
Διεύθυνση:	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Μεταβλητή:	-	-	-	.0001	.0001	1.	1.	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001

Και στις 33 τοπικές macro μεταβλητές μπορούν να ανατεθούν τιμές με τη χρήση της εναλλασσόμενης αλφαβητικής διευθυνσιοδότησης. Το ακόλουθο παράδειγμα δείχνει πως μπορεί κάποιος να στείλει 2 σετ συντεταγμένων θέσης σε μια macro υπορουτίνα. Οι τοπικές μεταβλητές #4 έως #9 θα πάρουν τιμές από .0001 έως .0006 αντίστοιχα.

Παράδειγμα 3: G65 P2000 I1 J2 K3 I4 J5 K6;

Τα ακόλουθα γράμματα δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν παραμέτρους σε μια macro υπορουτίνα: G, L, N, O ή P.

Macro Μεταβλητές

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες macro μεταβλητών: μεταβλητές *συστήματος*, *καθολικές* μεταβλητές και *τοπικές* μεταβλητές.

- **Τοπικές Μεταβλητές**

Το εύρος των τοπικών μεταβλητών κυμαίνεται μεταξύ #1 και #33. Ένα σετ τοπικών μεταβλητών είναι διαθέσιμο πάντα. Όταν καλείται μια υπορουτίνα με την εντολή G65, οι τοπικές μεταβλητές αποθηκεύονται και ένα νέο σετ είναι διαθέσιμο για χρήση. Αυτό ονομάζεται «εμφωλιασμός» των τοπικών μεταβλητών. Κατά τη διάρκεια ενός καλέσματος της G65, όλες οι νέες τοπικές μεταβλητές μετατρέπονται σε ακαθόριστες τιμές και οποιεσδήποτε τοπικές μεταβλητές αναφέρονται σε μεταβλητές διευθύνσεων στη γραμμή G65, ορίζονται στις τιμές της G65 γραμμής. Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας των τοπικών μεταβλητών μαζί με τα ορίσματα των μεταβλητών διεύθυνσης που τα μετατρέπουν:

Μεταβλητή:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Διεύθυνση:	A	B	C	I	J	K	D	E	F		H
Εναλλαγή							I	J	K	I	J
Μεταβλητή:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Διεύθυνση:		M				Q	R	S	T	U	V
Εναλλαγή	K	I	J	K	I	J	K	I	J	K	I
Μεταβλητή:	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Διεύθυνση:	W	X	Y	Z							
Εναλλαγή	J	K	I	J	K	I	J	K	I	J	K

Οι μεταβλητές 10, 12, 14-16 και 27-33 δεν έχουν ορίσματα αντιστοίχισης διευθύνσεων. Μπορούν να οριστούν εφόσον ένας επαρκής αριθμός I, J και K ορισμάτων χρησιμοποιείται με τον τρόπο που φαίνεται παραπάνω, στο κεφάλαιο με τα ορίσματα. Μέσα στη macro υπορουτίνα, μπορεί να γίνει η ανάγνωση και μετατροπή των τοπικών μεταβλητών αναφέροντας τους αριθμούς μεταβλητών 1-33. Όταν το όρισμα L χρησιμοποιείται για πολλαπλές επαναλήψεις μιας macro υπορουτίνας, τα ορίσματα θέτονται μόνο για την πρώτη επανάληψη. Αυτό σημαίνει πως εάν οι τοπικές μεταβλητές 1-33 μετατρέπονται κατά την πρώτη επανάληψη, τότε η επόμενη επανάληψη θα έχει πρόσβαση μόνο στις αλλαγμένες τιμές. Οι τοπικές τιμές διατηρούνται από επανάληψη σε επανάληψη όταν η L διεύθυνση είναι μεγαλύτερη από 1. Καλώντας μια υπορουτίνα μέσω ενός M97 ή M98 δεν εμφωλιάζονται οι τοπικές μεταβλητές. Οποιοσδήποτε τοπικές μεταβλητές που αναφέρονται σε μια υπορουτίνα που έχει κληθεί από M98, είναι οι ίδιες μεταβλητές που προϋπήρχαν κατά το κάλεσμα του M97 ή M98.

- **Καθολικές Μεταβλητές**

Οι καθολικές μεταβλητές αποτελούν μεταβλητές που είναι προσβάσιμες πάντα. Κάθε καθολική μεταβλητή έχει μόνο ένα αντίγραφο. Οι καθολικές μεταβλητές λαμβάνουν χώρα σε τρία διαστήματα τιμών: 100-199, 500-699 και 800-999. Επίσης, παραμένουν στη μνήμη όταν σβήνει το ρεύμα.

Κατά καιρούς, υπάρχουν κάποιες μακροεντολές προεγκατεστημένες από τον κατασκευαστή που χρησιμοποιούν καθολικές μεταβλητές. Για παράδειγμα, probing, αλλαγή παλέτας (τράπεζας) κτλ. Κατά τη χρήση καθολικών μεταβλητών να ελέγχεται ότι αυτές δε χρησιμοποιούνται από κάποιο άλλο πρόγραμμα στη μηχανή.

- **Μεταβλητές Συστήματος**

Οι μεταβλητές συστήματος παρέχουν στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με μια σειρά συνθηκών ελέγχου. Θέτοντας μια μεταβλητή συστήματος, ο έλεγχος της μηχανής μπορεί να τροποποιηθεί. «Διαβάζοντας» μια μεταβλητή ελέγχου, το πρόγραμμα είναι σε θέση να προσαρμόσει τη «συμπεριφορά» του βασισμένο στη τιμή της μεταβλητής. Κάποιες μεταβλητές συστήματος διαθέτουν Read Only Κατάσταση, το οποίο σημαίνει ότι ο προγραμματιστής δε μπορεί να επιφέρει αλλαγές σε αυτές. Ένας σύντομος πίνακας των ήδη εφαρμοζόμενων μεταβλητών συστήματος ακολουθεί μαζί με επεξήγηση για τη χρήση τους.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

ΧΡΗΣΗ

# 0	Όχι αριθμός (μόνο ανάγνωση)
# 1 - # 33	Κάλεσμα macro ορισμάτων
# 100 - # 199	Γενικού σκοπού μεταβλητές αποθηκευμένες κατά την αδρανοποίηση
# 500 - # 699	Γενικού σκοπού μεταβλητές αποθηκευμένες κατά την αδρανοποίηση
# 700 - # 749	Κρυφές μεταβλητές μόνο για εσωτερική χρήση

# 800 - # 999	Γενικού σκοπού μεταβλητές αποθηκευμένες κατά την αδρανοποίηση
# 1000 - # 1063	64 διακριτές εισοδοί (μόνο για ανάγνωση)
# 1064 - # 1068	Μέγιστα φορτία άξονα για τους X, Y, Z, A και B-άξονες αντίστοιχα
# 1080 - # 1087	Ακατέργαστο αναλογικό σε ψηφιακές εισόδους (μόνο για ανάγνωση)
# 1090 - # 1098	Φιλτραρισμένο αναλογικό για ψηφιακά εισόδων (μόνο για ανάγνωση)
# 1094	Επίπεδο Ψύξης
# 1098	Φορτίο Άξονα με δίσκο κατά Haas (μόνο για ανάγνωση)
# 1100 - # 1139	40 διακριτές έξοδοι
# 1140 - # 1155	16 επιπλέον έξοδοι αναμετάδοσης μέσω πολύπλοκων εξόδων
# 1264 - # 1268	Μέγιστα φορτία άξονα για τους C, U, V, W, και T-άξονες αντίστοιχα
# 1601 - # 1800	Αριθμός κοπτικών ακμών των εργαλείων #1 έως 200
# 1801 - # 2000	Μέγιστοι καταγραφόμενοι κραδασμοί εργαλείων από 1 έως 200
# 2001 - # 2200	Μήκος offset εργαλείου
# 2201 - # 2400	Μήκος εργαλείου τριβής
# 2401 - # 2600	Διάμετρος / ακτίνα offset εργαλείου
# 2601 - # 2800	Διάμετρος / ακτίνα εργαλείου τριβής
# 3000	Προγραμματισμένο σήμα
# 3001	Χρονόμετρο millisecond
# 3002	Χρονόμετρο ώρας
# 3003	Ακύρωση της λειτουργίας εκτέλεσης κώδικα Γραμμή-Γραμμή
# 3004	Έλεγχος προτεραιότητας
# 3006	Προγραμματισμένη παύση με μήνυμα
# 3011	Έτος, μήνας, ημέρα
# 3012	Ωρα, λεπτό, δευτερόλεπτο
# 3020	Ενεργοποίηση χρονομέτρου (μόνο για ανάγνωση)
# 3021	Κυκλική εκκίνηση χρονομέτρου
# 3022	Χρονόμετρο τροφοδοσίας
# 3023	Χρονόμετρο τρέχοντος τμήματος
# 3024	Χρονόμετρο ολικού τελικού τμήματος
# 3025	Χρονόμετρο προηγούμενου τμήματος
# 3026	Εργαλείο σε άξονα (μόνο για ανάγνωση)
# 3027	Άξονας RPM (μόνο για ανάγνωση)
# 3028	Αριθμός παλετών «φορτωμένες» στον δέκτη
# 3030	Single Block (λειτουργίας εκτέλεσης κώδικα Γραμμή-Γραμμή)
# 3031	Δοκιμαστική εκτέλεση
# 3032	Διαγραφή μπλοκ
# 3033	Λειτουργία προαιρετικής παύσης
# 3201 - # 3400	Πραγματική Διάμετρος για εργαλεία 1 έως 200
# 3401 - # 3600	Προγραμματισμένες θέσεις ψύξης εργαλείων από 1 έως 200
# 3901	M30 υπολογισμός 1
# 3902	M30 υπολογισμός 2
# 4000 - # 4021	Προηγούμενο μπλοκ G-Κώδικα γκρουπ κώδικες
# 4101 - # 4126	Προηγούμενο μπλοκ κωδικών διεύθυνσης

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αντιστοίχιση του 4101 με 4126 είναι το ίδιο με την αλφαβητική διεθυνσιοδότηση του κεφαλαίου "Macro Ορίσματα" π.χ. η δήλωση x1.3 ορίζει τη μεταβλητή # 4124 με 1.3. Η αντιστοίχιση στους άξονες είναι x = 1, y = 2, ... b = 5, για παράδειγμα, η μεταβλητή της μηχανής του Z συστήματος συντεταγμένων θα είναι # 5023.

# 5001 - # 5005	Τελική θέση του προηγούμενου μπλοκ
# 5021 - # 5025	Τρέχουσες συντεταγμένες θέσης της μηχανής

# 5041 - # 5045	Τρέχουσες συντεταγμένες θέσης εργασίας
# 5061 - # 5069	Τρέχουσα θέση παραλειπόμενου σήματος - X, Y, Z, A, B, C, U, V, W
# 5081 - # 5085	Τιμές αντιστάθμισης του τρέχοντος κοπτικού εργαλείου
# 5201 - # 5205	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G52
# 5221 - # 5225	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G54
# 5241 - # 5245	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G55
# 5261 - # 5265	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G56
# 5281 - # 5285	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G57
# 5301 - # 5305	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G58
# 5321 - # 5325	Τιμές αντιστάθμισης συστήματος G59
# 5401 - # 5500	Μέτρηση χρόνου κατεργασίας κοπτικών εργαλείων (δευτερόλεπτα)
# 5501 - # 5600	Συνολικά χρονόμετρα εργαλείων (δευτερόλεπτα)
# 5601 - # 5699	Όριο παρακολούθησης ζωής εργαλείου
# 5701 - # 5800	Καταμέτρηση παρακολούθησης ζωής εργαλείου
# 5801 - # 5900	Μέγιστο φορτίο παρακολούθησης εργαλείου που έχει ήδη ανιχνευτεί
# 5901 - # 6000	Όριο παρακολούθησης φορτίου του εργαλείου
# 6001 - # 6277	Ρυθμίσεις (μόνο για ανάγνωση)
# 6501 - # 6999	Παράμετροι (μόνο για ανάγνωση)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα χαμηλής τάξης bits των μεγάλων τιμών, δεν θα εμφανιστούν στις macro μεταβλητές για τις ρυθμίσεις και τις παραμέτρους.

# 7001 - # 7006 (# 14001 - # 14006)	G110 (G154 P1) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7021 - # 7026 (# 14021 - # 14026)	G111 (G154 P2) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7041 - # 7046 (# 14041 - # 14046)	G112 (G154 P3) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7061 - # 7066 (# 14061 - # 14066)	G113 (G154 P4) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7081 - # 7086 (# 14081 - # 14086)	G114 (G154 P5) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7101 - # 7106 (# 14101 - # 14106)	G115 (G154 P6) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7121 - # 7126 (# 14121 - # 14126)	G116 (G154 P7) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7141 - # 7146 (# 14141 - # 14146)	G117 (G154 P8) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7161 - # 7166 (# 14161 - # 14166)	G118 (G154 P9) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7181 - # 7186 (# 14181 - # 14186)	G119 (G154 P10) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7201 - # 7206 (# 14201 - # 14206)	G120 (G154 P11) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7221 - # 7226 (# 14221 - # 14221)	G121 (G154 P12) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7241 - # 7246 (# 14241 - # 14246)	G122 (G154 P13) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7261 - # 7266 (# 14261 - # 14266)	G123 (P14 G154) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7281 - # 7286 (# 14281 - # 14286)	G124 (G154 P15) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7301 - # 7306 (# 14301 - # 14306)	G125 (G154 P16) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7321 - # 7326 (# 14321 - # 14326)	G126 (G154 P17) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7341 - # 7346 (# 14341 - # 14346)	G127 (G154 P18) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7361 - # 7366 (# 14361 - # 14366)	G128 (G154 P19) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7381 - # 7386 (# 14381 - # 14386)	G129 (G154 P20) πρόσθετες τιμές αντιστάθμισης
# 7501 - # 7506	Προτεραιότητα παλέτας
# 7601 - # 7606	Κατάσταση παλέτας
# 7701 - # 7706	Μέρος αριθμών προγράμματος ανατεθειμένο σε παλέτες
# 7801 - # 7806	Καταμέτρηση χρήσης παλέτας
# 8500	Προχωρημένο εργαλείο διαχείρισης (ATM). Ταυτότητα γκρουπ
# 8501	ATM. Ποσοστό της συνολικής ζωής του διαθέσιμου εργαλείου από όλα τα εργαλεία του γκρουπ.
# 8502	ATM. Συνολική καταμέτρηση χρήσης του διαθέσιμου εργαλείου του γκρουπ.

	ATM.Συνολική καταμέτρηση οπών του διαθέσιμου εργαλείου του γκρουπ.
# 8504	ATM. Συνολικός διαθέσιμος χρόνος εργαλείου τροφοδοσίας (σε δευτερόλεπτα) στο γκρουπ του. ATM. Συνολικό διαθέσιμος χρόνος τροφοδοσίας εργαλείου (σε δευτερόλεπτα) στο γκρουπ του.
# 8510	ATM. Επόμενος αριθμός εργαλείο προς χρήση
# 8511	ATM. Ποσοστό της ζωής του επόμενου εργαλείου.
# 8512	ATM. Διαθέσιμο καταμέτρηση χρήσης του επόμενου εργαλείου.
# 8513	ATM. Διαθέσιμη καταμέτρηση οπής του επόμενου εργαλείο.
# 8514	ATM. Διαθέσιμος χρόνος τροφοδοσίας του επόμενου εργαλείου (σε δευτερόλεπτα).
# 8515	ATM. Συνολικός διαθέσιμος χρόνο του επόμενου εργαλείο (σε δευτερόλεπτα).
# 14401 - # 14406	G154 P21 πρόσθετα offset εργασίας
# 14421 - # 14426	G154 P22 πρόσθετα offset εργασίας
# 14441 - # 14446	G154 P23 πρόσθετα offset εργασίας
# 14461 - # 14466	G154 P24 πρόσθετα offset εργασίας
# 14481 - # 14486	G154 P25 πρόσθετα offset εργασίας
# 14501 - # 14506	G154 P26 πρόσθετα offset εργασίας
# 14521 - # 14526	G154 P27 πρόσθετα offset εργασίας
# 14541 - # 14546	G154 P28 πρόσθετα offset εργασίας
# 14561 - # 14566	G154 P29 πρόσθετα offset εργασίας
# 14581 - # 14586	G154 P30 πρόσθετα offset εργασίας
# 14781 - # 14786	G154 P40 πρόσθετα offset εργασίας
# 14981 - # 14986	G154 P50 πρόσθετα offset εργασίας
# 15181 - # 15186	G154 P60 πρόσθετα offset εργασίας
# 15381 - # 15386	G154 P70 πρόσθετα offset εργασίας
# 15581 - # 15586	G154 P80 πρόσθετα offset εργασίας
# 15781 - # 15786	G154 P90 πρόσθετα offset εργασίας
15881-15886	G154 P95 πρόσθετα offset εργασίας
15901-15906	G154 P96 πρόσθετα offset εργασίας
15921-15926	G154 P97 πρόσθετα offset εργασίας
15941-15946	G154 P98 πρόσθετα offset εργασίας
15961-15966	G154 P99 πρόσθετα offset εργασίας

2.2.3 Ανάλυση μεταβλητών συστήματος

Μεταβλητές #750 και #751

Αυτές οι macro μεταβλητές συλλέγουν τα δεδομένα εισόδου από τη σειριακή θύρα 2. Ο προγραμματιστής μπορεί να ελέγξει για δεδομένα που περιμένουν στο Buffer της σειριακής θύρας 2 και να τα συλλέξει προς επεξεργασία. Η macro μεταβλητή #750 θα ενημερώσει τον προγραμματιστή σε περίπτωση που υπάρχουν δεδομένα σε αναμονή στην RS232 θύρα 2. Η τιμή 1 δηλώνει ότι ο δέκτης buffer διαθέτει δεδομένα στην ουρά, διαφορετικά η τιμή 0 επιστρέφεται. Η macro μεταβλητή 751 συλλέγει τον πρώτο χαρακτήρα από το buffer εισόδου όταν τα δεδομένα είναι τοποθετημένα στην ουρά. Αυτό σημαίνει ότι πρωτίστως ελέγχεται το περιεχόμενο του buffer να διαπιστωθεί ότι είναι άδειο και εάν όχι η τιμή του επόμενου χαρακτήρα της σειράς επιστρέφεται.

1-Bit Διακριτές Είσοδοι

Δεδομένα εισόδου που χαρακτηρίζονται «εφεδρικά» μπορούν να συνδεθούν σε εξωτερικές συσκευές και να χρησιμοποιηθούν από τον χρήστη.

1-Bit Διακριτές Έξοδοι

Ο έλεγχος κατά Haas είναι σε θέση να ελέγχει μέχρι και 56 διακριτές εξόδους. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος από αυτές τις εξόδους ήδη φυλάσσονται για χρήση από τον προγραμματιστή κατά Haas.

Προσοχή! Μη χρησιμοποιούνται έξοδοι οι οποίες είναι δεσμευμένες από το σύστημα. Η χρήση τους μπορεί να προκαλέσει ζημιά ή βλάβη στον εξοπλισμό.

Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την κατάσταση των συγκεκριμένων εξόδων με την χρήση των μεταβλητών, που έχουν χαρακτηριστεί ως «εφεδρικές». Εάν οι έξοδοι συνδέονται με ρελέ, τότε η καταχώρηση της τιμής “1” ενεργοποιεί το ρελέ. Η καταχώρηση της τιμής “0” τον απενεργοποιεί. Η αναφορά αυτών των εξόδων, επιστρέφει στην τωρινή κατάσταση της εξόδου και είτε μπορεί να αποτελεί την τελευταία καταχώρηση τιμής, είτε μπορεί να αποτελεί την τελευταία κατάσταση της εξόδου όπως ορίζεται από κάποιο M κώδικα του χρήστη. Για παράδειγμα, μετά την ταυτοποίηση της εξόδου #1108 ως «εφεδρική»:

Παράδειγμα 4:

```
#1108=1'      (Ξεκινά τον #1108 ρελέ)
#101=#3001+1000' (101 είναι 1 δευτερόλεπτο από τώρα)
WHILE [[#101GT#3001]AND[#1109EQ0]] D01
END1 (αναμονή 1 δευτερόλεπτο ή μέχρι το ρελέ #1109 να έρθει σε υψηλό δυναμικό)
#1108=0;      (Απενεργοποιεί το ρελέ #1108)
```

Μέγιστο Φορτίο σε κάθε άξονα

Οι ακόλουθες μεταβλητές χρησιμοποιούνται καθώς περιέχουν τις μέγιστες τιμές φορτίου για κάθε άξονα. Μπορούν να εξαφανιστούν είτε ξεκινώντας τη μηχανή είτε θέτοντας στο μηδέν τις μακροεντολές στο πρόγραμμα (για παράδειγμα, #1064=0;).

1064 = X axis	1264 = C axis
1065 = Y axis	1265 = U axis
1066 = Z axis	1266 = V axis
1067 = A axis	1267 = W axis
1068 = B axis	1268 = T axis

Offsets Εργαλείου

Κάθε εργαλείο έχει τιμές αντιστάθμισης για το μήκος (H) και την ακτίνα (D) παράλληλα με συσχετισμένες τιμές φθοράς.

# 2001 - # 2200	H τιμές αντιστάθμισης (1-200) για το μήκος.
# 2200 - # 2400	H φθορά μήκους (1-200)
# 2401 - # 2600	D τιμές αντιστάθμισης (1-200) για τη διάμετρο.
# 2601 - # 2800	D φθορά διαμέτρου (1-200)

Προγραμματιστικά Μηνύματα

#3000 Προειδοποιητικά μηνύματα (alarms) που μπορούν να προγραμματιστούν –Ένα προγραμματιστικό alarm θα συμπεριφερθεί όπως ένα εσωτερικό alarm της εργαλειομηχανής. Ένα σήμα παράγεται θέτοντας στη μεταβλητή #3000 έναν αριθμό μεταξύ 1-999.

Παράδειγμα 5: #3000=15(MΗΝΥΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΟ ΜΕΣΑ ΣΤΗ ΛΙΣΤΑ ΣΗΜΑΤΟΣ);

Όταν ολοκληρωθεί το παραπάνω, ένα «alarm» αναβοσβήνει στο κάτω μέρος της οθόνης και το κείμενο στην επόμενη εντολή τοποθετείται μέσα στη λίστα του σήματος. Ο αριθμός του σήματος (στο παράδειγμα 5, 15) προστίθεται στο 1000 και χρησιμοποιείται ως αριθμός σήματος. Αν ένα alarm παράγεται με αυτόν τον τρόπο όλες οι κινήσεις σταματούν και το πρόγραμμα πρέπει να κάνει reset για να συνεχίσει. Προγραμματισμένα σήματα αριθμούνται πάντοτε μεταξύ του 1000-1999. Οι 34 πρώτοι χαρακτήρες της εντολής χρησιμοποιούνται από το μήνυμα του σήματος.

Χρονόμετρα

Οι μακροεντολές κατά Haas έχουν πρόσβαση σε δύο χρονόμετρα. Αυτά τα χρονόμετρα ορίζονται σε μια τιμή, θέτοντας έναν αριθμό στην αντίστοιχη μεταβλητή. Έπειτα, μπορεί το πρόγραμμα να «διαβάσει» τη μεταβλητή και να καθορίσει το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την εκκίνηση του χρονομέτρου. Τα χρονόμετρα μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε για τον προγραμματισμό χρονικών παύσεων, για τον υπολογισμό του χρόνου από κομμάτι σε κομμάτι είτε για οποιαδήποτε ζητείται χρονικά εξαρτημένη συμπεριφορά.

#3001 Χρονόμετρο Millisecond –Το χρονόμετρο των millisecond ανανεώνεται κάθε 20 millisecond (χιλιοστά δευτερόλεπτου) και έτσι κάθε δραστηριότητα χρονομετράται με ακρίβεια των 20 millisecond. Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στο ΟΝ, το χρονόμετρο των millisecond ρυθμίζεται εκ νέου. Το χρονόμετρο έχει όριο 497 ημέρες. Ο αθέμιτος αριθμός που επιστρέφεται μετά την πρόσβαση του #3001 εκπροσωπεί τον αριθμό των milliseconds.

#3002 Χρονόμετρο Ώρας – Το χρονόμετρο ώρας είναι παρόμοιο με αυτό των millisecond εάν εξαιρέσουμε ότι ο αριθμός που επιστρέφεται μετά την πρόσβαση #3002 είναι σε ώρες. Τα χρονόμετρα των millisecond και ώρας είναι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και μπορούν να ρυθμιστούν ξεχωριστά.

Παράβλεψη Μεταβλητών Συστήματος

#3003 – Η μεταβλητή 3003 αποτελεί την παράμετρο Single Block(εκτέλεση κώδικα γραμμή-γραμμή) ακύρωση και παραβλέπει την συνάρτηση Single Block στο G-κώδικα. Στο παράδειγμα 6 που ακολουθεί η παράμετρος Single Block αγνοείται στην περίπτωση που η #3003 ορίζεται ίση με 1. Μετά τον ορισμό της M3003 ίση με 1, κάθε εντολή του G-κώδικα (γραμμές 2-4) εκτελείται συνεχώς, ακόμη και αν η συνάρτηση Single Block είναι ενεργοποιημένη. Όταν η #3003 ορίζεται ίση με το μηδέν, η παράμετρος Single Block λειτουργεί κανονικά. Στο σημείο εκείνο, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το κουμπί Cycle Start, ώστε να ξεκινήσει η κάθε γραμμή του κώδικα (γραμμές 6-8).

Παράδειγμα 6:

```
#3003=1;  
G54 G00 G90 X0 Y0;  
G81 R0.2 Z-0.1 F20 L0;  
S2000 M03;  
#3003=0;  
T02 M06;  
G83 R0.2 Z-1 F10. L0;  
X0. Y0.;
```

Μεταβλητή #3004

Η μεταβλητή #3004 είναι μια μεταβλητή που παρακάμπτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ελέγχου κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Το πρώτο bit απενεργοποιεί το κουμπί Feed Hold. Αν το κουμπί αυτό δεν είναι κατάλληλο για χρήση για ένα τμήμα του κώδικα, τότε ορίστε πρώτα τη μεταβλητή #3004 ίση με 1. Μετά από αυτό το τμήμα του κώδικα ορίστε την #3004

ίση με 0, ώστε να αποκατασταθεί η λειτουργία πλήκτρου Κράτησης Τροφοδοσίας. Για παράδειγμα:

Παράδειγμα 7:

Approach code	(Παραχώρηση Κράτησης Τροφοδοσίας)
#3004=1;	(Απενεργοποιεί το κουμπί Κράτησης Τροφοδοσίας)
Non-stoppable code	(Μη αποδοχή Κράτησης Τροφοδοσίας)
#3004=0;	(Ενεργοποιεί το κουμπί Κράτησης Τροφοδοσίας)
Depart code	(Αποδοχή Κράτησης Τροφοδοσίας)

Ο παρακάτω πίνακας είναι μια αντιστοίχιση μεταβαλλόμενων bits της #3004 και των σχετικών προτεραιοτήτων. Ε – Ενεργοποιημένο, D – Απενεργοποιημένο

#3004	Feed Hold	Feed Rate Override	Exact Stop Check
0	E	E	E
1	D	E	E
2	E	D	E
3	D	D	E
4	E	E	D
5	D	E	D
6	E	D	D
7	D	D	D

3006 Programmable Stop

Οι πάυσεις μπορούν να προγραμματιστούν, δηλαδή σαν μία M00. Ο έλεγχος σταματά και περιμένει μέχρι να πατηθεί το Cycle Start. Όταν πιεστεί το Cycle Start, το πρόγραμμα συνεχίζεται με το μπλοκ μετά το #3006. Στο παράδειγμα 8 που ακολουθεί, οι 15 πρώτοι χαρακτήρες από το σχόλιο εμφανίζονται στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης.

Παράδειγμα 8: IF [#1 EQ #0] THEN #3006=101 (σχολιάστε εδώ);

#4001-#4021 Ομαδικοί Κώδικες Τελικού Block (Modal)

Η ομαδοποίηση των G-κωδίκων επιτρέπει μια αποδοτικότερη επεξεργασία. Οι G-κώδικες με παρόμοιες λειτουργίες βρίσκονται συνήθως στην ίδια ομάδα. Για παράδειγμα, η G90 και η G91 ανήκουν στην ομάδα 3. Αυτές οι μεταβλητές αποθηκεύουν τον τελευταίο ή προεπιλεγμένο G κώδικα για οποιοδήποτε από τα 21 group. Με την «ανάγνωση» του κώδικα του group, ένα macro πρόγραμμα μπορεί να αλλάξει τη συμπεριφορά του G-κώδικα. Αν η 4003 περιέχει το 91, τότε το macro πρόγραμμα θα μπορούσε να καθορίσει ότι όλες οι κινήσεις πρέπει να γίνονται σε στάδια και όχι απόλυτα. Δεν υπάρχει συσχετισμένη μεταβλητή για το group 0. Οι G-κώδικες του group 0 είναι non-modal.

#4101-#4126 Δεδομένα Διευθυνσιοδότησης Τελικού Block (Modal)

Οι τιμές των μεταβλητών διευθυνσιοδότησης A-Z (εκτός G) διατηρούνται ως modal τιμές. Η πληροφορία που δίνεται στην τελευταία γραμμή του κώδικα και ερμηνεύθηκε από τη διαδικασία LookAhead, περιέχεται στις μεταβλητές 4101 με 4126. Η αριθμητική αντιστοίχιση των αριθμών της μεταβλητής σε αλφαβητικές διευθύνσεις ανταποκρίνεται στην αλφαβητική αντιστοίχιση των διευθύνσεων. Για παράδειγμα, η τιμή της προηγουμένως ερμηνευθείσας διευθύνσης A βρίσκεται στο # 4107 και η τελική I τιμή είναι # 4104. Όταν αναθέτεται μια μακροεντολή σε έναν M-κώδικα, μπορείς να μην αντικατασταθούν μεταβλητές στη μακροεντολή, χρησιμοποιώντας τις μεταβλητές 1-33. Αντ' αυτού, να χρησιμοποιηθούν οι τιμές 4101-4126 στη μακροεντολή.

#5001-#5005 Τελική Θέση Στόχου

Το τελικό σημείο που έχει προγραμματιστεί για το τελικό μπλοκ κίνησης μπορεί να προσεγγιστεί μέσω των μεταβλητών #5001-#5005, X, Y, Z, A, και B αντίστοιχα. Οι τιμές δίνονται στο ισχύον σύστημα συντεταγμένων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθώς η μηχανή βρίσκεται σε κίνηση.

Μεταβλητές θέσης Αξόνων

#5021 X-axis	#5022 Y-axis	#5023 Z-axis
#5024 A-axis	#5025 B-axis	#5026 C-axis

#5021 - #5025 Τρέχουσα Θέση Συντεταγμένων Μηχανής

Η τρέχουσα θέση στις συντεταγμένες της μηχανής μπορεί να αποκτηθεί μέσω των # 5021 - # 5025, X, Y, Z, A και B, αντίστοιχα. Οι τιμές ΔΕΝ μπορούν να «διαβαστούν» καθώς η μηχανή βρίσκεται σε κίνηση. Η τιμή του # 5023 (Z) διαθέτει εργαλείο αντιστάθμισης μήκους σε αυτό.

#5041 - #5045 Συντεταγμένες Θέσης Τρέχουσας Εργασίας

Η τρέχουσα θέση κατά τις συντεταγμένες της τρέχουσας εργασίας μπορεί να αποκτηθεί μέσω των # 5041-5045, X, Y, Z, A και B, αντίστοιχα. Οι τιμές ΔΕΝ μπορούν να «διαβαστούν», καθώς η μηχανή βρίσκεται σε κίνηση. Η τιμή του # 5043 (Z) διαθέτει το εργαλείο αντιστάθμισης μήκους σε αυτό.

#5061 - #5069 Τρέχουσα Θέση Σήματος Αποφυγής

Η θέση όπου το τελευταίο σήμα αποφυγής ξεκίνησε μπορεί να παραχθεί μέσω των #5061 - #5069, X, Y, Z, A, B, C,U, V και W αντίστοιχα. Οι τιμές που περιέχονται στο ισχύον σύστημα συντεταγμένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί, καθώς η μηχανή βρίσκεται σε κίνηση. Η τιμή του #5063 (Z) έχει εργαλείο αντιστάθμισης μήκους σε αυτό.

#5081 - #5085 Αντιστάθμισης Μήκους Εργαλείου

Είναι η ολική αντιστάθμισης μήκους που εφαρμόζεται στο εργαλείο. Αυτή περιλαμβάνει τις τιμές αντιστάθμισης μήκους του εργαλείου, αναφερόμενες στην τρέχουσα τιμή που ορίζεται στο H (# 4008) προσθέτοντας την τιμή φθοράς.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αντιστοίχιση των αξόνων είναι $x = 1$, $y = 2$, ... $b = 5$. Έτσι, ως παράδειγμα, η μεταβλητή της μηχανής του Z συστήματος συντεταγμένων θα είναι #5023.

6996 - # 6999 Παράμετρος πρόσβασης με τη χρήση macro μεταβλητών

Είναι πιθανό ένα πρόγραμμα να έχει πρόσβαση στις παραμέτρους 1 με 1000 και σε οποιαδήποτε bits της παραμέτρου, ως εξής:

Παράδειγμα 9:

#6996:Αριθμός Παραμέτρου

#6997:Bit Αριθμός (προαιρετικά)

#6998:Περιέχει την τιμή της παραμέτρου στη μεταβλητή 6996

#6999:Περιέχει μία bit τιμή (0 ή 1) της παραμέτρου bit καθορισμένη για τη μεταβλητή 6997.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι μεταβλητές 6998 και 6999 είναι μόνο για ανάγνωση.

Χρήση

Για να έχετε πρόσβαση στην τιμή μιας παραμέτρου, ο αριθμός της παραμέτρου αντιγράφεται στη μεταβλητή 6996, όπου μετά η τιμή της εν λόγω παράμετρου είναι διαθέσιμη για χρήση από τη μακροεντολή 6998, όπως φαίνεται:

Παράδειγμα 10:

#6996=601 (Προσδιορισμός παραμέτρου 601)
#100=#6998 (Αντιγραφή της τιμής της παραμέτρου 601 στη μεταβλητή #100)

Για πρόσβαση σε ένα συγκεκριμένο bit παράμετρου, ο αριθμός της εν λόγω παραμέτρου αντιγράφεται στη μεταβλητή 6996 και ο αριθμός bit αντιγράφεται στη macro μεταβλητή 6997. Η τιμή αυτής της bit παραμέτρου είναι διαθέσιμη μέσω της macro μεταβλητής 6999, όπως φαίνεται:

Παράδειγμα 11:

6996 = 57 (Προσδιορίστε την παράμετρο 57)
6997 = 0 (Προσδιορίστε το bit 0)
100 = #6999 (Αντιγράψτε την 57 παράμετρο bit 0 έως τη μεταβλητή # 100)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα bits παραμέτρων αριθμούνται από το 0 έως το 31. Οι 32-bit παράμετροι μορφοποιούνται στην οθόνη, με bit 0 στο πάνω-αριστερά και 31 bit στο κάτω-δεξιά.

Εναλλάκτης Παλέτας

Η κατάσταση των παλετών, από τον Αυτόματο Εναλλάκτη Παλέτας ελέγχονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες μεταβλητές:

# 7501 - # 7506	Προτεραιότητα Παλέτας
# 7601 - # 7606	Κατάσταση Παλέτας
# 7701 - # 7706	Χωρισμός αριθμών προγράμματος ανατιθέμενες στις παλέτες
# 7801 - # 7806	Καταμέτρηση χρήσης Παλέτας
# 3028	Αριθμός παλετών που «φορτώνονται» στην τράπεζα

Τιμές αντιστάθμισης

Όλες οι τιμές αντιστάθμισης του τεμαχίου μπορούν να «διαβαστούν» και να οριστούν σε μια παράσταση μακροεντολής ώστε είτε να επιτρέψουν στις συντεταγμένες να είναι προκαθορισμένες στις τοποθεσίες, είτε να ορίσουν συντεταγμένες στις τιμές με βάση τα αποτελέσματα της παραληφθείσας τοποθεσίας σήματος και τους υπολογισμούς. Όταν κάποια από τα offset «διαβάζονται», η μετάφραση της LookAhead σταματά μέχρι το μπλοκ να εκτελεστεί.

#5201-#5205	G52 X, Y, Z, A, B TIMEΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ
#5221-#5225	G54 “ “ “ “ “ “ “
#5241-#5245	G55 “ “ “ “ “ “ “
#5261-#5265	G56 “ “ “ “ “ “ “
#5281-#5285	G57 “ “ “ “ “ “ “
#5301-#5305	G58 “ “ “ “ “ “ “
#5321-#5325	G59 “ “ “ “ “ “ “
#7001-#7005	G110 X, Y, Z, A, B TIMEΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ
“ “	“ “ “ “ “ “ “
#7381-#7385	G129 X, Y, Z, A, B TIMEΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ

2.2.4 Χρήση μεταβλητών

Όλες οι μεταβλητές αναφέρονται με το σύμβολο δέσση(#) ακολουθούμενο από ένα θετικό αριθμό: #1, #101, και #501.

Οι μεταβλητές είναι δεκαδικές τιμές που αναπαριστώνται ως μεταβλητές κινητής υποδιαστολής. Αν μία μεταβλητή δεν έχει χρησιμοποιηθεί ξανά, μπορεί να πάρει μία ειδική “αόριστη” τιμή, που αποτελεί ένδειξη της μη χρησιμοποίησης της. Με την χρήση του #0 μπορούμε να θέσουμε την ειδική τιμή σε μία μεταβλητή. Το #0 μπορεί να έχει την “αόριστη” τιμή ή 0.0 και εξαρτάται από τον τρόπο που χρησιμοποιείται. Μη άμεσες αναφορές σε μεταβλητές μπορούν να επιτευχθούν με την χρήση της αναφοράς μέσα σε αγκύλες:

#[<Παράσταση>]

Η παράσταση υπολογίζεται και το αποτέλεσμα γίνεται διαθέσιμο στη μεταβλητή. Για παράδειγμα :

Παράδειγμα 12:

#1 = 3

#[#1]=3.5 + #1

μεταβλητή #3 θέτεται στην τιμή 6.5.

Οι μεταβλητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη θέση G-κώδικα όπου η “διεύθυνση” αναφέρεται στα γράμματα A-Z. Στο μπλοκ : N1 G0 G90 X1.0 Y#2; οι παρακάτω τιμές μπορούν να ανατεθούν στις μεταβλητές:

#7=0;

#11=90;

#1=1.0;

#2=0.0;

και αντικαθιστάται από το : N1 G#7 G#11 X#1 Y#2; Οι τιμές στις μεταβλητές κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης χρησιμοποιούνται ως τιμές διευθύνσεων.

2.2.5 Αντικατάσταση διευθύνσεων

Η συνήθης μέθοδος ανάθεσης διευθύνσεων ελέγχου A-Z, είναι η διεύθυνση ακολουθούμενη από ένα νούμερο.

Παράδειγμα 13:

G01 X1.5 Y3.7 F20.;

G,X,Y και F παίρνουν τις τιμές 1, 1.5, 3.7 και 20.0 αντίστοιχα, με αποτέλεσμα να κινείται γραμμικά, G01, στη θέση X=1.5, Y=3.7 με πρόωση 20inches/min.

Η σύνταξη των μακροεντολών επιτρέπει στις διευθύνσεις να αντικατασταθούν από οποιαδήποτε μεταβλητή ή παράσταση. Η προηγούμενη εντολή μπορεί να αντικατασταθεί από τον παρακάτω κώδικα:

Παράδειγμα 14:

#1=1;

#2=.5;

#3=3.7;

```
#4=20;
G#1 X[#1+#2] Y#3 F#4 ;
```

Η επιτρεπόμενη σύνταξη των διευθύνσεων A-Z(μη συμπεριλαμβανομένου των N ή O) είναι η παρακάτω:

```
<διεύθυνση><-><μεταβλητή>      A-#101
<διεύθυνση>[<παράσταση>]        Y[#5041+3.5]
<διεύθυνση><->[<παράσταση>]      Z-[SIN[#1]]
```

Αν η τιμή της μεταβλητής είναι εκτός των ορίων διευθυνσιοδότησης, ο έλεγχος παράγει ένα σήμα alarm. Για παράδειγμα, ο παρακάτω κώδικας παράγει ένα σήμα alarm , επειδή η διάμετρος του εργαλείου κυμαίνεται από 0 έως 50.

Παράδειγμα 15:

```
#1 = 75;
D#1;
```

Όταν μία μεταβλητή ή παράσταση χρησιμοποιείται στην θέση της τιμής μιας διεύθυνσης, η τιμή στρογγυλοποιείται στο ελάχιστο σημαντικό ψηφίο. Αν #1=.123456, τότε G1X#1 θα μετακινήσει το εργαλείο στο .1235 στον X-άξονα. Αν ο έλεγχος είναι σε “metric mode” τότε η μηχανή θα μετακινηθεί στο σημείο .123 στον X-άξονα. Όταν μία μη ορισμένη μεταβλητή αντικαθιστά μια διεύθυνση, τότε η αναφορά στη διεύθυνση αγνοείται. Για παράδειγμα αν η #1 δεν έχει οριστεί τότε το μπλοκ G00 X1.0 Y#1 θα γίνει G00 X1.0 χωρίς να εκτελεστεί κάποια κίνηση στον Y-άξονα.

Macro Δηλώσεις

Οι δηλώσεις σε Macro είναι γραμμές κώδικα που επιτρέπουν στον προγραμματιστή να διαχειρίζεται τον έλεγχο με χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά που απαντώνται σε συνηθισμένες γλώσσες προγραμματισμού. Αυτά συμπεριλαμβάνουν συναρτήσεις, τελεστές, αριθμητικές και υπό συνθήκη παραστάσεις, εντολές ανάθεσης, εντολές ελέγχου. Οι συναρτήσεις και τελεστές χρησιμοποιούνται σε εκφράσεις, ώστε να μεταβάλλουν μεταβλητές ή τιμές. Τα σύμβολα είναι απαραίτητα στις εκφράσεις, ενώ με τις συναρτήσεις διευκολύνεται η εργασία του προγραμματιστή.

Συναρτήσεις

Οι συναρτήσεις είναι προκαθορισμένες ρουτίνες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν από τον προγραμματιστή. Όλες οι συναρτήσεις ακολουθούν τη σύνταξη <function_name>[argument] και επιστρέφουν τιμές κινητής υποδιαστολής. Οι συναρτήσεις που παρέχονται στον έλεγχο Haas είναι οι ακόλουθες:

Function	Argument	Returns	Notes
SIN[]	Degrees	Decimal	Sine
COS[]	Degrees	Decimal	Cosine
TAN[]	Degrees	Decimal	Tangent
ATAN[]	Decimal	Degrees	Arctangent Same as FANUC ATAN[]/[1]
SQRT[]	Decimal	Decimal	Square root
ABS[]	Decimal	Decimal	Absolute value
ROUND[]	Decimal	Decimal	Round off a decimal
FIX[]	Decimal	Integer	Truncate fraction
ACOS[]	Decimal	Degrees	Arccosine
ASIN[]	Decimal	Degrees	Arcsine
#[]	Integer	Integer	Variable Indirection
DPRNT[]	ASCII text	External	Output

Σημειώσεις στις Συναρτήσεις

Η συνάρτηση “Round” είναι διαφορετική ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο βρίσκεται. Όταν χρησιμοποιείται σε αριθμητικές εκφράσεις, κάθε αριθμός με κλασματικό μέρος μεγαλύτερο ή ίσο του .5 στρογγυλοποιείται προς τα πάνω στον επόμενο ακέραιο, διαφορετικά, το κλασματικό μέρος αφαιρείται από τον αριθμό.

Παράδειγμα 16:

```
#1= 1.714 ;  
#2= ROUND[#1] ; (#2 is set to 2.0)  
#1= 3.1416 ;  
#2= ROUND[#1] ; (#2 is set to 3.0)
```

Όταν η “Round” χρησιμοποιείται για διευθύνσεις, τότε στρογγυλοποιείται στην ακρίβεια του σημαντικού ψηφίου. Για “metric” και “angle” διαστάσεις, η ακρίβεια χιλιοστών είναι προεπιλεγμένη. Για ίντσες, η ακρίβεια 4ου δεκαδικού ψηφίου είναι προεπιλεγμένη.

Παράδειγμα 17:

```
#1= 1.00333 ;  
G0 X[ #1 + #1 ] ;  
      (Table moves to 2.0067) ;  
G0 X[ ROUND[ #1 ] + ROUND[ #1 ] ] ;  
      (Table moves to 2.0066) ;  
G0 A[ #1 + #1 ] ;  
      (Axis moves to 2.007) ;  
G0 A[ ROUND[ #1 ] + ROUND[ #1 ] ] ;  
      (Axis moves to 2.006) ;  
      D[1.67] (Diameter 2 is made current) ;
```

Fix έναντι Round

#1=3.54; #2=ROUND[#1]; #3=FIX[#1]. Η #2 θα τεθεί στην τιμή 4. Η #3 θα είναι 3.

Τελεστές

Οι τελεστές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες: Αριθμητικές, Λογικές, Δυαδικές.

- **Αριθμητικοί Τελεστές**

Οι αριθμητικοί τελεστές αποτελούνται από μοναδιαίους και δυαδικούς. Αυτοί είναι:

+	- Unary plus	+1.23
-	- Unary minus	-[COS[30]]
+	- Binary addition	#1=#1+5
-	- Binary subtraction	#1=#1-1
*	- Multiplication	#1=#2*#3
/	- Division	#1=#2/4
MOD	-Remainder	#1=27 MOD 20 (#1 contains 7)

- **Λογικοί Τελεστές**

Οι λογικοί τελεστές εφαρμόζονται σε δυαδικές τιμές. Οι macro μεταβλητές είναι αριθμοί κινητής υποδιαστολής. Όταν λογικοί τελεστές εφαρμόζονται σε τέτοιες μεταβλητές, μόνο το ακέραιο μέρος του αριθμού χρησιμοποιείται. Οι λογικοί τελεστές είναι:

OR - logically OR two values together
XOR - Exclusively OR two values together
AND - Logically AND two values together

Παράδειγμα 18:

#1=1.0; 0000 0001

#2=2.0; 0000 0010

#3=#1 OR #2 0000 0011

Η μεταβλητή #3 θα περιέχει 3.0 μετά την εκτέλεση της OR

#1=5.0;

#2=3.0;

IF [#1 GT 3.0] AND [#2 LT 10]] GOTO1

Ο έλεγχος θα μεταφερθεί στο μπλοκ 1 επειδή η #1 GT 3.0 υπολογίζεται σε 1.0 και η #2 LT 10 υπολογίζεται σε 1.0, έτσι 1.0 AND 1.0 είναι 1.0 (TRUE) και εκτελείται η GOTO.

Να σημειωθεί ότι θα πρέπει να δίνεται προσοχή από τον προγραμματιστή κατά την χρήση των λογικών τελεστών ώστε το αποτέλεσμα να είναι το επιθυμητό κάθε φορά.

- **Δυαδικοί τελεστές**

Οι δυαδικοί τελεστές πάντα έχουν αποτέλεσμα 1.0(True) ή 0.0(False). Υπάρχουν έξι Δυαδικοί τελεστές. Η χρήση των τελεστών δεν περιορίζεται σε υποσυνθήκη παραστάσεις, αλλά συνήθως συναντώνται εκεί. Αυτοί είναι:

EQ - Equal to

NE - Not Equal to

GT - Greater Than

LT - Less Than

GE - Greater than or Equal to

LE - Less Than or Equal to

Παρακάτω ακολουθεί παράδειγμα χρήσης Δυαδικών και Λογικών τελεστών:

Παράδειγμα 19:

IF [#1 EQ 0.0] GOTO100;

Πήγαινε στο μπλοκ 100 αν η τιμή στη μεταβλητή #1 είναι 0.0.

WHILE [#101 LT 10] DO1;

Όσο η #101 είναι μικρότερη από 10 επανέλαβε το βρόγχο DO1..END1.

#1=[1.0 LT 5.0];

Η μεταβλητή #1 γίνεται ίση με 1.0 (TRUE).

IF [#1 AND #2 EQ # 3] GOTO1

Αν #1 AND #2 είναι ίσο με την τιμή της #3 τότε ο έλεγχος πηγαίνει στο 1.

Παραστάσεις (Expressions)

Οι παραστάσεις ορίζονται ως οποιαδήποτε ακολουθία μεταβλητών και τελεστών που περικλείεται σε αγκύλες. Χρησιμοποιούνται με δύο τρόπους: υπό συνθήκη ή αριθμητικές παραστάσεις. Οι υπό συνθήκη παραστάσεις επιστρέφουν FALSE(0.0) ή TRUE (οποιαδήποτε μη μηδενική τιμή). Οι αριθμητικές παραστάσεις χρησιμοποιούν αριθμητικούς τελεστές σε συνδυασμό με συναρτήσεις ώστε να καθορίσουν μία τιμή.

- **Υπό συνθήκη Παραστάσεις**

Στον έλεγχο κατά Haas, ΟΛΕΣ οι παραστάσεις θέτουν μια υπό συνθήκη τιμή. Η τιμή θα είναι 0.0(FALSE) ή μη μηδενική(TRUE). Το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιείται η παράσταση καθορίζει και το αν είναι υπο συνθήκη ή όχι. Οι υπό συνθήκη παραστάσεις χρησιμοποιούνται μέσα σε IF και WHILE εντολές και στην εντολή M99. Ακόμα μπορούν να κάνουν χρήση δυαδικών τελεστών για να υπολογίσουν TRUE ή FALSE συνθήκες.

Η M99 συνθήκη είναι μοναδική στον έλεγχο κατά Haas. Χωρίς μακροεντολές, η M99 στον Haas έλεγχο έχει τη δυνατότητα να διακλαδώνεται χωρίς συνθήκη σε οποιαδήποτε γραμμή στην τρέχουσα υπορουτίνα, τοποθετώντας ένα P κώδικα στην ίδια γραμμή. Για παράδειγμα: **N50 M99 P10;** διακλαδώνεται στην γραμμή N10. Δεν επιστρέφει τον έλεγχο στην καλούμενη συνάρτηση. Με τις μακροεντολές ενεργοποιημένες, η M99 μπορεί να χρησιμοποιηθεί με υπό συνθήκη παραστάσεις ώστε να διακλαδώνεται αντίστοιχα. Η διακλάδωση όταν η μεταβλητή #100 είναι μικρότερη από 10 αποτελεί την παρακάτω γραμμή: **N50 [#100 LT 10] M99 P10;** Σε αυτή την περίπτωση, η διακλάδωση συμβαίνει μόνο όταν η #100 είναι μικρότερη από 10, διαφορετικά η επεξεργασία συνεχίζει στην επόμενη γραμμή του προγράμματος. Στο παραπάνω, η συνθήκη M99 μπορεί να αντικατασταθεί με **N50 IF [#100 LT 10] GOTO10;**

- **Αριθμητικές Παραστάσεις**

Αριθμητικές ορίζονται οποιεσδήποτε παραστάσεις χρησιμοποιούν μεταβλητές, τελεστές ή συναρτήσεις. Μία αριθμητική παράσταση επιστρέφει μία τιμή. Οι αριθμητικές παραστάσεις χρησιμοποιούνται συνήθως σε εντολές ανάθεσης, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτές.

Παράδειγμα 20:

```
#101=#145*#30;  
#1=#1+1;  
X[#105+COS[#101]];  
#[#2000+#13]=0;
```

Εντολές Ανάθεσης

Οι εντολές ανάθεσης επιτρέπουν στον προγραμματιστή να τροποποιήσει τις μεταβλητές. Η μορφή μιας εντολής ανάθεσης είναι:

<παράσταση> = <παράσταση>

Η παράσταση στα αριστερά του ίσον πρέπει πάντα να αναφέρεται σε μια macro μεταβλητή, είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η ακόλουθη μακροεντολή αρχικοποιεί μια ακολουθία μεταβλητών σε οποιαδήποτε τιμή. Στο ακόλουθο παράδειγμα τόσο οι άμεσες όσο και οι έμμεσες εντολές ανάθεσης χρησιμοποιούνται.

Παράδειγμα 21:

```
O0300 (Αρχικοποίηση ενός πίνακα μεταβλητών) ;  
N1 IF [#2 BA #0] GOTO2 (B = μεταβλητή βάσης) ;  
#3000=1 (Μη δοθείσα μεταβλητή βάσης) ;  
N2 IF [#19 NE #0] GOTO3 (S = μέγεθος του πίνακα) ;  
#3000=2 (Μη δοθέν μέγεθος πίνακα) ;  
N3 WHILE [#19 GT 0] DO1 ;  
#19=#19-1 (Μείωση του μετρητή κατά 1) ;  
#[#2+#19]=#22 (V=Τιμή στην οποία ορίζεται ο πίνακας) ;  
END1 ;  
M99 ;
```


Οι παραπάνω μακροεντολές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αρχικοποίηση τριών σετ μεταβλητών ως εξής:

G65 P300 B101. S20 (INIT 101..120 TO #0) ;
G65 P300 B501. S5 V1 (INIT 501..505 TO 1.0) ;
G65 P300 B550. S5 V0 (INIT 550..554 TO 0.0) ;

Εντολές Ελέγχου

Οι εντολές ελέγχου επιτρέπουν στον προγραμματιστή να δημιουργήσει υπό συνθήκη διακλάδωση και χωρίς συνθήκη διακλάδωση. Προσφέρουν επίσης τη δυνατότητα της επανάληψης τμήματος του κώδικα βασισμένο σε μια συνθήκη.

- **Διακλάδωση Χωρίς Συνθήκη (GOTOnnn και M99 Pnnnn)**

Στον έλεγχο κατά Haas, υπάρχουν δύο μέθοδοι διακλάδωσης χωρίς συνθήκη. Μια διακλάδωση χωρίς συνθήκη θα αποτελεί πάντα διακλάδωση σε ένα ορισμένο μπλοκ. Οι M99 P15 θα διακλαδωθούν χωρίς συνθήκη στο μπλοκ 15. Ανεξάρτητα από το αν οι μακροεντολές είναι εγκατεστημένες, η M99 μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αποτελεί μια παραδοσιακή μέθοδο διακλάδωσης χωρίς συνθήκη όσον αφορά στον έλεγχο κατά Haas. Η GOTO15 λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο της M99 P15. Στον έλεγχο κατά Haas, μια εντολή GOTO μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ίδια γραμμή με άλλους G-κώδικες. Η εντολή GOTO εκτελείται μετά από κάθε άλλη εντολή όπως και οι M κώδικες.

- **Διακλάδωση Σε Συγκεκριμένη Θέση (GOTO#n και GOTO [παράσταση])**

Η διακλάδωση σε συγκεκριμένη θέση επιτρέπει στο πρόγραμμα την μεταφορά του ελέγχου σε μια άλλη γραμμή του κώδικα στο ίδιο υποπρόγραμμα. Το μπλοκ μπορεί να υπολογιστεί καθώς το πρόγραμμα εκτελείται, χρησιμοποιώντας τη μορφή: GOTO [παράσταση]. Μια άλλη λύση είναι να «εισχωρήσει» το μπλοκ μέσα σε μια τοπική μεταβλητή, όπως είναι στη μορφή η GOTO#n. Η GOTO θα στρογγυλοποιήσει τη μεταβλητή ή το αποτέλεσμα της παράστασης που σχετίζεται με την Διακλάδωση σε Συγκεκριμένη Θέση. Για παράδειγμα, εάν το #1 περιέχει 4.49 και εκτελείται η GOTO#1, τότε ο έλεγχος θα επιχειρήσει να μεταφερθεί σε ένα μπλοκ που περιέχει N4. Εάν όμως το #1 περιέχει 4.5, τότε η εκτέλεση θα μεταφερθεί σε ένα μπλοκ που περιέχει N5. Η παρακάτω σκαλέτα κώδικα θα μπορούσε να αναπτυχθεί με σκοπό να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα που βάζει σειριακούς αριθμούς στα αντικείμενα:

Παράδειγμα 22:

O9200	(Χάραξη ενός ψηφίου στη τρέχουσα θέση)
;	
(D=Δεκαδικό ψηφίο προς χάραξη);	
IF [#7 NE #0] AND [#7 GE 0] AND [#7 LE 9] GOTO99;	
#3000=1	(Μη έγκυρο ψηφίο)
;	
N99	
#7=FIX[#7]	(Κόψιμο κλασματικού τμήματος) ;
;	
GOTO#7	(χάραξη του ψηφίου) ;
;	
N0	(ψηφίο 0)
...	
M99	
;	
N1	(ψηφίο 1)
;	
M99	

```

;
N2                      (ψηφίο 2)
;
...
;
(κτλ....)

```

Με την παραπάνω υπορουτίνα, θα χαράζατε το ψηφίο πέντε με το ακόλουθο κάλεσμα:

G65 P9200 D5;

Οι εντολές GOTOs σε συγκεκριμένη θέση και με χρήση παράστασης, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία της διακλάδωσης βασισμένη στα αποτελέσματα της «ανάγνωσης» των συσκευών της εισόδου (hardware inputs). Ένα παράδειγμα πάνω σε αυτό είναι:

Παράδειγμα 23:

```

GOTO [#1030*2]+#1031];
NO (1030=0, 1031=0);
...
M99;
N1 (1030=0, 1031=1);
...
M99;
N2 (1030=1, 1031=0);
...
M99;
N3 (1030=1, 1031=1);
...
M99;

```

Οι διακριτές εισοδοί θα επιστρέφουν πάντοτε είτε 0 ή 1 όταν «διαβάζονται». Η GOTO [παράσταση] θα διακλαδωθεί στην κατάλληλη γραμμή του κώδικα βασισμένη στην κατάσταση των δύο διακριτών εισόδων #1030 και #1031.

- **Διακλάδωση Υπό Συνθήκη(IF και M99 Pnnnn)**

Η διακλάδωση υπό συνθήκη επιτρέπει στο πρόγραμμα την μεταφορά του ελέγχου σε κάποιο άλλο τμήμα του κώδικα εντός της ίδιας υπορουτίνας. Η διακλάδωση υπό συνθήκη μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον όταν οι μακροεντολές είναι ενεργοποιημένες. Ο έλεγχος κατά Haas επιτρέπει δύο παρόμοιες μεθόδους για την επίτευξη της διακλάδωσης υπό συνθήκη.

IF [<παράσταση υπό συνθήκη>] GOTO n

Όπως προαναφέρθηκε, η < παράσταση υπό συνθήκη > είναι κάθε παράσταση που χρησιμοποιεί οποιουσδήποτε από τους έξι Δυαδικούς τελεστές EQ, NE, GT, LT, GE, ή LE. Οι αγκύλες γύρω από την παράσταση είναι υποχρεωτικές. Στον έλεγχο κατά Haas, δεν είναι απαραίτητο να περιληφθούν οι τελεστές αυτοί. Για παράδειγμα: IF [#1 NE 0.0] GOTO5; θα μπορούσε επίσης να είναι: IF [#1] GOTO5; Στην εντολή αυτή, εάν η μεταβλητή #1 περιέχει οτιδήποτε εκτός από 0.0, ή την απροσδιόριστη τιμή #0, τότε θα πραγματοποιηθεί διακλάδωση στο μπλοκ 5, διαφορετικά θα εκτελεστεί το επόμενο μπλοκ. Στον έλεγχο κατά Haas, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μια παράσταση υπό συνθήκη με τη μορφή M99 Pnnnn. Για παράδειγμα: G0 X0 Y0 [#1EQ#2] M99 P5; . Εδώ, η συνθήκη αφορά μόνο στο τμήμα M99 της εντολής. Το εργαλείο της μηχανής θα

οδηγηθεί στο σημείο X0, Y0 ανεξάρτητα από το αποτέλεσμα της παράστασης, αν θα είναι True ή False. Μόνο η διακλάδωση, M99, εκτελείται με βάση την τιμή της παράστασης. Συνιστάται η μορφή IF GOTO να χρησιμοποιείται μόνο εφόσον η φορητότητα είναι επιθυμητή.

- **Εκτέλεση Υπό Συνθήκη (IF THEN)**

Η εκτέλεση των εντολών ελέγχου μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη χρήση της εντολής IF THEN. Η μορφή είναι:

IF [<παράσταση υπό συνθήκη>] THEN <εντολή>;

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Για να διατηρηθεί η συμβατότητα με την σύνταξη FANUC, η "THEN" δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τη GOTOn.

Αυτή η μορφή χρησιμοποιείται παραδοσιακά για τις εντολές ανάθεσης υπό συνθήκη όπως φαίνεται παρακάτω:

IF [#590 GT 100] THEN #590=0.0 ;

Η μεταβλητή #590 ορίζεται μηδέν, όταν η τιμή του #590 υπερβαίνει το 100.0. Στον έλεγχο κατά Haas, εάν μια συνθήκη δεν ικανοποιείται (FALSE ή (0.0)), τότε το υπόλοιπο του IF μπλοκ αγνοείται. Αυτό σημαίνει ότι οι εντολές ελέγχου μπορούν επιπλέον να οριστούν υπό συνθήκη με τρόπο ακόλουθο:

IF [#1 NE #0] THEN G1 X#24 Y#26 F#9 ;

Το παραπάνω εκτελεί μια γραμμική κίνηση μόνον εφόσον στη μεταβλητή #1 έχει ανατεθεί μια τιμή. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το εξής:

IF [#1 GE 180] THEN #101=0.0 M99 ;

Αυτό δηλώνει ότι αν η μεταβλητή #1 (διεύθυνση A) είναι μεγαλύτερη ή ίση με 180, τότε θέστε στη μεταβλητή #101 το μηδέν και επιστρέψτε από την υπορουτίνα.

Εδώ παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της IF εντολής, η οποία διακλαδώνεται αν μια μεταβλητή έχει αρχικοποιηθεί να περιέχει οποιαδήποτε τιμή. Διαφορετικά, συνεχίζεται η επεξεργασία και παράγεται ένα σήμα. Να θυμάστε, όταν ένα σήμα alarm εμφανίζεται, η εκτέλεση του προγράμματος έχει σταματήσει.

Παράδειγμα 24:

N1 IF [#9NE#0] GOTO3 (ΕΛΕΞΤΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΣΤΟ F) ;
N2 # 3000=11 (ΜΗΔΕΝΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ) ;
N3 (ΣΥΝΕΧΙΣΕ) ;

- **Επανάληψεις/Βρόγχοι(WHILE DO END)**

Απαραίτητο στοιχείο σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού, είναι η ικανότητα να εκτελούνται ακολουθιακές εντολές για ένα ορισμένο αριθμό φορών ή να διατρέχεται μία ακολουθία εντολών μέχρι να ικανοποιηθεί μία συνθήκη. Ο παραδοσιακός G-κώδικας επιτρέπει αυτό με τη χρήση της διεύθυνσης L. Μία υπορουτίνα μπορεί να εκτελείται για οποιοδήποτε αριθμό φορών χρησιμοποιώντας την L διεύθυνση. Για παράδειγμα:

M98 P2000 L5;

Αυτό είναι περιοριστικό καθώς δεν μπορεί να τερματιστεί η εκτέλεση της υπορουτίνας υπό συνθήκη. Οι μακροεντολές παρέχουν αυτή τη δυνατότητα με την WHILE-DO-END εντολή. Για παράδειγμα:

```
WHILE[<υπό συνθήκη παράσταση>] DO n;  
  <εντολές>;  
END n;
```

Το παραπάνω θα εκτελεί τις εντολές ανάμεσα στο DO n και END n όσο η συνθήκη υπολογίζεται σε TRUE. Οι αγκύλες στην παράσταση είναι απαραίτητες. Υπολογισμός της παράστασης σε FALSE θα μεταφέρει τον έλεγχο εκτέλεσης μετά την END n. Το WHILE μπορεί να γραφεί σύντομα WH. Το τμήμα DO n – END n της εντολής είναι ένα συζευγμένο ζευγάρι. Η τιμή του n είναι 1 έως 3. Αυτό σημαίνει πως δεν μπορούν να υπάρξουν περισσότεροι των τριών εμφωλιασμένοι βρόγχοι ανά υπορουτίνα. Ένα καλό παράδειγμα του πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν εμφωλιασμένα WHILE είναι στον ορισμό ενός πίνακα.

Παράδειγμα 25:

```
#101= 3;  
#102= 4;  
G0 X#101 Y4. ;  
F2.5;  
WH [#101 GT 0] DO1;  
#102= 4;  
WH [#102 GT 0] DO2;  
G81 X#101 Y#102 Z-0.5;  
#102= #102 - 1;  
END2;  
#101= #101 - 1;  
END1;  
;  
M30;
```

Το πρόγραμμα θα ανοίξει ένα μοτίβο 3 x 4 οπών.

Παρότι τα εμφωλιασμένα WHILE δεν μπορούν να ξεπεράσουν τα τρία επίπεδα, δεν υπάρχει πραγματικά περιορισμός, καθώς κάθε υπορουτίνα μπορεί να έχει μέχρι τρία επίπεδα. Συνεπώς, αν υπάρχει ανάγκη για εμφωλιασμό μεγαλύτερο από τρία, τότε η διάσπαση του κώδικα και χρήση των τριών τελευταίων επιπέδων σε υπορουτίνα, μας βοηθά να ξεπεραστεί αυτός ο περιορισμός. Αν δύο ξεχωριστοί βρόγχοι WHILE βρίσκονται σε μία υπορουτίνα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ίδια δεικτοδότηση. Για παράδειγμα:

```
#3001=0 (ΠΕΡΙΜΕΝΕ 500 MILLISECONDS);  
WH [#3001 LT 500] DO1;  
END1;  
<Άλλες δηλώσεις>  
#3001=0 (ΠΕΡΙΜΕΝΕ 300 MILLISECONDS) ;  
WH [#3001 LT 300] DO1 ;  
END1 ;
```

Με τη χρήση του GOTO είναι δυνατή η μεταφορά του ελέγχου εκτός της περιοχής που περικλείεται από τις εντολές DO-END, αλλά δεν είναι δυνατή η χρήση της GOTO για

μεταφορά του ελέγχου μέσα στο DO-END. Οι μεταφορές ελέγχου μέσα σε μία περιοχή DO-END με χρήση της GOTO επιτρέπονται.

2.2.6 Κάλεσμα G65 macro υπορουτίνας

Η G65 είναι η εντολή που καλεί μια υπορουτίνα και είναι ικανή να «περάσει» τα ορίσματα σε αυτή. Η μορφή είναι η ακόλουθη.

G65 Pnnnn [Lnnnn] [ορίσματα];

Οτιδήποτε γραμμένο με πλάγια γράμματα μέσα σε αγκύλες είναι προαιρετικό. Η εντολή G65 απαιτεί μια P διεύθυνση που αντιστοιχεί στη γραμμή του τρέχοντος προγράμματος που είναι «φορτωμένο» στη μνήμη του ελέγχου (controller). Όταν η διεύθυνση L χρησιμοποιείται, το κάλεσμα της μακροεντολής επαναλαμβάνεται για καθορισμένες φορές. Στο Παράδειγμα 26, η υπορουτίνα 1000 καλείται μια φορά χωρίς να «περαστούν» οι συνθήκες στην υπορουτίνα. Οι κλήσεις της G65 είναι παρόμοιες μεν, αλλά όχι ίδιες με τις κλήσεις της M98. Οι κλήσεις της G65 μπορούν να εμφωλιαστούν μέχρι και 9 φορές, το οποίο σημαίνει ότι το πρόγραμμα 1 μπορεί να καλέσει το πρόγραμμα 2, το πρόγραμμα 2 να καλέσει το 3 και το πρόγραμμα 3 να καλέσει το πρόγραμμα 4.

Παράδειγμα 26:

G65 P1000;	(Κάλεσε την υπορουτίνα 1000 ως μακροεντολή)
M30;	(Τέλος προγράμματος)
O1000;	(Macro υπορουτίνα)
...	
M99;	(Επιστροφή από τη Macro υπορουτίνα)

Στο Παράδειγμα 27, η υπορουτίνα 9010 είναι σχεδιασμένη για το άνοιγμα μιας ακολουθίας οπών κατά μήκος μιας γραμμής, η κλίση των οποίων προσδιορίζεται από τα ορίσματα X και Y, τα οποία έχουν «περαστεί» στη γραμμή εντολών G65. Το βάθος Z του ανοίγματος ορίζεται ως Z, ο ρυθμός πρόωσης ορίζεται ως F και ο αριθμός των οπών προς άνοιγμα ορίζεται ως T. Η σειρά των οπών ανοίγεται ξεκινώντας από την τρέχουσα θέση του εργαλείου, όταν καλείται μια macro υπορουτίνα.

Παράδειγμα 27:

G00 G90 X1.0 Y1.0 Z.05 S1000 M03;	(Θέση εργαλείου)
G65 P9010 X.5 Y.25 Z.05 F10. T10;	(Κάλεσμα 9010)
G28;	
M30;	
O9010;	(Μοτίβο διαγώνιας οπής)
F#9;	(F = Ρυθμός ροής)
WHILE [#20 GT 0] DO 1;	(Επαναλάβετε T φορές)
G91 G81 Z#26;	(Ανοίξτε σε βάθος Z)
#20=#20-1;	(Μειώστε κατά 1)
IF [#20 EQ 0] GOTO5;	(Άνοιγμα όλων των οπών)
G00 X#24 Y#25;	(Μετακίνηση κατά μήκος της κλίσης)
N5 END1;	
M99;	(Επιστροφή στο κάλεσμα)

Aliasing (Ονοματοθεσία υποπρογράμματος)

Το aliasing είναι ένας τρόπος ανάθεσης ενός G-κώδικα ή ενός M-κώδικα σε μια G65 P##### ακολουθία. Για παράδειγμα, το Παράδειγμα 27 θα ήταν ευκολότερο να γραφεί ως:

G06 X.5 Y.25 Z.05 F10. T10;

Όταν πραγματοποιείται aliasing και εφαρμόζεται στον G-κώδικα, μπορείς να «περάσεις» μεταβλητές σε αυτό. Στην περίπτωση που κάνεις aliasing σε έναν M-κώδικα, ΔΕΝ μπορείς να «περάσεις» μεταβλητές σε αυτό.

Στο παράδειγμα 27, ένας μη χρησιμοποιούμενος G κώδικας έχει ήδη αντικατασταθεί, G06 με G65 P9010. Προκειμένου το προηγούμενο μπλοκ να δουλέψει τη συσχετισμένη παράμετρο με την υπορουτίνα 9010, πρέπει να οριστεί σε 06 (Παράμετρος 91). Σημειώστε ότι η G00, G65, G66, και G67 δεν μπορούν να αντικατασταθούν. Οι υπόλοιποι κώδικες μεταξύ 1 και 255 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για aliasing. Τα υποπρογράμματα με αριθμό 9010 έως 9019 προορίζονται για aliasing του G κώδικα. Ο παρακάτω πίνακας παραθέτει ποιες HAAS παράμετροι προορίζονται για aliasing μιας macro υπορουτίνα.

Haas Παράμετρος	Ο Κώδικας
91	9010
92	9011
93	9012
94	9013
95	9014
96	9015
97	9016
98	9017
99	9018
100	9019

Aliasing G-Κώδικα

Haas Παράμετρος	Κάλεσμα M Μακροεντολής
81	9000
82	9001
83	9002
84	9003
85	9004
86	9005
87	9006
88	9007
89	9008
90	9009

Aliasing M-Κώδικα

Η ρύθμιση μιας παραμέτρου aliasing σε 0 απενεργοποιεί την αντικατάσταση για τη συσχετισμένη υπορουτίνα. Αν μια παράμετρος aliasing ορίζεται σε G-κώδικα και η συσχετισμένη υπορουτίνα δεν είναι στη μνήμη, τότε εμφανίζεται ένα προειδοποιητικό σήμα alarm.

2.2.7 Επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές - DPRNT []

Οι Μακροεντολές επιτρέπουν πρόσθετες δυνατότητες στην επικοινωνία με περιφερειακές συσκευές. Μπορεί κάποιος να κάνει ψηφιοποίηση των αντικειμένων, να παρέχει κατά την εκτέλεση αναφορές επιθεώρησης ή να συγχρονίσει τους ελέγχους με συσκευές παρεχόμενες από το χρήστη. Οι εντολές που προσφέρονται γι' αυτό είναι POPEN, DPRNT [] και PCLOS.

Προκαταρκτικές εντολές επικοινωνίας

Οι POPEN και PCLOS δεν απαιτούνται στη μηχανή Haas. Έχει συμπεριληφθεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τα προγράμματα από διαφορετικούς ελέγχους να μπορούν να σταλούν στον έλεγχο Haas.

Μορφοποιημένες έξοδοι

Η εντολή DPRNT επιτρέπει στον προγραμματιστή να στείλει μορφοποιημένο κείμενο στην σειριακή θύρα. Οποιοδήποτε κείμενο και οποιαδήποτε μεταβλητή μπορεί να εκτυπωθεί στη σειριακή θύρα. Η μορφή της εντολής DPRNT έχει ως εξής:

DPRNT [<κείμενο><#nnnn[wf]>...];

Η DPRNT πρέπει να είναι η μόνη εντολή στο μπλοκ. Στο προηγούμενο παράδειγμα, το <κείμενο> είναι οποιοδήποτε γράμμα από το Α έως το Ζ ή τους τελεστές (+, -, /, *, και το κενό). Όταν ένας αστερίσκος αποτελεί έξοδο, μετατρέπεται σε κενό. Το <#nnnn[wf]> είναι μια μεταβλητή με καθορισμένη μορφή. Ο αριθμός της μεταβλητής μπορεί να είναι μια οποιαδήποτε macro μεταβλητή. Η μορφή της [wf] απαιτείται και αποτελείται από δύο ψηφία μέσα σε αγκύλες. Σημειώνεται ότι οι macro μεταβλητές είναι πραγματικοί αριθμοί με ένα ακέραιο και ένα δεκαδικό μέρος. Το πρώτο ψηφίο ορίζει το σύνολο των ακεραίων αριθμών στην έξοδο. Το δεύτερο ψηφίο ορίζει το σύνολο των δεκαδικών ψηφίων. Τα σύνολο των αριθμών στην έξοδο δεν μπορεί να είναι μηδέν ή με άθροισμα μεγαλύτερο από οκτώ. Έτσι, οι ακόλουθες μορφές είναι μη αποδεκτές:

[00] [54] [45] [36] (μη αποδεκτή μορφή)

Μια υποδιαστολή εκτυπώνεται μεταξύ του ακεραίου και του δεκαδικού μέρους. Το δεκαδικό μέρος στρογγυλοποιείται στο τελευταίο σημαντικό ψηφίο. Όταν είναι μηδέν το δεκαδικό μέρος, τότε δεν εκτυπώνεται υποδιαστολή. Εάν υπάρχει δεκαδικό μέρος εκτυπώνονται μηδενικά από πίσω. Τουλάχιστον μία θέση προορίζεται για το ακέραιο μέρος, ακόμη και όταν χρησιμοποιείται το μηδέν. Εάν η τιμή του ακεραίου μέρους έχει λιγότερα ψηφία από ότι έχουν κρατηθεί, τότε κενά υπάρχουν στις εξόδους. Εάν η τιμή του ακεραίου μέρους έχει περισσότερα ψηφία από ό,τι έχει κρατηθεί, τότε επεκτείνεται το πεδίο, έτσι ώστε να εκτυπώνονται οι αριθμοί. Μια επιστροφή αποστέλλεται μετά από κάθε DPRNT μπλοκ.

Παραδείγματα 28:

N1 #1= 1.5436 ;	
N2 DPRNT[X#1[44]*Z#1[03]*T#1[40]] ;	X1.5436 Z 1.544 T 1
N3 DPRNT[***MEASURED*INSIDE*DIAMETER***];	MEASURED INSIDE DIAMETER
N4 DPRNT[] ;	(no text, only a carriage return)
N5 #1=123.456789 ;	
N6 DPRNT[X-#1[25]] ;	X-123.45679 ;

Εκτέλεση

Οι εντολές DPRNT εκτελούνται κατά τη μετάφραση του μπλοκ. Αυτό σημαίνει ότι ο προγραμματιστής πρέπει να είναι προσεκτικός σχετικά με το πού εμφανίζονται οι εντολές

DPRNT μέσα στο πρόγραμμα, ιδίως εάν υπάρχει πρόθεση να εκτυπωθούν. Η G103 είναι χρήσιμη για τον περιορισμό του LookAhead. Αν είναι επιθυμητός ο περιορισμός της LookAhead σε ένα μπλοκ, θα πρέπει να περιβληθεί η ακόλουθη εντολή στην αρχή του προγράμματός : G103 P1; (Η G103 στην πραγματικότητα έχει ως αποτέλεσμα LookAhead σε δύο μπλοκ). Για να ακυρώσετε το όριο LookAhead, αλλάξτε την εντολή σε G103 P0. Η G103 δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η αντιστάθμιση του κοπτικού είναι ενεργή.

Επεξεργασία Κώδικα

Οι κακώς δομημένες ή λάθος τοποθετημένες macro εντολές θα παράγουν ένα προειδοποιητικό σήμα alarm. Χρειάζεται προσοχή κατά την επεξεργασία παραστάσεων, καθώς οι παρενθέσεις πρέπει να είναι σε ισορροπία. Η DPRNT [] συνάρτηση μπορεί να επεξεργαστεί λίγο πολύ σαν ένα σχόλιο. Μπορεί να διαγραφεί, να μετακινηθεί ολόκληρη ή και να επεξεργαστεί μεμονωμένα μέσα στην παρένθεση. Οι μεταβλητές αναφοράς και οι μορφοποιημένες παραστάσεις πρέπει να τροποποιηθούν ως σύνολο. Αν είναι επιθυμητό να αλλαχτεί η [24] σε [44], να τοποθετηθεί ο κέρσορας έτσι ώστε η [24] να επιλεχθεί, να πληκτρολογηθεί [44] και να πατηθεί το write. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η λαβή ώθησης (hand jog) για την τοποθέτηση του κέρσορα μέσα σε μακρές DPRNT [] παραστάσεις. Διευθύνσεις με παραστάσεις μπορεί να είναι κάπως ασαφείς. Στην περίπτωση αυτή, η αλφαβητική διεύθυνση στέκεται μόνη της. Για παράδειγμα, το ακόλουθο μπλοκ περιέχει μια παράσταση διεύθυνσης στο X:

G1 G90 X [COS [90]] Y3.0; (ΣΩΣΤΗ)

Εδώ, το X και οι αγκύλες στέκονται αυτόνομα και αποτελούν μεμονωμένα επεξεργάσιμα στοιχεία. Είναι δυνατόν, μέσω της επεξεργασίας, να διαγραφεί ολόκληρη η παράσταση και να η αντικατασταθεί με μια σταθερά κινητής υποδιαστολής.

G1 G90 X 0 Y3.0; (ΛΑΘΟΣ)

Τα παραπάνω μπλοκ θα προκαλέσει ένα alarm κατά την εκτέλεση. Η σωστή μορφή είναι η ακόλουθη:

G1 G90 X0 Y3.0; (ΣΩΣΤΗ)

Να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει κενό διάστημα μεταξύ του X και του μηδενός (0). Προσοχή, όταν ένας χαρακτήρας άλφα στέκεται μόνος του αποτελεί μια παράσταση διεύθυνσης.

2.2.8 Fanuc-style macro χαρακτηριστικά εξαιρεμένα από τον Hass cnc έλεγχο

Αυτό το κεφάλαιο απαριθμεί τα χαρακτηριστικά των μακροεντολών Fanuc, τα οποία δεν είναι διαθέσιμα για τον έλεγχο Haas.

M Aliasing Αντικατάσταση της G65 Pnnnn με Mnn PROGS 9020-9029.

G66	Modal κάλεσμα σε κάθε κίνηση μπλοκ
G66.1	Modal κάλεσμα σε κάθε κίνηση μπλοκ
G67	Modal ακύρωση
M98	Aliasing, T code PROG 9000, VAR #149, ενεργοποιημένο bit
M98	Aliasing, S code PROG 9029, VAR #147, ενεργοποιημένο bit
M98	Aliasing, B code PROG 9028, VAR #146, ενεργοποιημένο bit
SKIP / N	N = 1 ..9
#3007	Mirror image on flag each axis
# 4201 - # 4320	Τρέχοντα δεδομένα modal μπλοκ
# 5101 - # 5106	Τρέχουσα servo απόκλιση

Ονόματα μεταβλητών εμφάνισης στην οθόνη:

ATAN [] / []	Συνεφαπτομένη τόξου, FANUC μορφή
BIN []	Μετατροπή από BCD TO BIN
BCD []	Μετατροπή από BIN TO BCD
FUP []	Αφαίρεση κλασματικού μέρους προς τα πάνω
LN []	Φυσικός λογάριθμος
EXP []	Εκθετικό με βάση το e
ADP []	Επαναπροσδιορισμός μεταβλητής σε ακέραιο αριθμό
BPRNT []	

Τα ακόλουθα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές μέθοδοι για την επίτευξη παρόμοιων αποτελεσμάτων για μερικά από τα μη διαθέσιμα χαρακτηριστικά των μακροεντολών FANUC.

GOTO-nnnn

Η αναζήτηση ενός μπλοκ για μετάβαση σε αρνητική κατεύθυνση, δηλαδή προς τα πίσω, σε ένα πρόγραμμα, δεν είναι απαραίτητη εάν χρησιμοποιούνται μοναδικοί κώδικες N διεύθυνσης. Μια αναζήτηση μπλοκ γίνεται, ξεκινώντας από το τρέχον μπλοκ. Όταν η αναζήτηση φτάσει στο τέλος του προγράμματος, τότε συνεχίζεται από την αρχή του προγράμματος μέχρι να βρεθεί το τρέχον μπλοκ.

3. ΜΑΚΡΟΕΝΤΟΛΕΣ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΧΘΗΚΑΝ

Στα πλαίσια της εργασίας, αναπτύχθηκαν προγράμματα μακροεντολών για την πραγματοποίηση κινήσεων κατεργασίας, οι οποίες δεν καλύπτονται από την καθοδήγηση της εργαλειομηχανής αυτής. Οι μακροεντολές αυτές, παρατίθενται στη συνέχεια.

3.1 Μακροεντολή κυκλικού τόξου P2001

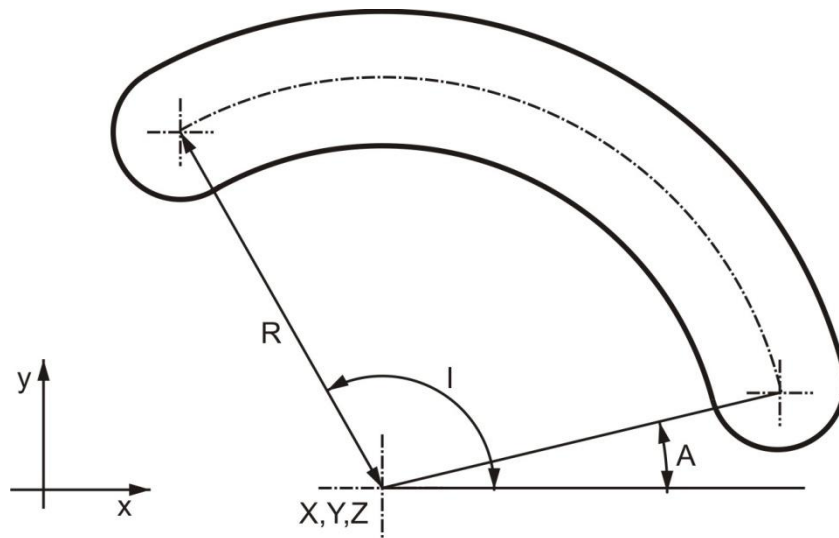
P2001

Περιγραφή

Η συγκεκριμένη μακροεντολή διαγράφει κυκλικό τόξο οποιασδήποτε αρχικής και τελικής γωνίας, ακτίνας και βάθους κοπής, με σημείο εκκίνησης το κέντρο του τόξου.

Ορίσματα

X	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην X διεύθυνση
Y	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Y διεύθυνση
Z	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Z διεύθυνση
A	αρχική γωνία τόξου
I	τελική γωνία τόξου
R	ακτίνα τόξου
K	συντεταγμένη τελικού βάθους κοπής
H	συντεταγμένη επιφάνειας κατεργασίας
Q	βήμα βάθους κοπής
F	πρόωση



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα για macro P2001

Παρατηρήσεις

Πριν την κλήση της συγκεκριμένης μακροεντολής ο προγραμματιστής πρέπει να τοποθετήσει το κοπτικό στο σημείο εκκίνησης (X,Y,Z). Πριν και μετά από κάθε βήμα το κοπτικό ανεβαίνει στο Z. Κατά την εκτέλεση της μακροεντολής αλλάζει η πρόωση ανάλογα με την εκάστοτε κίνηση, επομένως ο χρήστης δεν χρειάζεται να πληκτρολογήσει μια σχετικά μικρή πρόωση για πιθανή ζημιά ή ατύχημα. Όταν τελειώσει η μακροεντολή το κοπτικό επανέρχεται στο σημείο εκκίνησης. Σε περίπτωση που δοθούν αριθμητικές τιμές στα H,K,Q οι οποίες δεν είναι εφαρμόσιμες, η μακροεντολή δεν θα εκτελεστεί και ένα αντίστοιχο προειδοποιητικό μήνυμα θα εμφανιστεί στο controller της μηχανής. ΠΡΟΣΟΧΗ! Τα H,K πρέπει να δίνονται από τον προγραμματιστή ως συντεταγμένες και όχι

σε απόλυτη τιμή!

Κώδικας

```
%  
O02001  
IF [ [ #11 - #6 ] LT #17 ] GOTO1  
#101= #11  
WH [ #101 GT #6 ] DO1  
G01 X [ #24 + #18 * COS[ #1 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #1 ] ] F#9  
G01 Z [ #101 - #17 ] F [ #9 / 10 ]  
#101= #101 - #17  
G03 X [ #24 + #18 * COS[ #4 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #4 ] ] R#18 F#9  
G01 Z#26 F [ #9 / 3 ]  
END1  
G01 X [ #24 + #18 * COS[ #1 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #1 ] ] F#9  
G01 Z#6 F [ #9 / 10 ]  
G03 X [ #24 + #18 * COS[ #4 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #4 ] ] R#18 F#9  
G01 Z#26 F [ #9 / 3 ]  
G01 X#24 Y#25 F#9  
GOTO2  
N1  
#3000= 999 (WRONG VALUES H K Q)  
N2  
M99  
%
```

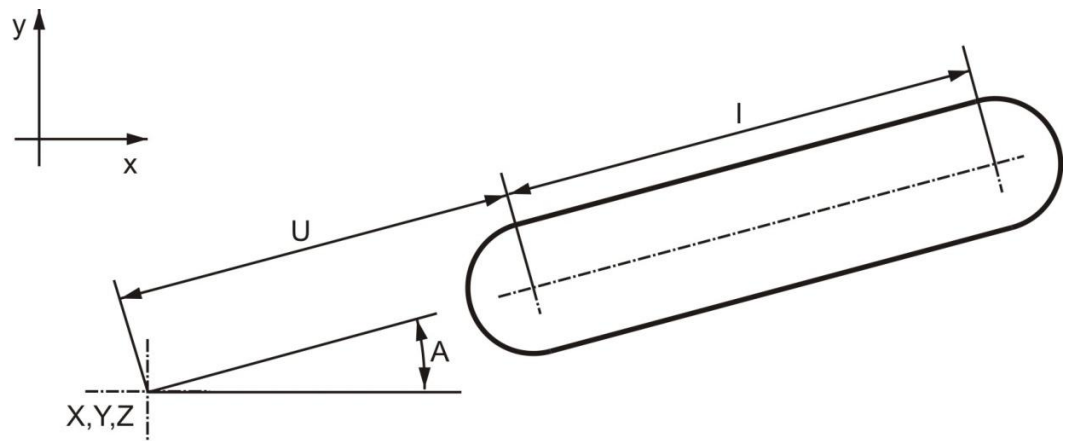
3.2 Μακροεντολή ευθύγραμμου τμήματος υπό κλίση P2002

P2002 Περιγραφή

Η συγκεκριμένη μακροεντολή διαγράφει ευθύγραμμη κίνηση οποιασδήποτε απόστασης από σημείο εκκίνησης πάνω στην ίδια διεύθυνση και οποιασδήποτε κλίσης της διεύθυνσης αυτής. Η κατεργασία αυτή μπορεί να γίνει για οποιοδήποτε επιθυμητό βάθος κοπής.

Ορίσματα

X	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην X διεύθυνση
Y	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Y διεύθυνση
Z	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Z διεύθυνση
A	γωνία κλίσης της διεύθυνσης
I	μήκος ευθύγραμμης κίνησης
U	απόσταση ευθύγραμμης κίνησης από το σημείο εκκίνησης
K	συντεταγμένη τελικού βάθους κοπής
H	συντεταγμένη επιφάνειας κατεργασίας
Q	βήμα βάθους κοπής
F	πρόωση



Σχήμα 3.2: Παράδειγμα για macro P2002

Παρατηρήσεις

Πριν την κλήση της συγκεκριμένης μακροεντολής ο προγραμματιστής πρέπει να τοποθετήσει το κοπτικό στο σημείο εκκίνησης (X,Y,Z). Πριν και μετά από κάθε βήμα το κοπτικό ανεβαίνει στο Z. Κατά την εκτέλεση της μακροεντολής αλλάζει η πρόωση ανάλογα με την εκάστοτε κίνηση, επομένως ο χρήστης δεν χρειάζεται να πληκτρολογήσει μια σχετικά μικρή πρόωση για πιθανή ζημιά ή ατύχημα. Όταν τελειώσει η μακροεντολή το κοπτικό επανέρχεται στο σημείο εκκίνησης. Σε περίπτωση που δοθούν αριθμητικές τιμές στα H,K,Q οι οποίες δεν είναι εφαρμόσιμες, η μακροεντολή δεν θα εκτελεστεί και ένα αντίστοιχο προειδοποιητικό μήνυμα θα εμφανιστεί στο controller της μηχανής. ΠΡΟΣΟΧΗ! Τα H,K πρέπει να δίνονται από τον προγραμματιστή ως συντεταγμένες και όχι σε απόλυτη τιμή!

Κώδικας

```
%  
O02002  
IF [ [#11 - #6 ] LT #17 ] GOTO1  
#102= #11 - #17  
WH [ #102 GT #6 ] DO1  
G01 X [ #24 + #21 * COS[ #1 ] ] Y [ #25 + #21 * SIN[ #1 ] ] F#9  
G01 Z [ #102 - #17 ] F [ #9 / 10 ]
```

```

#102= #102 - #17
G01 X [ #24 + [ #21 + #4 ] * COS[ #1 ] ] Y [ #25 + [ #21 + #4 ] * SIN[ #1 ] ] F#9
G01 Z#26 F [ #9 / 3 ]
END1
G01 X [ #24 + #21 * COS[ #1 ] ] Y [ #25 + #21 * SIN[ #1 ] ] F#9
G01 Z#6 F [ #9 / 10 ]
G01 X [ #24 + [ #21 + #4 ] * COS[ #1 ] ] Y [ #25 + [ #21 + #4 ] * SIN[ #1 ] ] F#9
G01 Z#26 F [ #9 / 3 ]
G01 X#24 Y#25 F#9
GOTO2
N1
#3000= 999 (WRONG VALUES H K Q)
N2
M99
%
```

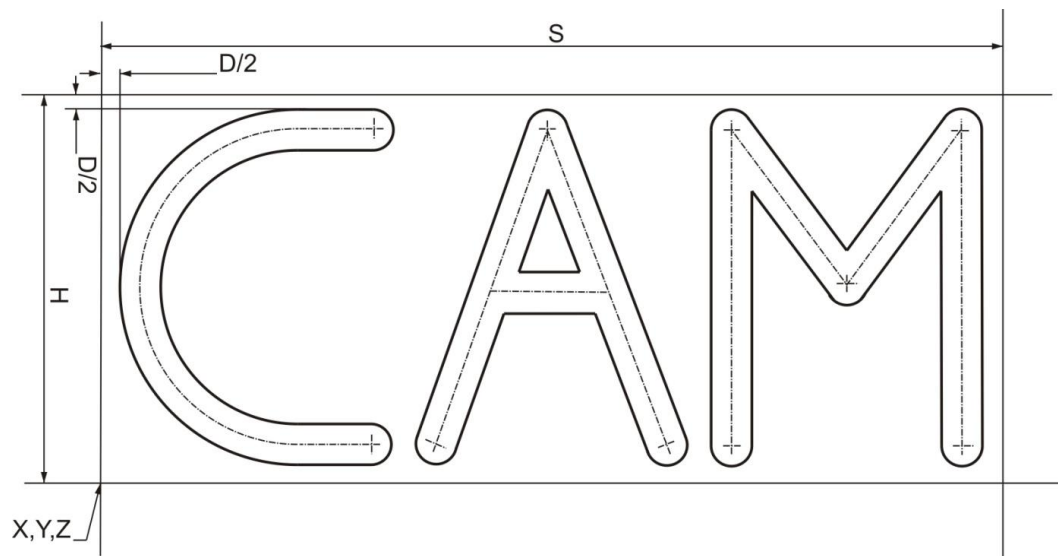
3.3 Μακροεντολή λέξης CAM P2004

P2004 Περιγραφή

Η συγκεκριμένη μακροεντολή γράφει τη λέξη CAM σε οποιοσδήποτε διαστάσεις επιλέξουμε.

Ορίσματα

X	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην X διεύθυνση
Y	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Y διεύθυνση
Z	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Z διεύθυνση
S	μήκος λέξης
H	ύψος λέξης
D	διάμετρος κοπτικού
Q	συντεταγμένη βάθους κοπής
F	πρόωση



Σχήμα 3.3: Παράδειγμα για macro P2004

Παρατηρήσεις

Πριν την κλήση της συγκεκριμένης μακροεντολής ο προγραμματιστής καλό θα είναι να τοποθετήσει το κοπτικό στο σημείο εκκίνησης (X,Y,Z). Κατά την εκτέλεση της μακροεντολής αλλάζει η πρόωση ανάλογα με την εκάστοτε κίνηση, επομένως ο χρήστης δεν χρειάζεται να πληκτρολογήσει μια σχετικά μικρή πρόωση για πιθανή ζημιά ή ατύχημα. Όταν τελειώσει η μακροεντολή το κοπτικό βρίσκεται στο κάτω δεξιά σημείο του γράμματος M και σε ύψος συντεταγμένης Z. ΠΡΟΣΟΧΗ! Το βάθος κοπής Q πρέπει να δίνεται από τον προγραμματιστή ως συντεταγμένη και όχι σε απόλυτη τιμή!

Κώδικας

```
%  
O02004  
#101= #19 / 3  
#102= #7 / 2  
#103= #11 / 2  
IF [ [ #103 - #102 ] GT [ #101 - 3 * #102 ] ] GOTO1  
G01 X [ #24 + [ #101 - #102 ] ] Y [ #25 + #102 ] F#9  
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]  
G01 X [ #24 + #103 ] F#9  
G02 Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] R [ #103 - #102 ]
```

```

G01 X [ #24 + #101 - #102 ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
GOTO2
N1
#107= [ #101 - #7 ] * [ #101 - #7 ]
#108= [ #11 - #102 ] * [ #11 - #102 ]
#109= [ #102 ] * [ #102 ]
#110= [ #103 ] * [ #103 ]
#111= [ #108 - #109 ] * [ #11 - #102 - #103 ] - [ #107 - #109 + #108 - #110 ] * [
#11 - #102 - #102 ]
#104= #111 / [ -2 * [ #101 - #7 - #102 ] * [ #11 - #102 - #102 ] ]
#105= [ #107 - #109 + #108 - #110 - 2 * #104 * [ #101 - #7 - #102 ] ] / [ 2 * [ #11 -
#102 - #103 ] ]
#106= SQRT[ #107 - 2 * [ #101 - #7 ] * #104 + #104 * #104 + #108 - 2 * [ #11 -
#102 ] * #105 + #105 * #105 ]
G01 X [ #24 + [ #101 - #102 ] ] Y [ #25 + #102 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + [ #101 - #7 ] ] F#9
G02 Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] R#106
G01 X [ #24 + [ #101 - #102 ] ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
N2
G01 X [ #24 + #101 + #102 + [ #19 - 3 * #7 ] / 12 ] Y [ #25 + #103 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + #101 + #102 + [ #19 - 3 * #7 ] / 4 ] F#9
G01 Z#26
G01 X [ #24 + [ #101 + #102 ] ] Y [ #25 + #102 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + [ #19 / 2 ] ] Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] F#9
G01 X [ #24 + [ 2 * #101 - #102 ] ] Y [ #25 + #102 ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
G01 X [ #24 + [ 2 * #101 + #102 ] ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] F#9
G01 X [ #24 + [ #19 - [ #19 / 6 ] ] ] Y [ #25 + #103 ]
G01 X [ #24 + [ #19 - #102 ] ] Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ]
G01 Y [ #25 + #102 ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
M99
%
```

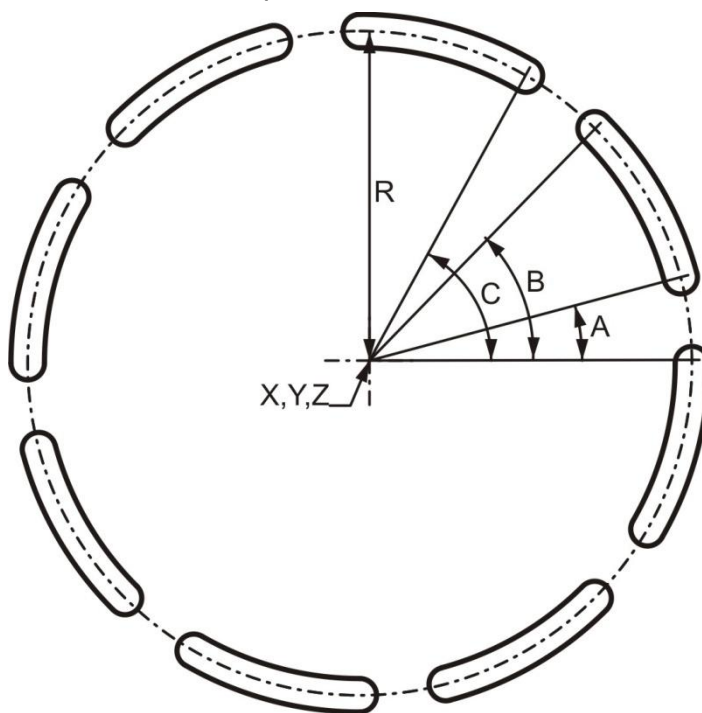
3.4 Μακροεντολή διαδοχικών κυκλικών τόξων ίδιας ακτίνας και κέντρου P2005

P2005 Περιγραφή

Η συγκεκριμένη μακροεντολή διαγράφει διαδοχικά κυκλικά τόξα οποιασδήποτε αρχικής και τελικής γωνίας, σταθερού ενδιάμεσου κυκλικού τόξου με οποιασδήποτε κοινής ακτίνας και κέντρο, με σημείο εκκίνησης το κέντρο του κοινού κύκλου στον οποίο ανήκουν. Η κατεργασία αυτή μπορεί να γίνει για οποιοδήποτε επιθυμητό βάθος κοπής.

Ορίσματα

X	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην X διεύθυνση
Y	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Y διεύθυνση
Z	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Z διεύθυνση
A	αρχική γωνία τόξου
B	τελική γωνία τόξου
C	γωνία ενδιάμεσου σταθερού τόξου
R	ακτίνα κύκλου
K	συντεταγμένη τελικού βάθους κοπής
H	συντεταγμένη επιφάνειας κατεργασίας
Q	βήμα βάθους κοπής
F	πρόωση



Σχήμα 3.4: Παράδειγμα για macro P2005

Παρατηρήσεις

Πριν την κλήση της συγκεκριμένης μακροεντολής ο προγραμματιστής πρέπει να τοποθετήσει το κοπτικό στο σημείο εκκίνησης (X,Y,Z). Πριν και μετά από κάθε βήμα το κοπτικό ανεβαίνει στο Z. Κατά την εκτέλεση της μακροεντολής αλλάζει η πρόωση ανάλογα με την εκάστοτε κίνηση, επομένως ο χρήστης δεν χρειάζεται να πληκτρολογήσει μια σχετικά μικρή πρόωση για πιθανή ζημιά ή ατύχημα. Όταν τελειώσει η μακροεντολή το κοπτικό επανέρχεται στο σημείο εκκίνησης. Σε περίπτωση που δοθούν αριθμητικές τιμές στα H,K,Q οι οποίες δεν είναι εφαρμόσιμες, η μακροεντολή δεν θα εκτελεστεί και ένα αντίστοιχο προειδοποιητικό μήνυμα θα εμφανιστεί στο controller της μηχανής. ΠΡΟΣΟΧΗ! Τα H,K πρέπει να δίνονται από τον προγραμματιστή ως συντεταγμένες και όχι σε

απόλυτη τιμή!

Κώδικας

```
%  
O02005  
IF [ [ #11 - #6 ] LT #17 ] GOTO1  
#101= #11 - #17  
WH [ #101 GE #6 ] DO1  
#102= #1  
WH [ [ [ 360 + #1 ] - #102 ] GE [ #2 + #3 ] ] DO2  
G01 X [ #24 + #18 * COS[ #102 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #102 ] ] F#9  
G01 Z#101 F [ #9 / 5 ]  
#102= #102 + #2  
G03 X [ #24 + #18 * COS[ #102 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #102 ] ] R#18 F#9  
G01 Z#26 F [ #9 ]  
#102= #102 + #3  
END2  
#101= #101 - #17  
END1  
#102= #1  
WH [ [ [ 360 + #1 ] - #102 ] GE [ #2 + #3 ] ] DO3  
G01 X [ #24 + #18 * COS[ #102 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #102 ] ] F#9  
G01 Z#6 F [ #9 / 5 ]  
#102= #102 + #2  
G03 X [ #24 + #18 * COS[ #102 ] ] Y [ #25 + #18 * SIN[ #102 ] ] R#18 F#9  
G01 Z#26 F [ #9 ]  
#102= #102 + #3  
END3  
G01 X#24 Y#25 F#9  
GOTO2  
N1  
#3000= 999 (WRONG VALUES H K Q)  
N2  
M99  
%
```

3.5 Μακροεντολές ευθύγραμμης κίνησης υπό κλίση αγνώστου τελικού σημείου P2006, P2007, P2008

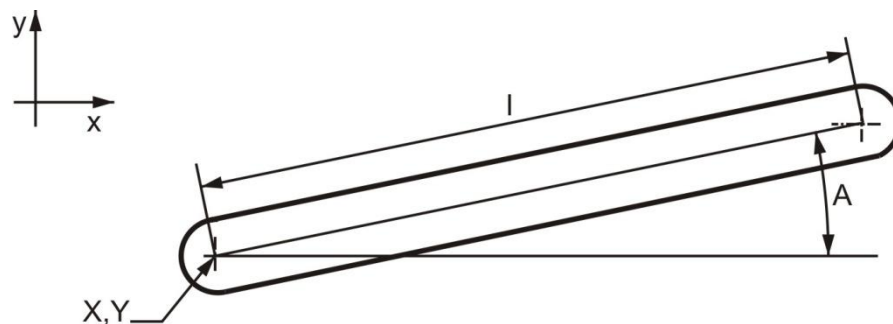
P2006
P2007
P2008

Περιγραφή

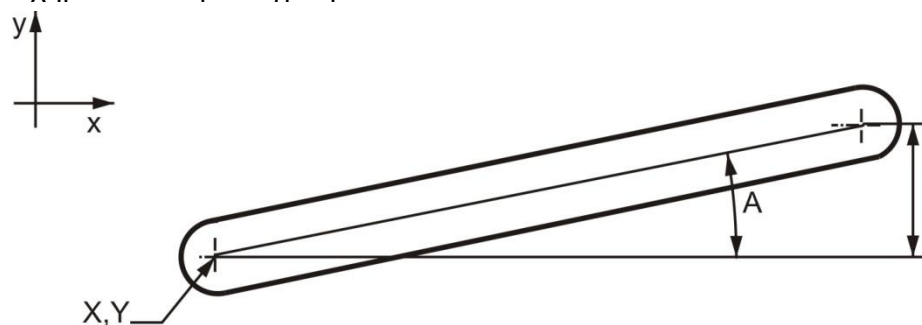
Οι συγκεκριμένες μακροεντολές διαγράφουν ευθύγραμμη κίνηση υπό κλίση, με σημείο εκκίνησης την αρχή του ευθύγραμμου τμήματος και δεδομένα τις συντεταγμένες του σημείου εκκίνησης, την γωνία κλίσης και μία απόσταση η οποία είναι διαφορετική στην κάθε μία από τις τρεις.

Ορίσματα

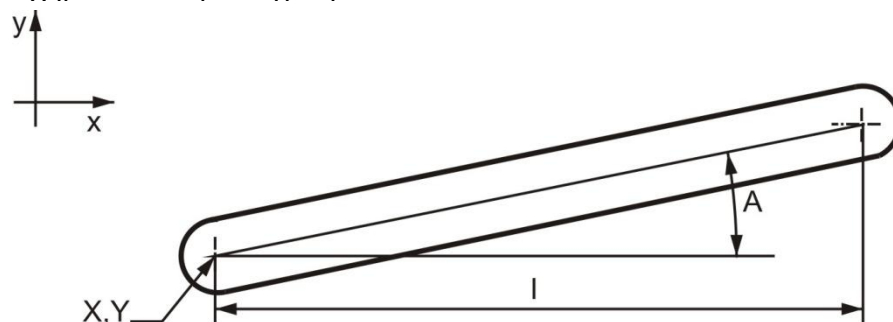
X συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην X διεύθυνση
Y συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Y διεύθυνση
A γωνία κλίσης
F Πρόωση
I μήκος ευθύγραμμου τμήματος - **P2006**
μήκος απέναντι κάθετης στην A - **P2007**
μήκος προσκείμενης κάθετης στην A - **P2008**



Σχήμα 3.5: Παράδειγμα για macro P2006



Σχήμα 3.6: Παράδειγμα για macro P2007



Σχήμα 3.7: Παράδειγμα για macro P2008

Παρατηρήσεις

Οι μακροεντολές αυτές ενδείκνυται για χρήση πριν ή έπειτα από εντολές όπως οι G00, G01, G02, G03. Μπορούν δηλαδή να πάρουν μέρος σε μία γραμμική κατεργασία η οποία αποτελείται από περισσότερες της μίας εντολής.

Κώδικας P2006

%

O02006

G01 X [#24 + #4 * COS[#1]] Y [#25 + #4 * SIN[#1]] F#9

M99

%

Κώδικας P2007

%

O02007

G01 X [#24 + #4 / TAN[#1]] Y [#25 + #4] F#9

M99

%

Κώδικας P2008

%

O02008

G01 X[#24+#4] Y[#25+#4*TAN[#1]] F#9

M99

%

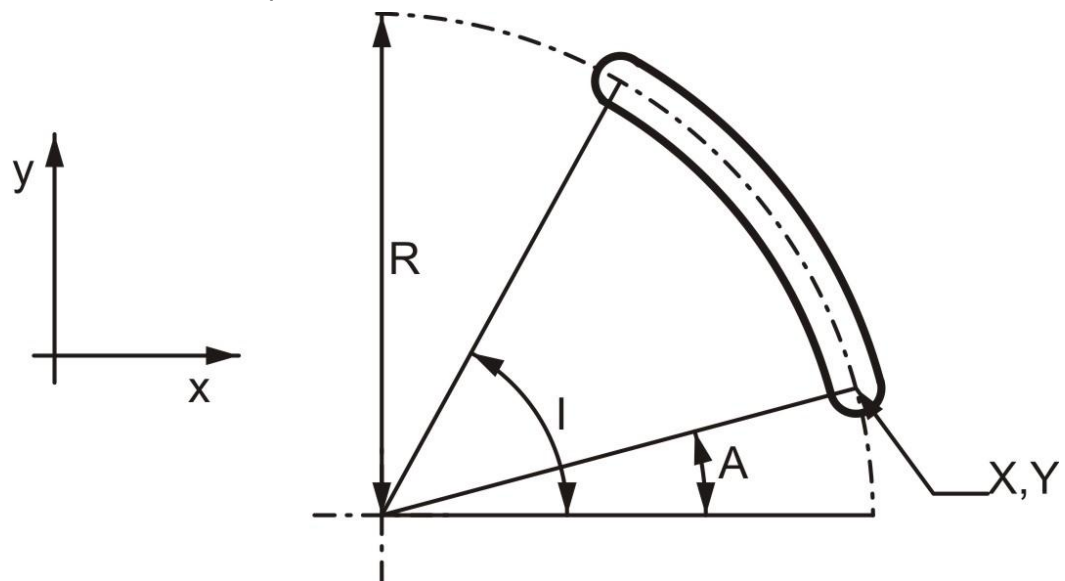
3.6 Μακροεντολή κυκλικού τόξου γνωστής αρχικής και τελικής γωνίας P2009

P2009 Περιγραφή

Η συγκεκριμένη μακροεντολή διαγράφει κυκλικό τόξο οποιασδήποτε αρχικής και τελικής γωνίας και ακτίνας, με σημείο εκκίνησης την αρχή του τόξου.

Ορίσματα

X	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην X διεύθυνση
Y	συντεταγμένη σημείου εκκίνησης στην Y διεύθυνση
A	αρχική γωνία τόξου
I	τελική γωνία τόξου
R	ακτίνα τόξου
F	Πρόωση



Σχήμα 3.8: Παράδειγμα για macro P2009

Παρατηρήσεις

Η μακροεντολή αυτή ενδείκνυται για χρήση πριν ή έπειτα από εντολές όπως οι G00, G01, G02, G03. Μπορεί δηλαδή να χρησιμοποιηθεί σε μία γραμμική κατεργασία η οποία αποτελείται από περισσότερες της μίας εντολής.

Κώδικας

```
%  
O02009  
#101=#18*SIN[90-#1]  
#102=#18*COS[90-#1]  
#103=#101+#18*COS[180-#4]  
#104=#102+#18*SIN[108-#4]  
G03X[#24+#103]Y[#25+#104]R#18F#9  
M99  
%
```

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ G-ΚΩΔΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΕΝΤΟΛΩΝ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ

Στα πλαίσια της εργασίας, τα προγράμματα G-κώδικα αλλά και μακροεντολών τα οποία αναπτύχθηκαν, εφαρμόστηκαν για την κατεργασία δοκιμίων. Τα δοκίμια που χρησιμοποιήθηκαν είναι από πολυαιθυλένιο 500 πράσινου και μπορντό χρώματος. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή των προγραμμάτων είναι ο ακόλουθος.

Κέντρο κατεργασίας

Η εργαλειομηχανή στην οποία πραγματοποιήθηκε η εργασία είναι η HAAS MiniMILL HE και βρίσκεται στο Εργαστήριο Βιομηχανικής Παραγωγής με τη Βοήθεια H/Y (CAM). Είναι μία φρέζα που διαθέτει κάθετο τριαξονικό κέντρο, σταθμό 10 εργαλείων, μνήμη 1 MB, έχει ισχύς 7.5-hp και οι μέγιστες στροφές ατράκτου φτάνουν τις 6.000 rpm.



Ανιχνευτής επαφής OMP40

Ευαισθησία σε τρεις κατευθύνσεις X, Y και Z, 260g βάρος, ελάχιστη και μέγιστη δύναμη XY 0.5N / 0.9N, ελάχιστη και μέγιστη δύναμη +Z 5.85N, μεταφορά δεδομένων με οπτική υπέρυθη εκπομπή σε 360° έως 5m.



Ανιχνευτής μηδενισμού εργαλείων με επαφή TS27R

Ευαισθησία σε τρεις κατευθύνσεις X, Y και Z, 650g βάρος, ελάχιστη και μέγιστη δύναμη 1.3N / 2.4N, σύνδεση με βαρέως τύπου καλώδιο.

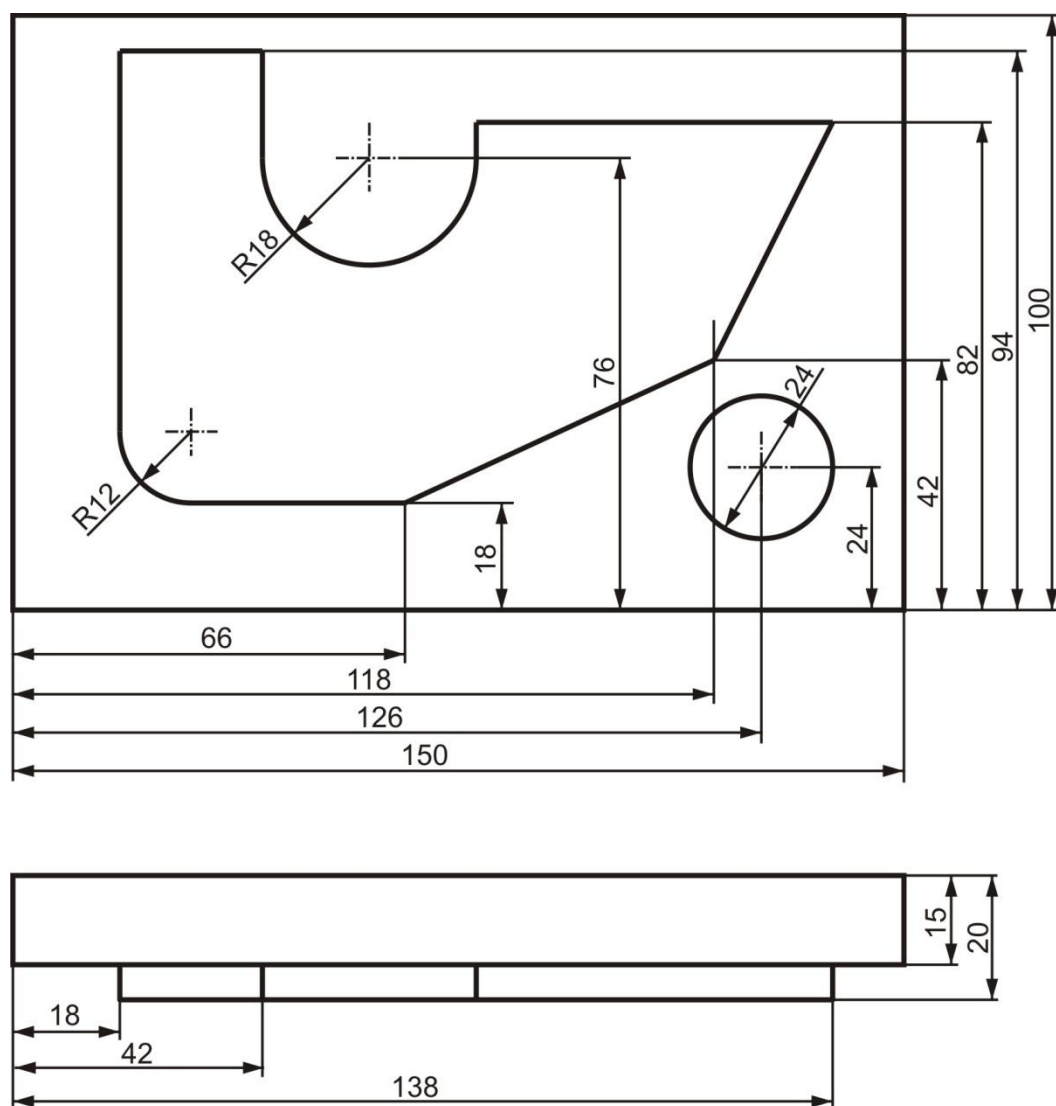
Κοπτικά εργαλεία

End mill	3mm
End mill	6mm
End mill	8mm
End mill	10mm
End mill	20mm
Drill	4mm
Drill	5mm
Drill	8mm
Tap	5mm

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το μηχανολογικό σχέδιο, ο κώδικας και το τελικό κατεργασμένο δοκίμιο για κάθε πρακτική εφαρμογή.

4.1 Μηχανολογικό Σχέδιο

O3001



Κώδικας προγραμματισμού

```
%
O03001
G17
G54
M03 S1000
T3 M06
G43 H03
G21
G94
G90
G00 X-50. Y-50.
G00 Z-5.
G41 D03
G01 X13. Y-15. F500.
G01 Y98.
G01 X47.
G01 Y74.
G03 X74. Y74. R14. F150.
```

G01 Y87. F500.
G01 X142.
G01 X124. Y48.
G01 X134. Y38. F150.
G02 X140. Y24. R12.
G01 X138. Y14. F500.
G02 X114. Y14. R15. F150.
G40 G01 X103. Y23. F500.
G41 D03
G01 X66. Y13.
G01 X30.
G02 X13. Y30. R18. F150.
G40 G01 X0. Y0. F500.
G01 X105.
G00 Z20.
G00 X150. Y35.
G01 Z-5.
G01 Y80.
G01 X133. Y45.
G00 Z20.
T7 M06
S1000 M03
G43 H07
G00 X-15. Y-15.
G41 D07
G01 X18. Y-15. F500.
G01 Z-5.
G01 Y94.
G01 X42.
G01 Y76.
G03 X78. Y76. R18. F150.
G01 Y82. F500.
G01 X138.
G01 X118. Y42.
G01 X66. Y18.
G01 X30.
G02 X18. Y30. R12. F150.
G00 Z10.
G40 G00 X160. Y40.
G41 D07
G01 X138. Y24. F500.
G01 Z-5.
G02 X138. Y24. I-12.
G00 Z20.
G40 G00 X0 Y0
M30
%

Κατεργασμένο τεμάχιο

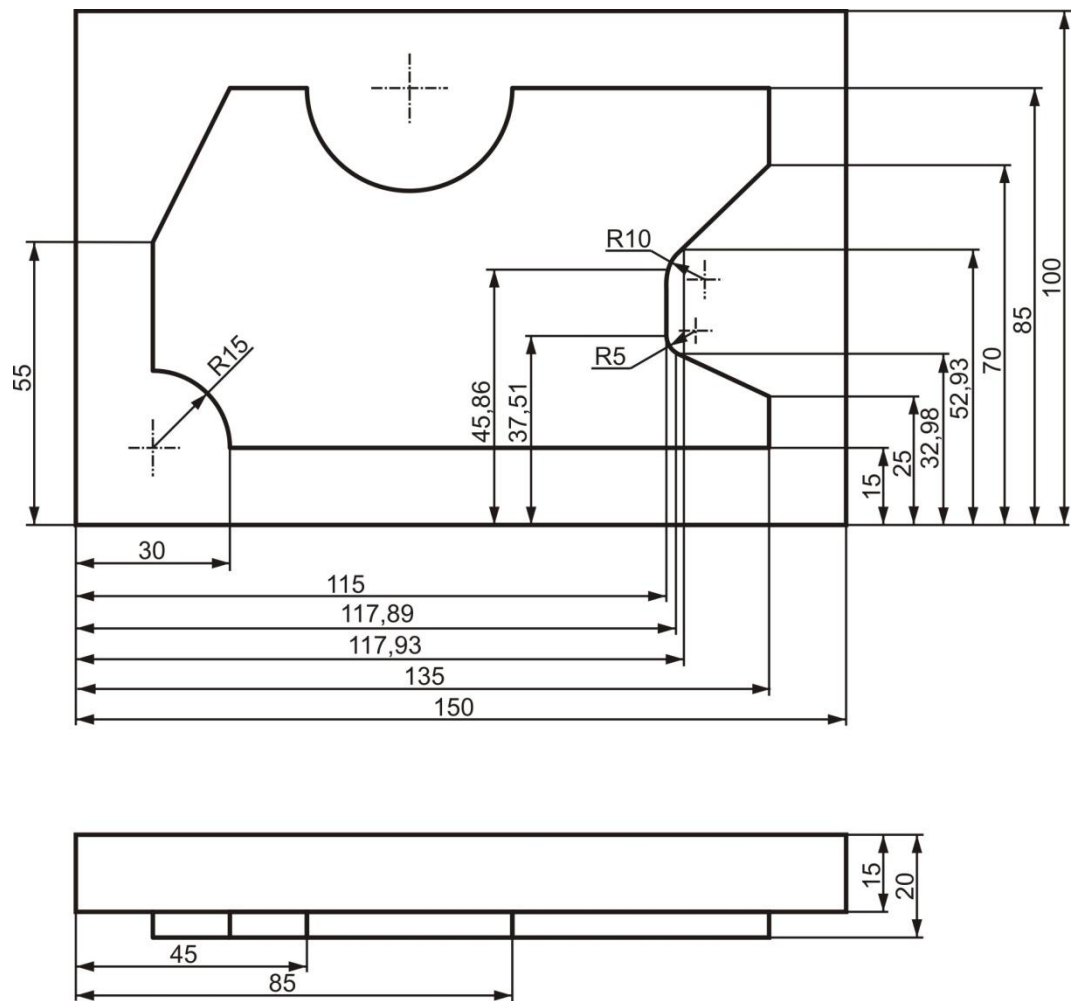


Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T3 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 20mm ενώ το T7 είναι end mill 6mm. Με το T3 γίνεται στην αρχή μία εκχόνδριση και έπειτα με το T7 γίνεται η τελική κατεργασία. Στο δοκίμιο αυτό εφαρμόστηκαν οι κύριες εντολές G00, G01, G02-G03, η αλλαγή κοπτικού και η αντιστάθμιση μήκους και κίνησης.

4.2 Μηχανολογικό Σχέδιο

O3002



Κώδικας προγραμματισμού

```
%
O03002
G17
G54
M03 S1000
T3 M06
G43 H03
G21
G94
G90
G00 X-50. Y-50.
G01 Z-5. F500.
G41 D03
G01 X10. Y-15. F500.
G01 Y61.
G01 X25. Y90.
G01 X140.
G01 Y10.
G01 X10.
G01 Y110.
G40 X0. Y0.
```

G01 X15. Y15.
G01 Z10.
G01 X64. Y150.
G01 Z-5.
G01 Y83.
G01 X66.
G01 Y150.
G00 Z10.
G00 X160. Y70.
G01 Z-5.
G41 D03
G01 X135. Y60.
G03 X135. Y30. R15. F300.
G01 Z10.
G40 G00 X0. Z20.
T2 M06
S1000 M03
G43 H02
G00 X-15. Y-15.
G01 Z-5.
G41 D02
G01 X15. Y-15. F500.
G01 Y55.
G01 X30. Y85.
G01 X45.
G03 X85. Y85. R20. F300.
G01 X135. F500.
G01 X135. Y70.
G01 X117.93 Y52.93
G03 X115. Y45.86 R10. F300.
G01 Y37.51 F500.
G03 X117.89 Y32.98 R5. F300.
G01 X135. Y25. F500.
G01 Y15.
G01 X30.
G03 X15. Y30. R15. F300.
G01 X-10.
G00 Z20.
G40 G00 X0 Y0
M02
%

Κατεργασμένο τεμάχιο

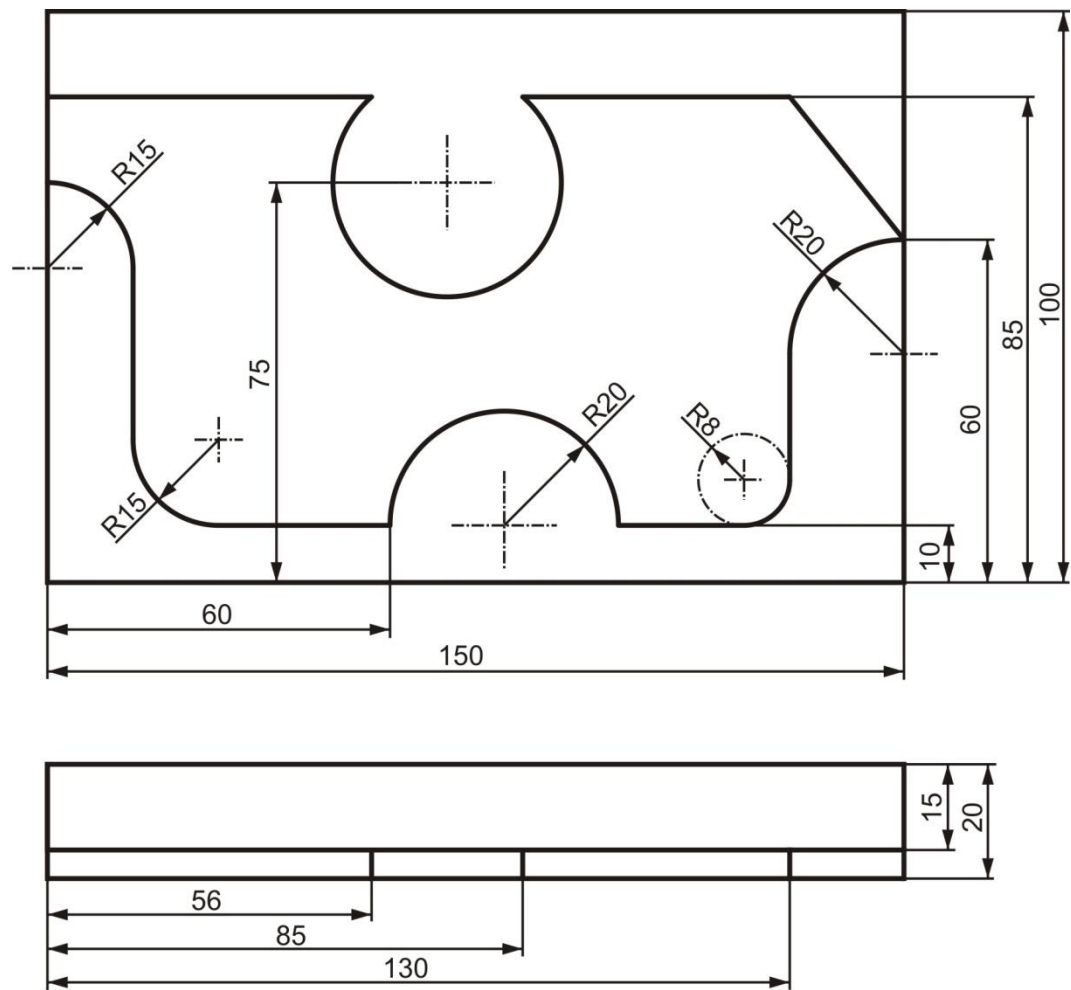


Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T3 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 20mm ενώ το T2 είναι end mill 10mm. Με το T3 γίνεται στην αρχή μία εκχόνδριση και έπειτα με το T2 γίνεται η τελική κατεργασία. Στο δοκίμιο αυτό εφαρμόστηκαν οι κύριες εντολές G00, G01, G02-G03, η αλλαγή κοπτικού και η αντιστάθμιση μήκους και κίνησης.

4.3 Μηχανολογικό Σχέδιο

O3003



Κώδικας προγραμματισμού

```
%
O03003
G17
G54
M03 S1000
T3 M06
G43 H03
G21
G94
G90
G00 X-15. Y0.
G01 Z-5. F500.
G01 X0.
G00 Z20.
G00 X170.
G01 Z-5.
G01 X150.
G00 Z20.
G00 X170. Y100.
G01 Z-5.
G01 X150.
```

```
G00 Z20.  
G00 X-20. Y100.  
G01 Z-5.  
G41 D03  
G01 X0. Y85.  
G01 X56.  
G03 X86. Y85. I15. J-15. F150.  
G01 X130. F500.  
G01 X150. Y60.  
G03 X130. Y40. R20. F150.  
G01 Y18. F500.  
G02 X122. Y10. R8. F150.  
G01 X100. F500.  
G03 X60. Y10. R20. F150.  
G01 X30. F500.  
G02 X15. Y25. R15. F150.  
G01 Y55. F500.  
G03 X0. Y70. R15. F150.  
G00 Z10. F500.  
G40 G00 X10. Y10.  
M02  
%
```

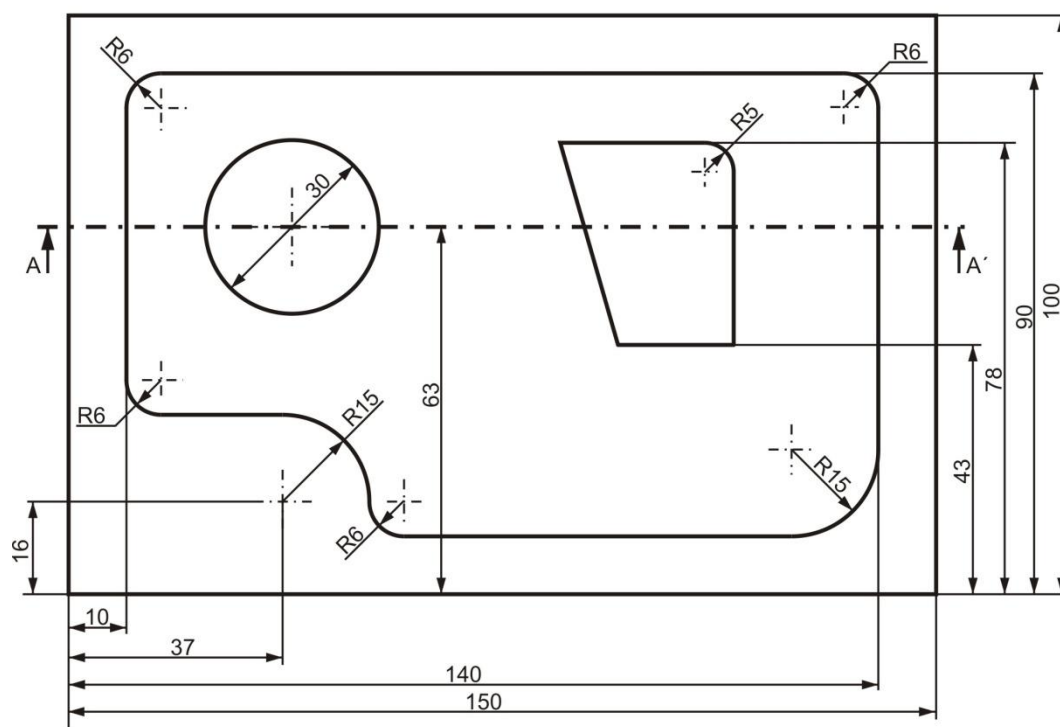
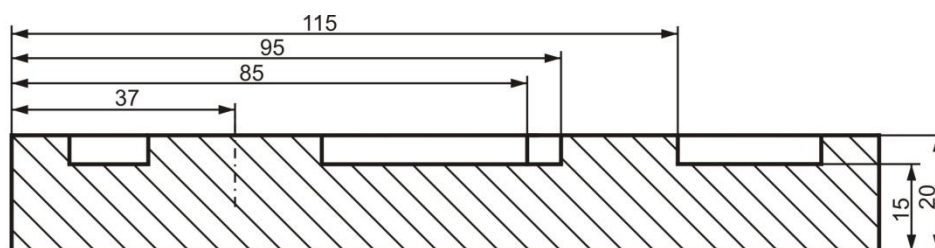
Κατεργασμένο τεμάχιο



Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T3 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 20mm. Στο δοκίμιο αυτό εφαρμόστηκαν οι κύριες εντολές G00, G01, G02-G03, η αλλαγή κοπτικού και η αντιστάθμιση μήκους και κίνησης.

4.4 Μηχανολογικό Σχέδιο



Κώδικας προγραμματισμού

%
O03004
G17
G54
T2 M06
M03 S1000
G43 H02
G21
G94
G90
G00 X80. Y25.
G01 Z-5. F500.
G150 P3104 X80. Y25. Z-5. Q5. R5. I5. K1. G41 D02 F300.
G40 G01 X80. Y25.
G00 Z30.
M30
%

%
 O03104
 G01 Y10.
 G01 X125.
 G03 X140. Y25. R15.
 G01 Y84.
 G03 X134. Y90. R6.
 G01 X95.
 G01 Y78.
 G01 X110.
 G02 X115. Y73. R5.
 G01 Y43.
 G01 X95.
 G01 X85. Y78.
 G01 X105.
 G01 Y90.
 G01 X16.
 G03 X10. Y84. R6.
 G01 Y63.
 G01 X22.
 G02 X22. Y63. I15.
 G02 X37. Y78. R15.
 G01 Y90.
 G01 X16.
 G03 X10. Y84. R6.
 G01 Y37.
 G03 X16. Y31. R6.
 G01 X37.
 G02 X52. Y16. R15.
 G03 X58. Y10. R6.
 G01 X80.
 M99
 %

Κατεργασμένο τεμάχιο



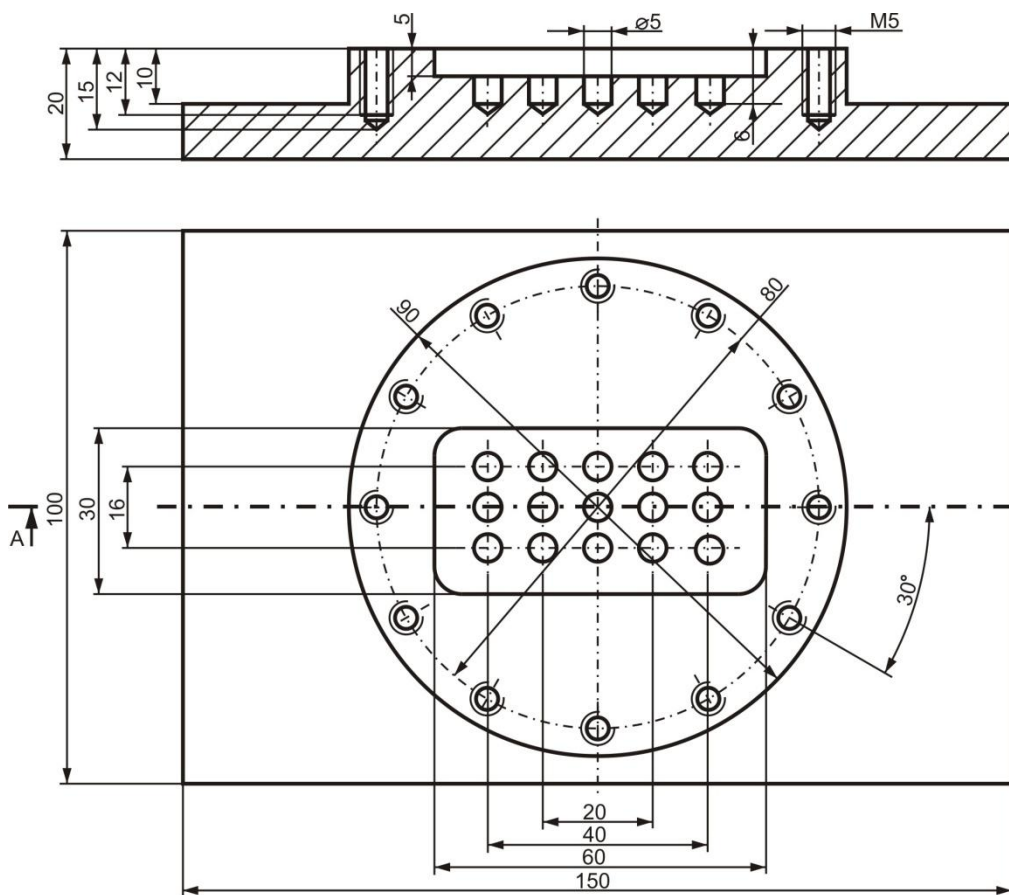
Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T2 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 10mm. Στο δοκίμιο αυτό, εκτός από τις εντολές που εφαρμόστηκαν και στα προηγούμενα δοκίμια, εφαρμόστηκε η εντολή G150. Το υποπρόγραμμα για την G150 είναι το O03104 και παραθέτεται μετά τον κώδικα O3004.

4.5

Μηχανολογικό Σχέδιο

O3005



Κώδικας προγραμματισμού

%
O03005
G17
G54
T3 M06
M03 S1000
G43 H03
G21
G94
G90
G00 X75. Y115. F500.
G00 Z-5.
G01 Y105.
G02 X75. Y105. J-55. F300.
G01 Y123. F500.
G02 X75. Y123. J-73. F300.
G00 X0. Y115. F500.
G01 X5. Y95.
G00 Z10.
G00 Y-15.
G00 Z-5.
G01 Y5.
G00 Z10.
G00 X165.

G00 Z-5.
 G01 X145.
 G00 Z10.
 G00 Y115.
 G00 Z-5.
 G01 Y95.
 G00 Z10.
 G00 X75. Y115.
 G00 Z-10.
 G01 Y105.
 G02 X75. Y105. J-55. F300.
 G01 Y123. F500.
 G02 X75. Y123. J-73. F300.
 G00 X0. Y115. F500.
 G01 X5. Y95.
 G00 Z10.
 G00 Y-15.
 G00 Z-10.
 G01 Y5.
 G00 Z10.
 G00 X165.
 G00 Z-10.
 G01 X145.
 G00 Z10.
 G00 Y115.
 G00 Z-10.
 G01 Y95.
 G00 Z10.
 T2 M06
 M03 S1000
 G43 H02
 G00 X75. Y50.
 G01 Z-10. F200.
 G01 Z0. F200.
 G150 P3105 X75. Y50. Z-5. Q5. R5. J5. G41 D02 F300.
 G40 G01 X75. Y50. F500.
 T6 M06
 M03 S1000
 G43 H06
 G00 Z10.
 G81 G99 Z-15. R10. F200. L0
 G70 I40. J30. L12
 T8 M06
 M03 S200
 G43 H08
 G00 Z10.
 G84 G99 Z-12. R10. F160. L0
 G70 I40. J30. L12
 T5 M06
 M03 S1000
 G43 H05
 G00 Z5.
 G01 X55. Y58. F500.
 G81 G99 Z-11. R5. F200. L0
 G72 I10. J0. L5

```

G01 Y50. F500.
G81 G99 Z-11. R5. F200. L0
G72 I10. J0. L5
G01 Y42.
G81 G99 Z-11. R5. F200. L0
G72 I10. J0. L5
G00 Z30.
M30
%
```

```

%
O03105
G01 Y65.
G01 X50.25
G03 X45. Y59.75 R5.25
G01 Y40.25
G03 X50.25 Y35. R5.25
G01 X99.75
G03 X105. Y40.25 R5.25
G01 Y59.75
G03 X99.75 Y65. R5.25
G01 X75.
M99
%
```

Κατεργασμένο τεμάχιο

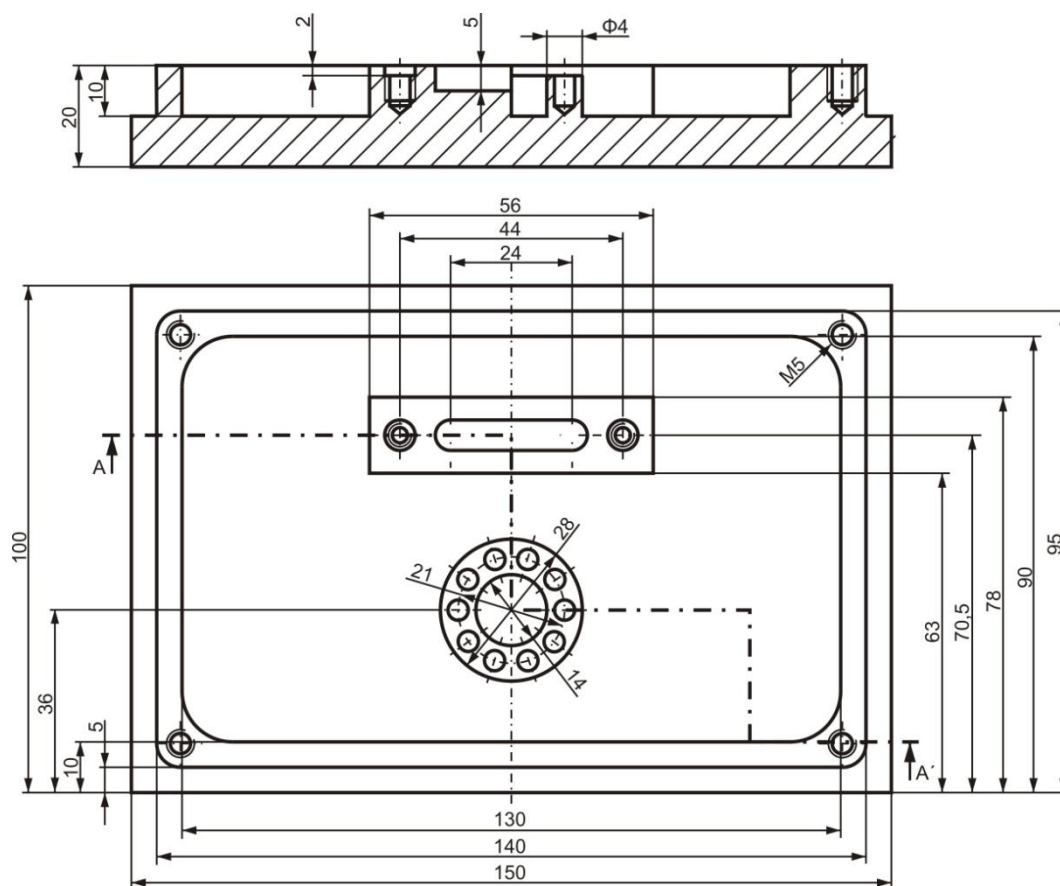


Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T2 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 10mm, το T3 end mill 20mm, το T5 drill 5mm, το T6 drill 4mm και το T8 tap 5mm. Στο δοκίμιο αυτό, εκτός από τις εντολές που εφαρμόστηκαν και στα προηγούμενα δοκίμια, εφαρμόστηκαν οι εντολές G70, G72, G81, G84. Το υποπρόγραμμα για την G150 είναι το O3105 και παραθέτεται μετά τον κώδικα O3005.

4.6 Μηχανολογικό Σχέδιο

O3006



Κώδικας προγραμματισμού

%
O03006
G17
G54
T2 M06
M03 S1000
G43 H02
G21
G94
G90
G00 X-15. Y-15. F500.
G01 Z-5. F300.
G41 D02
G01 X5.
G01 Y90.
G02 X10. Y95. R5. F300.
G01 X140. F500.
G02 X145. Y90. R5. F300.
G01 Y10. F500.
G02 X140. Y5. R5. F300.
G01 X10. F500.
G02 X5. Y10. R5. F300.
G01 Z-10. F200.
G01 Y90. F500.

G02 X10. Y95. R5. F300.
 G01 X140. F500.
 G02 X145. Y90. R5. F300.
 G01 Y10. F500.
 G02 X140. Y5. R5. F300.
 G01 X10. F500.
 G02 X5. Y10. R5. F300.
 G01 Z5. F700.
 G40 G01 X40. Y36. F500.
 G01 Z-10. F200.
 G01 Z0. F500.
 G150 P3106 X40. Y36. Z-10. Q5. R0. J5. K0.5 G41 D02 F300.
 G40 G01 X40. Y36. F500.
 G01 X75.
 G13 Z-2. I6. K16. Q6. D02 F200.
 G90
 G01 Y34. F500.
 G01 Z-5. F200.
 G02 X75. Y34. J2.
 G01 Z-10.
 G02 X75. Y34. J2.
 G01 Z10. F500.
 T6 M06
 M03 S1000
 G43 H06
 G00 X75. Y36. Z10.
 G81 G99 Z-8. R5. F200. L0
 G70 I10.5 J0. L10
 G00 X10. Y10. F500.
 G81 G99 Z-8. R5. F200.
 G00 X140.
 G81 G99 Z-8. R5. F200.
 G00 Y90.
 G81 G99 Z-8. R5. F200.
 G00 X10.
 G81 G99 Z-8. R5. F200.
 G00 X53. Y70.5
 G81 G99 Z-8. R5. F200.
 G00 X97.
 G81 G99 Z-8. R5. F200.
 T5 M06
 M03 S1000
 G43 H05
 G01 X53. Y70.5 Z10. F800.
 G01 Z-2. F200.
 G01 Z5. F500.
 G01 X97.
 G01 Z-2. F200.
 G01 Z5. F500.
 G01 X63.
 G01 Z-5. F200.
 G01 X87. F500.
 G01 Z10.
 T8 M06
 M03 S200

G43 H08
G00 X10. Y10. F500.
G01 Z10.
G84 G99 Z-7. R10. F160.
G00 X140.
G84 G99 Z-7. R10. F160.
G00 Y90.
G84 G99 Z-7. R10. F160.
G00 X10.
G84 G99 Z-7. R10. F160.
G00 X53. Y70.5
G84 G99 Z-7. R10. F160.
G00 X97.
G84 G99 Z-7. R10. F160.
M30
%

%
O03106
G01 X10.
G01 Y20.
G03 X20. Y10. R10.
G01 X130.
G03 X140. Y20. R10.
G01 Y36.
G01 X89.
G02 X89. Y36. I-14.
G02 X75. Y22. R14.
G01 Y10.
G01 X130.
G03 X140. Y20. R10.
G01 Y80.
G03 X130. Y90. R10.
G01 X55.
G01 Y78.
G01 X103.
G01 Y63.
G01 X47.
G01 Y78.
G01 X95.
G01 Y90.
G01 X20.
G03 X10. Y80. R10.
G01 Y36.
M99
%

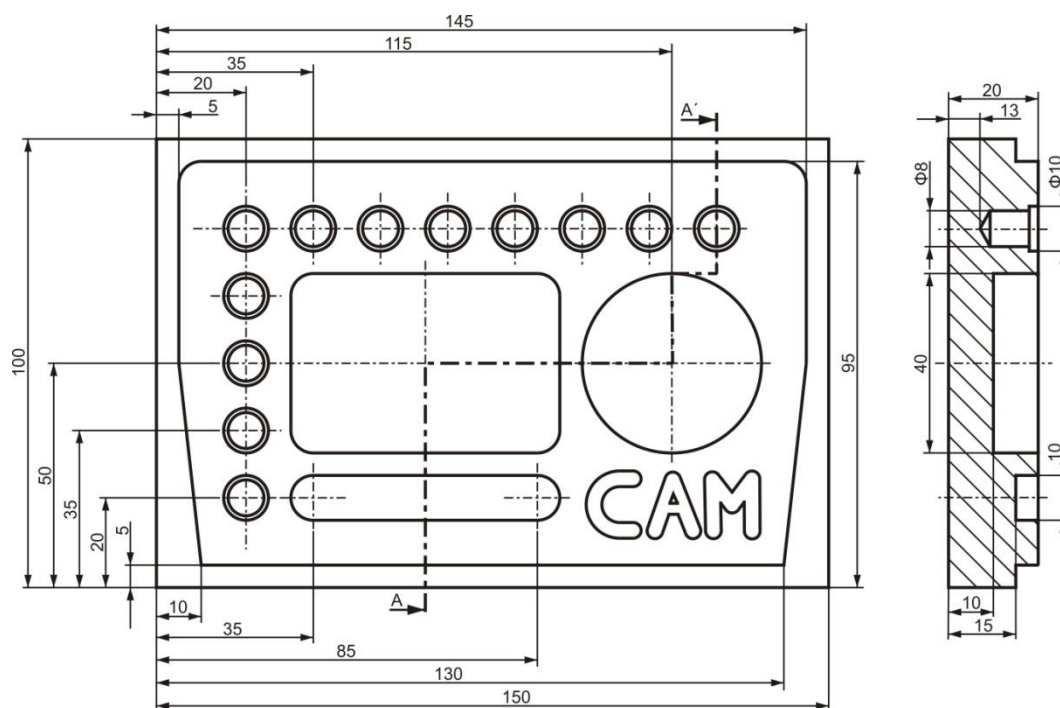
Κατεργασμένο τεμάχιο



Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T2 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 10mm, το T5 end mill 6mm, το T6 drill 4mm και το T8 tap 5mm. Στο δοκίμιο αυτό, εκτός από τις εντολές που εφαρμόστηκαν και στα προηγούμενα δοκίμια, εφαρμόστηκε και η εντολή G13. Το υποπρόγραμμα για την G150 είναι το O3106 και παραθέτεται μετά τον κώδικα O3006.

4.7 Μηχανολογικό Σχέδιο



Κώδικας προγραμματισμού

%
O03007
G17
G54
T2 M06
M03 S1000
G43 H02
G21
G94
G90
G00 X-15. Y-15.
G00 Z-5.
G41 D02
G01 X10. Y5. F500.
G01 X5. Y50.
G01 Y90.
G02 X10. Y95. R5. F300.
G01 X140. F500.
G02 X145. Y90. R5. F300.
G01 Y50. F500.
G01 X140. Y5.
G40 G01 X150. Y0.
G01 X0.
G01 Z10.
G01 X35. Y20.
G01 Z-5. F300.
G01 X85. F500.
G01 Z10.
G01 X35. Y35.
G01 Z-5. F300.

G91
 G01 X50. F500.
 G01 Y8.
 G01 X-50.
 G01 Y7.
 G01 X50.
 G01 Y7.
 G01 X-50.
 G01 Y8.
 G01 X50.
 G01 Z-5. F300.
 G01 X-50. F500.
 G01 Y-8.
 G01 X50.
 G01 Y-7.
 G01 X-50.
 G01 Y-7.
 G01 X50.
 G01 Y-8.
 G01 X-50.
 G01 Y30.
 G01 X50.
 G01 Y-30.
 G01 X-50.
 G90
 G01 Z10.
 G01 X115. Y50.
 G13 Z-10. I3. K20. Q2. L2 D02 F200.
 G01 Z10. F500.
 G01 X20. Y80. F500.
 G81 G99 Z-2. R5. F200. L0
 G72 I15. J270. L5
 G01 X35. Y80. F500.
 G81 G99 Z-2. R5. F200. L0
 G72 I15. J0. L7
 T4 M06
 M03 S1000
 G43 H04
 G01 X20. Y80. Z10. F500.
 G81 G99 Z-13. R5. F200. L0
 G72 I15. J270. L5
 G01 X35. Y80. F500.
 G81 G99 Z-13. R5. F200. L0
 G72 I15. J0. L7
 T9 M06
 M03 S1000
 G43 H09
 G01 X95. Y12. Z5. F500.
 G65 P2004 X95. Y12. Z5. S40. H15. Q-5. D3. F250.
 G01 Z20. F500.
 M30
 %

```

%
O02004
#101= #19 / 3
#102= #7 / 2
#103= #11 / 2
IF [ [ #103 - #102 ] GT [ #101 - 3 * #102 ] ] GOTO1
G01 X [ #24 + [ #101 - #102 ] ] Y [ #25 + #102 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + #103 ] F#9
G02 Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] R [ #103 - #102 ]
G01 X [ #24 + #101 - #102 ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
GOTO2
N1
#107= [ #101 - #7 ] * [ #101 - #7 ]
#108= [ #11 - #102 ] * [ #11 - #102 ]
#109= [ #102 ] * [ #102 ]
#110= [ #103 ] * [ #103 ]
#111= [ #108 - #109 ] * [ #11 - #102 - #103 ] - [ #107 - #109 + #108 - #110 ] * [
#11 - #102 - #102 ]
#104= #111 / [ -2 * [ #101 - #7 - #102 ] * [ #11 - #102 - #102 ] ]
#105= [ #107 - #109 + #108 - #110 - 2 * #104 * [ #101 - #7 - #102 ] ] / [ 2 * [ #11 -
#102 - #103 ] ]
#106= SQRT[ #107 - 2 * [ #101 - #7 ] * #104 + #104 * #104 + #108 - 2 * [ #11 -
#102 ] * #105 + #105 * #105 ]
G01 X [ #24 + [ #101 - #102 ] ] Y [ #25 + #102 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + [ #101 - #7 ] ] F#9
G02 Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] R#106
G01 X [ #24 + [ #101 - #102 ] ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
N2
G01 X [ #24 + #101 + #102 + [ #19 - 3 * #7 ] / 12 ] Y [ #25 + #103 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + #101 + #102 + [ #19 - 3 * #7 ] / 4 ] F#9
G01 Z#26
G01 X [ #24 + [ #101 + #102 ] ] Y [ #25 + #102 ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 X [ #24 + [ #19 / 2 ] ] Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] F#9
G01 X [ #24 + [ 2 * #101 - #102 ] ] Y [ #25 + #102 ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
G01 X [ #24 + [ 2 * #101 + #102 ] ] F#9
G01 Z#17 F [ #9 / 5 ]
G01 Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ] F#9
G01 X [ #24 + [ #19 - [ #19 / 6 ] ] ] Y [ #25 + #103 ]
G01 X [ #24 + [ #19 - #102 ] ] Y [ #25 + [ #11 - #102 ] ]
G01 Y [ #25 + #102 ]
G01 Z#26 F [ #9 / 2 ]
M99
%
```

Κατεργασμένο τεμάχιο

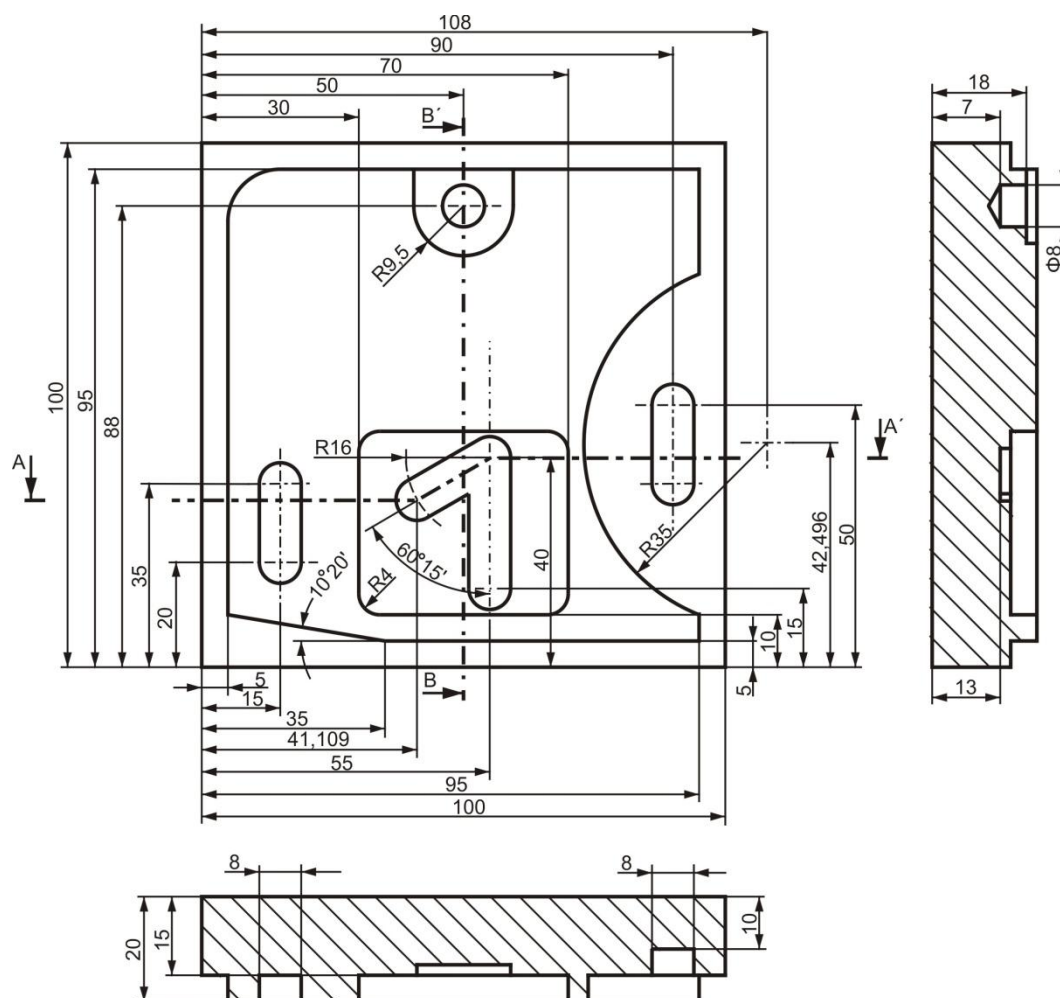


Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T2 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 10mm, το T4 drill 8mm και το T9 end mill 3mm. Στο δοκίμιο αυτό, εκτός από τις εντολές που εφαρμόστηκαν και στα προηγούμενα δοκίμια, εφαρμόστηκε και η εντολή G65 η οποία καλεί υποπρόγραμμα το οποίο είναι γραμμένο με μακροεντολές. Το υποπρόγραμμα που καλεί η G65 είναι το P2004 και ο κώδικάς του παραθέτεται μετά τον κώδικα του O3007.

4.8 Μηχανολογικό Σχέδιο

O3008



Κώδικας προγραμματισμού

%

O03008

G17

G54

T5 M06

M03 S1000

G43 H05

G21

G94

G90

G00 X-50. Y-50.

G00 Z-5.

G41 D05

G01 X5. Y-10. F500.

G01 Y85.

G02 X15. Y95. R10.

G01 X95.

G01 Y5.

G01 X35.

G65 P2006 X35. Y5. Z-5. I45. A168.8 K-5. H0. Q-5. U0. F250.

G40 G01 Z10. F500.

G01 X108. Y42.496
 G01 Z-5.
 G13 Z-5. I3. K35. Q5. L1 D05 F200.
 G01 X90. Y50.
 G01 Z-10. F150.
 G01 Y35. F500.
 G01 Z5. F200.
 G01 X44.5 Y100. F500.
 G01 Z-2.
 G01 Y88.
 G03 X55.5 R9.5
 G01 Y100.
 G01 X50.
 G01 Y88.
 G01 Z5.
 G01 X15. Y20.
 G01 Z-5. F100.
 G01 Y35. F500.
 G01 Z5.
 G01 X34. Y14.
 G01 Z-5. F200.
 G01 Y41. F500.
 G01 X40.
 G01 Y14.
 G01 X46.
 G01 Y41.
 G01 X52.
 G01 Y14.
 G01 X58.
 G01 Y41.
 G01 X64.
 G01 Y14.
 G01 X66.
 G01 Y41.
 G01 X34.
 G01 Y14.
 G01 X64.
 G01 X55. Y15.
 G01 Z-7. F200.
 G01 Y40. F500.
 G65 P2006 X55. Y40. Z-7. I16. A209.85 K-7. H0. Q-7. U0. F250.
 G01 Z10. F500.
 T4 M06
 M03 S1000
 G43 H04
 G01 X50. Y88. Z10. F500.
 G81 G99 Z-7. R5. F50.
 G00 Z20.
 M30
 %

 %
 O02006
 G01 X [#24 + #4 * COS[#1]] Y [#25 + #4 * SIN[#1]] F#9

M99
%

Κατεργασμένο τεμάχιο



Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T5 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 8mm και το T4 drill 8mm. Το υποπρόγραμμα που καλεί η G65 είναι το P2006 και ο κώδικάς του παραθέτεται μετά τον κώδικα του O3008.

G01 Y68. F500.
 G65 P2006 X111. Y68. Z-7. I24. A150. F500.
 G01 Z5. F500.
 G01 X65. Y16.
 G81 G99 Z-2. R5. F500. L0
 G72 I17. J15. L3
 G01 X65. Y16.
 G81 G99 Z-2. R5. F500. L0
 G72 I17. J165. L4
 G01 Z20. F700.
 T4 M06
 M03 S1000
 G43 H04
 G01 X65. Y16.
 G01 Z5. F500.
 G81 G99 Z-12. R5. F200. L0
 G72 I17. J15. L3
 G01 X65. Y16. F500.
 G81 G99 Z-12. R5. F200. L0
 G72 I17. J165. L4
 G01 Z20. F700.
 T3 M06
 M03 S1000
 G43 H03
 G00 X-15. Y-15.
 G01 Z-5. F500.
 G41 D03
 G01 X6. Y0.
 G01 Y68.
 G65 P2007 X6. Y68. I27. A30. F500.
 G01 X115.
 G01 X124. Y80.
 G01 Y20.
 G02 X6. R120.
 G40 G01 X-10.
 G01 Z20.
 M30
 %

 %
 O02006
 G01 X [#24 + #4 * COS[#1]] Y [#25 + #4 * SIN[#1]] F#9
 M99
 %

 %
 O02007
 G01 X [#24 + #4 / TAN[#1]] Y [#25 + #4] F#9
 M99
 %

Κατεργασμένο τεμάχιο



Παρατηρήσεις

Το εργαλείο T2 είναι ένα κοπτικό τύπου end mill 10mm, το T3 end mill 20mm και το T4 drill 8mm. Τα υποπρογράμματα που καλεί η G65 είναι τα P2006,P2007 και ο κώδικάς τους παραθέτεται μετά τον κώδικα του O3009.

5. ΣΥΝΟΨΗ

Τα τελευταία χρόνια είναι αισθητή η ανάγκη παραγωγής μεγάλων παρτίδων πανομοιότυπων τεμαχίων, με μικρό κόστος κατασκευής και μεγάλη κατασκευαστική ακρίβεια. Έτσι οδηγηθήκαμε σε μια νέα γενιά εργαλειομηχανών οι οποίες ονομάζονται ψηφιακά καθοδηγούμενες με ηλεκτρονικό υπολογιστή (CNC). Οι εργαλειομηχανές αυτές δέχονται σαν είσοδο ένα πρόγραμμα και στη συνέχεια εκτελούν την κατεργασία που αυτό περιγράφει. Ο προγραμματισμός γίνεται σε G-κώδικα και M-κώδικα. Ο κώδικας αυτός αποτελείται από εντολές τις οποίες έχει στη μνήμη της η εργαλειομηχανή. Ακόμα μπορεί να γίνει προγραμματισμός και με μακροεντολές.

Σκοπός της εργασίας ήταν να αποκτηθεί εμπειρία στην χρήση μίας εργαλειομηχανής CNC και η απόκτηση γνώσεων λειτουργίας και προγραμματισμού της. Έτσι λοιπόν, κατεργάστηκαν δοκίμια στο κάθετο τριαξονικό κέντρο κατεργασίας HAAS Mini Mill HE. Αναπτύχθηκαν προγράμματα σε G-κώδικα αλλά και προγράμματα μακροεντολών για πληρέστερη λειτουργία των δυνατοτήτων της εργαλειομηχανής. Όλα τα προγράμματα που αναπτύχθηκαν σε G-κώδικα, τα προγράμματα μακροεντολών καθώς και πλήρη αναφορά για τον τρόπο σύνταξης προγραμμάτων με μακροεντολές στην HAAS MiniMILL HE παρατίθενται στην παρούσα εργασία καθιστώντας την χρήσιμο εκπαιδευτικό υλικό.

Οι συνθήκες εργασίας ήταν εφάμιλλες με αυτές ενός μικρού μηχανουργείου όπως επίσης και τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν. Για τον λόγο αυτό πάρθηκαν όλες οι προφυλάξεις και τηρήθηκαν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σημειώσεις στο εργαστηριακό μέρος του μαθήματος Συστήματα Παραγωγής, Αριστομένης Αντωνιάδης
- Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών CNC, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 2002, Αριστομένης Αντωνιάδης – Βιδάκης Νεκτάριος
- Haas Automation Inc., Mill Operator's Manual, June 2008