

ΑΝΩΤΑΤΟ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)  
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ & ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ &  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.

# ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟΥΣ CNC.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ  
ΗΛΙΑΣ ΝΙΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΚΑΝΤΕΜΝΙΑΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Σύμφωνα με έναν απλό και γενικό ορισμό, εργαλειομηχανές ονομάζονται οι μηχανές εκείνες, που χρησιμοποιούνται με την ευρεία έννοια του όρου, ως *εργαλεία* για την κατασκευή κάθε φύσεως μηχανημάτων και συσκευών. Αυτό το επιτυγχάνουν με την αναγκαία διαμόρφωση και επεξεργασία καταλλήλων υλικών και κυρίως μετάλλων. Οι εργαλειομηχανές χρησιμοποιούνται ως κύριο *εργαλείο* για την κατασκευή κινητηρίων μηχανών, αγροτικών και δομικών μηχανημάτων, στις αυτοκινητοβιομηχανίες, στις αεροπορικές κατασκευές, στα μεταλλεία, στην ναυτιλία και στην χημική βιομηχανία.

Στις παραπάνω κατασκευές συγκαταλέγεται πλέον σήμερα και το γνωστό μεγάλο πλήθος των μηχανημάτων εν γένει και συσκευών της βιοιατρικής τεχνολογίας και των τηλεπικοινωνιών που τα τελευταία ιδίως χρόνια έχουν εξελιχθεί και διαδοθεί πάρα πολύ.

Η επί πολλές δεκαετίες υπεύθυνη απασχόληση, σε παραγωγή, κατασκευές και μελέτες εδραίωσε την πεποίθηση ότι χρειάζεται πρώτα η γνώση και επιλογή του σωστού τρόπου εργασίας και των κατάλληλων μηχανών για να ακολουθήσει κατόπιν και σωστή εφαρμογή με καλά αποτελέσματα και ανταγωνιστικά προϊόντα. Η διαπίστωση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην εποχή μας με την ενσωματωμένη υψηλή τεχνολογία στις σύγχρονες εργαλειομηχανές.

Από αυτά συνάγεται ως βασικός κανόνας ότι ο χειριστής πρέπει να εργάζεται πρώτα με το μυαλό και ύστερα με τα χέρια και τις εργαλειομηχανές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ NC ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΕ CNC.

Οι τόννοι με NC άργησαν πολύ να μπουν στην βιομηχανική κατασκευή. Μελέτες που έγιναν στην δεκαετία του 1960 έδειξαν ότι το 40% όλων των εργασιών κοπής μετάλλων γίνονταν σε τόννους, αλλά οι τόννοι με NC είχαν μόνο το 7,4% των συνολικών πωλήσεων την εποχή εκείνη.

Οι τόννοι αυτοί ήταν συνηθισμένοι μηχανικοί τόννοι που είχαν τροποποιηθεί εκ των υστέρων για να λειτουργούν με NC. Ο όρος *τροποποίηση εκ των υστέρων* σημαίνει την τοποθέτηση συστημάτων ελέγχου και άλλων απαραίτητων συσκευών NC σε μια συμβατική συσκευή που δεν έχει σχεδιαστεί από την αρχή για NC. Οι τόννοι αυτοί αποτελούσαν ουσιαστική βελτίωση σε σχέση με του συμβατικούς τόννους που χρησιμοποιούνταν τότε. Μπορούσαν να κάνουν κοπή περιγραμμάτων ελέγχοντας την συνδυασμένη κίνηση του εγκάρσιου ολισθητήρα και του φορείου. Η κοπή αυλακώσεων έγινε δεκτή με τον αυτόματο συγχρονισμό των στροφών ανά λεπτό (rpm/min) της ατράκτου και της κίνησης του φορείου.

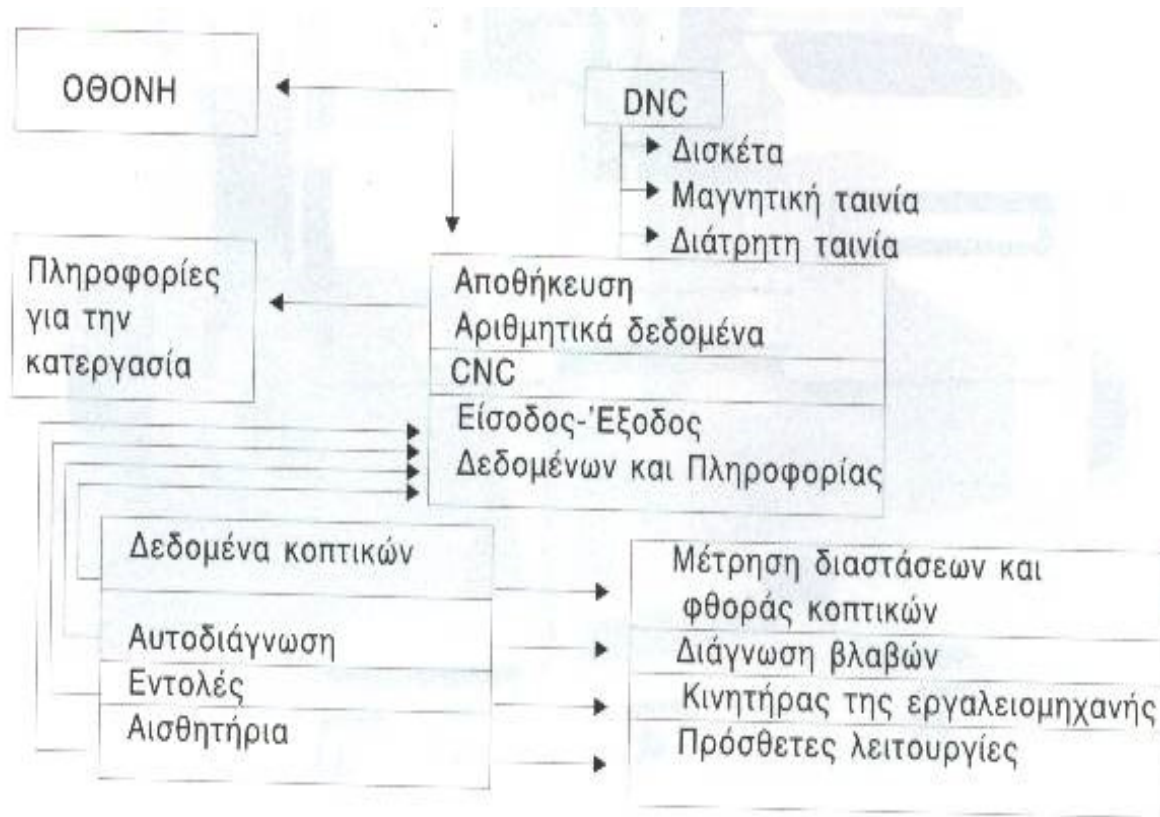
Με την συνεχή έρευνα και ανάπτυξη, οι σημερινοί σύγχρονοι τόννοι με αριθμητικό έλεγχο με υπολογιστή (CNC) έχουν δυνατότητες μεγαλύτερης ακρίβειας και μεγαλύτερων ρυθμών παραγωγής. Αυτές οι εργαλειομηχανές μπορούν να εφοδιαστούν με έγχρωμες οθόνες γραφικών για προγραμματισμό, μετρήσεις κατά την διάρκεια της λειτουργίας, αλλαγή εργαλείων, επίβλεψη αυτόματης φόρτωσης και εκφόρτωσης. Όλα αυτά επιτρέπουν στην μηχανή να λειτουργεί ουσιαστικά χωρίς επίβλεψη με τον ελάχιστο χρόνο εκτός λειτουργίας, πράγμα που κάνει τους σύγχρονους τόννους εξαιρετικά ευέλικτες εργαλειομηχανές.

### 1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΡΝΟΥ CNC

Τα βασικά μέρη μιας εργαλειομηχανής CNC είναι:

- **Σύστημα επεξεργασίας της πληροφορίας**
- **Κινητήρες**
- **Πληκτρολόγιο:** Εισάγουμε τις πληροφορίες και ταυτόχρονα έχουμε άμεση επικοινωνία με την εργαλειομηχανή. Μπορούμε να κάνουμε επεμβάσεις στην ροή του προγράμματος, αλλά και στην διαδικασία της κατεργασίας. Αυτό δεν μπορούσε να επιτευχθεί με τις διάτρητες ταινίες.
- **Οθόνη:** Απεικονίζονται τα διάφορα δεδομένα για την κατεργασία και το σημαντικότερο, τα αποτελέσματα της κατεργασίας. Η ύπαρξη έγχρωμης οθόνης βοηθά στο να κάνουμε γραφικές παραστάσεις και να κατανοήσουμε τη διαδικασία της κατεργασίας.
- **Συστήματα μέτρησης**
- **Ελεγχόμενα μηχανικά μέρη**

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η λειτουργία ενός συστήματος CNC.



**Σχήμα 1**

### 1.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΡΝΩΝ

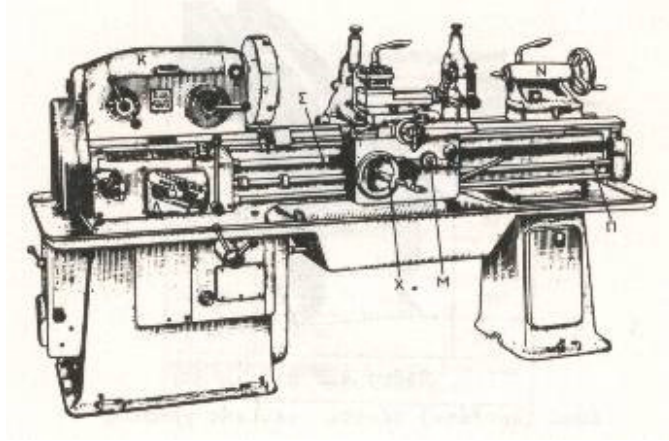
Είναι τόσα πολλά τα είδη και η ποικιλία των τórνων που χρησιμοποιούνται σήμερα στην βιομηχανία, ώστε η κατάταξη του μπορεί να γίνει μόνο εφόσον εξετάζονται από ορισμένη σκοπιά και με ορισμένο κριτήριο.

Τα κυριότερα κριτήρια για την κατάταξη των τórνων είναι:

#### I. Κατάταξη με κριτήριο το είδος της κατεργασίας που εκτελούν:

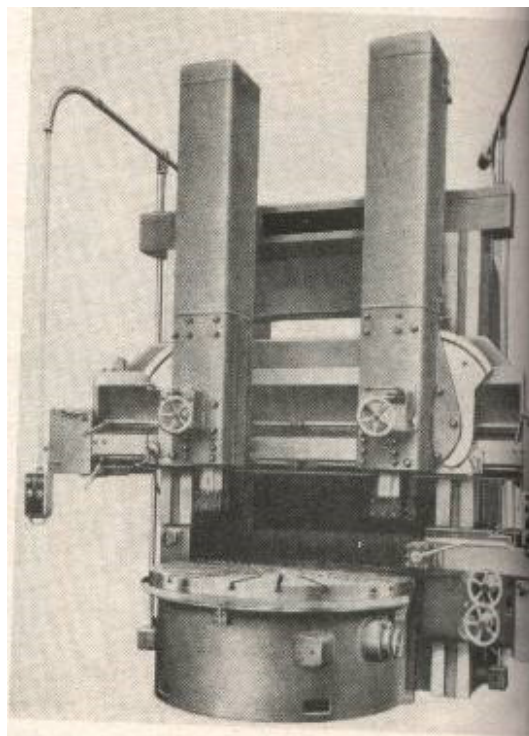
1. Τórνοι γενικής χρήσεως(σχ.1.1). Αυτοί μπορούν να κάνουν τις εξής εργασίες:

- Τórνευση εξωτερικών και εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.
- Τórνευση κωνικών επιφανειών.
- Εγκάρσια τórνευση.
- Διάνοιξη οπών μικρού ή μεγάλου βάθους.
- Κατεργασία επιφανειών μορφής.



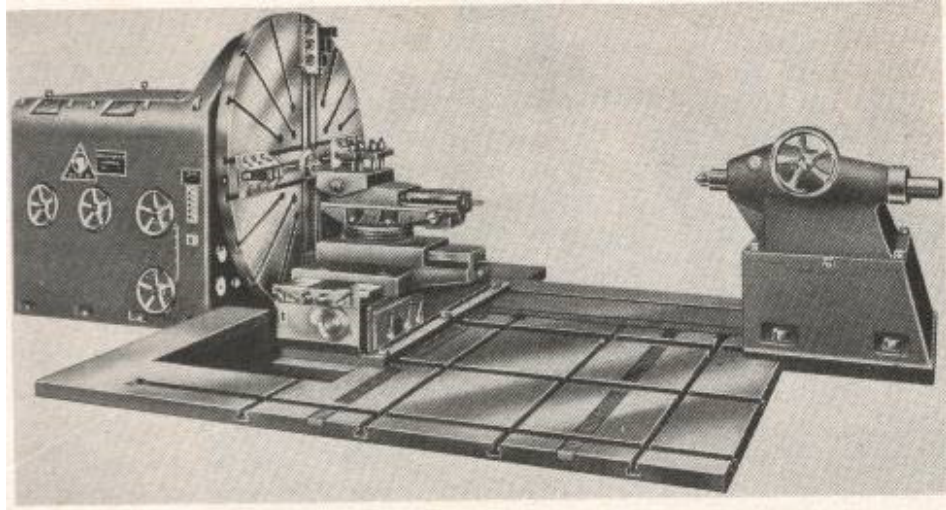
**Σχήμα 1.1** Τόρνος γενικής χρήσεως .

2. Τόρνοι για περιορισμένο είδος εργασιών παραγωγής εν σειρά π.χ.:
  - Τόρνοι για εργασία εκχονδρίσεως και μόνο, δίχως δυνατότητα κοπής σπειρωμάτων.
  - Τόρνοι αντιγραφής.
  - Τόρνοι ρεβόλβερ
  - Τόρνοι πολυάτρακτοι για την ταυτόχρονη διαδοχική κατεργασία πολλών κομματιών από ισάριθμες βέργες πρώτης ύλης ή από τσοκ, όπου συγκρατούνται τα προς κατεργασία κομμάτια.
  - Τόρνοι για κοπή μόνο σπειρωμάτων.
3. Τόρνοι για κομμάτια μεγάλης διαμέτρου και μικρού μήκους.
4. Τόρνοι με κατακόρυφο άξονα περιστροφής(σχ.1.2).



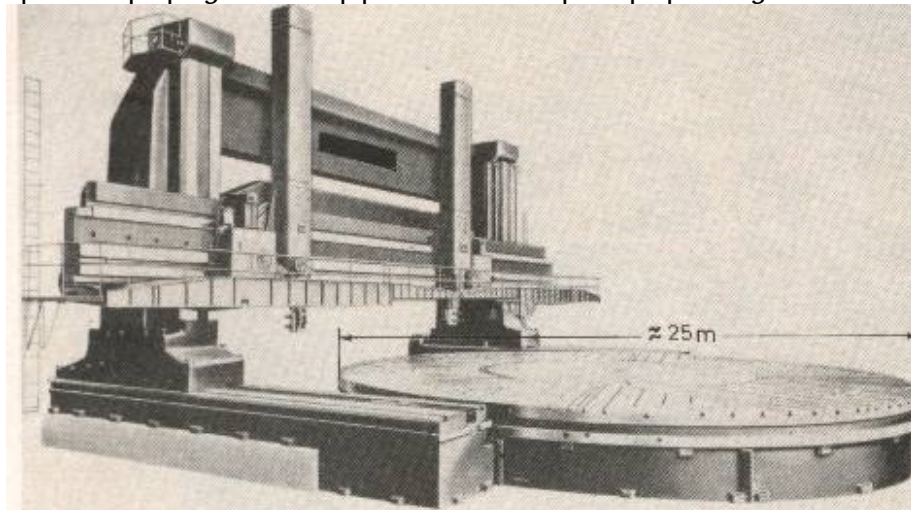
**Σχήμα 1.2** Κάθετος τόρνος (Karussell) με δύο κατακόρυφα εργαλειοφορεία και ένα πλάγιο.

5. Πλακότορνοι(σχ.1.3). Έχουν αντί για σώμα μια πλάκα δαπέδου, πάνω στην οποία βρίσκεται το εργαλειοφορείο και ένας κεντροφορέας.



**Σχήμα 1.3** Πλακότορνοι

6. Τόρνοι δαπέδου(σχ.1.4). Προορίζονται για κομμάτια με πολύ μεγάλη διάμετρο και βάρος π.χ. κομμάτια από υδροστρόβιλους.



**Σχήμα 1.4** Πλακότορνοι μεγάλου μεγέθους.

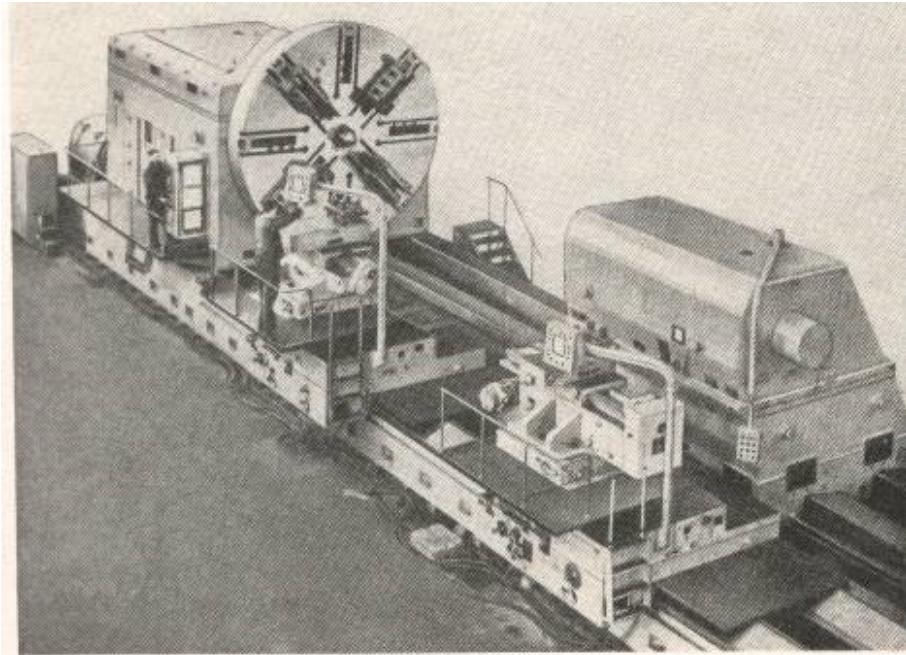
7. Τόρνοι επεξεργασίας μόνο στροφαλοφόρων αξόνων.

8. Τόρνοι για την ταυτόχρονη κατεργασία των δύο τροχών των αξόνων των βαγονιών των σιδηροδρομικών οχημάτων.

9. Τόρνοι επεξεργασίας των έκκεντρων του εκκεντροφόρου άξονα των Μ.Ε.Κ.

## **II. Κατάταξη με κριτήριο το μέγεθος:**

1. Τόρνοι μεγάλου μεγέθους (σχ.1.5).



**Σχήμα 1.5** Τόρνοι πολύ μεγάλου μεγέθους.

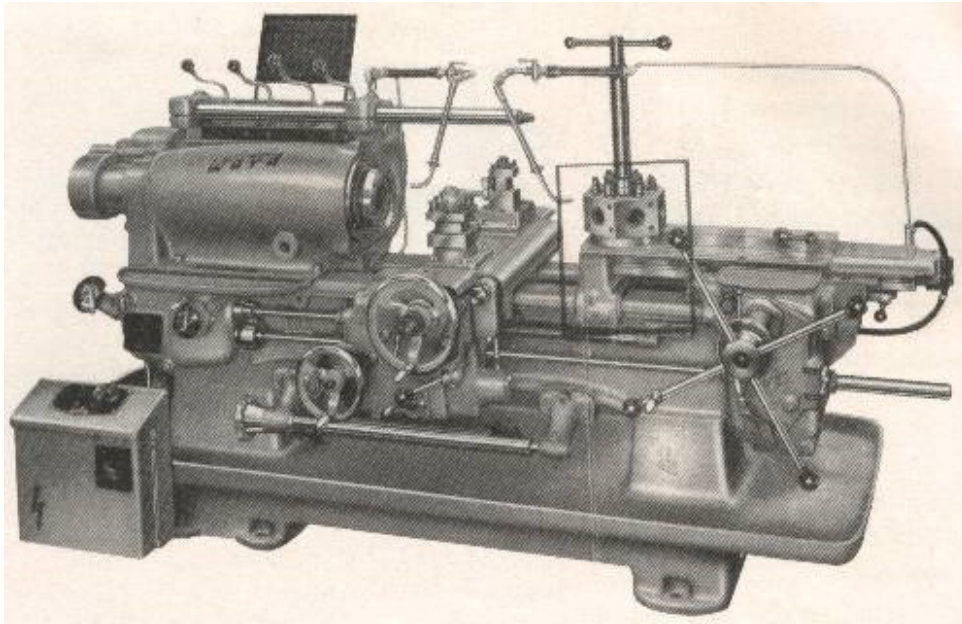
2. Τόρνοι επιτραπέζιοι για ποικίλες εργασίες
3. Τόρνοι μέσου μεγέθους
4. Τόρνοι ωρολογοποιίας και λεπτομηχανουργικής.

### **III. Κατάταξη με κριτήριο το βαθμό αυτοματισμού:**

Το κριτήριο αυτό αναφέρεται ουσιαστικά στο βαθμό συμμετοχής του χειριστή της εργαλειομηχανής κατά την διάρκεια της κατεργασίας. Στην συμμετοχή ή μη αυτή του χειριστή περιλαμβάνεται και ο χρόνος για τη μεταφορά, τη συγκράτηση και την απομάκρυνση του κομματιού. Με βάση τα παραπάνω διακρίνονται:

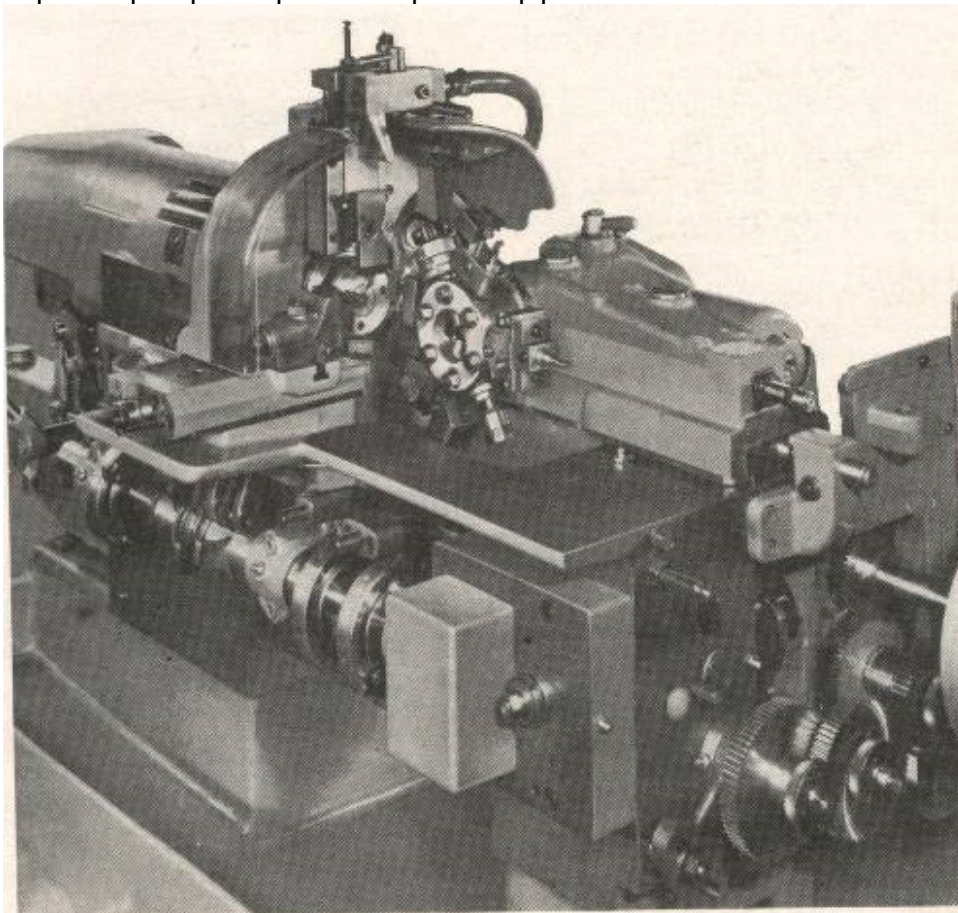
1. Τόρνοι απλοί, όπου, εκτός από την περιστροφή της ατράκτου και την πρόωση, όλες οι άλλες κινήσεις και εργασίες γίνονται με το χέρι.

2. Τόρνοι ημιαυτόματοι (ρεβόλβερ) (σχ.1.6) όπου πολλές κινήσεις, διακοπές κινήσεως και κατεργασίας καθώς και αλλαγές εργαλείων και εμπλοκές γίνονται αυτόματα ή με πολύ περιορισμένη επέμβαση του χειριστή.



**Σχήμα 1.6** Ημιαυτόματος τόνος – ρεβόλβερ.

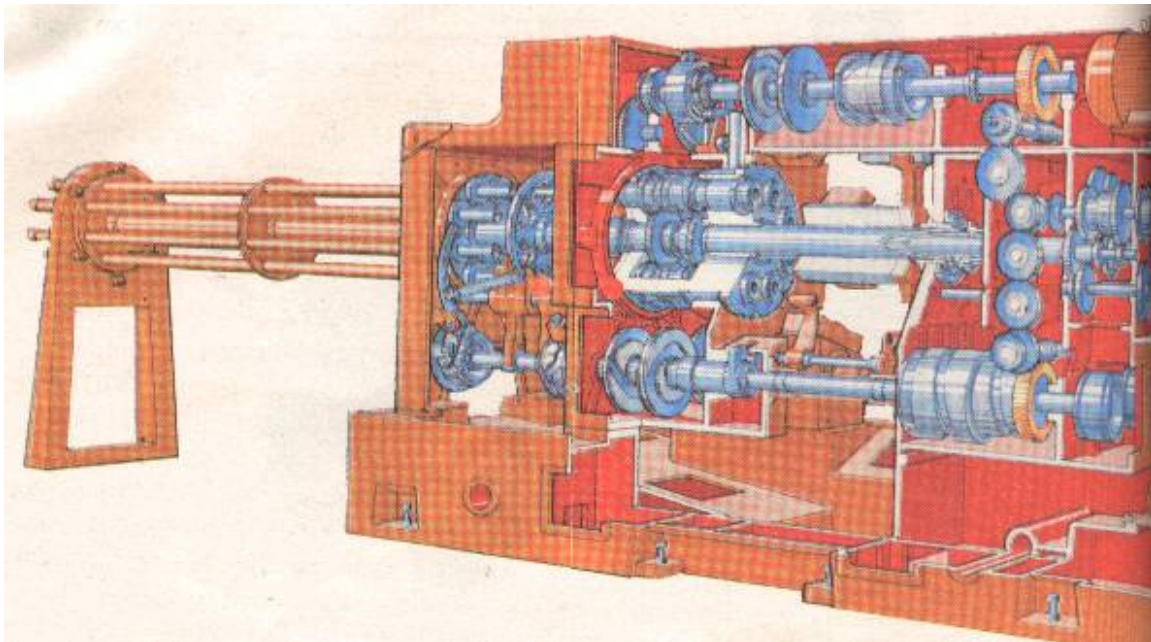
3. Τόνοι αυτόματοι (μηχανικού προγραμματισμού) (σχ.1.7), όπου όλα γίνονται αυτόματα με μηχανικά μέσα, από την προσκόμιση του υλικού ως και την απομάκρυνση του έτοιμου κομματιού.



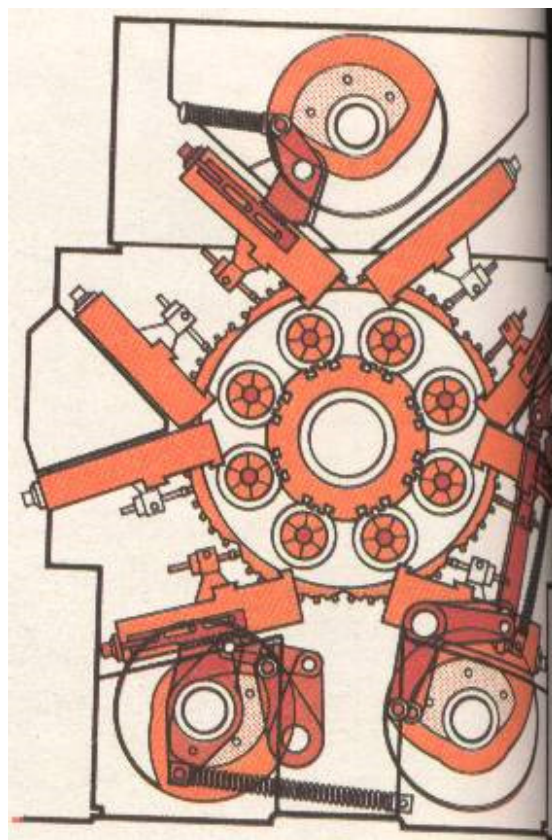
**Σχήμα 1.7** Αυτόματος τόνος μηχανικού προγραμματισμού.

4. Τόνοι ημιαυτόματοι πολυαξονικοί (με έως και 8 ατράκτους) (σχ.1.8 α& β).





**Σχήμα 1.8** α) Γενική όψη του τόρνου.



**Σχήμα 1.8(β)** Τόρνος ημιαυτόματος πολυαξονικός (8 κύριες άτρακτοι).

5. Τόρνοι αυτόματοι με πρόγραμμα μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών (τόρνοι NC και CNC).

Τώρα πλέον είναι γενικευμένη η τάση αντικατάστασης των τόνων των περιπτώσεων 2 και 3 με τόνους NC τόσο στην παραγωγή σειράς όσο και στην παραγωγή μικρών παρτίδων. Αντίθετα, οι τόννοι της κατηγορίας 1 εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στις απλές κατασκευές καθώς και στις εργασίες της μηχανουργικής συντηρήσεως.

#### **1.4. ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ.**

Η εξέλιξη διαφόρων ειδών και τύπων προγραμματισμού και προγραμματιζόμενων εργαλειομηχανών βρίσκεται σε συνεχή πρόοδο. Οι αρχές και οι σχετικές μέθοδοι έχουν μάλιστα επεκταθεί και αναπτύσσονται και σε παράλληλα προς τις κατεργασίες πεδία, όπως είναι η προδιαγραφή, η μέτρηση και ο έλεγχος του τεμαχίου, η μελέτη και η σχεδίαση του, η οργάνωση και ο έλεγχος της παραγωγής και τέλος η αυτόματη εξυπηρέτηση των εργαλειομηχανών. Βασικό εργαλείο στις εφαρμογές αυτές αποτελεί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Για τον χαρακτηρισμό των νέων τεχνικών έχουν επικρατήσει διεθνώς συντετημημένες ή μη ονομασίες αντιστοίχων αγγλικών λέξεων, όπως π.χ. CAD (Computer Aided Design/Drafting), CAM (Computer Aided Manufacturing), AC (Adaptive Control), CAQ (Computer Aided Quality). Στην καθαυτό περιοχή των προγραμματιζόμενων εργαλειομηχανών διακρίνονται τα είδη: DNC (Direct Numerical Control) και CNC (Computer Numerical Control). Το πρώτο αφορά κυρίως σήμερα την απευθείας σύνδεση μιας ή περισσότερων προγραμματιζόμενων εργαλειομηχανών με ένα κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το δεύτερο έχει πολύ μεγαλύτερο πεδίο εφαρμογών και συνεργάζεται με το πρώτο. Και τα δύο είδη χρησιμοποιούνται στην χώρα μας.

#### **1.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ CNC ΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ.**

##### **1. Μικρότερος χρόνος προετοιμασίας και εκτέλεσης της κατεργασίας.**

Σαν χρόνος κατεργασίας για την κατασκευή ενός πολύπλοκου αντικειμένου σε μια εργαλειομηχανή CNC λογίζεται ο χρόνος που χρειάζεται ο προγραμματιστής για να σχεδιάσει το αντικείμενο και να γίνει η εγγραφή, του προγράμματος στην μνήμη. Η όλη κατεργασία διεκπεραιώνεται από την εργαλειομηχανή.

Στις απλές εργαλειομηχανές, εκτός από το χρόνο σχεδίασης που χρειάζεται, απαιτείται και ο σχεδιασμός των διαφόρων ιδιοσυσκευών των εργαλείων με τα οποία θα εξασφαλίσουμε την ακριβή καθοδήγηση των εργαλείων.

##### **2. Μείωση των σφαλμάτων του χειριστή.**

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των CNC είναι η αποδέσμευση της παραγωγής από τις ικανότητες του χειριστή.

Ο χειριστής χρειάζεται να τοποθετήσει σωστά το αντικείμενο και τα εργαλεία στην εργαλειομηχανή, αλλά και να φροντίζει για την έγκαιρη αντικατάσταση των φθαρμένων εργαλείων.

Η ακρίβεια της κατεργασίας δεν εξαρτάται από τον χειριστή.

### **3. Ευκολία στην αλλαγή του σχεδίου του αντικειμένου.**

Όταν θέλουμε να αλλάξουμε τη μορφή ενός αντικειμένου, χρειάζεται μόνο μια μικρή τροποποίηση του προγράμματος της κατεργασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνει σημαντικά την απόδοση της παραγωγής.

### **4. Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των εργαλείων.**

Τα κοπτικά εργαλεία χρησιμοποιούνται στις βέλτιστες συνθήκες κοπής. Αυτό επιτυγχάνεται με τα συστήματα προγραμματισμού, τα οποία έχουν δυνατότητες υπολογισμού των συνθηκών κατεργασίας.

### **5. Μείωση του εργατικού κόστους.**

Σε αρκετές περιπτώσεις ένας χειριστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίβλεψη και δυο εργαλειομηχανών CNC. Κατ' αυτόν τον τρόπο έχουμε μικρότερο εργατικό κόστος.

### **6. Μείωση των σκάρτων τεμαχίων.**

Καθώς ήδη γνωρίζουμε, η συμμετοχή του χειριστή στην κατεργασία είναι ελάχιστη. Μ' αυτόν τον τρόπο έχουμε μηδενικά σφάλματα, το δε αποτέλεσμα είναι ότι τα σκάρτα κομμάτια είναι ελάχιστα έως μηδέν.

Οι ανάγκες συντήρησης είναι ελάχιστες, αλλά πάντα πρέπει να γίνονται από εξειδικευμένους τεχνικούς.

### **7. Η ευελιξία και η άμεση προσαρμογή στην κατεργασία παρτίδων διαφορετικών τεμαχίων.**

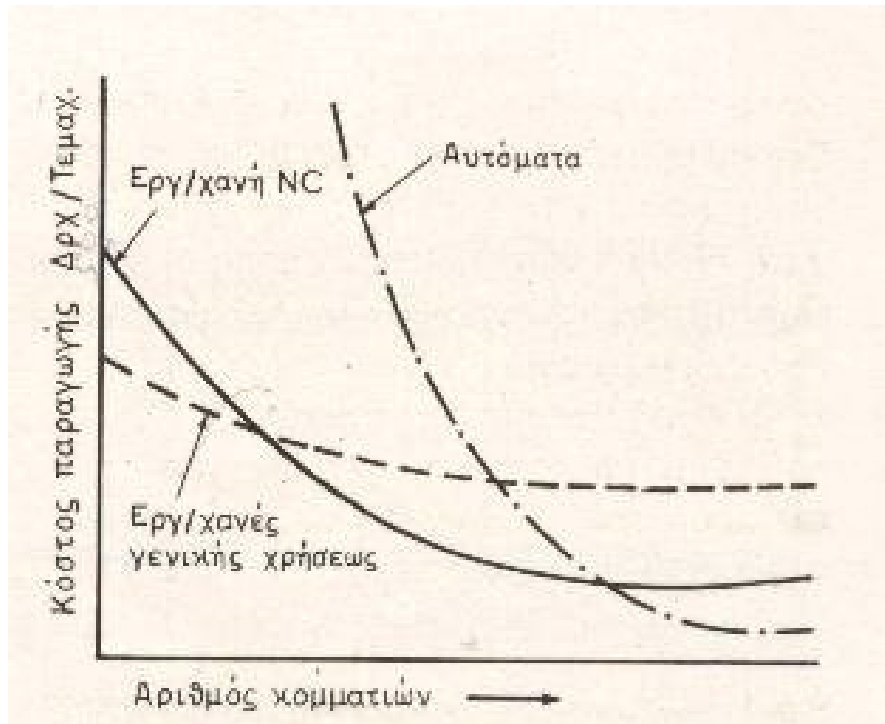
Πληρέστερη χρησιμοποίηση του χρόνου της εργαλειομηχανής. Άμεση επανάληψη εργασιών με έτοιμα αρχειοθετημένα προγράμματα κατεργασίας.

**8. Η εκτέλεση εργασιών που απαιτούν εξαιρετικά σύνθετους και δυσχερείς χειρισμούς** που, με κανονικές συνθήκες, ξεπερνούν τα όρια της συνήθους ανθρώπινης ικανότητας και δεξιοτεχνίας.

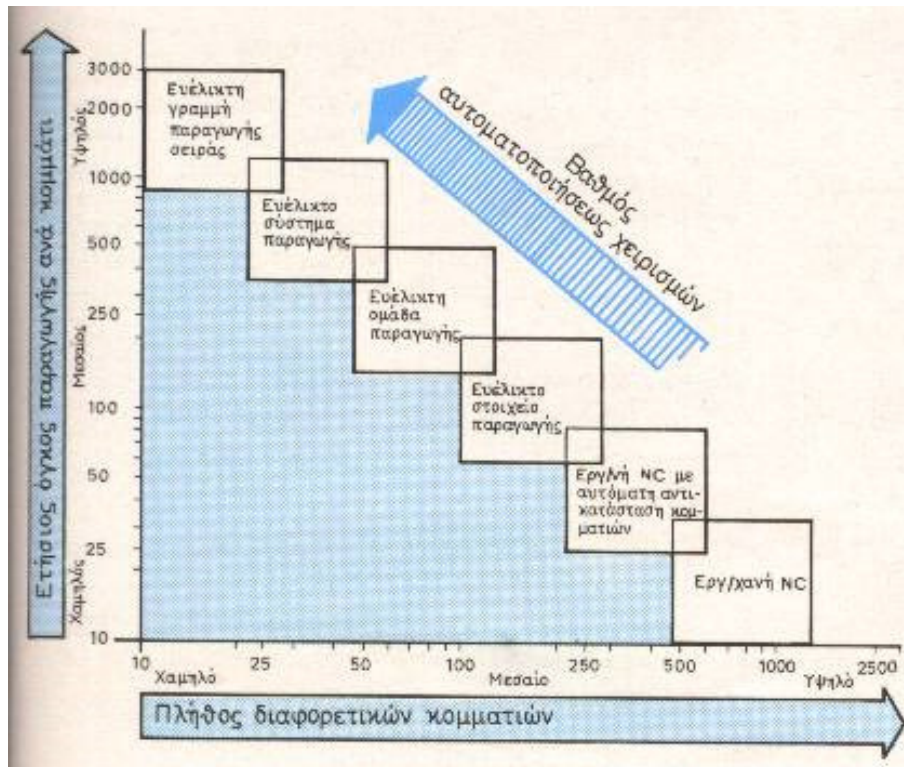
Τα παραπάνω πλεονεκτήματα των προγραμματιζόμενων εργαλειομηχανών εξασφαλίζονται με ένα υψηλό κόστος αγοράς συγκριτικά προς τις απλές εργαλειομηχανές. Συνεπώς η απόφαση εγκαταστάσεως μιας τέτοιας εργαλειομηχανής αντί μιας συνήθους συμβατικής είναι ανάγκη να βασίζεται σε μια πλήρη οικονομοτεχνική μελέτη.

Γενικά, έχει αποδειχθεί ότι οι προγραμματιζόμενες εργαλειομηχανές **δεν είναι οικονομικά συμφέρουσες για οποιεσδήποτε ποσότητες παραγωγής**. Είναι επίσης δεδομένο ότι η εκπόνηση δαπανηρών προγραμμάτων κατεργασίας πολύπλοκων κομματιών και η αντίστοιχη προμήθεια εργαλείων προϋποθέτουν είτε την κατεργασία κάποιου σημαντικού αριθμού κομματιών είτε την δυνατότητα τουλάχιστον, επαναλήψεως της παραγωγής τους σε μελλοντικές παραγγελίες. Στο σχήμα 1.9 γίνεται σύγκριση του κόστους κατεργασίας ανά κομμάτι: α) Σε απλή, β) Σε αυτόματη συμβατική, και γ) Σε προγραμματιζόμενη εργαλειομηχανή. Όπως είναι φανερό, η χρησιμοποίηση μιας προγραμματιζόμενης εργαλειομηχανής είναι συμφέρουσα για μικρούς μέχρι μεσαίους αριθμούς κομματιών. Το ίδιο βέβαια ισχύει και για παρτίδες μικρού σχετικά αριθμού κομματιών, που όμως παράγονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Για

περιπτώσεις με ειδικές απαιτήσεις μορφής, μεγέθους, ποιότητας, χρόνου ή προσωπικού μπορεί επίσης μια προγραμματιζόμενη εργαλειομηχανή να αποτελεί την ιδανική λύση, ακόμα και αν πρόκειται για κατεργασία ενός και μόνο κομματιού. Ένας γενικότερος συσχετισμός, από την άλλη πλευρά, των οικονομικών πεδίων εφαρμογής – μέγεθος παρτίδας παραγωγής, αριθμός διαφορετικών κομματιών – των προγραμματιζόμενων εργαλειομηχανών και των προχωρημένων συστημάτων αυτοματοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας δίνεται στο σχήμα 1.10.



**Σχήμα 1.9** Σύγκριση κόστους κατεργασίας σε απλή, αυτόματη συμβατική και προγραμματιζόμενη εργαλειομηχανή, σε σχέση με τον αριθμό των κομματιών.



**Σχήμα 1.10** Οικονομικός συσχετισμός εφαρμογών των προγραμματιζόμενων εργαλειομηχανών και των προχωρημένων συστημάτων αυτοματοποίησης της παραγωγής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η τórνευση αποτελεί μια από τις παλαιότερες κατεργασίες που έχει επινοήσει ο άνθρωπος. Η βασική ιδέα της τórνευσεως συνιστάται στην περιστροφή ενός κομματιού και ταυτόχρονη αφαίρεση υλικού με κάποιο εργαλείο.



**Σχήμα 2.1** Πραγματοποίηση της ιδέας του τórνου από το έτος 1395.

Οι τórνοι καταλαμβάνουν την πρώτη θέση στην ομάδα των εργαλειομηχανών κοπής. Τρία είναι τα κύρια χαρακτηριστικά της τórνευσεως:

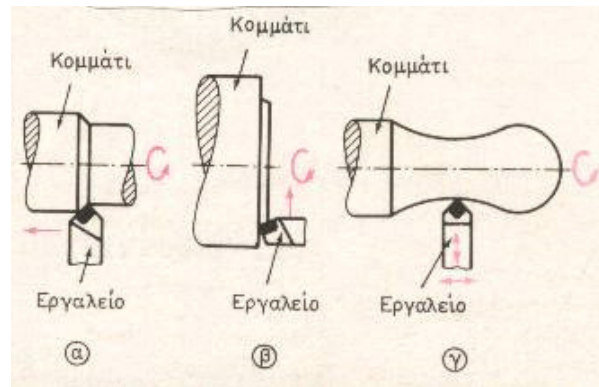
- Η κύρια κίνηση είναι περιστροφική,
- Με την τórνευση αποδίδονται επιφάνειες εκ περιστροφής, κυρτές ή κοίλες, καθώς και επίπεδες επιφάνειες.
- Το κοπτικό εργαλείο κατά την παραγωγική λειτουργία βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με το κομμάτι και κόβει.

Στους τórνους η κύρια κίνηση δίδεται στο κομμάτι, ενώ η κίνηση προώσεως στο κοπτικό εργαλείο.

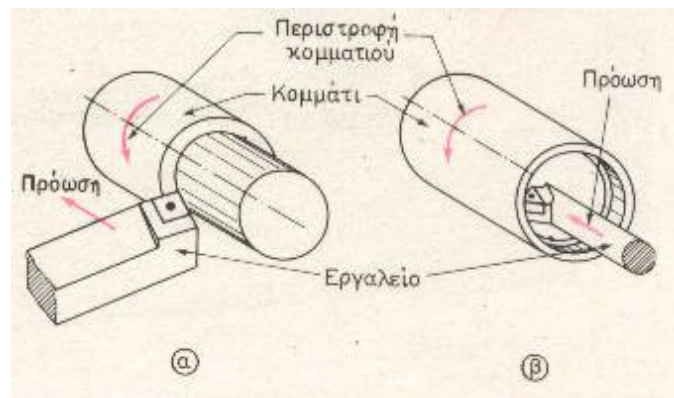
Όταν το εργαλείο κινείται παράλληλα προς το νοητό άξονα τórνευσεως (κατά μήκος τórνευση-σχ.2.2& 2.3 α, β), αποδίδεται κυλινδρική επιφάνεια εξωτερική ή εσωτερική. Όταν το εργαλείο κινείται κάθετα προς το νοητό άξονα(σχ.2.2 β, εγκάρσια τórνευση), αποδίδεται επίπεδη επιφάνεια. Όταν γίνονται ταυτόχρονα και οι δύο κινήσεις του εργαλείου, αποδίδεται μια εκ περιστροφής καμπύλη επιφάνειας (σχ.2.2 γ).

Ο τórνος, ακολουθώντας τη γενική τεχνολογική ανάπτυξη, έχει εξελιχθεί και αυτός τόσο, ώστε ν' ανταποκρίνεται σε όλες τις απαιτήσεις των κατασκευών, που χαρακτηρίζονται από την *ακρίβεια*, την *παραγωγικότητα* και

τον αυτοματισμό. Οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι βασικοί συντελεστές σε κάθε εργαλειομηχανή για μεγάλη παραγωγή, καλή ποιότητα προϊόντος και μικρό κόστος(σχ.2.4).



**Σχήμα 2.2** Είδη επιφανειών από κατεργασία σε τόρνο. α)Κατά μήκος τόννευση, β)Εγκάρσια τόννευση, γ) Συνδυασμός των δύο προηγούμενων.



**Σχήμα 2.3** Κατά μήκος τόννευση(εξωτερικά & εσωτερικά) α) Εξωτερική τόννευση, β) Εσωτερική τόννευση.



**Σχήμα 2.4** Σύγχρονος προγραμματιζόμενος τόρνος.

Ο τόρνος μπορεί να κατεργάζεται όλα τα σιδηρούχα και μη μεταλλικά, φυσικά και τεχνητά, υλικά. Ο τόρνος, όταν είναι εφοδιασμένος με κοπτικό εργαλείο από σκληρομέταλλο, μπορεί με προσοχή και με μικρή ταχύτητα να επεξεργασθεί ακόμα και βαμμένο χάλυβα.

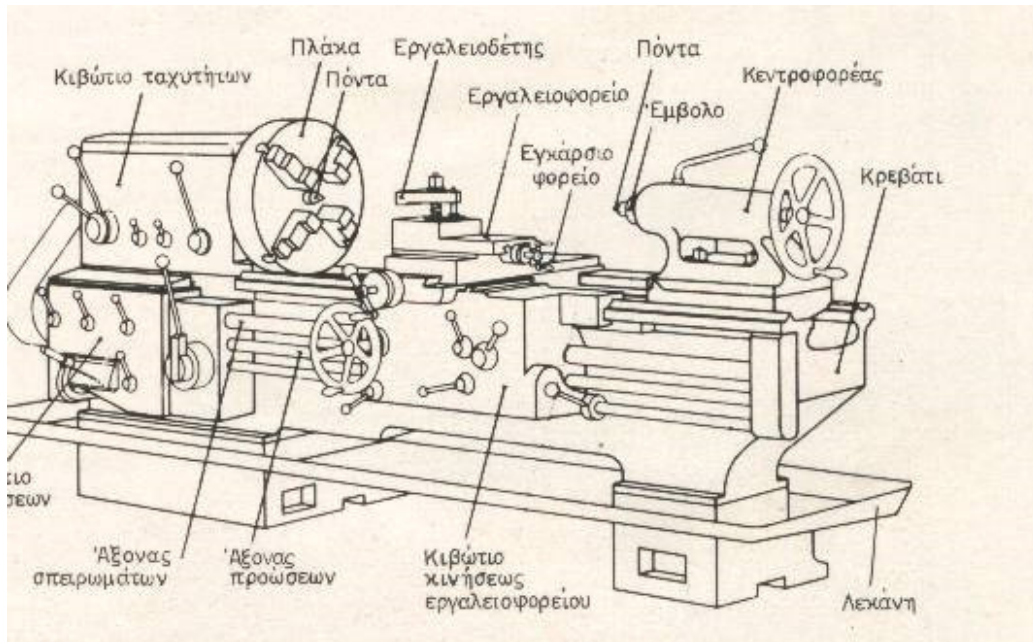
## **2.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ**

Η περιγραφή που ακολουθεί αναφέρεται κυρίως στον τόρνο γενικής χρήσεως, μέσου μεγέθους, που κατά ικανοποιητικό τρόπο και με όχι σημαντικές διαφορές καλύπτει τα περισσότερα είδη και μεγέθη τόρνων. Είναι κατάλληλος για να τονεύει τόσο αντικείμενα μεγάλου μήκους (μορφής αξόνων) με συγκράτηση μεταξύ κέντρων όσο και κοντά κομμάτια διαφόρων μορφών με συγκράτηση από το τσοκ ή το πλατό.



Ο τόνος γενικής χρήσεως αποτελείται από πέντε(5) κύρια μέρη (σχ.2.5):

- ❖ Το σώμα (κρεβάτι),
- ❖ Το κιβώτιο ταχυτήτων,
- ❖ Το κιβώτιο προώσεων,
- ❖ Το εργαλειοφορείο, και
- ❖ Τον κεντροφορέα.



**Σχήμα 2.5** Τόνος γενικής χρήσεως μέσου μεγέθους.

Εκτός από τα παραπάνω, κάθε τόνος συνοδεύεται από διάφορα βοηθητικά εξαρτήματα, όπως είναι η λεκάνη συγκεντρώσεως των αποβλήτων και του ψυκτικού υγρού, η αντλία παροχής του ψυκτικού υγρού στη θέση κοπής, τα καβαλέτα, το κιβώτιο του ηλεκτρικού πίνακα, το σύστημα φωτισμού και απαραίτητως οι συσκευές συγκρατήσεως, δηλαδή τσοκ και πλατό.

#### Το σώμα (κρεβάτι).

Είναι το μεγαλύτερο και βαρύτερο κομμάτι και αποτελεί το κύριο μέρος σε κάθε τόνο. Κατασκευάζεται κατά κανόνα από χυτοσίδηρο και προορισμός του είναι να φέρει επάνω του όλα τα άλλα βασικά μέρη, δηλαδή κιβώτιο ταχυτήτων, εργαλειοφορείο, κεντροφορέα, κιβώτιο προώσεων και καβαλέτα.

Η διαμόρφωση του πρέπει να είναι τέτοια, ώστε κατά το δυνατόν να ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι εξής απαιτήσεις:

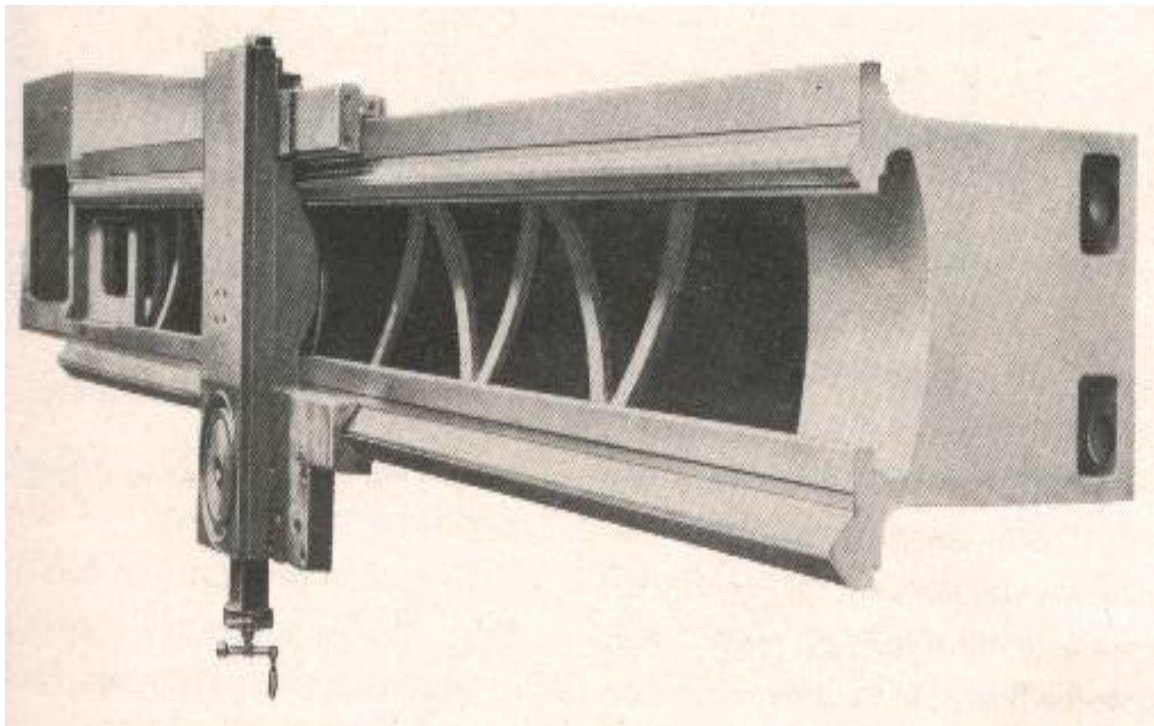
- 1) Να είναι στιβαρό και απαραμόρφωτο, ώστε να συμβάλλει στην ακρίβεια κατεργασίας και την καλή ποιότητα επιφάνειας του κατεργαζόμενου τεμαχίου.
- 2) Να διευκολύνει ώστε να φεύγουν εύκολα και κατά το δυνατόν αυτόματα τα απόβλητα(γρέζια) από την κοπή. Θα πρέπει να

σημειωθεί ότι σε τόνους μεγάλης παραγωγής ο όγκος των αποβλήτων αποτελεί σημαντικό πρόβλημα.

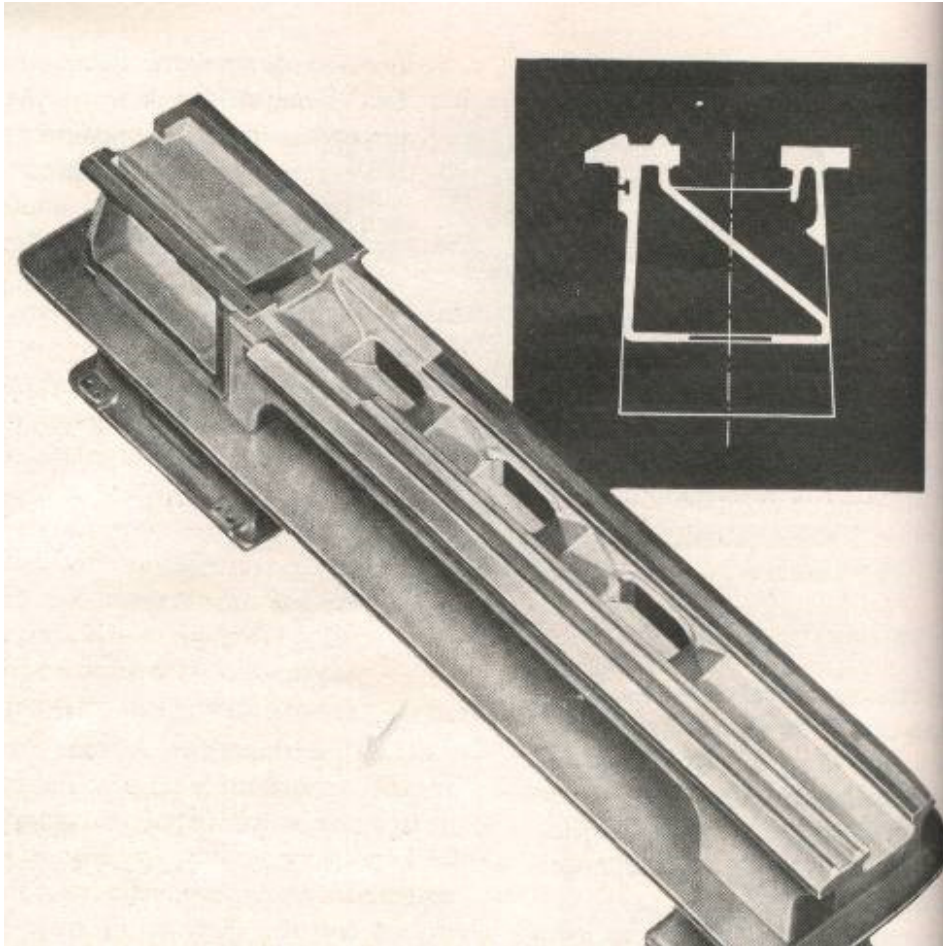
- 3) Η όλη μορφή του να ανταποκρίνεται στο είδος της κατεργασίας, για την οποία είναι κατασκευασμένος ο τόννος (τόννος αντιγραφής, τόννοι Ν.Σ.).
- 4) Να εξυπηρετεί το χειριστή στη δουλειά του προσφέροντας:
  - προφύλαξη από τα απόβλητα που ξεφεύγουν
  - εύκολη θέα και επιτήρηση του κομματιού και του κοπτικού εργαλείου κατά τη διάρκεια της κατεργασίας.
  - εύκολη συγκράτηση του κομματιού.
  - εύκολο πλησίασμα του χειριστή στους διαφόρους μοχλούς και στοιχεία χειρισμού για τη λειτουργία του τόννου, ώστε οι χειρισμοί να μην τον κουράζουν.
  - εύκολο καθάρισμα και συντήρηση.

Για τους παραπάνω λόγους το κρεβάτι του τόννου κατασκευάζεται σήμερα σε πολλές και πολύ διαφορετικές μεταξύ τους μορφές.

Σε τόνους γενικής χρήσεως το κρεβάτι φέρει εσωτερικά ενισχυτικές νευρώσεις σε τέτοια μορφή και διάταξη, ώστε να εξασφαλίζεται το απαραμόρφωτό του από τα φορτία και τις δυναμικές και θερμικές καταπονήσεις που δέχεται, αλλά και να διευκολύνεται η ροή και απομάκρυνση των αποβλήτων. Οι πιο συνηθισμένες μορφές τέτοιων κρεβατιών φαίνονται στα σχ.2.6 & 2.7.



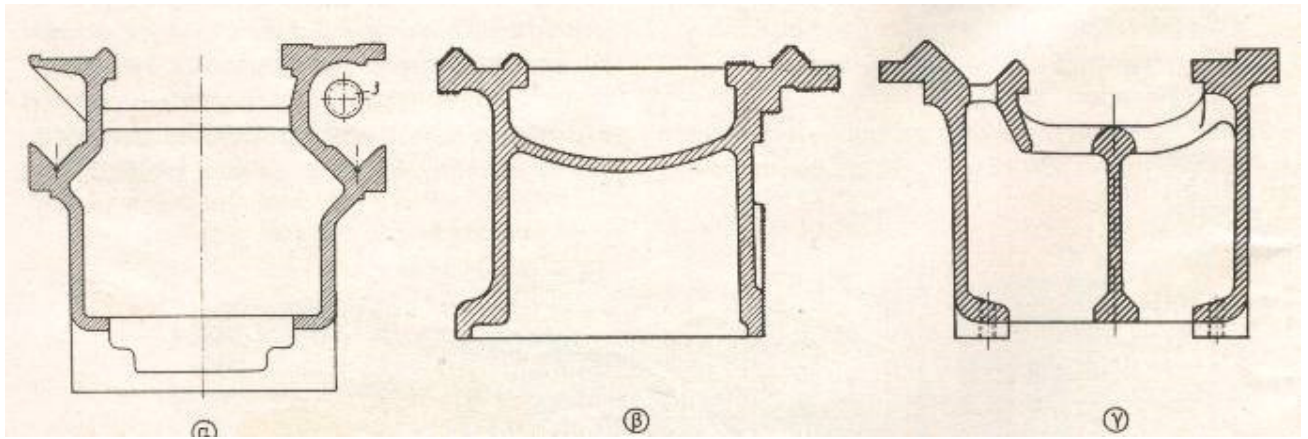
**Σχήμα 2.6** κρεβάτι τόννου με νευρώσεις μορφής ζικ-ζακ.



**Σχήμα 2.7** Σώμα τόρνου πολλών αποβλήτων. Νευρώσεις εγκάρσιες  
Με διάταξη που διευκολύνει την απομάκρυνση των αποβλήτων.

Το κρεβάτι, κατά μήκος, στο επάνω μέρος ή στα πλάγια φέρει πρισματοδηγούς(γλισιέρες), για να καθοδηγούνται, με μεγάλη ακρίβεια στις μετακινήσεις τους, το εργαλειοφορείο και ο κεντροφορέας. Οι πρισματοδηγοί είναι με πολύ μεγάλη ακρίβεια κατεργασμένοι και σε πολλές περιπτώσεις έχουν υποστεί σ' όλο το μήκος τους θερμική κατεργασία (βαφή) για να μη φθείρονται από τη χρήση.

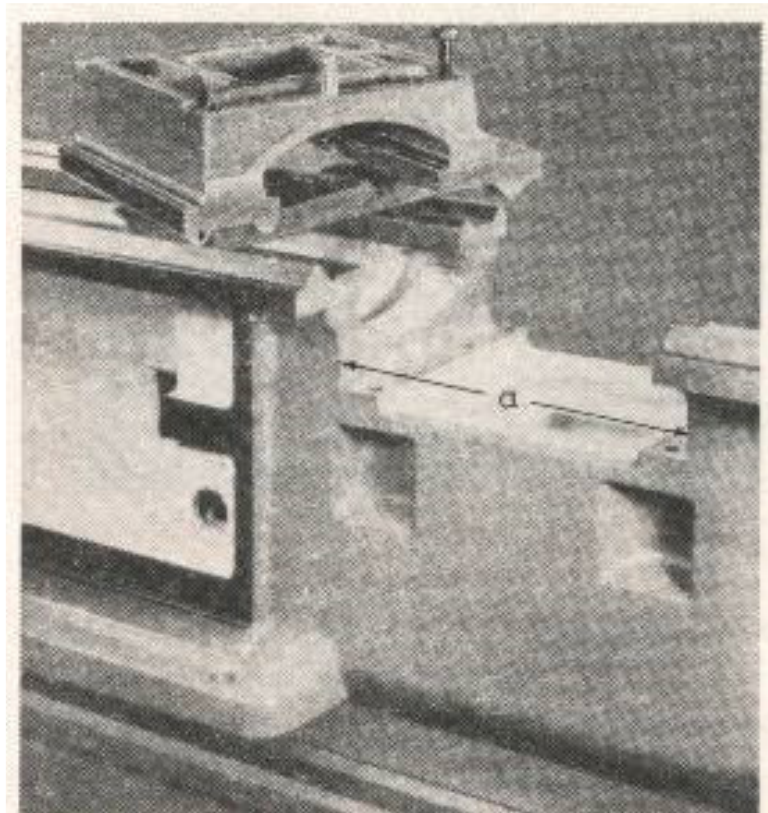
Εγκάρσιες τομές του κρεβατιού με διάφορες μορφές και θέσεις πρισματοδηγών φαίνονται στα σχήματα 2.8 (α), (β), (γ).



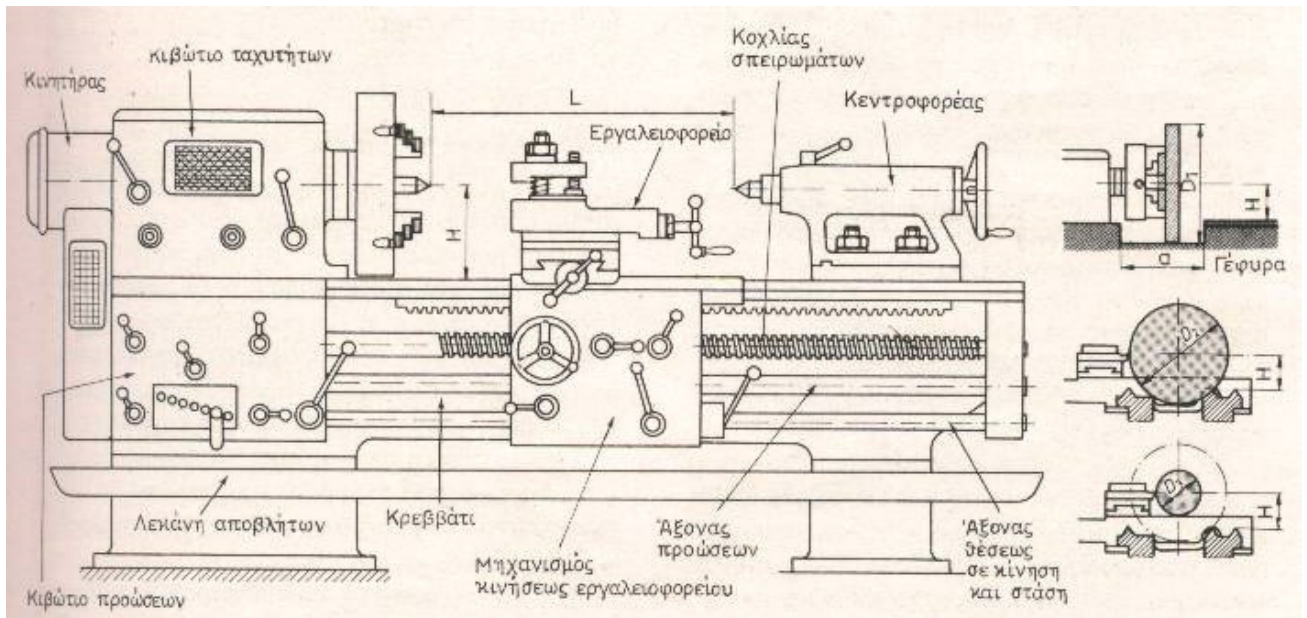
**Σχήμα 2.8** Εγκάρσιες τομές κρεβατιών με πρισματοδηγούς.

Το κρεβάτι στηρίζεται σε δύο ή περισσότερα ποδαρικά, διά μέσου των οποίων μεταφέρονται τα βάρη και οι λοιπές εξωτερικές δυνάμεις στο έδαφος.

Σε πολλούς από τους τόνους γενικής χρήσεως το κρεβάτι στη θέση που είναι, κάτω από τη θέση του τσοκ, φέρει μια εγκοπή που λέγεται «γονατιά». Η εγκοπή αυτή συμπληρώνεται ν' ένα πρόσθετο κομμάτι που έχει όμοιους πρισματοδηγούς και λέγεται «γέφυρα» (σχ 2.9..& 2.10)



**Σχήμα 2.9** Κρεβάτι τόνου με γονατιά και γέφυρα.



**Σχήμα 2.10** Βασικά μέρη τεχνικά χαρακτηριστικά τόρνου.  $H$ = ύψος κέντρων από κρεβάτι,  $L$ = απόσταση κέντρων (μέγιστο μήκος κομματιού για τόρνευση),  $D_1$  = μέγιστη διάμετρος торνεύσεως στη γονατιά,  $D_2$ = διάμετρος торνεύσεως πάνω από το κρεβάτι (αριστερά από το εργαλειοφορείο),  $D_3$ = διάμετρος торνεύσεως πάνω από το εργαλειοφορείο,  $a$ = μήκος γέφυρας.

Αφαιρώντας τη γέφυρα, μπορούμε να κατεργασθούμε ένα κομμάτι μικρού μήκους (π.χ. τροχός, τροχαλία), αλλά πολύ μεγαλύτερης διαμέτρου απ' ό τι επιτρέπει το ύψος κέντρων του τόρνου. Έτσι μεγαλώνει η διάμετρος  $D$  του κομματιού σε  $D_1$ , όπως φαίνεται στο 2.10, αλλά το μήκος του κομματιού δεν μπορεί να ξεπεράσει το μήκος της εγκοπής  $a$ .

#### Το κιβώτιο ταχυτήτων.

Είναι το σημαντικότερο από τα κύρια μέρη του τόρνου με βασικό προορισμό:

A) Να δίνει μέσω της κύριας ατράκτου και της συσκευής συγκρατήσεως (τοσκ) την περιστροφική κίνηση στο κομμάτι.

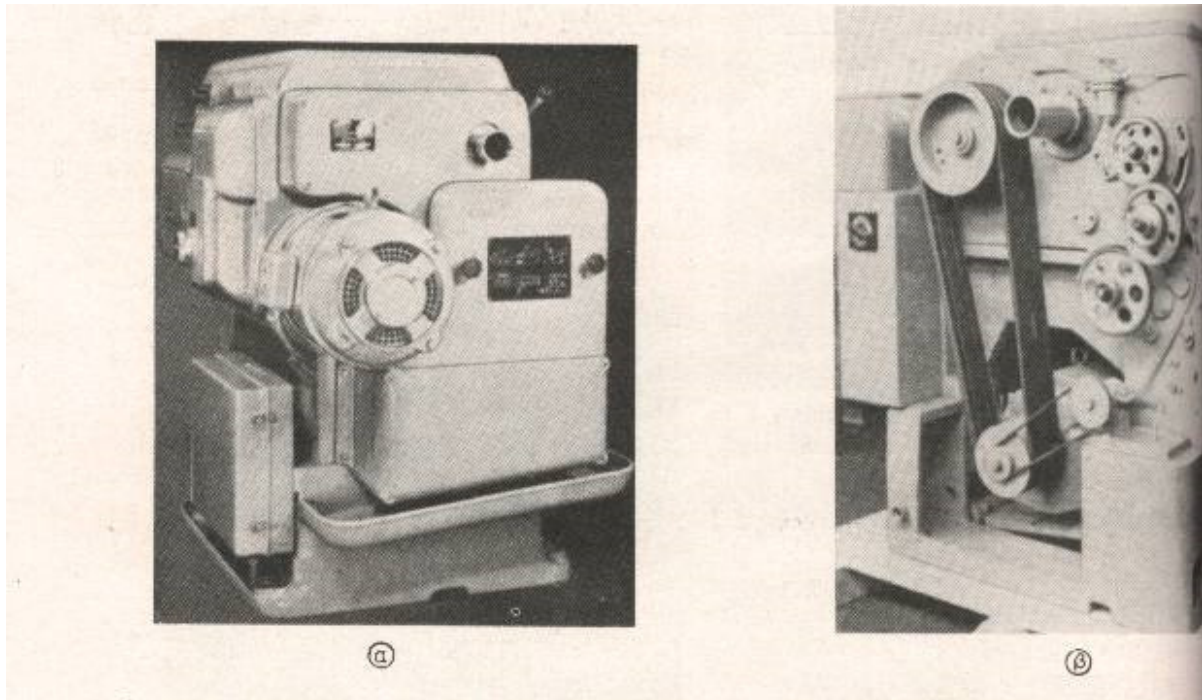
B) Αυτή η περιστροφική κίνηση να μεταβάλλεται, ανάλογα με τη περίπτωση, με τον κατάλληλο κάθε φορά αριθμό στροφών. Δηλαδή να μπορεί να παρέχει και ποικιλία αριθμού στροφών.

Το κιβώτιο ταχυτήτων παίρνει κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα με απευθείας μετάδοση ή με τραπεζοειδή λουριά (ιμάντες) (σχ. 2.11)

Είναι γνωστό, ότι για την ταχύτητα κοπής κατά την τόρνευση ισχύει η σχέση :

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min}),$$

Όπου  $D$  η διάμετρος του κομματιού (mm) και  $n$  ο αριθμός στροφών ανά λεπτό (r.p.m.).



**Σχήμα 2.11** μετάδοση κινήσεως σε τόρνο από ηλεκτροκινητήρα.  
α) Με απευθείας σύνδεση , β) Με τραπεζοειδή λουριά.

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι, για μια ορισμένη ταχύτητα κοπής, π.χ. 30 m/min, στην οποία πρέπει να γίνει μια κατεργασία, όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του κομματιού  $D$  τόσο μικρότερος πρέπει να είναι ο αριθμός των στροφών και αντίστροφα. Από τη βασική αυτή ανάγκη προκύπτει ότι ο τόρνος, με το κιβώτιο ταχυτήτων του, πρέπει να παρέχει μια μεγάλη ποικιλία στροφών, ώστε να μπορούμε να επιλέγουμε κάθε φορά τις κατάλληλες.

Ιδεώδες θα ήταν να υπάρχει ένας μηχανισμός (και υπάρχουν τέτοιοι μηχανισμοί, μηχανικοί, υδραυλικοί, ηλεκτρικοί) με συνεχή μεταβολή στροφών. Η χρήση όμως τέτοιων μηχανισμών στους περισσότερους τόρνους επιβαρύνει το κόστος τους, χωρίς πάντοτε να υπάρχει αντίστοιχο κέρδος από την ελάττωση του χρόνου κατεργασίας του κομματιού.

Για το λόγο αυτό οι περισσότεροι τόρνοι γενικής χρήσεως καθώς και οι βαρείς τόρνοι έχουν κιβώτια ταχυτήτων, τα οποία έχουν περιορισμένη ποικιλία στροφών που αποδίδονται μέσω κατάλληλων συνδυασμών οδοντωτών τροχών(γρνααζιών).

Λέμε ότι ένα κιβώτιο είναι 8 ταχυτήτων, όταν η κύρια άτρακτος του μπορεί να περιστραφεί με οκτώ διαφορετικά είδη στροφών (με οκτώ διαφορετικούς αριθμούς στροφών ανά λεπτό). Δηλαδή από τον ελάχιστο αριθμό στροφών  $n_{\min} = n_1$  μέχρι το μέγιστο  $n_{\max} = n_8$  μεσολαβούν άλλοι έξι ακόμη ενδιάμεσοι αριθμοί στροφών που αυξάνονται βαθμιαία. Για το λόγο αυτό λέμε ότι έχουμε κλιμακωτή μεταβολή στροφών 8 ταχυτήτων.

Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από δύο βασικά συγκροτήματα:

- ✓ Το μηχανισμό ταχυτήτων και
- ✓ Την κύρια άτρακτο.

### ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Στους συμβατικούς τόρνους υπάρχει ένα σύστημα οδοντοκινήσεων. Για την απόδοση μιας ορισμένης ποικιλίας στροφών στην κύρια άτρακτο.

Στην πράξη το πλήθος των ταχυτήτων στους τόνους είναι από 6 έως 18 και σπανίως 24. Το συνηθέστερα συναντούμενο πλήθος ταχυτήτων είναι 12 ή 18.

Υπενθυμίζεται ότι οι αριθμοί στροφών που αποδίδει ένα κιβώτιο ταχυτήτων είναι αριθμοί πρότυποι, ανήκουν σε τυποποιημένες «σειρές» και αποτελούν γεωμετρική πρόοδο με στρογγυλεμένους αριθμούς.

Ο λόγος της γεωμετρικής προόδου λέγεται συντελεστής κλιμακώσεως στροφών, συμβολίζεται με το γράμμα  $\varphi$  και στις περισσότερες περιπτώσεις η τιμή του  $\varphi = 1,25$  ή  $\varphi = 1,41$  πολύ δε σπάνια  $\varphi = 1,12$  ή  $\varphi = 1,6$ .

## ΚΥΡΙΑ ΑΤΡΑΚΤΟΣ

Είναι το σημαντικότερο στοιχείο του κιβωτίου ταχυτήτων. Επειδή η κύρια άτρακτος συγκρατεί (μέσω του τσοκ) το κατεργαζόμενο κομμάτι και ταυτόχρονα το περιστρέφει, η ποιότητα της κατεργασίας του τόνου κατά μεγάλο ποσοστό εξαρτάται από την καλή κατασκευή και λειτουργεί αυτής της άτρακτου.

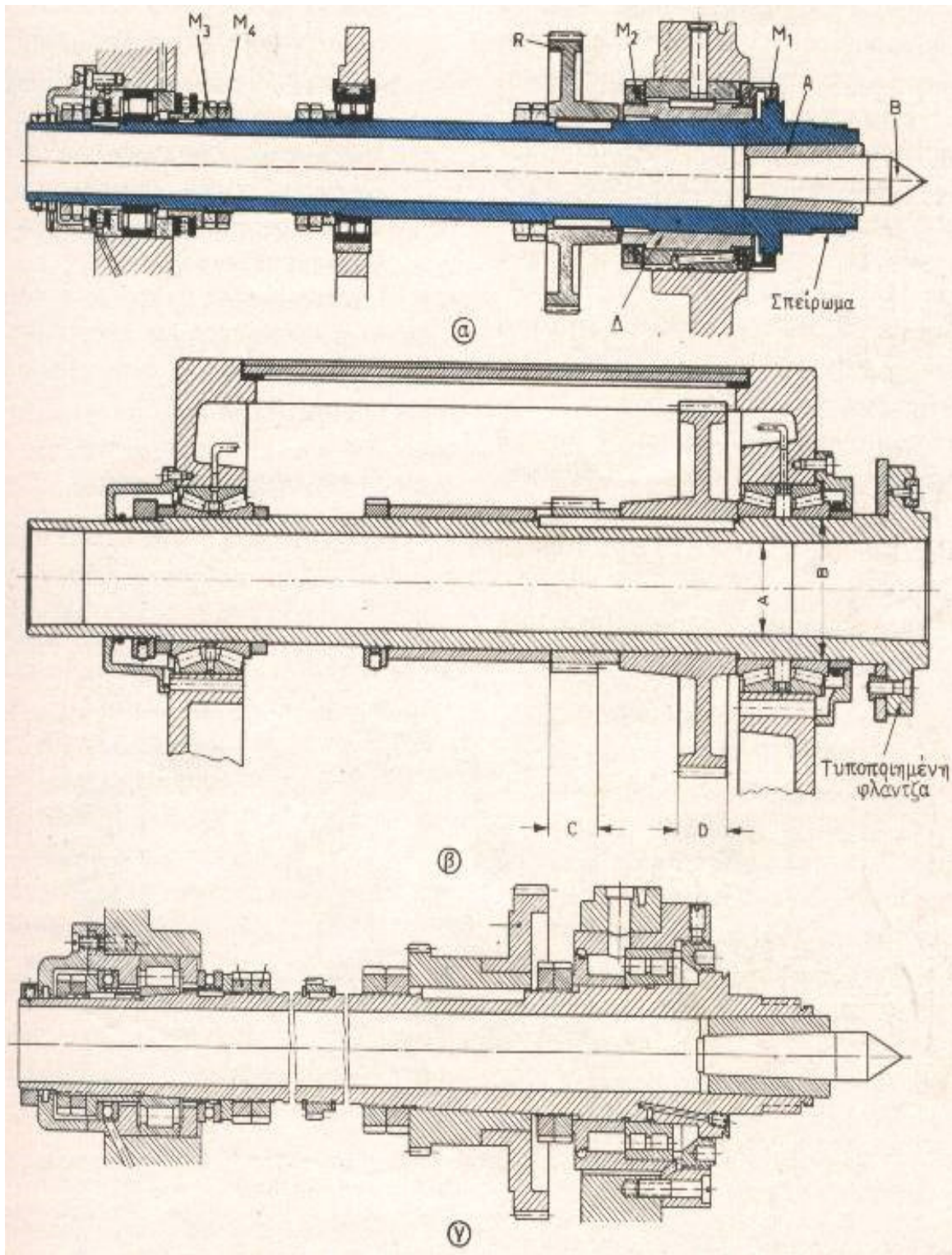
Οι βασικές απαιτήσεις από την κύρια άτρακτο είναι να έχει πολύ καλή και σωστή έδραση και να μην αναπτύσσει κραδασμούς σε καμιά περίπτωση, ανεξάρτητα από το βάρος του κομματιού, τις στροφές, το βάθος κοπής και την πρόωση.

Η κύρια άτρακτος στηρίζεται και περιστρέφεται επάνω σε δύο ή τρία έδρανα. Τα έδρανα αυτά είναι ή ολισθήσεως (σχ. 2.12 α, έδρανο Δ ή κυλίσεως με ρουλεμάν σχ. 2. 12 β, γ.) Σε εξαιρετικές περιπτώσεις μεγάλων απαιτήσεων χρησιμοποιούνται ειδικά έδρανα ολισθήσεως υδροδυναμικά (λίπανση χωρίς πίεση ή με ελάχιστη πίεση) και ακόμη σπανιότερα υδροστατικά (λίπανση με μόνιμη πίεση από εξωτερική πηγή).

Οι αξονικές ωθήσεις από τη δύναμη προώσεως ή από οποιαδήποτε άλλη αιτία παραλαμβάνονται συνήθως από δύο αξονικά ρουλεμάν στο εμπρός ή το πίσω έδρανο.

Στην περίπτωση, κυρίως, ατράκτου με έδρανα ολισθήσεως τα ορειχάλκινα δακτυλίδια των εδράνων Δ κατασκευάζονται από έξω ελαφρώς κωνικά, έχουν κατά μήκος μια σχισμή και έχουν, εξωτερικά στα δύο άκρα τους, λεπτό σπείρωμα με δύο περικόχλια  $M_1$  και  $M_2$  (σχ. 2.12 α). Όταν, έπειτα από μακροχρόνια χρήση και φθορά δημιουργηθεί «τζόγος» μεταξύ του άξονα και του ορειχάλκινου δακτυλιδιού εδράσεως Δ, ξεσφίγγομε το περικόχλιο  $M_1$ , σφίγγομε το  $M_2$  και τότε μετατοπίζεται το δακτυλίδι μέσα στον κώνο, κλείνει ελαφρά η σχισμή και μηδενίζεται ο «τζόγος» (χάρη).

Η κύρια άτρακτος σε όλα τα είδη των τόνων είναι σ' όλο το μήκος της διάτρητη με σκοπό να περνάει και να συγκρατείται από το τσοκ ολόκληρη βέργα υλικού προς επεξεργασία για «παραγωγή σειράς». Η διάμετρος της οπής αυτής χαρακτηρίζει και τη μέγιστη διάμετρο της βέργας που μπορεί να περάσει. Το άκρο της οπής της κύριας ατράκτου, προς την πλευρά του τσοκ, είναι εσωτερικά διαμορφωμένο κολουροκωνικό, για να μπορεί να δέχεται τη φωλιά Α, μέσα στην οποία σφηνώνει ο τυποποιημένος κώνος Μορς της πόντας Β ή άλλων εργαλείων (σχ.2.12 α).



**Σχήμα 2.12** Κατασκευαστικά σχέδια εδράσεως κύριας ατράκτου τόρνου. α) Ένα κύριο έδρανο ολισθήσεως και δύο ακόμη εδράσεως με ρουλεμάν. β) Δύο έδρανα με κωνικά ρουλεμάν. γ) Δύο έδρανα με κυλινδρικά ρουλεμάν.

Το δεξιό άκρο της ατράκτου δέχεται τη συσκευή συγκρατήσεως των κομματιών (τοοκ ή πλατώ) και πρέπει να έχει τέτοια διαμόρφωση, ώστε:

- Η στερέωση της συσκευής να είναι σταθερή και ασφαλής.
- Κατά τη λειτουργία να περιστρέφεται το τοοκ απολύτως ομόκεντρα με την άτρακτο.



- Να μπορεί να αφαιρείται και να ξανατοποθετείται σχετικά εύκολα και σύντομα.

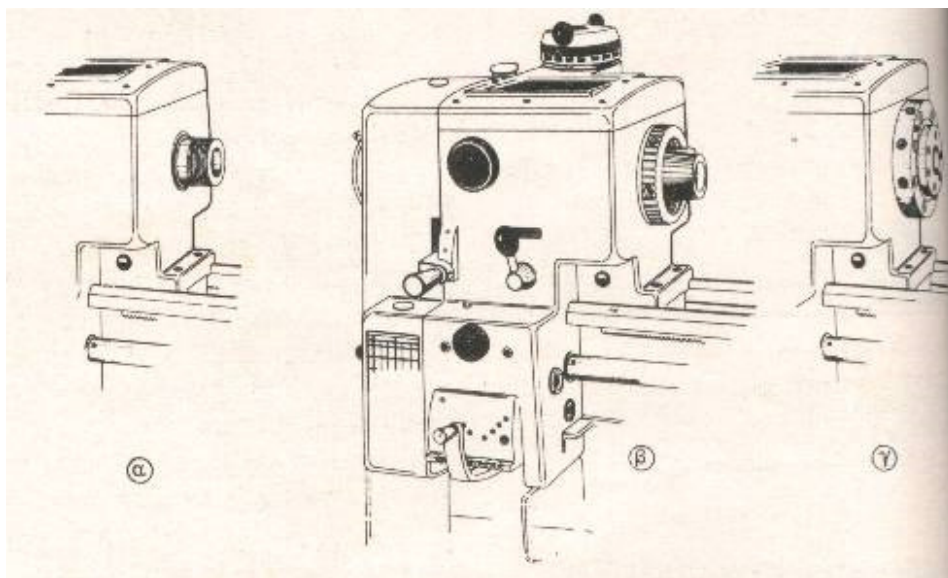
Για το σκοπό αυτό εφαρμόζεται μια από τις παρακάτω τρεις τυποποιημένες μορφές:

- Μορφή που φέρει κονδρό σπείρωμα, όπου βιδώνει ο φορέα-πλάκα του τσοκ. Η μορφή αυτή σήμερα σπάνια εφαρμόζεται πλέον σε νέους τόνους (διαμόρφωση κατά DIN 800, σχήμα 2.13 α).

- Μορφή που έχει εξωτερικό κώνο κεντραρίσματος με μικρή σχετικά διάμετρο και μεγάλο μήκος και σφήνα (περίπτωση β).

- Μορφή που το άκρο είναι διαμορφωμένο σε φλάντζα με εξωτερικό κώνο κεντραρίσματος (κωνικότητα 1:4) και έχει μεγάλη σχετικά διάμετρο και μικρό μήκος για τη συγκράτηση του τσοκ (διαμόρφωση κατά DIN 55021, 55022 σε συμφωνία με τους αντίστοιχους κανονισμούς USA- περίπτωση γ). Ένα σύστημα κοχλιών εξασφαλίζει την καλή συγκράτηση του τσοκ.

Η τελευταία αυτή μορφή με τη φλάντζα αποδείχθηκε η καλύτερη και εφαρμόζεται σήμερα στις περισσότερες γερμανικές και αμερικάνικες κατασκευές τόνων.



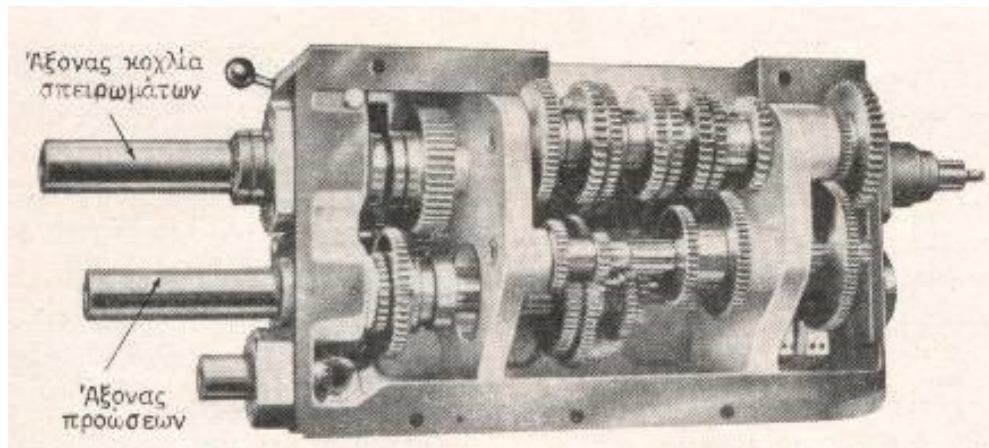
**Σχήμα 2.13** Διαμόρφωση άκρου κύριας ατράκτου για στερέωση του τσοκ.

#### Μηχανισμός προώσεως.

Βρίσκεται μέσα σ' ένα κιβώτιο πλάι και κάτω από το κιβώτιο ταχυτήτων. Σκοπός του είναι να παίρνει κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων και να τη μεταφέρει στους δύο άξονες προς τα δεξιά, που κινούν το εργαλειοφορείο κατά μήκος του κρεβατιού.

Οι άξονες αυτοί είναι (σχ.2.14):

- Ο άξονας προώσεως, που κινεί το εργαλειοφορείο για όλες τις περιπτώσεις κοπής, για ξεχόνδρισμα, λείανση, εκτός από την περίπτωση κοπής σπειρωμάτων.
- Ο κοχλίας σπειρωμάτων, που κινεί το εργαλειοφορείο μόνο για τις περιπτώσεις κοπής σπειρωμάτων. Έχει σ' όλο το μήκος του τραπεζοειδές κονδρό σπείρωμα κατασκευασμένο με μεγάλη ακρίβεια.



**Σχήμα 2.14** Κιβώτιο προώσεων όπως φαίνεται από το μέρος που προσαρμόζεται στην πλευρά του τόνου. Για το λόγο αυτό και οι δύο άξονες εξόδου φαίνονται στην αριστερή πλευρά της εικόνας.

Μέσα στο κιβώτιο αυτό υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος οδοντωτών τροχών και αξόνων, που τελικά παρέχουν κίνηση στον άξονα προώσεων ή στον κοχλία σπειρωμάτων.

Με τον κατάλληλο χειρισμό τεσσάρων το πολύ μοχλών πραγματοποιείται μια μεγάλη ποικιλία μεταδόσεων στους παραπάνω άξονες, ώστε από την αντίστοιχη κίνηση του εργαλειοφορείου να αποδίδονται όλες οι προώσεις για ξεχόνδρισμα ή λείανση και όλα τα βήματα για κοπή σπειρωμάτων. Έτσι, ένας συνηθισμένος τόνος μπορεί να έχει:

- 40 έως 60 προώσεις μεγέθους περίπου από 0,02 έως 2,5 mm ανά στροφή.
- Βήματα για όλα τα τυποποιημένα μετρικά και αγγλοσαξονικά σπειρώματα.

Απλοί χειρισμοί εξασφαλίζουν αφ' ενός μεν το «εμπρός» και «ανάποδα» και σε κάθε έναν από τους παραπάνω άξονες και αφ' ετέρου το να κινείται μόνο ο ένας ή μόνο ο άλλος άξονας .

### Εργαλειοφορείο.

Οι περιγραφές και κρίσεις που ακολουθούν για το εργαλειοφορείο αναφέρονται κυρίως στο συμβατικό τόνο και όχι στον αυτόματο NC. Ο συμβατικός τόνος κρίνεται ότι προσφέρεται καλύτερα για την κατανόηση των συναφών κατασκευαστικών αρχών λειτουργίας των εργαλειομηχανών αυτών.

Τα εργαλειοφορείο και το συγκρότημα εκείνο που φέρει το εργαλείο για την κοπή σε όλες τις περιπτώσεις τورνεύσεως και αποτελείται από τέσσερα βασικά μέρη(σχ. 2.15).

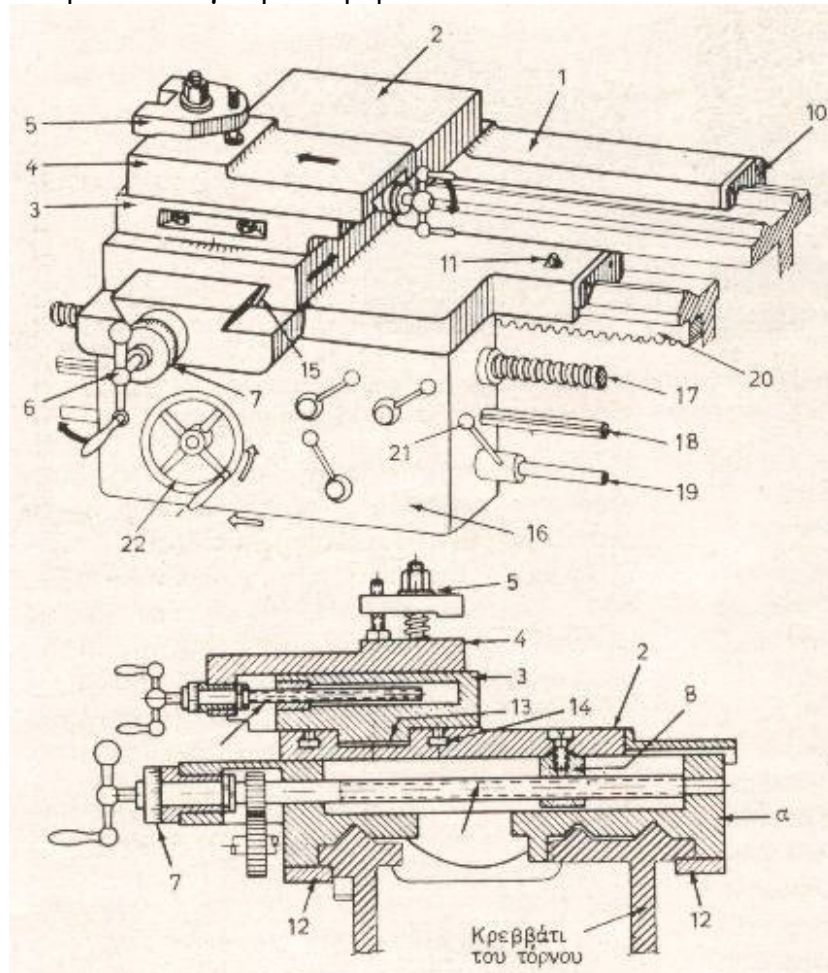
ο Το κύριο φορείο, που αποτελεί τη βάση του όλου εργαλειοφορείου με τις γλισιέρες ( 1 του σχ. 2.15 & σχ. 2.16). Κάνει την κατά μήκος του κρεβατιού κίνηση. Κινείται πάνω στους κατά μήκος πρισματοδηγούς του τραπεζιού του τόνου και φέρει επάνω του τα υπόλοιπα τρία μέρη. Στην επάνω επιφάνεια του φέρει γλισιέρες, κάθετες προς τις προηγούμενες, μορφής χελιδονοουράς, για την οδήγηση του εγκάρσιου φορείου.

ο Το εγκάρσιο φορείο (2). Βρίσκεται πάνω στο κύριο φορείο και οδηγείται με γλισιέρες που εφαρμόζουν στην αντίστοιχη χελιδονοουρά του κύριου φορείου.

ο Το φορείο του εργαλειοδέτη (4). Στερεώνεται πάνω στο εγκάρσιο φορείο μέσω μιας ενδιάμεσης περιστροφικής πλάκας (3), πάνω στην οποία προσαρμόζεται και μετακινείται πάλι με γλισιέρες χελιδονοουράς. Επειδή μπορεί να περιστρέφεται με τη βάση του, η κίνηση πάνω στις γλισιέρες του,

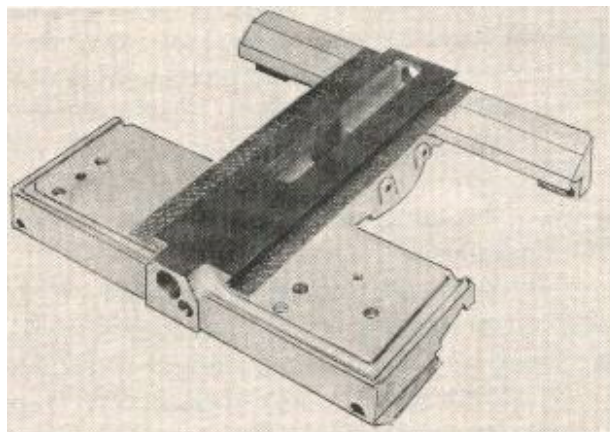
μπορεί να πάρει διάφορες κατευθύνσεις σε σχέση με το νοητό άξονα τорνεύσεως.

ο Το κιβώτιο μεταδόσεως της κινήσεως (16). Στερεώνεται κάτω από το κύριο φορείο και παράλληλα με το πλευρό του κρεβατιού. Εσωτερικά φέρει ένα μηχανισμό που έχει προορισμό να παίρνει κίνηση από το κιβώτιο προώσεων και μετακινεί είτε ολόκληρο το εργαλειοφορείο κατά μήκος του κρεβατιού είτε μόνο το εγκάρσιο φορείο.



1. Κύριος φορέας.
2. Εγκάρσιος φορέας.
3. Περιστρεφόμενη βάση εργαλειοδέτη.
4. Φορείο εργαλειοδέτη.
5. Εργακειοδέτης.
6. Μεταφορικός κοχλίας εγκάρσιας κινήσεως.
7. Βαθμιομημένος δακτύλιος.
8. Περικόχλιο εγκάρσιας κινήσεως.
9. Μεταφορικός κοχλίας του φορείου εργαλειοδέτη.
10. Τσιμούχα καθαρισμού γλισιέρας.
11. Κοχλίας σταθεροποιήσεως εργαλειοφορίου.
12. Λάμα- κόντρα.
13. Οδηγός εδράσεως της περιστρεφόμενης βάσεως (3).
14. Κυκλικά αυλάκια.
15. Σφήνα χελιδονοουράς εγκάρσιου φορείου.
16. Κιβώτιο μεταδόσεως κινήσεως.
17. κοχλίας σπειρωμάτων.
18. Άξονας προώσεων.
19. Άξονας για την εγκάρσια ενεργοποίηση του συμπλέκτη κύριας κινήσεως ( εμπρός -στοπ- ανάποδα).

20. Οδοντωτός κανόνας (κρεμαγιέρα).  
 21. Χειρομοχλός για εμπρός – στοπ- ανάποδα του τόννου.  
 22. Χειρομοχλός για την κατά μήκος μετατόπιση του εργαλειοφορέα.  
**Σχήμα 2.15** Προοπτική όψη και τομή εργαλειοφορείου.



**Σχήμα 2.16** Κύριος φορέας (βάση).

### 1) ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΕΙΟΥ.

Η κίνηση προώσεως του εργαλειοφορείου γίνεται από το «κιβώτιο μεταδόσεως της κινήσεως» μηχανικά ή με το χέρι.

Η μηχανική κίνηση λαμβάνεται από το κιβώτιο προώσεων είτε με τον άξονα προώσεων (No 18 του σχ. 2.15) είτε με τον κοχλία σπειρωμάτων.

#### α) Κίνηση με τον άξονα προώσεων.

Το σχήμα 2.17 δείχνει σε σχηματική παράσταση το μηχανισμό εργαλειοφορείου, που είναι παραπλήσιος σ' όλους σχεδόν τους συμβατικούς τόννους.

Στην εμπρόσθια πλευρά του κρεβατιού και σε όλο το μήκος του κάτω από τον πρισματοδηγό, υπάρχει ένας οδοντωτός κανόνας (κρεμαγιέρα) [σχ. 2.15 (20) & 2.18(1)].

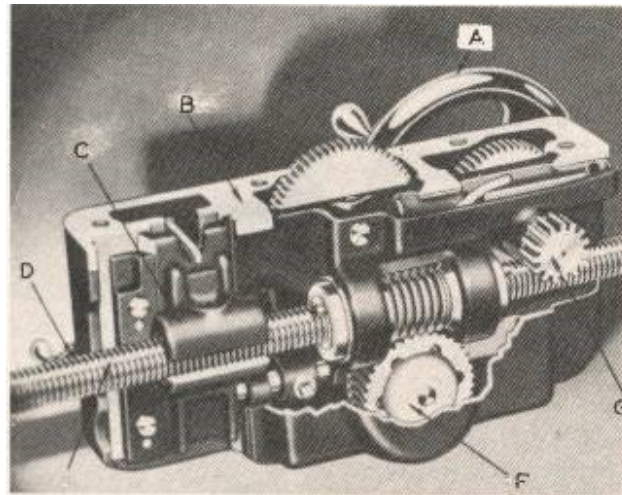
Η κίνηση που λαμβάνεται από τον άξονα προώσεων καταλήγει στην περιστροφή ενός μικρού οδοντοτροχού (πηνίο)  $Z_3$  και έτσι η περιστροφή του άξονα προώσεων μετατρέπεται σε μεταφορική κίνηση ολόκληρου του εργαλειοφορείου.

Οι τρεις θέσεις του γωνιακού μοχλού  $e$  στα σημεία L, O και P επιτρέπουν τις εξής αντίστοιχες κινήσεις:

Θέση L: κατά μήκος αυτόματη κίνηση του εργαλειοφορείου με την ακόλουθη σειρά: κοχλίας  $s$ -κορώνα  $Z_4$ - οδοντωτοί τροχοί  $Z_5$ -  $Z_6$ -  $Z_2$  -  $Z_3$  - οδοντωτός κανόνας.

Θέση O: ο τροχός  $Z_6$  δε βρίσκεται σε εμπλοκή με κανέναν από τους δύο οδοντωτούς τροχούς  $Z_2$  και  $Z_7$ . Μπορεί να γίνει κίνηση του εργαλειοφορείου μόνο με το χέρι, κατά μήκος με το χειροτροχό  $a$ , και εγκάρσια με το χειρομοχλό  $\kappa$ .

Θέση P: εγκάρσια αυτόματη κίνηση με την ακόλουθη σειρά: κοχλίας  $s$ -κορώνα  $Z_4$ -οδοντωτοί τροχοί  $Z_5$ - $Z_6$ - $Z_7$ - $Z_8$ -μεταφορικός κοχλίας εγκάρσιου φορείου.



**Σχήμα 2.17** Μηχανισμός μεταδόσεως κινήσεως στον εργαλειοφορέα, όπως φαίνεται από την πίσω πλευρά του.

A:χειρομοχλός

B:σώμα μηχανισμού

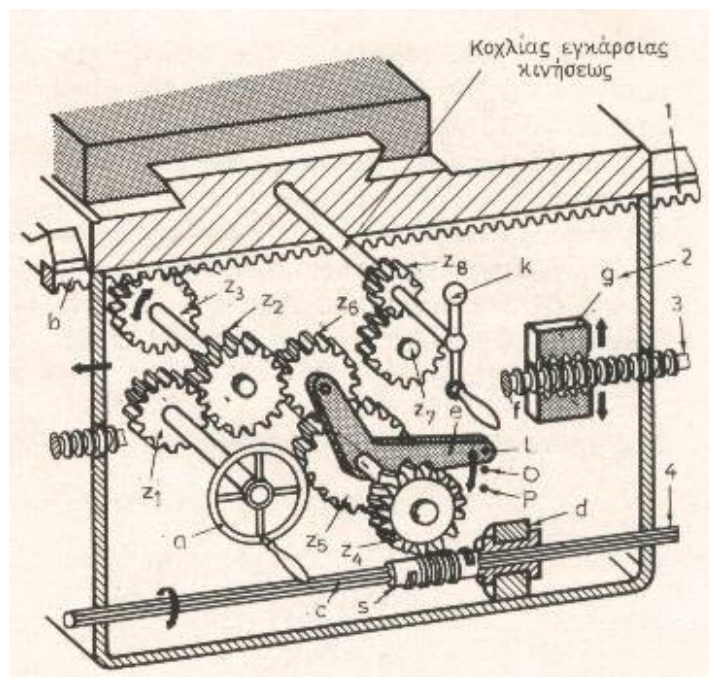
C: διαιρετό περικόχλιο

D: κοχλίας μετακινήσεως

E: σφηνοαύλακα

F: αυτόματος συμπλέκτης προώσεως

G: πηνίο για την κρεμαγιέρα του κρεβατιού.



**Σχήμα 2.18** Σχηματική παράσταση μηχανισμού στο κιβώτιο μεταδόσεως κινήσεως στον εργαλειοφορέα.

1]Οδοντωτός κανόνας (κρεμαγιέρα)

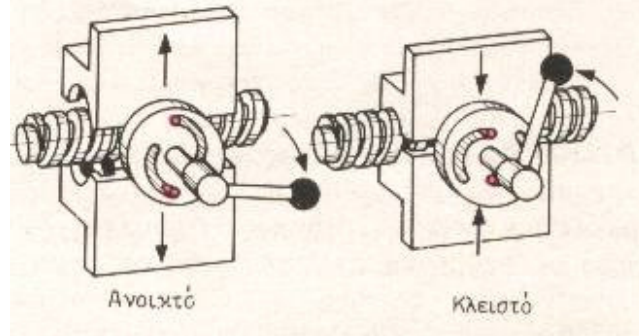
2]Διαιρετό περικόχλιο

3]Κοχλίας σπειρωμάτων

4]Άξονας προώσεως.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι αποκλείεται να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα και εγκάρσια και κατά μήκος κίνηση προώσεως. Παραπλήσιους

μηχανισμούς και επινοήσεις για την κατά μήκος και εγκάρσια κίνηση του εργαλειοφορείου προβλέπουν όλοι οι κατασκευαστές τόνων.



**Σχήμα 2.19** Μηχανισμός για το άνοιγμα & το κλείσιμο του διαιρετού περικοχλίου.

### β) Κίνηση με τον κοχλία σπειρωμάτων

Επάνω στο κιβώτιο μεταδόσεως κινήσεως του εργαλειοφορείου είναι ενσωματωμένο ένα διαιρετό περικόχλιο  $g$  (σχ.1.18) που μ' έναν απλό μηχανισμό (σχ.2.19) μπορεί ν' ανοίγει και να κλείνει. Με το κλείσιμό του εφαρμόζει στον κοχλία σπειρωμάτων με συνέπεια να μετατοπίζεται ολόκληρο το εργαλειοφορείο.

Σ' όλους τους τόνους οι δύο μοχλοί χειρισμού για την κίνηση από τον έναν ή τον άλλο κατά μήκος του άξονα, είναι συνδεδεμένοι έτσι ώστε να αποκλείεται η μετάδοση κινήσεων ταυτόχρονα και από τους δύο άξονες, πράγμα που θα είχε ως αποτέλεσμα να σπάσουν τουλάχιστον μερικά από τα εξαρτήματα μεταδόσεως της κινήσεως.

Δηλαδή ο καθένας από τους δύο μοχλούς μπορεί να κινηθεί μόνο, όταν ο άλλος βρίσκεται στη θέση **στοπ**.

## 2) ΤΙ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΕΙΟ.

Με το συγκρότημα του εργαλειοφορείου γίνονται τα εξής:

- Πλησίασμα ή απομάκρυνση του κοπτικού εργαλείου προς το κατεργαζόμενο κομμάτι.
- Καθορισμός και υλοποίηση του βάθους κοπής .
- Κατά μήκος αυτόματη ή με το χέρι κίνηση για ξεχόνδρισμα ή λείανση.
- Εγκάρσια, αυτόματη ή με το χέρι, κατεργασία επιπέδων επιφανειών.
- Κοπή σπειρωμάτων.
- Ομαλή μεταφορά των φορτίων, που προκύπτουν από την κοπή προς το σώμα του τόνου, χωρίς τζόγους και δονήσεις.
- Εξασφάλιση τέλει παραλληλότητας ή καθετότητας της κινήσεως του κοπτικού εργαλείου προς το νοητό άξονα του τόνου.

Το κιβώτιο μεταδόσεως κινήσεως του εργαλειοφορείου το διαπερνά σχεδόν πάντοτε και ένας τρίτος άξονας (No 19, σχ.2.15). Αυτός μεταβιβάζει την κίνηση του στον κύριο συμπλέκτη του κιβωτίου ταχυτήτων και προορίζεται για το «εμπρός –στοπ- ανάποδα» του τόνου. Ο χειρισμός του γίνεται με τη βοήθεια του χειρομοχλού 21 (σχ.2.15).

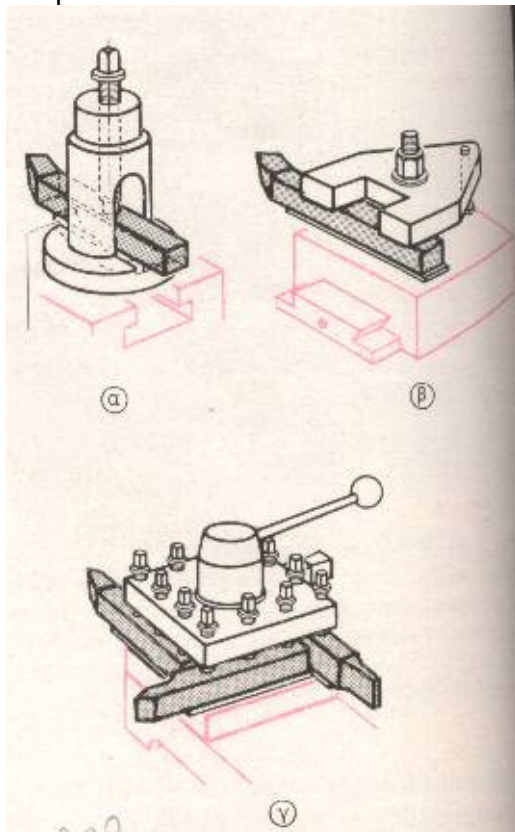
Τέλος, σημειώνεται ότι σε κάθε τόνο για την περιστροφική κίνηση του άξονα προώσεων και σπειρωμάτων υπάρχει ένας μηχανισμός ασφαλείας. Αν κάνει λάθος ο τεχνίτης και το εργαλειοφορείο εξακολουθεί να κινείται προς το αριστερό ή δεξιό άκρο του τραπεζιού του τόνου, βρίσκει ένα όριο- στόπερ, οπότε σταματά την κίνηση αυτόματα και αποφεύγεται η μεγάλη ζημιά που θα μπορούσε να γίνει.

### 3) ΕΡΓΑΛΕΙΟΔΕΤΗΣ.

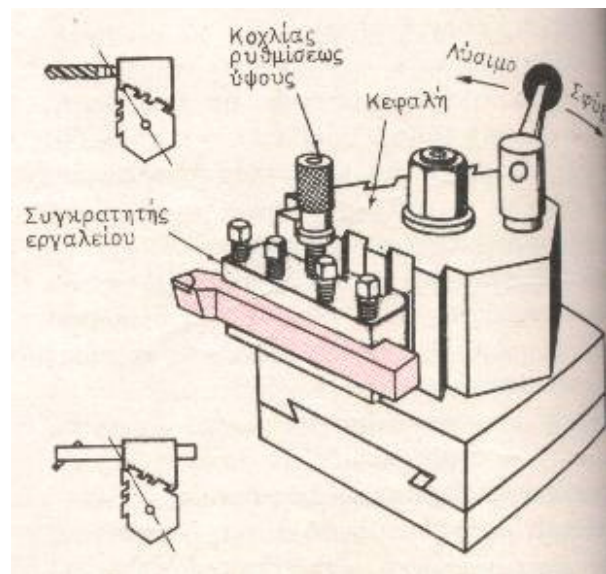
Ο εργαλειοδέτης συγκρατεί απευθείας το κοπτικό εργαλείο. Από τους τρεις τύπους εργαλειοδετών του σχήματος 2.20 έχει επικρατήσει ο τύπος γ του τετραπλού εργαλειοδέτη, γιατί έχει το πλεονέκτημα να δέχεται τέσσερα διαφορετικά εργαλεία, των οποίων η εναλλαγή από το ένα στο άλλο γίνεται εύκολη με την περιστροφή του. Έτσι ο τετραπλός εργαλειοδέτης συντελεί στην αύξηση παραγωγής εν σειρά κομματιών που απαιτούν τη χρησιμοποίηση μέχρι και τεσσάρων διαφορετικών κοπτικών εργαλείων.

Τελευταία εφαρμόζεται πολύ ο εργαλειοδέτης ταχείας αλλαγής (σχ.2.21)

Μια μεγάλη σειρά από κοπτικά εργαλεία, που απαιτούνται για όλες τις φάσεις της κατεργασίας, είναι στερεωμένα και ρυθμισμένα το καθένα στο δικό του συγκρατητή. Εναλλάσσονται και τοποθετούνται πολύ γρήγορα και με ακρίβεια, χωρίς να υπάρχει ανάγκη ρυθμίσεως σε κατάλληλες υποδοχές του κυρίως εργαλειοδέτη. Υπάρχουν μάλιστα τέτοιοι εργαλειοδέτες, όπου κατά τον ίδιο τρόπο στερεώνονται τρία συνολικά εργαλεία, ανά ένα σε κάθε πλευρά.



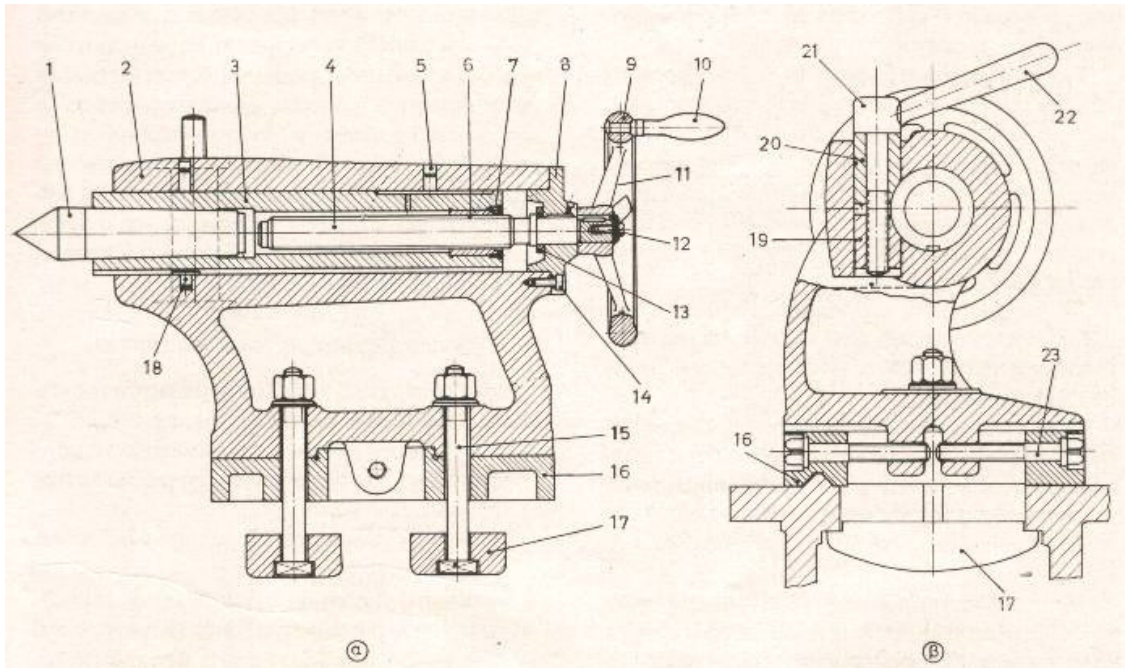
**Σχήμα 2.20** Είδη εργαλειοδετών  
α,β) Απλοί εργαλειοδέτες  
γ) Τετραπλός εργαλειοδέτης.



**Σχήμα 2.21** Εργαλειοδέτης ταχείας αλλαγής .

#### Κεντροφορέας (κουκουβάγια).

Είναι βασικό εξάρτημα του τόννου και βρίσκεται επάνω στο σώμα δεξιά από το εργαλειοφορείο. Η κατασκευαστική διαμόρφωση ενός κεντροφορέα φαίνεται στο σχήμα 2.22, όπου αναφέρονται και όλα τα επί μέρους εξαρτήματά του.



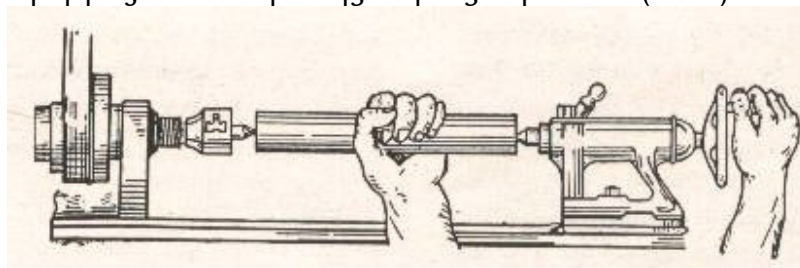
**Σχήμα 2.22** Κεντροφορέας τόννου.

1. πόντα, 2. σώμα, 3. έμβολο, 4. κοχλίας κινήσεως εμβόλου, 5. τάπα λιπάνσεως, 6. περικόχλιο 7. ασφαλιστικός κοχλίας, 8. καπάκι, 9. χειροτροχός, 10. λαβή, 11. σφήνα χειροτροχού κοχλίας, 12. κοχλίας, 13. ροδέλα, 14. κοχλίας στερεώσεως καπακιού, 15. κοχλίας σταθεροποίησης κεντροφορέα, 16. πλάκα βάσεως με πρισματοδηγό, 17. γέφυρα σταθεροποίησης, 18. οδηγητική σφήνα εμβόλου προς σώμα, 19. κάτω κύλινδρος πίεσεως εμβόλου, 20. άνω κύλινδρος πίεσεως εμβόλου, 21. κοχλίας για σταθεροποίηση εμβόλου, 22. χειρομοχλός κοχλίας 21, 23. κοχλίας για εγκάρσια μετατόπιση κεντροφορέα.

Με τον κεντροφορέα επιτυγχάνονται τα εξής:

✓ Συγκράτηση του ελεύθερου προς τα δεξιά άκρου κομματιών που είναι δεμένα στο τσοκ αλλά έχουν μεγάλο σχετικά μήκος, και λόγω των δυνάμεων κοπής δε θα ήταν σταθερά την τόννευση.

✓ Συγκράτηση του δεξιού άκρου, όταν γίνεται τόννευση με συγκράτηση μεταξύ κέντρων, οπότε και το αριστερό άκρο συγκρατείται στην πόντα, η οποία εφαρμόζει στο άκρο της κύριας ατράκτου (2.23).



**Σχήμα 2.23** Χειρισμός για τη συγκράτηση μεταξύ κέντρων.

✓ Τρύπημα, όταν το κομμάτι περιστρέφεται δεμένο στο τσοκ και το τρυπάνι προσαρμόζεται στο θηλυκό κώνο του εμβόλου.

✓ Κωνική τόννευση, όταν η κωνικότητα είναι σχετικά μικρή.

Ο κεντροφορέας μετακινείται κατά μήκος του κρεβατιού και σταθεροποιείται στην επιθυμητή θέση συνήθως με τη βοήθεια ενός ή δύο κοχλιών και μιας πλάκας - γέφυρας.

Το άνω τμήμα φέρει το έμβολο, το οποίο μετακινείται μέσω ενός κοχλίας και χειροτροχού και φέρει στο εμπρόσθιο άκρο τυποποιημένο κώνο Μορς με πόντα.



Για να μην περιστρέφεται το έμβολο προς το κάτω μέρος του, έχει κατά μήκος σφηνοαύλακα, μέσα στην οποία εφαρμόζει σφήνα σταθεροποιημένη στο σώμα(σχ.2.22 ,α, 18). Το έμβολο σταθεροποιείται απόλυτα στην επιθυμητή θέση του μέσα στο σώμα με διάφορους τρόπους, ένας από τους οποίους παρουσιάζεται στο σχήμα 2.22 ,β, στην πλάγια όψη σε τομή.

Για τις χονδρικές μετακινήσεις μετατοπίζεται ολόκληρος ο κεντροφορέας, ενώ για τις μικρομετακινήσεις μετατοπίζεται μόνο το έμβολο με τη βοήθεια του κοκλίου.

Είναι ευνόητο ότι η διαμόρφωση του κεντροφορέα είναι τέτοια, ώστε ο νοητός άξονας του εμβόλου και της πόντας του να συμπίπτει απόλυτα με το νοητό άξονα της κύριας ατράκτου.

Αν δε συμβαίνει αυτό, τα κομμάτια θα βγαίνουν κωνικά.

Με το τέλος της διαδρομής του εμβόλου, προς τα δεξιά μέσα στο σώμα ή προς τα αριστερά, η άκρη του κοκλίου προσκρούει αυτόματα στο άκρο της πόντας και την «πετάει έξω».

Το σώμα 2 του κεντροφορέα [σχ.222(α)] με τη βοήθεια των κοκλιών 23 (σχ.2.22) επιδέχεται μικρή εγκάρσια μετατόπιση. Αυτή χρησιμεύει για την περίπτωση κωνικής τριβής με μικρή σχετικά κωνικότητα.

Στους μικρούς και μεσαίους τόνους για τη συγκράτηση ενός κομματιού μεταξύ κέντρων ο τεχνίτης κρατά με το αριστερό μόνο χέρι το κομμάτι και με το δεξί περιστρέφει το χειροτροχό (σχ.2.23) για την προσαγωγή της πόντας στην έδρα της στο άκρο του κομματιού.

Σε μεγάλους τόνους ο κεντροφορέας, που είναι αντίστοιχα μεγάλος και βαρύς, μετατοπίζεται με τη βοήθεια ενός γριναζιού που κυλιέται στην κρεμαγιέρα του κρεβατιού μέσω χειροκίνητου ή ηλεκτροκίνητου μηχανισμού.

Σε μερικές περιπτώσεις μεγάλων τόνων το έμβολο μετατοπίζεται υδραυλικά ή πνευματικά (λάδι υπό πίεση ή πεπιεσμένος αέρας) και μάλιστα με ρυθμιζόμενη πίεση, οπότε φυσικά είναι ρυθμιζόμενη και η δύναμη ώσεως της πόντας. Οι τρόποι αυτοί χρησιμοποιούνται σε περίπτωση παραγωγής εν σειρά τεμαχίων με μεγάλο σχετικά βάρος. Ο τριναδόρος έχει τότε ελεύθερα τα δύο χέρια του για να πιάσει το κομμάτι και ο χειρισμός για τη μετατόπιση της πόντας του κεντροφορέα γίνεται μέσω ενός ποδοδιακόπτη.

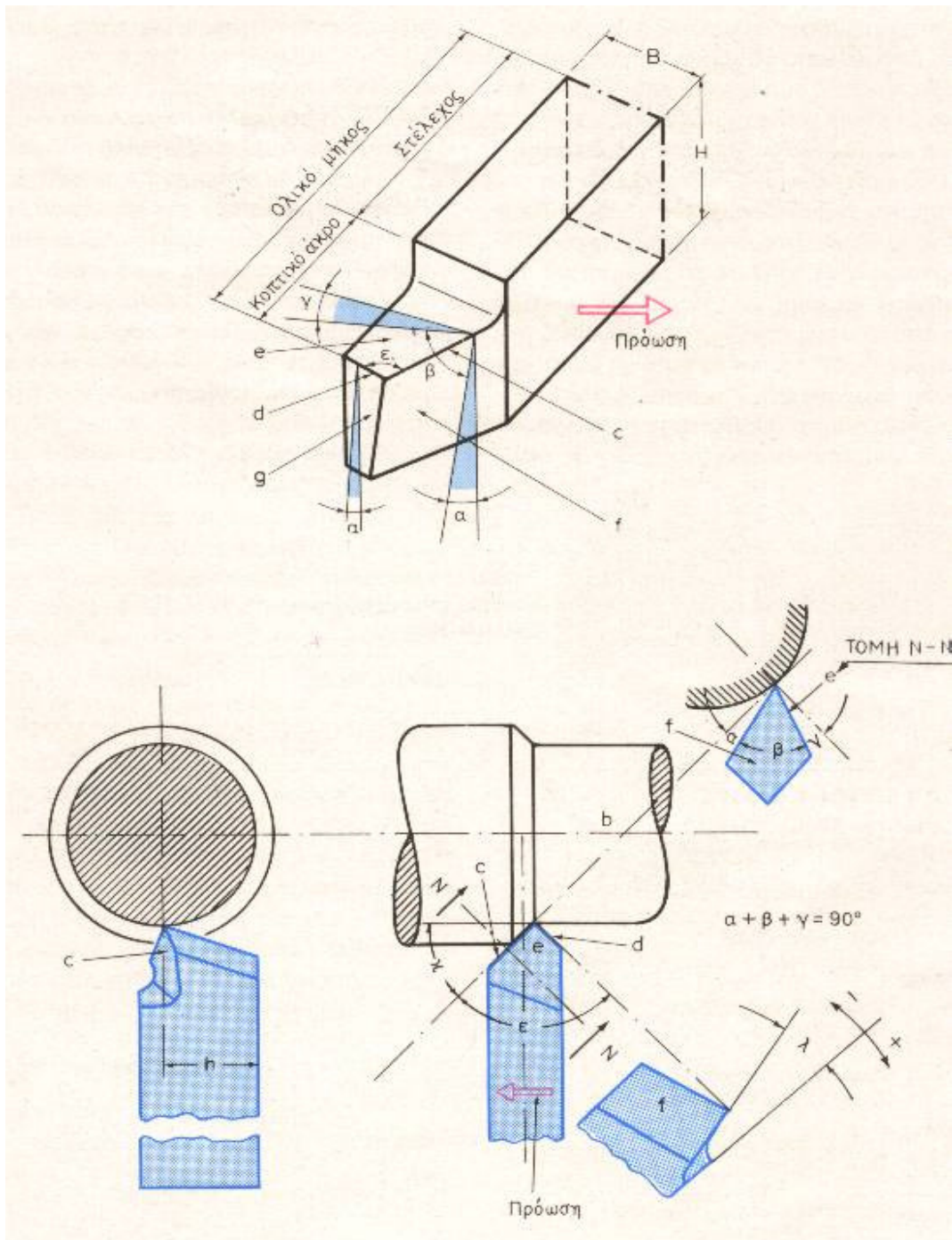
## **2.3 ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΟΝΟΥ.**

### **Μορφή και στοιχεία του κοπτικού εργαλείου.**

Η μορφή που πρέπει να έχει το κοπτικό άκρο ενός εργαλείου έχει μεγάλη σημασία, γιατί, σε τελευταία ανάλυση, αυτό είναι εκείνο που έρχεται σε επαφή με το μέταλλο.

Η σχετική έρευνα και η βιομηχανική πείρα έδειξαν ότι το κοπτικό εργαλείο, για να είναι αποδοτικό και να μην καταστρέφεται σύντομα (στόμωση), πρέπει να έχει μια αυστηρά καθορισμένη μορφή στο κοπτικό του άκρο, δηλαδή, όπως λέμε, να έχει μια ορισμένη γεωμετρική μορφή.

Στο σχήμα 2.24 φαίνονται η γενική μορφή και τα γεωμετρικά στοιχεία ενός εργαλείου ξεχονδρίσματος.



**Σχήμα 2.24** Γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου.

- α: γωνία ελευθερίας
- β: γωνία σφήνας
- γ: γωνία αποβλήτου
- ε: γωνία κόψεων
- κ: γωνία τοποθέτησεως της κύριας κόψεως
- λ: γωνία κλίσεως της κύριας κόψεως
- β: κατεργασμένη επιφάνεια
- ε: επιφάνεια αποβλήτου
- φ: ελεύθερη επιφάνεια της κύριας κόψεως
- σ: κύρια κόψη
- δ: δευτερεύουσα κόψη
- η: ύψος κόψεως
- Β: πλάτος στελέχους εργαλείου
- Η: ύψος στελέχους εργαλείου

### α) Σημασία των γωνιών κοπής.

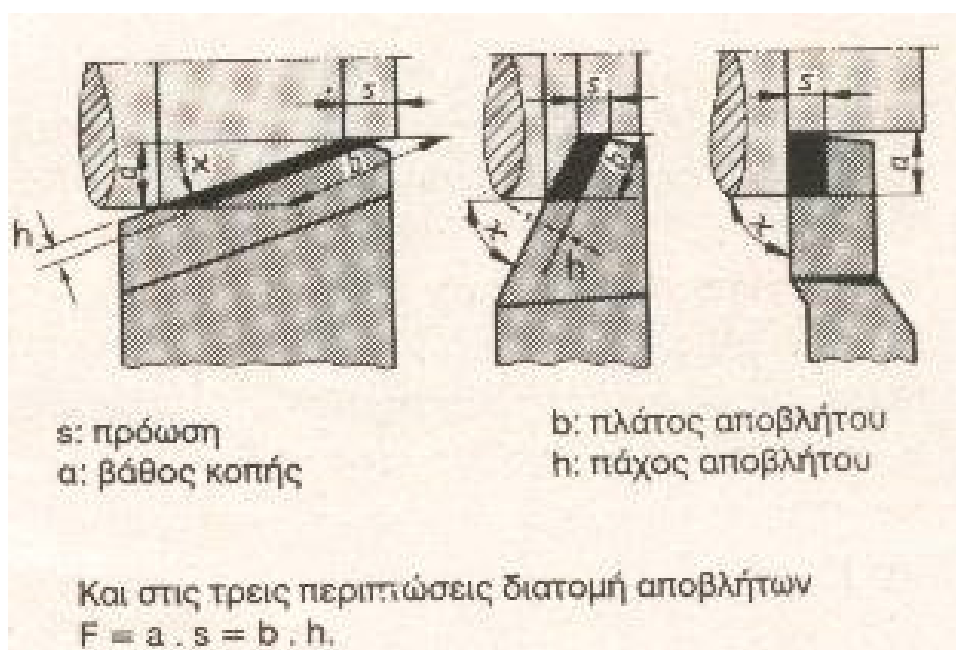
Τα μεγέθη των γωνιών του κοπτικού εργαλείου, που συμβάλλουν στην καλή του απόδοση, εξαρτώνται τόσο από το υλικό του ίδιου του εργαλείου (ταχυχάλυβας, σκληρομέταλλο, κεραμικά υλικά), όσο και από το υλικό του κατεργαζόμενου κομματιού. Οι σημαντικότερες για το λόγο αυτό γωνίες είναι οι γωνίες  $\gamma$ ,  $\alpha$ , και  $\kappa$ .

**Η γωνία αποβλήτου  $\gamma$** , έχει τη μεγαλύτερη επίδραση. Όσο μεγαλώνει η  $\gamma$ , τόσο μικραίνει η δύναμη κοπής και προώσεως, όμως εξασθενίζει η κόψη και το εργαλείο στομώνει γρηγορότερα. Όσο σκληρότερο είναι το υλικό του κομματιού, τόσο η  $\gamma$  πρέπει να είναι μικρότερη. Στο κοπτικό εργαλείο από σκληρομέταλλο, η  $\gamma$  έχει γενικά πολύ μικρότερες τιμές από την αντίστοιχη γωνία εργαλείου από ταχυχάλυβα. Στα ψαθυρά υλικά, δηλαδή στα υλικά που το απόβλητό τους βγαίνει σε πολύ μικρά κομμάτια (χυτοσίδηρος, χυτός ορείχαλκος) η γωνία  $\gamma$  έχει τιμές που πλησιάζουν το μηδέν (0).

Σε ειδικές περιπτώσεις και σε μεγάλες ταχύτητες κοπής εφαρμόζονται σε εργαλεία με σκληρομέταλλο, ακόμα και αρνητικές τιμές στη γωνία  $\gamma$ .

**Η γωνία ελευθερίας  $\alpha$** , έχει σκοπό να ελαττώσει την τριβή μεταξύ του κομματιού και της ελεύθερης επιφάνειας του εργαλείου κάτω από την κόψη. Το μέγεθος της είναι σχεδόν ανεξάρτητο από το υλικό τόσο του κομματιού όσο και του εργαλείου και κυμαίνεται από  $6^\circ$  έως  $8^\circ$ . Ο πίνακας 1 δίνει τιμές των γωνιών  $\alpha$  και  $\gamma$  σε σχέση με το υλικό του κομματιού και το υλικό του κοπτικού εργαλείου.

**Η γωνία τοποθέτησεως  $\kappa$** , είναι η γωνία που σχηματίζει η κόψη με την κατεύθυνση προώσεως. Το μέγεθος της μεταβάλλεται από  $90^\circ$  (τόρνευση σε «κόχη») μέχρι ελάχιστη  $30^\circ$ . Συνηθισμένες και ευνοϊκές τιμές της  $\kappa$  για ξεχόνδρισμα είναι  $35^\circ$  έως  $45^\circ$ . Για τα ίδια μεγέθη προώσεως  $s$  και βάθος κοπής  $a$ , όσο μικραίνει η γωνία  $\kappa$  τόσο μεγαλώνει το μήκος επαφής της κόψεως  $b$ , πράγμα που συνεπάγεται μικρότερη καταπόνηση της κόψεως και καλύτερη απαγωγή της θερμότητας που παράγεται από την κοπή και συνεπώς μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εργαλείου (σχ.2.25).



**Σχήμα 2.25** Κοπή με διάφορες γωνίες  $\kappa$ .

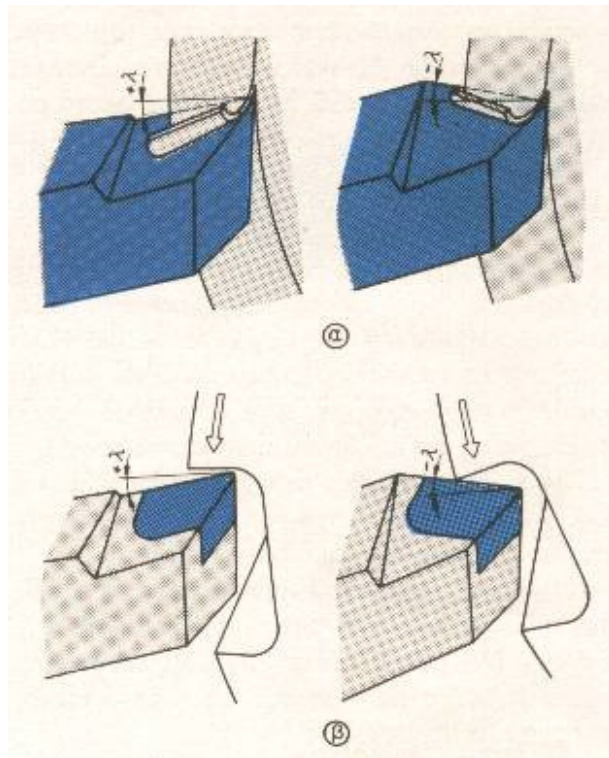
ΥΛΙΚΟ	Γωνία ελευθερίας $\alpha$		Γωνία αποβλήτου $\gamma$	
	SS	HM	SS	HM
Χάλυβας ως 60 κρ/mm <sup>2</sup>	8°	6° ÷ 8°	10°...20°	10°...15°
Χάλυβας πάνω από 60 κρ/mm <sup>2</sup>	8°	6° ÷ 8°	10...15	0°...10°
Κράμματα χάλυβα πάνω από 100 κρ/mm <sup>2</sup>	8°	6° ÷ 8°	10...15	6°
Ανοξειδωτος χάλυβας καμινευμένος	8°	6° ÷ 8°	15...20°	10...20°
Χυτοσίδηρος σκληρότητας ως HB = 250 κρ/mm <sup>2</sup>	6° ÷ 8°	6° ÷ 8°	0...6°	10...15°
Κράμματα χυτοσίδηρου HB = 250... 400 κρ/mm <sup>2</sup>	6°	6° ÷ 8°	0°	0°...5°
Χαλκός, Ορείχαλκος ως HB = 85 κρ/mm <sup>2</sup>	ως 14°	10...15°	-15° ÷ 25°	10...20°
Ορείχαλκος Κασσιτερόχαλκος πάνω από HB = 85 κρ/mm <sup>2</sup>	6°	8...10°	10...20°	5°...10°
Κράμματα αλουμινίου με HB = 60 κρ/mm <sup>2</sup>	ως 10°	10°	ως 40°	20...35°
Κράμματα Al - Si (Si: 9 ÷ 13%)	6°	8...10°	10° ÷ 18°	8° ÷ 15°
Κράμματα αλουμινίου με HB = 60...110 κρ/mm <sup>2</sup>	ως 10°	8...10°	ως 25°	10...20°
Τεχνητά υλικά Σκληρό χαρτί	5...10°	12...14°	18...30°	0°

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

Γωνίες αποβλήτου και γωνίες ελευθερίας για κοπτικά εργαλεία τόννου από ταχυάλυβα (SS) και σκληρομέταλλα (HM)

**Η γωνία κλίσεως της κύριας κόψεως  $\lambda$** , επηρεάζει τη ροή και τη μορφή του απόβλητου (σχ. 2.26). Μια θετική γωνία  $\lambda$  ωθεί το απόβλητο μακριά από το κομμάτι, ενώ μια αρνητική γωνία  $\lambda$  κάνει το απόβλητο πιο «σγουρό» [σχ 2.26 (α)], που συχνά σπάει πάνω στο κομμάτι.

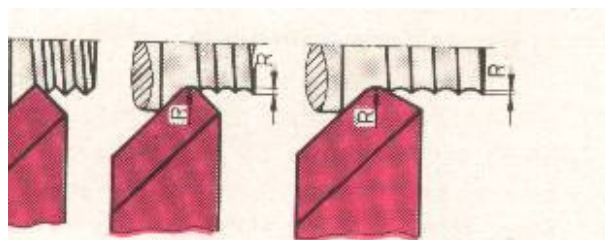
Για ξεχόνδρισμα σε ανώμαλες επιφάνειες η αρνητική γωνία πλεονεκτεί έναντι της θετικής όσον αφορά το πιθανό σπάσιμο της κόψεως από κρούσεις [σχ 2.26 (β)].



**Σχήμα 2.26** α) Επίδραση της  $\lambda$  στη ροή και μορφή του αποβλήτου.  
β) Επίδραση της  $\lambda$  στην αντοχή του εργαλείου.

**Η γωνία κόψεως  $\epsilon$** , ανάλογα με το είδος της εργασίας και το υλικό του εργαλείου, κυμαίνεται περίπου από  $60^\circ$  έως και  $90^\circ$ .

Τέλος, σημειώνεται ότι το στρογγύλεμα της αιχμής, δηλαδή στο σημείο όπου συναντώνται η κύρια και η δευτερεύουσα κόψη του εργαλείου (σχ.2.27), επηρεάζει την τραχύτητα της επιφάνειας που αποδίδεται. Δηλαδή μεγάλο  $R$  δίνει καλύτερη ποιότητα επιφάνειας, αλλά αυξάνει την πιθανότητα για τρέμουλο κατά την κοπή.



**Σχήμα 2.27** Επίδραση του στρογγυλέματος της αιχμής του εργαλείου στην τραχύτητα της επιφάνειας.

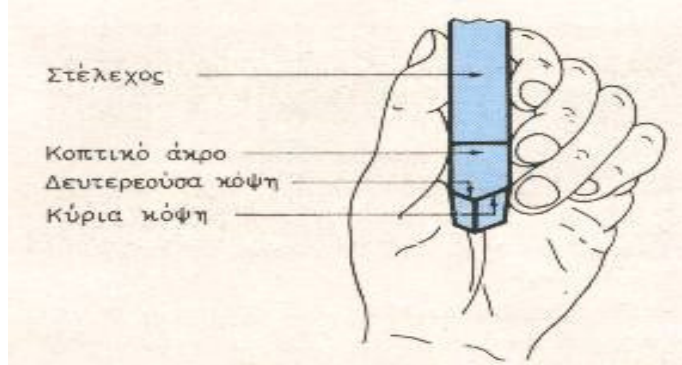
## β) Δεξιά και αριστερά εργαλεία.

Η κατεύθυνση κινήσεως του εργαλειοφορείου κατά την τόννευση είναι στα 90% των περιπτώσεων από τα δεξιά προς τα αριστερά, δηλαδή προς το τσοκ. Αυτό προϋποθέτει ορισμένη θέση της κύριας κόψεως στο άκρο του κοπτικού εργαλείου. Για το λόγο αυτό το εργαλείο γι' αυτήν την κατεύθυνση κοπής το λέμε «δεξιό».

Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου το εργαλείο κινείται αντίθετα, δηλαδή με κατεύθυνση από το τσοκ προς τα δεξιά, αλλά τότε η θέση της κύριας κόψεως πρέπει να είναι διαφορετική. Στην περίπτωση αυτήν το εργαλείο το λέμε «αριστερό».

Ο πρακτικός κανόνας για τη διάκριση των εργαλείων σε δεξιά και σε αριστερή είναι ο εξής:

Κρατούμε το εργαλείο έτσι, ώστε το κοπτικό άκρο του να κατευθύνεται προς εμάς (σχ.2.28). Αν η κύρια κόψη βρίσκεται δεξιά, το εργαλείο χαρακτηρίζεται ως δεξιό, αν βρίσκεται αριστερά, χαρακτηρίζεται ως αριστερό.



**Σχήμα 2.28** Καθορισμός δεξιού ή αριστερού εργαλείου.

## Μορφές εργαλείων και τυποποίηση.

Σε αντίθεση με τα εργαλεία δρέπανου και φρεζομηχανής, όλα τα κοπτικά εργαλεία του τόννου χαρακτηρίζονται ως εργαλεία με μια μόνο κόψη, την κύρια κόψη. Εξαιρεση μπορεί να αποτελέσει η περίπτωση μερικών εργαλείων κοπής σπειρώματος και των λίγων εργαλείων μορφής.

Όπως είναι γνωστό, τα πρώτα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για κοπή των μετάλλων ήταν από βαμμένο ανθρακούχο χάλυβα.

Κατόπιν χρησιμοποιήθηκαν χάλυβες με μικρές προσμίξεις (εργαλειοχάλυβες) χρωμίου (Cr), βολφραμίου (W), μολυβδαίνιου (Mo) και στη συνέχεια χάλυβες με υψηλές προσμίξεις και τα σκληροκράματα (στελίτες).

Η χρήση των παραπάνω χαλύβων περιορίστηκε βαθμιαία και σήμερα τείνει να εκλείπει εντελώς από τον ανταγωνισμό των σημερινών ταχυχαλύβων του εμπορίου και προπαντός των σκληρομετάλλων και των κεραμικών υλικών.

### **α)Εργαλεία από ταχυχάλυβα.**

Τα εργαλεία από ταχυχάλυβα προσφέρονται στο εμπόριο υπό μορφή ραβδίων (ατσαλάκια), τα οποία είναι βαμμένα με ρεκτιφιαρισμένες επιφάνειες έτοιμες για χρήση. Τόσο η μορφή όσο και οι διαστάσεις της διατομής τους είναι τυποποιημένα.

Το σχήμα 2.29 παρουσιάζει τις τυποποιημένες διατομές του ταχυχάλυβα και το σχήμα 2.30 παρουσιάζει τις διάφορες μορφές και

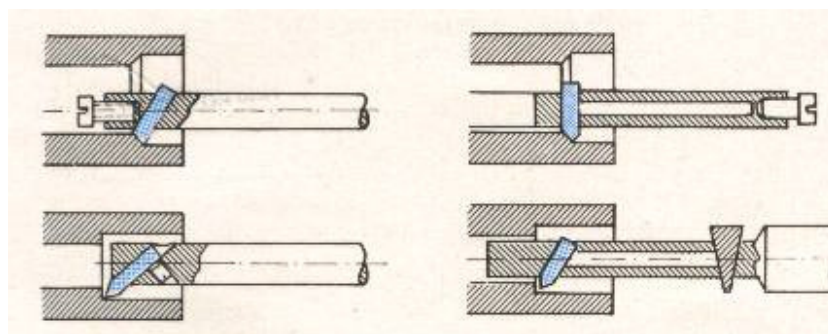
περιπτώσεις εργαλείων από ταχυχάλυβα μαζί με τις «μανέλες», πάνω στις οποίες στερεώνονται για να συγκρατηθούν πάνω στον εργαλειοδέτη. Στο σχήμα 2.31 φαίνονται διάφορες παραλλαγές μορφής εργαλείων για εσωτερική τόνρευση μικρού και μεγάλου βάθους.

Μορφή	A	B	Γ	Δ	Ε
Διατομή					
Σχέση πλευρών	—	1:1	Συγχρόνως	1,6:1 2:1 4:1	4:1

**Σχήμα 2.29** Τυποποιημένες διατομές ραβδίων από ταχυχάλυβα για κοπτικά εργαλεία.



**Σχήμα 2.30** Εργαλεία με ραβδία (ατσαλάκια) από ταχυχάλυβα σε κατάλληλες μανέλες.

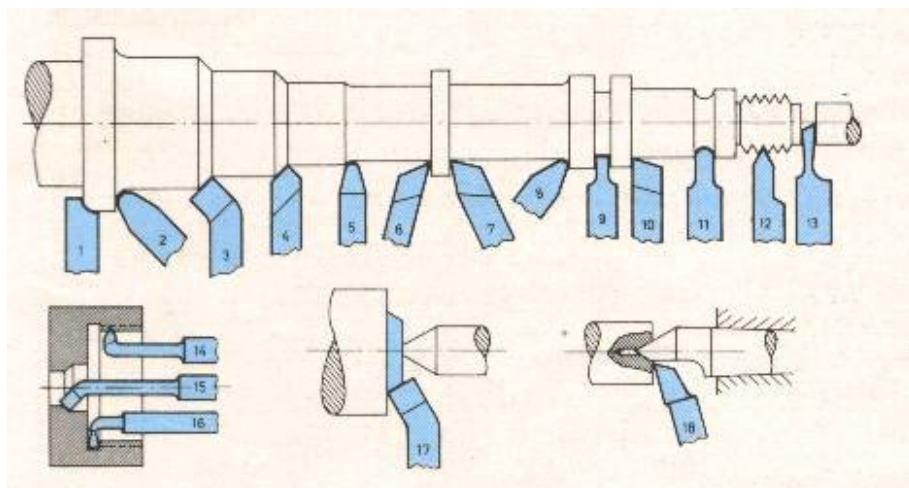


**Σχήμα 2.31** Εργαλεία για εσωτερική τόνρευση (μανέλες).

Με την εξέλιξη και διάδοση των εργαλείων από σκληρομέταλλο, η χρήση των ταχυχαλύβων έχει περιορισθεί σημαντικά. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις τόνρευσεως και αποφεύγεται η χρήση τους σε μεγάλες σειρές παραγωγής με κύριο μειονέκτημα ότι δε δέχονται μεγάλες ταχύτητες κοπής.

Οι ταχυχάλυβες χρησιμοποιούνται επίσης ως εργαλεία μορφής, γιατί με την τρόχιση διαμορφώνονται σχετικά πολύ εύκολα. Επίσης οι ταχυχάλυβες χρησιμοποιούνται ακόμη και στις περιπτώσεις εκείνες που λόγω της μορφής του κομματιού η κοπή είναι διακεκομμένη και συνεπώς παρουσιάζει κραδασμούς κρουστικής μορφής, όπως π.χ όταν από μια τετραγωνική ράβδο θέλουμε να βγάλουμε ένα κυλινδρικό τμήμα ή όταν θέλουμε να торνεύσουμε έναν άξονα που έχει σφηνοαύλακα ή να торνεύσουμε τα δόντια ενός οδοντωτού τροχού.

Στο σχήμα 2.32 φαίνονται οι μορφές που πρέπει να έχουν τα κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα για διάφορες περιπτώσεις εξωτερικής και εσωτερικής торνεύσεως.



**Σχήμα 2.32** Βασικές μορφές εργαλείων торνεύσεως από ταχυχάλυβα και αντίστοιχες περιπτώσεις торνεύσεως.

- I. Μορφής (στρογγυλεμένο κοίλο)
- II. Μορφής (στρογγυλεμένο κυρτό)
- III. Ξεχονδρίσματος λοξό
- IV. Ξεχονδρίσματος ίσιο
- V. Τελειώματος ίσιο
- VI. Προσώπου αριστερό
- VII. Προσώπου δεξιό
- VIII. Μορφής
- IX. Αυλακώσεις
- X. Μαχαίρι πλευρικό
- XI. Μορφής
- XII. Σπειρώματος εξωτερικό
- XIII. Αποκοπής
- XIV. Σπειρώματος εσωτερικό
- XV. Ξεχονδρίσματος
- XVI. Αυλακώσεις
- XVII. Προσώπου
- XVIII. Προσώπου για άκρο άξονα.

### β) Εργαλεία από σκληρομέταλλα.

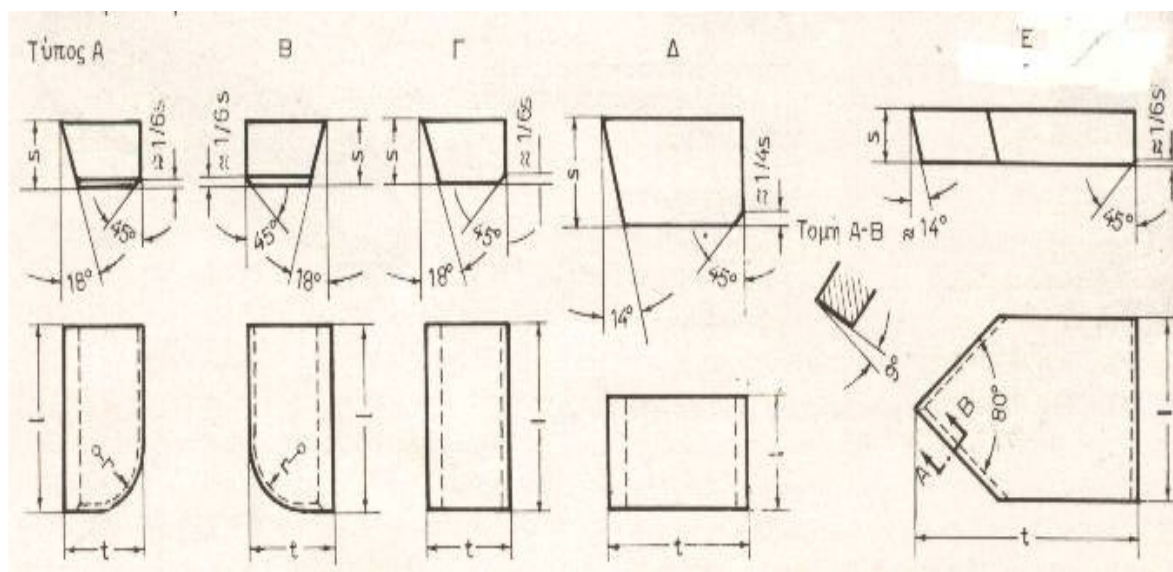
Λέγοντας εργαλείο από σκληρομέταλλο, εννοούμε ένα εργαλείο που το κυρίως στέλεχος του είναι από χάλυβα υψηλής αντοχής, ενώ από πραγματικό σκληρομέταλλο είναι ένα μικρό μόνο πλακίδιο, κατάλληλα στερεωμένο στο κοπτικό άκρο του στελέχους, δηλαδή της μανέλας.



Η στερέωση του πλακιδίου στο άκρο της μανέλας γινόταν πρώτα με συγκόλληση (σχ.2.33). Ο τρόπος όμως αυτός έχει περιορισθεί πολύ, γιατί παρουσιάζει δύο βασικά μειονεκτήματα:

- Η συγκόλληση απαιτεί εργαλεία και ειδικό συγκολλητικό υλικό ή ειδική ηλεκτρική συσκευή και προσεκτική εργασία από ειδικευμένο προσωπικό.
- Στο κολλημένο, πλακίδιο δουλεύει μόνο μια κόψη, η κύρια, και σπάνια η δευτερεύουσα. Όταν το κολλημένο εργαλείο φθαρεί, χρειάζεται τρόχισμα. Αν σπάσει η κόψη, χρειάζεται αφαίρεση (ξεκόλλημα) του πλακιδίου και αντικατάστασή του. Και τα δύο μειονεκτήματα προκαλούν σημαντική οικονομική επιβάρυνση.

Το σχήμα 2.34 αναφέρεται στην τυποποίηση των συγκολλητών πλακιδίων.



**Σχήμα 2.34** Πλακίδια σκληρομέταλλου για συγκόλληση σε εργαλεία ξεχονδρίσματος.(DIN 4950, ISO/R242).

Εκτός από τα πλακίδια είναι επίσης τυποποιημένα κατά DIN και ISO και τα χαλύβδινα στελέχη (μανέλες) που φέρουν στο άκρο τους τα πλακίδια. Ειδικότερα, κατά το σύστημα ISO οι διάφορες μορφές των στελεχών χαρακτηρίζονται με αριθμούς από ISO 1 έως ISO 9.

Κάθε μια μορφή στελέχους καθορίζεται από την τυποποίηση σε μια σειρά διατομών αυξανόμενου μεγέθους με σκοπό τα εργαλεία να ανταποκρίνονται στα φορτία, δηλαδή για βαριές περιπτώσεις κοπής με μεγάλα πάσα να υπάρχουν και αντίστοιχες μεγάλες και γερές μανέλες.

Ο πίνακας 2 που ακολουθεί δίνει συγκεντρωτικά τις τυποποιημένες μορφές και διατομές των στελεχών καθώς και τους χαρακτηριστικούς αριθμούς τυποποίησης κατά DIN και ISO.

Διατ. στελέχους	q τετραγωνική	h ορθογωνική	στρογγυλή
ISO1	q 10 12 16 20 25 32	h 20 25 32 40 50	
ISO2	q 10 12 16 20 25 32		
ISO3		h 16 20 25 32 40 50	
ISO4	q 10 12 16 20 25 32	h 20 25 32 40	
ISO5	q 10 12 16 20 25 32		
ISO6	q 10 12 16 20 25 32	h 20 25 32 40 50	
ISO7		h 12 16 20 25 32 40 50	
ISO8	q 8 10 12 16 20 25 32		στρογγυλή r 8 10 12 16 20 25
ISO9	q 8 10 12 16 20 25 32		στρογγυλή r 8 10 12 16 20 25

Τυποποιημένες διατομές σε mm

εσωτερικής γωνιάς ISO 9  
DIN 4974  
εσωτερικής τόννευσης ISO 8  
DIN 4973

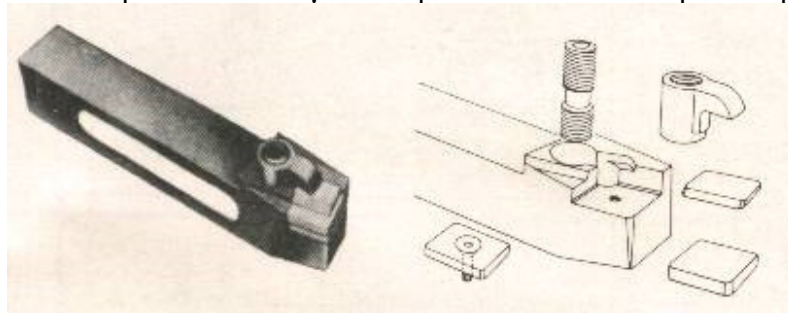
σπισίματος ISO 7  
DIN 4981  
ξεχόνδρισματος ISO 1  
DIN 4971  
ξεχόνδρισματος ISO 2  
DIN 4972  
λοξό για γωνία ISO 3  
DIN 4976  
πλατύ για λείανση ISO 4  
DIN 4976  
λοξό για εγκάρσια τόννευση ISO 5  
DIN 4977  
λοξό για πλευρική τόννευση ISO 6  
DIN 4980

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Τυποποιημένες μορφές και διατομές εργαλείων τόννου κατά ISO και DIN.

### **Ένθετα πλακίδια.**

Σήμερα τα πλακίδια κατά κανόνα είναι ένθετα, δηλαδή δεν στερεώνονται με συγκόλληση αλλά τοποθετούνται σε ειδικές θέσεις –υποδοχές και συγκρατούνται πολύ σταθερά στο άκρο της μανέλας. Για την ασφαλή στερέωση των ένθετων πλακιδίων οι κατασκευαστές εφαρμόζουν διάφορους μηχανικούς τρόπους συγκρατήσεως με κατάλληλες βίδες, μικρομοχλούς και σφήνες, έτσι ώστε, παρά τις μεγάλες δυνάμεις κοπής και παρά τους μεγάλους κραδασμούς, να μην μετατοπίζονται καθόλου από τις θέσεις τους(σχ.2.35). Η όλη εργασία απαιτεί μεγάλη ακρίβεια, πολύ καλή ποιότητα όλων των συνεργαζόμενων επιφανειών και γίνεται μόνο από ειδικευμένο προσωπικό.



**Σχήμα 2.35** Ένθετο πλακίδιο με γραζοσπάση και τα εξαρτήματα στερεώσεώς του στη μανέλα.

### **Μορφές και εκμετάλλευση των ένθετων πλακιδίων.**

Οι μορφές των ένθετων πλακιδίων είναι πολλές, για να προσαρμόζονται στο είδος της κατεργασίας τόννευσεως που θα κάνουν (ξεχόνδρισμα, σπειροτόμηση, εσωτερική τόννευση).

Χαρακτηριστικό και βασικό πλεονέκτημα των ένθετων πλακιδίων είναι ότι, όταν φθαρθεί ή σπάσει μια κόψη, περιστρέφουμε το πλακίδιο για να δουλέψει με μια άλλη του κόψη.

Όσον αφορά τη γωνία ελευθερίας στο πλακίδιο, δηλαδή τη γωνία που σχηματίζει η πάνω πλευρά του πλακιδίου με τις πλαϊνές, παρουσιάζονται δύο περιπτώσεις:

▶ Πλακίδια με γωνία  $\alpha$  θετική π.χ.  $11^\circ$  ή  $6^\circ$  [σχ.2.36 (α)].

▶ Πλακίδια με γωνία  $\alpha$  μηδενική (γωνία σφήνας  $\beta=90^\circ$ ), [σχ.2.36 (β)]. Πλακίδια με γωνία  $11^\circ$  (γωνία σφήνας  $\beta=90-11=79^\circ$ ) μπορούν να εργασθούν με κανονική γωνία ελευθερίας  $\alpha=6^\circ$  και θετική γωνία αποβλήτου  $\gamma=5^\circ$  [σχ.2.36(α)].

Πλακίδια με γωνία μηδενική (κάθετες πλευρές) τοποθετούνται αναγκαστικά υπό κλίση, για να δημιουργηθεί η απαραίτητη γωνία ελευθερίας  $\alpha>6^\circ$ , οπότε θα εργάζονται με μία πραγματική γωνία αποβλήτου αρνητική  $\gamma\sim 6^\circ$  [σχ.2.36(β)].

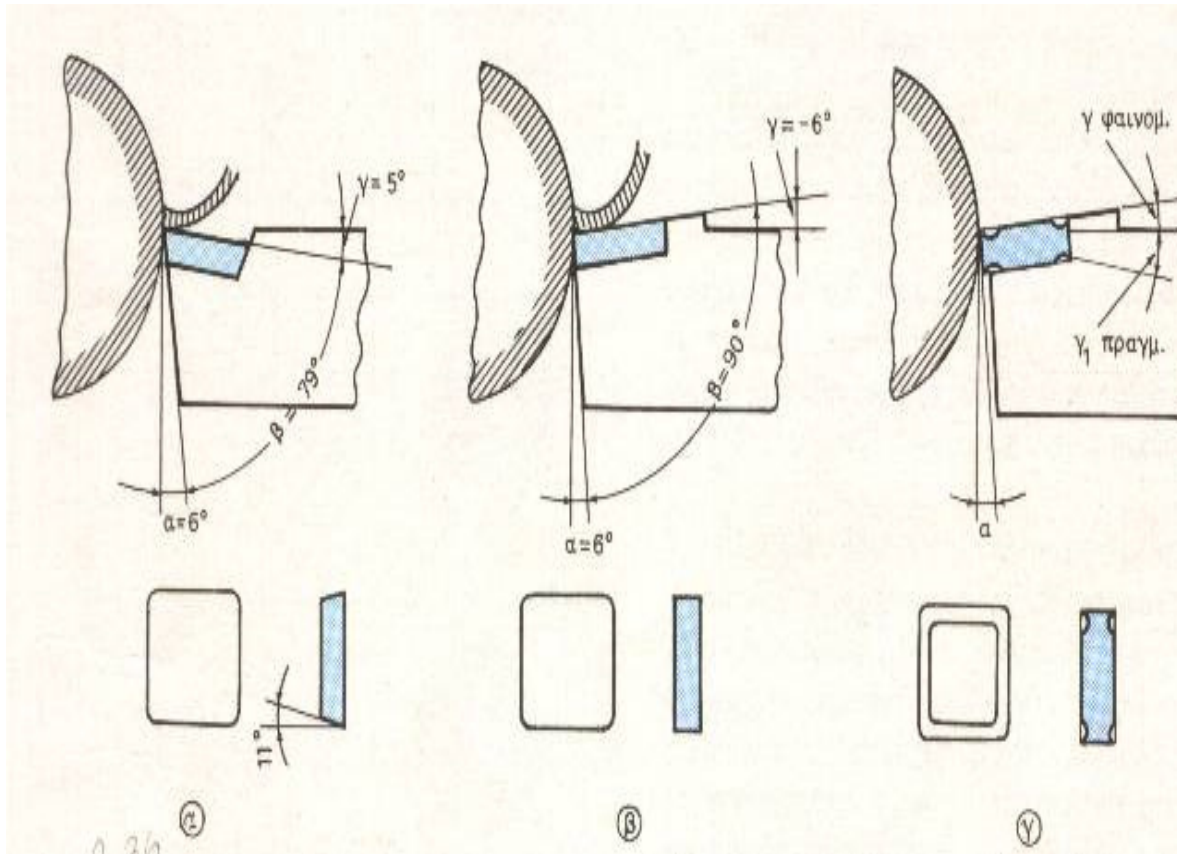
Στην περίπτωση των πλακιδίων του σχήματος 2.36 (α), γίνεται εκμετάλλευση των κόψεων της μιας μόνο πλευράς τους. Στην περίπτωση όμως των πλακιδίων του σχήματος 2.36 (β) & (γ) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν όλες οι κόψεις και από τις δύο πλευρές ως κύριες κόψεις. Έτσι, λόγου χάρη, ένα πλακίδιο τετραγωνικό ή ρομβοειδές μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνολικά οκτώ φορές ( $4+4=8$  κόψεις). Έπειτα από τη χρήση αυτή απορρίπτεται και αντικαθίσταται από νέο πλακίδιο, χωρίς να γίνει αλλαγή κοπτικού εργαλείου και, ακόμη, χωρίς να μετακινηθεί η μανέλα – φορέας του πλακιδίου από τον εργαλειοδέκτη. Η οικονομία χρόνου εργασίας με τον τρόπο αυτό είναι πολύ σημαντική.

Μεγάλη κατηγορία πλακιδίων είναι τα πλακίδια με «αυλάκι-οδηγό» του αποβλήτου, που διαμορφώνεται αμέσως μετά την κόψη.

Στα πλακίδια αυτά με κάθετες πλευρές και αυλάκι παρά την τοποθέτηση τους λόγω του αυλακιού δημιουργείται μια πραγματική γωνία  $\gamma_1$  θετική μέχρι και  $6^\circ$  [σχ.2.36 (γ)].

Στα εργαλεία με αρνητική γωνία αποβλήτου εφαρμόζονται μεγάλες ταχύτητες κοπής και σε συνδυασμό με την αλλαγή των κόψεων, έπειτα από κάθε φθορά, έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος παραγωγής.

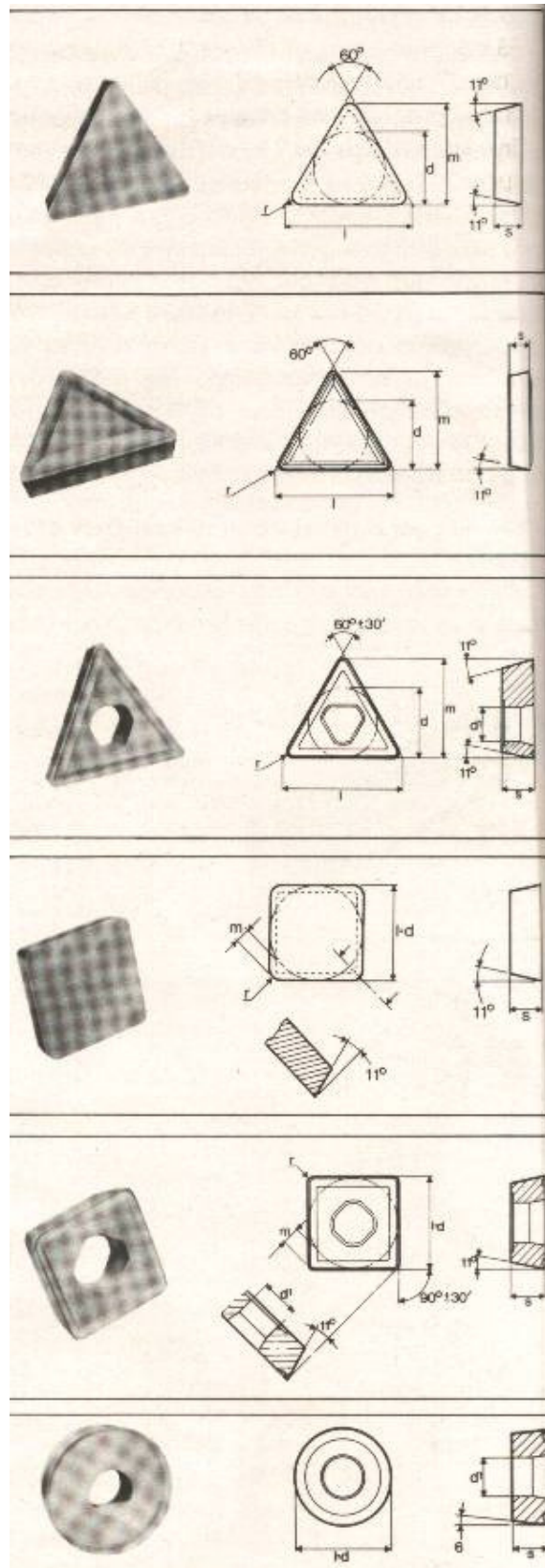
Η χρήση όμως των εργαλείων αυτών προϋποθέτει απαραίτητα στιβαρές εργαλειομηχανές με μεγάλη ισχύ. Γι' αυτό σε παλαιότερες εργαλειομηχανές λιγότερο στιβαρές και για συνηθισμένα υλικά καθώς και για κατεργασία ανοξείδωτων και θερμοανθεκτικών χαλύβων, είναι σκόπιμη η χρησιμοποίηση εργαλείων με θετική γωνία κοπής.



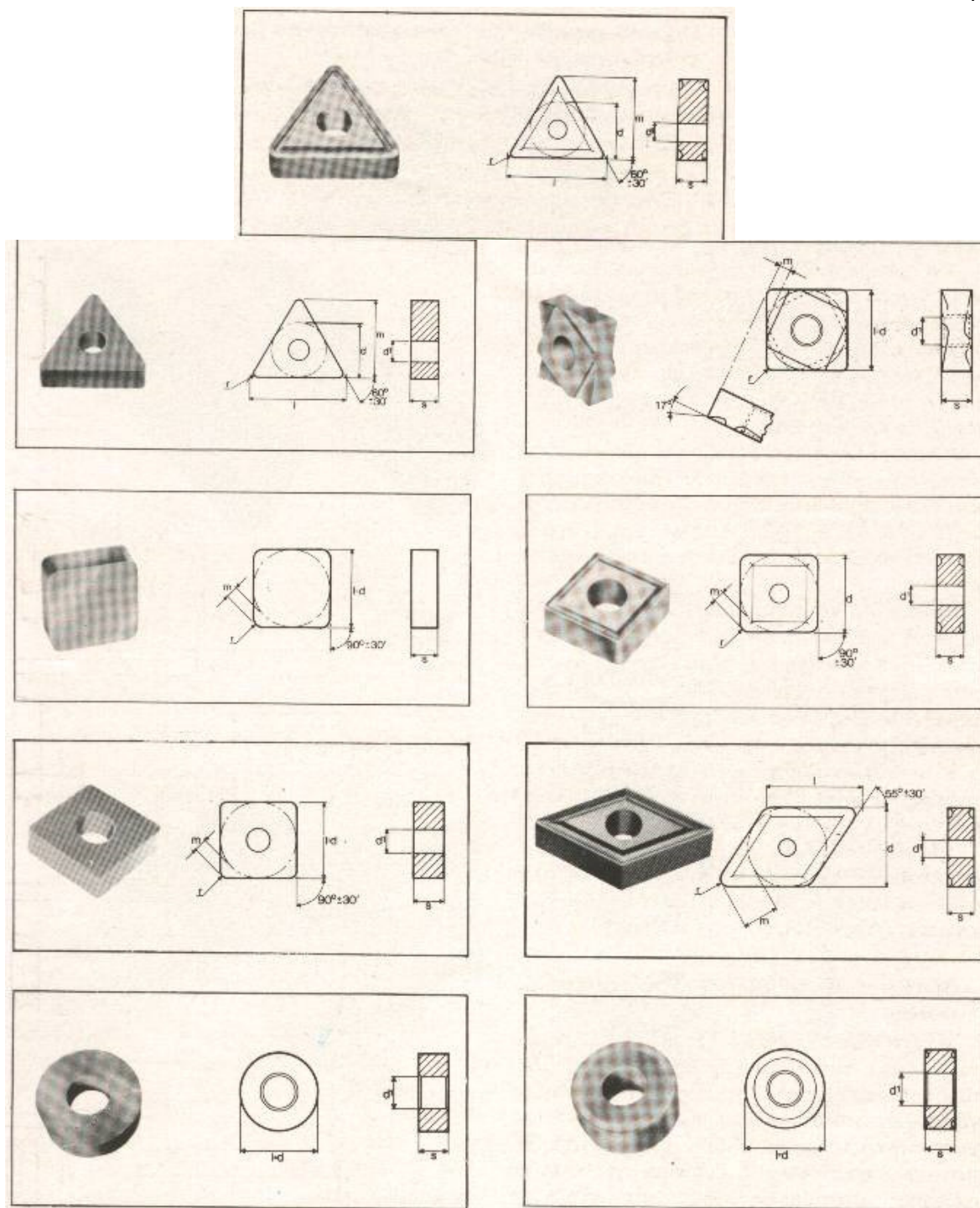
**Σχήμα 2.36** α) Κοπή με θετική γωνία αποβλήτου. β) Κοπή με αρνητική γωνία αποβλήτου. γ) Κοπή με ορθογωνικό πλακίδιο με αυλάκι και θετική πραγματική γωνία αποβλήτου.

### **Τυποποίηση και μεγέθη ένθετων πλακιδίων.**

Οι κατασκευαστές των πλακιδίων προσφέρουν στο εμπόριο ένα μεγάλο πλήθος από μορφές και μεγέθη πλακιδίων. Από αυτά εκείνα που έχουν τη μεγαλύτερη χρήση είναι τα τυποποιημένα. Κάθε τυποποιημένη μορφή προσφέρεται σε μια σειρά μεγεθών με αντίστοιχη αναλογία και στο πάχος. Έτσι π.χ. (DIN 4968) υπάρχει σειρά με τυποποιημένα πλακίδια τετραγωνικά μεγέθους από  $9,52 \times 9,52$  (mm) με πάχος 3,18 (δηλαδή  $3\frac{3}{8} \times 3\frac{3}{8}$  με πάχος  $1\frac{3}{8}$ ) μέχρι  $25,4 \times 25,4$  (mm) με πάχος 6,35 (δηλαδή  $1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$  με πάχος  $\frac{1}{4}$ ). Στα σχήματα 2.37 & 2.38 παρουσιάζονται μερικά είδη πλακιδίων από αυτά που έχουν στην πράξη τη μεγαλύτερη χρήση.



**Σχήμα 2.37** Ένθετα πλακίδια σκληρομέταλλου διαφόρων μορφών και τύπων με θετική γωνία ελευθερίας.



**Σχήμα 2.38** Ένθετα πλακίδια διαφόρων μορφών και τύπων με μηδενική γωνία ελευθερίας.

### **Μορφές και είδη των εργαλείων τόνου με ένθετα πλακίδια.**

Τα εργαλεία τόνου με ένθετα πλακίδια χωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- Εργαλεία για εξωτερική τόννευση.
- Εργαλεία για εσωτερική τόννευση.
- Εργαλεία για κοπή σπειρωμάτων.

Βασικά σημασία για τα παραπάνω εργαλεία έχει η μορφή του πλακιδίου και ο τρόπος στερεώσεως του στο κοπτικό άκρο του στελέχους.

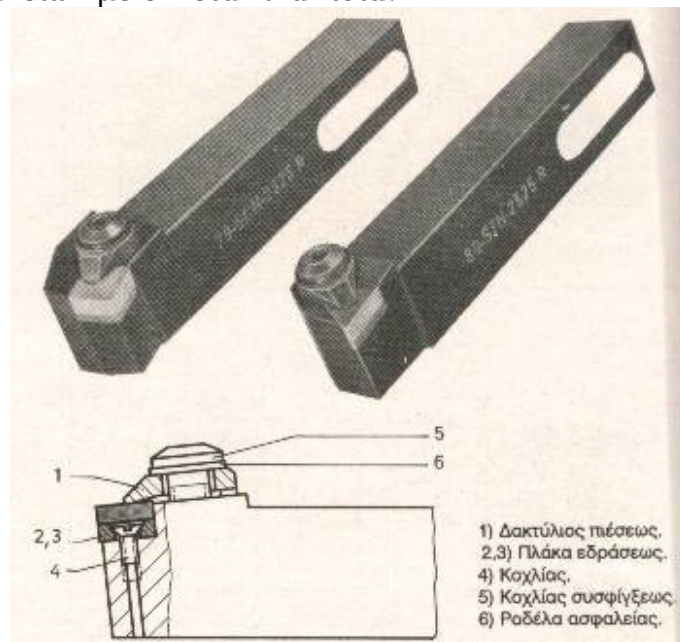
Για το σοβαρό θέμα της στερεώσεως του πλακιδίου έχουν επινοηθεί από τους κατασκευαστές διάφοροι τρόποι, από τους οποίους παρουσιάζονται

παρακάτω οι πιο αντιπροσωπευτικοί για τις κυριότερες περιπτώσεις τριτογενούς, σε εικόνα του εργαλείου μαζί με το σχετικό σχέδιο σε τομή (σχήματα 2.39 έως 2.40).

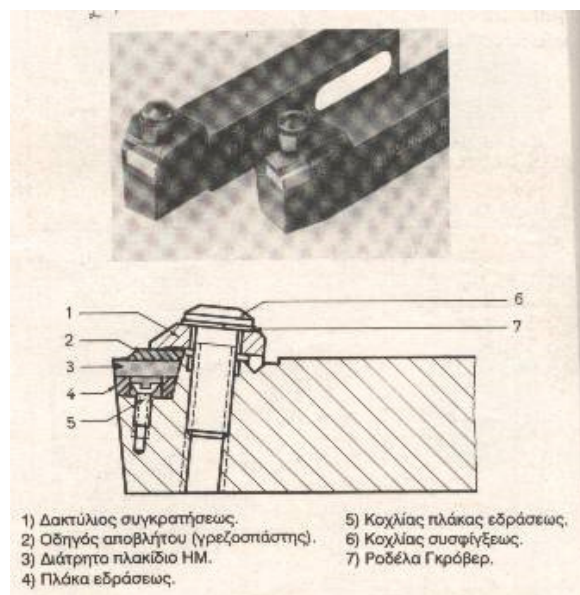
Όταν το απόβλητο (γρέζι) του τόνου είναι συνεχές, ο οδηγός αποβλήτου (γρεζοσπάστης) έχει σκοπό να το αναγκάσει να γίνει σγουρό ή και να το σπάει σε μικρά κομμάτια, για να μην εμποδίζει και ακόμα, εκθέτει σε κίνδυνο τον τριτοδόρο.

Τέλος, για τα κοπτικά εργαλεία με ένθετα πλακίδια σημειώνεται ότι, ενώ αυτά καθαυτά τα πλακίδια είναι τυποποιημένα, τα εξαρτήματα στερεώσεως τους στις μανέλες δεν είναι τυποποιημένα, διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και συνεπώς δεν είναι εναλλάξιμα.

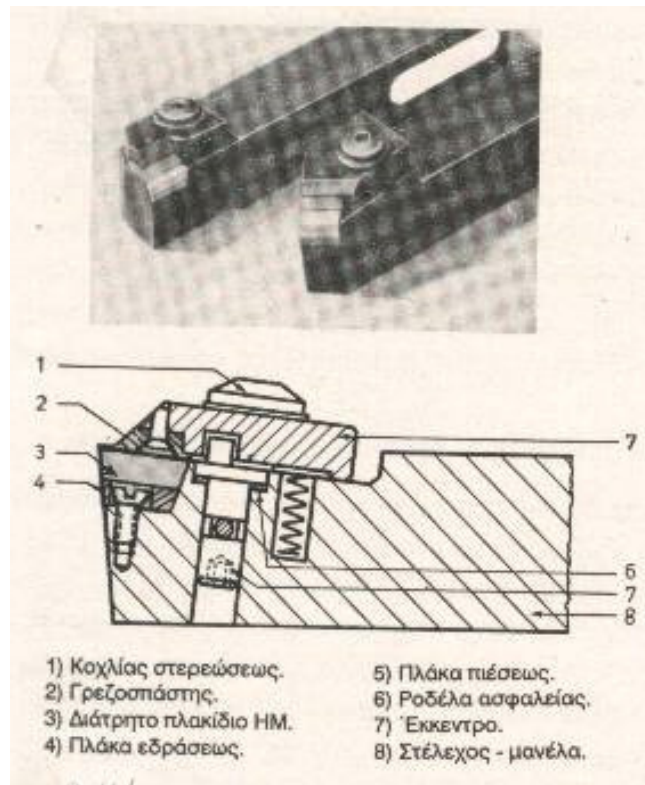
Στο σχήμα 2.44 παρουσιάζονται οι διάφορες περιπτώσεις εξωτερικής και εσωτερικής τριτογενούς και οι αντίστοιχες κατάλληλες μορφές των κοπτικών εργαλείων με ένθετα πλακίδια.



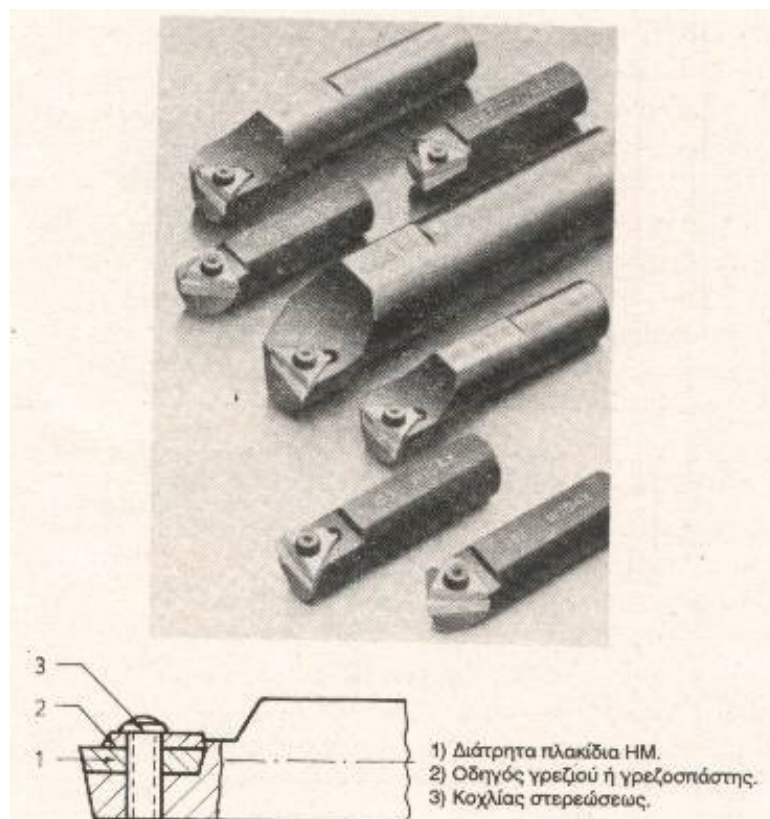
**Σχήμα 2.39** Εργαλεία με απλή συγκράτηση του πλακιδίου.



**Σχήμα 2.40** Εργαλείο με σταθερό οδηγό αποβλήτου (γρεζιού).

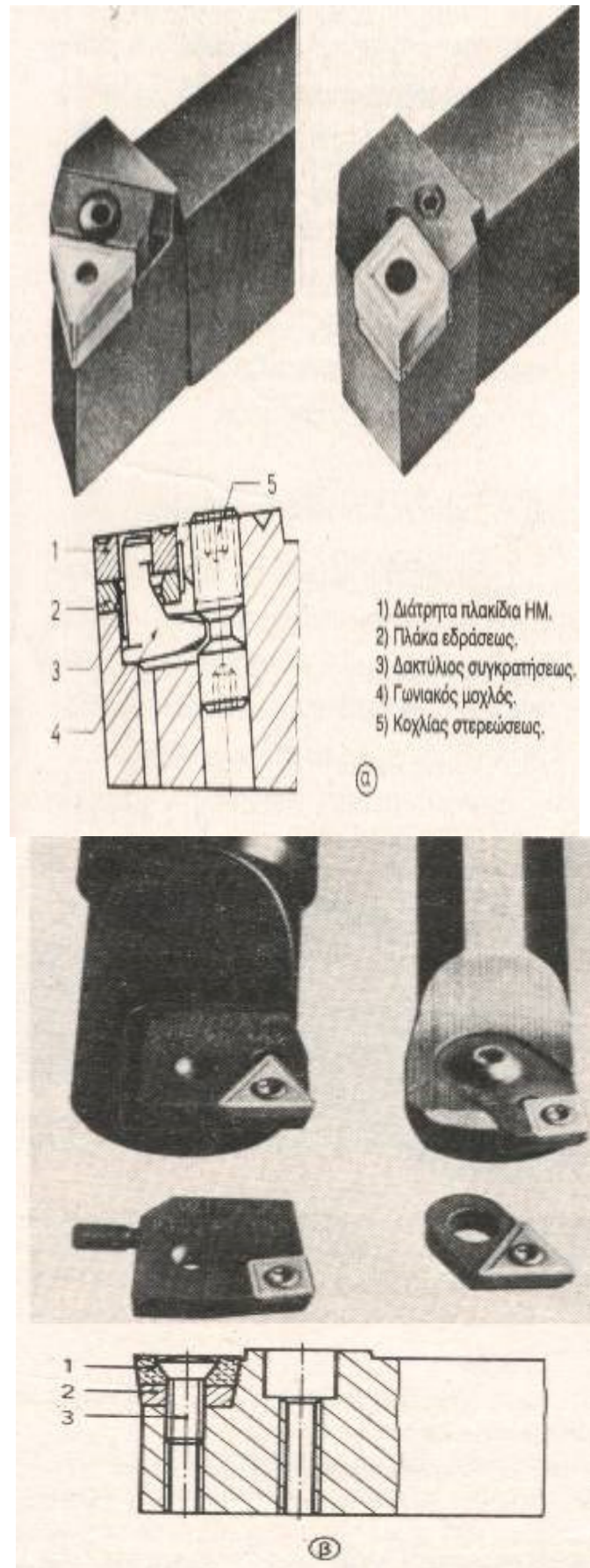


**Σχήμα 2.41** Εργαλείο με ρυθμιζόμενο οδηγό αποβλήτου (γρεζοσπάστη).

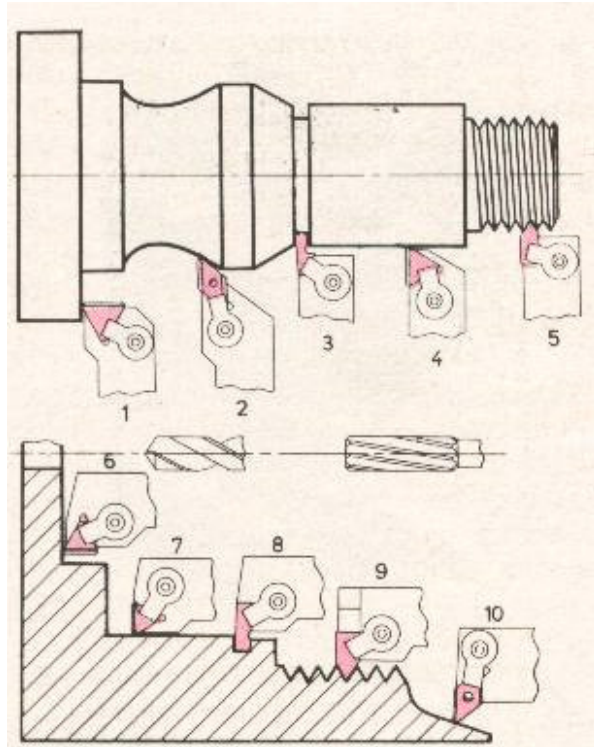


**Σχήμα 2.42** Εργαλεία με σταθερό οδηγό γρεζιού και διάτρητο πλακίδιο.





**Σχήμα 2.43** Εργαλείο με διάτρητο πλακίδιο και αυλάκι για :α) Εξωτερική τόννευση. β) Εσωτερική τόννευση.



**Σχήμα 2.44** Βασικές μορφές εργαλείων για εξωτερική και εσωτερική τórνευση με ένθετα πλακίδια.

### **Ομαδοποίηση των πλακιδίων από σκληρομέταλλο.**

Η γρήγορη εξέλιξη και διάδοση των σκληρομετάλλων και οι ανάγκες της βιομηχανίας οδήγησαν τους ερευνητές και κατασκευαστές στην παραγωγή πολλών ποιοτήτων πλακιδίων, ώστε να μπορούν να ανταποκρίνονται για κοπή με ικανοποιητική απόδοση, τόσο στα διάφορα είδη υλικών (χάλυβας, χυτοσίδηρος, ανοξείδωτος χάλυβας, ορείχαλκος, αλουμίνιο, μη μεταλλικά υλικά) με τις πολύ διαφορετικές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες (σκληρότητα, αντοχή, χημική σύνθεση), όσο και στα είδη και στις συνθήκες της μηχανουργικής κατεργασίας που χρειάζεται να γίνει (τόρνευση, φρεζάρισμα, ταχύτητα κοπής, πρόωση, ακρίβεια, ποιότητα επιφάνειας).

Είναι ευνόητο ότι ένα και το αυτό σκληρομέταλλο δεν μπορεί «να κάνει για όλες τις δουλειές», δηλαδή δεν μπορεί να ικανοποιεί σε υψηλό βαθμό τις πιο δύσκολες συνθήκες, από άποψη υλικών και κατεργασίας, ταυτόχρονα σε καθεμιά από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Για το λόγο αυτό το σύνολο των πλακιδίων από σκληρομέταλλο χωρίστηκε και τυποποιήθηκε σε τρεις βασικές ομάδες. Οι ομάδες αυτές χαρακτηρίζονται από τα γράμματα P, M, K με τα αντίστοιχα διακριτικά χρώματα, μπλε, κίτρινο και κόκκινο

Παράλληλα όμως στην τυποποίηση αυτή για κάθε ομάδα σκληρομετάλλων καθορίστηκαν, σε γενικές γραμμές, η κατάλληλη ομάδα υλικών για κοπή, το είδος της μηχανουργικής κατεργασίας και οι συνθήκες κατεργασίας.

Η τυποποίηση αυτή (ISO/R513- 1966, DIN 4990- 1972) δίδεται στον πίνακα 3 που ακολουθεί.

Οι χαρακτηρισμοί που αναγράφονται στα βέλη 1 και 2 σημαίνουν ότι:

◆ Κατά τη φορά του βέλους 1 αυξάνεται η σκληρότητα του σκληρομέταλλου (περίπου από 1300 ως 1700 κατά Vickers HV 30) και

συνεπώς αυξάνεται η αντοχή του σε φθορά, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνεται η αντοχή του σε κρούση, δηλαδή μπορεί να υποστεί θραύση ευκολότερα.

Για το λόγο αυτό κατά τη φορά του βέλους 1 τα επιλεγόμενα σκληρομέταλλα επιδέχονται μεγαλύτερη ταχύτητα κοπής, σε συνδυασμό όμως με μικρότερες προώσεις ώστε να ελαττωθεί ο κίνδυνος θραύσεως.

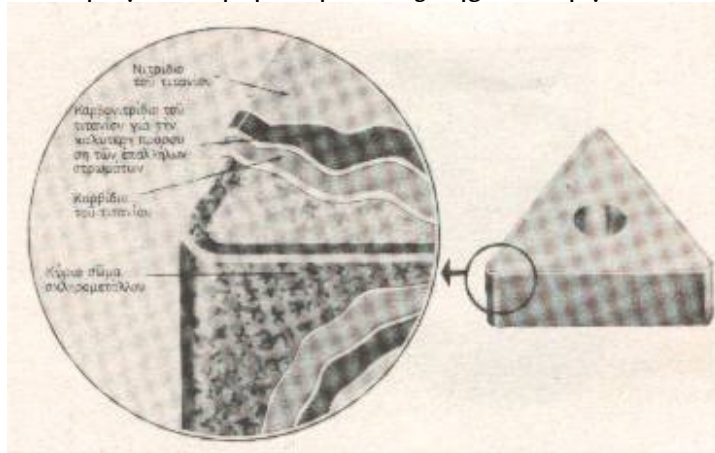
♦ Κατά τη φορά του βέλους 2 αυξάνεται η συνεκτικότητα του σκληρομέταλλου, δηλαδή δε σπάει εύκολα, και ελαττώνεται η σκληρότητα, συνεπώς μπορεί να εργάζεται με μικρότερες ταχύτητες κοπής αλλά με μεγαλύτερες προώσεις, ακόμα και με μεταβαλλόμενα φορτία (διακεκομμένη και ελαφρώς κρουστική κοπή).

### γ) Επενδυμένα πλακίδια σκληρομετάλλων.

Εκτός από τα κλασικά σκληρομέταλλου διατίθενται στο εμπόριο και τα «επενδυμένα» πλακίδια με αυξανόμενη συνεχώς διάδοση (σχ2.45). Ονομάζονται έτσι, γιατί στην επιφάνειά τους φέρουν μια επένδυση από επάλληλες λεπτές στρώσεις πολύ σκληρού υλικού από καρβίδια του τιτανίου, νιτρίδια και καρβονιτρίδια ή οξειδία του αλουμινίου και χρησιμοποιούνται κυρίως για τόννευση και φρεζάρισμα.

Οι λεπτές αυτές στρώσεις έχουν συνολικό πάχος 0,004 έως 0,008 mm και παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε φθορά και συγχρόνως μεγάλη συνεκτικότητα (αντοχή σε θραύση).

Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αντοχή του πλακιδίου σε κραδασμούς και φθορά κι επιτυγχάνονται έτσι ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες κοπής (25-100%) από εκείνες που επιτυγχάνονται με τα κοινά πλακίδια και εξασφαλίζεται πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εργαλείου.



**Σχήμα 2.45** Σχηματική μορφή των επάλληλων στρώσεων σε επενδυμένα σκληρομέταλλα. Η επιφάνεια των επενδυμένων πλακιδίων έχει κατά το πλείστον το χρώμα περίπου του χρυσού.

### δ) Εργαλεία με κεραμικό κοπτικό υλικό.

Είναι κοπτικά υλικά με βάση το οξείδιο του αλουμινίου, κατασκευάζονται σε μορφές ορθογωνικών, ρομβοειδών και κυκλικών πλακιδίων και στερεώνονται στην άκρη της μανέλας με τρόπο παραπλήσιο με εκείνο των πλακιδίων από σκληρομέταλλο.

Διατηρούν τη σκληρότητά τους σε θερμοκρασίες σημαντικά υψηλότερες από τα σκληρομέταλλα, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι δεν αντέχουν (κίνδυνος να σπάσουν) σε κρουστικά φορτία. Για τους λόγους αυτούς η χρήση τους είναι περιορισμένη και χρησιμοποιούνται για τελικές κατεργασίες σε μεγάλη σειρά παραγωγής με μικρές προώσεις αλλά πολύ μεγάλες ταχύτητες κοπής (για χυτοσίδηρο μέχρι 1000m/min, χάλυβα μέχρι 800m/min). Φυσικά για μια τέτοια εκμετάλλευση απαιτούνται

Βασικές Ομάδες	Συμβολισμός	Υλικό	Είδος και συνθήκες κατεργασίας			
<b>P</b> χάλυβας, χυτοχάλυβας, σίδηρούχα, υλικά με συνεχές απόβλητο	P01	χάλυβας, χυτοχάλυβας	Λεπτή τόννευση και διάτρηση μεγάλες ταχύτητες κοπής, μικρές προώσεις		↑ αυξανόμενη ταχύτητα κοπής ↓ αυξανόμενη αντοχή του σκληρομετάλλου σε φθορά	↑ 1 ↓ 2 αυξανόμενες προώσεις αυξανόμενη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου
	P10	χάλυβας, χυτοχάλυβας	Τόννευση συνήθης και αντιγραφής, απειρωτόμηση, φρεζάρισμα, Μεγάλες ταχύτητες κοπής μικρές μέχρι μεσαίες προώσεις			
	P20	χάλυβας, χυτοχάλυβας, μαλεάμιπλ με συνεχές απόβλητο	Τόννευση συνήθης και αντιγραφής, απειρωτόμηση, φρεζάρισμα, μέσες ταχύτητες κοπής πλάνισμα με μικρές μέχρι μεσαίες προώσεις			
	P30	χάλυβας χυτοχάλυβας μαλεάμιπλ με συνεχές απόβλητο	Τόννευση πλάνισμα, φρεζάρισμα μέσες μέχρι χαμηλές ταχύτητες κοπής μέσες μέχρι μεγάλες προώσεις ακόμα και κάτω από ολιγότερο ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας <sup>①</sup>			
	P40	χάλυβας χυτοχάλυβας με εγκλεισμένα ψήγματα άμμου και κενά συστολής	Τόννευση, πλάνισμα, εργασίες αυτομάτων χαμηλές ταχύτητες κοπής μεγάλες προώσεις δυνατή εφαρμογή μεγάλης γωνίας αποβλήτων από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας <sup>②</sup>			
	P50	χάλυβας χυτοχάλυβας μέσης και χαμηλής αντοχής επίσης με εγκλεισμένα ψήγματα άμμου και κενά συστολής	Τόννευση, πλάνισμα, εργασ. αυτομάτων χαμηλές ταχύτητες κοπής μεγάλες προώσεις	δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας <sup>③</sup> και με μεγάλες απαιτήσεις για τη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου.		
<b>M</b> χάλυβας, μαγνησιούχος χάλυβας, χυτοχάλυβας χυτοσίδηρος και κράματα του	M10	χάλυβας, μαγνησιούχος χάλυβας χυτοχάλυβας χυτοσίδηρος και κράματα του	Τόννευση μέσες μέχρι υψηλές ταχύτητες κοπής μικρές μέχρι μέσες προώσεις		↑ αυξανόμενη ταχύτητα κοπής ↓ αυξανόμενη αντοχή του σκληρομετάλλου σε φθορά	↑ 1 ↓ 2 αυξανόμενες ταχύτητες προώσεις αυξανόμενη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου
	M20	χάλυβας ωστεντικός χάλυβας μαγνησιού- χος	χυτοσίδηρος, χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφή, χυτοσίδηρος μαλεάμιπλ	Τόννευση, φρεζάρισμα μέσες ταχύτητες κοπής μέσες προώσεις		
	M30	χάλυβας ωστεντικοί χάλυβες κράματα αντοχής σε υψηλή θέρμανση χυτοχάλυβας χυτοσίδηρος	Τόννευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα μέσες ταχύτητες κοπής μέσες μέχρι μεγάλες προώσεις			
	M40	χάλυβες μικρής αντοχής χάλυβας αυτομάτων μη σιδηρούχα μέταλλα	Τόννευση συνήθης, τόννευση με εργαλεία μορφής, αποκοπής			
<b>K</b> χυτοσίδηρος, χυτοσίδηρος μαλεάμιπλ με διακεκομμένο απόβλητο, σκληρός χυτοσίδηρος για κοιλίες, μη σιδηρούχα μέταλλα, χάλυβας μικρής αντοχής βαμμένος χάλυβας, τεχνητά υλικά, ξύλο, μη μεταλλικά υλικά.	K01	βαμμένος χάλυβας σκληρός χυτοσίδηρος κοκιλών με HRC ≤ 60 χυτοσίδηρος μεγάλης συγκρότητος κράματα αλουμινίου με υψηλή περιεκτικότητα σε πυρίτιο σκληρά τεχνητά υλικά, χάρτιμπόρντ κεραμικά υλικά	Τόννευση, λεπτή τόννευση, λεπτή διάτρηση λεπτό φρεζάρισμα, στρώσιμο επίπεδης επιφάνειας		↑ αυξανόμενη ταχύτητα κοπής ↓ αυξανόμενη αντοχή του σκληρομετάλλου σε φθορά	↑ 1 ↓ 2 αυξανόμενη ταχύτητα κοπής αυξανόμενη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου
	K10	βαμμένος χάλυβας χυτοσίδηρος με HB ≥ 220 χυτοσίδηρος μαλεάμιπλ με διακεκομμένο απόβλητο κράματα χαλκού πυριτιούχα κράματα αλουμινίου τεχνητά υλικά γυαλί, σκληρό ελαστικό πορσελάνη, χάρτιμπόρντ, πετρώματα	Τόννευση, διάτρηση, φρεζάρισμα, κώνου αλεξάνδρισμα, κατασκευή αυλακώσεων στρώσιμο επίπεδης επιφάνειας			
	K20	χυτοσίδηρος με HB ≤ 220 χαλκός, ορείχαλκος, αλουμίνιο και συναφή μη σιδηρούχα μέταλλα, σκληρή ξυλεία	Τόννευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα κώνου αλεξάνδρισμα κατασκευή αυλακώσεων με υψηλότερες απαιτήσεις για τη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου			
	K30	χάλυβας μικρής αντοχής χυτοσίδηρος χαμηλής σκληρότητας	Τόννευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου υπό μη ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας <sup>④</sup>			
	K40	μη σιδηρούχα μέταλλα, μαλακή και σκληρή φυσική ξυλεία	Τόννευση φρεζάρισμα δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου υπό μη ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας <sup>⑤</sup>			

① Περιπτώσεις μη ευνοϊκών συνθηκών κατεργασίας: α) ανομοιογενές υλικό β) σκληρές περιοχές επιφάνειας από χυτήριο ή σφυρηλάτηση γ) μεταβαλλόμενη σκληρότητα δ) μεταβαλλόμενο βάθος κοπής ε) διακοπόμενη κοπή στ) εργασίες με δονήσεις και ζ) κομμάτια όχι κυλινδρικά.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3

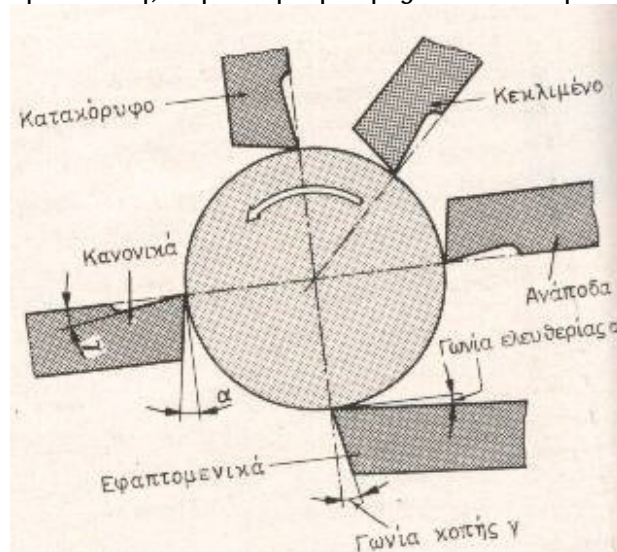
Ομαδοποίηση των σκληρομετάλλων.

εργαλειομηχανές σιβαρές και με κιβώτιο ταχυτήτων, που να αποδίδει πολλές στροφές με την αναγκαία ισχύ.

### **Συγκράτηση του κοπτικού εργαλείου στον τόρνο.**

Συνήθως το κοπτικό εργαλείο στους περισσότερους τόνους τοποθετείται και συγκρατείται οριζόντια. Εντούτοις μπορεί να πάρει και διάφορες άλλες θέσεις, όπως φαίνεται στο σχ 2.46 και όπως συμβαίνει συχνά σε τόνους ρεβόλβερ και σε αυτόματους τόνους.

Για να αποδώσει όμως ένα εργαλείο, πρέπει να δοθεί προσοχή στα σημεία που περιγράφονται πιο κάτω και που αναφέρονται στην πιο συνηθισμένη περίπτωση, δηλαδή την οριζόντια θέση.

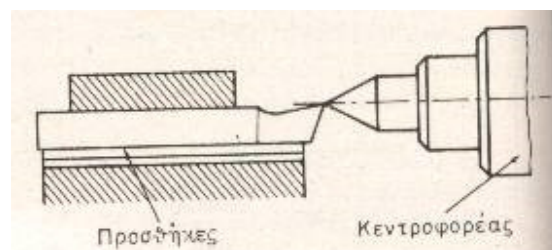


**Σχήμα 2.46** Δυνατές θέσεις του κοπτικού εργαλείου.

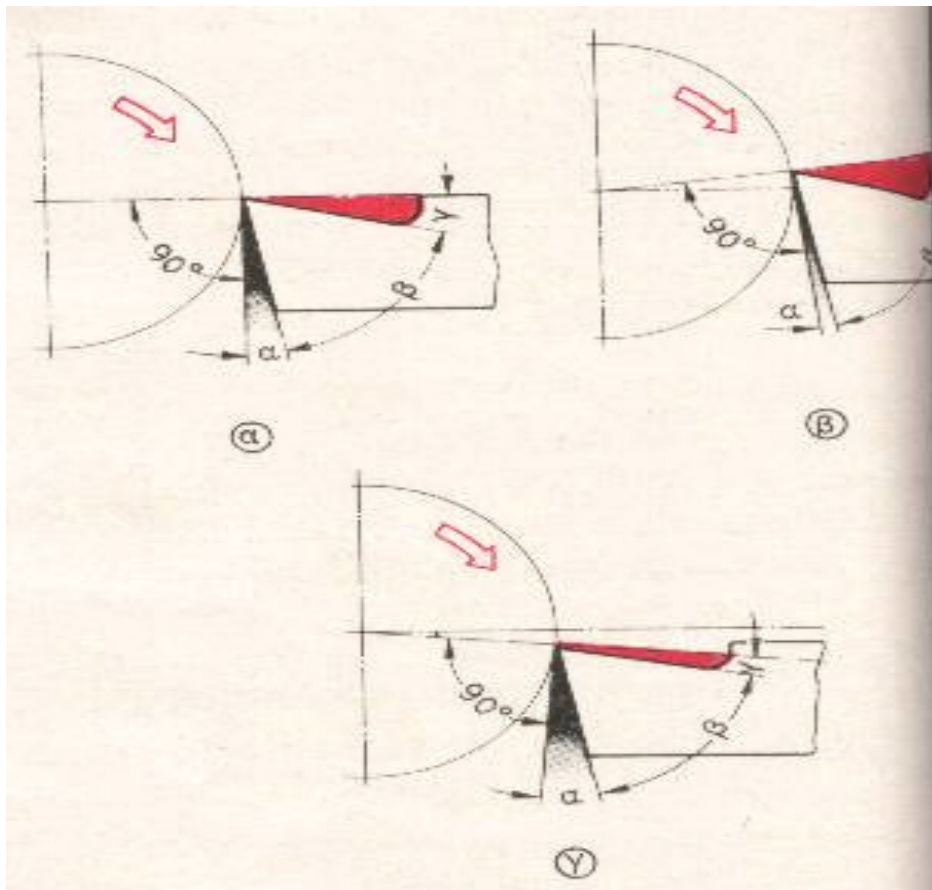
#### **α) Το ύψος της ακμής κόψεως του εργαλείου.**

Η ακμή της κόψεως του εργαλείου πρέπει να βρίσκεται ακριβώς στο ύψος του νοητού άξονα του τόνου. Ένας πρακτικός τρόπος ελέγχου είναι να πλησιάσουμε το εργαλείο στην ακμή της πόντας του κεντροφορέα (σχ 2.477). Η ρύθμιση του ύψους αυτού γίνεται με προσθήκες που τοποθετούνται στον εργαλειοδέτη κάτω από τη μανέλα.

Όταν το εργαλείο είναι ψηλότερα, τότε αυξάνεται η γωνία αποβλήτου  $\gamma$  και ελαττώνεται η γωνία ελευθερίας  $\alpha$  [σχ 2.48 (β)]. Η αύξηση της γωνίας  $\gamma$  διευκολύνει τη ροή του αποβλήτου. Για το λόγο αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις εργασιών ξεχονδρίσματος συνιστάται μια υπερύψωση κατά 1-2% της διαμέτρου του κομματιού. Όταν το εργαλείο είναι χαμηλότερα, τότε ελαττώνεται η γωνία αποβλήτου  $\gamma$  και αυξάνεται η γωνία ελευθερίας  $\alpha$  [σχ 2.48 (γ)].



**Σχήμα 2.47** Έλεγχος του ύψους της ακμής του εργαλείου.

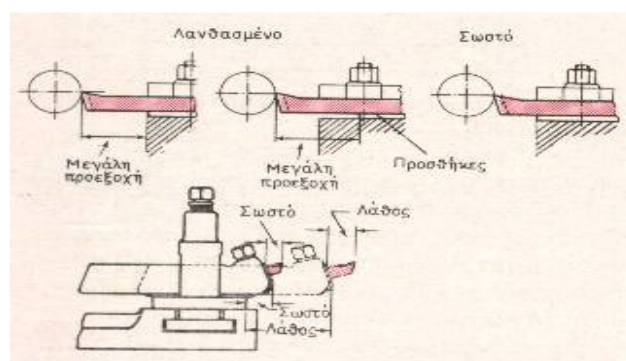


**Σχήμα 2.48** Θέσεις της μύτες του κοπτικού εργαλείου ως προ το νοητό άξονα. α) Στο ύψος του νοητού άξονα. β) Ψηλότερα. γ) Χαμηλότερα.

Εκτός αυτού όμως υπάρχει κίνδυνος για την ομαλή ροή της εργασίας, γιατί το κομμάτι τείνει να ανασηκωθεί πάνω στο εργαλείο ή να «αρπάξει» ή να παρουσιάσει κραδασμούς (τρέμουλο). Ακόμα υπάρχει κίνδυνος να σπάσει το εργαλείο ή να ξεφύγει το κομμάτι από το τσοκ. Σε κανονική τόννευση και ιδίως για τελική κατεργασία η ακμή του εργαλείου πρέπει να είναι ακριβώς στο ύψος του κέντρου.

### β) Η προεξοχή από τον εργαλειοδέτη.

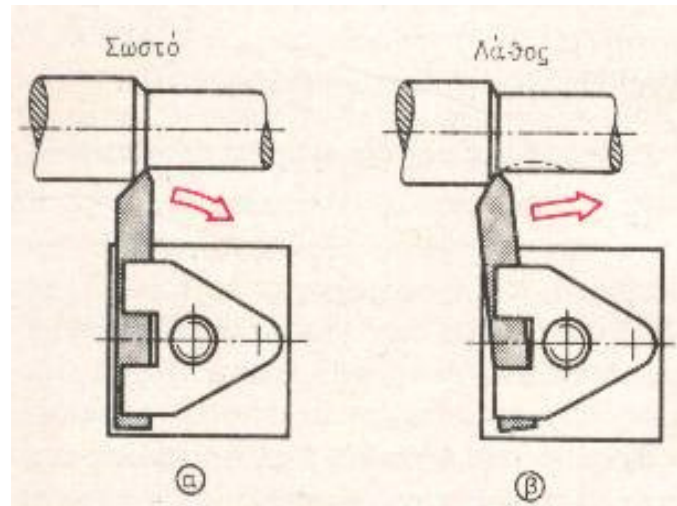
Το εργαλείο πρέπει να εξέχει από τον εργαλειοδέτη όσο το δυνατόν λιγότερο, γιατί η μεγάλη προεξοχή του μπορεί να προκαλέσει κραδασμούς ή ακόμη αν δεν έχει επαρκή διατομή, μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση σε κάμψη(σχ.2.49)



**Σχήμα 2.49** Σωστή και λανθασμένη προεξοχή του εργαλείου από τον εργαλειοδέτη.

### γ) Η κλίση της μανέλας.

Η μανέλα επάνω στον εργαλειοδέτη πρέπει να τοποθετείται κάθετα προς την κατεύθυνση προώσεως και όχι λοξά [σχ.2.50 (α) & (β)]. Αν από κάποιο λόγο το εργαλείο αναγκασθεί να μετατοπισθεί, τότε στην περίπτωση του σχήματος ή θα συνεχίσει να κόβει αλλά να αποδίδει μικρότερη διάμετρο, ή το πιθανότερο, θα «σφηνωθεί» και θα προκαλέσει ζημιά ή και ατύχημα.



**Σχήμα 2.50** Κλίση της μανέλας κατά τη συγκράτηση της στον εργαλειοδέτη. α) Σωστή, β) Λανθασμένη.

## 2.4 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΤΟΡΝΕΥΣΗ.

Οι συνθήκες κοπής, που αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά σε κάθε περίπτωση κοπής στον τόρνο, είναι:

Η ταχύτητα κοπής  $U_k$ , η πρόωση  $s$  και το βάθος κοπής  $a$ .

### α) Ταχύτητα κοπής.

Είναι η περιφερειακή ταχύτητα του κομματιού που τورνεύεται. Υπολογίζεται με βάση τη διάμετρο  $d$  που είχε το κομμάτι πριν από την τورνεύση και εκφράζεται σε μέτρα ανά λεπτό (m/min).

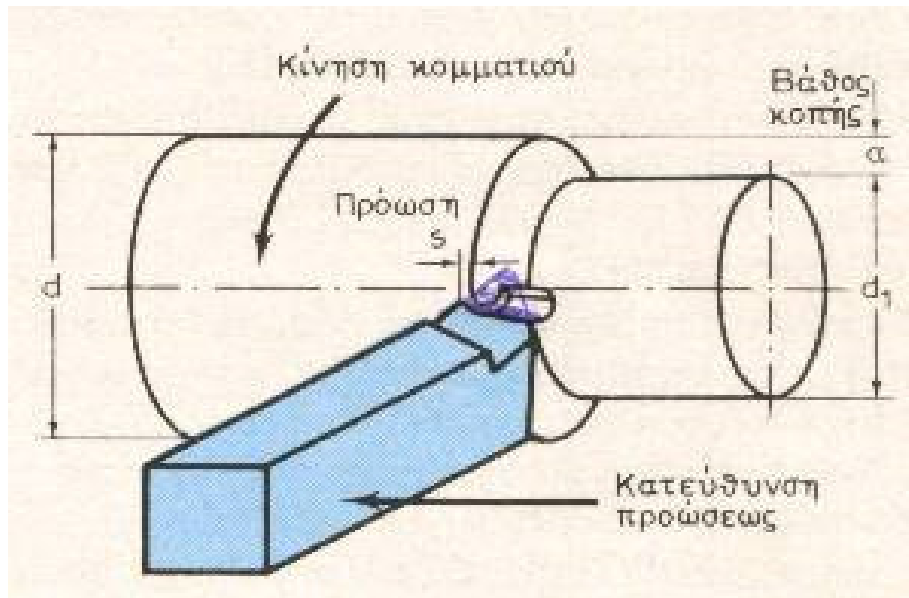
$$U_k = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/min}$$

όπου:  $d$  η διάμετρος του κομματιού σε mm και  $n$  ο αριθμός στροφών ανά λεπτό.

Με άλλα λόγια η ταχύτητα κοπής δείχνει πόσα μέτρα μήκους αποβλήτου παράγονται σε ένα λεπτό.

### β) Πρόωση.

Είναι η μετατόπιση του κοπτικού εργαλείου κατά την κατεύθυνση του νοητού άξονα τورνεύσεως σε κάθε στροφή του κομματιού. Συμβολίζεται με το γράμμα  $s$  και εκφράζεται σε χιλιοστά ανά στροφή (mm/στροφή) (σχ.2.51).



**Σχήμα 2.51** Πρόωση και βάθος κοπής κατά την τórνευση.

### γ) Βάθος κοπής.

Είναι η απόσταση της ακατέρρασης από την κατεργασμένη επιφάνεια, όταν αυτή μετριέται κατά την ακτίνα. Συμβολίζεται με το γράμμα α και εκφράζεται σε χιλιοστά (mm) (σχ 2.51). Είναι:

$$a = \frac{d - d_1}{2} \text{ mm}$$

Όπως φαίνεται από το σχήμα 2.51, η πρόωση s χαρακτηρίζει το πάχος του αποβλήτου, ενώ το βάθος κοπής α χαρακτηρίζει το πλάτος του.

### δ) Ταχύτητα προώσεως.

Συχνά αναφερόμαστε και στον τόρνο για την ταχύτητα προώσεως που είναι η συνολική μετατόπιση του εργαλείου παράλληλα προς το νοητό άξονα του σε ένα λεπτό.

Συμβολίζεται με το S και εκφράζεται σε mm/min. Σύμφωνα με τα προηγούμενα, αφού σε μια στροφή το εργαλείο μετατοπίζεται κατά την πρόωση s, σε ένα λεπτό, όπου γίνονται n στροφές, θα μετακινηθεί συνολικά κατά s.n.

$$\text{Άρα: } S = s \cdot n \text{ (mm/min)}$$

### ε) Εγκάρσια πρόωση.

Είναι η πρόωση που γίνεται όταν το εργαλείο κινείται εγκάρσια, δηλαδή κάθετα προς το νοητό άξονα του τόρνου. Εφαρμόζεται για τορνάρισμα προσώπου, δηλαδή για να αποδοθεί μια επίπεδη επιφάνεια.



Στους περισσότερους τόνους γενικής χρήσεως η εγκάρσια πρόωση είναι το ήμισυ της κατά μήκος προώσεως.

### **Εκλογή του μεγέθους της ταχύτητας κοπής.**

Θεωρητικά, όσο μεγαλύτερη ταχύτητα κοπής χρησιμοποιούμε σε μια κατεργασία τόσο μικρότερος θα είναι ο χρόνος της παραγωγής της. Όπως όμως αναφέρεται στο κεφάλαιο για τη φθορά του εργαλείου, το μέγεθος της ταχύτητας κοπής συνδέεται άμεσα με τη διάρκεια ζωής του εργαλείου. Δηλαδή όσο μεγαλύτερη ταχύτητα κοπής εφαρμόζεται τόσο η διάρκεια ζωής του εργαλείου είναι μικρότερη, δηλαδή επέρχεται συντομότερα η φθορά και η στόμωση του.

Μια συνηθισμένη τιμή της ταχύτητας κοπής είναι αυτή που αντιστοιχεί σε διάρκεια ζωής του εργαλείου 60 min ( $T=60$  min). Η ταχύτητα αυτή χαρακτηρίζεται ως  $U_{60}$ .

Σε εργασίες παραγωγής σειράς, σε αυτόματα μηχανήματα, σε τόνους ρεβόλβερ και γενικά σε μηχανήματα εξοπλισμένα με πολλά κοπτικά εργαλεία, εφαρμόζονται μικρότερες ταχύτητες κοπής, τέτοιες ώστε η διάρκεια ζωής να είναι μεγαλύτερη από μια ώρα, γιατί συνεχής αλλαγή και ρύθμιση των εργαλείων αυξάνει τους νεκρούς χρόνους και συνεπώς μειώνει την παραγωγικότητα.

Έχουν καθοριστεί διάρκειες ζωής  $T=240$  min (4 ώρες) και  $T=480$  min (8 ώρες) με αντίστοιχες ταχύτητες κοπής  $U_{240}$  και  $U_{480}$ .

### **Τιμές της ταχύτητας κοπής.**

Ο πίνακας 4 μας δίνει ενδεικτικές τιμές της ταχύτητας κοπής, για ξεχόνδρισμα με κοπτικό εργαλείο από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλο. Οι τιμές αυτές ισχύουν για μέσα μεγέθη προώσεων και βάθους κοπής, δηλαδή  $s=0,2...0,4$  mm/στροφή και  $a=2...6$  mm και για γεωμετρική μορφή κοπτικού εργαλείου  $\alpha=6...8^\circ$ ,  $\gamma=6...12^\circ$  και  $\kappa=70^\circ$ .

Για τα σκληρομέταλλα ως κριτήριο φθοράς λαμβάνονται: πεδίο φθοράς (ζώνη φθοράς)  $B=0,8...1$  mm και σχέση μήκους προς βάθος κρατήρα  $\kappa=0,2...0,25$ .

### **Διαγράμματα καθορισμού ταχύτητας κοπής και στροφών.**

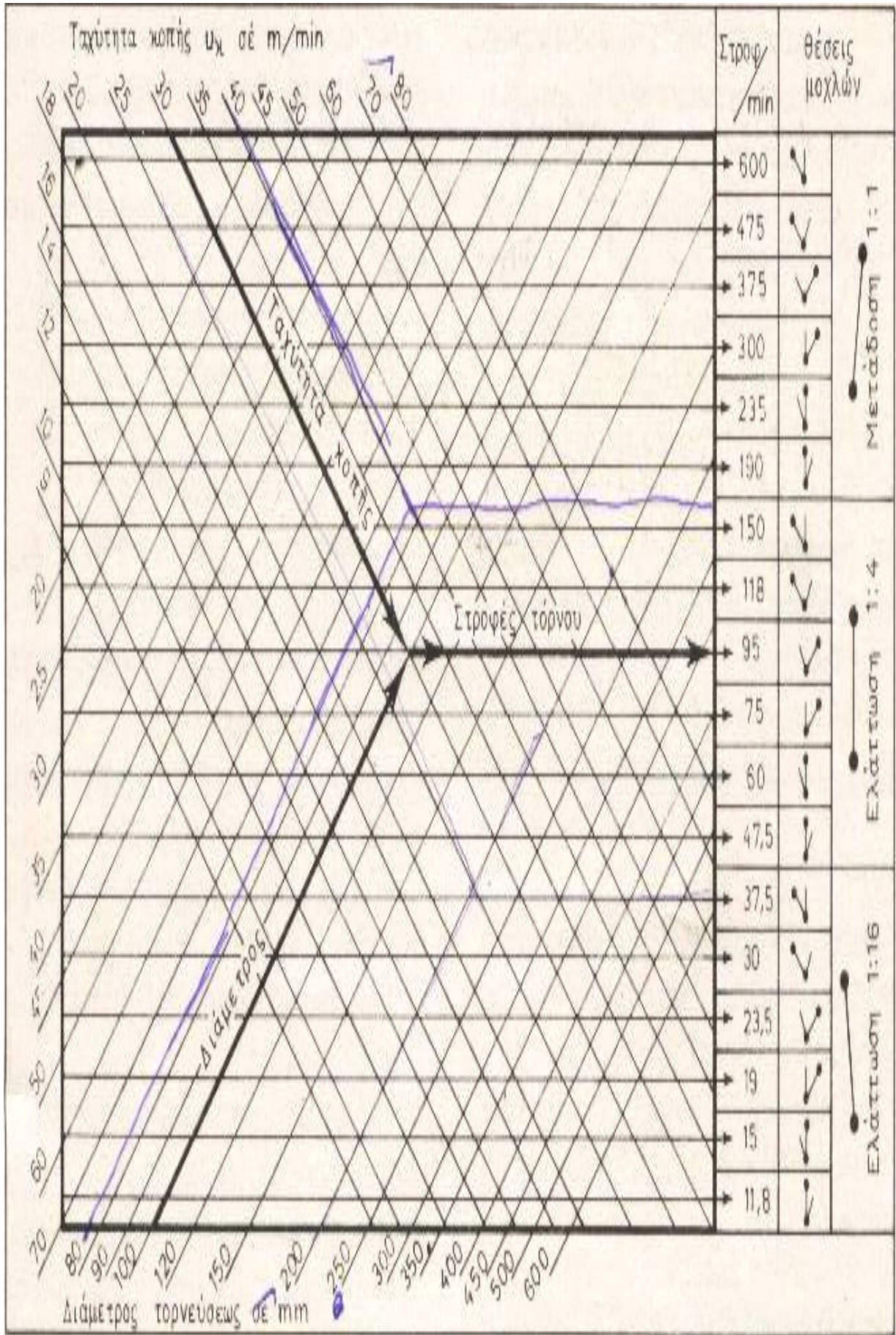
Οι περισσότεροι τόννοι γενικής χρήσεως φέρουν επάνω στο κιβώτιο ταχυτήτων ένα διάγραμμα, με τη βοήθεια του οποίου, όταν γνωρίζουμε την ταχύτητα κοπής  $u$  και τη διάμετρο τριανεύσεως  $d$ , μπορούμε να υπολογίσουμε τον αναγκαίο αριθμό στροφών που θα πάρει η κύρια άτρακτος του τόννου.

Επίσης μπορούμε να ορίσουμε και τη θέση των σχετικών μοχλών στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Στο σχήμα 2.52 φαίνεται ένα τέτοιο διάγραμμα.

Στο παράδειγμα του διαγράμματος, σχ. 2.52 βλέπουμε ότι, για διάμετρο τριανεύσεως  $\phi 100$  mm με ταχύτητα κοπής  $u=30$  m/min, αντιστοιχούν  $n=95$  στρ/min.

$$\begin{array}{l} \text{Επαλήθευση:} \\ u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{u \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 100} = n = 95,54 \sim 95 \text{ στρ/min} \end{array}$$



ΥΛΙΚΟ	$\sigma_B$ κρ/mm <sup>2</sup>	Κοπτικό Υλικό	U <sub>50</sub> m/min	U <sub>240</sub> m/min	U <sub>480</sub> m/min
Ανθρακούχος χάλυβας C 35 (C: 0,35%)	55 ... 65	P10	160 ... 200	120 ... 140	80 ... 100
		P20	150 ... 180	100 ... 120	60 ... 80
		P30	120 ... 150	70 ... 90	50 ... 60
		SS	40 ... 45	30 ... 35	—
Ανθρακούχος χάλυβας C 45 (C: 0,45%)	65 ... 75	P10	150 ... 180	110 ... 130	—
		P20	120 ... 150	90 ... 110	60 ... 70
		P30	100 ... 120	60 ... 80	50 ... 60
		SS	35 ... 40	28 ... 33	—
Ανθρακούχος χάλυβας C 60 (C: 0,60%)	75 ... 90	P10	110 ... 130	70 ... 90	50 ... 60
		P20	90 ... 110	50 ... 60	—
		P30	70 ... 90	30 ... 40	—
		SS	25 ... 30	18 ... 22	—
Χάλυβας Mn-Si (37 Mn Si5)	80 ... 90	P10	150 ... 170	100 ... 120	70 ... 80
		P20	120 ... 140	80 ... 100	60 ... 70
		P30	90 ... 110	60 ... 70	35 ... 45
		SS	20 ... 25	15 ... 20	—
Χάλυβας Cr-Mo (24 Cr Mo 4)	80 - 90	P10	140 ... 160	90 ... 110	70 ... 80
		P20	110 ... 130	70 ... 90	60 ... 70
		P30	80 ... 100	40 ... 60	35 ... 45
		SS	20 ... 25	15 ... 20	—
Χάλυβες ενανθρα- κώσεως	50 ... 70	P10	160 ... 200	110 ... 140	70 ... 100
		P20	140 ... 180	100 ... 130	60 ... 90
		P30	120 ... 160	70 ... 100	—
		SS	40 ... 50	30 ... 45	—
Χυτοσίδηρος (GG 18)	15 ... 20	K10	80 ... 120	60 ... 90	50 ... 70
		SS	30 ... 35	20 ... 25	15 ... 18
Χυτοσίδηρος (GG 26)	— 26	K10	60 ... 75	40 ... 50	30 ... 40
		SS	25 ... 30	15 ... 20	—
Χαλκός		K20	—	350 ... 450	—
		SS	—	30 ... 50	—
Μπρούτζος		K20	—	300 ... 400	—
		SS	—	35 ... 50	—
Χιτός Μπρούτζος		K20	—	250 ... 350	—
		SS	—	30 ... 45	—
Κράμα Al		K20	—	200 ... 500	—
		SS	—	30 ... 60	—
Κράμα Al-Si		K20	—	100 ... 160	—
		SS	—	20 ... 25	—

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4**

Ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής U<sub>240</sub> ή U<sub>480</sub> για ξεκόνδρισμα σε τόρνο με σκληρομέταλλα (P10, P20, P30) και ταχυχάλυβα (S.S).

### **Εκλογή χαρακτηριστικών κοπής.**

Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερες τιμές έχουν η ταχύτητα κοπής, η πρόωση και το βάθος κοπής, τόσο πιο γρήγορα τελειώνει η κατεργασία και τόσο πιο μικρό είναι το κόστος της.

Τις περισσότερες όμως φορές υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί στην αύξηση των παραπάνω τιμών.

Ειδικότερα:

⊕ Όταν κάνουμε τελική κατεργασία σ' ένα κομμάτι, πρέπει αναγκαστικά να εφαρμόσουμε μικρή πρόωση και μικρό βάθος κοπής για να επιτύχουμε λεία και καθαρή επιφάνεια. Έτσι η μόνη δυνατότητα που μας απομένει είναι η αύξηση της ταχύτητας κοπής.

⊕ Το βάθος κοπής κατά το ξεχόνδρισμα μπορεί να αυξηθεί στα μεγαλύτερα επιτρεπτά όρια. Συχνά όμως το κομμάτι, ιδίως όταν είναι χυτό, δεν έχει πολλά περιθώρια για αφαίρεση υλικού με μεγάλο βάθος κοπής.

⊕ Σχετικά τώρα με την ταχύτητα κοπής, υπάρχουν και εδώ περιορισμοί και πρέπει πάντα να έχουμε υπόψη ότι αυτή εξαρτάται από:

- Την ποιότητα του κοπτικού εργαλείου
- Τη σκληρότητα του κομματιού
- Την ισχύ, τη στιβαρότητα και το βαθμό φθοράς του τόρνου
- Τη δυνατότητα καλής συγκρατήσεως του κομματιού στον τόρνο, ώστε να παρουσιάζει ασφάλεια στις στροφές που θα πάρει.
- Τη διάρκεια ζωής του εργαλείου, δηλαδή το χρονικό διάστημα σε ώρες που μεσολαβεί μεταξύ δύο ακονισμάτων.
- Τη χρησιμοποίηση ή μη ψυκτικού υγρού.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι πρέπει να διαλέγουμε πάντα τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα κοπής, αφού λάβουμε υπόψη και τους παραπάνω παράγοντες. Για τους λόγους αυτούς οι πίνακες ταχυτήτων κοπής είναι απλώς ενδεικτικοί και βοηθητικοί.

Για εργασίες ξεχονδρίσματος η πρόωση πρέπει να είναι χονδρικά  $1/5$  του βάθους κοπής ( $s=a/5$ ) και γενικά  $s=a/3 \dots a/8$ .

Όμως για τόρνους μέτριου μεγέθους και για ξεχόνδρισμα δε χρησιμοποιείται πρόωση μεγαλύτερη από ένα χιλιοστό (1mm/στροφή).

Στον πίνακα 5 δίνονται ενδεικτικές τιμές προώσεως και βάθους για ξεχόνδρισμα και τελική κατεργασία.

Χαρακτηριστικά κοπής	Είδη торνεύσεως	
	Ξεχόνδρισμα	Τελική κατεργασία
Βάθος κοπής mm	3... 10	0,1... 1
Πρόωση mm/στρ	0,3... 1	0,05... 0,21

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5**

Ενδεικτικά όρια διακυμάνσεως της προώσεως και βάθους για ξεχόνδρισμα και τελική κατεργασία

### **Χρόνος κατεργασίας.**

Έστω ότι торνεύεται ένα κομμάτι με μήκος  $l$ , με πρόωση  $s$  mm/στρ και  $n$  στρ/min. Το μαχαίρι του τόρνου, αφού σε μια στροφή προχωρεί κατά  $s$ , σε  $n$  στροφές που κάνει σε ένα λεπτό, θα προχωρήσει κατά  $S=s*n$  (ταχύτητα προώσεως). Αν  $t$  λεπτά είναι ο χρόνος торνεύσεως για το μήκος  $l$ , η μετατόπιση σε  $t$  λεπτά θα είναι:

$$l = t \cdot S = t \cdot s \cdot n \Rightarrow t = \frac{l}{S} = \frac{l}{s \cdot n} \quad (\text{min})$$

Ο χρόνος αυτός είναι ο *χρόνος μηχανής*, δηλαδή ο καθαρός χρόνος κοπής. Φυσικά ο πραγματικός χρόνος κοπής κατεργασίας είναι σημαντικά μεγαλύτερος, γιατί περιλαμβάνει και τους βοηθητικούς χρόνους κατεργασίας και διάφορους άλλους χρόνους (απώλειες), οι οποίοι είτε γίνονται μόνο μία φορά, στην αρχή ή στο τέλος της κατεργασίας, είτε επαναλαμβάνονται σε κάθε όμοιο κομμάτι που θα κατεργασθεί στον τόρνο.

Στις κατεργασίες που γίνονται μόνο μια φορά σε παραγωγή ομοίων κομματιών σημειώνονται οι εξής:

- ☀ Αφαίρεση του τσοκ και προσαρμογή του πλατώ ή αντίστροφα για τη συγκράτηση των κομματιών.
- ☀ Μετατόπιση του κεντροφορέα και σταθεροποίησή του στην κατάλληλη θέση.
- ☀ Τοποθέτηση των κατάλληλων κοπτικών εργαλείων για την υπόψη κατεργασία.
- ☀ Παραλαβή και προσκόμιση των αναγκαίων ελεγκτήρων.
- ☀ Εργασίες για την επαναφορά γενικά του τόρνου στην αρχική του κατάσταση.

Επίσης ως εργασίες που επαναλαμβάνονται σε κάθε όμοιο κομμάτι σημειώνονται οι εξής:

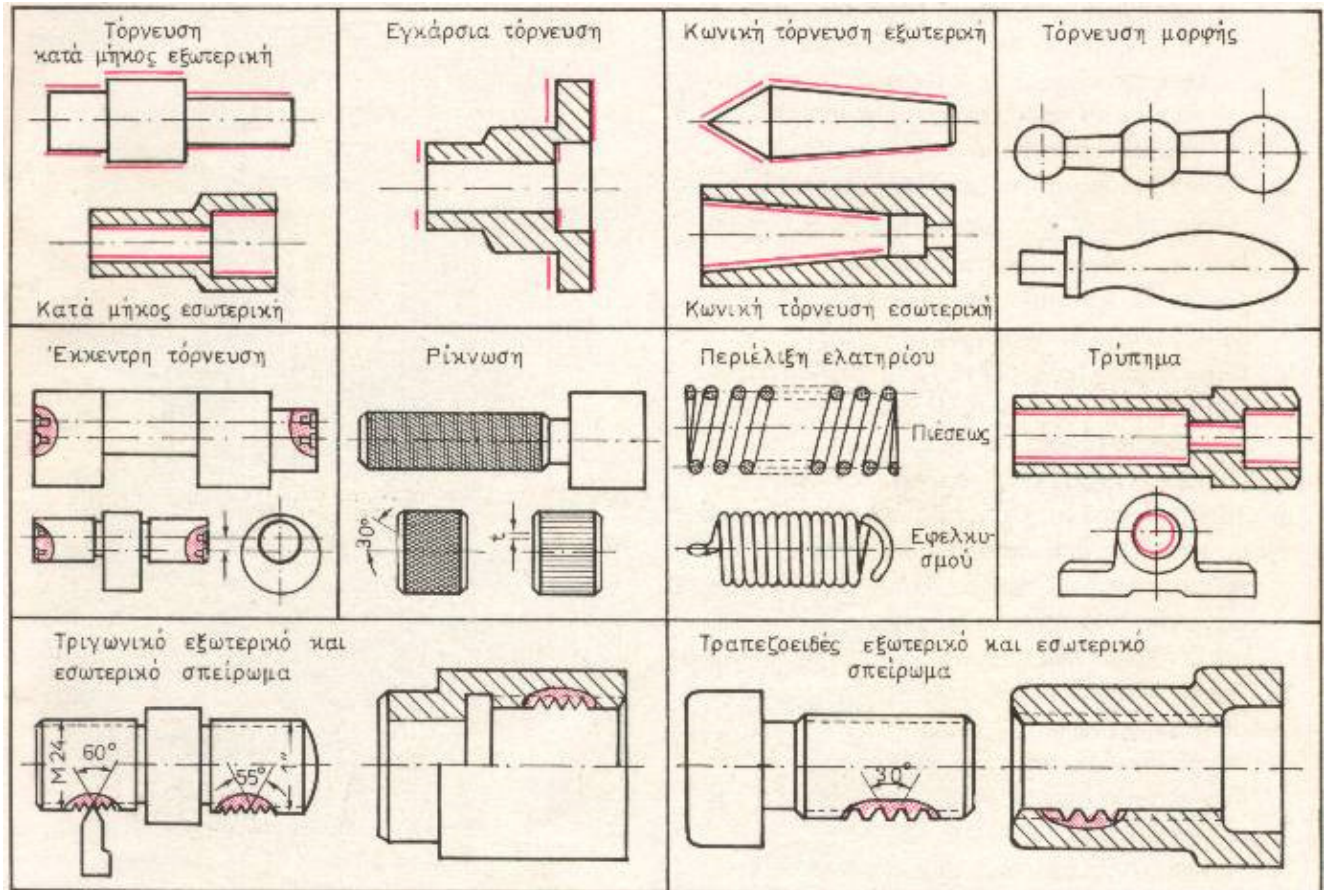
- ☀ Συγκράτηση του κομματιού (στο τσοκ, στα κέντρα ή στο πλατώ).
- ☀ Πλησίασμα του εργαλειοφορείου και εμπλοκή του κοπτικού εργαλείου.
- ☀ Χειρισμός των μοχλών για την επίτευξη των αναγκαίων συνθηκών κοπής (στροφές, πρόωση, βάθος κοπής).
- ☀ Μέτρηση με όργανο μετρήσεως και έλεγχος με ελεγκτήρα.

Οι παραπάνω απαραίτητοι βοηθητικοί χρόνοι στους υπόψη συμβατικούς τόρνους έχουν μεγάλη σημασία, γιατί πολλές φορές είναι πολλαπλάσιοι του καθαρού χρόνου κοπής (χρόνος μηχανής). Γι' αυτό και προσπάθεια των αρμόδιων είναι να ελαττώνονται οι επαναλαμβανόμενοι αυτοί χρόνοι.

## 2.5 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ

Ένας τόρνος γενικής χρήσεως μπορεί να κάνει τις εξής εργασίες (σχ. 2.52) .

- ☞ Τόρνευση εξωτερικών και εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.
- ☞ Τόρνευση επιπέδων επιφανειών (εγκάρσια τόρνευση).
- ☞ Διάνοιξη οπών μικρού ή μεγάλου βάθους.
- ☞ Κατεργασία επιφανειών μορφής.
- ☞ Έκκεντρη τόρνευση (έκκεντρα, στροφαλοφόροι άξονες).
- ☞ Κοπή εξωτερικών και εσωτερικών σπειρωμάτων, όλων των μορφών.
- ☞ Κατεργασία εξωτερικών και εσωτερικών σφαιρικών επιφανειών ( με σχετική ιδιοσυσκευή).
- ☞ Λείανση με ιδιοσυσκευές επάνω στο εργαλειοφόρειο.
- ☞ Περιέλιξη ελατηρίων, ρικνώματα κλπ



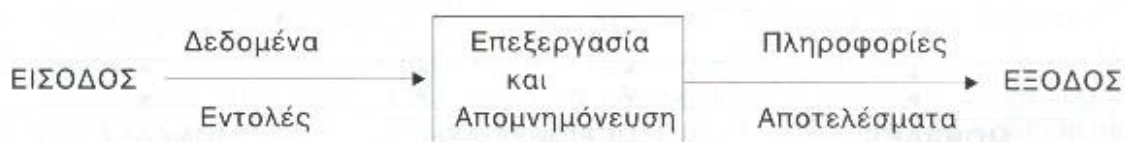
**Σχήμα 2.52** Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα εργασιών στον τόρνο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Καθημερινά αντιμετωπίζουμε ένα μεγάλο αριθμό προβλημάτων και παίρνουμε ένα επίσης μεγάλο αριθμό αποφάσεων, ώστε να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε τα προβλήματα αυτά. Για να μπορέσει ένας άνθρωπος να βρει και να εξετάσει όλους τους δυνατούς τρόπους αντιμετώπισης ενός προβλήματος, που τον απασχολεί, ώστε να πάρει την κατάλληλη απόφαση, *χρειάζεται πληροφορίες*. Αν δεν υπάρχουν πληροφορίες πάνω στο συγκεκριμένο πρόβλημα, δεν μπορεί να πάρει καμία ικανοποιητική απόφαση. Όσο λιγότερες πληροφορίες υπάρχουν, τόσο πιο αβέβαιο είναι το αποτέλεσμα της απόφασης που θα παρθεί.

Οι έννοιες δεδομένα και πληροφορίες δεν ταυτίζονται. Τα δεδομένα αποτελούν την πρώτη ύλη από την οποία προκύπτουν οι πληροφορίες. Για να προκύψει μια πληροφορία από κάποια δεδομένα, πρέπει πρώτα να τα επεξεργασθούμε. Σήμερα η διαδικασία αυτή γίνεται με την χρησιμοποίηση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (Η/Υ) και την ονομάζουμε επεξεργασία δεδομένων (Data Processing) (σχήμα 3.1).



**Σχήμα 3.1** Επεξεργασία δεδομένων

Ο Ηλεκτρονικός Υπολογιστής είναι ένα μηχάνημα, το οποίο επεξεργάζεται δεδομένα (Data), σύμφωνα με τις οδηγίες που έχει πάρει και παρέχει πληροφορίες που καλούνται αποτελέσματα (results).

### 3.2 HARDWARE – SOFTWARE

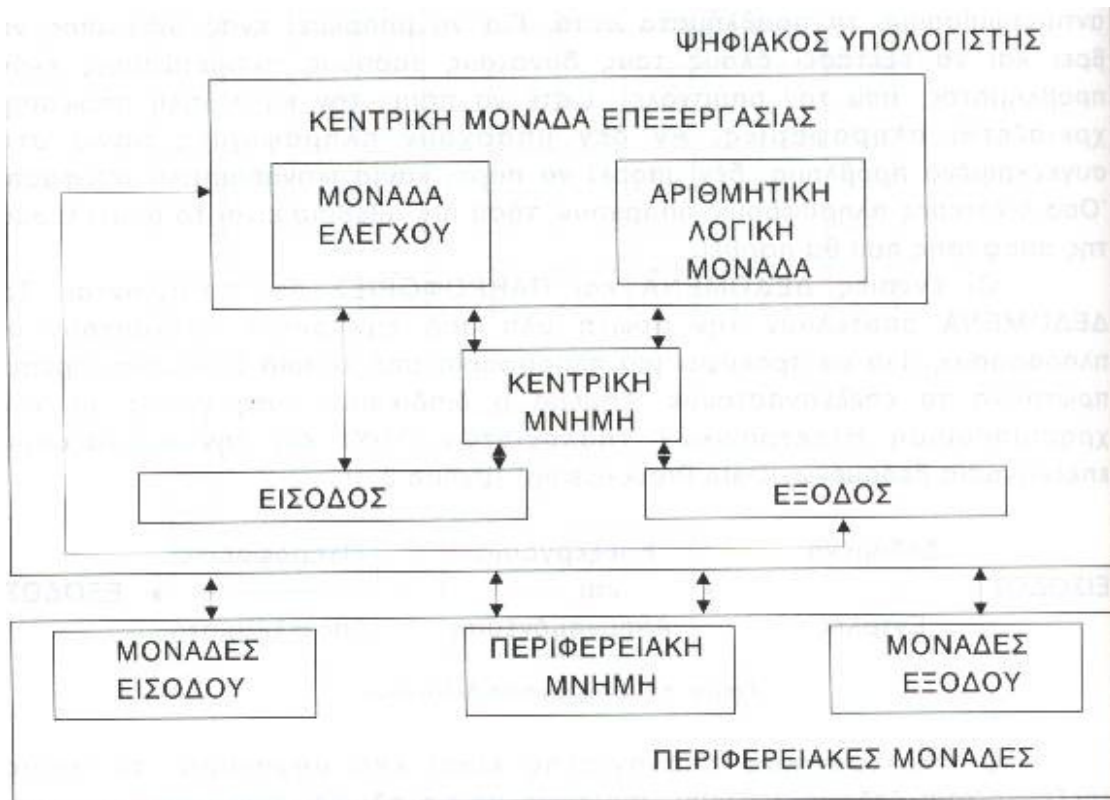
Υλικό (Hardware) είναι ο μηχανικός εξοπλισμός ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπως η κεντρική μονάδα, η οθόνη, το πληκτρολόγιο και ο εκτυπωτής, ενώ λογισμικό (Software) είναι τα προγράμματα που ελέγχουν τη λειτουργία της μηχανής ή τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται από αυτή στις διάφορες εφαρμογές (σχήμα 3.2).



**Σχήμα 3.2** Hardware – Software

### 3.3 ΡΟΗ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Στο παρακάτω σχήμα 3.3 παριστάνονται τα δύο είδη διασυνδέσεων μεταξύ των μονάδων του υπολογιστή. Οι διπλές γραμμές δηλώνουν ροή των πληροφοριών, ενώ οι διακεκομμένες ροή σημάτων ελέγχου. Τα βέλη δείχνουν την αντίστοιχη φορά της κίνησης των πληροφοριών ή των σημάτων ελέγχου.



Σχήμα 3.3 Ροή πληροφοριών.

### 3.4 ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ COMPUTER

Οι βασικές λειτουργικές μονάδες του κυρίως υπολογιστή είναι:

- ✘ Κεντρική μνήμη
- ✘ Κεντρική μονάδα επεξεργασίας , Αριθμητική και λογική μονάδα, Μονάδα ελέγχου
- ✘ Είσοδος - Έξοδος .

#### ◆ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΝΗΜΗ

Η κεντρική μνήμη (Main Memory) διαθέτει έναν αριθμό θέσεων στις οποίες αποθηκεύονται οι εντολές. Επίσης προσφέρει τη δυνατότητα στον υπολογιστή να αποθηκεύει στοιχεία, μέχρις ότου αυτά να χρειασθούν στην επεξεργασία, αλλά και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας. Ακόμα εξυπηρετεί στην ανταλλαγή πληροφοριών, τόσο μέσα στον υπολογιστή όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον (μέσω των μονάδων εισόδου - εξόδου).

Τα βασικά χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης είναι :

- Χωρητικότητα,
- Ταχύτητα,
- Μονιμότητα αποθήκευσης των πληροφοριών, RAM, ROM, PROM, EPROM.



#### ◆ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΛΟΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

Η αριθμητική και λογική μονάδα (Arithmetic and Logical Unit) παίρνει τις οδηγίες από την κεντρική μνήμη δια μέσου της μονάδας ελέγχου. Σ' αυτή πραγματοποιούνται όλες οι διεργασίες επεξεργασίας και μετασχηματισμού των πληροφοριών. Τέτοιες διεργασίες επεξεργασίας είναι οι αριθμητικές πράξεις, λογικές πράξεις, συγκρίσεις. Ο υπολογιστής εκτελεί τις διεργασίες αυτές χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες στην μνήμη, συνδυάζοντας τα κατάλληλα δεδομένα και ακολουθώντας τις προκαθορισμένες εντολές του προγράμματος, με σκοπό να δημιουργήσει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι ψηφιακά κωδικοποιημένες παραστάσεις των δεδομένων έρχονται στην αριθμητική – λογική μονάδα από την κεντρική μνήμη του υπολογιστή.

#### ◆ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η μονάδα ελέγχου (control unit) αποφασίζει, συντονίζει και ελέγχει την λειτουργία όλων των υπολοίπων μονάδων του υπολογιστή, βάσει των εντολών του προγράμματος που βρίσκονται αποθηκευμένοι στην κεντρική μνήμη. Περιλαμβάνει όλα εκείνα τα κυκλώματα που καθορίζουν και ελέγχουν τη διακίνηση των εντολών καθώς και όλα τα κυκλώματα χρονισμού. Αυτή, δηλαδή, αποφασίζει ποια πράξη έχει σειρά να εκτελεσθεί και ειδοποιεί σε περίπτωση λάθους. Η μονάδα ελέγχου αναλαμβάνει επίσης το χειρισμό της αποθήκευσης του αποτελέσματος των πράξεων στην κεντρική μνήμη. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να παρουσιαστεί σε κατανοητή (αποκωδικοποιημένη) μορφή στον χρήστη.

Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα τις αναγνωρίζουν τις εντολές αυτές και στη συνέχεια στέλνουν, σε κατάλληλες χρονικές στιγμές, ηλεκτρικά σήματα ελέγχου στη μνήμη, κατευθύνουν τη λήψη ή την αποστολή πληροφοριών προς τις άλλες μονάδες του υπολογιστή, ενώ αυτά που στέλνονται στην αριθμητική λογική μονάδα επιλέγουν την επιθυμητή αριθμητική ή λογική πράξη και στη συνέχεια την εκτελούν. Αντίστοιχα, εκείνα που στέλνονται στις μονάδες εισόδου – εξόδου κατευθύνουν τη μεταφορά πληροφοριών από τον υπολογιστή προς το εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα. Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (central processing unit CPU) είναι η καρδιά του υπολογιστή, το τμήμα που χειρίζεται τις πληροφορίες.

Η CPU επιλέγει την κάθε πράξη με τη σειρά, την εκτελεί πάνω σε ορισμένες πληροφορίες και στη συνέχεια προχωράει στην επόμενη.

#### ◆ ΕΙΣΟΔΟΣ

Η είσοδος (input) δέχεται τις πληροφορίες που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον και τις στέλνει για αποθήκευση στην κεντρική μνήμη. «Εξωτερικό περιβάλλον» σημαίνει για τον υπολογιστή διάφορες ειδικές συσκευές (τα περιφερειακά).

Οι μονάδες εισόδου διαβάζουν τα στοιχεία, τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικούς παλμούς και τα στέλνουν στη κεντρική μνήμη του υπολογιστή. Έτσι, για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο δίνουμε στον υπολογιστή τα στοιχεία του προβλήματος, τα οποία θέλουμε να επεξεργασθεί και να τα μετατρέψει σε πληροφορίες.

#### ◆ ΈΞΟΔΟΣ

Η έξοδος (output) διοχετεύει τις πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες στην κεντρική μνήμη του υπολογιστή, στο εξωτερικό του

περιβάλλον. Οι πληροφορίες φτάνουν στην έξοδο κωδικοποιημένες και αντιπροσωπεύουν τα αποτελέσματα πράξεων ή επεξεργασίας πληροφοριών από τον υπολογιστή. Τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να μετατραπούν σε μορφή κατανοητή στον άνθρωπο και να παρουσιαστούν σε κάποιο μέσο όπως το χαρτί ή η οθόνη.

#### ◆ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ / ΕΞΟΔΟΥ

Οι μονάδες αυτές είναι το μέσο με το οποίο ο άνθρωπος – χρήστης επικοινωνεί με τον υπολογιστή και αντίστροφα, δίνοντας ή παίρνοντας δεδομένα και πληροφορίες.

Οι κυριότερες μονάδες εισόδου είναι:

- ✘ Πληκτρολόγιο (keyboard).
- ✘ Ποντίκι (mouse).
- ✘ Γραφικά φωτός (light pen).
- ✘ Ανάγνωση κώδικα γραμμών (bar code).

Οι κυριότερες μονάδες εξόδου είναι:

- ✘ Οθόνη
- ✘ Εκτυπωτής (printer)
- ✘ Σχεδιογράφος (plotter).

#### ◆ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ

Μονάδες περιφερειακής μνήμης (secondary storage) είναι οι μονάδες εκείνες που αποθηκεύουν ή μεταδίδουν προς άλλους υπολογιστές μεγάλο όγκο πληροφοριών σε μορφή που δεν είναι άμεσα κατανοητή από τον άνθρωπο.

Τις μονάδες περιφερειακής μνήμης μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με το φυσικό μέσο πάνω στο οποίο γράφονται οι πληροφορίες, σε μαγνητικές και μη μαγνητικές μονάδες.

Οι κυριότερες *μαγνητικές μονάδες αποθήκευσης* είναι:

- Σκληρός δίσκος (hard disk),
- Δισκέτα (floppy disk),
- Μαγνητική ταινία (magnetic tape).

Η κυριότερη *μη μαγνητική μονάδα αποθήκευσης* είναι ο οπτικός δίσκος (optical disk).

### 3.5 SOFTWARE

Το software μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες:

- πρόγραμμα του συστήματος.
  - λειτουργικό σύστημα,
  - Compilers, editors, linkers.
- πρόγραμμα εφαρμογών.
  - επεξεργασία κειμένου,
  - συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων,
  - προγράμματα σχεδίασης,
  - προγράμματα επικοινωνιών.
  - εμπορικά πακέτα.

Στην παρακάτω εικόνα (3.4) φαίνεται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής με εκτυπωτή και plotter.



**Σχήμα 3.4** Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

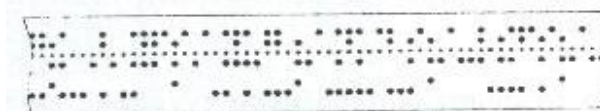
### 3.6 ΜΕΣΑ ΕΓΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Τα κυριότερα μέσα εγγραφής και αποθήκευσης των πληροφοριών είναι η διάτρητη ταινία, η μαγνητική ταινία και οι δισκέτες.

#### ❖ Διάτρητη ταινία (σχήμα 3.5)

Είναι ένα μέσο εισόδου – εξόδου και ελέγχου των πληροφοριών. Οι διάτρητες ταινίες κατασκευάζονται σε τρεις τύπους είτε από πλαστικό, είτε από χαρτί, ή από χαρτί με επικάλυψη πλαστικού, το πλάτος τους είναι ίσο με ένα in.

Τα δεδομένα βρίσκονται υπό μορφή οπών πάνω σε μια διάτρητη ταινία, στη συνέχεια υπάρχει η συσκευή ανάγνωσης που φέρει την κεφαλή ανάγνωσης, μπροστά από την οποία περνάει η ταινία. Η κεφαλή ανάγνωσης αποτελείται από μία πηγή φωτός και αισθητήρια φωτεινότητας. Καθώς περνάει μια οπή της ταινίας από την πηγή φωτός ένα αισθητήριο μεταπηδά στην κατάσταση ON. Οι καταστάσεις ON αποκωδικοποιούνται από την M.C.U. και κατόπιν η εντολή αμέσως εκτελείται είτε αποθηκεύεται. Η παραγωγή των διάτρητων ταινιών γίνεται συνήθως με H/Y. Η σύνδεση του υπολογιστή με το σύστημα διάτρησης γίνεται μέσω του interface RS- 232.



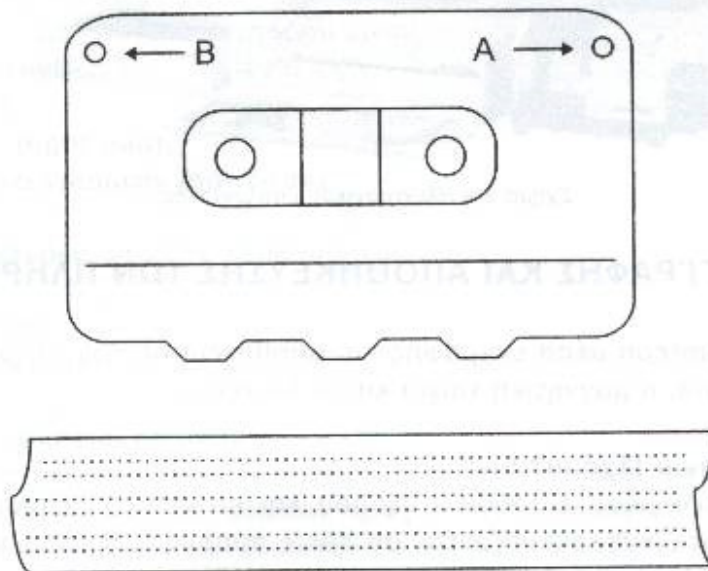
**Σχήμα 3.5** Διάτρητη ταινία

#### ❖ Μαγνητική ταινία (σχήμα 3.6)

Η κασέτα χωράει 400 block πλευρά, έχει πλάτος  $\frac{1}{2}$  in και ο χρόνος λειτουργίας είναι περίπου 90 sec. Για την εγγραφή ενός προγράμματος ακολουθούμε την εξής διαδικασία: πληκτρολογούμε τον κωδικό με τον οποίο θα αρχίσει η διαδικασία π.χ. G65 και μετά FWD, στην οθόνη εμφανίζεται μια ένδειξη /C/ /P/ και πληκτρολογούμε τον αριθμό που χαρακτηρίζει το πρόγραμμα π.χ. 8 και στη συνέχεια πατάμε το πλήκτρο INP.

Η κασέτα αρχίζει να γυρνά μέχρι να βρεθεί κενός χώρος. Εκεί γίνεται η εγγραφή του προγράμματος και η κασέτα ξανατυλίγεται στην αρχή. Στη συνέχεια κάνουμε έλεγχο για την ορθή διάσωση (CHECK) του προγράμματος.

Η κασέτα αρχίζει να γυρίζει μέχρι να βρεθεί το πρόγραμμα και αφού γίνει ο έλεγχος ξανατυλίγεται στην αρχή. Η διάσωση του προγράμματος έχει τελειώσει, εάν δεν έχει εμφανιστεί κανένα μήνυμα λάθους.



**Σχήμα 3.6** Μαγνητική ταινία

Δισκέτα: η διάσωση ενός προγράμματος είναι γνωστή από τη χρήση των H/Y.

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

**Διάτρητες ταινίες :** Απαιτούν διάτρηση και καταχώρηση των πληροφοριών και αρκετό χρόνο, υπάρχει η δυνατότητα σφάλματος, έχουν μικρή διάρκεια ζωής, διαβάζονται όμως πιο εύκολα απ' ότι οι μαγνητικές ταινίες.

**Μαγνητικές ταινίες:** Έχουν μικρό κόστος κατασκευής, μεγαλύτερη ταχύτητα ανάγνωσης. Για να μπορέσουμε, όμως, να δούμε τους κωδικούς απαιτούνται ειδικές οπτικές συσκευές.

**Δισκέτες:** Είναι από τα σημαντικότερα μέσα εγγραφής και αποθήκευσης των πληροφοριών, έχουν πάρα πολύ μεγάλη ταχύτητα ανάγνωσης, έχουν μικρό κόστος, δέχονται πολύ μεγάλο όγκο πληροφοριών, είναι εύκολες στη χρήση.

### **3.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ Η/Υ ΣΤΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ**

Οι Η/Υ εφαρμόζονται με επιτυχία σε εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις, σε οργανισμούς κοινής ωφέλειας, σε Τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρίες, σε υπουργεία, πανεπιστήμια, κέντρα ερευνών, στην οικονομία, στην Αστυνομία, στη γεωργία, στην εκπαίδευση, στη Πολεοδομία, στην Αρχαιολογία, στη ψυχολογία, στην Κοινωνιολογία, στις Πολιτικές επιστήμες, στη βιομηχανία.

### 3.8 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ Η/Υ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Οι μεγάλες βιομηχανίες, ως γνωστόν, έχουν αυτοματοποιηθεί και τα περισσότερα τμήματα ελέγχονται και κατευθύνονται από τους Η/Υ.

Οι μεγάλες εταιρίες κατασκευής αυτοκινήτων παράγουν αυτοκίνητα σε διάφορα μοντέλα. Από τα πρώτα σχέδια του αυτοκινήτου μέχρι την ολοκλήρωση του απαιτούνται περίπου 3 χρόνια.

Για να συντομεύσουν το χρόνο αυτό, οι εταιρίες χρησιμοποιούν Η/Υ. Μια μονάδα επεξεργασίας της εικόνας είναι συνδεδεμένη με τον Η/Υ. Το σχέδιο που θέλει ο κατασκευαστής εμφανίζεται στην οθόνη, όπου μπορεί να αλλάζει το σχέδιο ανάλογα με τις απαιτήσεις, γνωρίζοντας ταυτόχρονα και άλλες πληροφορίες, όπως όγκο, ταχύτητα, συντελεστές αντοχής των υλικών καθώς και συντελεστές πέδησης. Με τη βοήθεια των Η/Υ οι κατασκευαστικές εταιρίες πετυχαίνουν ελάχιστους χρόνους παραγωγής.

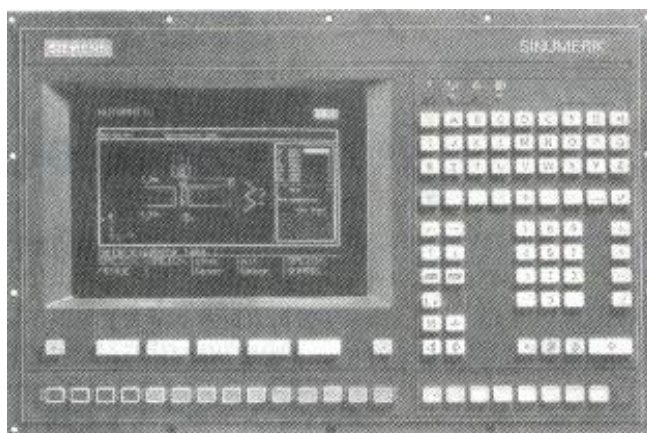
Το ίδιο συμβαίνει και με τα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Σχεδιάζουμε, δηλαδή, αυτά στην οθόνη και αυτόματα έχουμε κάποια στοιχεία, τα οποία χρειαζόμαστε, όπως τάση, ένταση, αντιστάσεις.

Το ίδιο συμβαίνει και με τα αρχιτεκτονικά σχέδια. Στη μεταλλοβιομηχανία οι Η/Υ συνυπάρχουν αρμονικά με όλες τις εργαλειομηχανές και η χρησιμοποίησή τους είναι ευρύτατη, ως προς την σχεδίαση των αντικειμένων τη βοήθεια στην κατεργασία, τον ποιοτικό έλεγχο, τη συντήρηση αλλά και τον υπολογισμό κόστους.

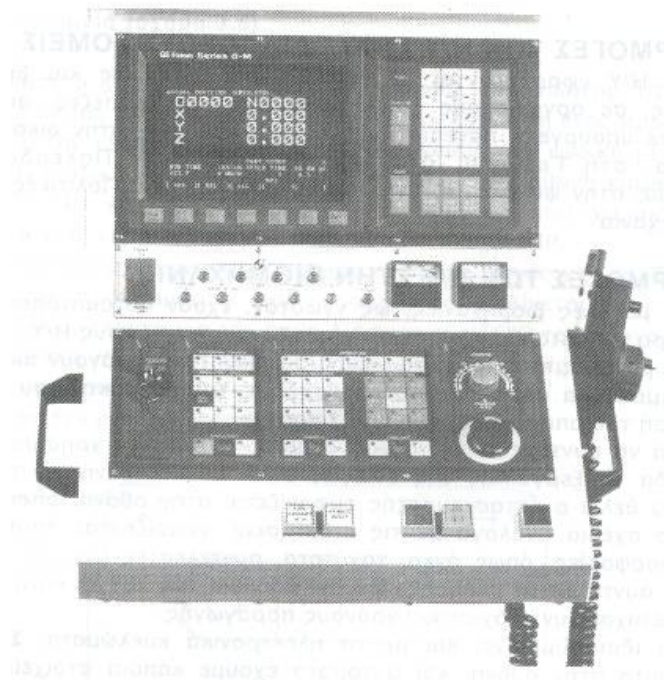
#### ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ CNC

### 3.9 ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟ – ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ – ΣΥΜΒΟΛΑ

Στις παρακάτω εικόνες (3.7, 3.8) φαίνονται μονάδες προγραμματισμού διαφόρων τύπων. Περιέχουν το πληκτρολόγιο για την εισαγωγή των δεδομένων και οθόνη. Κατά την πληκτρολόγηση ενός προγράμματος κάθε πλήκτρο έχει έναν ξεχωριστό ρόλο, υπάρχει επίσης η δυνατότητα χρησιμοποίησης και δύο πλήκτρων ταυτόχρονα, υπάρχουν τα γράμματα του Αγγλικού αλφαβήτου, αριθμοί 0-9 σημεία +, -, /, \* αλλά και πλήκτρα με ιδιαίτερους συμβολισμούς και τα οποία θα δούμε παρακάτω.



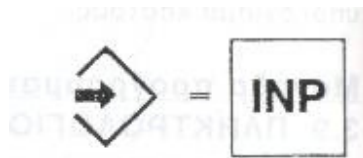
**Σχήμα 3.7.** Μονάδα προγραμματισμού



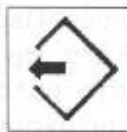
**Σχήμα 3.8.** Μονάδα προγραμματισμού

### 3.10 ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ CNC

1. Εισαγωγή δεδομένων στη μνήμη της μονάδας προγραμματισμού.



2. Εξαγωγή δεδομένων στη μνήμη της μονάδας προγραμματισμού.



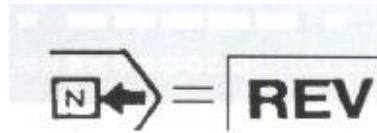
3. Σβήνει την ενδεικνυόμενη τιμή. \_\_\_\_\_



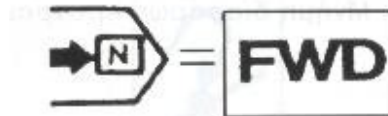
4. Στάση η οποία είναι προγραμματισμένη δηλαδή είναι μια λειτουργία M00.



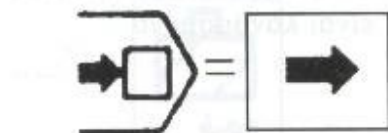
5. Ψάχνει τον αριθμό block που χρειαζόμαστε προς τα πίσω χωρίς να εκτελούνται άλλες λειτουργίες στη μηχανή.



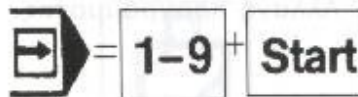
6. Ψάχνει τον αριθμό block που χρειαζόμαστε προς τα εμπρός χωρίς να εκτελούνται άλλες λειτουργίες στη μηχανή.



7. Κίνηση προς τα εμπρός, άλλες λειτουργίες της μηχανής είναι εκτός.



8. Κίνηση μπροστά, block προγράμματος εμπρός, λειτουργίες της μηχανής εντός.



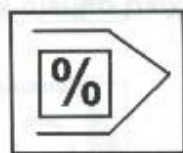
9. Αρχικό σημείο συντεταγμένων.



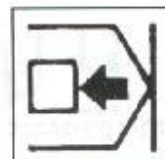
10. Εισαγωγή των δεδομένων γίνεται με το χέρι.



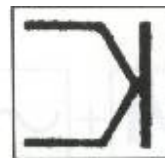
11. Αρχή του προγράμματος.



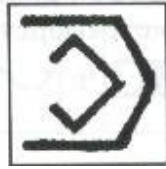
12. Τέλος προγράμματος ή επιστροφή στην αρχή γίνεται αυτόματα, οι λειτουργίες της μηχανής είναι εκτός.



13. Τέλος προγράμματος.



14. Μνήμη προγράμματος.



15. Βλάβη μνήμης.



16. Μνήμη διαφόρων προγραμμάτων.



17. Τα δεδομένα του προγράμματος είναι λανθασμένα.



18. Αλλαγή προγράμματος.



19. Υποπρόγραμμα.



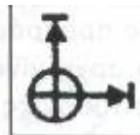
20. Σημείο αναφοράς της μηχανής.



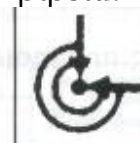
21. Αρχικό σημείο κομματιού.



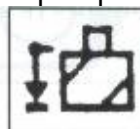
22. Μετατόπιση αρχικού σημείου.



23. Θέση εργαλείου με μεγάλη ακρίβεια.



24. Διόρθωση μήκους εργαλείου περιστρεφόμενου.





25. Διόρθωση στην ακμή του εργαλείου λόγω στρογγύλευσης.



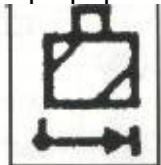
26. Μετά από την αλλαγή ενός χαλασμένου εργαλείου επαναλαμβάνουμε την κατεργασία στην περίμετρο των αντικειμένων.



27. Διόρθωση ακτίνας περιστρεφόμενου κοπτικού εργαλείου.



28. Διόρθωση στη διάμετρο περιστρεφόμενου εργαλείου.



29. Κίνηση μπροστά, έλεγχος σε κάθε θέση, λειτουργίες της μηχανής εντός.



30. Θεωρητική τιμή συντεταγμένων προγραμματισμένη.



31. Στάση η οποία είναι προαιρετική.



32. Διόρθωση εργαλείου που δεν περιστρέφεται.



### 3.11. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΠΛΗΚΤΡΩΝ

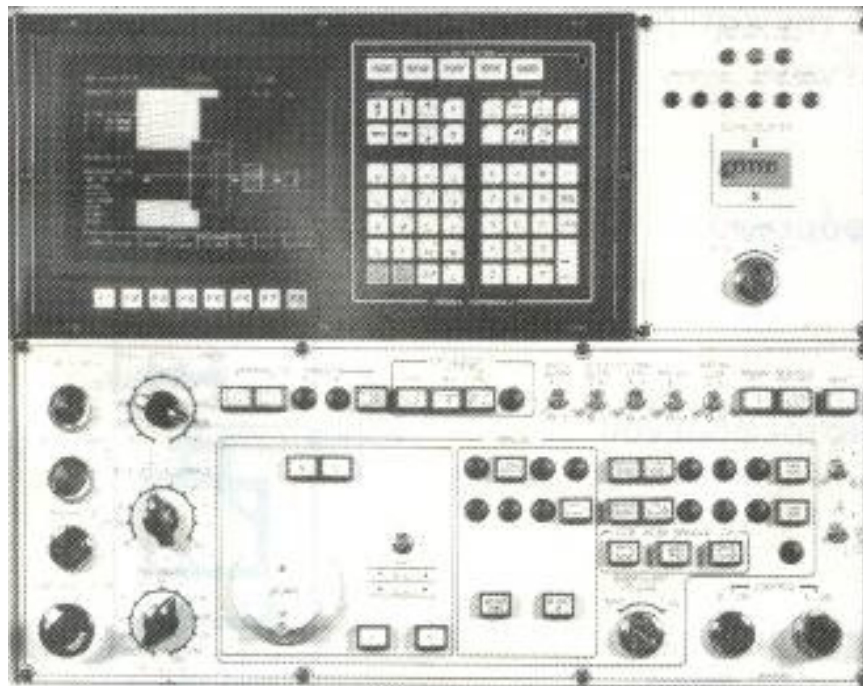
Παρεμβάλει μια κενή γραμμή στο πρόγραμμα.



Σβήνει ένα μπλοκ ολόκληρο.



Σβήνει ολόκληρο το πρόγραμμα.



**Σχήμα 3.9** Μονάδα προγραμματισμού

► Στην εικόνα 3.9 διακρίνονται όλα τα παρακάτω πλήκτρα. Ο ηλεκτρονικός χειροτροχός, χρησιμεύει για την χειροκίνητη κίνηση των αξόνων.

► Πλήκτρο single block: Όταν τρέχουμε ένα πρόγραμμα σε single block επιτρέπουμε την εκτέλεση του ένα block. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε καλύτερο έλεγχο της εκτέλεσης ώστε να αποφύγουμε δυσάρεστες κινήσεις και συγκρούσεις.

► Dry Run: Η εκτέλεση του προγράμματος σε κατάσταση Dry Run κάνει το πρόγραμμα να εκτελείται με ταχύτητα πρόωσης μεγαλύτερη από την προγραμματισμένη ενώ ταυτόχρονα κόβει την ροή του ψυκτικού υγρού.

► Optional stop: Με αυτό το πλήκτρο σταματάμε την εκτέλεση ενός προγράμματος όπου μέσα σ' αυτό έχουμε προγραμματισμένο το M01. Όταν έχουμε ενεργοποιημένο το optional stop επιτελείται στάση, ενώ όταν δεν το έχουμε ενεργοποιημένο δεν επιτελείται στάση.

► Block Delete: Μερικές φορές επιθυμούμε την διακριτή εκτέλεση ενός block. Αυτό σημαίνει ότι θέλουμε το block εκτελείται ή όχι. Βάζοντας στην αρχή του το σύμβολο I και έχοντας πατημένο ή όχι το block delete πετυχαίνουμε στην πρώτη περίπτωση να μην εκτελείται το block ενώ στην δεύτερη να εκτελείται.

Μ' αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε να κάνουμε π.χ. κάποιους ελέγχους με τους οποίους βρίσκουμε την συμπεριφορά της μηχανής με διάφορες επεμβάσεις που κάνουμε στο πρόγραμμα μας.

► Cycle start: Ξεκινά η εκτέλεση ενός προγράμματος.

► Jog: Περιστροφή εργαλειοφορέα.

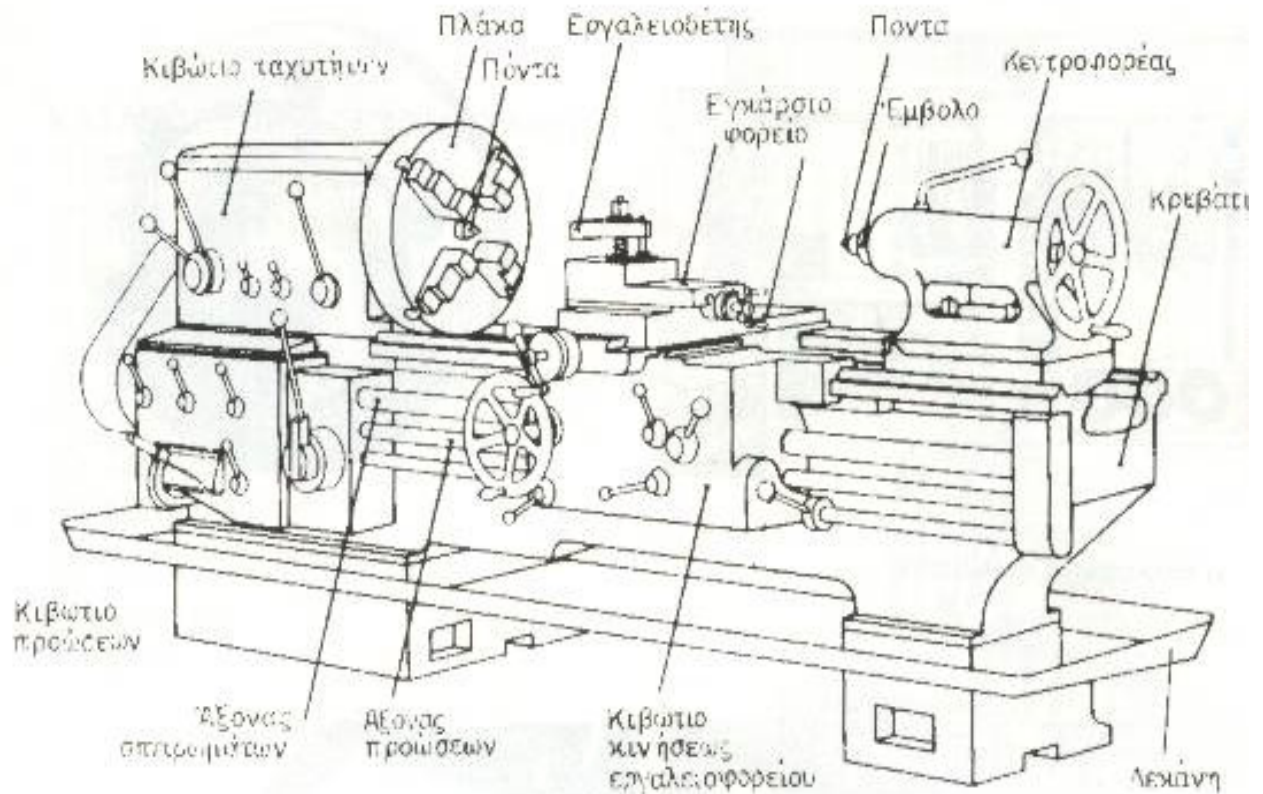
► Διακόπτης override: Μπορούμε να αλλάξουμε την πρόωση με το χέρι χωρίς να αλλάξουμε το πρόγραμμα.

► Διακόπτης σταματήματος της μηχανής.

► Διακόπτης κλειδί που αποτρέπει την αλλαγή δεδομένων εξαιτίας λάθους λειτουργίας.

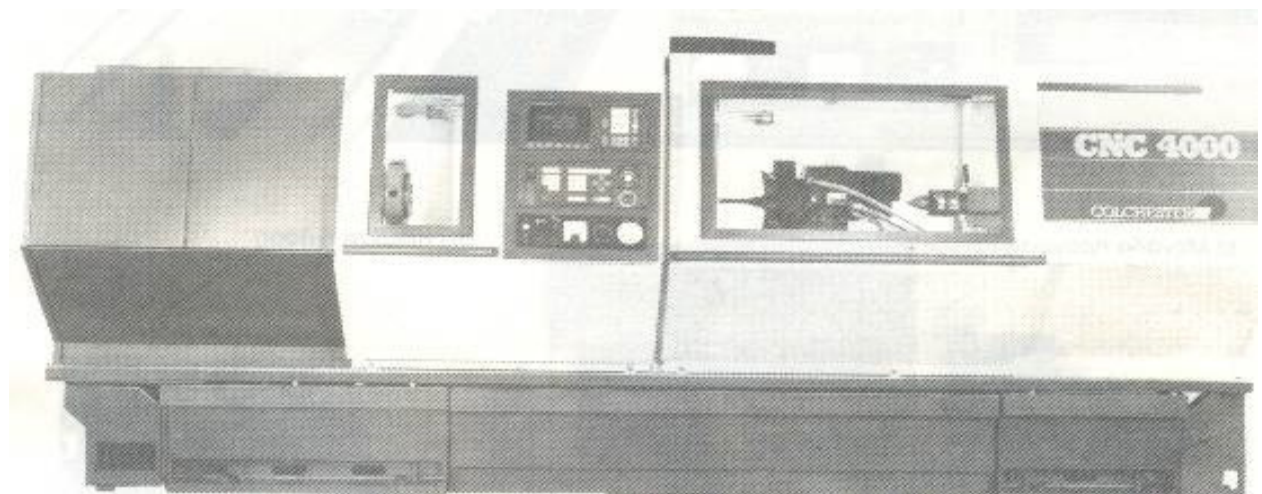
### 3.12 ΤΟΡΝΟΣ

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας συμβατικός τόνος διακρίνονται στο παρακάτω σχήμα (3.10).



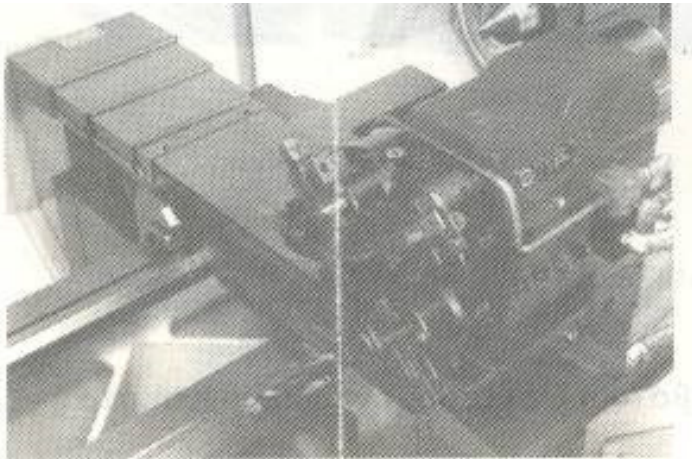
**Σχήμα 3.10** Συμβατικός τόνος.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας τόνος CNC διακρίνονται στην παρακάτω εικόνα (3.11).

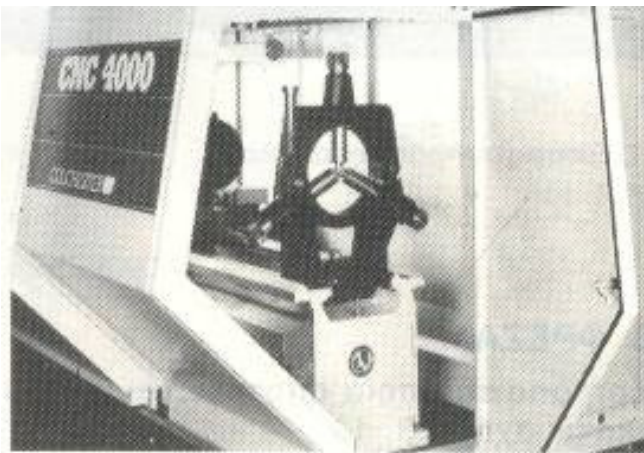


**Σχήμα 3.11** Τόνος CNC

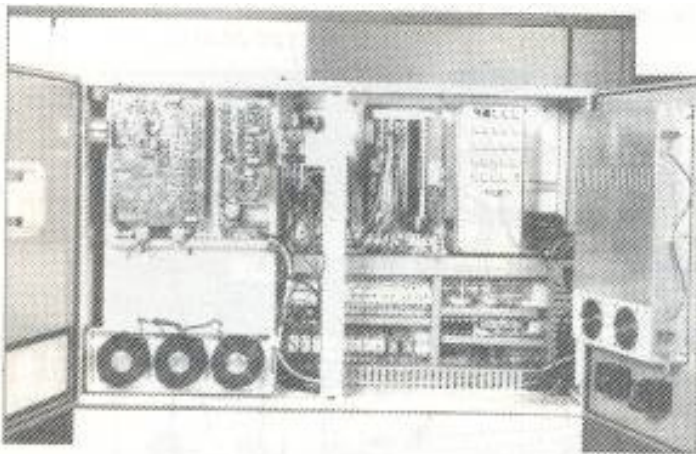
Το κάθε ένα μέρος αναλύεται ξεχωριστά. Εικόνες 3.12 α, β, γ, δ, ε, στ, ζ, η.



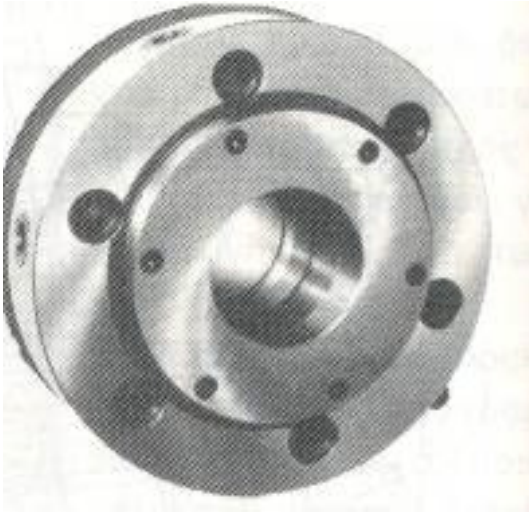
α) εργαλειοφορέας



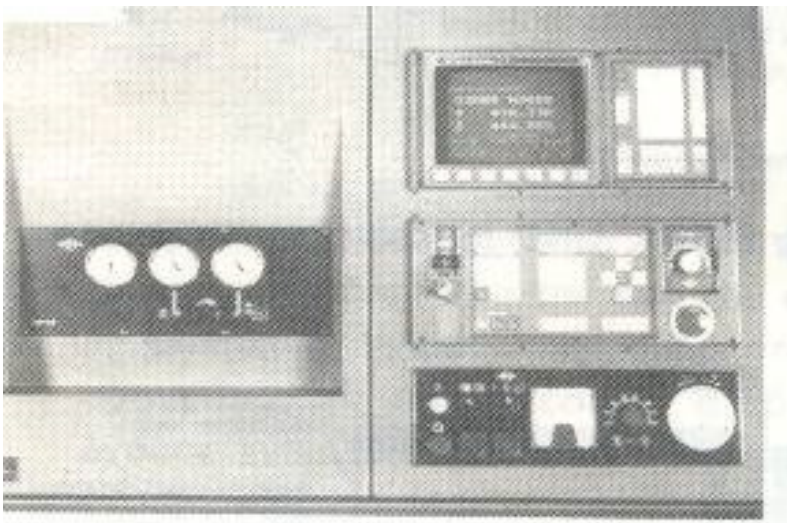
β) καμπίνα εργαλειομηχανής



γ) ηλεκτρονικά κυκλώματα



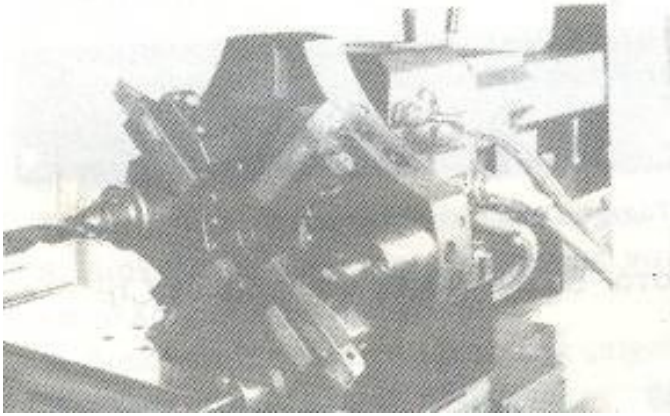
δ) άτρακτος



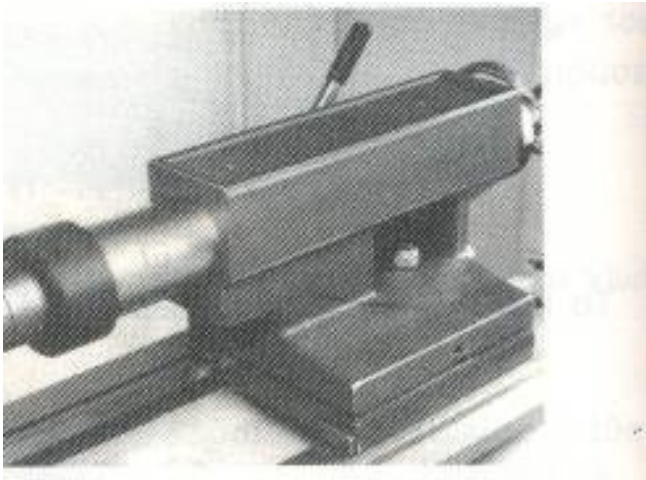
ε) μονάδα προγραμματισμού



στ) κρεβάτι ή βάση



ζ) σύστημα συγκράτησης εργαλείων



η) υδραυλική κουκουβάγια

**Σχήμα 3.12****3.13 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

- ✚ Πρέπει να κρατείται η μηχανή και ο χώρος γύρω της καθαρός και σε τάξη.
- ✚ Δεν πρέπει να αφήνονται εργαλεία ή άλλα αντικείμενα σε περιοχή λειτουργίας της μηχανής με περιστρεφόμενα ή κινούμενα μέρη.
- ✚ Να μην ακουμπάνε ή πλησιάζουν κινούμενα ή περιστρεφόμενα μέρη.
- ✚ Προτού να ξεκινήσει η μηχανή βεβαιωθείτε πως ξέρετε να την σταματάτε.
- ✚ Μην φοράτε δακτυλίδια, ωρολόγια, γραβάτες ή έχετε ανοικτά μανίκια.
- ✚ Μην υπερβαινείτε τα όρια λειτουργίας της μηχανής (φορτίο, στροφές, πρόωση).
- ✚ Να χρησιμοποιείται τα προφυλακτικά καλύμματα της μηχανής.
- ✚ Μη θέσετε σε λειτουργία τη μηχανή μετά από αλλαγή τσοκ ή οποιουδήποτε εξαρτήματος που προσδένεται πάνω σ' αυτό χωρίς να ελέγξετε την ασφάλιση της συγκράτησης.
- ✚ Πρέπει να διασφαλίζεται ότι η θέση αλλαγής εργαλείου γίνεται σε τέτοια θέση που δεν χτυπά κανένα εργαλείο με το κομμάτι ή την κουκουβάγια.
- ✚ Πρέπει να γίνεται προσεκτική πρόσδεση των μεγάλων σε μήκος εργαλείων για να αποφευχθεί σύγκρουσή τους με τις γλίστρες κατά την περιστροφή του εργαλειοφορέα ή κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος.
- ✚ Πρέπει να γίνεται ο προγραμματισμός έχοντας στο νου ότι εκτός από το τρέχον εργαλείο που εκτελεί την κοπή υπάρχουν και άλλα προσδεμένα σε κανονική απόσταση και υπάρχει ο κίνδυνος συγκρούσεως. Ιδιαίτερα προσοχή πρέπει να δοθεί κατά συνέπεια σε προσεγγίσεις τεμαχίου, απομάκρυνσης και γρήγορης μετακίνησης.

- ✚ Πρέπει να γίνεται προγραμματισμός των μέγιστων στροφών του κινητήρα ώστε να αποφεύγουμε ανεπιθύμητες εξόδους του κομματιού απ' το τσοκ λόγω φυγόκεντρης.
- ✚ Πρέπει ο χρήστης της μηχανής να έχει επίγνωση των λειτουργιών της μηχανής ώστε να αποφεύγει να θέσει σε κίνδυνο πρώτα τον εαυτό του και μετά την καλή λειτουργία της μηχανής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

Οι κανονισμοί αυτοί αναπτύχθηκαν στις ΗΠΑ και αποσκοπούν στο μονοσήμαντο χαρακτηρισμό των διαφόρων κινήσεων των εργαλειομηχανών. Δύο είναι τα κυριότερα προβλήματα:

- ◆ Ποια κίνηση θα χαρακτηρισθεί ως X, Y, & Z.
- ◆ Ποια κατεύθυνση κάθε κίνησης θα είναι θετική και ποια θα είναι αρνητική.

Οι κανονισμοί EIA/RS 267 αποτέλεσαν την βάση για τους διεθνείς κανονισμούς ISO/R 841, που εφαρμόστηκαν από το 1968. Τη βάση για το χαρακτηρισμό των αξόνων και των κινήσεων αποτελεί το δεξιόστροφο σύστημα καρτεσιανών συντεταγμένων σχ. 4.1 που δείχνει την κίνηση του κοπτικού εργαλείου ως προς ένα ακίνητο αντικείμενο.

#### (α) Άξονας Z κίνησης

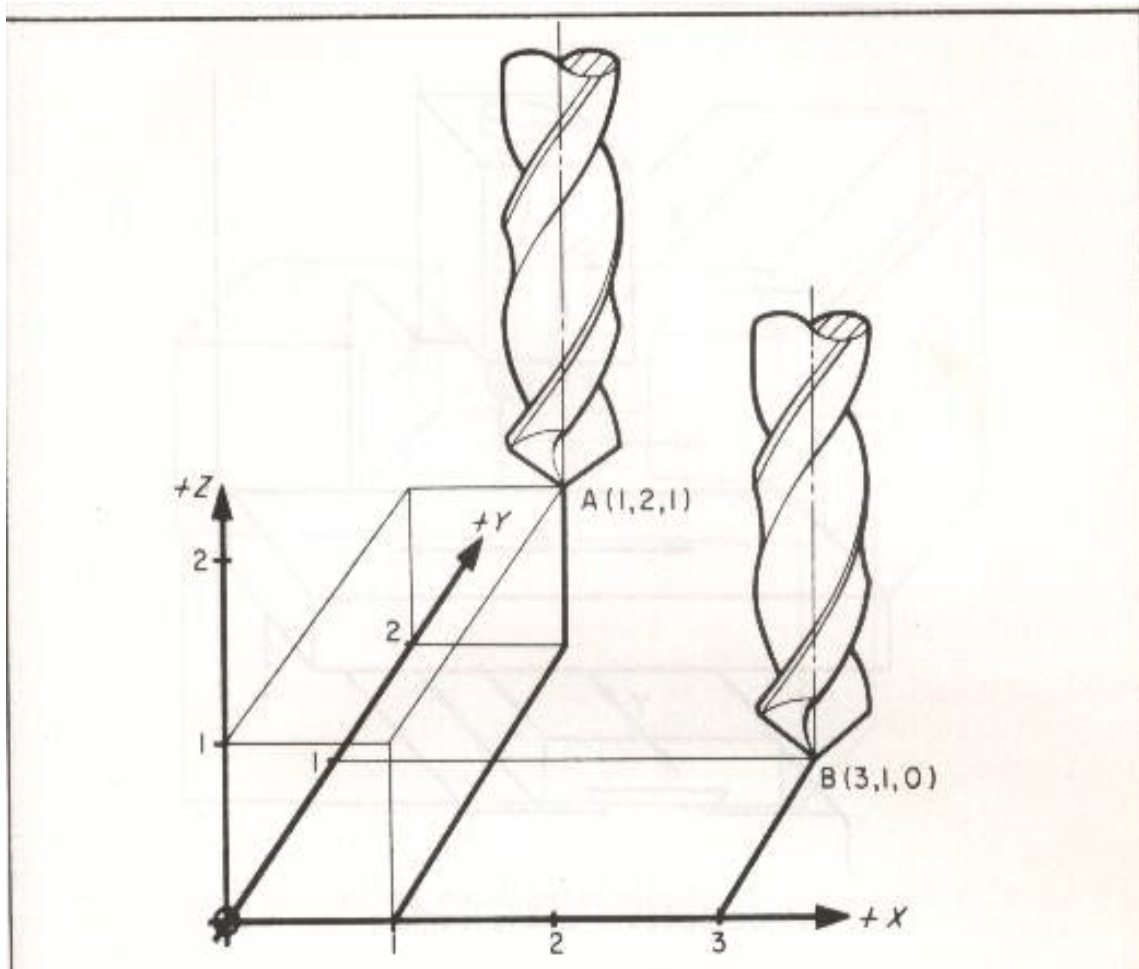
Ο άξονας Z της κίνησης είναι παράλληλος, προς τον κύριο άξονα της εργαλειομηχανής. Συνεπώς η κίνηση της διάτρησης εκλέγεται ως κατεύθυνση Z, σε όλες τις εργαλειομηχανές (σχ. 4.2). Η κίνηση του κοπτικού εργαλείου προς το αντικείμενο, χαρακτηρίζεται ως αρνητική κατεύθυνση (-Z) και η απομάκρυνσή του από το αντικείμενο ως θετική κατεύθυνση (+Z). Στην περίπτωση του τόννου, ο άξονας περιστροφής του τσοκ είναι ο άξονας Z και η θετική κατεύθυνση της κίνησης, είναι η απομάκρυνση του κοπτικού εργαλείου από το αντικείμενο (σχ 4.2). Όπου υπάρχουν περισσότεροι του ενός άτρακτοι εργαλείων, ένας από αυτούς εκλέγεται ως κύρια άτρακτος. Κατά προτίμηση, εκλέγεται αυτή που είναι κάθετη προς την επιφάνεια συγκράτησης του αντικειμένου. Εάν ο κύριος αυτός άξονας, μπορεί να κινηθεί γύρω από ένα σημείο, αλλά να παραμένει παράλληλος προς ένα μόνο από τους κάθετους άξονες της εργαλειομηχανής, τότε ο άξονας αυτός ονομάζεται άξονας Z. Εάν είναι παράλληλος προς περισσότερους από ένα άξονες, τότε αυτός που είναι κάθετος προς την επιφάνεια συγκράτησης του αντικειμένου, είναι ο άξονας Z.

#### (β) Άξονας X κίνησης

Ο άξονας X είναι κάθετος προς τον άξονα Z, οριζόντιος όταν είναι δυνατόν και παράλληλος προς την επιφάνεια συγκράτησης του αντικειμένου. Εάν το κύριο περιστρεφόμενο κοπτικό εργαλείο είναι οριζόντιο, τότε η θετική κατεύθυνση του X (+X) είναι προς τα δεξιά, όταν βλέπεις από το κοπτικό εργαλείο προς το αντικείμενο. Στις εργαλειομηχανές όπου η κύρια κοπτική κεφαλή δεν εκτελεί διάτρηση, τότε ο άξονας Z είναι κάθετος προς την επιφάνεια συγκράτησης και ο άξονας X είναι παράλληλος προς την κύρια κατεύθυνση κοπής και είναι θετικός προς αυτή την κατεύθυνση.

Στις εργαλειομηχανές που η ισχύς κοπής παρέρχεται στην άτρακτο του αντικειμένου (π.χ. τόννος), η θετική κίνηση +X, μετακινεί το κοπτικό εργαλείο ακτινικά και το απομακρύνει από τον άξονα περιστροφής. Εάν υφίσταται και δεύτερη τέτοια κίνηση, δεν χαρακτηρίζεται ως +Y επειδή έχει το ίδιο αποτέλεσμα στις διαστάσεις του αντικειμένου όπως και η +X. Αντί αυτού χρησιμοποιείται το γράμμα +U, όπως θα εξηγηθεί στη συνέχεια.



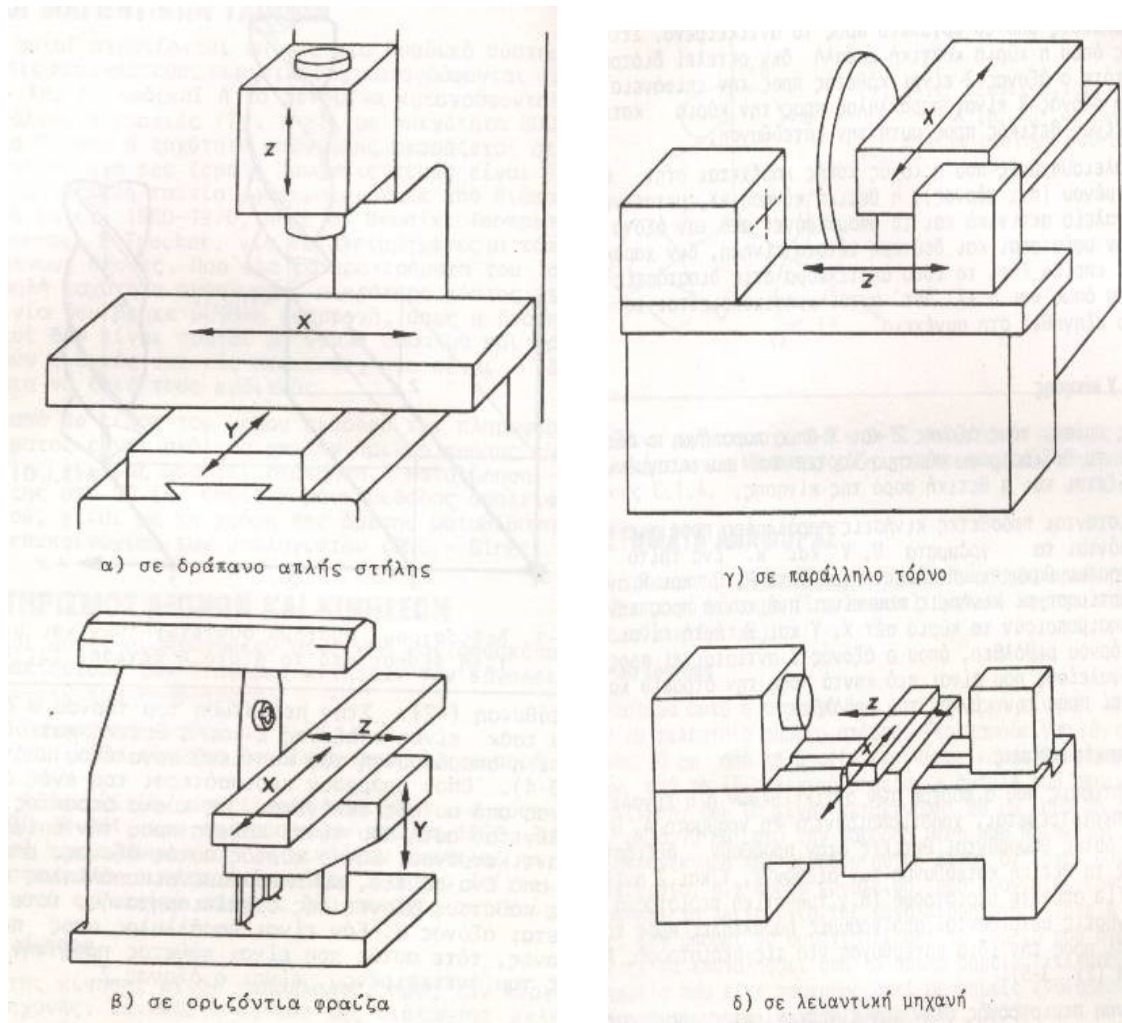


**Σχήμα 4.1** Δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων και μια τμηματική κίνηση από το A στο B μέγεθος  $(2, -1, -1)$ .

### **(γ) Άξονας Y κίνησης**

Έχοντας ορίσει τους άξονες Z και X όπως παραπάνω, ο άξονας Y συμπληρώνει το δεξιόστροφο σύστημα καρτεσιανών συντεταγμένων και συνεπώς ορίζεται και η θετική φορά της κίνησης.

Όπου υφίστανται πρόσθετες κινήσεις παράλληλες προς τις X, Y, Z χρησιμοποιούνται τα γράμματα U, V και W. Ένα τρίτο σύνολο τέτοιων κινήσεων θα χρησιμοποιήσει τα γράμματα P, Q και R αντίστοιχα. Κατά προτίμηση, οι κινήσεις που είναι πιο κοντά προς την κύρια άτρακτο χρησιμοποιούν το κύριο σετ X, Y και Z. Αυτή είναι η περίπτωση του τόννου ρεβόλβερ, όπου ο άξονας Z αντιστοιχεί προς την θέση του εργαλείου, που είναι πιο κοντά προς την άτρακτο και το W αντιστοιχεί προς την κίνηση του ρεβόλβερ.

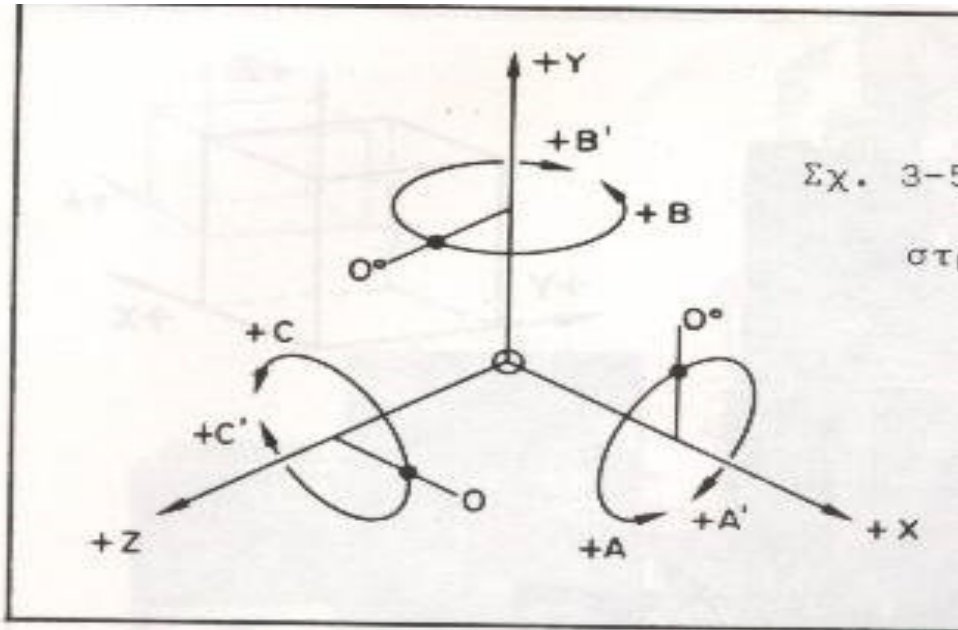


**Σχήμα 4.2** Χαρακτηρισμός αξόνων κίνησης.

### **(δ) Περιστροφικές κινήσεις**

Στις περιπτώσεις που ο φορέας των αντικειμένων ή η εργαλειοφόρος κεφαλή περιστρέφεται, χρησιμοποιούνται τα γράμματα A, B και C. Οι κινήσεις αυτές θεωρούνται θετικές όταν προωθούν δεξιόστροφους κοχλίες προς τη θετική κατεύθυνση των αξόνων X, Y και Z αντίστοιχα (σχ. 4.3). Για απόλυτη περιστροφή οι κινήσεις μετριοούνται από γραμμές παράλληλες προς τους +Y, +Z και +X και προς την ίδια κατεύθυνση για τις περιστροφές A, B και C αντίστοιχα (σχ. 4.3).

Η κατεύθυνση περιστροφής όλων των κινήσεων εκτός της ατράκτου κοπής, χειρίζονται με τον ίδιο τρόπο. Οι κανονισμοί ISO χρησιμοποιούν την φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού και την αντίθετη κίνησή τους. Η αντιστοιχία είναι ότι η ομμόροπη περιστροφή είναι η αρνητική και η αντίρροπος η θετική φορά περιστροφής.



**Σχήμα 4.3** Άξονες X,Y,Z : A,B,C: A, 'B, 'C σε ένα σύστημα συντεταγμένων

## 4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

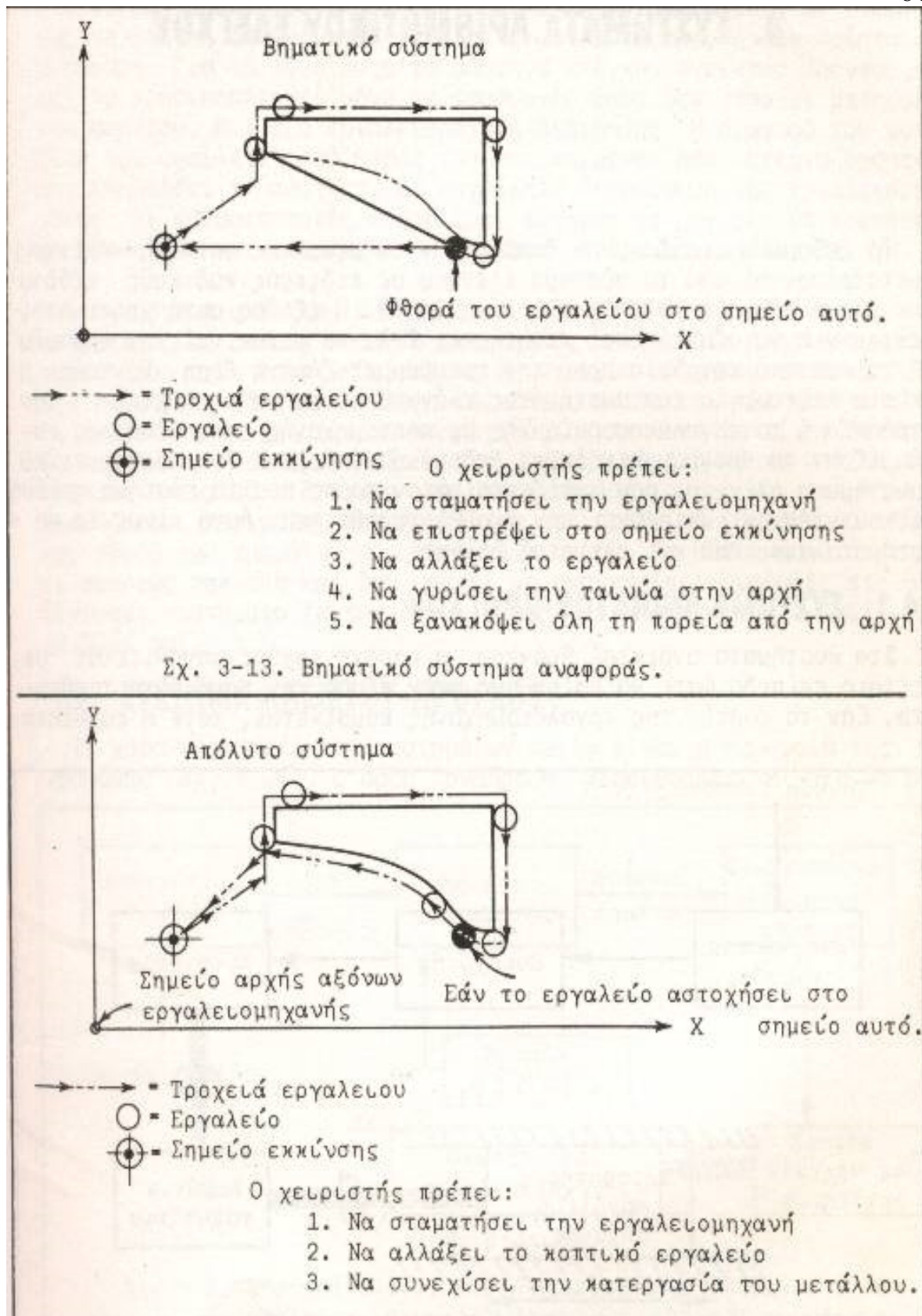
Βασικά χρησιμοποιούνται δύο συστήματα αναφοράς αριθμητικού ελέγχου. Το βηματικό σύστημα (Incremental System) και το απόλυτο σύστημα (Absolute System).

### (α) Βηματικό Σύστημα

Στο σύστημα αυτό η αναφορά για μια προσεχή κίνηση, γίνεται σε σχέση με το τελευταίο σημείο στάσης. Για παράδειγμα, εάν η πρώτη κίνηση είναι 10 cm από το σημείο εκκίνησης και η δεύτερη κίνηση είναι 20 cm από το ίδιο αρχικό σημείο, η εντολή που περιγράφει την δεύτερη κίνηση, δεν θα είναι μετακίνηση 20 cm από το σημείο εκκίνησης, αλλά 10 cm από την παρούσα θέση που βρίσκεται. Ένα σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι, όταν συμβεί μια κακή λειτουργία, π.χ. φθορά εργαλείου, που αναγκάζει τον χειριστή να σταματήσει τη λειτουργία της εργαλειομηχανής, τότε η λειτουργίας της, δεν μπορεί να συνεχιστεί από το σημείο που σταμάτησε, αλλά πρέπει να επαναληφθεί από το πρώτο σημείο εκκίνησης, ή από κάποιο σημείο που είχε προκαθοριστεί ως σημείο ενδιάμεσης στάσης, μέχρι του σημείου που έγινε η βλάβη.

### (β) Απόλυτο Σύστημα

Στο σύστημα αυτό γίνεται πάντοτε αναφορά ως προς την αρχή των αξόνων της εργαλειομηχανής. Όλες οι εντολές κίνησης είναι σε απόλυτους αριθμούς ως προς αυτό το σημείο (σχ.4.4). Το κύριο πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι η δυνατότητα διακοπής και επαναλειτουργίας της κατεργασίας, χωρίς να χρειάζεται να επιστρέψει σε κάποιο προηγούμενο σημείο και να επαναλάβει τη λειτουργία.



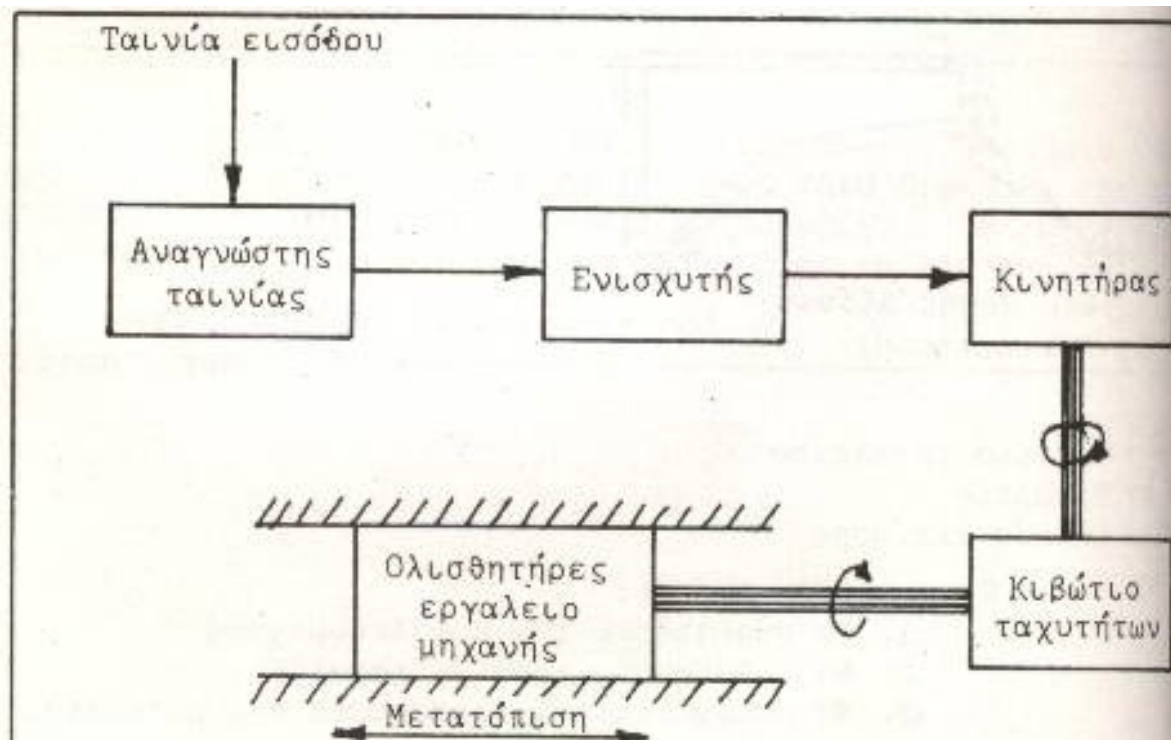
**Σχήμα 4.4** Απόλυτο σύστημα αναφοράς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Τα δεδομένα εισόδου, που διαβιβάζονται μέσω της ταινίας ελέγχου, μετατρέπονται από το σύστημα ελέγχου σε ειδικούς κωδικούς εξόδου με μορφή τάσης ή παλμούς ανά sec (pps). Η έξοδος αυτή χρησιμοποιείται για να οδηγεί τους κινητήρες. Δηλαδή να μετακινεί την τράπεζα ή το κοπτικό εργαλείο προς την προγραμματιζόμενη θέση. Συνεπώς η κύρια λειτουργία του συστήματος ελέγχου είναι να τοποθετεί την τράπεζα ή το εργαλειοφορείο της εργαλειομηχανής στην θέση που καθορίζουν τα προγραμματιζόμενα δεδομένα. Υπάρχουν δύο διαφορετικά συστήματα ελέγχου, που βασίζονται στον τρόπο που το σύστημα αριθμητικού ελέγχου εκπληρώνει την ακριβή τοποθέτηση. Αυτά είναι τα συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόχου.

### 5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΟΙΚΤΟΥ- ΒΡΟΓΧΟΥ

Στα συστήματα ανοικτού βρόχου η παροχή ισχύος κανονίζεται σε τέτοιο επίπεδο, ώστε να παίρνουμε στην έξοδο την επιθυμητή ταχύτητα.



**Σχήμα 5.1** Σύστημα ανοικτού βρόχου για τον έλεγχο της μετατόπισης στους ολισθητήρες εργαλειομηχανής αριθμητικού ελέγχου.

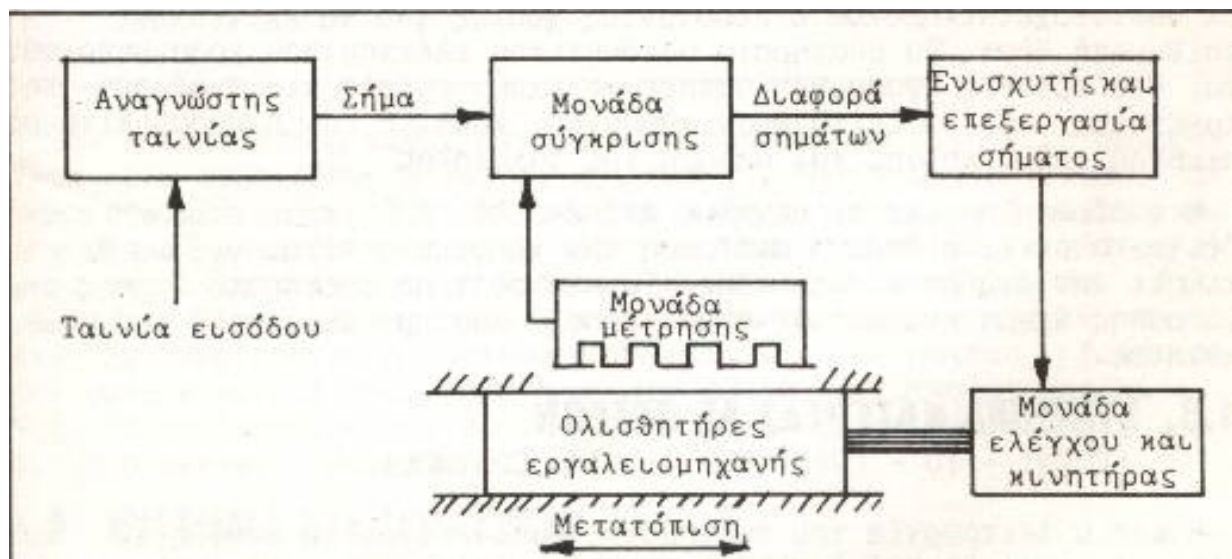
Εάν το φορτίο της εργαλειομηχανής κυμαίνεται, τότε η ταχύτητα του σερβοκινητήρα θα επηρεασθεί αντιστοίχα. Εντούτοις, η διαφορά της ταχύτητας δεν γίνεται αντιληπτή αυτόματα επειδή δεν υφίσταται ανάδραση. Για το λόγο αυτό το σύστημα ελέγχου ανοικτού βρόχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε εφαρμογές όπου δεν υπάρχει μεταβολή του φορτίου. Η διαφορά του φορτίου που οφείλεται στο βάρος του αντικειμένου που κατεργαζόμαστε δεν επηρεάζει το σύστημα, με κατάλληλη διαμόρφωση της εργαλειομηχανής. Οι κατασκευαστές καθορίζουν συνήθως το μέγιστο

επιτρεπόμενο βάρος των αντικειμένων που μπορούν να διαχειρισθούν, (σχ.5.1).

Στο σύστημα ανοικτού βρόχου ο κινητήρας θα συνεχίσει να περιστρέφεται, έως ότου η απουσία της ισχύος δείξει ότι η προγραμματισμένη θέση έχει επιτευχθεί και ο μηχανισμός οδήγησης αποσυνδεθεί. Δεν υφίσταται κάποια επίβλεψη της θέσης αυτής και εάν κάποια κίνηση συμβεί τη στιγμή εκείνη το μέγεθος της κανονικά θα είναι άγνωστο. Τα συστήματα αυτά είναι αξιόπιστα, σημαντικά πιο φθηνά από τα συστήματα κλειστού- βρόχου και η συντήρησή τους είναι πιο απλή. Χρειάζονται περιοδική συντήρηση για αντιστάθμιση της φθοράς καθώς και φθορά των τμημάτων του σερβομηχανισμού. Το σύστημα αυτό μετράει συνεχώς παλμούς και δεν μπορεί να αναγνωρίσει διαφορές στη θέση. Σύγχρονα συστήματα επιτυγχάνουν αναλυτικότητα περίπου 0,0001 in (0,0025 mm).

## 5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ- ΒΡΟΧΟΥ

Το χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η παρουσία της ανάδρασης (σχ.5.2). Ο όρος «ανάδραση» χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις διάφορες μεθόδους μετάδοσης της πληροφορίας για τη θέση του κινούμενου τμήματος της εργαλειομηχανής, πίσω στο τμήμα διαχείρισης των πληροφοριών του συστήματος αριθμητικού ελέγχου. Η πληροφορία αυτή συγκρίνεται συνεχώς με τα προγραμματιζόμενα δεδομένα κίνησης. Υπάρχουν δύο διαφορετικές μέθοδοι ανάδρασης.



**Σχήμα 5.2** Σύστημα κλειστού βρόχου για τον έλεγχο της μετατόπισης στους ολισθητήρες εργαλειομηχανής αριθμητικού ελέγχου.

Η άμεση ανάδραση, που ελέγχει την έξοδο του κινητήρα και είναι η πιο συνήθης, αλλά δεν είναι τόσο μεγάλης ακρίβειας, όπως η άμεση ανάδραση, που ελέγχει τις συνθήκες φορτίου.

Οι συσκευές της ανάδρασης καλούνται “transducer” και μπορεί να είναι γραμμικές, ηλεκτρικές ή μαγνητικές κλίμακες.

Όλα τα συστήματα ανάδρασης έχουν ένα κοινό παράγοντα. Εάν το σύστημα είναι ψηφιακό τότε η συσκευή ανάδρασης μετράει παλμούς. Εάν είναι αναλογικό συγκρίνει τιμές τάσης. Ένα σύστημα κλειστού βρόχου θα επιτύχει την επιθυμητή θέση και θα την διατηρήσει, επιτυγχάνοντας ένα παλμό μηδενικού μεγέθους ή μια μηδενική τάση. Το έμμεσο σύστημα δεν

είναι δυνατόν να ελέγξει κάποια χαλαρότητα ή συστροφή του οδηγού κοχλία λόγω μεταβολής του φορτίου. Η άμεση ανάδραση, που δημιουργεί το σύστημα ελέγχου από την κίνηση της τράπεζας, είναι το σύστημα που προτιμάτε, επειδή επιβλέπει την πραγματική κίνηση της τράπεζας στην οποία στερεώνεται το αντικείμενο. Το κόστος του συστήματος αυτού είναι σημαντικά μεγαλύτερο, αλλά η ακρίβειά του είναι μεγαλύτερη.

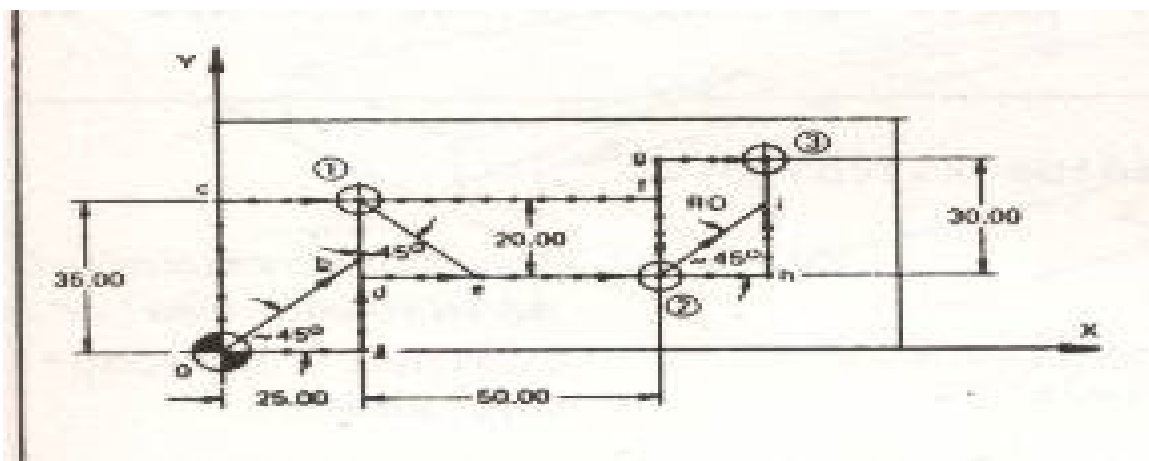
Σε ορισμένες όμως εφαρμογές η ακρίβεια που παρέχει το σύστημα ανάδρασης, που τροφοδοτεί την εκάστοτε θέση της τράπεζας, δεν είναι αρκετή για να επιτευχθούν τροχιές ή τελικές επιφάνειες επειδή δεν υπεισέρχεται καθόλου ο παράγοντας χρόνος για να επιτευχθεί η επιθυμητή θέση. Τα συστήματα αριθμητικού ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τέτοιες εφαρμογές πρέπει να έχουν επίσης μια ανάδραση της ταχύτητας, για να επιτύχουν γραμμική, κυκλική και ή παραβολική παρεμβολή καθώς επίσης και αλλαγή της ταχύτητας.

Η ανάδραση παρέχεται συνήθως από ένα AC ή DC ταχύμετρο που συνδέεται στον κινητήρα. Η ανάδραση του, χρησιμοποιείται για να βελτιώσει την ανάδραση της θέσης. Τα περισσότερα συστήματα άμεσης ανάδρασης έχουν ενσωματωμένο και κάποιο σύστημα ανάδρασης της ταχύτητας.

### 5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΘΕΣΕΩΝ

Η κύρια λειτουργία του συστήματος αυτού είναι να τοποθετεί το κοπτικό εργαλείο από ένα σημείο σε ένα άλλο σε ένα σύστημα συντεταγμένων. Η τοποθέτηση αυτή μπορεί να είναι γραμμική στο X-Y επίπεδο. Κάθε άξονας του εργαλείου ελέγχεται ανεξάρτητα. Συνεπώς, η προγραμματιζόμενη κίνηση μπορεί να είναι ταυτόχρονη ή σειριακή.

Η κατεργασία μπορεί να αρχίσει μόνο όταν ολοκληρωθεί η τοποθέτηση του εργαλείου. Οι πιο συνήθεις εφαρμογές αυτού του είδους ελέγχου είναι στη διάτρηση, στην αυλάκωση, στην ήλωση, στην κάμψη σωλήνων και στην επεξεργασία του επιπέδου ελάσματος. Εκτός από την δυνατότητα τοποθέτησης, το σύστημα αυτό μπορεί να ελέγχει διάφορες βοηθητικές λειτουργίες όπως αλλαγή εργαλείων, έναρξη και σταμάτημα της ατράκτου και του ψυκτικού υγρού και συγκράτηση αντικειμένου. Αυτού του είδους οι απλές λειτουργίες δεν χρειάζονται πολύπλοκα συστήματα ελέγχου και δεν απαιτούν κανένα έλεγχο της ταχύτητας. Η πορεία του κοπτικού εργαλείου σε ένα σύστημα κατεργασίας θέσεων φαίνεται στο σχήμα 5.3.

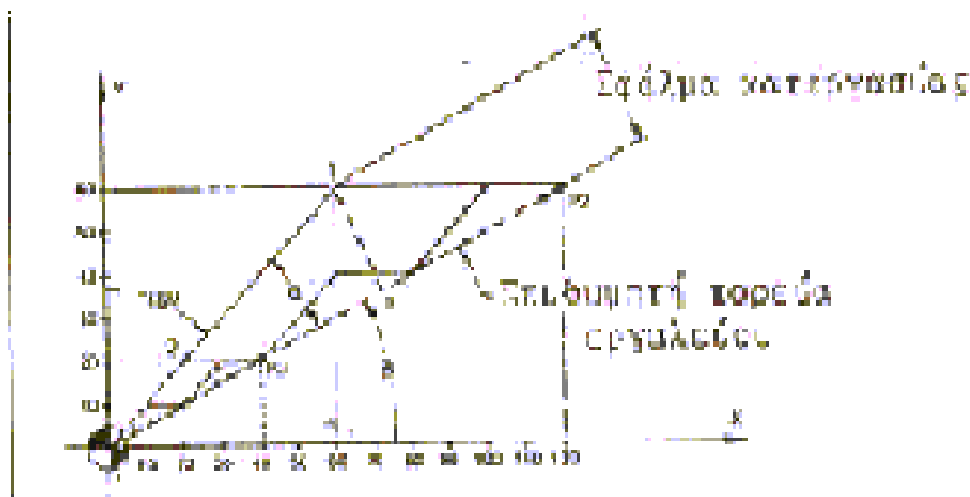


**Σχήμα 5.3** Πορεία κοπτικού εργαλείου σε σύστημα κατεργασίας θέσεων.

Εάν η τοποθέτηση είναι σειριακή το σύστημα θα κινηθεί κατά ένα άξονα κάθε φορά (όπως φαίνεται και από τις αντίστοιχες γραμμές με τελείες). Εάν η τοποθέτηση είναι συνεχής κινείται κατά μήκος και των δύο αξόνων, ταυτόχρονα. Υποθέτοντας ότι και οι δύο κινήσεις έχουν την ίδια ταχύτητα, η πορεία του κοπτικού εργαλείου θα έχει κλίση περίπου  $45^\circ$  ως προς τον οριζόντιο άξονα (συνεχής γραμμή στο σχ. 5.3). Συνεπώς πρώτα το σύστημα συμπληρώνει τη μικρότερη διάσταση και μετά κινείται παράλληλα προς τον άξονα της μεγαλύτερης κίνησης. Τα περισσότερα συστήματα κατεργασίας θέσεων χρησιμοποιούν σύστημα ανοικτού- βρόγχου.

#### 5.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΠΗΣ

Το σύστημα αυτό παρέχει ένα περιορισμένο βαθμό ελέγχου κατά τη διάρκεια τοποθέτησης του εργαλείου από ένα σημείο σε ένα άλλο. Τα περισσότερα συστήματα ευθύγραμμης κοπής είναι εξοπλισμένα με χειροκίνητη ρύθμιση του ελέγχου της πρόωσης. Ο έλεγχος της πρόωσης εφαρμόζεται από όλους τους προγραμματιζόμενους άξονες της εργαλειομηχανής αριθμητικού ελέγχου και επιτρέπει στο σύστημα να εκτελέσει τόννευση. Συνεπώς, το σύστημα μπορεί να εκτελέσει κατεργασίες τωναρίσματος σε κλίση  $45^\circ$  ως προς τους κύριους άξονες της εργαλειομηχανής. Λόγω αυτού του περιορισμού, ο προγραμματιστής μπορεί να μειώσει τα προγραμματιζόμενα βήματα σε πολύ μικρές αυξήσεις για να τωναρίσει κάθε ευθεία γραμμή και να επιτύχει επιθυμητή τελική επιφάνεια και ακρίβεια για τις περισσότερες βιομηχανικές εφαρμογές. Η ακρίβεια αυτού του είδους του συστήματος είναι επαρκής για κάθε κατεργασία εκχόνδρησης τωναρίσματος. Η πορεία του κοπτικού εργαλείου σε ένα σύστημα ευθύγραμμης κοπής φαίνεται στο σχ.5.4. Για την επίτευξη μεγάλης ακρίβειας απαιτείται μια αύξηση των διαδοχικών βημάτων που αυξάνει όμως τόσο τον χρόνο προγραμματισμού όσο και το μήκος της ταινίας ελέγχου.



**Σχήμα 5.4** Πορεία κοπτικού εργαλείου στο σύστημα ευθύγραμμης κοπής.

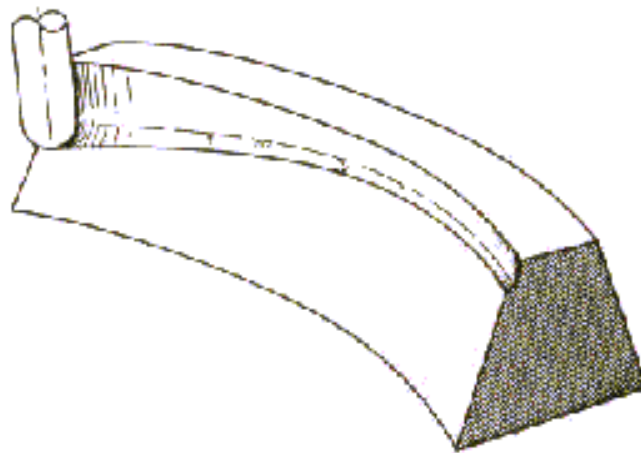
Τα συστήματα αυτά κατασκευάζονται με συστήματα ελέγχου ανοικτού ή κλειστού βρόγχου και με προγραμματιζόμενη ακρίβεια 0,002 mm (0,0001 in). Τα συστήματα αυτά κατασκευάζονται με προγραμματιζόμενες ταχύτητες ατράκτου και με διάφορους προπαρασκευαστικούς κώδικες.



## 5.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΚΟΠΗΣ

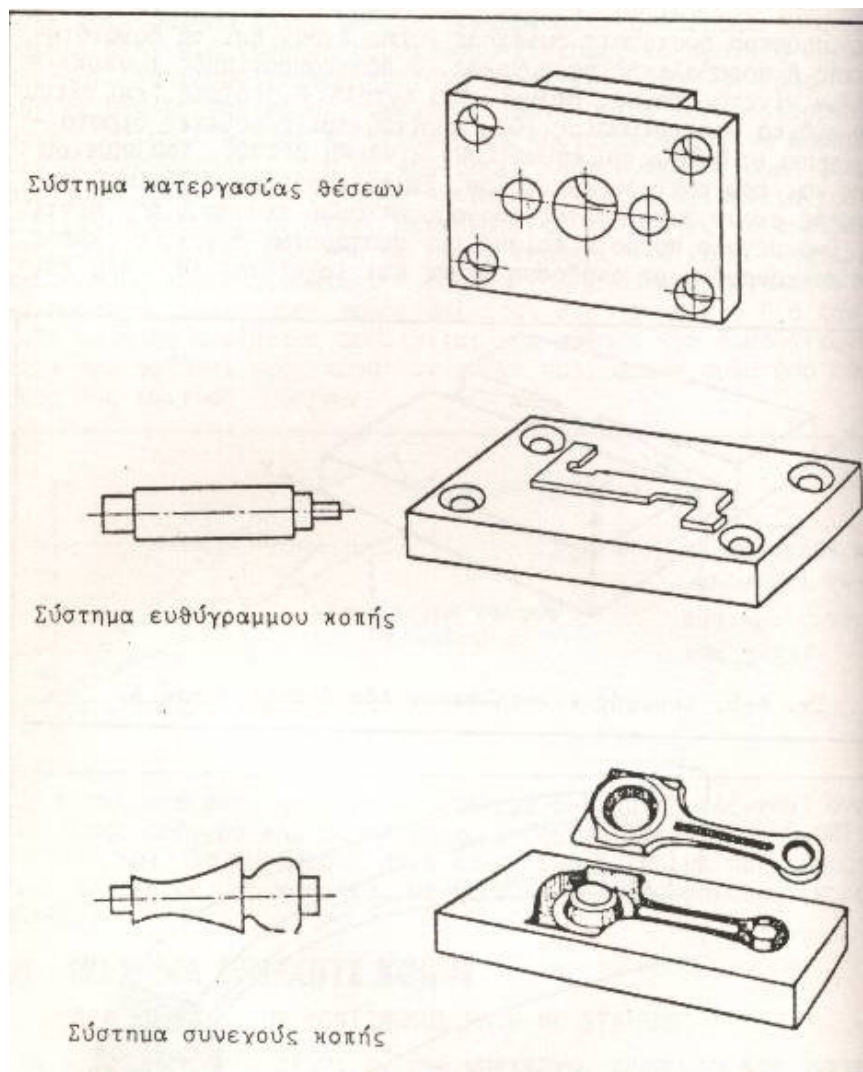
Τα συστήματα αυτά είναι τα πιο μοντέρνα, εύκαμπτα και συγχρόνως πολύπλοκα. Το σύστημα αυτό δημιουργεί μια συνεχώς ελεγχόμενη πορεία του κοπτικού εργαλείου, κάνοντας παρεμβολή των ενδιάμεσων σημείων ή συντεταγμένων. Όλα τα συστήματα συνεχούς κοπής έχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης γραμμικής παρεμβολής. Η ιδιότητα αυτή είναι μια υπορουτίνα στον υπολογιστή που είναι μόνιμα κατεργαμμένη στον υπολογιστή του αριθμητικού ελέγχου κάτω από τον G01 κώδικα προετοιμασίας. Ο G01, προγραμματιζόμενος με X- Y ή X- Y- Z διαστάσεις, είναι μια εντολή που παρεμβάλλει την πορεία του εργαλείου με την συντομότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων. Με την υπορουτίνα αυτή συντομεύεται πολύ σημαντικά η διαδικασία προετοιμασίας του προγράμματος.

Τα περισσότερα συστήματα συνεχούς κοπής έχουν και τη δυνατότητα κυκλικής ή παραβολικής παρεμβολής. Ο προγραμματισμός των κυκλικών τόξων γίνεται επίσης σε μια μόνο εντολή. Εντούτοις, επιπλέον προς την κώδικα προετοιμασίας, απαιτούνται πρόσθετες διαστάσεις που πρέπει να δοθούν και καθορίζουν τη σχέση μεταξύ του σημείου εκκίνησης και του κέντρου του τόξου. Τα περισσότερα συστήματα συνεχούς κοπής έχουν δυνατότητες προγραμματισμού τεσσάρων ή πέντε αξόνων. Ένα μεγάλο ποσοστό επίσης των συστημάτων συνεχούς κοπής είναι κατασκευασμένα με ανάδραση θέσεις και ταχύτητας (σχ. 5.5 ).



**Σχήμα 5.5** Συνεχής κίνηση στους άξονες X, Y και Z.

Στο σχ. 5.6 φαίνεται η δυνατότητα απόδοσης διαφόρων μορφών αντικειμένων με τη χρήση των 3 διαφορετικών συστημάτων ελέγχου σε εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου.



Σχήμα 5.6 Συστήματα κατεργασίες θέσεων, ευθύγραμμης κοπής και συνεχούς κοπής σε διάφορες κατεργασίες κοπής.

## 5.6 ΕΚΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όλα τα συστήματα ελέγχου είναι υψηλής αξιοπιστίας και επιτυγχάνουν την δεδομένη ακρίβεια. Εντούτοις, για κάθε ειδική και καλά καθορισμένη εφαρμογή, υπάρχει μόνο ένα κατάλληλο σύστημα για τη διατιθεμένη επένδυση.

Για κατεργασίες διάτρησης και αυλάκωσης το σύστημα ελέγχου πρέπει να είναι ανοικτού βρόγχου και σημειακής κοπής. Τα συστήματα αυτά δίνουν μια ακρίβεια της τάξης του 0,002 mm (0,0001 in), με μεγάλο βαθμό επαναληπτικότητας.

Εάν ένα σημαντικό ποσοστό της εργασίας που πρόκειται να εκτελεσθεί στο σύστημα απαιτεί ευθύγραμμο τορνάρισμα, το σύστημα ελέγχου πρέπει να είναι ευθύγραμμης κοπής, ανοικτού ή κλειστού βρόγχου.

Εάν η πλειοψηφία των εργασιών απαιτεί πολύπλοκες μορφές, κλίσεις, ή κυκλικά τόξα, το σύστημα που εκλέγεται πρέπει να είναι συνεχούς κοπής. Το σύστημα κλειστού βρόγχου προσφέρει ένα υψηλό βαθμό ακρίβειας, ενώ το σύστημα ανοικτού βρόγχου δεν πρέπει να αγνοηθεί. Η τιμή του δεύτερου είναι πιο χαμηλή από το πρώτο και η κατάλληλη συντήρηση της εργαλειομηχανής μπορεί να δώσει την απαιτούμενη ακρίβεια.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η γρήγορη συντήρηση που παρέχει ο προμηθευτής.

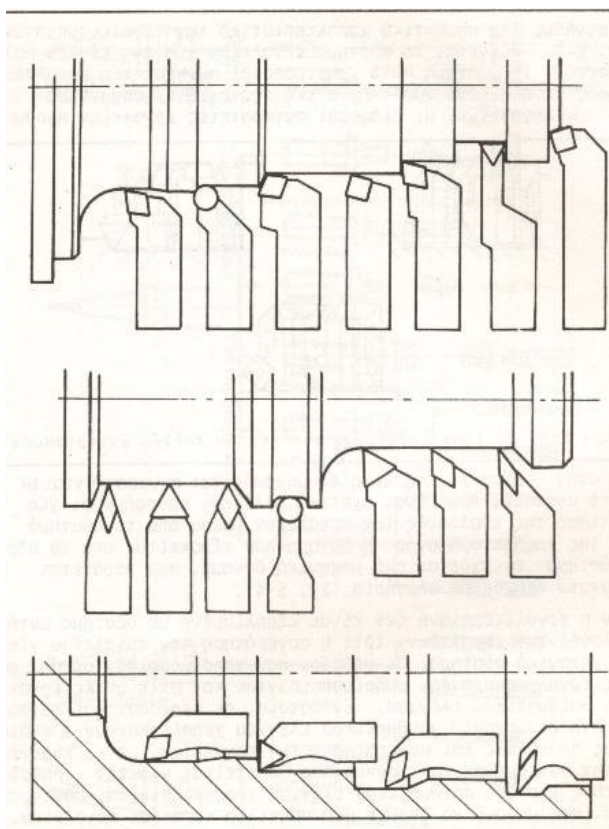
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου, είναι οι υψηλές ταχύτητες κοπής που χρησιμοποιούνται για τη κατεργασία. Το χαρακτηριστικό αυτό σε συνδυασμό με το μικρό χρόνο εναλλαγής των εργασιών στη θέση εργασίας, που είναι περίπου 5 sec, καθιστούν τον τομέα των κοπτικών εργαλείων ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία των εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου.

Οι κυριότερες ιδιότητες που απαιτούνται από ένα κοπτικό εργαλείο είναι η σκληρότητα στη θερμοκρασία κοπής και η ολκιμότητα. Οι ταχυχάλυβες είναι πιο όλκιμοι από τα σκληρομέταλλα, αλλά δεν διατηρούν την σκληρότητα τους στις υψηλές ταχύτητες κοπής. Αντίθετα, η έλλειψη ολκιμότητας στα σκληρομέταλλα μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα και χρειάστηκε αρκετή έρευνα για να αναπτυχθούν σκληρομέταλλα που να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες συνθήκες κατεργασιών. Η σκληρότητα τους είναι εφάμιλλη των διαμαντιών και παρασκευάζονται στα κατάλληλα σχήματα με τη μέθοδο της κονιομεταλλουργίας.

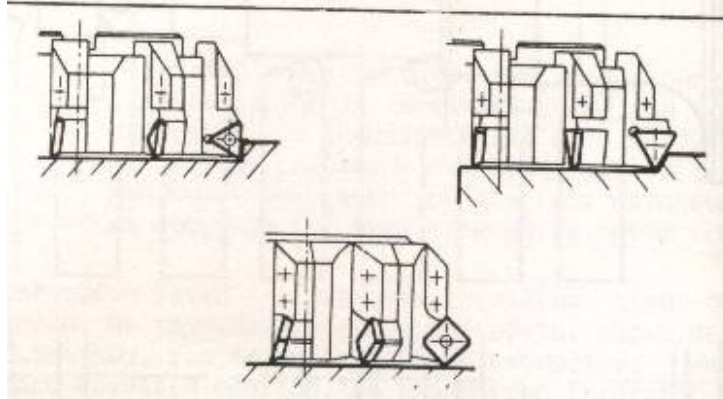
### 6.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Η πλήρης κατεργασία ενός τεμαχίου απαιτεί τη χρησιμοποίηση ενός μεγάλου αριθμού και ποικιλίας, κοπτικών εργαλείων, τα οποία πρέπει να μπορεί να δέχεται η εργαλειομηχανή. Η μέθοδος με την οποία, ένα πλήθος κοπτικών εργαλείων μπορούν να τοποθετηθούν και να συγκρατούνται σταθερά στη θέση τους, ονομάζεται σύστημα εργαλείων και είναι συνήθως ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των εργαλειομηχανών.



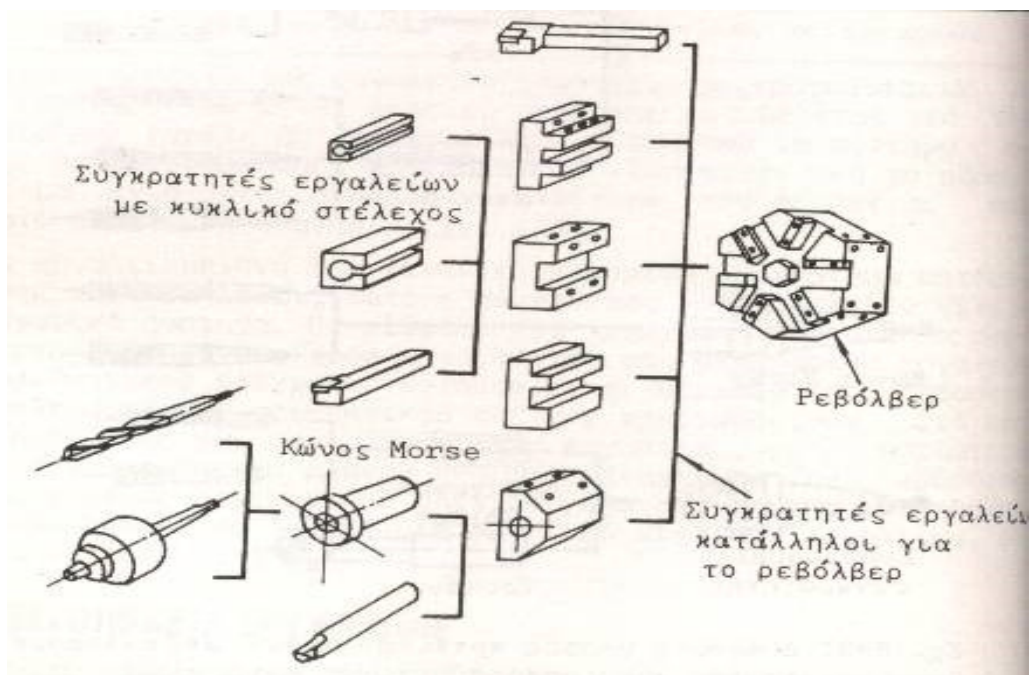
**Σχήμα 6.1** Διάφορες μορφές κοπτικών άκρων, από σκληρομέταλλα που χρησιμοποιούνται σε κατεργασίες τórνευσης.

Οι διάφοροι συγκρατητές εργαλείων προσαρμόζονται στην άτρακτο της εργαλειομηχανής και συγκρατούνται με υδραυλικό σύστημα, που είναι σχετικά απλό και προσφέρεται για τον αυτοματισμό της εναλλαγής των εργαλείων, μέσα από το σύστημα ελέγχου της εργαλειομηχανής.



**Σχήμα 6.2** Σύστημα εργαλείων για κέντρο πολλών κατεργασιών.

Όταν η εργαλειομηχανή δεν είναι εξοπλισμένη με σύστημα αυτόματης αλλαγής των εργαλείων, τότε η συγκράτηση του εργαλείου γίνεται με μηχανικό σύστημα. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στις συμβατικές εργαλειομηχανές, χρησιμοποιούνται και στις απλές εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου. Εντούτοις, οι περισσότεροι κατασκευαστές εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου χρησιμοποιούν ειδικές μεθόδους πρόσδεσης και συγκράτησης των εργαλείων, με κυριότερο σκοπό την συντόμευση του χρόνου που απαιτείται για την πρόσδεση τους. Στους τórνους αριθμητικού ελέγχου χρησιμοποιείται σύστημα εργαλείων, που μπορεί να δεχθεί μια ποικιλία κοπτικών εργαλείων, όπως φαίνεται στο σχ. 6.3.



**Σχήμα 6.3** Σύστημα εργαλείων για τórνο ρεβόλβερ.

## 6.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

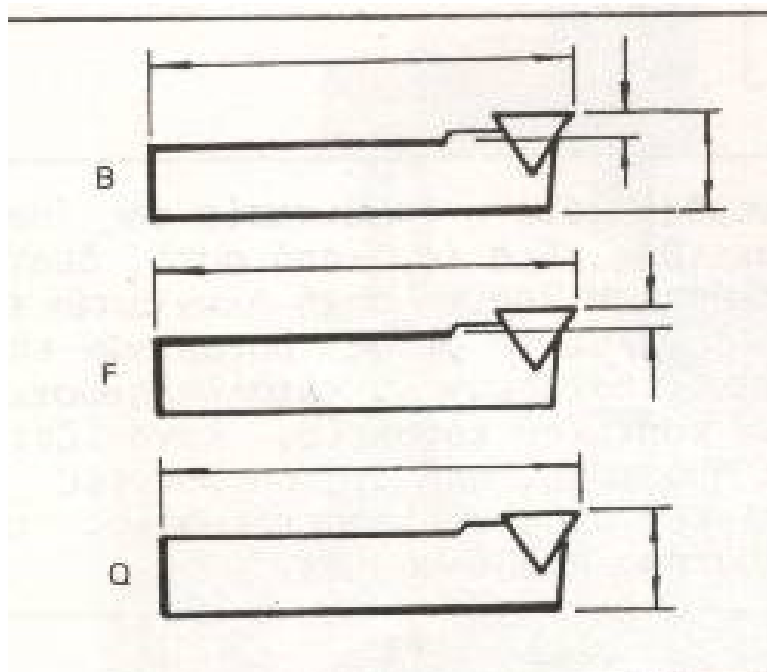
Όταν ένα εργαλείο έχει φθαρεί, τότε πρέπει να αντικατασταθεί. Μια τέτοια αλλαγή πρέπει να μπορεί να επιτευχθεί γρήγορα, χωρίς μεγάλη απώλεια στον διαθέσιμο χρόνο για τη κατεργασία. Για να μπορεί δε ένα πρόγραμμα τεμαχίου να χρησιμοποιηθεί με το νέο εργαλείο, τότε πρέπει:

- Το νέο εργαλείο να είναι ακριβώς το ίδιο με το πρώτο.
- Το πρόγραμμα να μπορεί να τροποποιηθεί αμέσως, για να δεχθεί τις μεταβολές στα δεδομένα του νέου εργαλείου.

Ακριβώς ίδιο εργαλείο μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση ειδικών ή προετοιμασμένων εργαλείων. Παροδικές μεταβολές στο πρόγραμμα μπορούν να επιτευχθούν, με την αντιστάθμιση των μεγάλων του εργαλείου, από τα αρχικά δεδομένα.

### (α) Ειδικευμένα εργαλεία

Τα μεγέθη των κοπτικών εργαλείων από σκληρομέταλλα ρυθμίζονται από τους κανονισμούς ISO. Οι διαστάσεις αυτές έχουν μια ακρίβεια της τάξης των  $\pm 0,08$  mm. Συνεπώς, εάν η απαιτούμενη ακρίβεια κατεργασίας του τεμαχιδίου είναι μέσα στο όριο των  $\pm 0,08$  mm, τότε το ένα εργαλείο μπορεί να αντικαταστήσει αμέσως το άλλο, (σχ. 6.4).

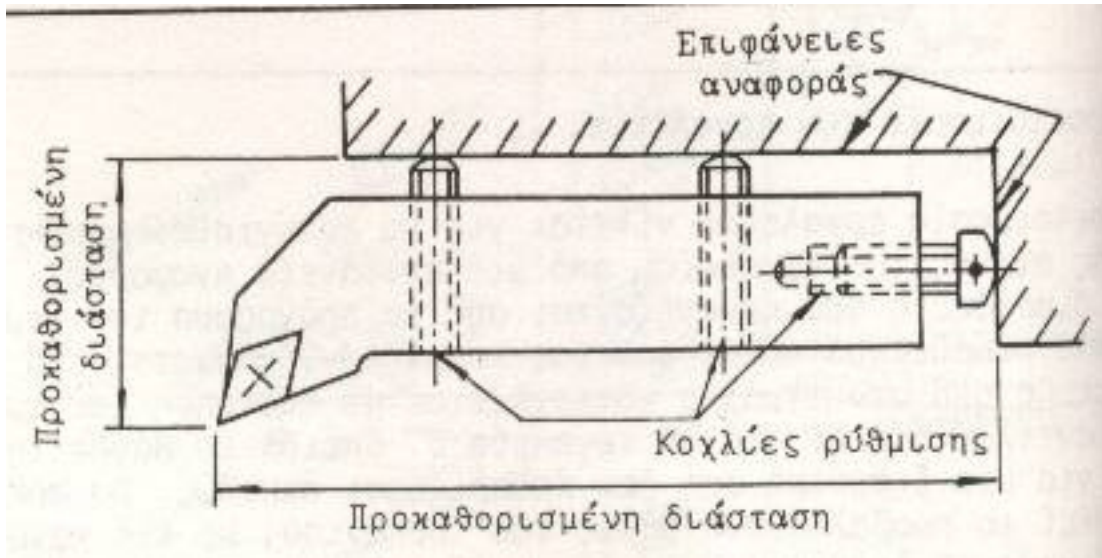


**Σχήμα 6.4** Ειδικευμένα εργαλεία. Οι διαστάσεις που φαίνονται έχουν ακρίβεια  $\pm 0,08$  mm.

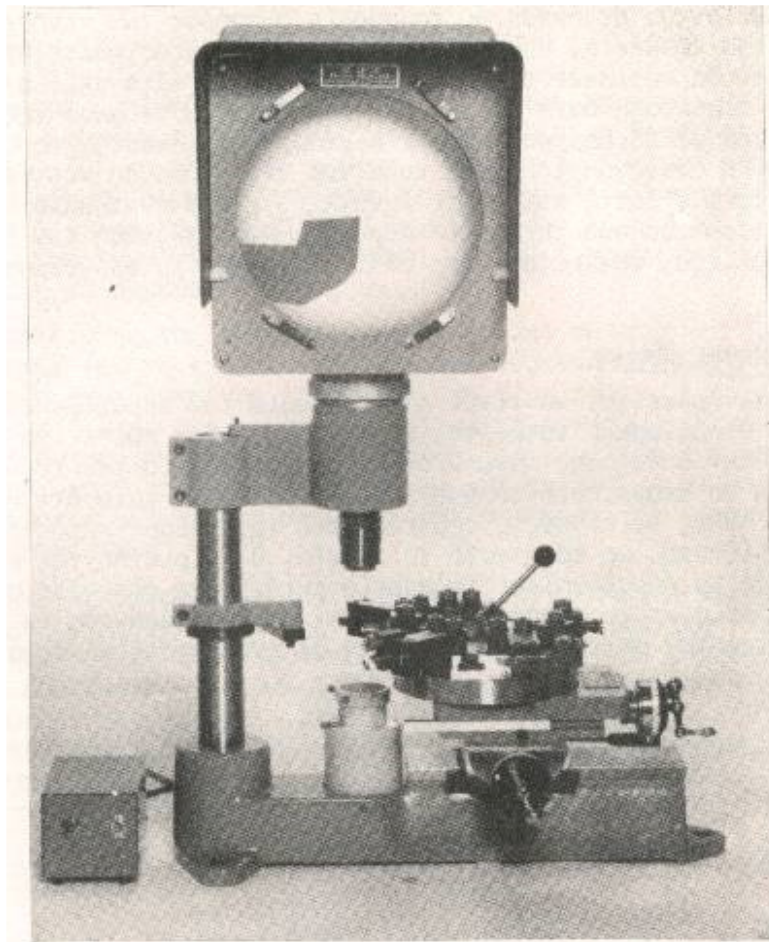
### (β) Προετοιμασία των εργαλείων

Η προετοιμασία εργαλείων γίνεται για να κανονισθεί η απόσταση της κοπτικής αιχμής του εργαλείου από μια επιφάνεια αναφοράς, σύμφωνα με τις διαστάσεις που κανονίζονται από το πρόγραμμα του τεμαχιδίου. Όταν απαιτούνται πιο καλές ανοχές, τότε η διαδικασία της προετοιμασίας πρέπει να είναι πιο ακριβής. Για το σκοπό αυτό, διατίθενται αρκετές ειδικευμένες συσκευές. Η βασική αρχή όλων αυτών των συσκευών, είναι η τοποθέτηση των

εργαλείων μεταξύ ορισμένων επιφανειών αναφοράς και η μέτρηση των διαστάσεων με κατάλληλη συσκευή ακρίβειας. Κατόπιν, το άκρο του κοπτικού εργαλείου κανονίζεται να βρίσκεται στην προκαθορισμένη απόσταση, από τις επιφάνειες αναφοράς (σχ. 6.5). Οι πιο πολύπλοκες συσκευές προετοιμασίας των εργαλείων χρησιμοποιούν οπτικό σύστημα προβολής (σχ. 6.6).



**Σχήμα 6.5** Προετοιμασία εργαλείων τόννευσης.



**Σχήμα 6.6** Προετοιμασία εργαλείων σε ρεβόλβερ εργαλειοφορείο, χρησιμοποιώντας συσκευή οπτικής προβολής, οπτικής προβολής.

### 6.3 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Η βασική αρχή στη λειτουργία των εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου είναι η κίνηση των ολισθητήρων της εργαλειομηχανής κατά ένα προκαθορισμένο μέγεθος από ένα προσδιορισμένο σημείο αναφοράς. Εντούτοις, πολλές κατεργασίες κοπής απαιτούν την χρησιμοποίηση περισσότερων του ενός κοπτικών εργαλείων, που έχουν μεταβλητό μήκος ή διάμετρο. Αυτό σημαίνει ότι εάν οι κοπτικές αιχμές του ενός εργαλείου ρυθμίζονται σε σχέση με το σημείο αναφοράς των κινήσεων, τα άλλα κοπτικά εργαλεία, που έχουν διαφορετικές διαστάσεις από το αρχικό, δε θα αρχίσουν την κίνηση τους από το ίδιο σημείο αναφοράς. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται κάποια αντιστάθμιση της μετακίνησης, για να εξισορροπηθούν οι διαφορετικές διαστάσεις των εργαλείων. Η αντιστάθμιση αυτή καλείται αντιστάθμιση κοπτικών εργαλείων και είναι δυνατή μόνο στα συστήματα CNC. Μετά τον προσδιορισμό της αντιστάθμισης, η μετακίνηση των ολισθητήρων ρυθμίζεται αυτόματα, όπως απαιτείται από το πρόγραμμα του τεμαχιδίου.

#### (α) Αντιστάθμιση μήκους

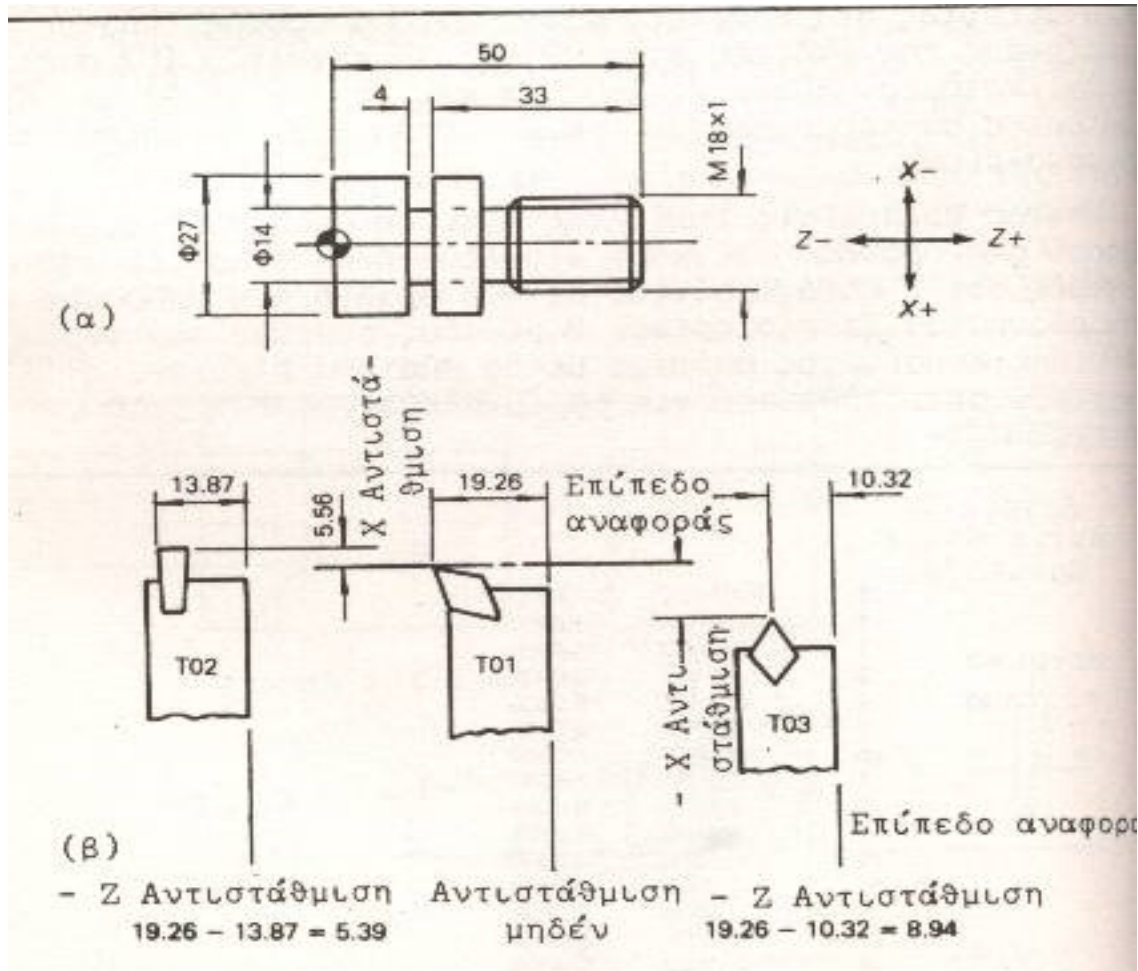
Η αντιστάθμιση του μήκους των εργαλείων μπορεί να εφαρμοστεί στην τόννευση, αλλά τότε χρειάζεται αντιστάθμιση δύο διαστάσεων, μια κατά του άξονα X και μια άλλη κατά του άξονα Z. Οι διαστάσεις αυτές φαίνονται στο σχ. 6.7, ενώ στο σχ. 6.8 φαίνεται η καταχώρηση των τιμών αντιστάθμισης στο αντίστοιχο αρχείο.

#### (β) Αντιστάθμιση ακτίνας

Η αντιστάθμιση αυτή αναφέρεται στην μεταβολή της διαμέτρου του κοπτικού εργαλείου, ή στην περίπτωση των εργαλείων τόννευσης, της ακτίνας στρογγύλευσης του άκρου του κοπτικού εργαλείου.

Χωρίς τη δυνατότητα αντιστάθμισης της ακτίνας του κοπτικού εργαλείου, ο προγραμματιστής έπρεπε να προσδιορίσει το ακριβές μέγεθος του εργαλείου και να προγραμματίσει την κίνηση της εργαλειομηχανής, αντίστοιχα. Με την αντιστάθμιση των διαστάσεων οι πραγματικές διαστάσεις αγνοούνται και προγραμματίζεται η κίνηση του εργαλείου βάσει της μορφής που έχει το τεμάχιο. Το ακριβές μέγεθος του εργαλείου καταχωρείται στο αρχείο των εργαλείων και όταν το εργαλείο αυτό καλείται για λειτουργία τότε το πρόγραμμα ρυθμίζει την κίνηση του, σύμφωνα με το πραγματικό του μέγεθος.

Συνεπώς η αντιστάθμιση των κοπτικών εργαλείων επηρεάζει την εργαλειομηχανή κατά την ώρα της κατεργασίας και όχι το βασικό πρόγραμμα του τεμαχιδίου, που γράφει ο προγραμματιστής.

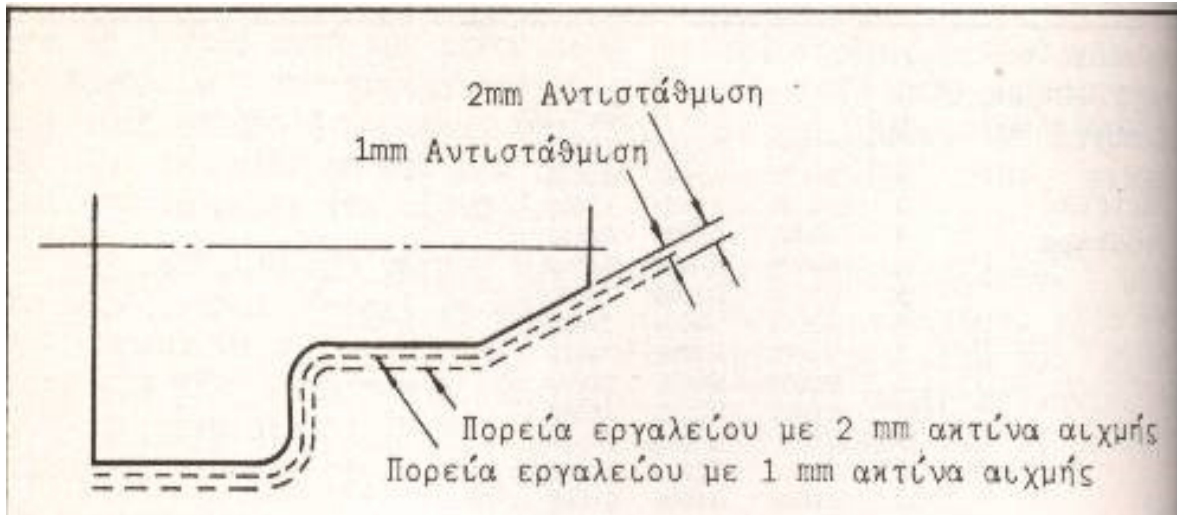


**Σχήμα 6.7** (α) Σχέδιο κομματιού. (β) Αντιστάθμιση μήκους εργαλείων τόνρευσης.

Αρχείο Αντιστάθμισης Εργαλείων				
	T	X	Z	Ακτίνα
	1	0.0000	0.0000	2.0000
	2	5.5600	-5.3900	0.0000
Μετρικό σύστημα	3	-9.8100	-8.9400	1.5000
	4	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000

**Σχήμα 6.8** Αρχείο τιμών αντιστάθμισης εργαλείων τόνρευσης.





**Σχήμα 6.7** Αντιστάθμιση ακτίνας άκρου κοπτικού εργαλείου για τόννευση.

### (γ) Αναγνώριση εργαλείων

Σύμφωνα με το σχήμα 6.8 φαίνεται ότι, οι τιμές των αντισταθμίσεων αριθμούνται. Τα κοπτικά εργαλεία επίσης αριθμούνται. Τα δύο αυτά μεγέθη πρέπει να σχετίζονται μεταξύ τους, όταν γράφεται το πρόγραμμα του τεμαχιδίου. Η συνήθης περίπτωση είναι, οι διαθέσιμες τιμές αντιστάθμισης να είναι περισσότερες από τον αριθμό των εργαλείων. Τα εργαλεία αριθμούνται με τους κωδικούς T01, T02 κλπ. Και οι αντισταθμίσεις ως 01, 02 ... κλπ', συνεπώς είναι σύνηθες, η τιμή αντιστάθμισης του εργαλείου T01 να βρίσκεται στο καταχωρητή 01 και η αντίστοιχη κωδικοποίηση στο πρόγραμμα είναι T0101. Επειδή οι καταχωρητές αντιστάθμισης είναι περισσότεροι από τα κοπτικά εργαλεία, το πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιήσει το ίδιο εργαλείο σε ένα άλλο τμήμα με διαφορετικό καταχωρητή αντιστάθμισης. Όλες αυτές οι οδηγίες περιγράφονται αναλυτικά στο χειρόγραφο του προγράμματος, που δίνει ο προγραμματιστής στον χειριστή της εργαλειομηχανής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟ

Ταχύτητα κοπής είναι η περιφερειακή ταχύτητα του κομματιού που τورνεύεται. Υπολογίζεται με βάση τη διάμετρο  $d$  που έχει το κομμάτι πριν από την τórνευση και συνήθως εκφράζεται σε μέτρα ανά λεπτό, π.χ. λέμε ότι η ταχύτητα κοπής είναι 20 m/min. Αυτό σημαίνει ότι από την περιφέρεια του κομματιού βγαίνει γρέζι με μήκος 20 μέτρα ανά λεπτό. Η ταχύτητα κοπής εξαρτάται από :

- Αν η περιστροφική κίνηση του κομματιού είναι αργή ή γρήγορη.
- Αν το υλικό είναι μαλακό ή σκληρό.
- Αν το κοπτικό εργαλείο είναι από σκληρομέταλλα ή ταχυχάλυβα.
- Αν είναι μεγάλη ή μικρή η διάμετρος του κομματιού.

Η ταχύτητα κοπής δίνεται από τον τύπο:

$$V_k = \pi \cdot d \cdot n \quad \text{m/min}$$

όπου:

$$\pi = 3,14$$

$d$  = διάμετρος κομματιού σε m

$n$  = αριθμός στροφών ανά λεπτό

Αν το  $d$  δίνεται σε mm (συνήθως) τότε έχουμε:

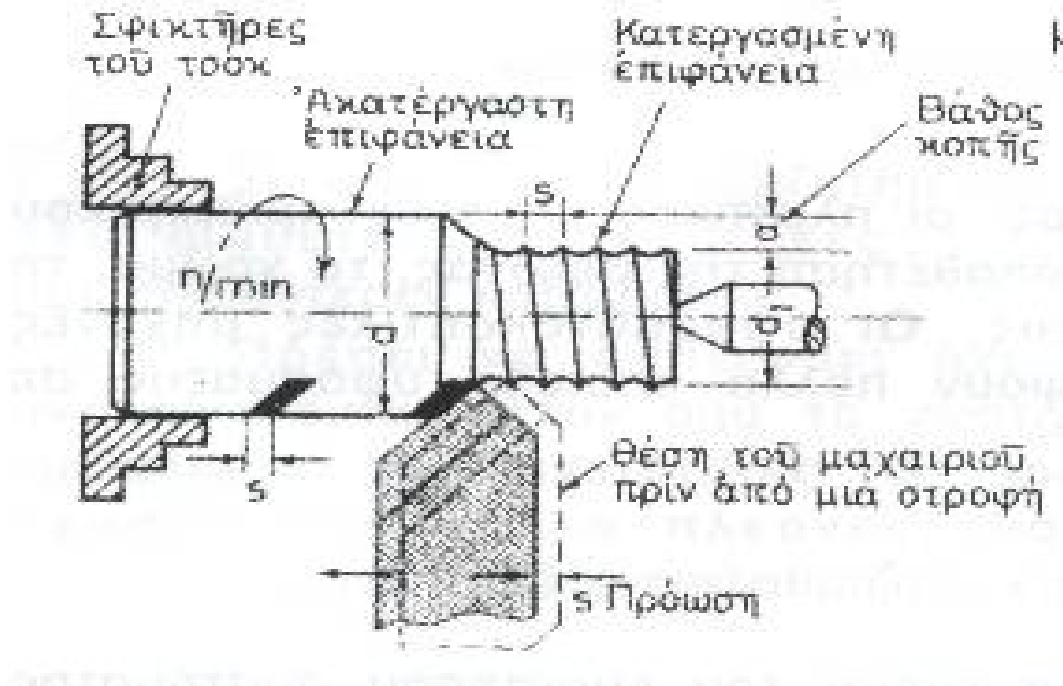
$$V_k = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad \text{m/min}$$

### 7.2 ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ

Το βάθος κοπής είναι η υπομετρική διαφορά της ακατέργαστης από την κατεργασμένη επιφάνεια, συμβολίζεται με  $a$  και δίνεται σε mm (σχ. 7.1).

Δίνεται από τον τύπο:

$$a = \frac{d - d'}{2}$$

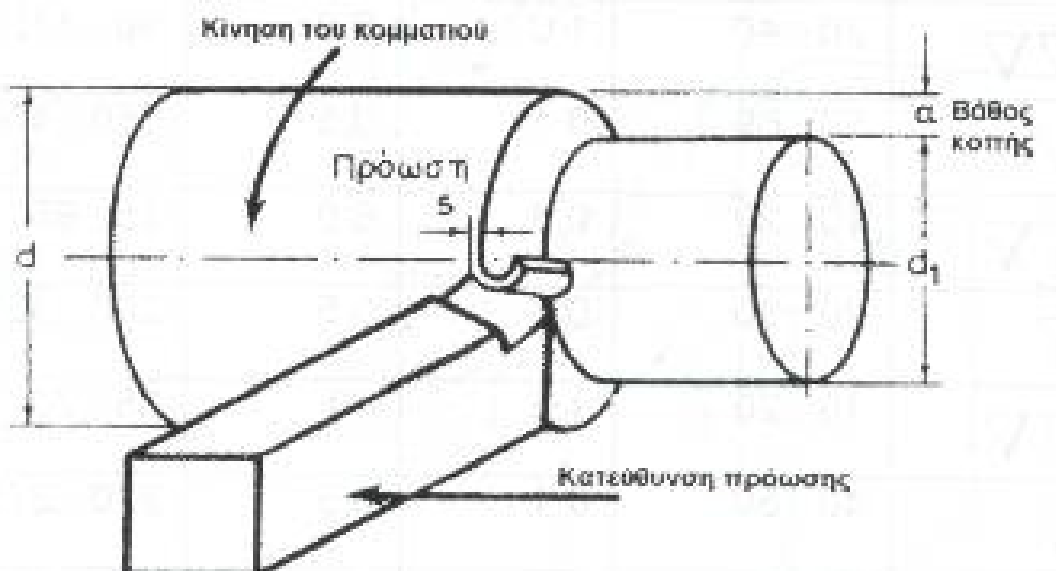


**Σχήμα 7.1** Βάθος κοπής

### 7.3 ΠΡΩΣΗ

Η πρόωση στον τόρνο είναι η μετατόπιση του εργαλείου κατά την κατεύθυνση του νοητού άξονα ανά στροφή του κομματιού, συμβολίζεται με το  $s$  και δίνεται σε mm ανά στροφή (σχ.7.2).

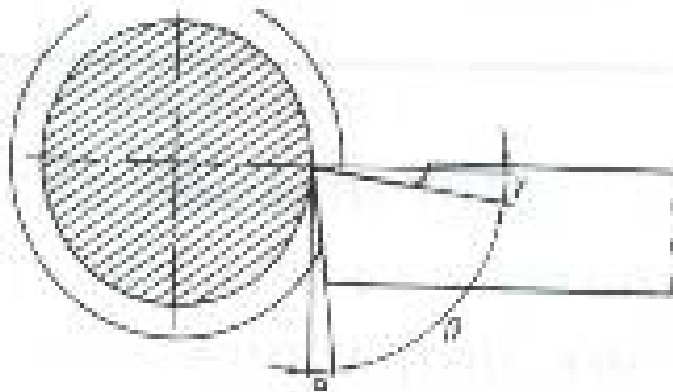
Η πρόωση στο ξεχόνδρισμα πρέπει να έχει μεγάλες τιμές, ενώ στην τελική κατεργασία μικρές.



**Σχήμα 7.2** Βάθος κοπής και πρόωση στην τórνευση

## 7.4 ΤΙΜΕΣ ΓΩΝΙΩΝ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

- Γωνία ελευθερίας
- Γωνία σφήνας
- Γωνία αποβλήτου



**Σχήμα 7.3** Τιμές γωνιών

Υλικό κομματιού	ταχυχάλυβες			Σκληρομέταλλα		
	α	β	γ	α	β	γ
Μαλακός χάλυβας	8°	64°	18°	5°	75°	10°
Κράμα Χάλυβα	8°	74°	8°	5°	75°	10°
Χυτοσίδηρος	8°	82°	0°	5°	85°	0°
Χαλκός - Ορείχαλκος	6°	82°	2°	5°	75°	10°
Ελαφρά μέταλλα	10°	40°	40°	10°	60°	20°
Πλαστικά	12°	66°	12°	12°	66°	12°

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6**

## 7.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΩΝΙΩΝ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Από τους παρακάτω πίνακες μπορούμε να κάνουμε επιλογή της ταχύτητας κοπής, ανάλογα με το υλικό του κομματιού και το υλικό του κοπτικού εργαλείου. Στον πίνακα 7 επιλογή ταχύτητας κοπής με ταχυχάλυβες και σκληρομέταλλα. Στον πίνακα 8 επιλογή ταχύτητας κοπής με κεραμικά εργαλεία.

Υλικό κομματιού		Ταχυχάλυβες			Σκληρομέταλλα		
		V <sub>k</sub>	S	α	V <sub>k</sub>	S	α
Μαλακός	▽▽	20...40	1,0	8,0	90...110	1,5	10,0
Χάλυβας	▽	50...60	0,1	0,5	350...400	0,1	1,0
Κράματα χαλύβων	▽▽	10...20	0,8	6,0	85...95	1	8,0
	▽	20...30	0,1	0,5	280...325	0,1	1,0
Χυτοσίδηρος	▽▽	10...20	1,5	10	35...70	1,5	10,0
	▽	40...50	0,1	0,5	220...275	0,1	1,0
Χαλκός	▽▽	50...70	0,5	6	150...220	0,5	6,0
ορείχαλκος	▽	100...120	0,2	2	200...300	0,2	2,0
Μαλακά	▽▽	80...100	0,5	6	400...800	0,5	6,0
Μέταλλα	▽	100...120	0,1	1	250...1000	0,1	1,0
Πλαστικά	▽▽	100...200	0,3	3	200...300	0,3	3,0
	▽	150...300	0,1	1	400...600	0,1	1,0

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7**

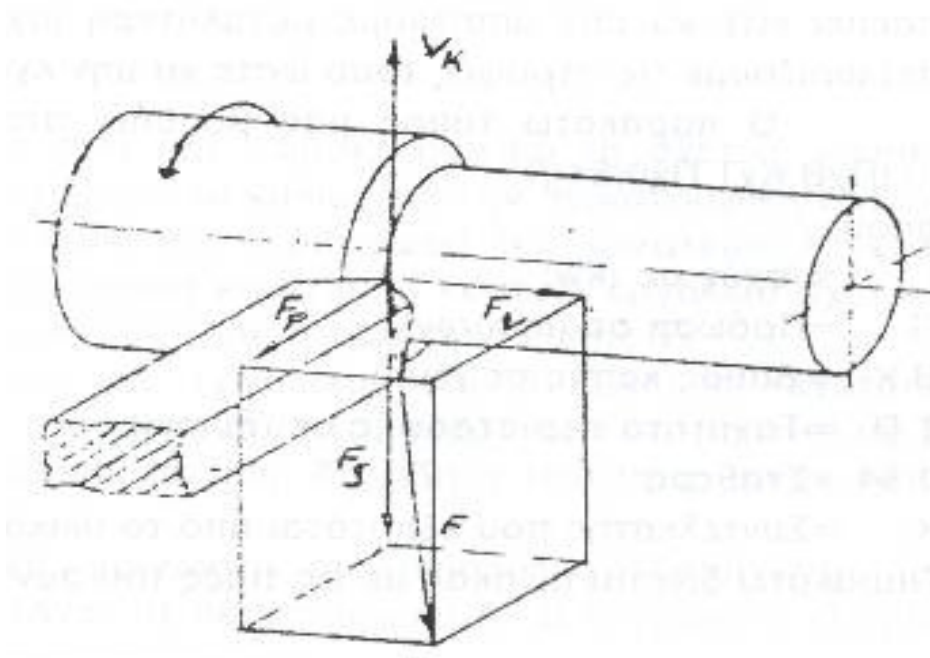
## Κεραμικά

Υλικό Κομματιού	HRC HB	α MM	S MM	V <sub>k</sub>	V <sub>k</sub>	α	α	α
				▽▽	▽	α	γ	β
Χάλυβες με >0.3% C	600-1000	0,2-5	0,15-0,4	300	200	+5°	0-6°	-4°
Επιβελτιωμένοι	1000-1400	0,2-4	0,15-0,4	230	160	5°	0-6°	-4°
Εναζωτούμενοι	1400-1800	0,2-3	0,15-0,2	160	110	5°	0-6°	-4°
Εργαλειοχάλυβες	50-55HRC	0,2-2	0,1-0,2	30-80	110	5°	0-6°	-4°
Χυτοχάλυβες	>55 HRC	0,2-1	0,1-0,2	15-30	110	5°	0-6°	-4°
GG-GGG	150 HB	0,2-1	0,15-0,6	250	180	5°	0-6°	-4°
Χυτοσίδηροι	250-350 HB	0,2-12	0,15-0,5	160	160	5°	0-6°	-4°
Σκληροί χυτοχάλυβες	350-450 HB	0,2-5	0,15-0,4	150	20-80	5°	-6°	-4°
Σκληροί χυτοχάλυβες	≥450 HB	0,2-4	0,15-0,3	60	10-40	5°	-10°	-4°

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8**

## 7.6 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ

F: Δύναμη κοπής  
 F<sub>p</sub>: Δύναμη απώθησης του εργαλείου  
 F<sub>s</sub>: Κύρια δύναμη  
 F<sub>v</sub>: Δύναμη πρόωσης  
 V<sub>k</sub>: Ταχύτητα κοπής



**Σχήμα 7.4** Δυνάμεις κοπής

Η δύναμη κοπής επάνω στο κοπτικό εργαλείο είναι το αποτέλεσμα των τριών δυνάμεων και υπολογίζεται από τη σχέση :

$$F_s = s \cdot a \cdot K_s \quad \text{σε N}$$

S= πρόωση σε mm/στροφή  
 a= βάθος κοπής σε mm  
 K<sub>s</sub>= ειδική αντίσταση κοπής σε N/mm

Η ειδική αντίσταση κοπής K<sub>s</sub> εξαρτάτε από το υλικό το οποίο κατεργαζόμαστε, αλλά και από την πρόωση με την οποία το κατεργαζόμαστε. Το γινόμενο s·a είναι η διατομή του αποβλήτου και το παίρνουμε από τον πίνακα 9.

S α βάθος κοπής σε mm									
mm/σ τρ	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,16				0,8	0,9	1,12	1,28	1,44	1,6
0,20			0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,25		0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5
0,32	0,64	0,96	1,28	1,6	1,92	2,24	2,56	2,88	3,2
0,40	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0,63	1,2	1,89	2,5	3,15	3,78	4,4	5,0	5,65	6,3
0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10
1,25	2,5	3,75	5,0	6,25	7,5	8,75	10	11,2	12,5
1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,5	16

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9****7.7 ΙΣΧΥΣ ΚΟΠΗΣ**

Όταν έχουμε μεγάλα ξεχονδρίσματα και λαμβάνοντας υπ' όψη μας την ισχύ μηχανής, το ότι η ροπή της βρίσκεται σε συνάρτηση με τις στροφές της, πρέπει είτε να μην απαιτούμε μεγαλύτερη ισχύ από την μέγιστη είτε να μην περιορίζουμε τις στροφές τόσο ώστε να μην έχουμε ροπή.

Ο παρακάτω τύπος μας βοηθάει στον υπολογισμό αυτόν και είναι :

$$I=(\Pi*B.K*T.\Pi*0,54)/K$$

Όπου:

I= Ισχύς σε (Kw)

Π= Πρόωση σε (mm/rev)

B.K= Βάθος κοπής σε (mm)

T.Π= Ταχύτητα περιστροφής σε (m/min)

0,54= σταθερά

K= συντελεστής που εξαρτάται από το υλικό

Παρακάτω δίνεται πίνακας 10 με τις τιμές του συντελεστή για τα διάφορα υλικά.

Υλικό	ΤΙΜΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ
EN 1,3	14,7
EN 4,5,6,8,42	13,1
EN 24	8,2
Ωστενιτικός ανοξείδωτος χάλυβας	6.5
Μη ωστενιτικός ανοξείδωτος χάλυβας	13.1
Χυτοσίδηρος	32.8
Χυτοχάλυβας	24.6
Αλουμίνιο	49.1

**ΠΙΝΑΚΑΣ 10**

Στο παρακάτω παράδειγμα δίνονται:  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ= 200 m/min  
 Πρόωση= 0,25 mm/rev  
 Βάθος κοπής= 2,5 mm  
 K= 13,1 (EN 8)

$$\text{Ισχύς} = [0,25 * 2,5 * 200 * 0,542] / 13,1 = 5,153 \text{ KW}$$

Αφού υπολογίστηκε η ισχύς πρέπει να ληφθεί υπ' όψη και η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου ( RPM). Η ταχύτητα εξαρτάται από τη διάμετρο και υπολογίζεται ως εξής :

$$\text{Ταχύτητα} = [1000 * \text{ταχύτητα (m/min)}] / [\pi * \text{διάμετρος (mm)}]$$

Για διάμετρο 110 mm η περιστροφική ταχύτητα θα ήταν,

$$\text{Ταχύτητα} = 578 \text{ RPM.}$$

Αν συμβουλευτούμε την καμπύλη ισχύος της μηχανής θα δούμε ότι η διαθέσιμη ισχύς είναι 4,5 KW. Άρα θα πρέπει να πέσουμε στην μεσαίου γρاناζώματος ισχύ για να έχουμε τα 5.153 KW που χρειαζόμαστε.

## 7.8 ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ

Ο αριθμός στροφών υπολογίζεται από την ταχύτητα κοπής και τη διάμετρο εργασίας

$$n = \frac{V_k}{\pi * d}$$

n= ο αριθμός στροφών ανά λεπτό

V<sub>k</sub>= ταχύτητα κοπής

D= διάμετρος



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### 8.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΟ ΧΕΡΙ

Με αυτή τη μέθοδο προγραμματισμού ο υπολογιστής χρησιμοποιείται μόνο για να κάνουμε τις αριθμητικές πράξεις και όλη τη διαδικασία της κατεργασίας την αναλαμβάνει ο προγραμματιστής .

Ο προγραμματιστής έχει την ευθύνη του υπολογισμού όλων των συντεταγμένων των σημείων, τα οποία πρέπει να ακολουθήσει το κοπτικό εργαλείο κατά την κατεργασία, με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφευχθούν συγκρούσεις με το αντικείμενο προς κατεργασία αλλά και με σταθερά τμήματα της εργαλειομηχανής.

Η διαδικασία εισαγωγής των πληροφοριών γίνεται με τη βοήθεια του πληκτρολογίου.

Οι κωδικοί που χρησιμοποιούνται έχουν τυπωθεί ως προς DIN(66025), δεν χρησιμοποιούνται όμως πιστά από τους κατασκευαστές εργαλειομηχανών γιατί ο κάθε κατασκευαστής προσαρμόζει κάποιους κωδικούς στις δικές του ανάγκες.

Η διαδικασία του προγραμματισμού γίνεται σε κατάλληλα φυλλάδια και μ' ένα συγκεκριμένο τρόπο. Π.χ. N001, G00, X50 ,Y50, F500, S1200, T03, M08.

### 8.2 ΣΥΝΔΙΑΛΕΓΟΜΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Συνδιαλεγόμενος προγραμματισμός είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή, και ως τέτοιο έχει την κλασσική δομή του. Γνωρίζει κάποια δεδομένα και τον τρόπο να τα επεξεργαστεί.

Τα δεδομένα είναι:

- Τιμές προώσεων και στροφών για κάθε τύπο κατεργασίας, υλικό κοπτικού και υλικό προς κατεργασία αντικείμενου.
- Γεωμετρικά στοιχεία για 100 εργαλεία (διάμετρο, μήκος, αριθμός δοντιών κ.λ.π.).
- Κατάλογο προκαθορισμένης σειράς αυτόματης πολλαπλής κλίσης εργαλείων κατά τη διάτρηση.
- Θέσεις (ακριβείς ) των τεμαχίων που δένονται για πολυκατεργασία.
- Θέση (1 έως 6) βασικών τεμαχίων στο χώρο ελέγχου της μηχανής.
- Αρχεία με μηνύματα σφαλμάτων τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη κάθε φορά που ο χρήστης πέφτει σε σφάλμα προγραμματισμού ή χειρισμού.
- Αρχείο με παραμέτρους, η αλλαγή των οποίων (όταν ο χρήστης γνωρίζει επακριβώς), μεταβάλλει την εκτέλεση λειτουργιών της μηχανής.

Αυτό που λέμε «τρόπος να τα χειριστεί» είναι τα προγράμματα που διαβάζουν τα δεδομένα που προαναφέρθηκαν και υλοποιούν πλέον τις οδηγίες του χρήστη, γλιτώνοντας τον από πολλή εργασία, ενώ παράλληλα έχουν τη δυνατότητα να αναπαραστήσουν γραφικά στην οθόνη την τροχιά του εργαλείου ή το στέρεο ακόμη που προκύπτει από την κατεργασία, καθώς και τομές του.

Η λειτουργία των προγραμμάτων δεν αποδίδεται με την φράση «υλοποιούν τις οδηγίες του χρήστη», διότι συμπεριλαμβάνει αρκετές ουσιαστικές υπολειτουργίες. Αυτές είναι η αυτόματη ενημέρωση της μηχανής για την ταυτότητα του εργαλείου με την αναφορά του κωδικού του (γεωμετρικά στοιχεία) και η αυτόματη προσαρμογή της τροχιάς του στα στοιχεία αυτά (καθώς και ο έλεγχος εκτελεσιμότητας).

Επιλέγουμε αυτόματα τις συνθήκες κοπής (στροφές, πρόωση), με δεδομένα το υλικό του κοπτικού τεμαχίου τη διάμετρο του κοπτικού και το πέρασμα, (ενημέρωση), όλων των ενδιαφερομένων προγραμμάτων εκτέλεσης, με αντίστοιχες τιμές.

Επιλέγουμε την αυτόματη τοποθέτηση του εργαλείου σε συγκεκριμένες (προεπιλεγμένες) θέσεις από τον χρήστη. Η επιλογή τροχιάς γίνεται ανάλογα με την μορφή της επιθυμητής κατασκευής έτσι ώστε να κινεί το κοπτικό και να μην αφήνει σημάδι έναρξης ή λήξης κατεργασίας (εφαπτομενική προσέγγιση, αποχώρηση). Οι επιπλέον κινήσεις γίνονται προς την ελεύθερη πλευρά πάνω και γύρω ή μέσα στο κομμάτι.

Δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να περιγράφει γραφικά τυχαία γεωμετρία, την οποία μπορεί να δει, να διορθώσει, να κόψει. Μπορεί να περιγράψει κοιλότητες τις οποίες θέλει να δημιουργήσει, αλλά και κομμάτια (νησίδες) μέσα σ' αυτές που μένουν ανέπαφα. Υφίσταται δε πλήρως και συνεχής έλεγχος της θέσης του κοπτικού εργαλείου, καθώς και η απομένουσα διαδρομή που είναι να εκτελασθεί, πράγμα που επιτρέπει στον χρήστη να προλάβει δυσάρεστες συγκρούσεις, αλλά και να κάνει έλεγχο γεωμετρίας.

### **8.3 ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού ή σύστημα επεξεργασίας των δεδομένων εμφανίστηκε στην Αμερική περίπου το 1955-1958 και ονομάστηκε APT (Automatically programmed Tools- Αυτόματα προγραμματιζόμενα εργαλεία).

Το σύστημα αυτό ήταν η βάση για την ανάπτυξη και άλλων παρόμοιων συστημάτων ή γλωσσών προγραμματισμού, όλα όμως τα συστήματα έχουν την ίδια δομή ( Δεδομένα θέσης κοπτικού).

Για την εκτέλεση μιας κατεργασίας οι πληροφορίες που πρέπει να δώσουμε αποτελούνται από δεδομένα που περιέχουν στοιχεία, δηλαδή διαστάσεις, γεωμετρία αντικειμένων, ποιότητα επιφάνειας, τα οποία προέρχονται από το σχέδιο του αντικειμένου. Μ' αυτά τα δεδομένα μπορούμε να καθορίσουμε την πορεία του κοπτικού, την ταχύτητα πρόωσης, τη γεωμετρία καθώς και το υλικό του κοπτικού εργαλείου και τα υγρά κοπής. Παράλληλα πρέπει να λάβουμε υπόψη τις δυνατότητες της κάθε εργαλειομηχανής, όπως δυνατότητα μετακίνησης πάνω σε πόσους και ποιους άξονες, αλλά και δυνατότητες του συστήματος ελέγχου (ανοικτού ή κλειστού βρόγχου).

Την επεξεργασία των δεδομένων την επιτυγχάνουμε με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος περιλαμβάνει επεξεργασία κυρίως από τον άνθρωπο και παράλληλα βοηθάει από μικρουπολογιστές, ο δεύτερος τρόπος περιλαμβάνει επεξεργασία κύρια με τους υπολογιστές.

Ο πρώτος τρόπος εφαρμόζεται σε φτηνά συστήματα και όταν η γεωμετρία και η κατεργασία του αντικειμένου είναι απλή, λόγω του μικρού όγκου και των απλών πληροφοριών.

Στην περίπτωση αυτή ο προγραμματιστής μετατρέπει τα δεδομένα του σχεδίου και των τεχνολογικών απαιτήσεων σε κατάλληλους κωδικούς, ενώ οι αριθμητικές πράξεις γίνονται με τη βοήθεια μικρουπολογιστών.

Ο δεύτερος τρόπος χρησιμοποιεί υπολογιστές τόσο για τη σχεδίαση όσο και για την αυτόματη προετοιμασία του προγράμματος αλλά και την τροφοδότηση στο σύστημα ελέγχου.

Σ' αυτόν τον τρόπο ο προγραμματιστής χρησιμοποιεί σύμβολα της ανθρώπινης γλώσσας για την επικοινωνία με τον υπολογιστή, ο οποίος στη

συνέχεια τα μετατρέπει σε ψηφιακά και εκτελεί όλους τους αριθμητικούς υπολογισμούς σε σημαντικά μικρότερο χρόνο.

Οι περισσότερες εντολές στη γλώσσα APT χωρίζονται σε πρωτεύουσες (βασικές) και δευτερεύουσες. Με τις πρωτεύουσες καθορίζουμε την κύρια κίνηση του εργαλείου και με τις δευτερεύουσες θέτουμε τους περιορισμούς.

Η γεωμετρία ενός αντικειμένου καθορίζεται από σημεία – κύκλους – ευθείες. Έτσι έχουμε εντολές με τις οποίες μπορούμε να ορίσουμε ένα σημείο μιας ευθείας, ένα επίπεδο, ένα κύκλο, ένα κώνο, ένα κύλινδρο. Επίσης έχουμε εντολές με τις οποίες επιτυγχάνουμε μετακίνηση από ένα σημείο σε ένα άλλο σημείο, εντολές οι οποίες έχουν σχέση με τη λειτουργία της ατράκτου εντολές με τις οποίες καθορίζουμε την επιθυμητή ακρίβεια κατεργασίας. Η αλματώδης ανάπτυξη της βιομηχανίας οδήγησε τους κατεσκευαστές στην ανάπτυξη και άλλων γλωσσών προγραμματισμών, έτσι αναπτύχθηκε μια παραλλαγή της APT, η ADAPT (Adaption of APT), η οποία χρησιμοποιείται σε μικρομεσαία συστήματα.

Στην Ευρώπη και ιδιαίτερα στη Γερμανία αναπτύχθηκε η γλώσσα EXAPT (extended subset of APT). Είναι συμβατή με την APT, έχει όμως πάρα πολύ μεγάλη υπολογιστική δύναμη. Η γλώσσα αυτή εμφανίστηκε με τρεις μορφές, την EXAPT I για σημειακή κατεργασία, την EXAPT II για τόννευση και την EXAPT III για τρισδιάστατες κατεργασίες.

Σήμερα υπάρχουν πάνω από 200 γλώσσες προγραμματισμού και αυτό γιατί ο κάθε κατεσκευαστής δημιουργεί δική του γλώσσα προγραμματισμού.

Μερικές γλώσσες προγραμματισμού είναι η OSP, IGF –G, M, Autospot, Elan, Splot, FAPT, Mini Apt, TC- APT, Militurn, Programmat.

#### 8.4 ΔΟΜΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Όλα τα δεδομένα για την κατασκευή εισέρχονται στο πρόγραμμα που γράφεται σε ειδικό φύλλο προγραμματισμού. Η δομή του προγράμματος είναι σταθερή και περιγράφεται στο παρακάτω πίνακα 11:

N	πληροφορίες πορείας				πρόσθετες πληροφορίες				Παρατηρήσεις
	G	X	Y	Z	F	S	T	M	
000	00	-2500	0	0	200	1200	T02	03	
001	01	0	-3000	0					
002	01	0	0	1500					

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11**

#### 8.5 ΕΝΤΟΛΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ- ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ

Το πρόγραμμα αποτελείται από γραμμές, κάθε γραμμή ονομάζεται BLOCK και περιέχει όλα τα απαραίτητα δεδομένα για να γίνει μια ενέργεια π.χ. στον πίνακα 11 το πρώτο BLOCK σημαίνει κίνηση κατά 2.500 στον άερα στη διεύθυνση –X.

Κάθε γραμμή αποτελείται από διάφορες λέξεις, κάθε λέξη αποτελείται από ένα γράμμα και ένα συνδυασμό αριθμών. Το γράμμα G και ο συνδυασμός των αριθμών είναι 00.

- N- -: Κωδικός αριθμός συγκεκριμένης ομάδας πληροφοριών. Οι εντολές και οι πληροφορίες αριθμούνται. Η τάξη της γραμμής καταχωρείται στη διεύθυνση N που βρίσκεται στην πρώτη στήλη του φύλλου προγραμματισμού. Σε κάθε συσκευή υπάρχει δυνατότητα για ορισμένο αριθμό γραμμών.
- G- -: Κωδικός εντολής προετοιμασίας. Στη διεύθυνση G υπάρχουν οι έτοιμες εντολές τις οποίες θα δούμε παρακάτω είναι τυποποιημένες κατά DIN 66025 δεν εφαρμόζονται όμως πιστά από όλους τους κατασκευαστές.
- X,Y,Z - -: Συντεταγμένες, σε αυτές τις στήλες μπαίνουν τα δεδομένα των αποστάσεων που διανύονται.
- F: Πρόωση είναι η ταχύτητα τροφοδότησης που υπάρχει στην αφαίρεση υλικού κατά την κοπή. Δίνεται σε mm/στροφή σε τόρνους.
- S- -: Αριθμός στροφών, ταχύτητα ατράκτου. Δίνεται σε I/MIN.
- T - -: Αριθμός εργαλείου, όταν στο ίδιο πρόγραμμα χρησιμοποιούνται πολλά εργαλεία με το Tα δηλώνουμε το επόμενο εργαλείο για χρησιμοποίηση.
- D- -: Περιέχει την ακτίνα του κοπτικού εργαλείου στις εντολές που αυτό είναι απαραίτητο.
- J,K - -: Είναι παράμετροι για τον προγραμματισμό στην κυκλική παρεμβολή δρόμου και πάντα με τις εντολές G02, G03.
- L - -: Έχει τον αριθμό γραμμής στην οποία κατευθύνεται μια διακλάδωση G27 ή μια υπορουτίνα G25.
- M- -: Χαρακτηριστικό γράμμα για να δηλώσουν μηχανικές λειτουργίες (ατράκτου, αντλία ψυκτικού).

## 8.6 ΚΩΔΙΚΟΙ – G ΓΙΑ ΤΟΡΝΟ

- G00: Γρήγορη κίνηση.
- G01: Ευθύγραμμη κίνηση με πρόωση.
- G02: Κυκλική (αντιρολογιακή) κίνηση με πρόωση.
- G03: Κυκλική (ωρολογιακή) κίνηση με πρόωση.
- G04: Χρονική παραμονή.
- G10: Πρόσδωση τιμών στα offset.
- G20: Προγραμματισμός σε inch.
- G21: Προγραμματισμός σε mm.
- G27: Επιστροφή στο σημείο αναφοράς και έλεγχος.
- G28: Επιστροφή στο μηδενικό σημείο αναφοράς.
- G33: Σπειροτόμηση (κύκλος 1 μη ολοκληρωμένος).
- G40: Ακύρωση αντιστάθμισης (offset) ακτίνας μύτης εργαλείου.
- G41: Αντιστάθμισης (offset) ακτίνας μύτης εργαλείου αριστερή.
- G42: Αντιστάθμισης (offset) ακτίνας μύτης εργαλείου δεξιά.
- G50: Καθορισμός της απόλυτης θέσης/ Προσδιορισμός των μέγιστων στροφών κινητήρα.
- G71: Τυποποιημένος κύκλος εκχόνδρισης.
- G72: Τυποποιημένος κύκλος εκχόνδρισης μετωπικής.
- G73: Τυποποιημένος κύκλος εκχόνδρισης προδιαμορφωμένης γεωμετρίας (χυτό προδιαμορφ. τεμάχιο).
- G74: Τυποποιημένος κύκλος διατήσεως με επαναλήψεις.
- G75: Αυλάκωση στον άξονα X.
- G76: Τυποποιημένος κύκλος σπειροτόμησης (κύκλος 3 ολοκληρωμένος).
- G77: Τυποποιημένος κύκλος εκχόνδρισης κυλινδρικής.
- G78: Τυποποιημένος κύκλος σπειροτόμησης (κύκλος 2 ημιολοκληρωμένος).

- G79: Τυποποιημένος κύκλος εκχόνδρισης μετωπικής.  
 G96: Προγραμματισμός σε σταθερή ταχύτητα επιφανειακής κοπής CSS.  
 G97: Προγραμματισμός με σταθερές στροφές RPM/CSS OFF.  
 G98: In/min ή mm/min πρόωση.  
 G99: In/rev ή mm/rev πρόωση.

### **8.7 ΚΩΔΙΚΟΙ M ΓΙΑ ΤΟΡΝΟ**

- M00 Σταμάτημα προγράμματος  
 M01 Επιλεγμένο σταμάτημα προγράμματος.  
 M02 Τέλος προγράμματος.  
 M03 Αντιωρολογιακή περιστροφή ατράκτου.  
 M04 Ωρολογιακή περιστροφή ατράκτου.  
 M05 Σταμάτημα ατράκτου.  
 M08 Έναρξη ροής ψυκτικού.  
 M09 Σταμάτημα ροής ψυκτικού.  
 M10 Ενεργοποίηση ροής μέσα από ράβδο εσωτερικής τórνευσης (boring).  
 M11 Ενεργοποίηση ροής μέσα από μανέλα εξωτερικής τórνευσης (turning).  
 M30 Τερματισμός προγράμματος και επανατοποθέτηση στην αρχή.  
 M40 Χαμηλές στροφές.  
 M41 Μεσαίες στροφές.  
 M42 Ψηλές στροφές.  
 M51 ON συνεχείς κύκλος κοπής (Bar feed).  
 M52 OFF Ακύρωση συνεχούς κύκλου κοπής.  
 M68 Προώθηση του εμβόλου της κουκουβάγιας.  
 M69 Οπισθοχώρηση του εμβόλου της κουκουβάγιας.  
 M74 Ενεργοποίηση, επίδραση στο Collet Chuck(Τσοκ).  
 M75 Απενεργοποίηση, επίδραση στο Collet Chuck(Τσοκ).  
 M78 Άνοιγμα του τσοκ.  
 M79 Κλείσιμο του τσοκ.  
 M98 Κλήση της υπορουτίνας (υποπρογράμματος).  
 M99 Τέλος υπορουτίνας (υποπρογράμματος).  
 M34 Συλλογή τεμαχίου (βραχίονας συλλογής πίσω).  
 M35 Συλλογή τεμαχίου (βραχίονας συλλογής στο τεμάχιο).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### 9.1 ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου ή ψηφιακής καθοδήγησης διέρχονται ήδη την 4<sup>η</sup> δεκαετία χρησιμοποίησης στην βιομηχανία και αποτελούν ένα σημαντικό στάδιο για την ενοποιημένη παραγωγή με υπολογιστή.

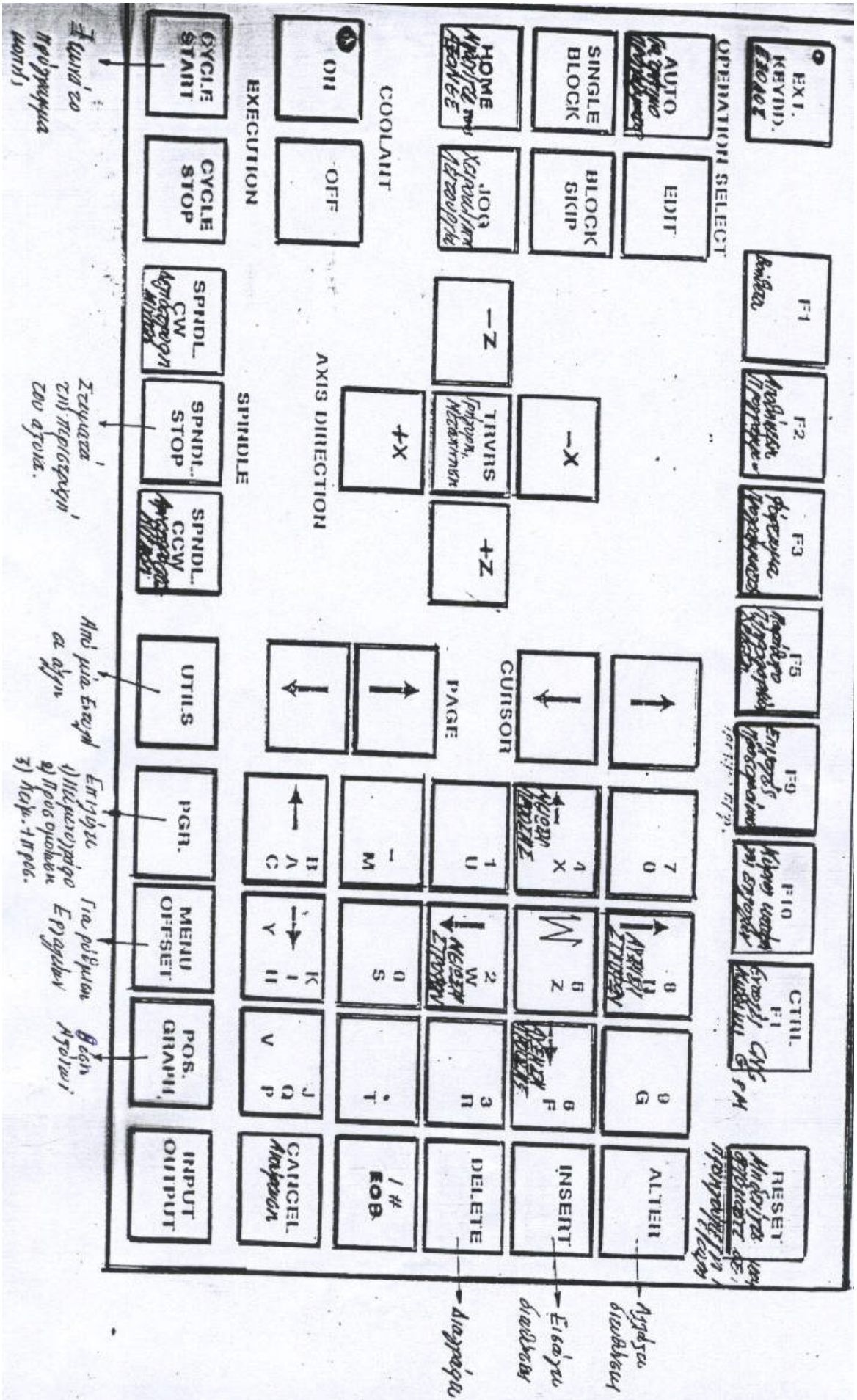
Η εξέλιξη όμως των τόνων αυτών δεν παραμένει εδώ. Σε χώρες τις Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως στη Γερμανία υπάρχουν οι τόννοι cad/cam όπου συνεχίζονται με τους F.M.S. , αυτοί είναι πλήρως αυτοποιημένοι. Στη χώρα μας η τεχνολογία αυτών των μηχανών βρίσκεται μέχρι και τους CNC.

Η επιτυχημένη χρησιμοποίηση βασίζεται στην ύπαρξη ειδικευμένου προσωπικού σε τομείς προγραμματισμού των εργαλειομηχανών , σχεδιασμού ιδιοσυσκευών, προγραμματισμού παραγωγής και τέλος να έχει γνώσεις μηχανολογίας.

Το πρόγραμμα κατασκευάζεται από την εκάστοτε εταιρεία με γλώσσα ISO και τοποθετείται μέσα στον H/Y με δισκέτα ή CD.

### 9.2 ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΟΡΝΟΥ

- Πληκτρολόγιο τόννου (Manual Data Input Panel [M.D.I])



➤ ΑΣΚΗΣΗ 1<sup>η</sup>

ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕ ΤΟΝ Η/Υ.

ΣΚΟΠΟΣ: Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία ασφαλούς σύνδεσης μέσω του κατάλληλου προγράμματος του Η/Υ με τον τórνο.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

**1<sup>ον</sup>** Ανοίγουμε τον υπολογιστή πατώντας το πλήκτρο <power>.

**2<sup>ον</sup>** Μετά την εμφάνιση του C> πληκτρολογούμε CD DENFORD και πατάμε το πλήκτρο enter για να πάμε στον υποκατάλογο του DENFORD.

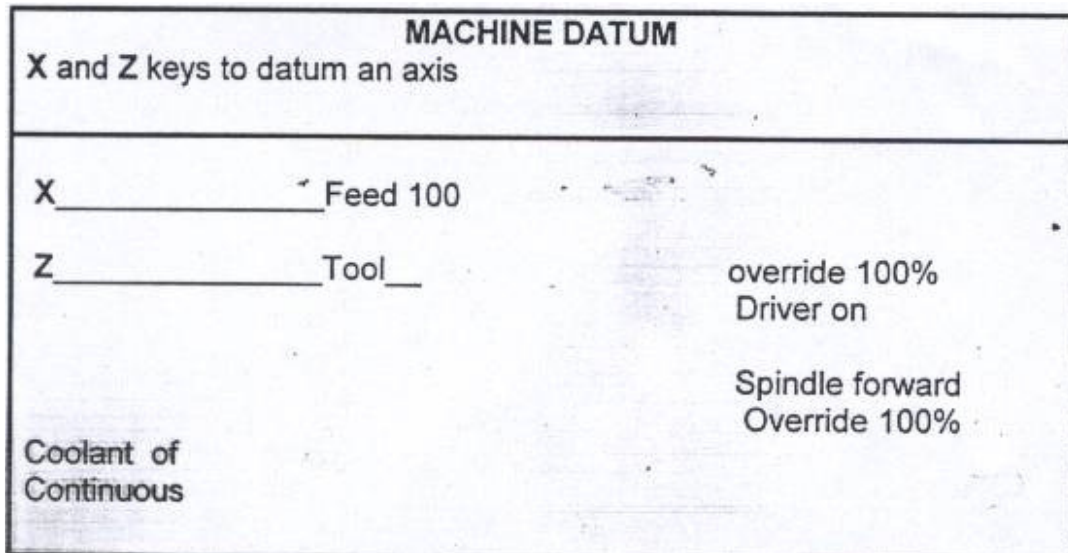
**3<sup>ον</sup>** Ξεκλειδώνουμε τον τórνο με το ειδικό κλειδί στην πρόσοψη του τórνου

**4<sup>ον</sup>** Γυρίζουμε τον γενικό διακόπτη δεξιόστροφα που είναι πάνω στο κιβώτιο παροχής ρεύματος του τórνου.

**5<sup>ον</sup>** Πληκτρολογούμε FANUCSLD και πατάμε το πλήκτρο enter. Τώρα φορτώνεται στον υπολογιστή το πρόγραμμα σύνδεσης και ελέγχου του τórνου, στην μνήμη του υπολογιστή. Μετά την σύνδεση το πληκτρολόγιο του υπολογιστή είναι ανενεργό. Τώρα εργαζόμαστε με το ειδικό πληκτρολόγιο του τórνου M.D.I.

**6<sup>ον</sup>** Εμφανίζεται τώρα στην οθόνη του υπολογιστή η γνωστή μάσκα της προσομοίωσης. Πατάμε το πλήκτρο F10 και στο μενού που εμφανίζεται επιλέγουμε MACHINE CONTROL και πατάμε enter.

**7<sup>ον</sup>** Στην οθόνη του υπολογιστή τώρα βλέπουμε τη βασική μάσκα του τórνου.



**8<sup>ον</sup>** Για να βγούμε έξω από το πρόγραμμα πατάμε το πλήκτρο EXIT KEYBOARD οπότε διακόπτεται η σύνδεση με τον τórνο και επανερχόμαστε στο λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή.



➤ ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>η</sup>

ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΞΟΝΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ (HOME).

ΣΚΟΠΟΣ: Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία μηδενισμού των αξόνων κίνησης του τόρνου (θέση στάθμευσης του εργαλειοφορείου).

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

**1<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα σύνδεσης του υπολογιστή με τον τόρνο (άσκηση 1).

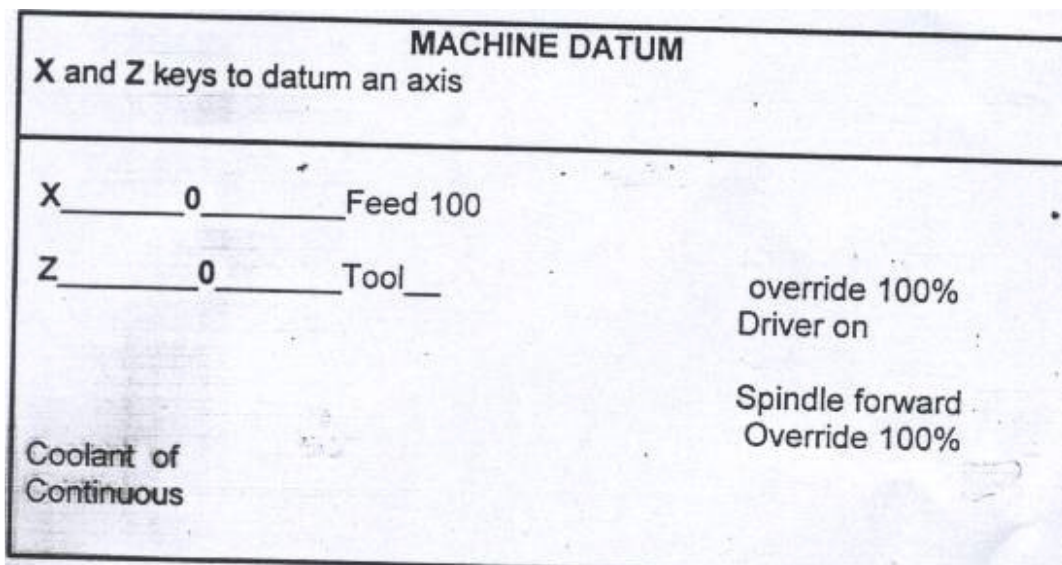
**2<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο HOME του ειδικού πληκτρολογίου του τόρνου M.D.I.

**3<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο +X του M.D.I. και το εργαλειοφορείο αρχίζει να κινείται. Περιμένουμε να σταματήσει. Στην οθόνη του υπολογιστή τώρα δίπλα στην ένδειξη του άξονα +X πρέπει να γράφει 0.

**4<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο +Z του M.D.I. και το εργαλειοφορείο αρχίζει να κινείται. Περιμένουμε να σταματήσει. Στην οθόνη του υπολογιστή τώρα δίπλα στην ένδειξη του άξονα +Z πρέπει να γράφει 0.

Ο τόρνος τώρα είναι έτοιμος να χρησιμοποιηθεί.

**5<sup>ον</sup>** Στην οθόνη του υπολογιστή τώρα βλέπουμε τη βασική μάσκα χειρισμού του τόρνου όπως έχει διαμορφωθεί.



➤ ΑΣΚΗΣΗ 3<sup>η</sup>

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ

ΣΚΟΠΟΣ: Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία εκκίνησης και περιστροφής του άξονα του τórνου καθώς και την ακινητοποίηση του.

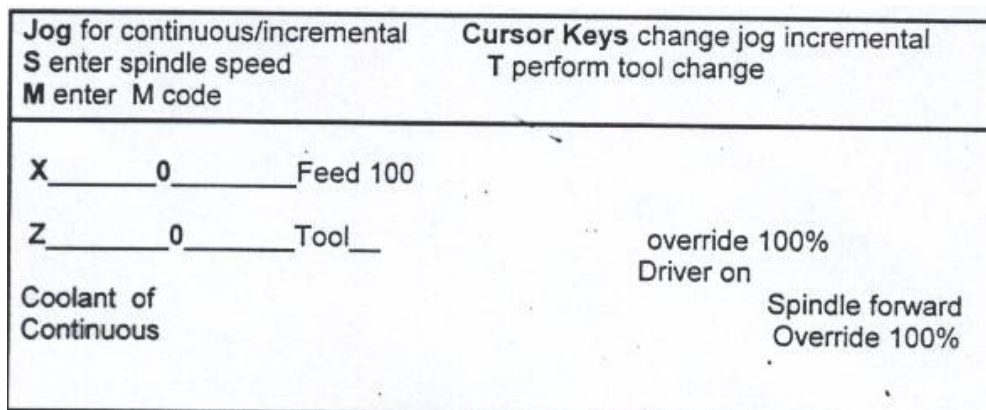
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

**1<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα σύνδεσης του υπολογιστή με τον τórνο (άσκηση 1).

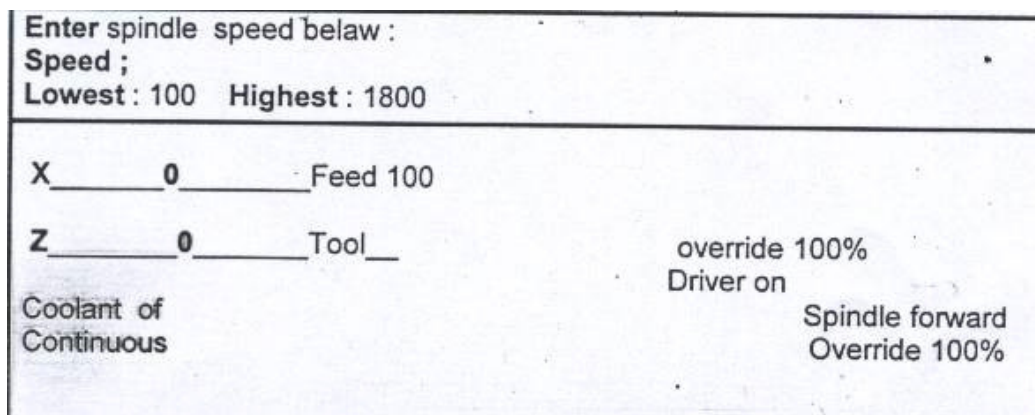
**2<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα μηδενισμού HOME των αξόνων κίνησης του τórνου σύμφωνα με την άσκηση 2.

**3<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο JOG του M.D.I. για να έχουμε χειροκίνητη λειτουργία του τórνου.

**4<sup>ον</sup>** Τώρα βλέπουμε στην οθόνη την παρακάτω μάσκα.



**5<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο S του M.D.I. και μετά το πλήκτρο EOB και στην οθόνη του υπολογιστή βλέπουμε.



**6<sup>ον</sup>** Πληκτρολογούμε S200 και μετά EOB και SPNDL CW και ο άξονας αρχίζει να περιστρέφεται δεξιόστροφα.

**7<sup>ον</sup>** Για αλλαγή στροφών S500 και μετά EOB.

**8<sup>ον</sup>** Παύση περιστροφής της ατράκτου SPNDL STOP.

➤ ΑΣΚΗΣΗ 4<sup>η</sup>

ΑΛΛΑΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ

ΣΚΟΠΟΣ: Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία αυτόματης αλλαγής εργαλείου του τórνου.

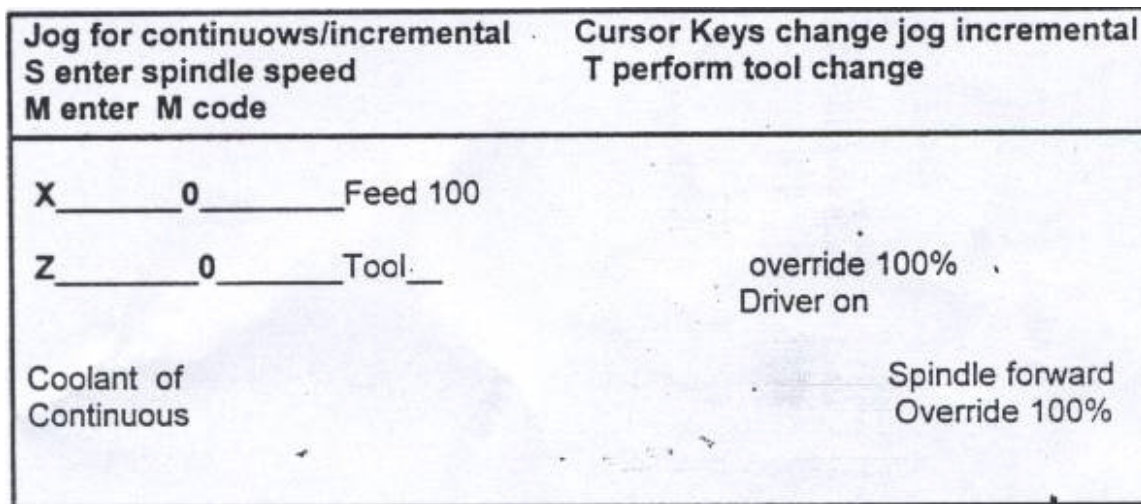
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

**1<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα σύνδεσης του υπολογιστή με τον τórνο (άσκηση 1).

**2<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα μηδενισμού HOME των αξόνων κίνησης του τórνου σύμφωνα με την άσκηση 2.

**3<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο JOG του M.D.I. για να έχουμε χειροκίνητη λειτουργία του τórνου.

**4<sup>ον</sup>** Τώρα βλέπουμε στην οθόνη την παρακάτω μάσκα.



**5<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο T και μετά το πλήκτρο πx 2 και EOB για να τοποθετήσουμε σε θέση κοπής το εργαλείο 2.

**6<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο T και μετά το πλήκτρο πx 3 και EOB για να τοποθετήσουμε σε θέση κοπής το εργαλείο 3.

➤ ΑΣΚΗΣΗ 5<sup>η</sup>

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΕΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΑΞΟΝΕΣ X – Y ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ.

ΣΚΟΠΟΣ: Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία χειροκίνητης μετακίνησης του εργαλειοφορείου στους άξονες X και Y του τórνου. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη για τον μηδενισμό των εργαλείων.

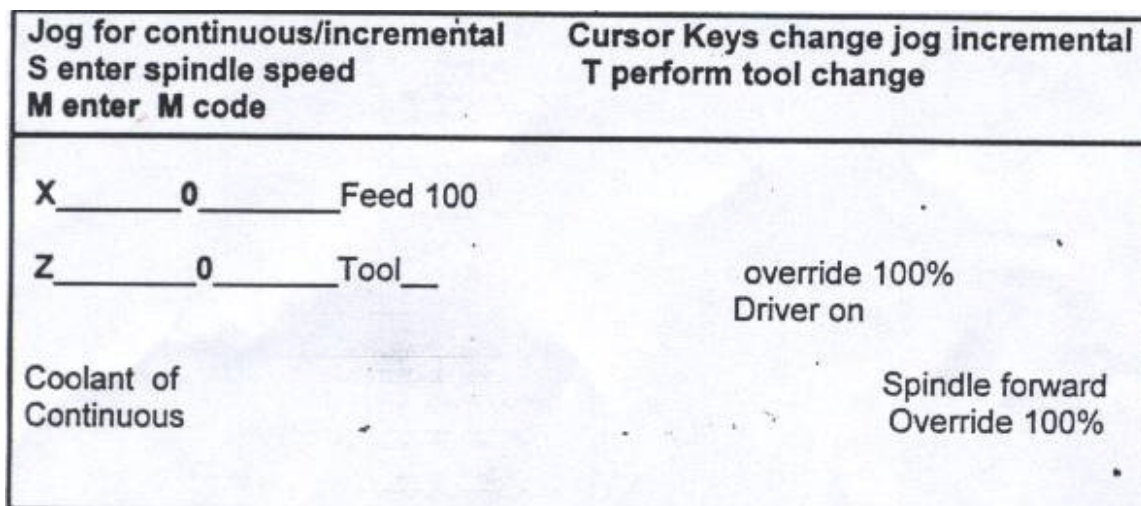
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

**1<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα σύνδεσης του υπολογιστή με τον τórνο (άσκηση 1).

**2<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα μηδενισμού HOME των αξόνων κίνησης του τórνου σύμφωνα με την άσκηση 2.

**3<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο JOG του M.D.I. εναλλάξ για να έχουμε χειροκίνητη λειτουργία του τórνου σε συνεχή (Continuous) ή σε βηματική μετατόπιση του εργαλειοφορείου.

**4<sup>ον</sup>** Τώρα βλέπουμε στην οθόνη την παρακάτω μάσκα.



**5<sup>ον</sup>** Εάν είμαστε σε συνεχή λειτουργία τότε πατώντας συνεχώς και διαδοχικά τα πλήκτρα +X ή -X, +Y ή -Y το εργαλειοφόρειο μετακινείται συνεχώς με την μέγιστη δυνατή ταχύτητα του προς την αντίστοιχη κατεύθυνση των αξόνων.

**6<sup>ον</sup>** Εάν είμαστε σε βηματική λειτουργία τότε πατώντας τα πλήκτρα ↓ ή ↑ μειώνουμε ή αυξάνουμε τη βηματική μετακίνηση του εργαλειοφορείου.

**7<sup>ον</sup>** Το διάστημα της βηματικής μετακίνησης είναι 1mm – 0,1mm – 0,01 mm τώρα σε κάθε πάτημα των πλήκτρων +X ή -X, +Y ή -Y το εργαλειοφόρειο μετακινείται κατά το αντίστοιχο διάστημα.

➤ ΑΣΚΗΣΗ 6<sup>η</sup>

ΦΟΡΤΩΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΚΛΗΡΟ ΔΙΣΚΟ ΣΤΗ ΜΝΗΜΗ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.

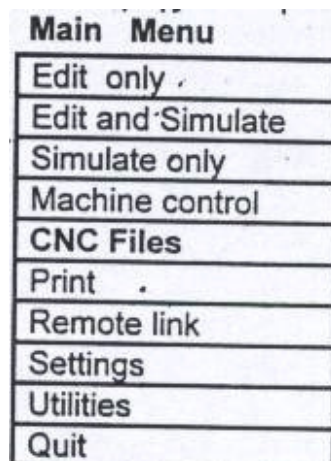
ΣΚΟΠΟΣ: Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία με την οποία μπορούμε να φορτώσουμε ένα πρόγραμμα κοπής δοκιμίου που βρίσκεται στον υποκατάλογο ASKHSEIS του σκληρού δίσκου στη μνήμη του υπολογιστή.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

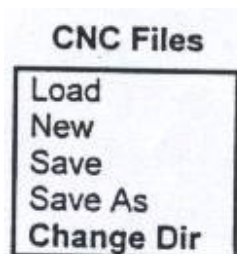
**1<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα σύνδεσης του υπολογιστή με τον τόνρο (άσκηση 1).

**2<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα μηδενισμού HOME των αξόνων κίνησης του τόνρου σύμφωνα με την άσκηση 2.

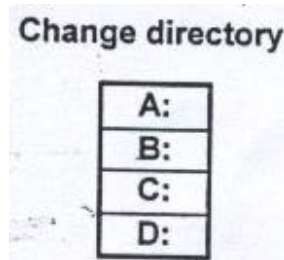
**3<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο F10 του M.D.I. τώρα βλέπουμε στην οθόνη την παρακάτω μάσκα. Πατώντας το πλήκτρο ↓ διαδοχικά επιλέγουμε την επιλογή CNC FILES και πατάμε EOB.



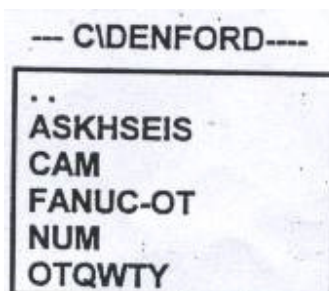
**4<sup>ον</sup>** Εμφανίζεται η παρακάτω μάσκα, πατάμε διαδοχικά το βελάκι ↓ και επιλέγουμε την επιλογή CHANGE DIR και πατάμε EOB.



**5<sup>ον</sup>** Στην οθόνη τώρα εμφανίζεται η παρακάτω μάσκα. Με το βελάκι ↓ επιλέγουμε C και πατάμε EOB.



**6<sup>ον</sup>** Στην οθόνη τώρα εμφανίζονται οι διάφοροι υποκατάλογοι που υπάρχουν. Με το βελάκι ↓ επιλέγουμε τον υποκατάλογο ASKHSEIS μέσα στον οποίο υπάρχουν τα προγράμματα ασκήσεων που ήδη έχουμε γράψει. Πατώντας ΕΟΒ μπαίνουμε στον υποκατάλογο ASKHSEIS.



**7<sup>ον</sup>** Στην οθόνη τώρα βλέπουμε C:\DENFORD\ASKHSEIS. Πατάμε το πλήκτρο F3 και εμφανίζονται τα διάφορα προγράμματα κοπής δοκιμίων που περιέχονται στον υποκατάλογο ASKHSEIS.

**8<sup>ον</sup>** Με τα πλήκτρα ↓ ή ↑ επιλέγουμε το πρόγραμμα που θέλουμε, πατάμε το πλήκτρο ΕΟΒ και φορτώνουμε το πρόγραμμα στη μνήμη του υπολογιστή.

#### ➤ ΑΣΚΗΣΗ 7<sup>η</sup>

##### ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ (TOOLS OFFSETS)

**ΣΚΟΠΟΣ:** Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να μάθουμε τη διαδικασία με την οποία μπορούμε να ρυθμίσουμε τα εργαλεία ένα προς ένα. Με την ρύθμιση αυτή των εργαλείων δημιουργούμε το μηδενικό σημείο αξόνων στο κέντρο και πρόσωπο του δοκιμίου για να μπορούμε μετά να προχωρήσουμε στην κατεργασία του.

##### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

**1<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα σύνδεσης του υπολογιστή με τον τόρνο (άσκηση 1).

**2<sup>ον</sup>** Εκτελούμε όλα τα βήματα μηδενισμού HOME των αξόνων κίνησης του τόρνου σύμφωνα με την άσκηση 2.

**3<sup>ον</sup>** Επιλέγουμε το πρώτο εργαλείο που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα (άσκηση 4).

**4<sup>ον</sup>** Θέτουμε σε περιστροφική κίνηση του άξονα του τόρνου (άσκηση 3).

**5<sup>ον</sup>** Επιλέγουμε την χειροκίνητη μετακίνηση του εργαλειοφορείου του (άσκηση 5).

**6<sup>ον</sup>** Μετακινούμε το εργαλειοφορείο και ακουμπάμε ελαφρά στο πρόσωπο του δοκιμίου. Αποσύρουμε το εργαλείο προσεκτικά *μόνο κατά τον άξονα X* και σταματάμε την περιστροφή του άξονα.

**7<sup>ον</sup>** Με προσοχή για να μη μετακινηθεί για κανένα λόγο το εργαλειοφορείο κατά τον άξονα Z διαβάζουμε στην οθόνη την τιμή που έχει ο άξονας Z. Πατάμε το πλήκτρο MENU OFFSET εμφανίζεται στην οθόνη ο πίνακας καταχώρησης των προβολών των εργαλείων X και Z. Πατάμε το πλήκτρο Z του M.D.I. καταχωρούμε την τιμή του Z που διαβάσαμε στην οθόνη με το πρόσημό της και πατάμε EOB. Στη συνέχεια πατάμε F9 επανερχόμαστε στην αρχική οθόνη όπου τώρα πρέπει η τιμή του άξονα Z να είναι οπωσδήποτε 0.

**8<sup>ον</sup>** Μετακινούμε το εργαλειοφορείο και ακουμπάμε ελαφρά το δοκίμιο στη διάμετρό του. Απομακρύνουμε το εργαλείο μόνο κατά τον άξονα Z προσέχοντας να μη μετακινηθεί καθόλου κατά τον άξονα X. Σταματάμε την περιστροφή του άξονα και μετράμε τη διάμετρο με ένα παχύμετρο.

**9<sup>ον</sup>** Προσθέτουμε τις απόλυτες τιμές της διαμέτρου και την τιμή του άξονα X που διαβάζουμε στην οθόνη. Πατάμε το πλήκτρο MENU OFFSET και εισάγουμε το παραπάνω άθροισμα με αρνητικό πρόσημο στη θέση του άξονα X.

**10<sup>ον</sup>** Πατάμε EOB και στη συνέχεια πατάμε F9 και βλέπουμε στην οθόνη ότι η τιμή κατά τον άξονα X είναι ίση με την διάμετρο που μετρήσαμε.

**11<sup>ον</sup>** Πατάμε το πλήκτρο MENU OFFSET.

**12<sup>ον</sup>** Επιστρέφουμε το εργαλειοφορείο στη θέση HOME.

**13<sup>ον</sup>** Επαναλαμβάνουμε όλα τα βήματα ένα προς ένα από το 3<sup>ο</sup> και μετά για το δεύτερο εργαλείο και ούτο καθεξής για όλα τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν στην άσκηση.

### 9.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΡΝΟΥ

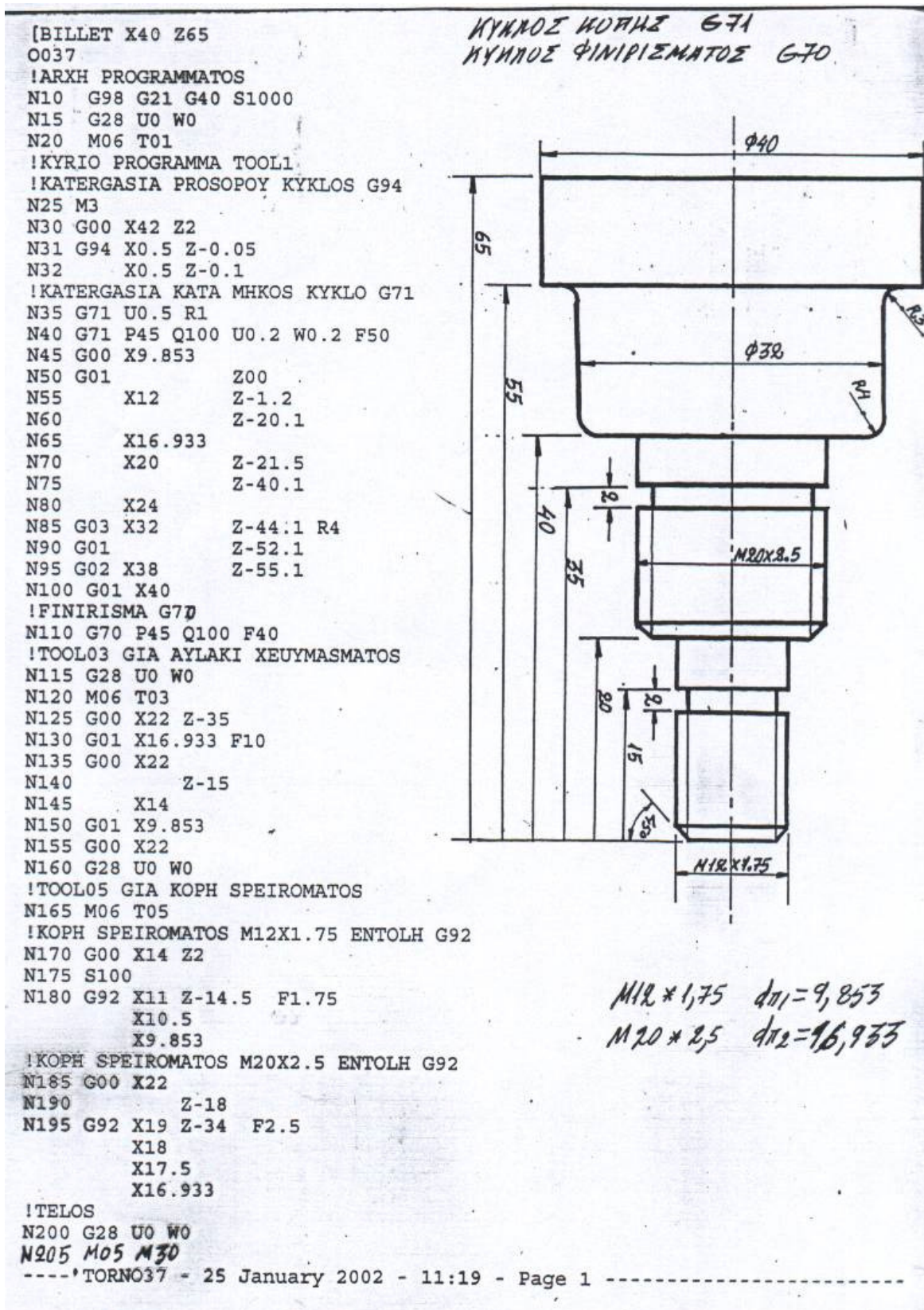
#### ➤ ΑΣΚΗΣΗ 1<sup>η</sup>

```

[BILLET X40 Z100
002
!ARXH PROGRAMMATOS
N10 G98 G21 G40 S800
N15 G28 U0 W0
N20 M06 T0101
!KYRIO PROGRAMMA ME ENTOLH
!XEXONTRISMA ME TOOL 1
N25 M03
N30 G00 X42 Z2
N35 G90 X38 Z-70 F100
      X36
      X34
      X32
      X30
      X28 Z-51 F100
      X26
      X24
      X22
      X20
      X18 Z-35 F100
      X16
      X14
      X12 Z-18 F100
      X10
!KOPH STROGYLEYSEON
N45 G00 X42 Z-70
N50 G00 X32
N55 G03 X40 Z-73 R4
N60 G00 X32 Z-51
N65 G00 X20
N70 G02 X28 Z-55 R4
N75 G00 X22 Z-35
N80 G00 X14
N85 G03 X20 Z-38 R3
N90 G00 X16 Z-18
N95 G00 X10
N100 G02 X14 Z-20 R2
!ALLAGH ERGALEIOY GIA APOKOPH
N115 G28 U0 W0
N120 M06 T0303
N125 S500
!APOKOPH TEMAXIOY
N130 G00 X45 Z-85
N135 G01 X40 F40
N140 X1 F10
N145 G00 X42
!TELOS PROGRAMMATOS
N150 G28 U0 W0 M05
N155 M30

```

➤ ΑΣΚΗΣΗ 2η





➤ ΑΣΚΗΣΗ 3η

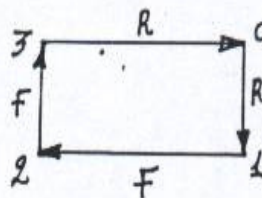
```

[BILLET X25 Z60
O0007
N10 G98 G21 G40 S1000
N15 G28 U0 W0
N20 M06 T0101
! XEXONDRISMA DOKIMIOY ME ERGALEIO T01
N25 M13
N30 G00 X27 Z2
N40 G90 X23 Z-40 F100
      X21
      X19
      X18
      X17
N50 G90 X15 Z-20 F100
      X13
      X11
      X10
      X9
! KOPY TON FREZARISMATON
N60 G00 X27 Z-40
N70 G90 X25 Z-42 R-2 F50
N80 G00 Z-20
N90 G00 X19
N70 G90 X17 Z-22 R-2 F50
N80 G00 Z0
N90 G00 X11
N100 G90 X9 Z-2 R-2 F50
N110 G28 U0 W0 M05
N120 M30
    
```

ΚΥΚΛΟΣ ΚΟΠΗΣ

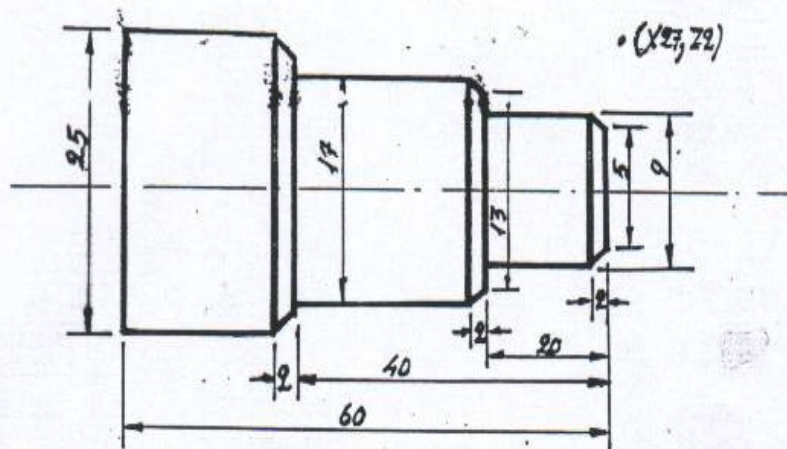
G90

Τεσσάρων ατόμων  
ωινήσεων



R = Γρήγορη ωίνηση  
F = Κοπή με καθορισμένη  
πρόσβ.

Η ΚΥΡΙΑ ΚΟΠΗ ΕΙΝΑΙ ΠΡΟΣ  
ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ Z

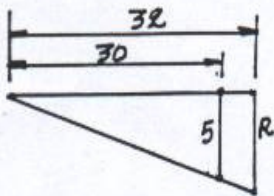


➤ ΑΣΚΗΣΗ 4<sup>η</sup>

[BILLET X25 Z50  
00003  
N10 G98 G21 G40 S1500  
N15 G28 U0 W0  
N20 M06 T0101  
N25 M13  
N30 G00 X27 Z2  
N40 G90 X24 Z-30 F400  
X23  
X22  
X21  
X20

!ΚΟΝΙΚΗ TORNEYSH  
X20 Z-20 R-1.5 F50  
X20 Z-25 R-3  
X20 Z-28 R-4  
X20 Z-30 R-5.33

N60 G28 U0 W0 M05  
N70 M30



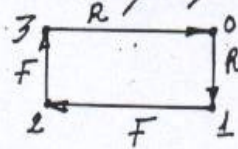
$$\frac{30}{5} = \frac{32}{R} \rightarrow R = \frac{5 \cdot 32}{30} = 5,33 \text{ mm}$$

ΚΥΚΛΩΣ ΚΟΠΗΣ

G 90

ΤΕΣΣΑΡΕΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

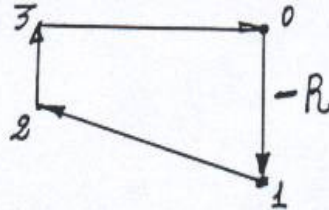
1) Έχουμε παράλληλη τήρηση μέχρι στη διάμετρο της 20mm



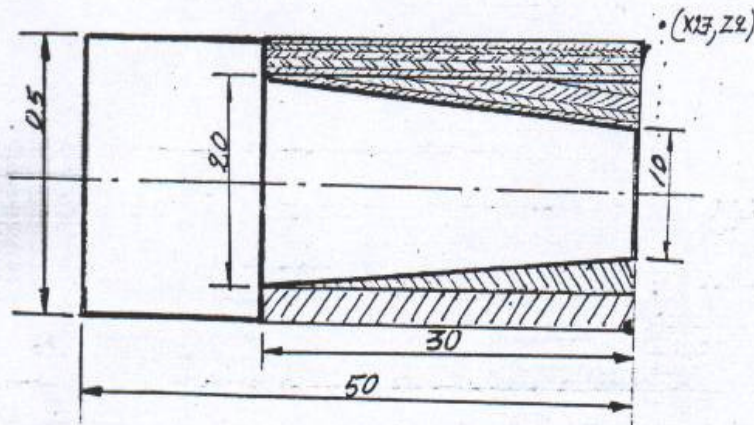
R = Γρήγορη ώθηση

F = Κοπή με καθορισμένη πρόοση

2) Έχουμε κωνική τήρηση όπως φαίνεται στο σχέδιο



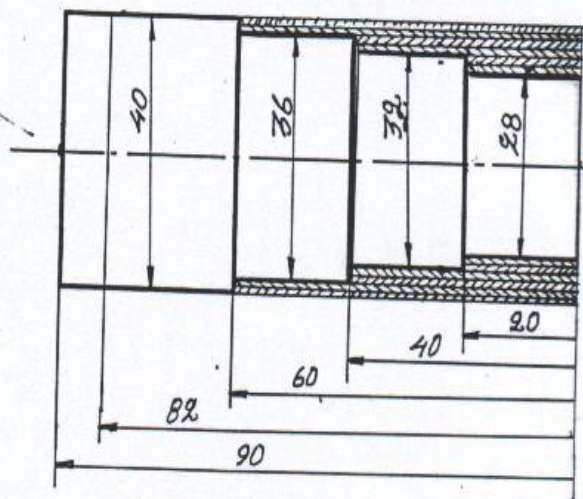
Από το σχήμα βλέπουμε ότι το -R δηλώνει αρνητικά δεδομένα.



➤ ΑΣΚΗΣΗ 5<sup>η</sup>

```
[BILLET X40 Z90
0032
!ARXH PROGRAMMATOS
N10 G98 G21 G40 S1000
N15 G28 U0 W0
N20 M06 T0101
!KYRIO PROGRAMMA
!XEXONTRISMA ME TOOL 1
N25 M13
N30 G00 X42 Z2
N35 X38
N40 G01 Z-60 F100
N45 G00 X42
N50 Z2
!TELOS PROTOY PASOY MHKOYS 60mm
N55 X36
N60 G01 Z-60 F100
N65 G00 X42
N70 Z2
!TELOS DEYTEROY PASOY MHKOYS 60mm
N75 X34
N80 G01 Z-40 F100
N85 G00 X42
N90 Z2
!TELOS PROTOY PASOY MHKOYS 40mm
N95 X32
N100 G01 Z-40 F100
N105 G00 X42
N110 Z2
!TELOS DEYTEROY PASOY MHKOYS 40mm
N115 X30
N120 G01 Z-20 F100
N125 G00 X42
N130 Z2
!TELOS PROTOY PASOY MHKOYS 20mm
N135 X28
N140 G01 Z-20 F100
N145 G00 X42
N150 Z2
!TELOS DEYTEROY PASOY MHKOYS 20mm
!ALLAGH ERGALEIOY GIA APOKOPH
N155 G28 U0 W0
N160 M06 T0303
N165 S500
!APOKOPH TEMAXIOY
N170 G00 X42 Z-82
N175 G01 X40 F40
N180 X1 F20
N185 G00 X42
!TELOS PROGRAMMATOS
N190 G28 U0 W0 M05
N195 M30
```

*Η καταγραφή του δομικού γίνεται με τον αριθμό G01*



**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:**

- 1) Το δομικό έχει τρεις πατούρες
- 2) Σε κάθε πάσο η διάμετρος ελαττώνεται κατά 2mm από βάθος κοπής 1mm.
- 3) Για κάθε πατούρα κάνουμε δύο πάσα.
- 4) Η αποκοπή του δομικού γίνεται σε μήκος 82 mm από το πρόσωπο.

➤ ΑΣΚΗΣΗ 6<sup>η</sup>

[BILLET X25 Z70  
O030  
!ARXH PROGRAMMATOS  
N10 G98 G21 G40 S1000  
N15 G28 U0 W0  
N20 M06 T0101  
!KYRIO PROGRAMMA  
!XEXONTRISMA ME TOOL 1  
[CLEAR  
N25 M13  
N30 G00 X27 Z2  
N35 X23  
N40 G01 Z-30 F80  
N45 G00 X27  
N50 Z2  
N55 X21  
N60 G01 Z-30 F80  
N65 G00 X27  
N70 Z2  
N75 X19  
N80 G01 Z-30 F50  
N85 G00 X27  
!TELOS XEXONTRISMATOS  
!ALLAGH ERGALEIOY GIA APOKOPH  
N90 G28 U0 W0  
N95 M06 T0303  
N100 S500  
!APOKOPH TEMAXIOY  
N105 G00 X27 Z-52  
N110 G01 X25 F40  
N115 X0 F20  
N120 G00 X27  
!TELOS PROGRAMMATOS  
N125 G28 U0 W0 M05  
N130 M30

ΑΡΧΗ ΠΡΟΓ/ΤΟΣ

ΚΥΡΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΟΛΗΣ

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓ.

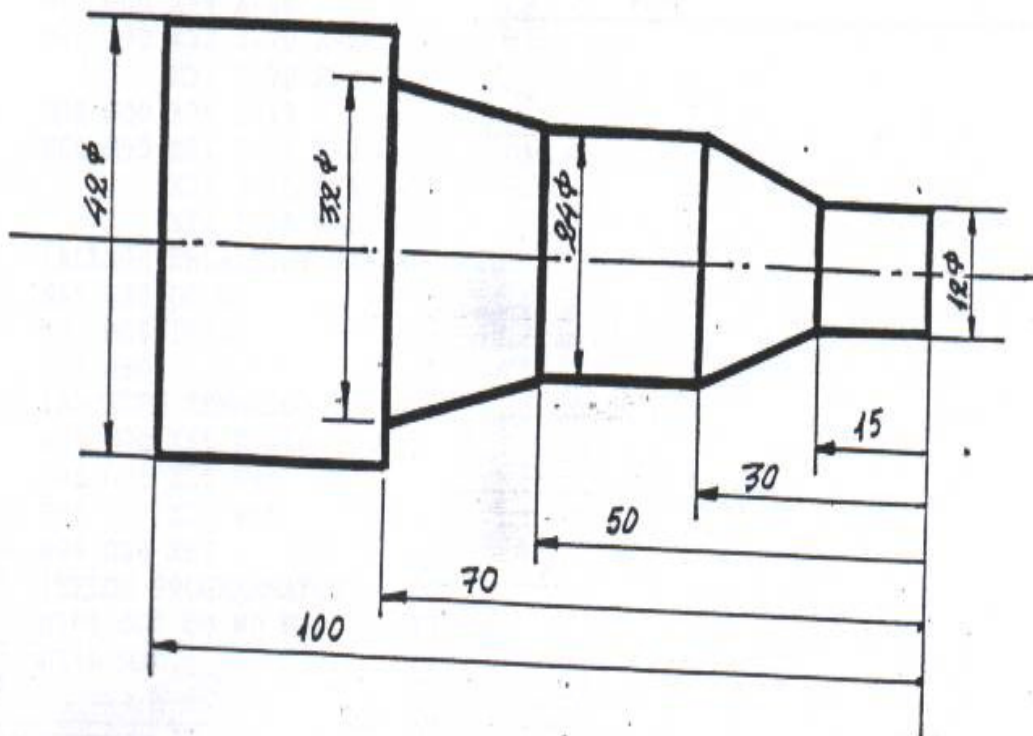
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:  
1) Κότουμε τρία πάσα.  
2) Σε κάθε πάσο μειώνεται η διάμετρος δύο (2) mm.

➤ ΑΣΚΗΣΗ 7<sup>η</sup>

Δίδεται το παρακάτω μηχανολογικό σχέδιο.

Να γράψετε πρόγραμμα κοπής του δοκιμίου χρησιμοποιώντας τον κώδικα G90.

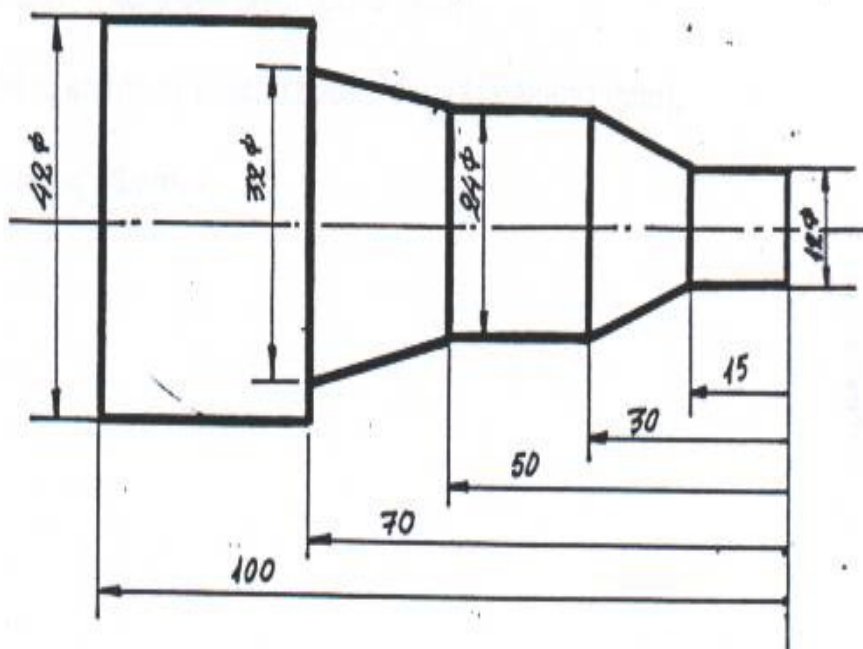
- 1) Σε κάθε πάσο η διάμετρος να ελαττώνεται κατά δύο (2) χιλιοστά (mm).
- 2) Οι κωνικές τορνεύσεις να έχουν βάθος κοπής σε κάθε πέρασμα δύο (2) χιλιοστά (mm)
- 3) Να γίνει αποκοπή του δοκιμίου σε μήκος 85mm.



```

[BILLET X42 Z100
O026
!ARXH PROGRAMMATOS
N10 G98 G21 G40 S1000
N15 G28 U0 W0
N20 M06 T0101
!KYRIO PROGRAMMA ME ENTOLH
!XEXONTRISMA ME TOOL 1
N25 M03
N30 G00 X44 Z2
N35 G90 X40 Z-70 F100
      X38
      X36
      X34
      X32
      X30 Z-50 F100
      X28
      X26
      X24
      X22 Z-15 F100
      X20
      X18
      X16
      X14
      X12
!KOPH KONON
N45 G00 X34 Z-50
N50 G90 X32 Z-70 R-2
      X32 Z-70 R-4
N55 G00 X26 Z-15
N60 G90 X24 Z-30 R-2
      X24 Z-30 R-4
      X24 Z-30 R-6
!ALLAGH ERGALEIOY GIA APOKOPH
N65 G28 U0 W0
N70 M06 T0303
N75 S500
!APOKOPH TEMAXIOY
N80 G00 X60 Z-85
N85 G01 X50 F40
N90 X2 F10
N95 G00 X60
!TELOS PROGRAMMATOS
N100 G28 U0 W0 M05
N110 M30

```



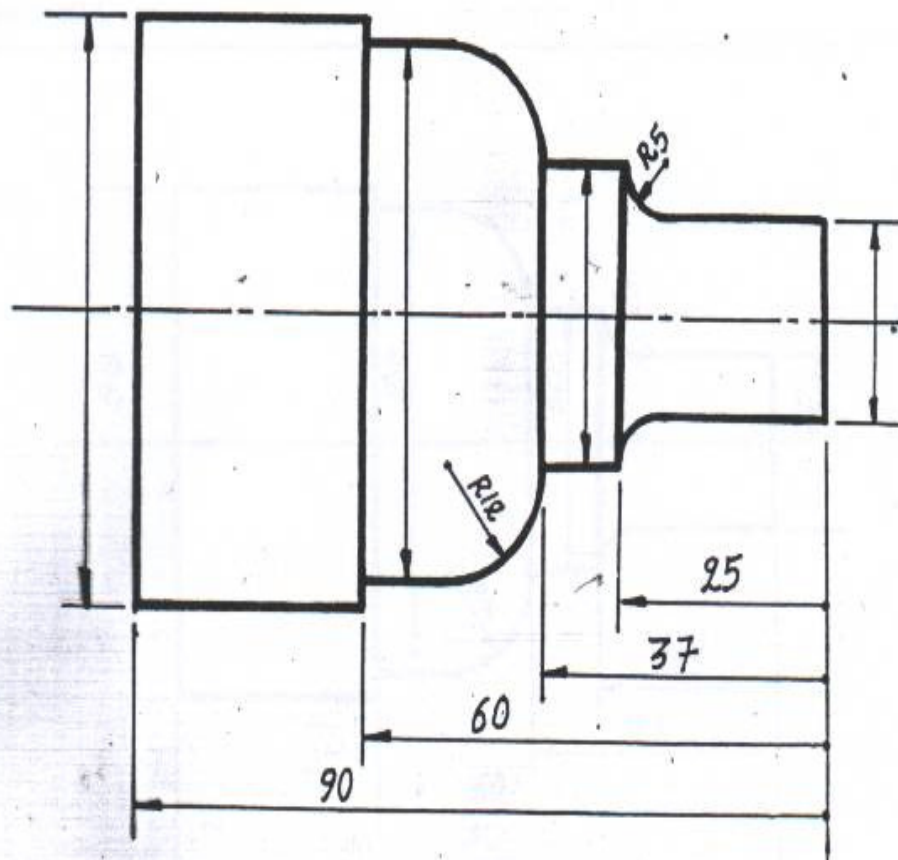
➤ ΑΣΚΗΣΗ 8<sup>η</sup>

Δίδεται το παρακάτω μηχανολογικό σχέδιο.

Να γράψετε πρόγραμμα κοπής του δοκιμίου χρησιμοποιώντας τον κώδικα G90.

1) Σε κάθε πάσο η διάμετρος να ελαττώνεται κατά δύο (2) χιλιοστά (mm).

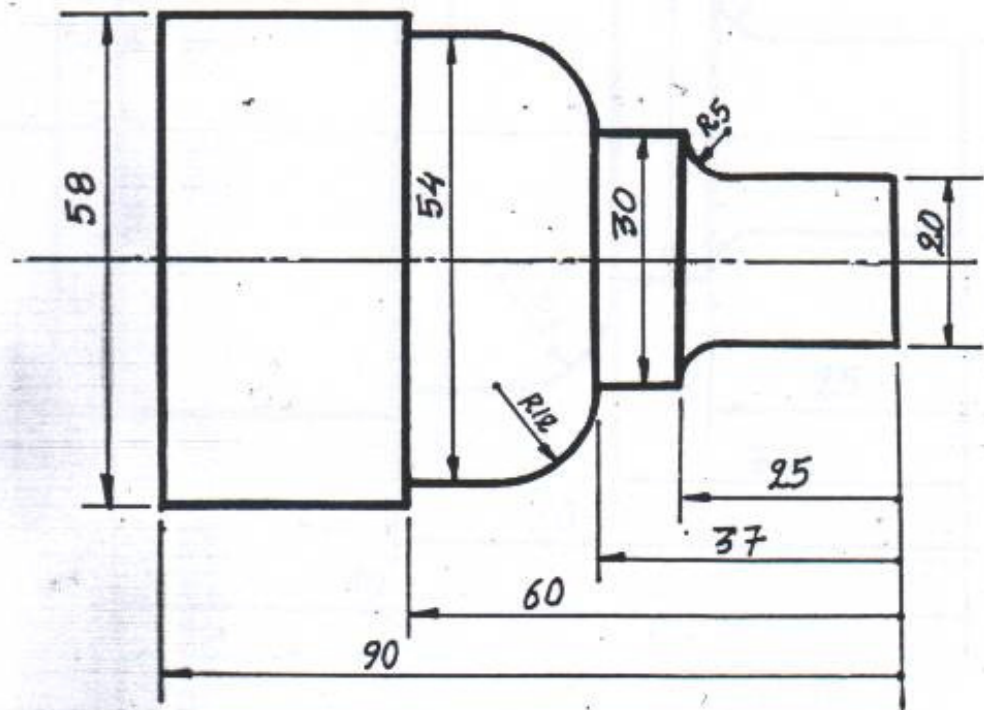
2) Οι στρογγυλεύσεις να γίνουν με την ακτίνα (R) που αναγράφεται στο σχέδιο.



```

[BILLET X58 Z90
O0028
N10 G98 G21 G40 S1000
N15 G28 U0 W0
N20 M06 T0101
! XEXONDRISMA DOKIMIOY ME ERGALEIO T01
N25 M13
N30 G00 X59 Z2
N40 G90 X56 Z-60 F50
      X54
      X50 Z-41
      X46 Z-40
      X42 Z-39
      X38 Z-38
      X34 Z-37
      X30
      X28 Z-23
      X24 Z-22
      X20 Z-20
N50 G00 X32 Z-27
N60 G01 X30
N70          Z-37
!N80 G03 X54 Z-49 R12
N80 G03 X54 Z-49 I0 K-12
N90 G00          Z-18
N100 G01 X20
N110          Z-20
N115 G02 X30 Z-25 I5 K0
!N115 G02 X30 Z-25 R5
N140 G28 U0 W0
N150 M02 M30

```





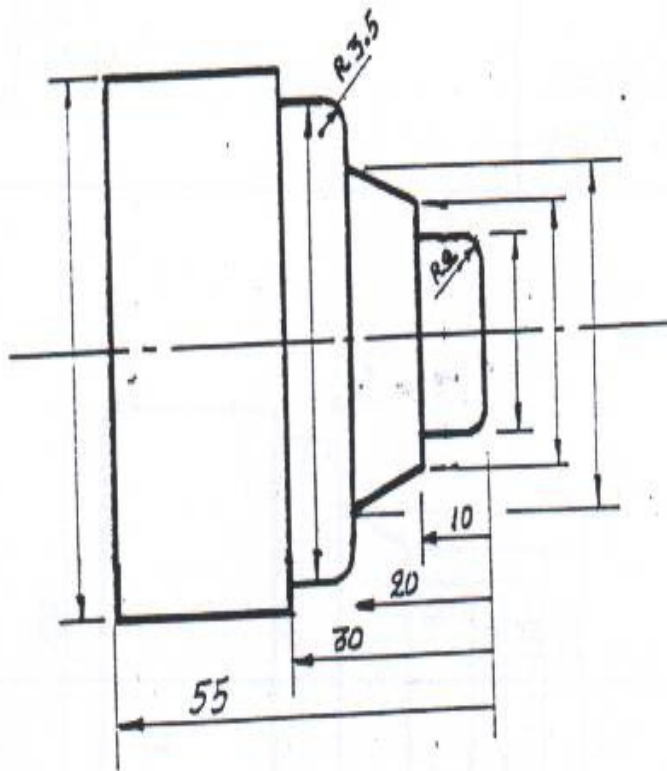
➤ ΑΣΚΗΣΗ 9η

Δίδεται το παρακάτω μηχανολογικό σχέδιο.

Να γράψετε πρόγραμμα κοπής του δοκιμίου χρησιμοποιώντας τον κώδικα G94 κύκλος  
κατεργασίας προσώπου.

1) Σε κάθε πάσο η διάμετρος να ελαττώνεται κατά δύο (2) χιλιοστά (mm).

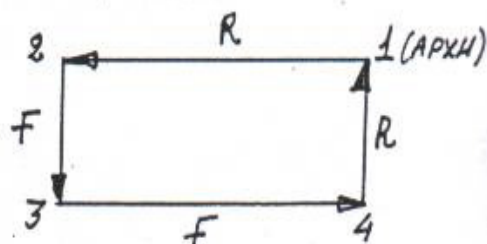
2) Οι στρογγυλεύσεις να γίνουν με την ακτίνα ( R ) που αναγράφεται στο σχέδιο.



[BILLET X56 Z55  
 O0029  
 N10 G98 G21 G40 S1000  
 N15 G28 U0 W0  
 N20 M06 T0101  
 ! XEXONDRISMA DOKIMIOY ME ERGALEIO T01  
 ! KYKLOS KOPHS G94 ARISTEROSTROFOS PROSOPOY  
 N25 M13  
 N30 G00 X58 Z2  
 N40 G94 X52 Z-30 F100  
 X48  
 X46  
 X41 Z-20  
 X37  
 X36  
 X31 Z-10  
 X27  
 X23  
 X20  
 ! KOPH STROGYLEYSEON  
 N50 G00 X48 Z-20  
 N55 G01 X41  
 N60 G03 X46 Z-23 R3.5  
 N65 G00 X45 Z0  
 N70 X22  
 N75 G01 X18  
 N80 G03 X20 Z-2 R2  
 ! KOPH KONOU ME TON G90  
 N85 G00 X38 Z-10  
 N90 G90 X36 Z-20 R-5  
 N110 G28 U0 W0  
 N129 M05 M30

## ΚΥΚΛΟΣ ΜΟΤΗΣ G94

- 1) Είναι τετράγωνη κινήσει
- 2) Φορά' ώστως ακτίθεται τον G90
- 3) Χρησ/ται για μακροχρόνια προδώνου του δωματίου.

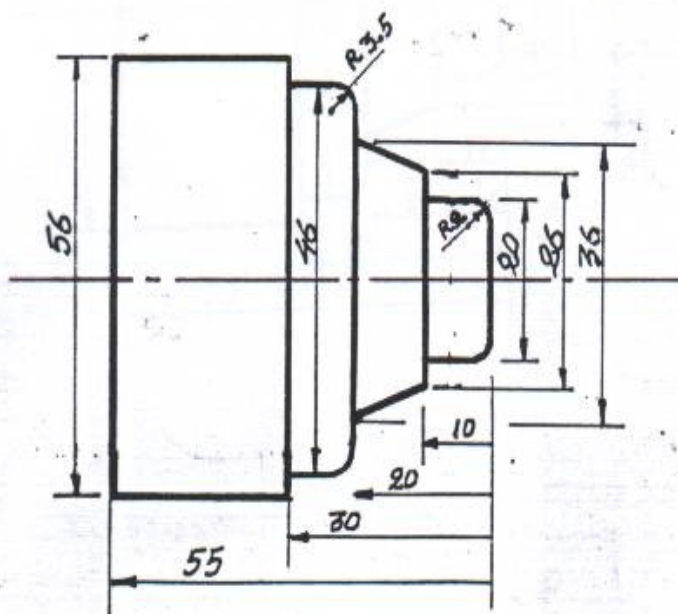


F → Κόβει

R → Γρήγορη κίνηση χωρίς κοπή.

X = Τελευταία θέση κοπής

Z = >> >> >>

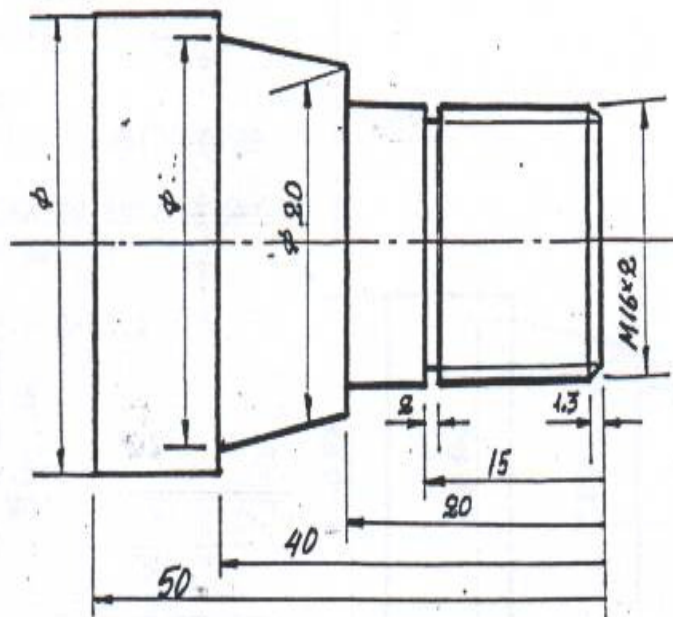


➤ ΑΣΚΗΣΗ 10<sup>η</sup>

Δίδεται το παρακάτω μηχανολογικό σχέδιο.

Να γράψετε πρόγραμμα κοπής του δοκιμίου χρησιμοποιώντας τον κώδικα G90.

- 1) Σε κάθε πάσο η διάμετρος να ελαττώνεται κατά δύο (2) χιλιοστά (mm).
- 2) Οι στρογγυλεύσεις να γίνουν με την ακτίνα (R) που αναγράφεται στο σχέδιο.
- 3) Να γίνει κοπή του σπειρώματος με τον αυτόματο κύκλο κοπής G92.
- 4) Να κοπεί αυλάκι ξεθυμάσματος για το σπείρωμα σε απόσταση 15mm.
- 5) Να γίνει κατεργασία προσώπου με τον κύκλο G94 σε δύο πάσα βάθους το κάθε ένα 0.1mm.



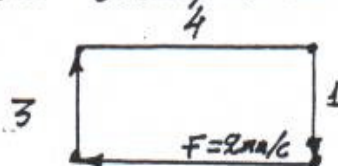
[BILLET X26 Z40  
 0035  
 !ARXH PROGRAMMATOS  
 N10 G98 G21 G40 S1000  
 N15 G28 U0 W0  
 N20 M06 T0101  
 !KYRIO PROGRAMMA TOOL1  
 !KATERGASIA PROSOPOY KYKLOS G94  
 N25 M3  
 N30 G00 X30 Z2  
 N31 G94 X0.5 Z-0.1  
 N31 X0.5 Z-0.2  
 !KATERGASIA KATA MHKOS KYKLO G90  
 N35 G90 X25 Z-30.2 F100  
 X24  
 X23 Z-20.2  
 X22  
 X21  
 X20  
 X19  
 X18  
 X17  
 X16  
 !KOPH KONOU  
 N40 G00 X28 Z-20.2  
 N45 G90 X24 Z-30.2 R-1  
 X24 Z-30.2 R-2  
 !KOPH FREXARISMATOS  
 N45 G00 X28 Z0  
 N50 G90 X16 Z-2 R-1.3  
 !TOOL03 GIA AYLAKI XEUYMASMATOS  
 N55 G28 U0 W0  
 N60 M06 T03  
 N65 G00 X20 Z-15.2  
 N70 G01 X13.546 F10  
 N75 G00 X20  
 N80 G28 U0 W0  
 !TOOL05 GIA KOPH SPÉIROMATOS  
 N85 M06 T05  
 !KOPH SPEIROMATOS ENTOLH G92  
 N90 G00 X18 Z2  
 N95 S100  
 N100 G92 X15.5 Z-13.2 F2  
 X15  
 X14.5  
 X14  
 X13.546  
 N105 G28 U0 W0  
 N110 M05 M30

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

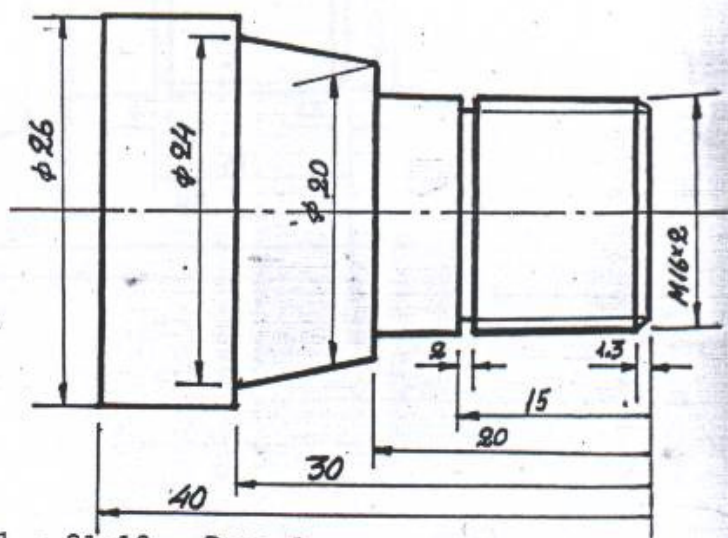
1) Κατεργασία προώπου με ωύγο G94 σε δύο πάσα βάρους 0.1mm διασπο.

2) Κατεργασία κατά μήκος (άξονας Z) με ωύγο ωπή G90. Η διάμετρος εργατώνεται κατά 1mm, σε κάθε πάσο.

3) Έχουμε ωπή σπαιρώματος M16x2 με διάμετρο πυρήνου  $d_p = 13.546mm$ .  
 Κόβεται με τον ωύγο G92.  
 Είναι τετράγωνη ωπήδεση



2  
 Σε κάθε πάσο μειώνουμε την διάμετρο έως να υπολείχουμε στην διάμετρο πυρήνου  $d_p = 13,546mm$

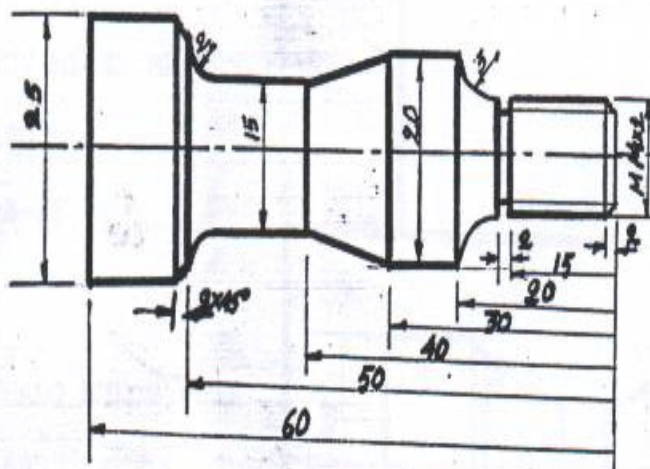


➤ ΑΣΚΗΣΗ 11<sup>η</sup>

Δίδεται το παρακάτω μηχανολογικό σχέδιο.

Να γράψετε πρόγραμμα κοπής του δοκιμίου.

- 1) Να γίνει κατεργασία προσώπου με τον κύκλο G94 σε δύο πάσα βάθους το κάθε ένα 0.1mm.
- 2) Να ορύσσεται μέγιστη ταχύτητα περιστροφής  $n=1500\text{c/min}$ .
- 3) Σταθερή ταχύτητα κοπής  $V=120\text{m/min}$ .
- 4) Το ξεχόνδρισμα θα γίνει με τον αυτόματο κύκλο κοπής G71. Σε κάθε πάσο η διάμετρος να ελαττώνεται κατά δύο (0,5) χιλιοστά (mm).
- 5) Οι στρογγυλεύσεις να γίνουν με την ακτίνα (R) που αναγράφεται στο σχέδιο.
- 6) Να γίνει το τελείωμα του δοκιμίου με τον κύκλο G71.
- 7) Να γίνει ακύρωση της σταθερής ταχύτητας κοπής και να ορισθεί ταχύτητα περιστροφής  $n=1000\text{c/min}$ .
- 8) Να κοπεί σπείρωμα  $M14 \times 2$  διαμέτρου πυρήνος  $d=11,546\text{mm}$  αφού πρώτα γίνει αυλάκι ξεθυμάσματος με τον κύκλο κοπής G92.
- 9) Να γίνει αποκοπή του δοκιμίου σε καθαρό μήκος 60mm.



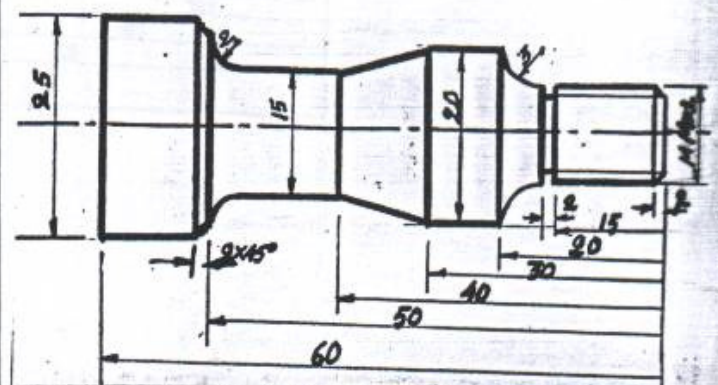
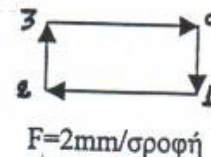
```

[BILLET X25 Z65
O004
!APOLYTOS PROG/SMOS - METRIKO SYSTHMA
N10 G98 G21 G40 S1500
!EPISTROFH STO SHMEIO ANAFORAS
N15 G28 U0 W0
N20 M06 T01
[ CLEAR
N25 M13
N30 G00 X26 Z2
!KATERGASIA PROSOPOY, KYKLOS G94
N35 G94 X1 Z-0.1 F30
N40 Z-0.2
!ANOTATES STROFES 1500c/min
N45 G50 S1500
[ CLEAR
!STATHERH TAXYTHTA KOPHS 120m/min
N50 G96 S120
!XEXONDRISMA KYKLOS KOPHS G71
N55 G71 U0.5 R0.5
N60 G71 P65 Q115 U0.2 W0.2 F50
N65 G00 X11
N70 G01 Z0
N75 G01 X14 Z-2.2
N80 Z-17.2
N85 G02 X20 Z-20.2 R3
N90 G01 Z-30.2
N95 X15 Z-40.2
N100 Z-48.2
N105 G02 X19 Z-50.2 R2
N110 G01 X21
N115 X25 Z-52.2
[ CLEAR
!KYKLOS FINIRISMATOS G70
N120 G65 P115 Q100 F30
[ CLEAR
!AKYROSH STATHERHS TAXYTHTOS KOPHS
N125 G97 S1000
!KOPH AYLAOKS XETHYMASMATOS SPEIROMATOS
N130 G28 U0 W0 M06 T03
N135 G00 X16 Z-17.2
N140 G00 X14
N145 G01 X11.546 F10
N150 G00 X16
!KOPH SPEIROMATOS M14X2 ME TON -->G92
N155 G28 U0 W0
N160 M06 T05 S100
N165 G00 X14 Z1
N170 G92 X13.5 Z-15 F2
N175 X13
N180 X12.5
N185 X12
N190 X11.546
!APOKOPH SE KATHARO MHKOS 60mm
N195 G28 W0 U0
N200 M06 T03 S1000
N205 G00 X26 Z-62
N210 G01 X1 F10
N215 G00 X26
!TELOS PROGRAMMATOS
N220 G28 U0 W0 M05
N225 M30

```

ΚΩΔΙΚΑΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΩΔΙΚΑ
G98	Πρόωση σε mm/min
G28	Τοποθέτηση του εργαλειοφορείου στο home.
G21	Μετρικό σύστημα.
G40	Ακύρωση συμψιφισμού ακτίνας του εργαλείου.
M06	Αλλαγή του εργαλείου.
G94	Κύκλος κατεργασίας προσώπου.
G00	Γρήγορη κίνηση χωρίς κοπή.
G01	Κίνηση με κοπή.
G50	Ορισμός ανωτάτης περιστροφικής ταχύτητας.
G96	Ορισμός σταθερής ταχύτητας κοπής
G71	Αυτόματος κύκλος εκχόνδρισης.
G70	Αυτόματος κύκλος τελειώματος.
G02	Κοπή τόξου δεξιόστροφου.
G03	Κοπή τόξου αριστερόστροφου.
G97	Ακύρωση σταθερής ταχύτητας κοπής.
M05	Σταμάτημα περιστροφής ατράκτου.
M30	Τέλος προγ/ματος και κατεργασίας δοκιμίου.
G92	Κύκλος κοπής σπειρώματος

Κοπή σπειρώματος m14x2 διαμέτρου πυρήνος  $d = 11,546\text{mm}$  με τον κύκλο G92 τεσσάρων κινήσεων. Σε κάθε περασμα ελαττώνουμε την διάμετρο έως να φθάσουμε την διάμετρο του πυρήνα του σπειρώματος.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Ν. ΜΠΙΛΑΛΗ : ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ NC & CNC
2. ΜΕΛΕΤΗΣ ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ CNC (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟΥΣ ΚΑΙ ΦΡΕΖΕΣ CNC).
3. Ν. ΤΖΑΦΕΡΗΣ – Α. ΒΑΡΔΑΚΑΣ: CNC ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ
4. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ (ΤΟΡΝΟΥ) CNC ΑΠΟ ΤΟ 3<sup>ο</sup> ΤΕΕ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ.
5. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Δ. ΔΑΡΓΕΝΙΔΗΣ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΙ
6. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΤΟΡΝΟΥ CNC ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ (ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ).

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ NC ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΕ CNC.....	2
1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΡΝΟΥ CNC.....	2
1.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΡΝΩΝ.....	3
1.4 ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ.....	9
1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ CNC ΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΤΟΡΝΟΙ</b>	
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	13
2.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ.....	15
2.3 ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΟΡΝΟΥ.....	32
2.4 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΤΟΡΝΕΥΣΗ.....	54
2.5 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ.....	60

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΓΕΝΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ</b>	
3.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ.....62
3.2	HARDWARE – SOFTWARE.....62
3.3	ΡΟΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....63
3.4	ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ COMPUTER.....63
3.5	SOFTWARE.....65
3.6	ΜΕΣΑ ΕΓΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ – ΔΙΑΤΡΗΤΗ ΤΑΙΝΙΑ, ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ, ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....66
3.7	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Η/Υ ΣΤΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ.....67
3.8	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Η/Υ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....68
3.9	ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ CNC, ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟ-ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ – ΣΥΜΒΟΛΑ.....68
3.10	ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥ. ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ CNC.....69
3.11	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΠΛΗΚΤΡΩΝ.....72
3.12	ΤΟΡΝΟΣ.....74
3.13	ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....77
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΟΝΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗΣ</b>	
4.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΩΝ.....79
4.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....82
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ</b>	
5.1	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΟΙΚΤΟΥ- ΒΡΟΓΧΟΥ.....84
5.2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ- ΒΡΟΓΧΟΥ.....85
5.3	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΘΕΣΕΩΝ.....86
5.4	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΠΗΣ.....87
5.5	ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΚΟΠΗΣ.....88
5.6	ΕΚΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....89
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ</b>	
6.1	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ.....90
6.2	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ.....92
6.3	ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ.....94
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</b>	
7.1	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟ.....97
7.2	ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ.....97
7.3	ΠΡΟΩΣΗ.....98
7.4	ΤΙΜΕΣ ΓΕΝΙΩΝ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ.....99
7.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΟΠΗΣ.....99
7.6	ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ.....101
7.7	ΙΣΧΥΣ ΚΟΠΗΣ.....102
7.8	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ.....103



<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ</b>	
8.1	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΟ ΧΕΡΙ.....104
8.2	ΣΥΝΔΙΑΛΕΓΟΜΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ.....104
8.3	ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ.....105
8.4	ΔΟΜΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....106
8.5	ΕΝΤΟΛΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ, ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ.....106
8.6	ΚΩΔΙΚΟΙ G ΓΙΑ ΤΟΡΝΟ.....107
8.7	ΚΩΔΙΚΟΙ M ΓΙΑ ΤΟΡΝΟ.....108
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΟΡΝΟ CNC</b>	
9.1	ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....109
9.2	ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΟΡΝΟΥ.....109
9.3	ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΡΝΟΥ.....118
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....134</b>	

