

ΦΥΛΛΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Τίτλος Φύλλου Έργου: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ CNC

ΣΚΟΠΟΙ

Μετά τη διδασκαλία της ενότητας και τη μελέτη του φύλλου αυτού, οι μαθητές θα είναι ικανοί:

1. Να αναγνωρίζουν τις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές.
2. Να διακρίνουν τις εργαλειομηχανές ανάλογα με την ιστορική τους εξέλιξη.
3. Να γνωρίζουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εργαλειομηχανών CNC.
4. Να διακρίνουν τους διαφορετικούς τρόπους προγραμματισμού.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η τάση του ανθρώπου για καλύτερη ποιότητα ζωής, μέσω της βελτίωσης των προϊόντων και των υπηρεσιών αφενός και της μείωσης του χρόνου εργασίας αφετέρου, οδηγεί τη βιομηχανία σε ολοένα και μεγαλύτερη αύξηση της παραγωγικότητας μεν, αλλά μέσα από πιο ευέλικτες διαδικασίες που σκοπό έχουν τη συνεχόμενη διαφοροποίηση των προϊόντων και την παραγωγή σε παρτίδες ή κατά παραγγελία έτσι ώστε να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων μέσα από τη μείωση του κόστους αποθήκευσης και παραγωγής. Οι εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση συμμετέχουν ενεργά σε αυτή τη νέα πραγματικότητα, που «φωτογραφίζει» καθαρά τον όρο παγκοσμιοποίηση...

ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ

1. Παπαδανιήλ Ελ., Σφαντζικόπουλου Μ. «Μηχανουργική Τεχνολογία εργαστήριο II», Ίδρυμα Ευγενίδου, 1994, σελ. 242-281
2. Μανσούρ Γκ., Σαλονικίδου Α. «Μηχανουργική Τεχνολογία I», Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 1999, σελ. 377-418
3. Αντωνιάδης Αρ., Βιδάκης Ν. «Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών CNC», Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2003. έκδοση Α', σελ. 3-36, 135-147

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Ιστορική εξέλιξη των εργαλειομηχανών

Από τις συμβατικές εργαλειομηχανές στις ψηφιακά καθοδηγούμενες

Η λειτουργία όλων των μηχανικών διατάξεων και των μηχανών απαιτεί, πάντα, κάποιο βαθμό καθοδήγησης και ελέγχου. Όσο πιο πολύπλοκη είναι η μηχανική διάταξη, τόσο πιο σύνθετη είναι η καθοδήγησή της και τόσο δυσκολότερος είναι ο έλεγχός της. Η παραδοσιακή δομή ελέγχου και καθοδήγησης μηχανικών διατάξεων από το χειριστή τους, συνεχώς υποβοηθείται ή αντικαθίσταται από κάποιο βαθμό αυτοματοποίησης. Στην εξέλιξη αυτή δεν θα μπορούσε να μη συμμετέχει η μηχανουργική τεχνολογία και, μάλιστα, η περιοχή των εργαλειομηχανών. Ιδιαίτερα στις περιόδους υψηλής οικονομικής, εμπορικής και στρατιωτικής ανάπτυξης που ακολούθησαν στο τέλος του Β' παγκόσμιου πολέμου (1945), η αυτοματοποίηση των εργαλειομηχανών τέθηκε ως ο βασικότερος στόχος. Οι λόγοι αυτής της εξέλιξης προέκυψαν από την ανάγκη παραγωγής μεγάλων παρτίδων πανομοιότυπων τεμαχίων, με μικρό κόστος κατεργασίας και μεγάλη ακρίβεια κατασκευής.

Εργαλειομηχανές NC

Η έννοια αριθμητικός έλεγχος (Numerical Control ή NC) ταυτίζεται σχεδόν με τις μηχανουργικές κατεργασίες και τις εργαλειομηχανές, παρόλο που σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες παραγωγικές διαδικασίες. Ο αριθμητικός έλεγχος δίδει τη δυνατότητα στον χειριστή να επικοινωνεί με την εργαλειομηχανή και να την καθοδηγεί μέσω ενός κώδικα. Ο κώδικας αυτός αντικαθιστά, σε μεγάλο ποσοστό, τις επιμέρους χειρονακτικές εργασίες του χειριστή, οι οποίες πλέον εκτελούνται αυτόματα με μεγαλύτερη ακρίβεια και δυνατότητα συνεχών επαναλήψεων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μονάδας ελέγχου της εργαλειομηχανής MCU που βρίσκεται πάνω στην εργαλειομηχανή και ελέγχει τις λειτουργίες της.

Εργαλειομηχανές CNC

Όταν ανάμεσα στον χειριστή και στη μονάδα ελέγχου της εργαλειομηχανής NC παρεμβάλεται για λόγους ευκολότερου και αποδοτικότερου χειρισμού, Η/Υ, η μηχανή ονομάζεται ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή με Η/Υ (CNC). Με τον τρόπο αυτό, η λειτουργία της εργαλειομηχανής αυτοματοποιείται περισσότερο, ενώ ο έλεγχός της μπορεί να γίνεται πλέον και από απόσταση (remote control). Η CNC καθοδήγηση έχει επιπλέον το πλεονέκτημα ότι μπορεί να συνεργαστεί με συστήματα σχεδιάσης CAD και κατεργασιών CAM, ενώ δύνεται η δυνατότητα ενταξής της σε ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής με υπολογιστές (**Control Integrated Manufacturing - CIM**) και ευέλικτα συστήματα παραγωγής FMS. Επίσης, ένα μεγάλο ποσοστό υπολογισμών και διαδικασιών ελέγχου καθοδήγησης διεξάγονται στον Η/Υ ταχύτερα και με μικρότερο κόστος. Όλες οι διαδικασίες είναι μονόδρομες, δηλαδή ο τεχνικός καθορίζει την ακολουθία των κινήσεων, τις τιμές των συνθηκών κατεργασίας, την παροχή του υγρού κοπής, τη διαχείριση των κοπτικών εργαλείων κτλ.

Άμεσα καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές (DNC)

Η πρόοδος της τεχνολογίας και ιδιαίτερα η ανάπτυξη των αισθητήρων και των συστημάτων αυτόματου ελέγχου, επιτρέπει στους κατασκευαστές εργαλειομηχανών να πάνε ένα βήμα παραπέρα. Στο σχεδιασμό δηλαδή «σκεπτόμενων» διατάξεων, που ανάλογα με την εξέλιξη της μηχανουργικής κατεργασίας, παίρνουν αποφάσεις και επεμβαίνουν στο πρόγραμμα καθοδήγησης. Εάν, στις εργαλειομηχανές NC/CNC επιλεγεί κατά λάθος απαράδεκτη πρόωση ο χειριστή πρέπει να διαβάσει την ένδειξη και να επέμβει στο πρόγραμμα ώστε να τη διορθώσει, στις Direct Numerical Control (DNC) εργαλειομηχανές ένας Η/Υ αποφασίζει για αυτές τις διαδικασίες και λαμβάνει υπόψη του πληροφορίες που αντλεί μέσα από βάσεις δεδομένων.

Ευέλικτα συστήματα παραγωγής (FMS)

Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. **Μονάδα.** Αποτελείται από μια εργαλειομηχανή (π.χ. κέντρο κατεργασίας)
2. **Κυψέλη.** Αποτελείται από τουλάχιστον δύο εργαλειομηχανές έτσι μπορούν σε συνεργασία να

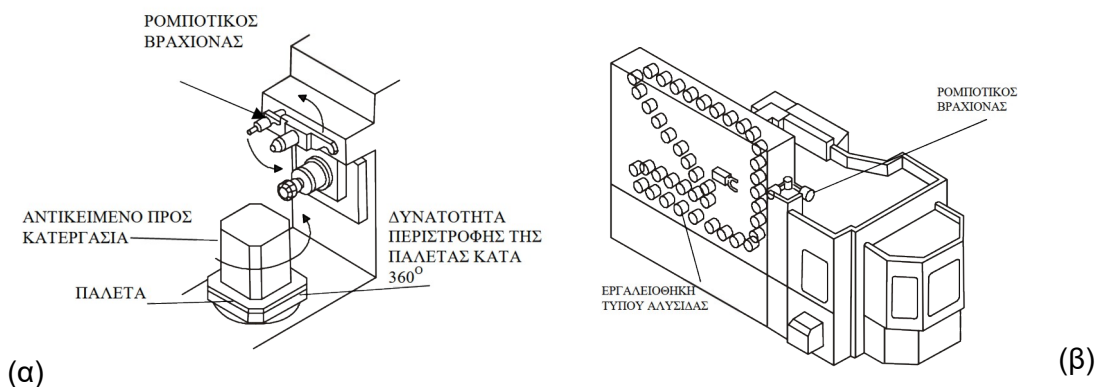
κατασκευάσουν πολύπλοκα αντικείμενα.

3. **Σύστημα.** Αποτελείται από πολλές εργαλειομηχανές σε συνδυασμό με αυτοματισμούς που προσδίδουν απόλυτη ευελιξία και κατεργασία όλων των μορφών αντικειμένων.

Τα στοιχεία εκείνα που προσδίδουν **ευελιξία** σ' ένα σύγχρονο μηχανουργείο με εργαλειομηχανές ψηφιακής καθοδήγησης είναι τα εξής:

- Η ακρίβεια, η ποιότητα και η απουσία νεκρών χρόνων (αποθήκη εργαλείων)
- Αυτόματη αντικατάσταση εργαλείων λόγω φθοράς ή θραύσεως
- Η κατεργασία ενώ παράλληλα δένεται το επόμενο τεμάχιο (σύστημα αλλαγής παλλετών).
- Η κατεργασία όσο το δυνατόν περισσότερων επιφανειών (και κατά την κατεργασία και περιστροφής πρόσδεσης).
- Η ποικιλία δυνατοτήτων εκτελέσεως διάφορων εργασιών κοπής (μηχανισμός εναλλαγής εργαλειοδετών).
- Τροφοδότηση συνεχούς ράβδων.
- Περιστροφή 600/700 από οριζόντιο επίπεδο, προσπέλαση στα κοπτικά των εργαλειοδετών, άνεση στην πρόσδεση και στην απομάκρυνση του τεμαχίου, αυτόματη απομάκρυνση γρεζιών.
- Έναν ή δύο πύργους/φορείς, 1 - 2 sec για την εναλλαγή εργαλειοδετών, επιτρέπει την περιστροφική κίνηση άρα μπορώ να πετύχω τórνευση, φρεζάρισμα, τρυπάνισμα και σπείρωμα εκτός κέντρων κ.α.
- Πλήρης αλλαγή εργαλειοφορέων από αποθήκη.
- Αυτόματη διακίνηση τεμαχίων, αυτόματη αλλαγή τσόκ.
- Διαγνωστικό έλεγχο βλαβών

Έλεγχο και αυτόματη ρύθμιση κατά την διάρκεια της κοπής / κατεργασίας.



Σχήμα. α) Ένα CNC οριζόντιο κέντρο κατεργασίας με σύστημα αυτόματης αλλαγής εργαλείων. β) Αυτόματη αλλαγή εργαλείων με ρομποτικό βραχίονα. Η συσκευή τροφοδοτείται από μία [αλυσίδα εργαλείων](#), με περισσότερα από 80 εργαλεία.

Αυτόματο Εργοστάσιο

Η συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα στη λήψη αποφάσεων και στην καθοδήγηση μειώνεται ακόμα περισσότερο από ότι στα FMS.

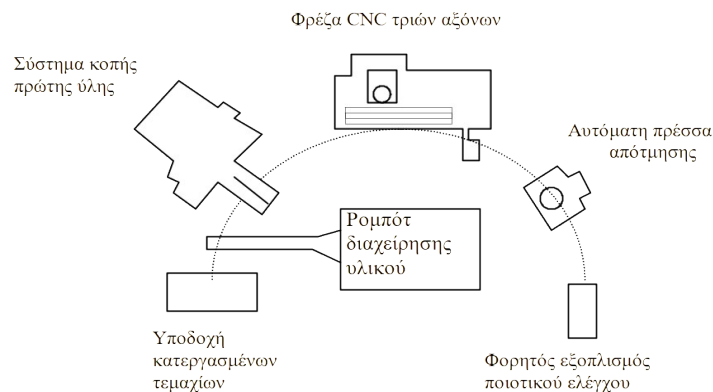
Η διαδικασία λήψης αποφάσεων γίνεται από υπερυπολογιστές που διαχειρίζονται εξελιγμένα λογισμικά συστήματα, ενώ η καθοδήγηση γίνεται ολοένα και πιο αυτοματοποιημένη με την συνεχόμενη εξέλιξη των ρομποτικών συστημάτων σε συνεργασία με τα υπόλοιπα συστήματα αυτοματισμών που συναντάμε και στα FMS. Για να δούμε ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των διατάξεων:

Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης ενός ρομπότ είναι η πολυμορφία και η ικανότητα προσαρμογής, τα οποία όμως είναι αποτελεσματικά μόνο με την αλλαγή στρατηγικής στην παραγωγή.

Ως προς την ευελιξία της παραγωγικής μονάδας η χρήση ενός ρομπότ θα μπορούσε να έχει τα εξής

κέρδη:

- α) Ο μικρότερος χρόνος προσαρμογής σε αλλαγές της μονάδας και οι μεταβολές του σχεδιασμού ενός προϊόντος.
- β) Η ευκολότερη αντιμετώπιση των αλλαγών αυτών.
- γ) Η αντίσταση στην παλαίωση με ταυτόχρονη ενθάρρυνση ανανεωτικών αλλαγών.
- δ) Η ικανότητα λειτουργίας υπό ασυνήθιστους προσανατολισμούς, όπως με προσάρτηση στην οροφή ή στον τοίχο.
- ε) Επίσης μπορούν να κάνουν επαναληπτικές εργασίες ακούραστα χωρίς μείωση της ποιότητας και να παρέχουν ασφάλεια εργασίας (Σχήμα 6).
- ζ) Εργασίες με σημαντικά χαμηλό κόστος (50% - 75% μείωση σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο.)



Σχήμα 6. Ρομπότ σε επαναληπτική εργασία

Τα μειονεκτήματα των ρομπότ σε σχέση με την μείωση της ευελιξίας εντοπίζονται στα εξής σημεία:

- α) Έλλειψη ικανότητας λήψης λογικών αποφάσεων.
- β) Δυσκολία στον προγραμματισμό ανάλογα με την εφαρμογή.
- γ) Απλές λειτουργίες ελέγχου δεν προσαρμόζονται στις αλλαγές των παραμέτρων του περιβάλλοντος.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εργαλειομηχανών ψηφιακής καθοδήγησης

Τα **πλεονεκτήματα** της σύγχρονης αυτής τεχνολογίας συνοπτικά είναι τα εξής:

1. Μείωση αστοχιών λόγω υψηλής ακρίβειας και βελτίωση της επαναληψιμότητας της κατεργασίας.
2. Μείωση δεσμιμάτων και κατασκευή σύνθετων γεωμετριών λόγω ταυτόχρονης κίνησης σε τουλάχιστον 3 άξονες.
3. Μείωση νεκρών χρόνων λόγω αύξησης της αυτοματοποίησης.
4. Προγραμματισμός παραγωγής λόγω προκαθορισμένου χρόνου κατεργασίας.
5. Βελτίωση της ασφάλειας εργασίας.
6. Βελτίωση ανταγωνιστικότητας με τη μείωση του κόστους παραγωγής και της ταυτόχρονης βελτίωσης της ποιότητας.

Δεν θα μπορούσαν να μην έχουν και τα **μειονεκτήματά** τους που όμως παρουσιάζονται κυρίως σε επίπεδο μικρών μηχανουργείων, παραδοσιακού τρόπου λειτουργίας:

1. Μεγάλο κόστος αγοράς.
2. Σημαντικό κόστος συντήρησης.
3. Εξειδικευμένο & εκπαιδευμένο προσωπικό.

4. Ριζικές αλλαγές στην οργάνωση παραδοσιακού μηχανουργείου που θέλει να εξελιχθεί.

Η φιλοσοφία λειτουργία τους έως σήμερα

Στις παραδοσιακές εργαλειομηχανές ο τεχνίτης, με βάση τα τεχνικά σχέδια, τοποθετεί το τεμάχιο στη μηχανή, τη ρυθμίζει, τη θέτει σε λειτουργία και τέλος ελέγχει το αποτέλεσμα.

Στις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές το πρόγραμμα εργασίας μεταβιβάζεται στη μηχανή μέσω ενός συνδεδεμένου Η/Υ ή απευθείας με πληκτρολόγηση στην μονάδα της ίδιας της εργαλειομηχανής. Με αυτόν τον τρόπο, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο προγραμματιστής-χειριστής μπορεί να ελέγχει διαδοχικά το πρόγραμμά του μέσω κοπής στο κενό ή με τη βοήθεια προσομοιωτών, μειώνονται αισθητά οι πιθανότητες λαθών και ο χρόνος προετοιμασίας της εργαλειομηχανής.

Με την ανάπτυξη συστημάτων CAD/CAM μειώνεται ο προγραμματισμός και χρησιμοποιείται μόνο για παρεμβάσεις και όχι ως μια ολοκληρωμένη διαδικασία.

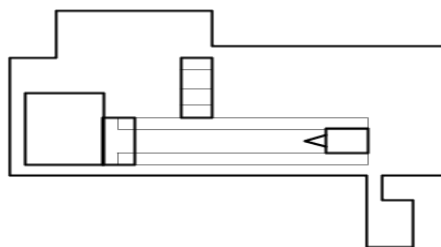
Προγραμματισμός εργαλειομηχανών ψηφιακής καθοδήγησης

Συμβατικός τύπος προγραμματισμού (Conventional)

Ο συμβατικός προγραμματισμός γενικά έχει το νόημα του παλαιού τρόπου προγραμματισμού δηλαδή σε κώδικα ή αλλιώς γλώσσα μηχανής. Η γλώσσα βασίζεται σε EIA/ISO codes δηλαδή σε G και M εντολές (numerical control), οι οποίοι μετατρέπονται από τη μονάδα ελέγχου σε παλμούς.

Αυτή η γλώσσα προγραμματισμού χρησιμοποιήθηκε στα πρώτης γενιάς CNC. Η εμφάνισή τους έγινε γύρω στα 1948 και τουλάχιστον για 10 χρόνια τα CNC προγραμματίζονταν από τους χειριστές τους, οι οποίοι είχαν και όλη την ευθύνη του υπολογισμού των συντεταγμένων των σημείων. Επειδή όμως αυτή η γλώσσα παρέχει μόνο τις βασικές εντολές για τις κινήσεις της εργαλειομηχανής με το πέρας του

*Προγραμματισμός σε γλώσσα
μηχανής από το χειριστή της
εργαλειομηχανής*



Σχήμα 1. Συμβατικός προγραμματισμός με CNC 1^{ης} γενιάς

χρόνου οι κατασκευαστές εργαλειομηχανών πρόσθεσαν εντολές G και M που έκριναν ότι αυτές θα απλοποιούσαν την εργασία του χειριστή. Ένα άλλο μειονέκτημα του συμβατικού τύπου προγραμματισμού, ως αποτέλεσμα του προηγούμενου είναι ότι δημιουργούνται μεγάλα προγράμματα.

Επέκταση της γλώσσας μηχανής είναι η APT η οποία εμφανίστηκε το 1958 στην Αμερική. Είναι φιλική απέναντι στον προγραμματιστή αφού μπορεί να προγραμματίζει ο χειριστής με λέξεις κατανοητές.

Π.χ. στη γλώσσα μηχανής το G01 περιγράφει τη γραμμική κίνηση, ενώ στην APT αυτό γίνεται με την γραφή της λέξης LINE η οποία μπορεί να είναι κατανοητή απ' όλους.

Η γλώσσα μηχανής χρησιμοποιείται απ' όλες τις εργαλειομηχανές ανεξαρτήτως κατασκευαστή.

Διαλογικός τύπος προγραμματισμού (Conversational)

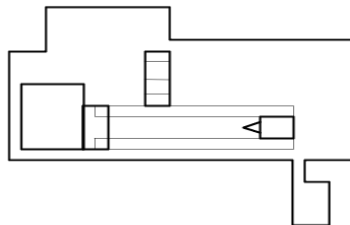
Διαλογικός τύπος προγραμματισμού σημαίνει ο προγραμματισμός της εργαλειομηχανής με μορφή διαλόγου δηλαδή η διεπαφή (interface) μεταξύ των κινήσεων της εργαλειομηχανής, της γλώσσα μηχανής και του προγραμματιστή / χειριστή. Η μετάβαση από τον συμβατικό τύπο προγραμματισμού στον διαλογικό έγινε ομαλά μέσω γλωσσών ανωτέρου προγραμματισμού όπως APT, ADAPT κ.λ.π.

Είναι ένα πρόγραμμα σε υπολογιστή το οποίο μπορεί μέσω του διαλόγου να πετύχει κατεργασίες όπως φρεζάρισμα, διανοίξεις οπών, Boring, κοπή σπειρώματος, φρεζάρισμα κοιλοτήτων με αποφυγή νησίδων, κύκλους και τόξα. Επίσης, μπορεί να δημιουργήσει γεωμετρικά στοιχεία όπως ελλείψεις, splines, τόξα και εφαπτόμενες γραμμές. Επιπλέον, επιτρέπει την προσομοίωση της διαδρομής των

*Προγραμματισμός με διάλογο
πάνω στην εργαλειομηχανή*

Μετατροπή Output File από
Post Processor σε γλώσσα
μηχανής

Διατήρηση της γλώσσας
μηχανής για παλαιούς χειριστές



Σχήμα 2. Διαλογικός προγραμματισμός με CNC 2^{ης} γενιάς

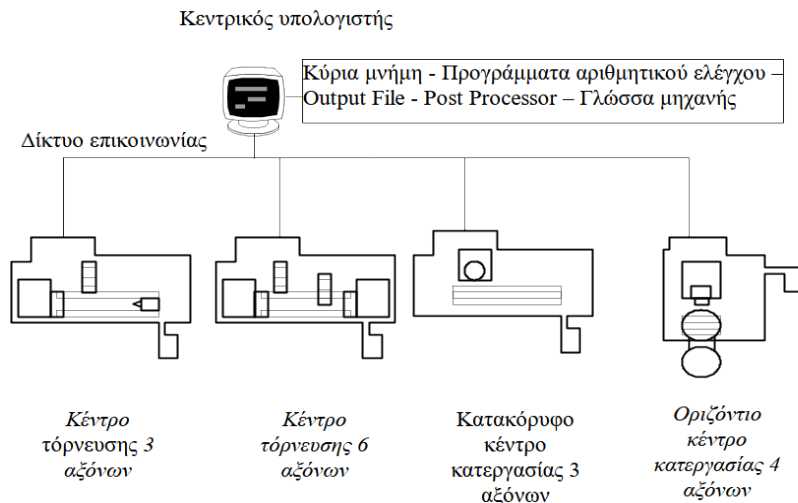
κοπτικών εργαλείων και υπολογίζει τις συνθήκες κοπής αρκεί να γνωρίζει βασικά στοιχεία όπως πρόωση, στροφές, γεωμετρικά στοιχεία εργαλείων, θέσεις τεμαχίων, αρχεία σφαλμάτων και μηνυμάτων και, τέλος, αρχείο με παραμέτρους. Ο προγραμματισμός γίνεται με ερωτήσεις από τον Η/Υ και απαντήσεις / δεδομένα που εισάγει ο χρήστης συνεπώς δεν χρειάζεται άριστα εξειδικευμένο προσωπικό. Μία ακόμα ευκολία που παρέχεται στον προγραμματιστή είναι η αντιστάθμιση της διαμέτρου (radius compensation) του κοπτικού εργαλείου γίνεται με βάση τη διάμετρο του κοπτικού από τη βιβλιοθήκη των εργαλείων (Tool library) και υπολογίζει τις νέες αντισταθμισμένες θέσεις του κέντρου του κοπτικού κατά τη διαδικασία κοπής.

Το βασικό μειονέκτημα είναι η αδυναμία προγραμματισμού πολύπλοκων αντικειμένων, οπότε αναγκαστικά επιστρέφουμε στη γλώσσα μηχανής ή σε κάποια άλλη όπως η APT.

Συστημικός προγραμματισμός (Systemic Programming)

Συστημικός προγραμματισμός είναι η σύνδεση πολλών εργαλειομηχανών με τη βοήθεια καλωδίου (RS232) μ' ένα κεντρικό υπολογιστή ο οποίος λειτουργεί ως ένα σύστημα επίβλεψης.

Αυτός ο τρόπος προγραμματισμού περιλαμβάνει τα συστήματα CAD/CAM. Στο CAD σχεδιάζεται το τεμάχιο προς κατεργασία, στη συνέχεια το CAM μετατρέπει το σχέδιο σε OUTPUT FILE ανάλογο όπως θα μετατρέπονταν αν αντί για σχέδιο είχα προγραμματίσει σε γλώσσα APT. Αφού τελειώσει και αυτό το στάδιο το output file μετατρέπεται μέσω κατάλληλου μετεπεξεργαστή (Post Processor) σε γλώσσα μηχανής EIA/ISO. Μετά και από αυτό το στάδιο μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή μεταφορά του προγράμματος στο CNC.



Σχήμα 3. Ένα παράδειγμα συστήματος CAD/CAM.

Τα πλεονεκτήματα του συστημικού προγραμματισμού είναι τα ακόλουθα:

- Διαθέτει την ικανότητα επεξεργασίας πολύπλοκων αντικειμένων
- Έχει την δυνατότητα ελέγχου πριν την κατεργασία με προσομοίωση άρα καταργεί την πιθανότητα λάθους.
- Ο προγραμματισμός γίνεται στο γραφείο και όχι στον χώρο παραγωγής.

Τα μειονεκτήματα του είναι:

- Μεγάλο κόστος αγοράς σε σχέση με τις δυνατότητες της ελληνικής αγοράς.
- Η δημιουργία του Post Processor γίνεται μόνο με παραγγελία σε εταιρίες που εξειδικεύονται σ' αυτό το τομέα. Αυτό συμβαίνει επειδή όπως προαναφέρθηκε ο κάθε κατασκευαστής κάνει αλλαγές στη γλώσσα μηχανής για να καλύψει ειδικές ανάγκες.
- Στον ελλαδικό χώρο υπάρχει πρόβλημα στην απόσβεση του υψηλού κόστους ενός CAD/CAM συστήματος λόγω έλλειψης κατάλληλης υποδομής π.χ. έλλειψη θεωρητικής κατάρτισης των χρηστών και αδυναμία της ελληνικής βιομηχανίας να χαράξει μακροπρόθεσμα αναπτυξιακά επενδυτικά προγράμματα.

Η εφαρμογή του συστημικού προγραμματισμού μπορούμε να πούμε ότι ευνόησε την ανάπτυξη των DNC συστημάτων (άμεσα ελεγχόμενες μηχανές on line με τον κεντρικό Η/Υ).

Επίσης η αγορά CAD/CAM συστήματος συνιστάται να είναι της ίδιας εταιρίας επειδή έχουν παρατηρηθεί προβλήματα στην επικοινωνία π.χ. του AUTOCAD με διάφορα συστήματα CAM.

Παράρτημα

Τεχνολογία	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα
1 C.A.D.	Με την έννοια C.A.D. (Computer Aided Design) εννοούμε τον σχεδιασμό κατασκευών με τη βοήθεια ενός υπολογιστή και του κατάλληλου σχεδιαστικού λογισμικού (software). Με τη στενή του έννοια ο όρος CAD περιορίζεται στη γεωμετρική μοντελοποίηση (2-D ή 3-D), ενώ με την ευρεία του έννοια και με την εξέλιξη των συστημάτων C.A.D. περιλαμβάνει και το τμήμα της μελέτης, του υπολογισμού, καθώς και την εκπόνηση σχεδίων.	Αύξηση της αποτελεσματικότητας και της παραγωγικότητας της διαδικασίας σχεδιασμού, δημιουργώντας εύκολα, ακριβή και μετατρέψιμα σχέδια ή γραφικά, εκτελώντας πολύπλοκους σχεδιαστικούς υπολογισμούς και ανάλυση με εκπληκτικά μεγάλες ταχύτητες και αποθηκεύοντας τα αποτελέσματα σε μορφή που εύκολα ανακαλούνται.
2 C.A.M.	Με τον όρο Αυτοματισμός των Διαδικασιών Παραγωγής (Computer Aided Manufacturing) εννοούμε το σύνολο των συστημάτων τα οποία εξασφαλίζουν την αυτόματη λειτουργία των μηχανημάτων της βιομηχανικής παραγωγής. Τέτοια συστήματα είναι τα εξής: ◊ Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου (PLC, inverters, converters, PID control devices). ◊ Συστήματα Συλλογής και Επεξεργασίας Βιομηχανικών δεδομένων (FDA) ◊ Robots. ◊ Αυτόματες Εργαλειομηχανές (NC, CNC, DNC) ◊ Συστήματα Διακίνησης Υλικών (Materials Handling Systems) ◊ Ευέλικτα Συστήματα Παραγωγής (FMS)	• Η αλληλεπιδραστική καταχώρηση. • Απεικόνιση με γραφικά. • Λιγότεροι υπολογισμοί. • Αυτόματες συνθήκες κατεργασίας.
3 N.C. C.N.C. D.N.C.	Μία εργαλειομηχανή θεωρείται αριθμητικά ελεγχόμενη (Numerically Controlled) όταν περιέχει λογικά κυκλώματα που μπορούν να της δώσουν κίνηση σύμφωνα με εντολές (αριθμητικές) που δίνονται σ' αυτή διαμέσου διάτρητης ταινίας ή δισκέτας. Ο Αριθμητικός Έλεγχος μέσω Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (Computer Numerical Control) είναι μία διαδικασία η οποία με τη βοήθεια Η/Υ και μέσω οδηγιών οι οποίες δημιουργούνται από έναν κωδικοποιητή (Post Processor) αποθηκεύονται σε ένα σύστημα μνήμης (ταινία, δισκέτα, σκληρό δίσκο, τσιπ, κτλ) για άμεση ή και για μελλοντική χρήση. Στην περίπτωση των D.N.C. (Direct Numerical Control) μία ομάδα εργαλειομηχανών C.N.C. συνδέεται με έναν κεντρικό υπολογιστή. Ο κεντρικός υπολογιστής με κατάλληλα προγράμματα μπορεί να στέλνει πληροφορίες και εντολές ταυτόχρονα σε μερικές ή όλες τις εργαλειομηχανές με τις οποίες είναι συνδεδεμένος, η εκτέλεση δε των εντολών αυτών γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, ο κεντρικός υπολογιστής μπορεί να κρατάει στατιστικά στοιχεία για το χρόνο και τη διάρκεια απασχόλησης των εργαλειομηχανών για ενημέρωση της διοίκησης.	• Μικρότερος χρόνος προετοιμασίας και εκτέλεσης της κατεργασίας. • Μείωση των σφαλμάτων του χειριστή. • Ευκολία στην αλλαγή του σχεδίου του αντικειμένου. • Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των εργαλείων. • Μείωση του εργατικού κόστους. • Μείωση των σκάρτων τεμαχίων. • Παραγωγή τεμαχίων σύνθετης γεωμετρίας με υψηλή διαστατική ακρίβεια και ποιότητα μορφής. • Βελτίωση της επαναληψιμότητας της κατεργασίας.
4 Robot	Ρομπότ είναι ένας επαναπρογραμματιζόμενος, πολυλειτουργικός χειριστής, σχεδιασμένος να μεταφέρει υλικά, αντικείμενα, εργαλεία ή ειδικές συσκευές, μέσω μεταβλητών προγραμματιζόμενων κινήσεων, προκειμένου να εκτελέσει διάφορα έργα.	• Ασφάλεια των εργαζομένων. ♦ Επικίνδυνα περιβάλλοντα. * Τοξικά αέρια. * Υψηλές θερμοκρασίες. * Ραδιενέργεια. ♦ Επικίνδυνες εργασίες. * Φόρτωση και εκφόρτωση επικίνδυνων εργαλείων.

		• Υψηλότερη παραγωγικότητα. ♦ 24-ωρη λειτουργία. ♦ Υψηλότερη ταχύτητα λειτουργίας στις περισσότερες εφαρμογές. ♦ Λιγότερα σφάλματα που έχουν σαν αποτέλεσμα λιγότερα απορριπτέα κομμάτια ή κατεστραμμένες μηχανές. ♦ Ομοιόμορφη ποιότητα των παραγομένων προϊόντων. • Ευελιξία παραγωγικής μονάδας. ♦ Μικρότερος χρόνος προσαρμογής σε αλλαγές της μονάδας. ♦ Ευκολότερη αντιμετώπιση των αλλαγών. ♦ Αντίσταση στην παλαίωση με ενθάρρυνση ανανεωτικών αλλαγών. ♦ Ικανότητα λειτουργίας υπό ασυνήθιστους προσανατολισμούς, όπως με προσάρτηση στην οροφή ή στον τοίχο. • Δυνατότητα εργασίας υπό αντίξοες συνθήκες (μη εφικτές από ανθρώπους). ♦ Υποθαλάσσιες και διαστημικές έρευνες/επιδιορθώσεις. ♦ Ηφαίστεια, σήραγγες, κλπ.
5 A.G.V.	Το A.G.V. (Automatic Guided Vehicle) είναι ένα μικρό όχημα σε σχήμα πλατφόρμας το οποίο παίρνει παλέτες και αντικείμενα από ένα σταθμό εργασίας ή από το τραπέζι μιας εργαλειομηχανής και τα μεταφέρει σε κάποιο άλλο σημείο του εργοστασίου. Τα εργαλεία των A.G.V. συστημάτων είναι: ♦ Τα οχήματα (ενέργεια από μπαταρία, χωρίς οδηγό, ικανά να επιλέγουν μόνα το δρομολόγιο τους). ♦ Το σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας. ♦ Ένας κεντρικός υπολογιστής. ♦ Συστήματα οριζόντιας μεταφοράς. ♦ Συστήματα οριζόντιας και κάθετης κίνησης που ρυθμίζεται από υπολογιστή.	Στην ουσία το A.G.V. είναι ένα ευέλικτο σύστημα μεταφοράς και άμεσης πρόσβασης. Η ελευθερία των κινήσεων του, του δίνει την δυνατότητα να έχει πρόσβαση στους σταθμούς εργασίας άμεσα αλλά και με τυχαία σειρά κάτι που είναι δύσκολο ή αδύνατο για άλλες μεθόδους μεταφοράς όπως π.χ. τα βαγονέτα ή οι μεταφορικές ταινίες.
6 G.T.	Η τεχνολογία κατεργασίας ομάδων αντικειμένων (part-families manufacturing) εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1956 στην πρώην Ε.Σ.Σ.Δ. και είναι μια τεχνική και φιλοσοφία για αύξηση της απόδοσης της παραγωγής. Αυτό επιτυγχάνεται με την ομαδοποίηση μιας ποικιλίας αντικειμένων με κοινά γεωμετρικά χαρακτηριστικά (σχήμα, διαστάσεις) ή και σειρά κατεργασιών. Βασική απαίτηση του G.T. είναι η ταξινόμηση σε Group Cell, με τη βοήθεια Η/Υ, μέσω της κωδικοποίησης των αντικειμένων προς κατεργασία, ανάλογα με τα σχεδιαστικά και κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά. Το G.T. θεωρείται πρόδρομος των εύκαμπτων συστημάτων παραγωγής (F.M.S.)	• <i>Μείωση του χρόνου και του κόστους προετοιμασίας</i> της μηχανής για κάθε εργασία. • <i>Μαζική παραγωγή.</i> Αύξηση της μερίδας παραγωγής και υψηλό επίπεδο ποιότητας. • <i>Δυνατότητα για χρησιμοποίηση παραγωγής σε σειρά.</i> Μείωση χρόνου και κόστους διαχείρισης, αποθήκευσης και αναμονής των υλικών. • <i>Διάταξη GT.</i> Απλοποιείται σημαντικά η ροή των προϊόντων και η διαχείριση τους. • <i>Οικονομία.</i> Το GT μειώνει σημαντικά το κόστος παραγωγής.

7 C.I.M.	Ως ενοποιημένη παραγωγή με Η/Υ (Computer Integrated Manufacturing) ορίζεται η χρήση Η/Υ, συστημάτων επικοινωνίας και λογισμικού για τη σχεδίαση, τον συντονισμό, την παρακολούθηση και τον έλεγχο του συνόλου των παραγωγικών διαδικασιών σε μια παραγωγική επιχείρηση. Στο CIM ο Η/Υ και τα συστήματα επικοινωνίας είναι μέσα <i>ενοποίησης των παραγωγικών δραστηριοτήτων</i>, η χρήση κοινών βάσεων δεδομένων <i>ενοποιεί τις πληροφορίες</i> και με τις δύο παραπάνω ενοποιήσεις επιτυγχάνεται η <i>λειτουργική ενοποίηση</i> δηλαδή ο συντονισμός και ο έλεγχος της παραγωγής. Η ενοποιημένη παραγωγή με Η/Υ εξαρτάται από τους εξής παράγοντες: ◊ Την επιχείρηση με το παραγωγικό της περιβάλλον, τους πελάτες της, τους προμηθευτές της. ◊ Την ενοποίηση, που αποσκοπεί στον καλό συγχρονισμό όλων των παραγωγικών πόρων, υλικών και μη. ◊ Οι ανθρώπινοι πόροι, που κατέχουν τον πιο σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία της λειτουργίας του συστήματος. ◊ Οι Η/Υ, το λογισμικό και η επικοινωνία που παρέχουν την υποδομή για την υλοποίηση της ενοποίησης ◊ Την παραγωγή, με όλες της τις δραστηριότητες. Σκοπός της εφαρμογής ενός συστήματος C.I.M. είναι η προσπάθεια μιας επιχείρησης να ανταποκριθεί στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον.	• Παρέχει υποστήριξη για τη λήψη των αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα διαχείρισης και διοίκησης. Τα πλεονεκτήματα του C.I.M. πρέπει να οριστούν κυρίως σε σχέση με τον ανταγωνισμό: • Η μείωση των χρόνων για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την παραγωγή του προϊόντος έχουν ως αποτέλεσμα τη <i>γρήγορη ανταπόκριση του προϊόντος στον πελάτη</i>. • <i>Εύκολος σχεδιασμός</i> του προϊόντος ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς. • Η σωστή σχεδίαση “εισόδου” και “εξόδου” στο παραγωγικό σύστημα έχει ως αποτέλεσμα τον <i>σωστό αριθμό προϊόντων την κατάλληλη στιγμή</i>. • Καλύτερη τελική <i>ποιότητα</i> του προϊόντος λόγω συνεχούς ελέγχου του προϊόντος σε όλα τα στάδια της παραγωγής. • <i>Ανταγωνιστικές τιμές</i> λόγω του οικονομικού σχεδιασμού και ελέγχου του παραγωγικού συστήματος.
8 R.P.T.	Η Τεχνολογία Ταχείας Κατασκευής Πρωτοτύπων (Rapid Prototyping Technology) χρησιμοποιείται για την γρήγορη παραγωγή πρωτοτύπων. Την προηγούμενη δεκαετία ένας μεγάλος αριθμός νέων τεχνολογιών αναπτύχθηκαν με στόχο να δώσουν τη δυνατότητα ώστε η σύλληψη μιας ιδέας να μεταμορφωθεί σε ένα στέρεο πρωτότυπο σε μικρό χρονικό διάστημα. Η μέθοδος κατασκευής πρωτοτύπων κατατάσσεται σε τρεις κατηγορίες: 1. <i>Κατασκευή με αφαίρεση υλικού.</i> Συστήματα στα οποία από την κατεργαζόμενη πρώτη ύλη αφαιρούνται τμήματα μέχρι να αποκτήθει το επιθυμητό σχήμα. 2. <i>Κατασκευή με πρόσθεση υλικού.</i> Το πρωτότυπο δημιουργείται από τη συνένωση σωματιδίων πρώτης ύλης σε στρώσεις. Αυτή η κατηγορία κατατάσσεται σε τρεις υποκατηγορίες σύμφωνα με το είδος του υλικού που χρησιμοποιείται, την κατηγορία των φωτοπολυμερών, των θερμοπλαστικών και των συγκολλούμενων υλών. Τα συστήματα R.P.T. φωτοπολυμερών στερεοποιούν υγρά φωτοπολυμερή, ελέγχοντας την έκθεσή τους σε ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος. Τα συστήματα R.P.T. θερμοπλαστικών λιώνουν στέρεο υλικό το οποίο συνενώνεται με την ψύξη. Τέλος τα συστήματα R.P.T. συγκόλλησης συνενώνουν το υλικό από το οποίο δημιουργούν το πρωτότυπο. 3. <i>Κατασκευή με συμπίεση υλικού.</i> Ημίρρευστο ή υγρό υλικό συμπιέζεται στο επιθυμητό σχήμα και στη συνέχεια σκληρύνεται ή στερεοποιείται.	• Ακρίβεια διαστάσεων. • Γεωμετρικές ανοχές ευθυγραμμίας, επιπεδότητας, κυκλικότητας κλπ. • Δυνατότητα κατασκευής τοιχωμάτων διαφορετικού πάχους. • Δυνατότητα κατασκευής επιφανειών ελεύθερης μορφής. • Δυνατότητα κατασκευής μικρών λεπτομερειών. • Δυνατότητα κατασκευής εσωτερικών και εξωτερικών ραδίων διαφορετικού μεγέθους. • Ακρίβεια κατά μήκος του κομματιού όταν περιέχει επαναλαμβανόμενα χαρακτηριστικά.