



Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΤΕΦ. ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

"ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ"

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Ι. ΓΙΑΝΝΑΚΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΠΑΔΟΥΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΠΑΤΡΑΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	3148
----------------------	------

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή	4
Ιστορία της βιομηχανίας	---
Ορισμός της ρομποτικής	9
Το σύστημα του Ρομπότ	10
Το βασικό σύστημα	---
Μηχανικός βραχίονας	---
Εργαλείο παραγωγής	---
Εξωτερική πηγή ενέργειας	14
Έλεγχος του Ρομπότ	---
Σταθμοί διδασκαλίας	17
Μερικοί βασικοί όροι	18
Ακρίβεια (Accuracy)	---
Επαναληπτικότητα (Repeatability)	---
Φάκελος εργασίας (Work envelop)	19
Βαθμός ελευθερίας (Degree of Freedom)	---
Προσανατολισμός αξόνων (Orientation Axes)	20
Άξονες θέσης (Position Axes)	---
Σημείο κεντραρίσματος εργαλείου (Tool Center Point)	---
Συντεταγμένες χώρου εργασίας (Work Cell Coordinates)	21
Ταχύτητα (Velocity)	22
Φορτίο (Payload)	---
Περίληψη	---

Κεφάλαιο 2^ο

Ταξινόμηση Ρομπότ	24
Γεωμετρία Ρομποτικού βραχίονα	---
Ανάλυση φακέλου εργασίας από συστήματα συντεταγμένων	25
Ευθύγραμμο σύστημα συντεταγμένων	26
Κυλινδρικά συστήματα συντεταγμένων	28
Ρομπότ σφαιρικών συντεταγμένων	32
Συστήματα αρθρωμένων-σφαιρικών συντεταγμένων	35
Πηγές ενέργειας	36
Υδραυλικός οδηγός	37
Πνευματικός οδηγός	38
Ηλεκτρικός οδηγός	39
Περιοχές εφαρμογών	41

Συναρμολόγηση	42
Μη συναρμολόγηση	44
Τεχνικές ελέγχου	---
Σύστημα κλειστού βρόγχου (closed - loop)	46
Σύστημα ανοιχτού βρόγχου (open - loop)	---
Έλεγχος διαδρομής (Path control)	49
Stop – to – Stop	52
Point – to – Point	---
Controlled Path (Ελεγχόμενη διαδρομή)	57
Συνεχής διαδρομή	---
Νοημοσύνη ελεγκτή	59
Περίληψη	---


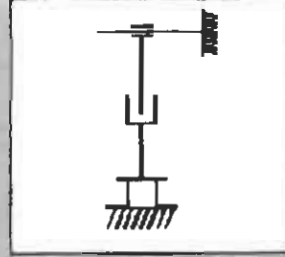

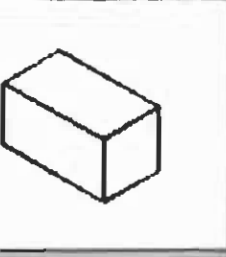

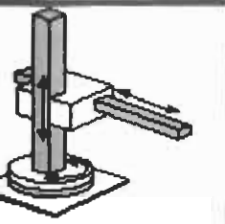
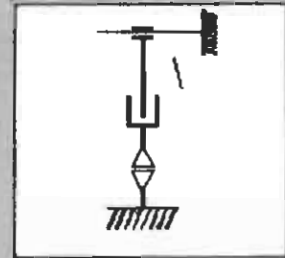



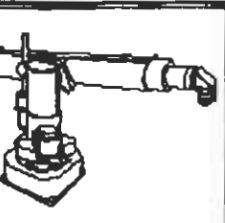
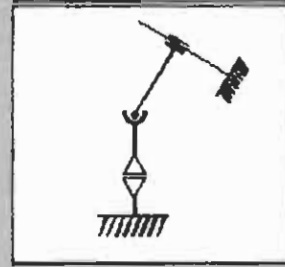



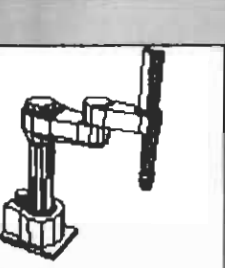
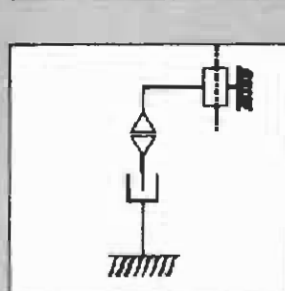

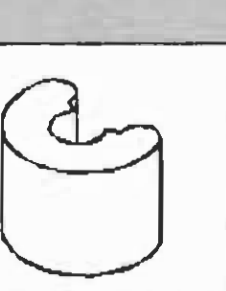


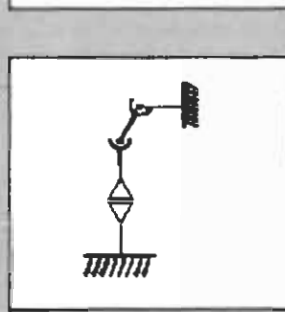

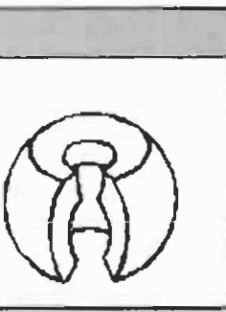

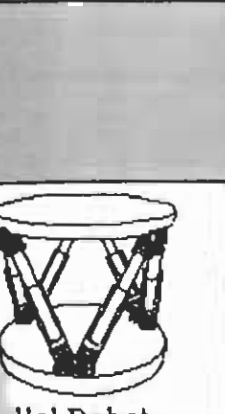
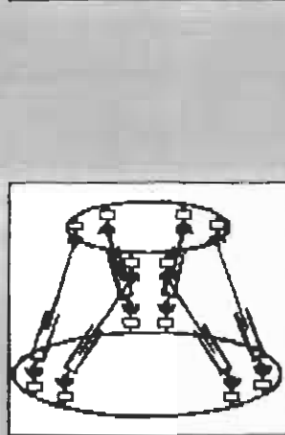


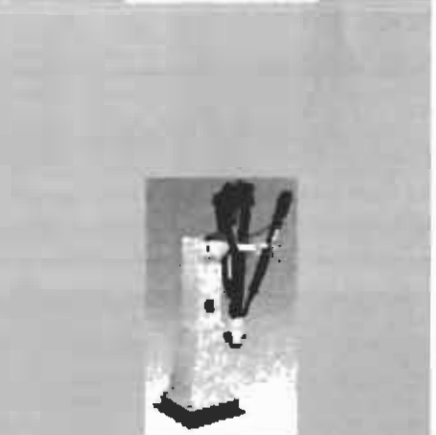
Κεφάλαιο 3^ο

Προγραμματισμός του Ρομπότ	61
Ανάπτυξη της γλώσσας των Ρομπότ	62
Ταξινόμηση της γλώσσας	63
Γλώσσες ελέγχου συνδέσμων	64
Γλώσσες πρωταρχικής κίνησης	65
Δομημένες γλώσσες προγραμματισμού	66
Γλώσσες κατευθυνόμενων εργασιών (Task-Oriented-Languages)	67
Sample programs (προγράμματα - παραδείγματα)	69
Γλώσσα T3	---
Διαδικασία T3	70
T3 εντολές	73
Σήματα Input – Output	74
Λειτουργίες ακολουθίας	75
Ανάλυση προγράμματος	76
Περίληψη	81

Κεφάλαιο 4^ο

Περιγραφή χαρακτηριστικών Βιομηχανικών Ρομπότ	83
Προγράμματα – εφαρμογές και αποτελέσματα	---
IBM 7535 ROBOT	---
Υποδείξεις προγραμματισμού	---
Ασφάλεια	84
GRYPHON ROBOT	87
Περιγραφή	---
PUMA ROBOT	88
Υποδείξεις προγραμματισμού	---

Πρόγραμμα 1	90
Πρόγραμμα 2	98
Πρόγραμμα 3	105
Αποτελέσματα	109
Πρόγραμμα 4	111
Συμπεράσματα	113
Μελέτη για την επιλογή κατάλληλου για μια εργασία ρομπότ	114
Εισαγωγή	----
Αντικείμενο	----
Εισαγωγή στο Ρομπότ Reflex	116
Προδιαγραφές του ρομπότ	----
Υπολογισμός του ρυθμού τροφοδότησης των αντικειμένων	118
Πρόταση για παλέτα/ κάδο/ στοίβη	119
Επιλογή του ρομπότ	120
Κόστος του χώρου του ρομπότ	----
Κόστος κοπής του κάθε πάνελ	121
Συμπεράσματα	----
Μελέτη κατασκευής πειραματικού ρομπότ	121
Η αράχνη	----
Παράσταση	122
Όρια	123
Κατασκευή της αράχνης	124
Τι εγκεφάλος	125
Παρατήρηση βάρους	126
Προγραμματισμός του εγκεφάλου της αράχνης	----
Ο προγραμματιστής S12	127
Αρμονία	128
Πληροφορίες από έναν χρήστη του προγράμματος	----
Ήχος	131
Εύρεση κατεύθυνσης	132
Διαγράμματα κυκλωμάτων	133
Μέτρηση απόστασης	135
Αποτελέσματα	----
Λογισμικό (Software)	139
Λαμβανόμενα μηνύματα	140
Πολλαπλές επικοινωνίες της αράχνης	141
Υπέρυθρο ραντάρ	----
Μεταδότης	143
Όραση	144
Κινητήρες	----
Μια άλλη αράχνη	150
Βιβλιογραφία	151

Robot Principle	Kinematic structure	Axes	Workspace	Examples Photo
 <p data-bbox="15 313 241 358">Cartesian Robot</p>				
 <p data-bbox="15 582 241 616">Cylindrical Robot</p>				
 <p data-bbox="15 840 241 884">Spherical Robot</p>				
 <p data-bbox="15 1153 241 1176">SCARA Robot</p>				
 <p data-bbox="15 1456 241 1489">Articulated Robot</p>				
 <p data-bbox="15 1904 241 1926">Parallel Robot</p>				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εισαγωγή μιας νέας τεχνολογίας στις βιομηχανικές χώρες προκάλεσε αλλαγές σε όλη την διάρκεια της κοινωνικής δομής της κάθε χώρας στον κόσμο. Η φύση και ο βαθμός αυτών των αλλαγών είναι ανάλογος με τα αποτελέσματα που έχει η νέα τεχνολογία επάνω στην παραγωγή των αγαθών και υπηρεσιών. Η τεχνολογία στην γεωργία, για παράδειγμα, προκάλεσε στη βιομηχανική παραγωγή τροφής την αλλαγή από ένα εργάτη στο 80% του πληθυσμού το 1890 σε ένα εργάτη στο 3% του πληθυσμού το 1983. Υπήρξε μια μείωση του αριθμού των αγροτών αλλά μια αύξηση στον αριθμό εκείνων των δουλειών που απαιτούνται να υποστηρίξουν το βιομηχανικά αυτοματοποιημένο αγρόκτημα. Κανείς δεν μπορεί να προβλέψει τα αποτελέσματα που τα ρομπότ θα έχουν από την ανάπτυξη τους και έχουν γίνει μια βιομηχανική δύναμη με καλύτερες προδιαγραφές αλλαγής από ότι κάθε βιομηχανική μηχανή στο παρελθόν. Θα μπορέσει η τεχνολογία των ρομπότ να δημιουργήσει περισσότερες δουλειές από αυτές που αντικαθιστά; Τι τύπους εργασιών απαιτούνται από αυτή τη νέα τεχνολογία; Τι ρόλο θα παίζουν τα ρομπότ στο εργοστάσιο του μέλλοντος; Αυτές οι ερωτήσεις και πολλές άλλες χρειάζεται να απαντηθούν πριν η πλήρης έννοια της ρομποτικής γίνει κατανοητή. Το πρώτο βήμα στη πορεία κατανόησης της ιδέας των ρομπότ είναι να κατανοήσουν τις μηχανές.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Μια σύντομη ενημέρωση της ανάπτυξης των ρομπότ είναι σημαντική διότι τοποθετεί της σύγχρονες μηχανές και το ενδιαφέρον για αυτές σε ένα ιστορικό πλαίσιο. Η ακόλουθη λίστα ημερομηνιών τονίζει την ανάπτυξη των αυτόματων μηχανών οι οποίες οδηγούν στην ανάπτυξη των βιομηχανικών ρομπότ τα οποία είναι διαθέσιμα στην αγορά.

- 1801** Ο Joseph Jacquard εφεύρε μια μηχανή ύφανσης η οποία λειτουργεί με διάτρητη κάρτα. Η μηχανή αυτή αποκαλείται προγραμματιζόμενο εργαλείο και χρησιμοποιείται για μαζική παραγωγή.
- 1830** Ο Αμερικανός Christofer Spencer σχεδίασε έναν τόρνο αξονικού χειρισμού.
- 1892** Στις Η.Π.Α ο Seward Babbitt σχεδίασε έναν γερανό αρπάγης με μοτέρ για να αφαιρεί ράβδους από φούρνο καύσης.

- 1921** Η πρώτη παραπομπή στη λέξη ρομπότ εμφανίζεται σε ένα θεατρικό έργο στο Λονδίνο. Το έργο γραμμένο από τον Τσεχοσλοβάκο Karel Čapek, συστήνει την λέξη από την Τσέχικη ρομπότα, η οποία σημαίνει δουλειά ή μια δουλική εργασία. Από εκεί αρχίζει η ιδέα της ονομασίας του ρομπότ.
- 1938** Οι Αμερικανοί Willard Pollard και Harold Roselund σχεδίασαν ένα προγραμματιζόμενο μηχανισμό βαψίματος - ψεκασματος για την εταιρία De Vilbiss Company.
- 1946** Ο George Devol εφεύρε μια επαναληπτική συσκευή γενικού σκοπού για τον έλεγχο μηχανών. Η συσκευή χρησιμοποιεί ένα μαγνητικό κύκλωμα εγγραφής. Το ίδιο χρόνο ο υπολογιστής αναδύεται για πρώτη φορά. Οι αμερικανοί επιστήμονες J. Presper Eckert και John Mauchly έφτιαξαν το πρώτο μεγάλο ηλεκτρονικό υπολογιστή ονομαζόμενο E.N.I.A.C στο πανεπιστήμιο της Πενσυλβανίας. Ένας δεύτερος υπολογιστής, ο πρώτος γενικής χρήσης ψηφιακός υπολογιστής, προστέθηκε από τον Whirlwind, λύνοντας έτσι το πρώτο πρόβλημα στο M.I.T.
- 1948** Ο Norbert Wiener, καθηγητής στο M.I.T, δημοσίευσε το Cybernetics ένα βιβλίο το οποίο περιγράφει την ιδέα των επικοινωνιών και ελέγχου στα ηλεκτρονικά, μηχανικά, και βιολογικά συστήματα.
- 1951** Ένας τηλεχειριστής - εφοδιασμένος με αρθρωτό μπράτσο είναι σχεδιασμένος από τον Raymond Goertz, για την επιτροπή ατομικής ενέργειας.
- 1954** Το πρώτο προγραμματιζόμενο ρομπότ σχεδιάστηκε από τον George Devol, ο οποίος κατέχει τον όρο «Παγκόσμια Αυτοματοποίηση». Αργότερα αυτός μικραίνει το παραπάνω σε Unimation, το οποίο γίνεται το όνομα της πρώτης εταιρίας ρομπότ.
- 1959** Η εταιρία Planet εμπορεύεται το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο ρομπότ.
- 1960** Η Unimation αγοράζεται από την Condec Corporation και η ανάπτυξη των ρομποτικών συστημάτων Unimate ξεκινά. Η αμερικανική βιομηχανία μηχανών, αργότερα γνωστή σαν AMF Corporation, αγοράζει ένα ρομπότ, ονομαζόμενο Versatran, σχεδιασμένο από τον Harry Johnson και Veljko Milenkovic.
- 1962** Η General Motors εγκαθιστά το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ στην γραμμή παραγωγής. Το ρομπότ που επιλέχθηκε είναι ένα Unimate.
- 1964** Εργαστήρια έρευνας τεχνητής νοημοσύνης άνοιξαν στο M.I.T., Stanford Research Institute (SRI), Stanford University, και το University of Edinburgh.

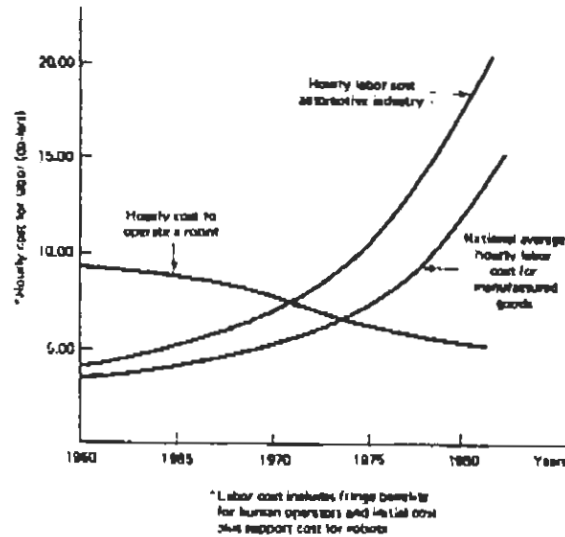
- 1968 Το SRI κατασκευάζει και δοκιμάζει ένα κινητό ρομπότ με ικανότητα όρασης, ονομαζόμενο Shakey.
- 1969 Στο πανεπιστήμιο Stanford ένας ρομποτικός βραχίονας αναπτύσσεται, ο οποίος γίνεται υπόδειγμα για προγράμματα έρευνας. Ο βραχίονας είναι ηλεκτρικά ελεγχόμενος και γίνεται γνωστός σαν βραχίονας Stanford.
- 1973 Ο πρώτος εμπορικά διαθέσιμος ελεγχόμενος-μικροϋπολογιστής βιομηχανικού ρομπότ κατασκευάστηκε από τον Richard Hohn για την Cincinnati Milacron Corporation. Το ρομπότ αυτό ονομάζεται T3, το αποκαλούμενο **“ΤΟ ΑΥΡΙΑΝΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ”**.
- 1974 Ο καθηγητής Scheinman, ο κατασκευαστής του βραχίονα Stanford, σχεδιάζει την Vicarm Inc για την εμπορία μιας έκδοσης του βραχίονα για βιομηχανικές εφαρμογές. Ο καινούργιος βραχίονας ελέγχεται από ένα μικροϋπολογιστή.
- 1976 Οι ρομποτικοί βραχίονες χρησιμοποιηθήκανε στις διαστημικές έρευνες Viking 1 και 2. Η Vicarm Inc. ενσωμάτωσε έναν μικροϋπολογιστή στο σχέδιο Vicarm.
- 1977 Η ASEA, μια ευρωπαϊκή εταιρία ρομπότ, πρόσφερε δυο μεγεθών ηλεκτροκινούμενα βιομηχανικά ρομπότ. Και τα δυο ρομπότ χρησιμοποιούν έναν μικροϋπολογιστή έλεγχου για χειρισμό και προγραμματισμό. Τον ίδιο χρόνο η Unimation αγοράζει την Vicarm Inc.
- 1978 Το ρομπότ PUMA (διεθνής προγραμματιζόμενη μηχανή για συναρμολόγηση) κατασκευάστηκε από την Unimation, από τεχνικούς της Vicarm και με την βοήθεια της General Motors.
- 1980 Η ρομποτική βιομηχανία ξεκινά την ραγδαία ανάπτυξη της, με κάθε νέο ρομπότ που εισάγει η εταιρία στην αγορά κάθε μήνα.

Μια επισκόπηση της ιστορίας αποκαλύπτει ότι τα ρομπότ δεν είναι καινούργια και ότι οι εφαρμογές τους στην λύση βιομηχανικών προβλημάτων επίσης χρονολογείται πίσω στην δεκαετία του 1960. Άλλη μια έκπληξη είναι ότι μηχανικά εξαρτήματα συσκευών που μοιάζουν με ρομπότ χρονολογούνται πίσω στις αρχές αυτού του αιώνα. Με τα ρομπότ και την τεχνολογία τους διαθέσιμα από το 1960, γιατί οι ανεπτυγμένες χώρες περίμεναν μέχρι το 1970 προτού ξεκινήσουν τις κινήσεις τους σε αυτή την κατεύθυνση; Υπάρχουν δυο λόγοι που εξηγούν την ραγδαία εξέλιξη στην ρομποτική διαμέσου της τελευταίας εικοσαετίας.

Ο πρώτος λόγος σχετίζεται με τα οικονομικά και ο δεύτερος με το hardware. Ένας αριθμός από εμπόδια απαγόρευσαν την ραγδαία ανάπτυξη των ρομπότ στις

βιομηχανικές εφαρμογές. Το πρώτο και κύριο εμπόδιο είναι τα οικονομικά. Οι εφαρμογές των ρομπότ θα πρέπει να δικαιολογούνται από μια οικονομική άποψη, που σημαίνει ότι η μηχανή θα πρέπει να αποσβέσει τα έξοδα της σε ένα με δυο χρόνια. Η κύρια εξοικονόμηση που χρησιμοποιείται για να υπολογισθεί το ξεπλήρωμα της βιομηχανίας είναι (το απευθείας και μη) κόστος εργασίας. Αυτό σημαίνει ότι το κόστος της πρόσληψης ενός ανθρώπου χειριστού, ο οποίος θα αντικατασταθεί στον τομέα εργασίας από ένα ρομπότ, είναι το κύριο κέρδος τιμής που προκύπτει από την αγορά ενός ρομπότ. Το κόστος του χειριστού όπως συμπεριλαμβάνει τον βασικό μισθό του απευθείας κόστους εργασίας συν το κόστος των διάφορων οφελών, όπως των διακοπών, την άδεια ασθένειας και την συνταξιοδότηση, τα οποία είναι αθροισμένα κάτω από μη ευθέως κόστος εργασίας. Το 1960 το κόστος λειτουργίας ενός ρομπότ ήταν πάνω από εννέα δολάρια την ώρα, ενώ το συνολικό κόστος ενός ανθρώπου χειριστού ήταν λιγότερο από πέντε δολάρια την ώρα. Όταν αυτές οι τιμές συγκρίθηκαν με ισοδύναμα στοιχεία από το 1982, το παρών πλεονέκτημα της εύκαμπτης αυτοματοποίησης με την μορφή των ρομπότ γίνεται φαινομενικό. Το ωριαίο κόστος εργασίας της αυτοματοποιημένης βιομηχανίας για παράδειγμα έχει αναρριχηθεί παραπάνω από είκοσι δολάρια την ώρα την στιγμή που το ωριαίο κόστος χειρισμού ενός ρομπότ έχει πέσει σε λιγότερα από έξι δολάρια την ώρα. Το μέσο ωριαίο κόστος στις Η.Π.Α για την παραγωγή όλων των ανθεκτικών αγαθών ήταν δεκαπέντε δολάρια. Αυτές οι τιμές φαίνονται στην εικόνα 1-1. Η κύρια αιτία στον διαχωρισμό της κλίμακας μισθών, ανθρώπων χειριστών και ρομπότ ήταν ο πληθωρισμός του 1970. Αν και ένας άνθρωπος χειριστής θα ξεπερνούσε ένα ρομπότ σε πολλές εφαρμογές, η παρούσα έλλειψη ειδικευμένων χειριστών και η αύξηση των μισθών, κυρίως λόγω πληθωρισμού, έδωσε στην βιομηχανία των ρομπότ στην Αμερική μια αιχμή στην αγορά στα τέλη της δεκαετίας του 1970.

Ο δεύτερος παράγοντας που επηρέασε την εμφάνιση της βιομηχανίας των ρομπότ στις Η.Π.Α μετά από είκοσι χρόνια επίπεδης ανάπτυξης, ήταν η ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή ή υπολογιστή πάνω σε ένα τσιπ.



Εικόνα 1-1 Διάγραμμα εργασίας Ρομπότ και ανθρώπου

Τα διαθέσιμα ρομπότ το 1970 είχαν αξιοθαύμαστες ικανότητες, αλλά η ευστροφία τους ωχριά μπροστά στις μηχανές που μέχρι τώρα προσφέρονταν από τους κατασκευαστές των ρομπότ. Η κύρια διαφορά τους δεν ήταν η μηχανική αλλά η ηλεκτρονική πείρα.

Ο μικροεπεξεργαστής ο οποίος κατασκευάστηκε από την Intel Corporation το 1971 έδινε στους κατασκευαστές των ρομπότ μια πηγή φθηνής νοημοσύνη για να ελέγχουν τις μηχανές τους. Ένα από τα πρώτα ελεγχόμενα με υπολογιστή ρομπότ κατασκευάστηκε από την Cincinnati Milacron στις αρχές τις δεκαετίας του 1970. Το μηχάνημα χρησιμοποιούσε έναν απλό μικροϋπολογιστή για να διευθύνει τις κινήσεις του ρομπότ και τον έλεγχο του μέσα στον τομέα εργασίας. Το μηχάνημα είχε καταπληκτικές ικανότητες αλλά το περιόριζε η ταχύτητα του απλού υπολογιστή, ο οποίος είχε να κάνει όλους τους υπολογισμούς. Έτσι η ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή επέτρεψε σε εταιρίες όπως η Cincinnati Milacron να ενσωματώσει πολλούς υπολογιστές στο κοντρόλ το οποίο ελέγχει την κίνηση του ρομποτικού βραχίονα. Η καινούργια κονσόλα τους τώρα είχε μια οικογένεια από μικροϋπολογιστές οι οποίοι λειτουργούσαν ταυτόχρονα για να λύσουν τα πολλά συντρέχοντα προβλήματα που συναντώνται στην κίνηση ενός ρομπότ. Η πρόσθεση νοημοσύνης και της ταχύτητας χειρισμού μαζί με το εγκεκριμένο software στο τρέχον ρομποτικό σύστημα άνοιξε πολλές καινούργιες εφαρμογές που μέχρι τώρα ήταν αδύνατες. Φυσικά η εκρηκτική ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής βιομηχανίας προκάλεσε ισόποση ανάπτυξη και σε πολλές συγγενικές βιομηχανίες. Για την ρομποτική γενικά η ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή ήταν κρίσιμη και ο λόγος που τα ρομπότ αναδύθηκαν μετά από είκοσι χρόνια επίπεδης ανάπτυξης.

Ορισμός της ρομποτικής

Να ορίσεις ένα ρομπότ κατά κάποιο τρόπο γενικά αποδεκτό από όλους τους κατασκευαστές και χρήστες είναι πολύ δύσκολο. Παρόλα αυτά η σημασία ενός καθαρού ορισμού γίνεται απαραίτητη την στιγμή μάλιστα που ο αριθμός των ρομπότ σε λειτουργία σε πολλές χώρες και βιομηχανίες έχουν μετρηθεί και καταγραφεί. Επιπρόσθετα πολλές μηχανές μονού σκοπού, συχνά αποκαλούμενες σκληρού-αυτοματισμού, έχουν πολλά χαρακτηριστικά που τις κάνουν να μοιάζουν με ρομπότ. Χωρίς λοιπόν τον ορισμό, ο αριθμός των αναφερθέντων ρομπότ στην Ιαπωνία θα ήταν συνολικά πάνω από 85.000. Εάν ο ορισμός που καθορίστηκε από την (Society of Manufacturing Engineers) ή (SME) δινόταν σε αυτές τις μηχανές, προσεγγιστικά μόνο 12.000 θα μπορούσαν να θεωρηθούν ρομπότ. Ο ορισμός αναπτύχθηκε από την Robot Institute of America, μια ομάδα που περιέχεται στο (SME) που αποτελείται από τους κατασκευαστές των ρομποτικών εξαρτημάτων, όπως φαίνεται παρακάτω:

Το ρομπότ είναι ένας επαναπρογραμματιζόμενος πολλαπλών λειτουργιών χειριστής ο οποίος σχεδιάστηκε για να μετακινεί (μεταφέρει) υλικά, εξαρτήματα, εργαλεία, ή ειδικές συσκευές με την βοήθεια μεταβλητών προγραμματιζόμενων κινήσεων για την εκτέλεση μιας ποικιλίας εργασιών.

Οι λέξεις κλειδιά είναι επαναπρογραμματιζόμενο και πολλαπλών λειτουργιών, διότι οι περισσότερες μηχανές μονού σκοπού δεν πληρούν αυτά τα δυο στοιχεία. Επαναπρογραμματισμός σημαίνει ότι η μηχανή πρέπει να είναι ικανή να επαναπρογραμματιστεί για να εκτελέσει μια νέα ή διαφορετική εργασία ή να είναι ικανή να αλλάζει στιγμιαία την κίνηση στον βραχίονα ή στο εργαλείο. Πολλαπλών λειτουργιών γιατί δίνει έμφαση στο γεγονός ότι τα ρομπότ πρέπει να είναι ικανά να εκτελούν πολλές διαφορετικές λειτουργίες, εξαρτώμενες από το πρόγραμμα και το τρέχων εργαλείο που χρησιμοποιείται. Μια αλλαγή σε αυτόν τον ορισμό μπορεί να περιγράψει πιο καθαρά την νοημοσύνη των σημερινών ρομπότ όπως φαίνεται παρακάτω:

Το ρομπότ είναι ένας τυφλός ανόητος μονόχειρας ο οποίος δεν μπορεί να μιλήσει, να δει ή να ακούσει.

Παρά την τρομαχτική ικανότητα των τωρινών διαθέσιμων ρομπότ, ακόμα και οι πιο φτωχά προετοιμασμένοι εργάτες ήταν καλύτερα εφοδιασμένοι από ένα ρομπότ για να χειριστούν διάφορες καταστάσεις οι οποίες μπορεί να προκύψουν στον τομέα εργασίας. Οι εργάτες για παράδειγμα, μπορούσαν να καταλάβουν αν είχαν ρίξει ένα εξάρτημα στο πάτωμα ή τότε ένα μηχάνημα τροφοδοσίας εξαρτημάτων ήταν άδειο. Χωρίς λοιπόν ένα πλήθος αισθητήρων το ρομπότ δεν μπορεί να συλλάβει καμία από αυτές τις πληροφορίες, αλλά και ακόμα και με τα πιο εξελιγμένα διαθέσιμα συστήματα αισθητήρων, ένα ρομπότ δεν μπορεί να συγκριθεί με έναν έμπειρο χειριστή. Η σχεδίαση ενός καλά αυτοματοποιημένου χώρου εργασίας χρειάζεται την χρήση περιφερειακών εξαρτημάτων ενσωματωμένα στην κονσόλα χειρισμού του ρομπότ για ακόμα μεγαλύτερη προσέγγιση της ικανότητας αίσθησης ενός ανθρώπου χειριστή.

Το σύστημα του ρομπότ

Προς το παρόν η διαφορά μεταξύ του συστήματος του ρομπότ και του συστήματος στο χώρο εργασίας είναι ξεκάθαρη. Το σύστημα του ρομπότ περιλαμβάνει μόνο το hardware του ρομπότ, ενώ το σύστημα του τομέα εργασίας περιλαμβάνει τα συστατικά του ρομποτικού συστήματος συν όλα τα επιπρόσθετα εξαρτήματα που απαιτούνται για την παραγωγή του προϊόντος. Καθώς οι κατασκευαστές ξεκινούν την ολοκλήρωση του αυτοματισμού των ρομπότ σε αυξανόμενα συστήματα παραγωγής η διάκριση μεταξύ των ρομποτικών συστημάτων και των συστημάτων παραγωγής γίνεται λιγότερο καθαρή. Για παράδειγμα σε πολλούς μελλοντικούς χώρους εργασίας το ρομπότ θα προγραμματίζεται και θα ελέγχεται από ένα σύστημα σχεδίασης με υπολογιστή και συστήματα παραγωγής (CAD / CAM). Αλλιώς το εργαλείο πάνω στο ρομποτικό βραχίονα θα αλλάζει αυτόματα από το σύστημα, εξαρτώμενο από τις ανάγκες της διαδικασίας παραγωγής. Μια μελέτη του βασικού ρομποτικού συστήματος είναι το πιο λογικό μέρος για να ξεκινήσεις έτσι ώστε να καταλάβεις το τωρινό επίπεδο και τις πιθανές μελλοντικές βελτιώσεις.

Το βασικό σύστημα

Ένα βασικό ρομποτικό σύστημα παρουσιάζεται στο διάγραμμα της εικ.1-2. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα μηχανικό βραχίονα ο οποίος στο άκρο του έχει προσαρμοσμένο ένα εργαλείο, μια κονσόλα βασισμένη σε υπολογιστή με προσαρμοσμένο

σταθμό μαθήσεως και συσκευή αποθήκευσης, και μια πηγή πνευματικής ή υδραυλικής ενέργειας.

Μηχανικός βραχίονας

Ο βραχίονας είναι μια μηχανική συσκευή η οποία καθοδηγείτε είτε από ηλεκτρικούς σερβομηχανισμούς, είτε από πνευματικές συσκευές ή υδραυλικούς κινητήρες. Τα κύρια στοιχεία οδήγησης θα είναι είτε γραμμικοί ή περιστροφικοί κινητήρες, βοηθώντας το μηχανικό βραχίονα να αποδώσει είτε γραμμική κίνηση ή περιστροφική κίνηση. Ο συνδυασμός των κινήσεων που περιλαμβάνονται στο βραχίονα θα καθορίσουν τον τύπο της γεωμετρίας του βραχίονα ο οποίος παρουσιάζεται. Οι βασικές γεωμετρίες περιλαμβάνουν πολύγωνα, κυλινδρικά, σφαιρικά και σφαιρικές αρθρώσεις. Η εικόνα 1-3 μας δείχνει ένα μηχανικό βραχίονα σφαιρικών αρθρώσεων στον οποίο φαίνονται όλες οι κινήσεις. Σημείωση ότι όλες οι έξι κινήσεις είναι περιστροφικές και ότι πέντε από τις έξι παράγονται από περιστροφικούς κινητήρες. Η επέκταση του αγκώνα είναι η μόνη περιστροφική κίνηση η οποία παράγεται από παλινδρομικό κινητήρα.

Οι έξι κινήσεις διαχωρίζονται σε δυο ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει την σάρωση του βραχίονα, την στρέψη του ώμου, και την επέκταση του αγκώνα και ονομάζεται κινήσεις θέσης. Με έναν συνδυασμό των τριών αυτών κινήσεων, ο βραχίονας μπορεί να κινηθεί σε οποιαδήποτε απαιτούμενη θέση μέσα στον χώρο εργασίας. Η δεύτερη ομάδα κινήσεων περιλαμβάνει την κλίση, την εκτροπή, κύλιση συνεργαζόμενη με τον καρπό ο οποίος εντοπίζεται στο άκρο του ρομποτικού βραχίονα. Ο συνδυασμός των τριών αυτών κινήσεων ονομάζεται προσανατολισμός, και επιτρέπει στον καρπό να προσανατολίζει την εργαλειοθήκη και το εργαλείο στην σωστή κατεύθυνση εργασίας.

Μια εικόνα του βραχίονα του Cincinnati Milacron T3-566 φαίνεται στη 1-4. Μια πλήρη περιγραφή της γεωμετρίας του βραχίονα και του συστήματος οδήγησης παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 2.

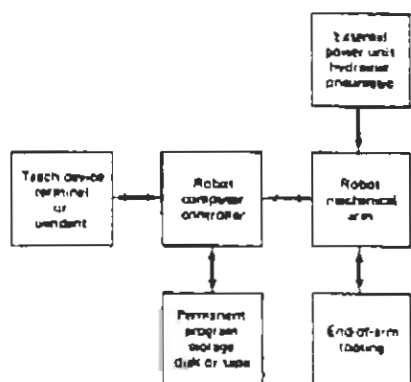
Εργαλείο παραγωγής

Ο ρομποτικός βραχίονας από μόνος του δεν έχει δυνατότητα παραγωγής, αλλά ο ρομποτικός βραχίονας, ο οποίος προσαρμόζεται στην κατεργασία παραγωγής, γίνεται ένα αποτελεσματικό παραγωγικό σύστημα. Τα εργαλεία που θα εκτελέσουν την εργασία, είναι

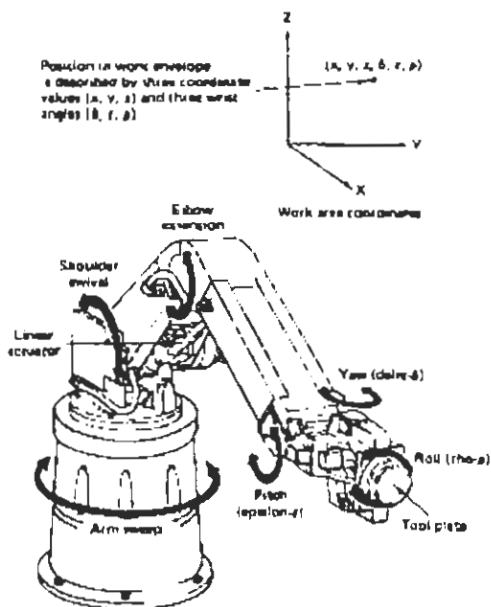
προσαρμοσμένα στο πλατό των εργαλείων (μανέλα) στο άκρο του βραχίονα. Το πλατό των εργαλείων, το οποίο είναι συχνά ένα μέρος του καρπού, φαίνεται στην εικόνα 1-3.

Το εργαλείο αυτό συχνά αναγνωρίζεται από πολλά ονόματα. Ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κατεργασία αυτή γενικά είναι «end – of – arm tooling» ή «end effector». Εάν το εργαλείο είναι ένας μηχανισμός άνοιξε-κλείσε για να αρπάζει εξαρτήματα, είναι γνωστό σε μας σαν gripper. Στην εργασία αυτή οι όροι gripper και end-of-arm tooling θα χρησιμοποιούνται και τα δυο για να περιγράψουν το εργαλείο του ρομποτικού βραχίονα.

Η εικόνα 1-5 μας δείχνει την φωτογραφία μιας αρπάγης Fibro Manta η οποία είναι προσαρμοσμένη στο πλατό εργαλείων ενός βραχίονα Cincinnati Milacron T3-566 από ένα πλατό προσαρμογής.



Εικόνα 1-2 Ρομποτικό σύστημα Basle



Εικόνα 1-3 : Αρθρωμένος-σφαιρικός Μηχανικός Βραχίονας

Εξωτερική πηγή ενέργειας

Οι εξωτερικές πηγές ενέργειας απαιτούνται για να λειτουργούν ένα ρομποτικό σύστημα, συμπεριλαμβάνοντας τον ηλεκτρισμό για το ηλεκτρονικό σύστημα έλεγχου και την υδραυλική ή πνευματική πηγή για να χειριζόμαστε την κίνηση του βραχίονα καθώς και την κίνηση του end-of-arm tooling. Αφού λοιπόν οι περισσότερες αρπάγες λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα και μερικοί βραχίονες χρησιμοποιούν πνευματικές συσκευές για να παρέχουν αυτήν την κίνηση, τότε απαιτείται μια πηγή πεπιεσμένου αέρα για όλα αυτά τα συστήματα. Μεγάλοι ρομποτικοί βραχίονες που χρησιμοποιούν υδραυλικούς ενεργοποιητές για την κίνηση, απαιτούν μια υδραυλική πηγή ενέργειας, και σε μερικές περιπτώσεις μια πηγή πεπιεσμένου αέρα θα ήταν επίσης απαραίτητη για μια αρπάγη. Ένας ηλεκτρονικά οδηγούμενος βραχίονας απαιτεί μόνο μια ηλεκτρική πηγή ενέργειας για την κίνηση, αλλά πολλές φορές χρειάζεται και πεπιεσμένο αέρα για την λειτουργία του εργαλείου.

Το υδραυλικό ρομπότ T3-566 χρησιμοποιεί στην εικόνα 1-6 μια αντλία και ένα δοχείο συγκέντρωσης υγρού για την παραγωγή της απαραίτητης πίεσης ρευστού των 2300 psi για τον χειρισμό του βραχίονα. Επιπρόσθετα υπάρχει ένα πάνελ ενέργειας για έλεγχο της ενέργειας του συστήματος.

Έλεγχος του ρομπότ

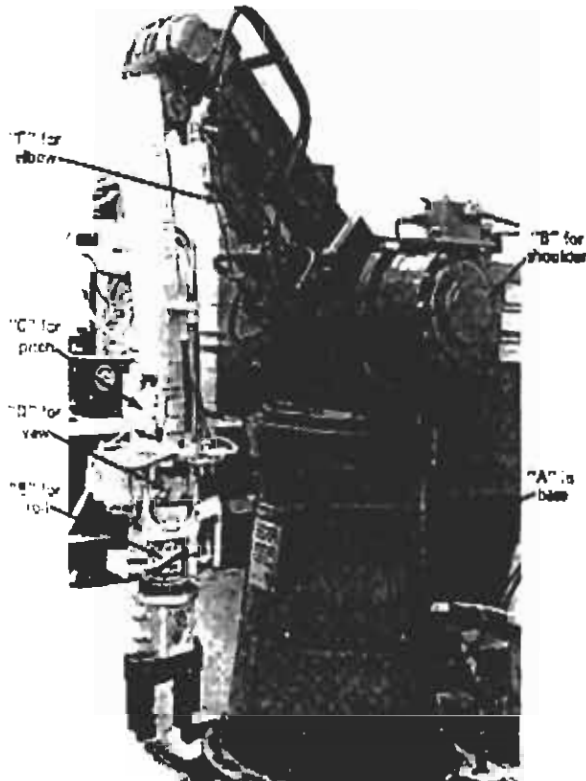
Από όλα τα κατασκευαστικά μέρη ενός ρομποτικού συστήματος, ο έλεγχος του είναι ο πιο δύσκολος και ο πιο πολύπλοκος. Είναι επίσης και η μονάδα με τον μεγαλύτερο βαθμό διαφοροποίησης από τον ένα κατασκευαστή στον άλλο.

Η εικόνα 1-7 είναι ένα διάγραμμα ενός νέου προγράμματος ελέγχου που χρησιμοποιείται σε όλα τα ηλεκτρονικά ρομπότ Cincinnati Milacron, και η εικόνα 1-8 μας δείχνει μια πραγματική μονάδα ελέγχου.

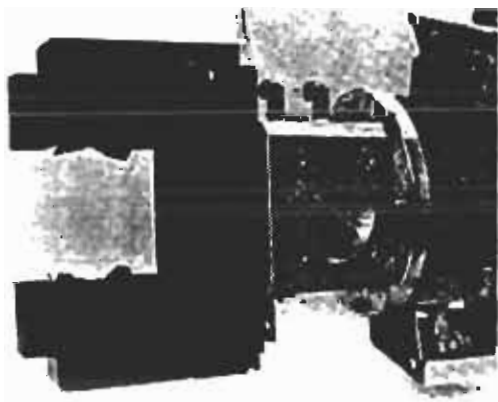
Ο ελεγκτής, βασικά είναι ένας υπολογιστής ειδικών σκοπών, και έχει όλα τα κοινά στοιχεία που μπορεί να υπάρχουν σε έναν υπολογιστή, όπως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU), η μνήμη και οι συσκευές εισόδου και εξόδου.

Αυτός ο συγκεκριμένος ελεγκτής έχει ένα δίκτυο από CPUs, από τα οποία το καθένα έχει διαφορετική ευθύνη μέσα στο σύστημα. Όλο το δίκτυο των CPUs γνωστό σαν ελεγκτής του υπολογιστή, έχουν την κύρια ευθύνη του ελέγχου του ρομποτικού βραχίονα και του χώρου εργασίας στον οποίο λειτουργεί.

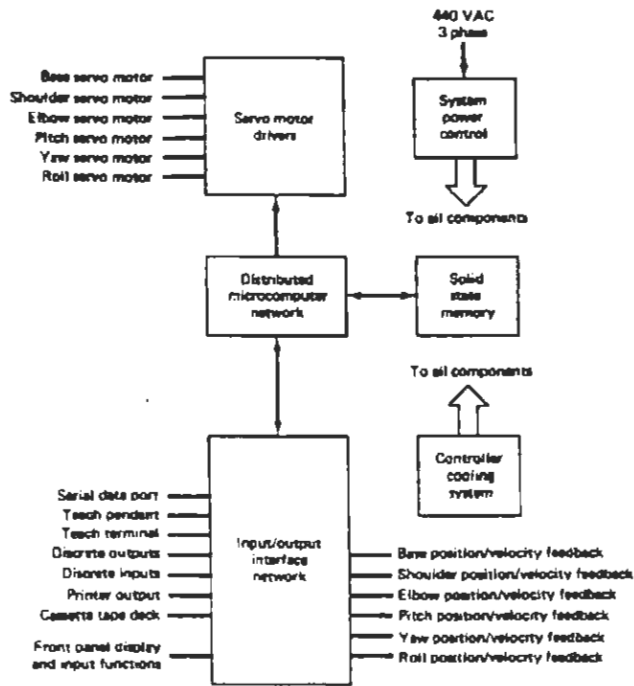
Η εικόνα 1-7 είναι ένα διάγραμμα ενός νέου προγράμματος ελέγχου που χρησιμοποιείται σε όλα τα ηλεκτρονικά ρομπότ Cincinnati Milacron, και η εικόνα 1-8 μας δείχνει μια πραγματική μονάδα ελέγχου.



Εικόνα 1-4 : Μηχανικός βραχίονας Cincinnati Milacron T3-566

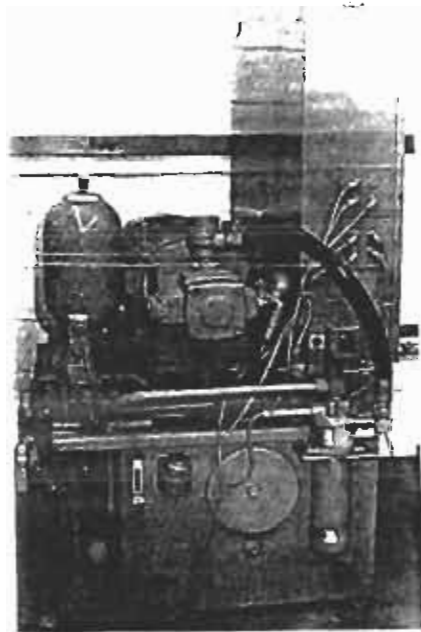


Εικόνα 1-5 : Αρπάγη Fibro Manta



Εικόνα 1-7 : Σχηματικό Διάγραμμα ελεγκτή του ρομπότ

Ο ελεγκτής, βασικά είναι ένας υπολογιστής ειδικών σκοπών, και έχει όλα τα κοινά στοιχεία που μπορεί να υπάρχουν σε έναν υπολογιστή, όπως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU), η μνήμη και οι συσκευές εισόδου και εξόδου.



Εικόνα 1-6 : Υδραυλική μονάδα ενέργειας για το ρομπότ T3-566 Cincinnati Milacron

Αυτός ο συγκεκριμένος ελεγκτής έχει ένα δίκτυο από CPUs, από τα οποία το καθένα έχει διαφορετική ευθύνη μέσα στο σύστημα. Όλο το δίκτυο των CPUs γνωστό σαν ελεγκτής του υπολογιστή, έχουν την κύρια ευθύνη του ελέγχου του ρομποτικού βραχίονα και του χώρου εργασίας στον οποίο λειτουργεί. Ο ελεγκτής παίρνει τροφοδοσία και ταχύτητα από τον βραχίονα στην αρθρωμένη θέση, και αντιδρά με outputs στους σέρβο οδηγούς για να αλλάξει την παρούσα θέση ή ταχύτητα βασισμένος στο πρόγραμμα που είναι καταχωρημένο στην μνήμη του.



Εικόνα 1-8 : Έκδοση 4.0 του ελεγκτή για το ρομπότ T3-726 Cincinnati Milacron

Ο ελεγκτής μπορεί επίσης να επικοινωνεί με άλλους ελεγκτές μηχανών, τους σταθμούς διδασκαλίας, μια μόνιμη συσκευή αποθήκευσης (βλέπε την εικόνα 1-9), και διακεκριμένες συσκευές στον χώρο εργασίας. Το μπροστά πάνελ μας δείχνει ένα σύστημα ελέγχου μονάδων μετρήσεως ενέργειας, είναι ένα τμήμα το οποίο έχει κάθε ελεγκτής. Επιπρόσθετα πολλοί ελεγκτές ψύχονται εσωτερικά από air conditions ή από ανεμιστήρες.

Σταθμοί διδασκαλίας

Οι σταθμοί διδασκαλίας τρεχόντων διαθέσιμων ρομπότ μπορεί να αποτελούνται από τηλεχειριστήρια ή από τερματικά, (βλέπε εικόνα 1-10) ή από ελεγκτές εμπρόσθιου πάνελ (βλέπε εικόνα 1-11). Μερικά ρομπότ επιτρέπουν ένα συνδυασμό αυτών των παραπάνω μονάδων να χρησιμοποιηθούν στον προγραμματισμό των συστημάτων των ρομπότ, καθώς άλλα διαθέτουν μόνο μια μονάδα συστήματος προγραμματισμού.

Οι σταθμοί διδασκαλίας διεκπεραιώνουν τρία αντικείμενα:

1. Ανοίγουν τα ρομπότ και το ετοιμάζουν να προγραμματιστεί.
2. Γράφουν και διδάσκουν προγράμματα των οποίων το αποτέλεσμα είναι λύση διάφορων κατασκευαστικών προβλημάτων και
3. Εκτελούν προγράμματα στην παραγωγή κατά την διάρκεια λειτουργίας.

Η ανάπτυξη ενός προγράμματος περιλαμβάνει την πληκτρολόγηση των εντολών στην γλώσσα του ελεγκτή, και την φυσική κίνηση του ρομποτικού βραχίονα στην επιθυμητή θέση στον χώρο εργασίας, και την καταγραφή αυτής της θέσης στην μνήμη του.

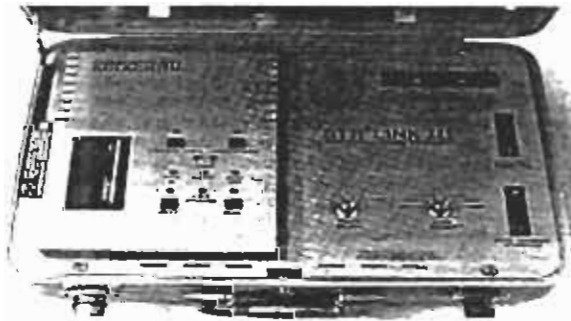


Figure 1-0 Permanent Program Storage



Εικόνα 1-10 : Μονάδα εκμάθησης και εναέριο χειριστήριο για το ρομπότ Cincinnati Milacron T3-726

Μερικοί βασικοί όροι.

Με τη εισαγωγή της κάθε καινούργιας τεχνολογίας, ακολουθεί και ένα λεξιλόγιο το οποίο πρέπει να κατανοηθεί έτσι ώστε να ενημερωθούμε σε αυτό το πεδίο. Η ρομποτική δεν αποτελεί εξαίρεση.

Πολλά από το λεξιλόγιο της ρομποτικής μπορούν να εκμαθηθούν όπως απαιτείται, αλλά μερικοί όροι είναι προαπαιτούμενοι πριν επιπλέον υλικό κατανοηθεί.

Ακρίβεια (Accuracy)

Ακρίβεια είναι ο βαθμός κατά τον οποίο ένας ρομποτικός βραχίονας μπορεί να κινηθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο μέσα στον χώρο εργασίας, όταν οι συντεταγμένες αυτού του σημείου, δίδονται από ένα off-line σταθμό προγραμματισμού.

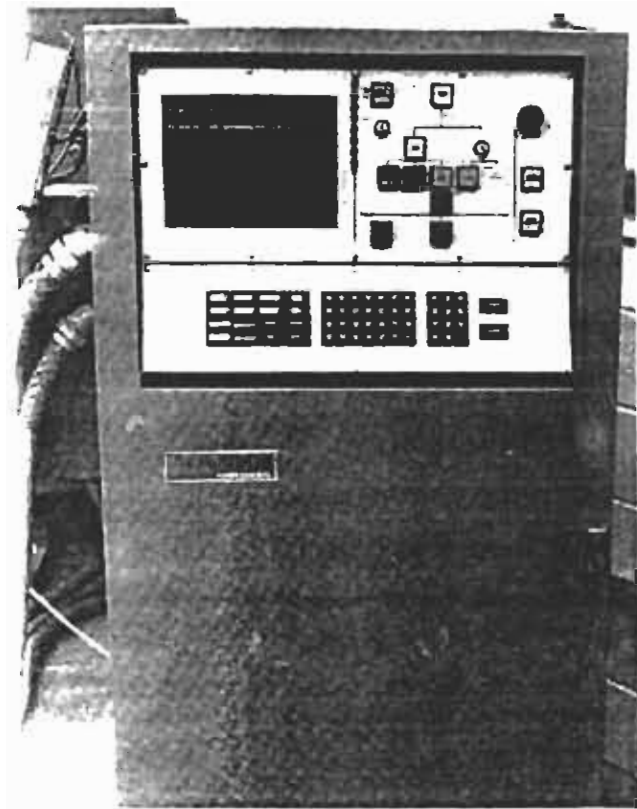
Για παράδειγμα ένα τηλεχειριστήριο μπορεί να συγκεκριμενοποιήσει ότι ο βραχίονας πρέπει να κινηθεί σε ένα σημείο που περιγράφεται σαν $x=50.00$ cm, $y=45.300$ cm, $z=10.01$ cm, $d = 0.00$ deg, $e=90.00$ deg και $r=100.00$ deg. Ο προσδιορισμός της ακρίβειας μας περιγράφει πόσο πολύ προσεγγίζει ο ρομποτικός βραχίονας το επιθυμητό σημείο.

Επαναληπτικότητα (Repeatability)

Επαναληπτικότητα είναι ο βαθμός κατά το οποίο το ρομποτικό σύστημα είναι ικανό να επιστρέφει σε ένα συγκεκριμένο σημείο στον χώρο εργασίας το οποίο έχει μάθει χρησιμοποιώντας το φορητό τερματικό εκμάθησης.

Σε αυτήν την διαδικασία το ρομπότ μαθαίνει το απαιτούμενο σημείο, κινώντας τον βραχίονα στην περιοχή που θέλουμε με το φορητό χειριστήριο και πατώντας το κουμπί του προγραμματιζόμενου σημείου.

Η επαναληπτικότητα μας περιγράφει πόσο κοντά ο ρομποτικός βραχίονας επαναπαράγει το διδαγμένο σημείο σε κάθε κύκλο της εκτέλεσης του προγράμματος.



Εικόνα 1-11: Πρόσοψη κονσόλας του ελεγκτή για το Cincinnati Milacron

Φάκελος εργασίας (Work envelope)

Αυτός ο όρος απευθύνεται στον χώρο στον οποίο ο βραχίονας μπορεί να κινείται. Κάθε μέλος ή εξάρτημα που υπάρχει μέσα σε αυτόν τον χώρο μπορεί να προσεγγιστεί και να πιαστεί από την αρπάγη του ρομπότ. Η εικόνα 1-12 μας δείχνει τον φάκελο εργασίας για ένα ρομπότ σφαιρικής γεωμετρίας.

Βαθμός ελευθερίας (Degree of Freedom)

Κάθε σύνδεσμος ή κινούμενος άξονας στον βραχίονα θεωρείται ότι έχει ένα βαθμό ελευθερίας. Μια μηχανή με έξι κινούμενα σημεία, όπως αυτή στην εικόνα (1-3), είναι ένα ρομπότ με έξι βαθμούς ελευθερίας.

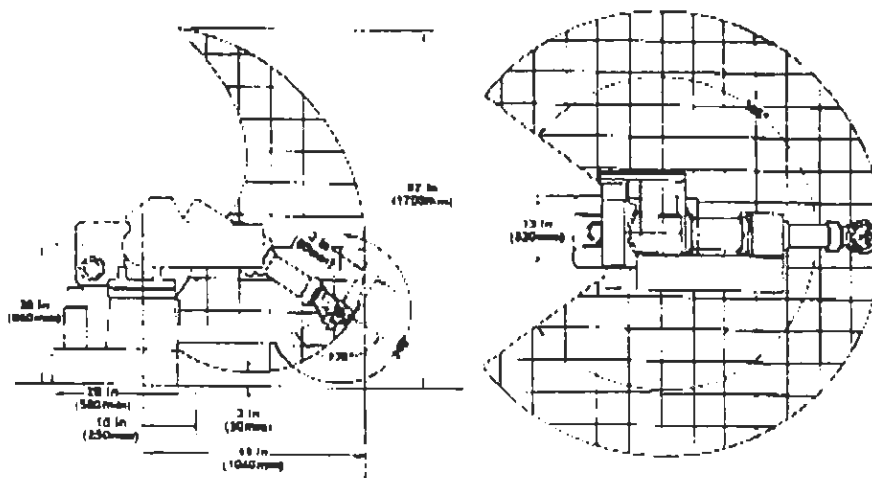
Ο προσανατολισμός του εργαλείου στον καρπό περιλαμβάνει το μέγιστο τρεις βαθμούς ελευθερίας, και έως τέσσερις βαθμούς ελευθερίας χρησιμοποιούνται για την θέση του εργαλείου μέσα στον φάκελο εργασίας.

Προσανατολισμός αξόνων (Orientation Axes)

Ο προσανατολισμός των αξόνων στην εικόνα 1-3 ονομάζονται pitch yaw, και roll. Αυτοί οι τρεις άξονες συγκροτούν τις βασικές κινήσεις του καρπού για όλες τις γεωμετρίες των ρομπότ. Η pitch είναι η περιστροφή κατά τον εγκάρσιο άξονα (κίνηση σε κάθετο επίπεδο), η yaw είναι η περιστροφή κατά τον κάθετο άξονα (κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο) και roll είναι περιστροφή κατά τον καταμήκη άξονα.

Άξονες Θέσης (Position Axes)

Οι άξονες θέσης στην εικόνα 1-3 ονομάζονται arm sweep, shoulder extension και elbow extension (arm sweep = σάρωση βραχίονα, shoulder extension = παράταση ώμου, elbow extension = παράταση αγκώνα) ένας τέταρτος άξονας θέσης είναι η γραμμική κίνηση ολόκληρου του ρομπότ κατά μήκος του πατώματος, η οποία δεν φαίνεται στο σχήμα της εικόνας (1-3). Ο τύπος της κίνησης για κάθε βαθμό ελευθερίας εξαρτάται από την γεωμετρία του βραχίονα του ρομπότ. Για παράδειγμα η αρθρωτή σφαιρική μηχανή στην εικόνα 1-3 έχει διαφορετικές κινήσεις κατά μήκος των αξόνων θέσης από αυτές μιας κυλινδρικής μηχανής.



Εικόνα 1-12: Φάκελος εργασίας για το ρομπότ T3-726

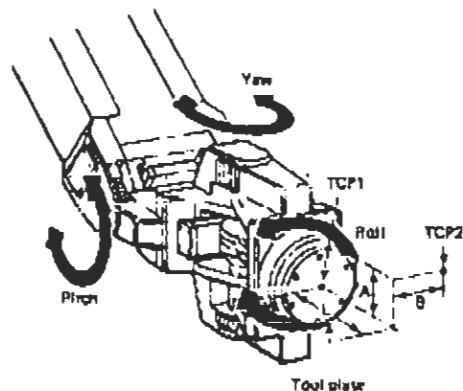
Σημείο Κεντραρίσματος εργαλείου (Tool Center Point)

Το σημείο δράσης για το εργαλείο, το οποίο είναι προσαρμοσμένο στο πλατό του ρομπότ αποκαλείται σημείο κεντραρίσματος. Με ένα σημείο κεντραρίσματος

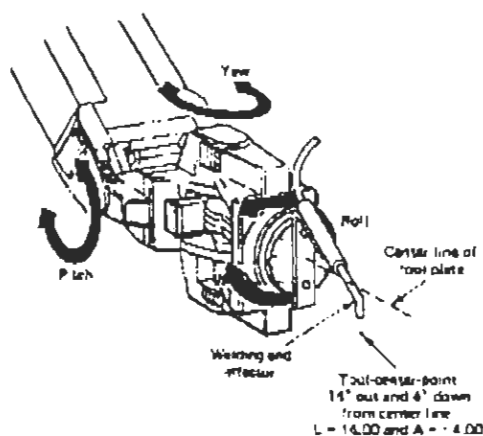
εργαλείου με σχετικές συντεταγμένες 0,0,0 για τα L, A και B το σημείο αυτό εντοπίζεται στο σημείο TCP1 στην εικόνα 1-3. Με $L=10$ in, $A=5$ in και $B=4$ in, το σημείο κεντραρίσματος στο TCP2 εργαλείου είναι προσαρμοσμένο στο πλατό εργαλείων η απόσταση από το TCP1 μέχρι το σημείο του εργαλείου όπου γίνεται η εργασία, καθορίζεται και εισάγεται στη κονσόλα με τις μεταβλητές L , A και B. Για παράδειγμα η φλόγα της σκληρής συγκόλλησης στην εικόνα 1-14 έχει το TCP με $L=14$ in , $A=-4$ in και $B=0$ in. Το ρομπότ θα ελέγχει την κίνηση στο σημείο κεντραρίσματος εργαλείου καθώς ο βραχίονας κινείται σύμφωνα με τα προγραμματισμένα σημεία.

Συντεταγμένες χώρου εργασίας (Work Cell Coordinates)

Όλα τα σημεία που προγραμματίζονται στο χώρο εργασίας αναγνωρίζονται από τις τιμές συντεταγμένων X , Y , και Z του κεντρικού εργαλείου, κατά μήκος με τις γωνίες των συνδέσμων των αξόνων του καρπού, και οι συντεταγμένες τοποθετούν το σημείο κεντραρίσματος εργαλείου στην σωστή θέση, και τις γωνίες των συνδέσμων του καρπού προσαρμοσμένες



Εικόνα 1-13: Κεντρικό σημείο εργαλείου



Εικόνα 1-14: Ρομπότ με εργαλείο συγκόλλησης

στους άξονες pitch, yaw, και roll για τον σωστό προσανατολισμό του εργαλείου. Η εικόνα 1-3 μας δείχνει το σύστημα προσανατολισμού που συχνά χρησιμοποιείτε από κατασκευαστές ρομπότ.

Ταχύτητα (Velocity)

Ο βαθμός κατά τον οποίο ένα ρομπότ μπορεί να κινήσει το σημείο κεντραρίσματος εργαλείου κάτω από προγραμματιζόμενο έλεγχο είναι ένα μέτρο της ταχύτητας της μηχανής.

Η ταχύτητα εκφράζεται σε ίντσες ανά δευτερόλεπτο ή χιλιοστά ανά δευτερόλεπτο, και η μέγιστη ταχύτητα είναι ένας σημαντικό χαρακτηριστικό του ρομπότ.

Φορτίο (Payload)

Το φορτίο ή η ικανότητα ανυψώσεως ενός ρομπότ συχνά καθορίζει εάν η μηχανή αυτή είναι σωστή για μια συγκεκριμένη εργασία. Το φορτίο του ρομπότ μετριέται σε rounds ή κιλά σε μια συγκεκριμένη απόσταση από το πλατό εργαλείων του βραχίονα, και είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος το οποίο μπορεί να σηκώσει η μηχανή κάτω από την λειτουργία προγράμματος έλεγχου και παράλληλα να διατηρήσει τις προδιαγραφές επαναληπτικότητας και αξιοπιστίας.

Το μέγιστο φορτίο είναι το σύνολο του συνδυασμού των βαρών της αρπαγής ή του ακραίου εργαλείου και του εξαρτήματος που θα μετακινηθεί.

Περίληψη

Ο αυτοματισμός πρόκειται να αλλάξει τον χώρο εργασίας, αλλά ακόμα δεν ξέρουμε πως αυτό θα επηρεάσει τους εργαζόμενους στις ευθύνες επάνω στην δουλειά. Μια μελέτη της ιστορίας της ρομποτικής μας δείχνει ότι η τεχνολογία δεν είναι νέα αλλά σχεδόν είκοσι ετών παλιά.

Το πρόσφατο υψηλό ενδιαφέρον είναι ένα αποτέλεσμα δυο παραγόντων, ο ένας είναι οικονομικός και ο άλλος είναι τεχνικός. Ο υψηλός πληθωρισμός κατά την χρονική περίοδο του 1970, ο οποίος οδήγησε το κόστος εργασίας στα ύψη, οδήγησε και στην αύξηση εφαρμογών, με λιγότερη εντατική εργασία από την τεχνολογία των ρομπότ. Ο τεχνικός παράγοντας στην εμφάνιση της βιομηχανίας των ρομπότ είναι η ανάπτυξη του

μικροεπεξεργαστή. Η σχεδίαση των ρομπότ πήρε προβάδισμα από την χαμηλού κόστους ενέργεια που αποδιδόταν από την εκρηκτική ανάπτυξη της βιομηχανίας του μικροεπεξεργαστή και του μικροϋπολογιστή. Περισσότερα έξυπνα ρομπότ με αυξημένη ικανότητα software μπορούσαν τώρα να λύσουν περισσότερα προβλήματα από αυτά που παρουσιάζονται στην βιομηχανία.

Ο ορισμός του hardware του ρομπότ περιλαμβάνει δυο πολύ σημαντικούς όρους: **επαναπρογραμματιζόμενο και πολλαπλών λειτουργιών.**

Προκείμενου μια μηχανή να χαρακτηριστεί σαν ρομπότ θα πρέπει το hardware αυτής να έχει την ικανότητα αλλαγής των χαρακτηριστικών της λειτουργιών, αλλάζοντας το πρόγραμμα, το οποίο οδηγεί τις κινήσεις της. Το βασικό σύστημα του ρομπότ περιλαμβάνει, ένα μηχανικό βραχίονα, ειδικά εργαλεία προσαρμοσμένα σε αυτόν πάνω στο πλατό εργαλείων, έναν ή περισσότερους υπολογιστές στον ελεγκτή έναν σταθμό διδασκαλίας, ένα πρόγραμμα συσκευής αποθήκευσης και μια πηγή πνευματικής ή υδραυλικής ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ROBOT

Γιατί ταξινόμώ;

Ο σημερινός κόσμος τείνει να τοποθετεί τα πάντα σε κατηγορίες, ομάδες και ταξινομήσεις. Στην ίδια μοίρα έπεσε και η βιομηχανία των ρομπότ. Σε αυτό το κεφάλαιο οι έξι ταξινομημένες ομάδες μηχανών που χρησιμοποιούνται από την βιομηχανία των ρομπότ εξηγούνται, έτσι ώστε η γνώση της εργασίας των τωρινών ρομπότ να μπορεί να αναπτυχθεί. Αυτό το κεφάλαιο επίσης παρέχει μια ευκαιρία να συγκρίνουμε και να αντιπαραθέσουμε τα συστατικά των κυρίων συστημάτων, τα οποία κάνουν κάθε πωλητή του hardware μοναδικό.

Δεν υπάρχει καμία ομοφωνία μεταξύ των κατασκευαστών και των χρηστών των ρομπότ για την καλύτερη μέθοδο ταξινόμησης. Μια τεχνική ταξινόμηση, ονομαζόμενη ταξινόμηση γεωμετρίας του ρομποτικού βραχίονα, χωρίζει τα ρομπότ σε κατηγορίες, βασισμένες στο σχήμα της περιοχής εργασίας που παράγεται από τον ρομποτικό βραχίονα. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, τα ρομπότ μπορεί να είναι πολύγωνα, κυλινδρικά, ή σφαιρικά με υποομάδες μέσα στην σφαιρική ταξινόμηση.

Άλλη τεχνική μετράει την σχετική νοημοσύνη του συστήματος του ρομπότ και χωρίζει τα ρομπότ σε χαμηλής, μέτριας και υψηλής τεχνολογίας μηχανές.

Οι εναπομείναντες τέσσερις ομάδες ταξινόμησης που περιλαμβάνονται σε αυτό το κεφάλαιο είναι οι πηγές ενέργειας, εφαρμογές, τεχνικές έλεγχου και έλεγχος διαδρομής.

Γεωμετρία ρομποτικού βραχίονα

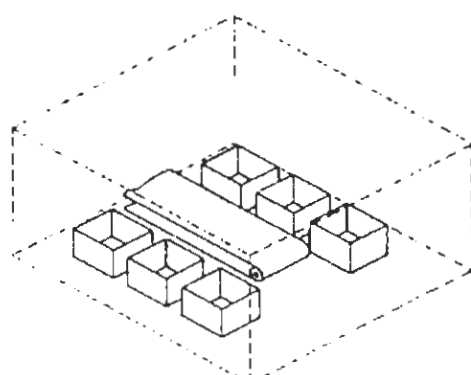
Γενικά οι τρεις βασικές περιοχές εργασίας του ρομπότ, ονομαζόμενες φάκελοι εργασίας είναι πολύγωνα, κυλινδρικά και σφαιρικά. Αυτοί οι φάκελοι περιγράφουν το σχήμα του χώρου στο οποίο ένα βιομηχανικό ρομπότ μπορεί να λειτουργήσει. Ένα ρομπότ με πολύγωνο φάκελο εργασίας θα μπορεί να κινήσει την αρπάγη του σε οποιαδήποτε θέση μέσα στον κύβο ή στο πολύγωνο το οποίο προσδιορίζεται από τον όγκο εργασίας. Η εικόνα 2-1 για παράδειγμα μας δείχνει τον απαιτούμενο πολύγωνο φάκελο εργασίας ενός ρομπότ που χρησιμοποιείται για να φορτώνει κιβώτια από τις αποθήκες εφοδιασμού.

Ένα ρομπότ κυλινδρικής περιοχής εργασίας μπορεί να κινήσει την αρπαγή του μέσα στον όγκο ο οποίος περιγράφεται από έναν κύλινδρο, και ένα ρομπότ σφαιρικής περιοχής εργασίας μπορεί να κινήσει την αρπαγή του μέσα στον όγκο που περιγράφεται από ένα ημισφαίριο. Ένας κυλινδρικός όγκος εργασίας φαίνεται που γεμίζει από εμπρός στις εικόνες 2-2a και 2-2b. Ένας χώρος παραγωγής με εμπροσθογεμή κλίβανο, εφοδιαστή εξαρτημάτων και πρέσα, γενικά θα απαιτούσε έναν κυλινδρικό φάκελο εργασίας, αλλά κάτω από άλλες συνθήκες ένας σφαιρικός όγκος εργασίας θα ικανοποιούσε αυτές τις απαιτήσεις.

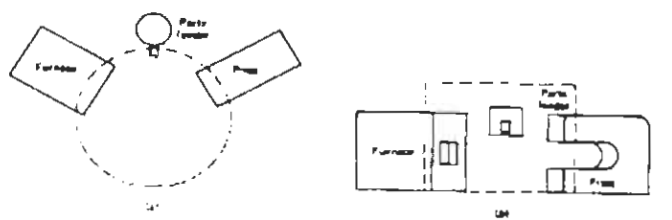
Ανάλυση φακέλου εργασίας από συστήματα συντεταγμένων.

Μια πιο λεπτομερή κατανόηση του κάθε φακέλου εργασίας μπορεί να γίνει επιτυχής, αναλύοντας τα διάφορα συστήματα συντονισμού, τα οποία παράγουν τους φακέλους εργασίας. Τα τρία συστήματα περιλαμβάνουν τους ακόλουθους τύπους:

- 1) Το ευθύγραμμο σύστημα συντεταγμένων, που χρησιμοποιείται στον πολύγωνο φάκελο εργασίας.
- 2) Το κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων, που χρησιμοποιείται στον κυλινδρικό φάκελο εργασίας.
- 3) Το σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων, που χρησιμοποιείται στον σφαιρικό φάκελο εργασίας.



Εικόνα 2-:Πολυγωνικός χώρος εργασίας



Εικόνα 2-2 : Κυλινδρικός χώρος εργασίας

Ευθύγραμμο σύστημα συντεταγμένων.

Ένα ρομπότ με ευθύγραμμη γεωμετρία, φαίνεται στην εικόνα 2-3. Στην εικόνα αυτή οι τρεις βαθμοί ελευθερίας για την απόκτηση θέσης, φαίνονται με βέλη για να δείξουν την κίνηση στις κατευθύνσεις X, Y, και Z. Οι τρεις βαθμοί ελευθερίας για τον προσανατολισμό του πλατώ εργαλείων επάνω στον καρπό επίσης φαίνονται με βέλη.

Ο προσανατολισμός του εργαλείου, πραγματοποιείται με την περιστροφή κατά τους άξονες δ , ϵ , και ρ , οι οποίοι μας παρέχουν τις κινήσεις pitch, yaw και roll πάντα συσχετισμένοι με την κίνηση του καρπού. Η κίνηση σε έναν από τους βαθμούς ελευθερίας για την απόκτηση θέσης απαιτεί την αλλαγή ενός μόνο άξονα.

Για παράδειγμα, να μετακινηθεί ο καρπός κάθετα, μόνο ο άξονας Z πρέπει να αλλαχτεί. Αν και σε άλλες γεωμετρίες ρομπότ πρέπει να αλλαχθούν δύο ή και περισσότεροι άξονες για την κίνηση κατά μήκος μιας συντεταγμένης.

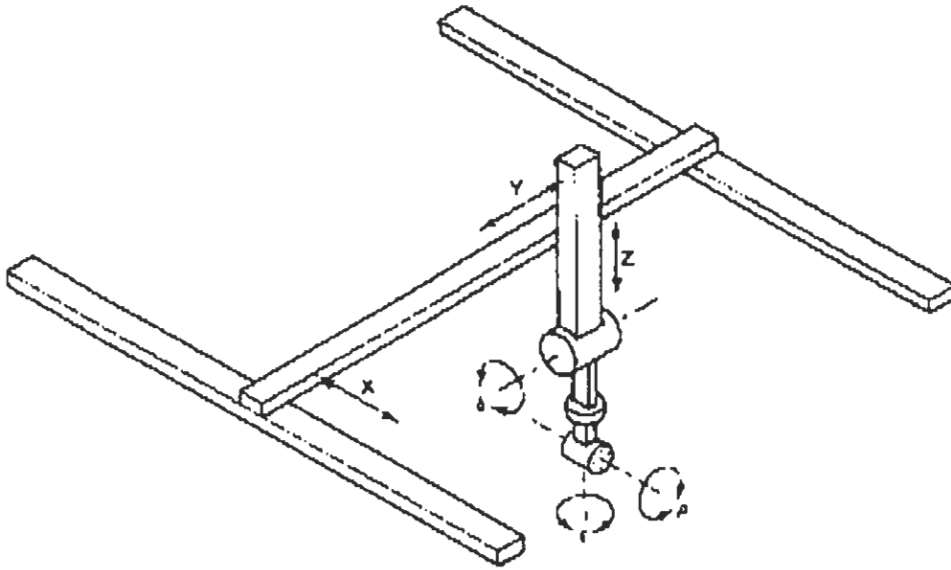
Η ενέργεια για την κίνηση στις διευθύνσεις X, Y, και Z μας παρέχεται από παλινδρομικούς κινητήρες ή από μηχανισμούς με γρανάζια. Παρόλα αυτά περιστροφικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται για να παρέχουν τις περιστροφικές κινήσεις pitch, yaw, και roll στο πλατώ εργαλείων.

Αυτοί παίρνουν ενέργεια είτε από υδραυλικές, πνευματικές, ή ηλεκτρικές πηγές. Το ρομπότ ευθύγραμμου συστήματος συντεταγμένων, πρέπει να τοποθετηθεί πάνω από την περιοχή εργασίας, είτε με αναρτήσεις από την οροφή ή από υποστήριξη του πατώματος. Ένα παράδειγμα ενός ρομπότ ευθύγραμμου τύπου φαίνεται στην εικόνα 2-4. Το ευθύγραμμο σύστημα γεωμετρίας του ρομπότ έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Είναι πιθανοί πολύ μεγάλοι φάκελοι εργασίας αφού η κίνηση κατά μήκος της διεύθυνσης X μπορεί να αυξηθεί πολύ εύκολα. Τα συστήματα αυτά έχουν αναπτυχθεί με φακέλους εργασίας πάνω από 24 m μήκος.
- Η εναέρια βάση αφήνει μεγάλες περιοχές κατασκευών στον χώρο του πατώματος για άλλες χρήσεις.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν απλά συστήματα έλεγχου.

Τα μειονεκτήματα αυτού του ρομπότ γεωμετρικού τύπου περιλαμβάνουν τους ακόλουθους παράγοντες:

- Πρόσβαση στον φάκελο εργασίας με γερανό ή άλλα εξαρτήματα συγκρατήσεως υλικών μπορούν να βλάψουν την κατασκευή υποστήριξης του ρομπότ.

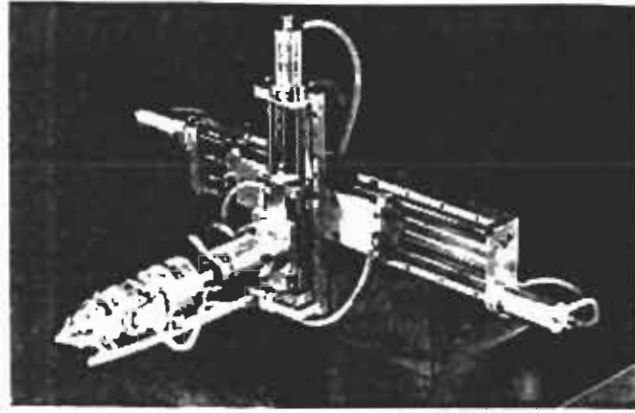


Εικόνα 2-3 : Γεωμετρικά ευθύγραμμη κίνηση του ρομπότ

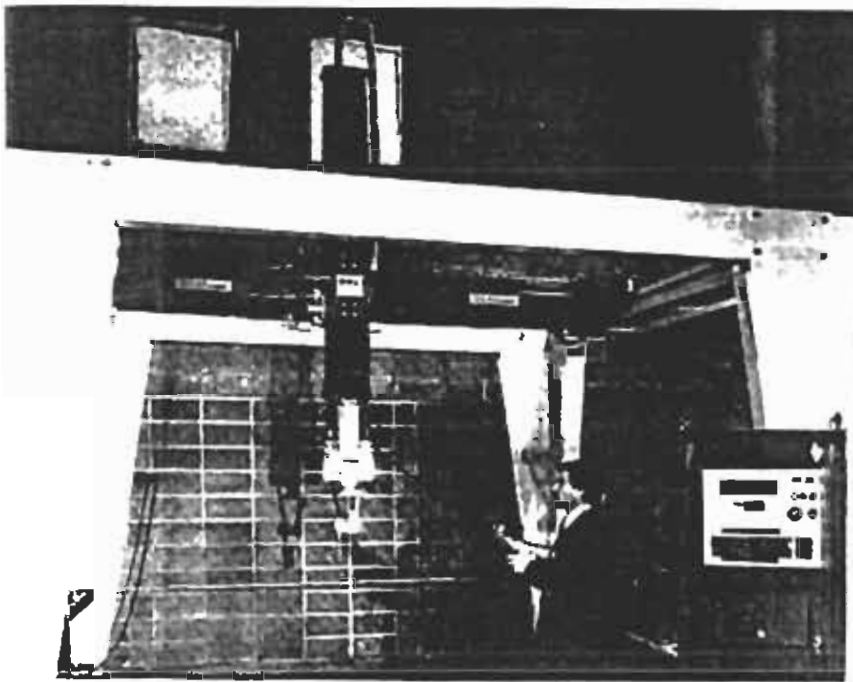
Σε μερικά μοντέλα η θέση του μηχανισμού οδήγησης και των εξαρτημάτων ηλεκτρικού έλεγχου από επάνω κάνουν την συντήρηση πιο δύσκολη.

Οι βασικές εφαρμογές για τα ευθύγραμμα συστήματα συντεταγμένων είναι συγκράτησης υλικών, συγκράτησης κομματιών συγγενικά στο φόρτωμα και ξεφόρτωμα της μηχανής, συναρμολόγηση μικρών συστημάτων, και συναρμολόγηση πινακίδων ηλεκτρονικά τυπωμένων κυκλωμάτων.

Το ρομπότ στην εικόνα 2-5 είναι μια ευθύγραμμη μηχανή συντεταγμένων gantry. Το μεγάλο μέγεθος της περιοχής εργασίας είναι προφανές.



Εικόνα 2-4: Σύστημα διαδρομής B-A-S-E

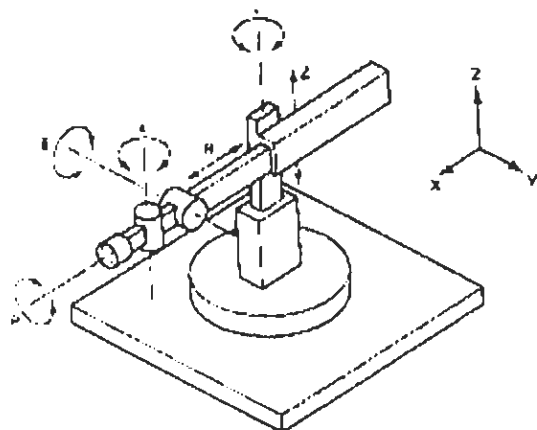


Εικόνα 2-5 : Τύπος ρομπότ Gantry

Κυλινδρικά συστήματα συντεταγμένων.

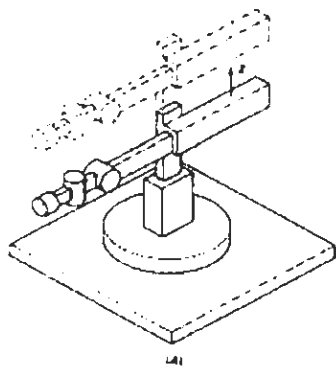
Οι έξι βαθμοί ελευθέριας για ένα ρομπότ κυλινδρικών συντεταγμένων φαίνονται στην εικόνα 2-6. Ο καρπός παίρνει θέση στην περιοχή εργασία από δυο γραμμικές κινήσεις (Z και R) και από γωνιακή περιστροφή (θ). Μια αλλαγή στην κάθετη θέση μπορεί να επιτευχθεί από την αλλαγή σε έναν μόνο άξονα, με αποτέλεσμα την κατακόρυφη κίνηση κατά μήκος του κεντρικού μέρους. Η εικόνα 2-7a μας δείχνει την κίνηση του καθενός άξονα.

Η αλλαγή της θέσης της αρπάγης λαμβάνοντας υπόψη το κεντρικό σημείο, επίσης απαιτεί κίνηση κατά μήκος ενός μόνο άξονα. Μια αλλαγή στην διεύθυνση (R) του οριζώντιου βραχίονα του ρομπότ θα άλλαζε την θέση της αρπάγης χωρίς την απαίτηση κίνησης κανενός άλλου άξονα. Αυτή η κίνηση περιγράφεται στην εικόνα 2-7b. Η κίνηση της αρπάγης κατά μήκος του (Y) στην εικόνα 2-6 απαιτεί την αλλαγή τριών αξόνων έτσι ώστε η αρπάγη να διατηρήσει τον ίδιο προσανατολισμό.

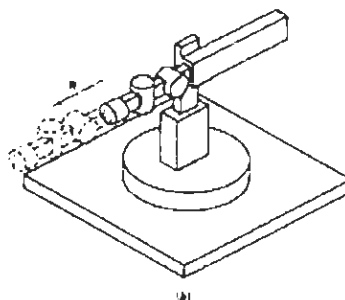


Εικόνα 2-6: Ρομπότ κυλινδρικής γεωμετρίας

Οι αλλαγές που απαιτούνται στους τρεις άξονες περιγράφονται στην εικόνα 2-8. Η εικόνα 2-8a μας δείχνει την περιστροφή της βάσης και την καινούργια επιθυμητή θέση. Σημείωση ότι η περιστροφή της βάσης, προκαλεί το κομμάτι να κινηθεί έξω από την διεύθυνση (Y) και επιπλέον προκαλεί μια περιστροφή στο κομμάτι λαμβάνοντας υπόψη τον αρχικό του προσανατολισμό. Η εικόνα 2-8b μας δείχνει την κίνηση η οποία απαιτείται από τον κινητήρα (R) για την επανατοποθέτηση του κομματιού στο (Y) στο σημείο B. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2-8c, η περιστροφή του καρπού κατά τον άξονα ε είναι απαραίτητη για τον σωστό προσανατολισμό του κομματιού. Αυτή η απαιτούμενη κίνηση των τριών αξόνων απαιτεί έναν ελεγκτή ο οποίος μπορεί να συντονίζει την κίνηση των τριών κινητήρων.



Εικόνα 2 - 7 a : Κίνηση στον άξονα Z

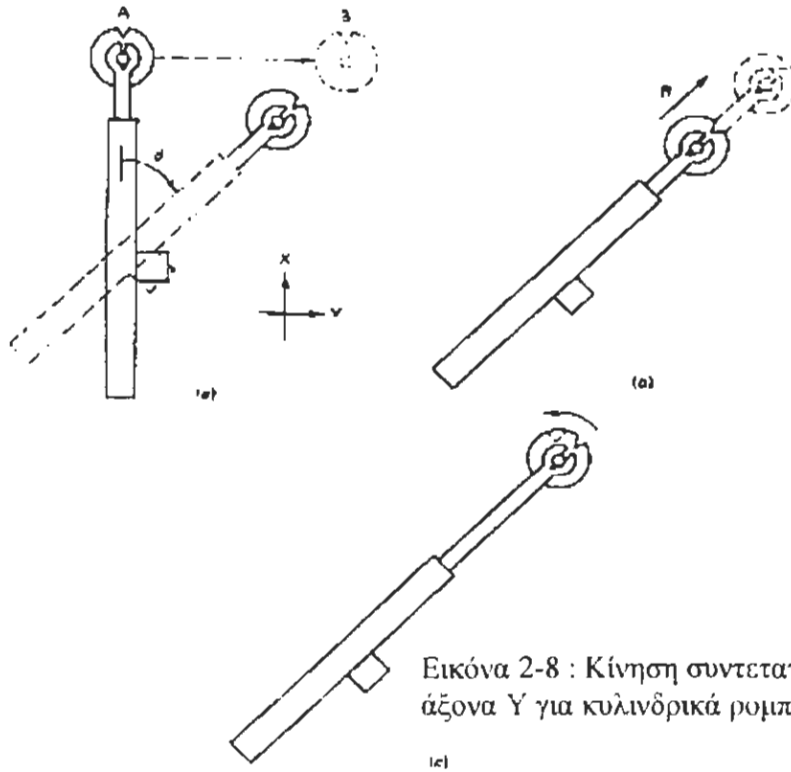


Εικόνα 2 - 7 b : Κίνηση στον άξονα R

Οι άξονες στα ρομπότ κυλινδρικών συντεταγμένων, οδηγούνται πνευματικά, υδραυλικά ή ηλεκτρικά. Μια άποψη του φακέλου εργασίας για τις κυλινδρικές μηχανές φαίνεται στην εικόνα 2-9. Σημείωση ότι η βάση δεν μπορεί να περιστραφεί κατά 360 μοίρες εξαιτίας των ορίων μηχανολογικού σχεδιασμού. Η κατακόρυφη κίνηση (H) του ρομπότ, καθορίζεται από το μέγεθος των παλινδρομικών κινητήρων σε αυτή την διεύθυνση.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα της γεωμετρίας κυλινδρικών συντεταγμένων είναι τα παρακάτω:

- Είναι πιθανή η βαθιά οριζόντια προσέγγιση στις μηχανές παραγωγής.



Εικόνα 2-8 : Κίνηση συντεταγμένων άξονα Y για κυλινδρικά ρομπότ



for the

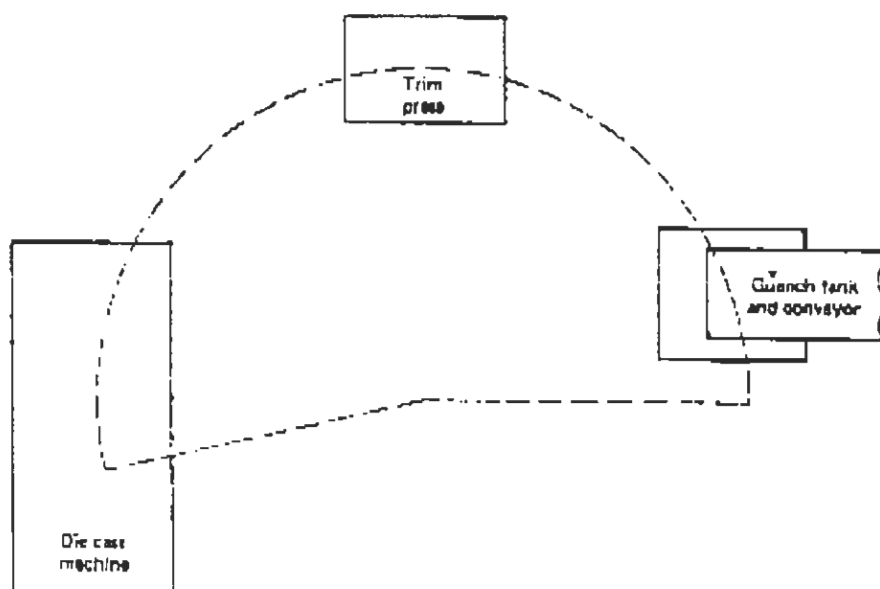
Εικόνα 2-9: Φάκελος εργασίας για τα κυλινδρικά ρομπότ

- Η κατακόρυφη δομή της μηχανής γλιτώνει χώρο δαπέδου.
- Μια πολύ στερεή κατασκευή είναι πιθανή για μεγάλα φορτία και καλή επαναληπτικότητα.

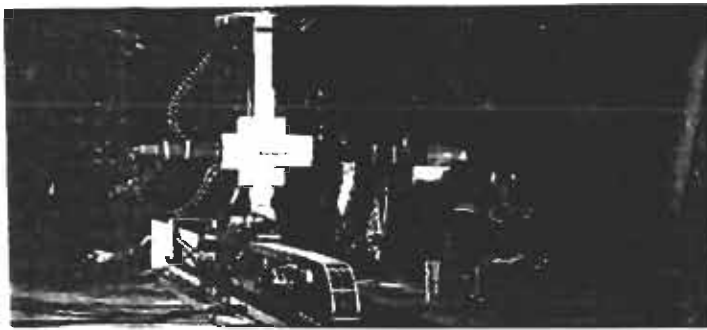
Το μόνο μειονέκτημα είναι η περιορισμένη προσέγγιση στα δεξιά και αριστερά εξαιτίας των μηχανικών περιορισμών, που περιορίζει το μέγεθος του οριζόντιου κινητήρα.

Αυτό συχνά ξεπερνιέται προσαρμόζοντας το ρομπότ επάνω σε μια κινούμενη πλατφόρμα η οποία μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε κατά μήκος του άξονα Y.

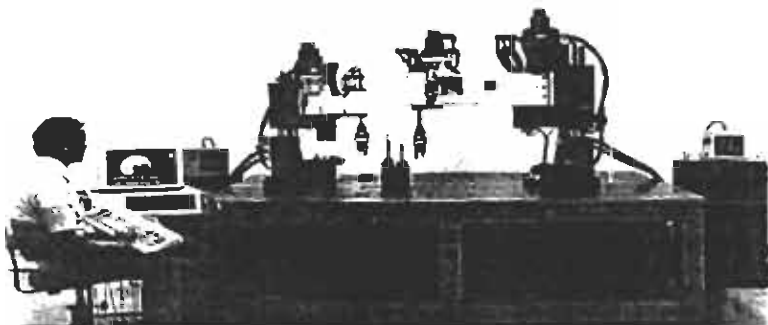
Αυτός ο τύπος γεωμετρικού βραχίονα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές, αλλά είναι ειδικά επιθυμητός όταν βαθιά οριζόντια προσέγγιση είναι απαραίτητη ή όταν το σχέδιο παραγωγής αποτελείται από μηχανές οι οποίες εξυπηρετούνται από το ρομπότ σε έναν κύκλο μικρής ακτίνας. Η εφαρμογή της χύτευσης καλουπιών που φαίνεται στην εικόνα 2-10 είναι ένα παράδειγμα αυτού του τύπου σχεδίου παραγωγής. Παραδείγματα ρομπότ με κυλινδρική γεωμετρία φαίνονται στις εικόνες 2-11, 2-12, και 2-13. Σημειώστε το μεγάλο πεδίο της μέγιστης ικανότητας φορτίου των μηχανών που φαίνεται παρακάτω, καθώς επίσης και την κινητή βάση στην εικόνα 2-11 η οποία προσφέρει καλύτερη προσέγγιση.



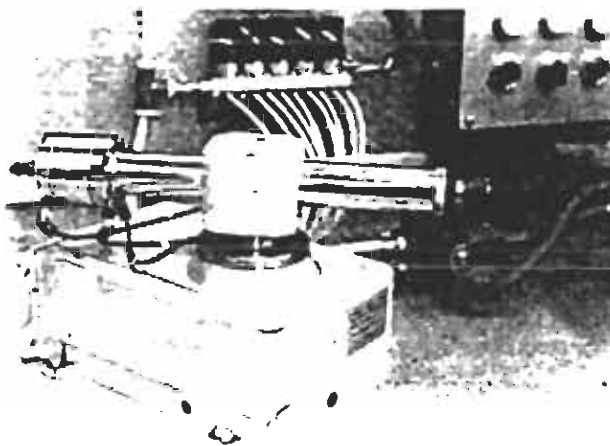
Εικόνα 2-10 : Εφαρμογές για κυλινδρικά ρομπότ



Εικόνα 2-11: Ρομπότ με γραμμική βάση



Εικόνα 2-12 : Ρομπότ IBM μοντέλο 7535



Εικόνα 2-13: Μοντέλο Seiko για ρομπότ

Ρομπότ σφαιρικών συντεταγμένων.

Στην προηγούμενη παράγραφο ανακαλύψαμε ότι οι κυλινδρικής γεωμετρίας βραχίονες απαιτούν συντονισμένη κίνηση περισσότερων από ένα άξονα για την κίνηση στην διεύθυνση Υ.

Οι σφαιρικής γεωμετρίας βραχίονες, απαιτούν αυτού του είδους συντονισμένη κίνηση σε όλες τις διευθύνσεις X, Y και Z.

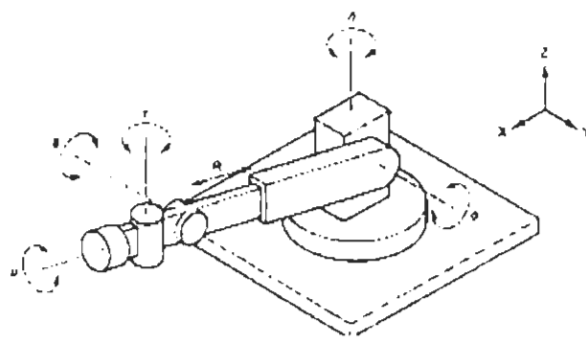
Οι σφαιρικής γεωμετρίας βραχίονες τοποθετούν τον καρπό διάμεσου δύο περιστροφικών αξόνων (θ, φ) και ενός παλινδρομικού κινητήρα (R). Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, ο προσανατολισμός του πλατώ των εργαλείων επιτυγχάνεται διάμεσου τριών περιστροφών στον καρπό ρ (roll), ϵ (yaw), δ (pitch). Ένα ρομπότ που χρησιμοποιεί γεωμετρία σφαιρικών συντεταγμένων περιγράφεται στην εικόνα 2-14.

Θεωρητικά η περιστροφή του βραχίονα (φ) μπορεί να είναι 180 μοίρες ή και μεγαλύτερη, και η περιστροφή της μέσης (θ) μπορεί να είναι 360 μοίρες. Μετά αν η R, που το ρομπότ φθάνει, πηγαίνει από αποσυρμένη περιοχή στην πλήρη θέση επέκτασης, ο όγκος του χώρου λειτουργίας καθορίζεται από την κίνηση των (θ, φ), και η R θα γίνει δυο ομόκεντρα ημισφαίρια. Ο φάκελος εργασίας για μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιημένες μηχανές σφαιρικής γεωμετρίας φαίνεται στην εικόνα 2-15. Σημείωση ότι ο ακριβής όγκος εργασίας είναι πολύ μικρότερος από ότι ο θεωρητικός όγκος της μηχανής στην εικόνα 2-14. Ξανά, αυτό το αποτέλεσμα περιορίζεται από τους περιορισμούς της μηχανικής σχεδίασης.

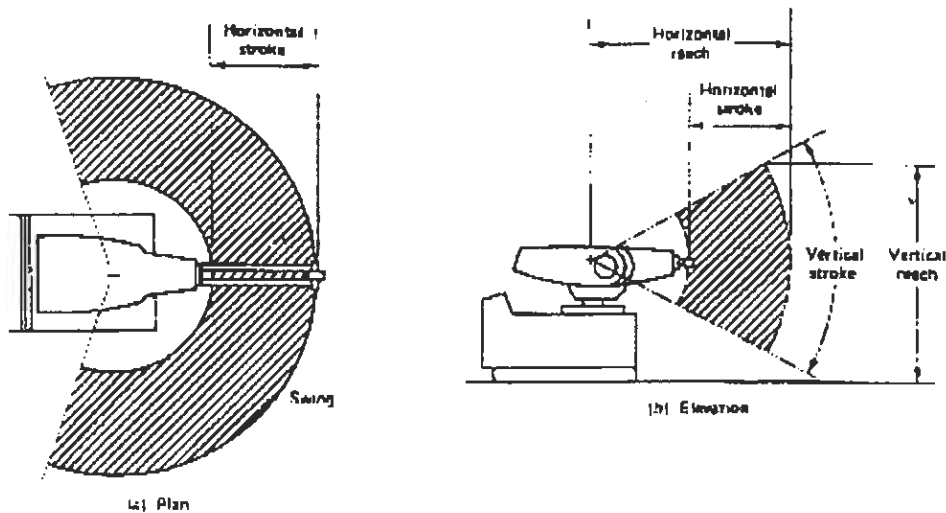
Η εικόνα 2-16 είναι ένα μικρό σφαιρικό γεωμετρικό ρομπότ σχεδιασμένο να προσαρμόζεται επάνω σε μηχανές εργαλείων αριθμητικού ελέγχου, για να φορτώνει και να ξεφορτώνει κομμάτια.

Το σχέδιο παρέχει την απαίτηση μεγαλύτερου φακέλου εργασίας ο οποίος είναι απαραίτητος για αυτή την εφαρμογή. Οι σφαιρικής γεωμετρίας μηχανές χρησιμοποιούν είτε υδραυλικούς ή ηλεκτρικούς οδηγούς σαν κύριους εκκινητές των έξι αξόνων, με πνευματική ώθηση η οποία χρησιμοποιείται για το άνοιγμα και το κλείσιμο της αρπάγης.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προείπαμε για τα κυλινδρικής γεωμετρίας, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στα σφαιρικής γεωμετρίας ρομπότ, με τις παρακάτω εξαιρέσεις: Η κυλινδρική γεωμετρία είναι περισσότερο κάθετη στην δομή, οι σφαιρικές συντεταγμένες αποδίδουν χαμηλό και μακρύ μέγεθος μηχανής.

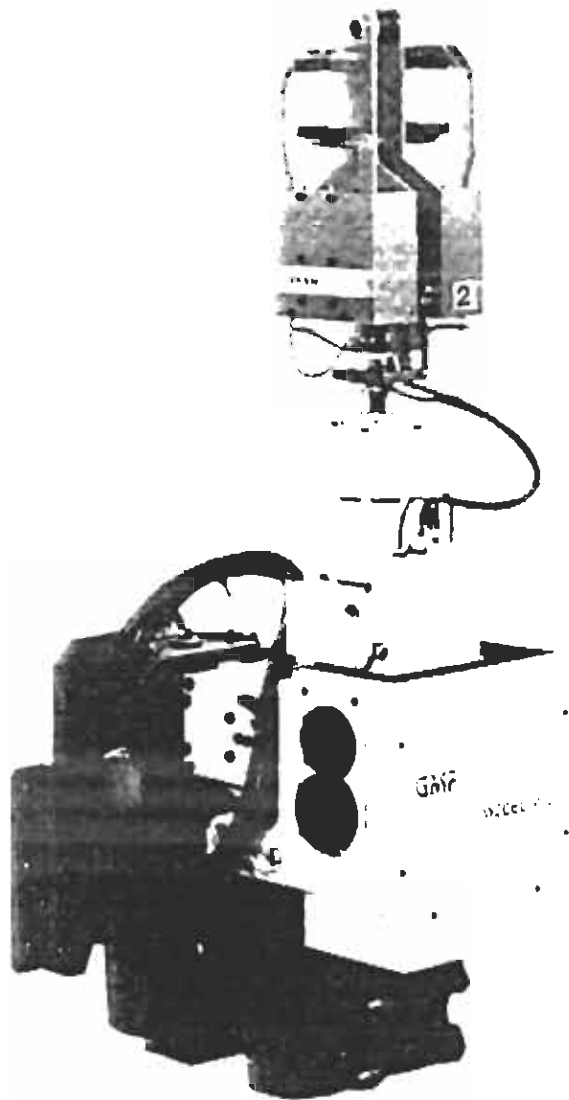


Εικόνα 2-14 : Ρομπότ σφαιρικών συντεταγμένων



Εικόνα 2-15: Φάκελος εργασίας Westinghouse Unimation 2000

Αυτό είναι ειδικά αλήθεια για σφαιρικές μηχανές οι οποίες είναι σχεδιασμένες για μακριές οριζόντιες εκτάσεις.



Εικόνα 2-16 : GMF Machine Tending Robot

Συστήματα αρθρωμένων - σφαιρικών συντεταγμένων.

Ο βραχίονας των αρθρωμένων - σφαιρικών συντεταγμένων φαίνεται στην εικόνα 2-17 είναι επίσης αναφερόμενος σαν πολικός ή ανθρωπομορφικός σχηματισμός. Αυτό το σχέδιο προσεγγίζει περισσότερο τις ανθρώπινες κινήσεις με τις περιστροφές στην μέση, τον ώμο, και τον αγκώνα από τις αρθρώσεις στα (θ,φ,β) αντίστοιχα. Όπως και στα προηγούμενα σχέδια του βραχίονα ο προσανατολισμός του πλατώ των εργαλείων μας δίνεται από την περιστροφή των τριών αξόνων του καρπού.

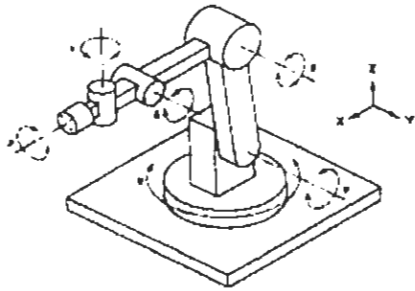
Η εικόνα 2-18 μας δείχνει τον φάκελο εργασίας της μηχανής Cincinnati Milacron T3-566 να είναι βασικά σφαιρική, παρόλα αυτά οι μηχανικοί περιορισμοί ορίζουν τον ενεργό φάκελο εργασίας σε λίγο μικρότερο από ότι το θεωρητικό συνολικό ημισφαίριο. Η ευθύγραμμη κίνηση κατά μήκος κάθε μιας από τις τρεις συνιστώσες X, Y και Z απαιτούν την συντονισμένη κίνηση των ελάχιστων τριών αρθρώσεων, ως εκ τούτου οι πολύπειροι ελεγκτές είναι γενικά χρήσιμοι για αυτού του είδους την γεωμετρία του βραχίονα.

Οι άξονες των περισσότερων μηχανών οδηγούνται είτε από ηλεκτρικές ή υδραυλικές πηγές ενέργειας με συστήματα ελέγχου ανατροφοδότησης. Οι ανθρώπινες κινήσεις του αρθρωτού σφαιρικά βραχίονα δημιουργούν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα για τις ρομποτικές εφαρμογές:

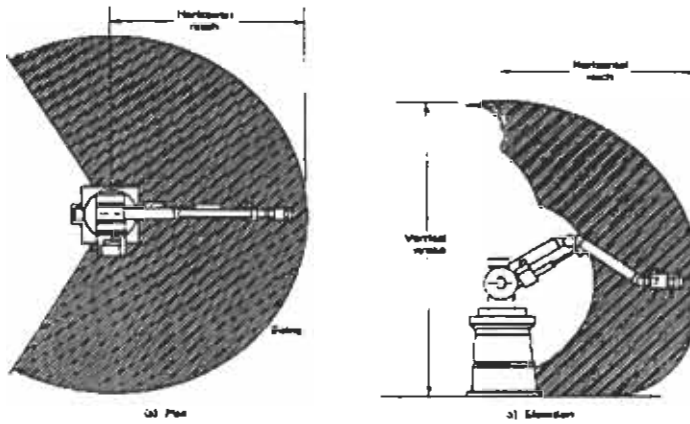
- Αν και καταλαμβάνει έναν ελάχιστο χώρο στο πάτωμα, το ρομπότ επιτυγχάνει βαθιά οριζόντια προσέγγιση.
- Ένας καλός λόγος μεγέθους προσέγγισης έχει επιτευχθεί, ένα αποτέλεσμα της ικανότητας του βραχίονα να διπλώνεται στην αποσυρθείσα περιοχή.
- Η μεγάλη ευκινησία της θέσης του ακραίου εργαλείου επιτρέπει στο βραχίονα να φτάνει σε κοιλότητες και στα τριγύρω εμπόδια.

Αυτός ο τύπος ρομπότ έχει το μειονέκτημα, ότι περισσότερο υψηλές απαιτήσεις ελέγχου οδηγούν σε υψηλότερο κόστος για την μηχανή.

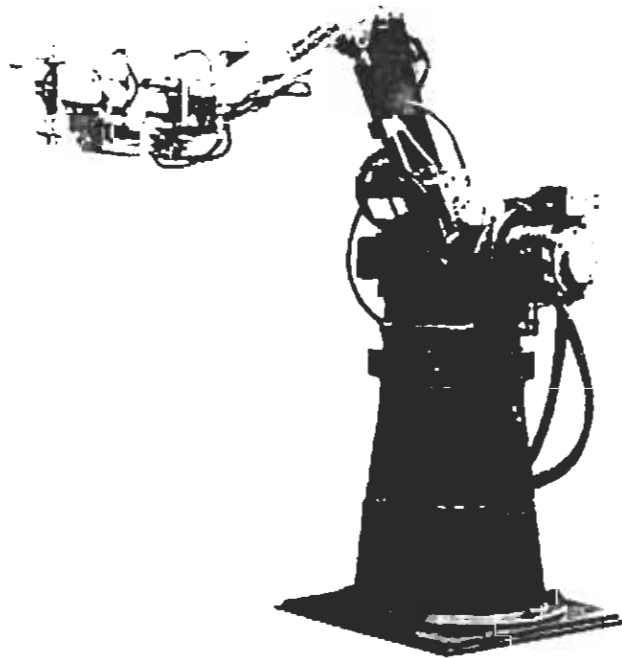
Η έκταση και το μέγεθος της αρθρωμένης σφαιρικής διαμόρφωσης φαίνεται στην εικόνα 2-19.



Εικόνα 2-17: Σημείο αρθρώσεων-σφαιρικών συντεταγμένων



Εικόνα 2-18: Φάκελος εργασίας αρθρωμένου σφαιρικού ρομπότ



Εικόνα 2-19 : Αρθρωμένο – σφαιρικό ρομπότ T3 – 566 Cincinnati Milacron

Πηγές ενέργειας

Μελέτη και εργασία στον τομέα των ρομπότ μας προσφέρει μια πρόκληση αρκετά ανόμοια από κάθε άλλο τομέα εξαιτίας του σχεδιασμού του χώρου εργασίας με σχέδια ρομπότ από πολλές τεχνικές ειδικότητες και σύνδεση αρκετών μηχανικών τομέων.

Μια αναθεώρηση των πηγών ενέργειας για τα συστήματα των ρομπότ υποστηρίζει αυτή η πολυεπιστημονική ιδέα. Οι τρεις βασικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται για να οδηγήσουν τα συστήματα κατασκευής ονομάζονται υδραυλικές, πνευματικές, και ηλεκτροκίνητες πηγές, επίσης χρησιμοποιούνται σαν κύριοι εκκινητές των τρεχόντων ρομπότ.

Υδραυλικός οδηγός:

Το βασικό υδραυλικό σύστημα ενέργειας φαίνεται στην εικόνα 2-20. Η αντλία και η δεξαμενή παρέχουν λάδι σε υψηλή πίεση για το σύστημα, οι βαλβίδες ελέγχου τεσσάρων δρόμων ανοίγουν το υγρό υψηλής πίεσης, και έναν ή περισσότερους κινητήρες παράγοντας έτσι την επιθυμητή κίνηση. Οι δυο κινητήρες που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι ο γραμμικός τύπος για ευθύγραμμες κινήσεις και ο περιστροφικός τύπος οπουδήποτε ζητείτε περιστροφική δύναμη.

Στην περίπτωση του γραμμικού κινητήρα, υδραυλικό λάδι υψηλής πίεσης συμπιέζεται στο ένα άκρο του υδραυλικού κυλίνδρου. Όταν ο θάλαμος γεμίσει με το υψηλής πίεσης λάδι προκαλεί κίνηση στο έμβολο, αυτή η κίνηση σπρώχνει το λάδι στην άλλη πλευρά του εμβόλου με αποτέλεσμα να ρέει έξω από τον κύλινδρο. Αυτό το λάδι επιστρέφει στην αντλία διαμέσου της τετράθυρης βαλβίδας και επιστρέφει γραμμικά. Στην εικόνα 2-20 τα στερεά βέλη δείχνουν την διεύθυνση της ροής του ρευστού και τα αποτελέσματα της κίνησης του κινητήρα. Για να αντιστρέψεις την ενέργεια του κινητήρα, το ρευστό πρέπει να ρέει στην διεύθυνση των διακεκομμένων βελών. Όπως φαίνεται η τετράθυρη βαλβίδα, η οποία ελέγχει την κίνηση του κινητήρα, οδηγείται από ηλεκτρονικά σήματα από το σύστημα ελέγχου του ρομπότ.

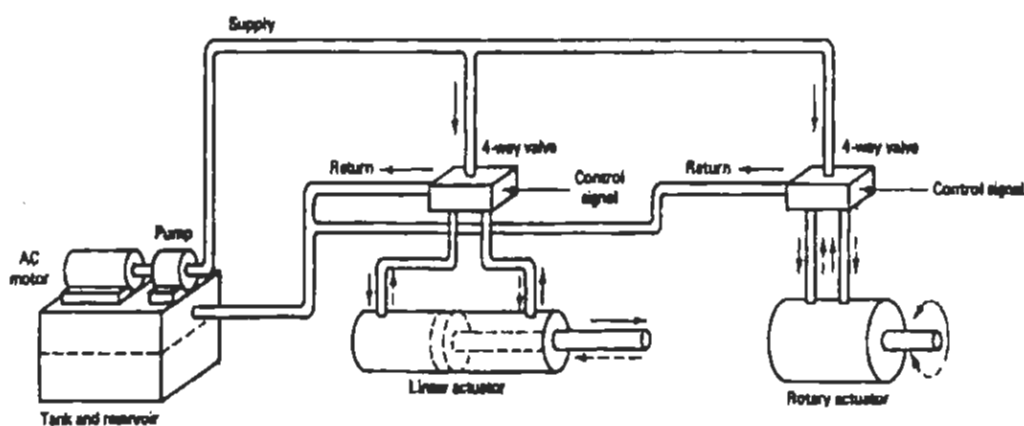
Η εικόνα 1-4 μας δείχνει ένα ρομπότ Cincinnati Milacron T3-566 με τους πέντε περιστροφικούς κινητήρες (με ονομασίες από A έως E) και έναν γραμμικό κινητήρα (ονομάζεται F).

Οι υδραυλικοί κινητήρες έχουν ένα βασικό πλεονέκτημα: έναν πολύ υψηλό βαθμό ενέργειας μεγέθους που έχει μεγάλη ικανότητα φορτίου στα ρομπότ, χρησιμοποιώντας αυτού του τύπου πηγή ενέργειας. Αυτό το απλό πλεονέκτημα είναι μηδαμινό μπροστά στον αριθμό των μειονεκτημάτων:

- Ακόμα και το καλύτερο υδραυλικό σύστημα κάποια στιγμή θα έχει διαρροή.
- Το υδραυλικό λάδι μπορεί να γίνει κίνδυνος φωτιάς στις εφαρμογές συγκολλήσεων τόξου.

- Τα επιπρόσθετα εξαρτήματα στην μορφή των μοτέρ, αντλίας, δεξαμενής και ελέγχου αυξάνουν τις επισκευές, την ενέργεια και το κόστος του ρομπότ.
- Ένα υψηλό επίπεδο θορύβου συσχετίζεται με τα υδραυλικά συστήματα.
- Για συγκεκριμένες επισκευές και επιδιορθώσεις πρέπει να παρίστανται προσωπικό και από τον ηλεκτρολογικό αλλά και από τον μηχανολογικό τομέα ταυτόχρονα λόγω της πολυπλοκότητας των διαφόρων μερών.

Αν και η λίστα των μειονεκτημάτων υπερτερεί των πλεονεκτημάτων, ένας σημαντικός αριθμός ρομπότ με υδραυλικούς κινητήρες έχουν πωληθεί εξαιτίας της ανάγκης για μεγάλα φορτία σε συγκεκριμένες βιομηχανικές εφαρμογές.



Εικόνα 2-20 : Ρομπότ υδραυλικού συστήματος

Πνευματικός οδηγός:

Τα βασικά συστατικά του πνευματικού συστήματος είναι τα ίδια όπως και αυτά που αναγνωρίζονται στα υδραυλικά συστήματα. Η κύρια διάφορα είναι ότι η ενέργεια μεταφέρεται με αέριο υπό πίεση απ' ότι με λάδι. Στις περισσότερες ρομποτικές εφαρμογές, οι πνευματικοί κινητήρες λειτουργούν με δυο μόνο συνθήκες θέσεις, αποσυρμένες και τελείως τεντωμένες, απ' ότι όταν χρησιμοποιούμε ανατροφοδότηση για να επιτύχουμε ανάλογο έλεγχο.

Χρησιμοποιώντας σύστημα ελέγχου ανατροφοδότησης για να κρατάμε τον πνευματικό κινητήρα σε 50 % εκτεταμένη θέση με όλη την απαιτούμενη

επαναληπτικότητα είναι δύσκολο εξαιτίας των ιδιοτήτων του συμπιεσμένου αερίου, αλλά η επαναληπτικότητα είναι πολύ καλή αν ο κινητήρας οδηγείται ενάντια σε δεδομένα στοπ σε κάθε άκρο της διαδρομής. Σε μερικά συστήματα τα δεδομένα στοπ είναι προσαρμοσμένες γλίστρες οι οποίες σταματούν τον κινητήρα όταν επεκτείνεται ή όταν αποσύρεται. Το αέριο εξυπηρετεί σπρώχνοντας το κινούμενο κομμάτι του κινητήρα ενάντια στο μπλοκ, η επαναληπτικότητα του ρομπότ επισημαίνεται από την ρύθμιση των μπλοκ.

Ένα ρομπότ το οποίο χρησιμοποιεί τα δεδομένα στοπ ονομάζεται συσκευή rick-and-place ή μηχανή bang-bang. Η οριοθέτηση της θέσης δεν περιορίζει τις εφαρμογές των ρομπότ, αν και στην πραγματικότητα πάνω από 60.000 ρομπότ αυτού του τύπου λειτουργούν στην Ιαπωνία.

Η πνευματική πηγή ενέργειας έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Είναι διαθέσιμο σε πολλές περιοχές παραγωγής.
- Η πνευματική είναι μια ανέξοδη πολύ καλά ανεπτυγμένη τεχνολογία.
- Η διαρροή του συστήματος δεν μολύνει την περιοχή εργασίας.

Το κύριο μειονέκτημα είναι η μη δυνατότητα οδήγησης του πνευματικού συστήματος με έλεγχο ανατροφοδότησης για παροχή ανάλογης λειτουργίας και πολλαπλών στοπ. Οι εικόνες 2-13 και 2-14 μας δείχνουν ρομπότ πνευματικής ενέργειας για μικρές και μεγάλες εφαρμογές.

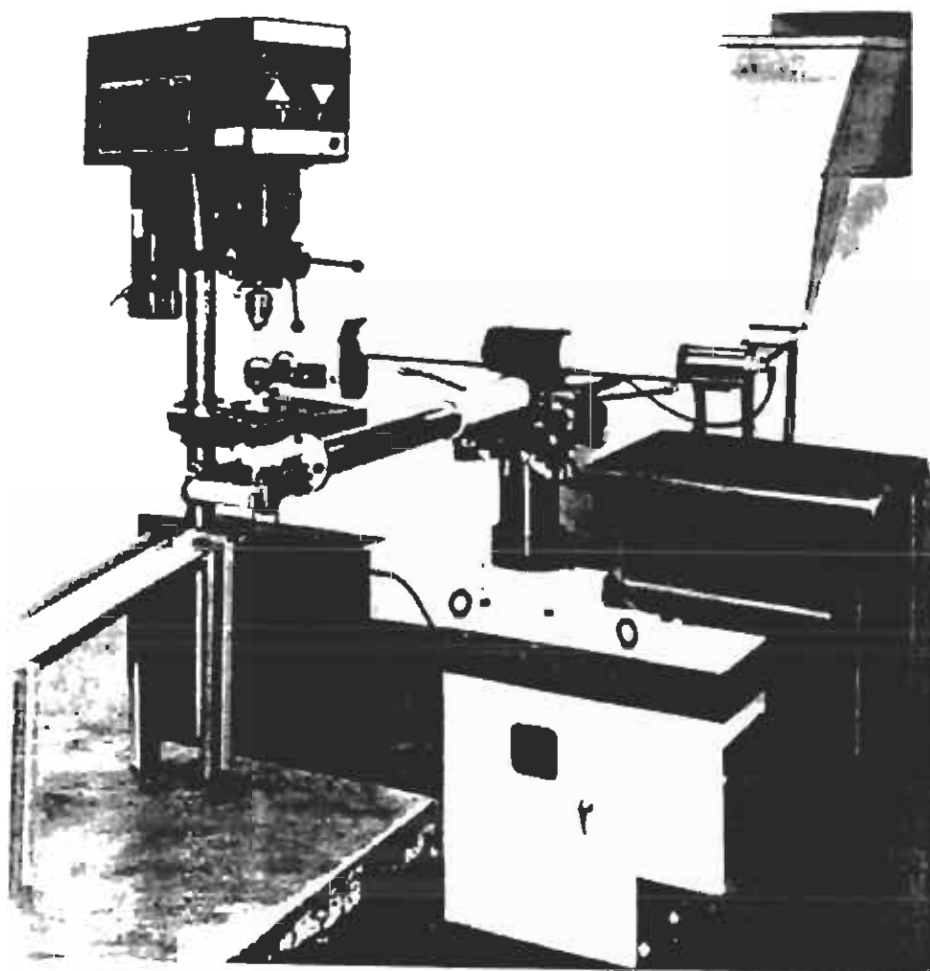
Ηλεκτρικός οδηγός:

Το ηλεκτρικό σύστημα περιλαμβάνει μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας και ένα ηλεκτρικό μοτέρ. Στις περισσότερες εφαρμογές τα μοτέρ είναι σερβοκινητήρες, αλλά βηματικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται σε μερικά ρομπότ όπου το φορτίο είναι μικρό. Ο σερβοκινητήρας είναι βασικά συνεχούς ρεύματος, αλλά οι εναλλασσομένου τύπου καταλαμβάνουν την θέση σε πολλά Ιαπωνικά μοντέλα. Ο ηλεκτρικός κινητήρας παρέχει μια θαυμάσια πηγή περιστροφικής δύναμης είτε απευθείας είτε διάμεσου γραναζιών, αλλά πρέπει να στηρίζεται σε οδηγούς σφαιρικών βιδών για μεγάλες και ακριβείς γραμμικές κινήσεις. Σαν αποτέλεσμα πολλά ηλεκτρικά ρομπότ έχουν μια γεωμετρία βραχίονα η οποία είναι αρθρωμένου σφαιρικά τύπου έτσι ώστε όλες οι αρθρώσεις να οδηγούνται από περιστροφικούς οδηγούς.

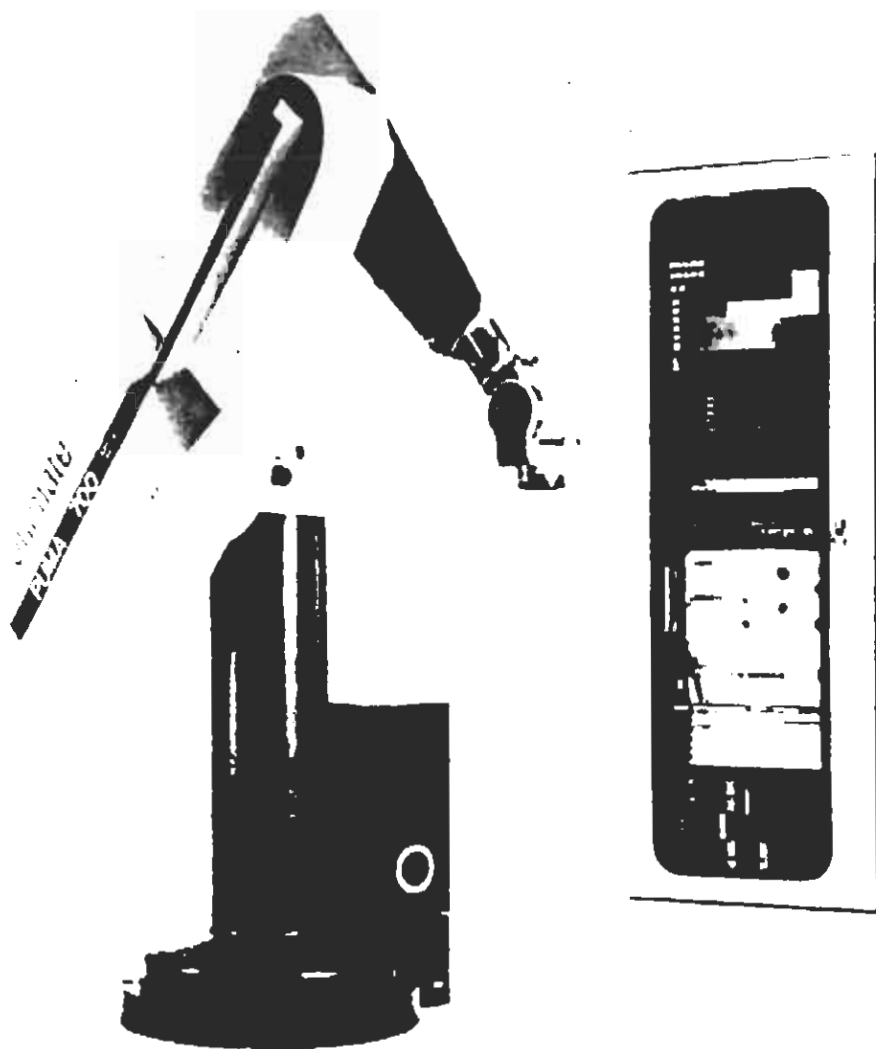
Τα πλεονεκτήματα όλων των ηλεκτρικών ρομπότ περιλαμβάνουν:

- Καμία γενιά υδραυλικής ή πνευματικής ενέργειας δεν απαιτείται.
- Δεν συμβαίνει καμία μόλυνση στον χώρο εργασίας.
- Παρατηρείται χαμηλό επίπεδο θορύβου κατά την λειτουργία.

Το μειονέκτημα είναι η περιορισμένη ικανότητα ανύψωσης ή φορτίου του ηλεκτρικού συστήματος σε σχέση με τον αντίστοιχο υδραυλικό. Σαν αποτέλεσμα τα ηλεκτρικά κινούμενα ρομπότ είχαν αρχικά σχεδιαστεί για συγκέντρωση κομματιών ή εφαρμογές συγκολλήσεις και επικάλυψης, όπου το φορτίο και το ακραίο εργαλείο ζύγιζαν 200 round ή και λιγότερο. Το ρομπότ στην εικόνα 2-22 είναι διαθέσιμο σε τρία μεγέθη εξαρτώμενο από τις απαιτήσεις φορτίου στην δουλειά, τα ρομπότ αρθρωτής σφαιρικής γεωμετρίας χρησιμοποιούν όλα ηλεκτρικούς οδηγούς.



Εικόνα 2-21 : Πνευματικό ρομπότ RC 4 από τα PSL Robotics



Εικόνα 2-22 : Περιοχές εφαρμογών

Περιοχές εφαρμογών

Έχει ειπωθεί ότι η ρομποτική είναι μια λύση που ψάχνει για ένα πρόβλημα. Στις πρώτες μέρες σχεδίασης των ρομπότ, κάθε πρόβλημα ή εφαρμογή για την οποία μια εταιρία διαμαρτυρόταν κάθε λύση ήταν ευπρόσδεκτη, και τα ρομπότ υιοθετήθηκαν ως επί το πλείστον για να λύνουν αυτά τα προβλήματα. Η βιομηχανία των ρομπότ ωρίμασε, και οι κατασκευαστές των ρομπότ τοποθετήθηκαν στις επί στόχου εφαρμογές με μηχανές των οποίων τα χαρακτηριστικά ταίριαζαν με την συγκεκριμένη δουλειά. Για παράδειγμα η General Motors εγκατάστησε ένα ρομπότ ψεκασμούς μπογιάς, το οποίο είχε δυο

βραχίονες: ο ένας για το ψεκασμό της μπογιάς και ο άλλος για να ανοίγει την πόρτα του αυτοκινήτου. Οι εφαρμογές μπορούν να χωριστούν σε δυο ομάδες: *συναρμολόγησης και μη συναρμολόγησης*.

Συναρμολόγηση

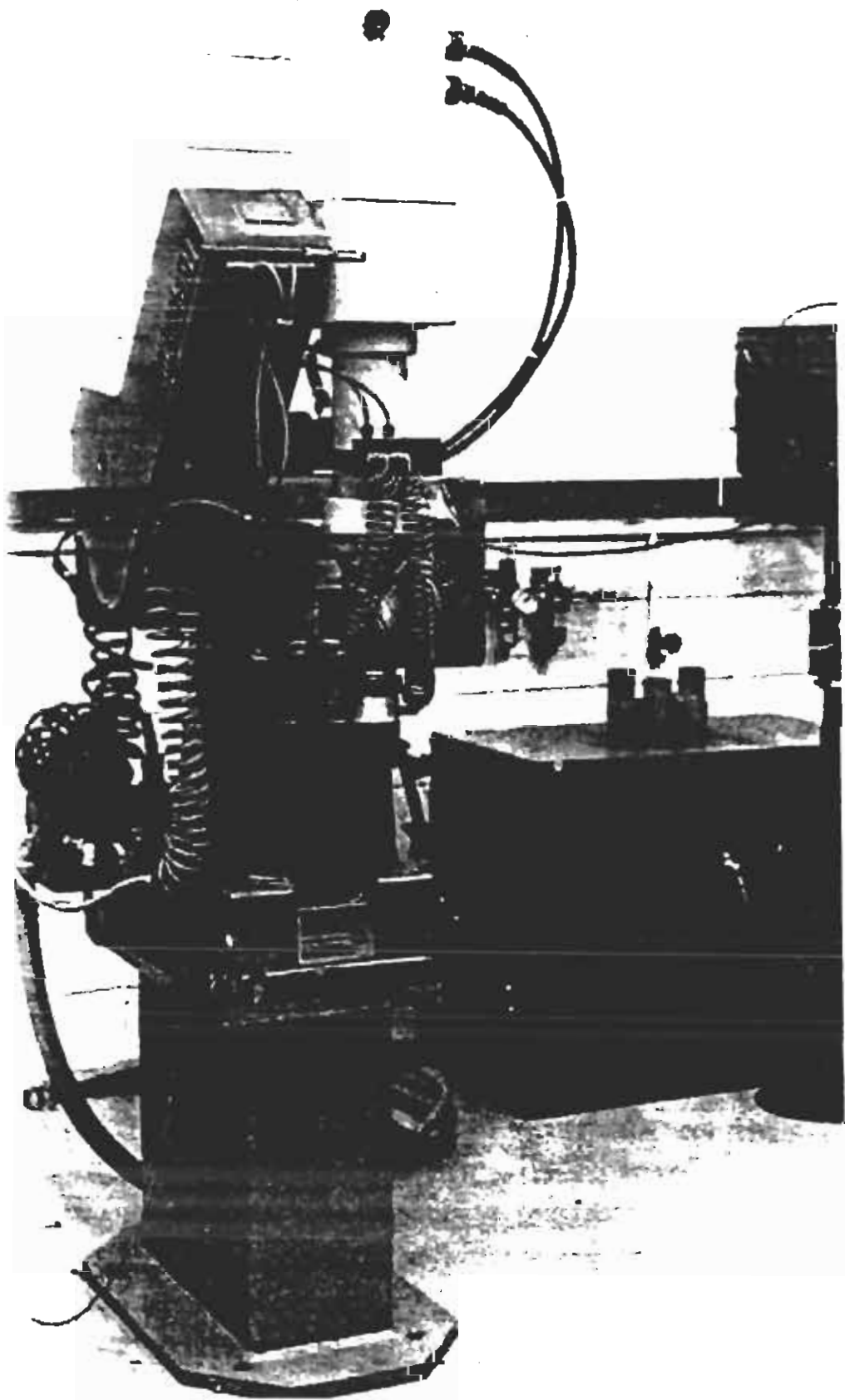
Η βασική περιοχή εφαρμογών για τα επόμενα δέκα χρόνια θα είναι η συναρμολόγηση κομματιών και συστημάτων από τα ρομπότ. Ο πίνακας 2-1 συγκρίνει τις εφαρμογές των νέων ρομπότ που σχεδιάστηκαν για το 1990 με την πραγματική εκτέλεση των συστημάτων των ρομπότ στο 1981.

Τα ρομπότ τα οποία θα ταχθούν στην νέα γενιά των συναρμοστών είναι προς το παρών κορυφαία μοντέλα μικρών διαστάσεων ικανά για φορτία 25 pounds ή και λιγότερο. Το PUMA το οποίο κατασκευάστηκε από την Westinghouse Unimation Inc. ήταν το πρώτο ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε ευρέως, σχεδιασμένο ειδικά για συναρμογές.

Το σύστημα που φαίνεται στην εικόνα 2-23 είναι το πρώτο μικρό μοντέλο συναρμογών που κατασκευάστηκε από την Cincinnati Milacron.

	1980	1990
Spot Welding	35-45%	3-5%
Arc-Welding	5-8%	15-20%
Materials Handling / Machine Tending	25-30%	30-35%
Paint spraying	8-12%	5%
Assembly	10%	35-40%
Other	8-10%	7-10%

Πίνακας 2-1



Εικόνα 2-23 : Το μικρό ηλεκτρικό ρομπότ Cincinnati Milacron T3-726

Μη συναρμολόγηση

Οι βασικές εφαρμογές στην περιοχή μη συναρμολόγησης είναι η συγκόλληση, ο ψεκασμός ή επικάλυψη, συγκράτηση κομματιών, και φόρτωμα και ξεφόρτωμα μηχανών. Αυτές θα συνεχίσουν να είναι οι κύριες εφαρμογές την δεκαετία του 1990. Η γραμμή μεταξύ των ρομπότ συναρμολόγησης και μη είναι σίγουρα όχι πολύ καθαρή, αν και τα ρομπότ στην σειρά των PUMA έχουν χρησιμοποιηθεί σε εργασίες μη συναρμολόγησης, όπως συγκολλήσεις τόξου και συγκράτησης κομματιών. Η ταξινόμηση λόγω των εφαρμογών είναι έγκυρη αφού υπάρχουν εργασίες όπου κάθε μηχανή υπερτερεί, ακόμα όμως πολλοί κατασκευαστές δεν είναι πρόθυμοι να το κάνουν διότι μπορεί να εξαλείψει το προϊόν τους από μια δυναμική πώληση.

Τεχνικές ελέγχου

Ο τύπος ελέγχου που χρησιμοποιείται για να τοποθετήσει το εργαλείο, διαχωρίζει τα ρομπότ στις κατηγορίες των συστημάτων: serno(κλειστού βρόγχου) (closed-loop) και non serno (ανοιχτού βρόγχου) (open - loop). Η εικόνα 2-24 είναι ένα απλό διάγραμμα ενός σερβοσυστήματος με δυο αισθητήρες για την συνεχή μέτρηση της γωνίας της άρθρωσης και τον βαθμό κατά τον οποίο αλλάζει.

Στο σύστημα ελέγχου κλειστού βρόγχου η θέση του ρομποτικού βραχίονα παρατηρείται συνεχώς από έναν αισθητήρα θέσεως, και η ενέργεια του κινητήρα μεταβάλλεται συνεχώς έτσι ώστε η κίνηση του βραχίονα να επιβεβαιώνει την επιθυμητή διαδρομή και της διεύθυνσης και της ταχύτητας.

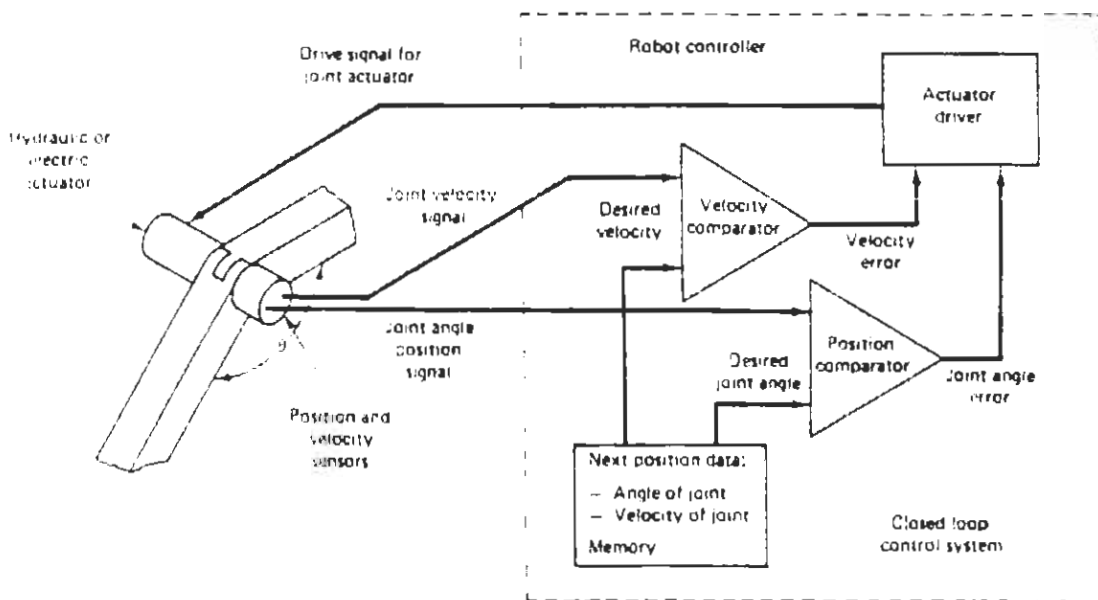
Στην εικόνα 2-24 φαίνεται μια άρθρωση από μια μηχανή έξι αξόνων σε ένα σύστημα ελέγχου closed-loop. Οι άλλες πέντε αρθρώσεις θα έχουν διπλά κυκλώματα. Ο ελεγκτής παίρνει πληροφορίες για την γωνία της άρθρωσης από έναν αισθητήρα θέσης ο οποίος μπορεί να είναι ποτενσιόμετρο, κωδικοποιητή (encoder), επιλυτή (resolver). Κάθε ένας από αυτούς τους αισθητήρες θέσης μπορεί να στέλνει συνεχή ηλεκτρικά σήματα, τα οποία αναπαριστούν την γωνία της άρθρωσης.

Η τρέχουσα θέση της άρθρωσης είναι διαθέσιμη από τον αισθητήρα θέσης. Αυτός ο ελεγκτής μπορεί να το συγκρίνει με την επόμενη επιθυμητή γωνία της άρθρωσης, η οποία υπολογίζεται από τα στοιχεία που είναι αποθηκευμένα στην μνήμη του ελεγκτή όταν το ρομπότ προγραμματίστηκε. Αυτός ο ηλεκτρονικός συγκριτής θα παράγει ένα σήμα λάθους της γωνίας της άρθρωσης το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον οδηγό

κινητήρα για να αλλάξει την γωνία της άρθρωσης έτσι ώστε να συμφωνεί με την επιθυμητή τιμή.

Κατά έναν παρόμοιο τρόπο και ο ρυθμός μεταβολής της γωνίας της άρθρωσης, παρατηρείται συνεχώς από έναν αισθητήρα ταχύτητας, ο οποίος είναι συνήθως ένα ταχύμετρο, το οποίο μετράει τις στροφές ανά λεπτό του περιστροφικού κινητήρα. Ο ρυθμός κατά τον οποίο κινείται η άρθρωση ευθέως είναι αναλόγως με τις στροφές του περιστροφικού κινητήρα. Ο ρυθμός μεταβολής της άρθρωσης συγκρίνεται με τον επιθυμητό ρυθμό μεταβολής, με έναν ξεχωριστό ασύγκριτη και παράγει έναν ρυθμό μεταβολής ή ένα σφάλμα ταχύτητας. Το σφάλμα των δυο συγκριτών αναλύεται από ένα ηλεκτρονικό κινητήρα για να καθορίσει την ταχύτητα και την διεύθυνση που πρέπει να έχει ο κινητήρας για να φτάνει η άρθρωση την επιθυμητή τιμή για την επόμενη θέση του προγράμματος.

Εάν η μηχανή έχει έξι βαθμούς ελευθερίας ή έξι άξονες, τότε η θέση της άρθρωσης σε κάθε βαθμό ελευθερίας θα μετριέται ξεχωριστά, και τα ηλεκτρικά σήματα θα στέλνονται με καλώδιο στον ελεγκτή για ανάλυση από τον σερβοηλεκτρονικό μηχανισμό. Η δοκιμασμένη θέση της άρθρωσης ανταποκρίνεται σωστά στην κίνηση του κινητήρα και συμβαίνει πολλές φορές το δευτερόλεπτο έτσι ώστε το ορατό αποτέλεσμα να είναι η μικρή μετατόπιση του βραχίονα του ρομπότ από την μια θέση στην άλλη.



Εικόνα 2-24 : Σύστημα κλειστού βρόγχου

Σύστημα κλειστού βρόγχου (closed - loop).

Το σέρβο ή κλειστού βρόγχου σύστημα χρησιμοποιείται σε κάθε εφαρμογή όπου έλεγχος της διαδρομής απαιτείται όπως σε λειτουργίες όπως συγκόλληση, επικαλύψεις, και συναρμολογήσεις. Οι πιο εξελιγμένοι ελεγκτές περιλαμβάνουν υπολογιστή, οθόνη πληκτρολόγιο, προγραμματιστή χειρός, πόρτες εισόδου / εξόδου επιπρόσθετα στο σύστημα του σέρβο ελεγκτή.

Τα πλεονεκτήματα του σέρβο ελεγκτή είναι:

- Ευέλικτα προγράμματα ελέγχου επιτρέπουν τα robot να χρησιμοποιούνται σε μια πλατιά ποικιλία από βιομηχανικές εργασίες και επιμηκύνουν το χρόνο χρησιμότητας της μηχανής.
- Τα robot είναι ικανά να εκτελέσουν περισσότερο πολύπλοκες βιομηχανικές λειτουργίες.
- Μηχανισμοί αποπεράτωσης μπορεί να είναι λιγότερο πολύπλοκοι λόγω της ικανότητας τοποθέτησης του robot.
- Τα robot μπορούν να εκτελούν πολλαπλά προγράμματα για να χειρίζονται πολύπλοκες βιομηχανικές λειτουργίες.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Μεγάλα επενδυτικά κεφαλαία για μηχανές αυτού του τύπου απαιτούνται.
- Το προσωπικό συντήρησης πρέπει να είναι πολύ καλά εκπαιδευμένο λόγω της επιπλέον τεχνολογίας στο περιβάλλον εργασίας.

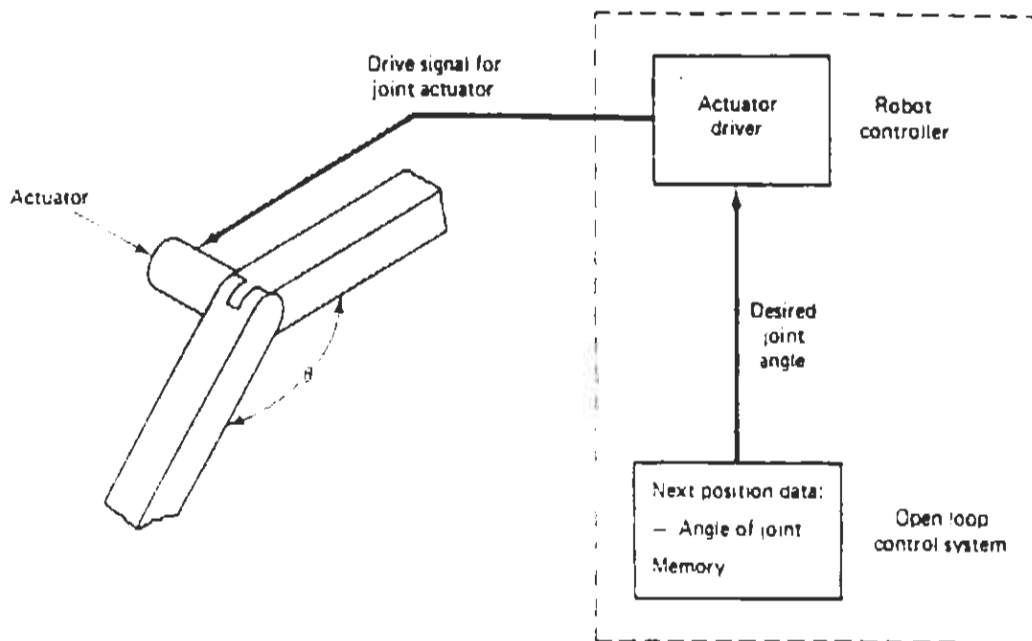
Το Cincinnati Milacron T3-726 robot στην φωτογραφία 2-23 είναι ένα παράδειγμα αυτού του τύπου του σέρβο – τροφοδοτούμενου συστήματος έλεγχου.

Σύστημα ανοιχτού βρόγχου (open – loop).

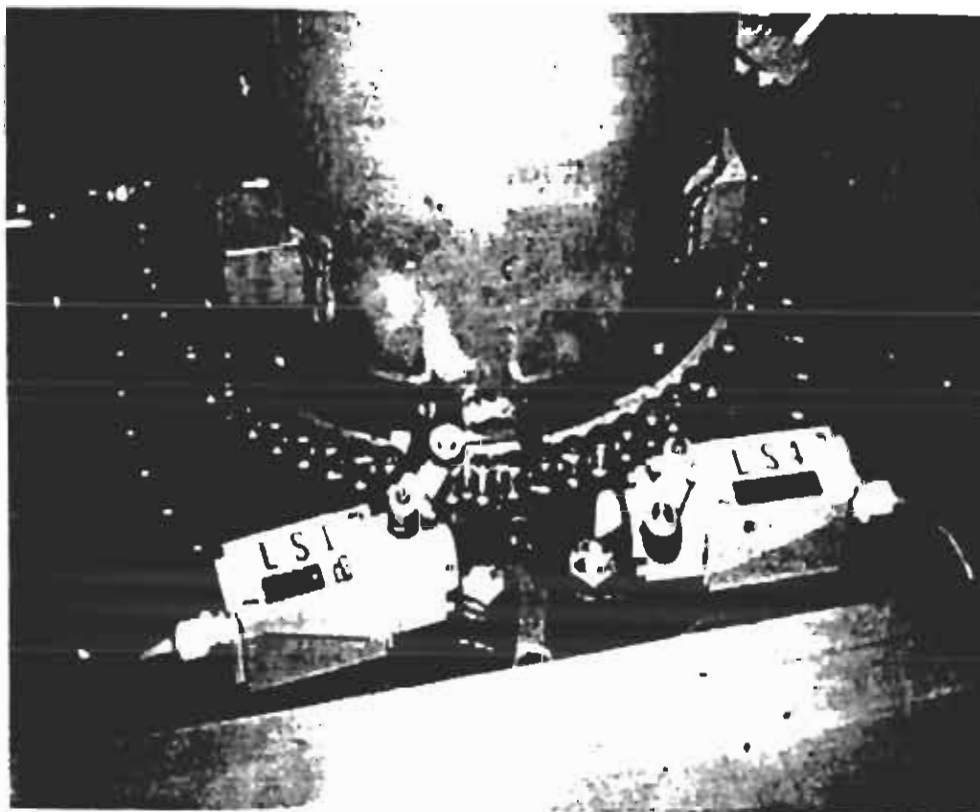
Τα ρομπότ που ταξινομούνται ως μη σερβομηχανισμοί δεν έχουν θέση και ρυθμό αλλαγής αισθητήρα σε κάθε άξονα. Άρα ο ελεγκτής δεν γνωρίζει την θέση του εργαλείου ενώ το ρομπότ κινείται από το ένα σημείο στο άλλο. Σε κάθε άξονα υπάρχει ένα ακίνητο εμπόδιο ή όριο σε κάθε άκρο της πορείας που παρέχει την ακρίβεια θέσης στο σημείο. Η εικόνα 2-25 είναι ένα απλουστευμένο διάγραμμα με κουτιά ενός συστήματος μη σερβομηχανισμού (ανοιχτού βρόγχου). Σημείωση ότι δεν υπάρχουν σήματα που έρχονται από την άρθρωση ή άξονα που να λει στον ελεγκτή την συγκεκριμένη θέση ή ταχύτητα της άρθρωσης. Η άρθρωση θα σταματήσει μόνο να

κινείται όταν φθάσει σε ένα από τα δυο πιθανά άκρα της πορείας ή όταν ο οδηγός του μηχανισμού κίνησης αφαιρέσει το σήμα του οδηγού μετά από ένα προκαθορισμένο χρόνο. Το σήμα από τον ελεγκτή προκαλεί το ρεύμα της πηγής να οδηγήσει στον μηχανισμό κίνησης των αξόνων από το παρόν όριο ή παύση στο αντίθετο άκρο. Ο ελεγκτής συχνά δεν επιβεβαιώνει το ότι η νέα θέση έχει πλησιαστεί. Όμως η ακρίβεια του μηχανικού συστήματος και ο χρόνος ο επιτρεπόμενος να φθάσει στην νέα θέση βεβαιώνει ακρίβεια λειτουργίας. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση ότι πολύ λίγα προβλήματα συμβαίνουν όταν χρησιμοποιείται ανοιχτού βρόγχου έλεγχος στις συνηθισμένες εφαρμογές. Μια τεχνική γνωστή σαν όριο αίσθησης (limit sensing) χρησιμοποιείται όταν μια εφαρμογή απαιτεί επιβεβαίωση ότι το όριο έχει φταστεί. Για παράδειγμα εάν ένα ρομπότ μη σερβομηχανισμού χρησιμοποιείται για να ξεφορτώσει μια μηχανή χυσίματος καλουπιών, ο σχεδιασμός του συστήματος θα απαιτούσε επιβεβαίωση ότι η αρπάγη του ρομπότ και το κομμάτι που κρατιέται στην αρπάγη είναι και τα δυο καθαρά από τα καλούπια, πριν η μηχανή καλουπιών επαναλάβει την διαδικασία και τα καλούπια είναι κλειστά. Άρα ένας διακόπτης είναι τοποθετημένος στο όριο και περιμένει επιβεβαίωση από το όριο του διακόπτη πριν διατάξει άλλη παραπέρα κίνηση άξονα. Η ίδια τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει πολλαπλές παύσεις ή όρια σε ανοιχτού βρόγχου τύπου μηχανή. Η εικόνα 2-26 δείχνει ένα περιστροφικό μηχανισμό κίνησης στη βάση ενός ρομπότ, με ρυθμιζόμενους διακόπτες ορίων που ελέγχουν την περιστροφή της βάσης. Καθώς η βάση περιστρέφεται ο οδηγός μηχανισμού κίνησης μπορεί να κλείσει την κινητήρια δύναμη του μηχανισμού κίνησης όταν οποιοσδήποτε διακόπτης ορίου έχει φταστεί και παρέχει το σύστημα μη σερβομηχανισμού με διάφορες θέσεις παύσεων.

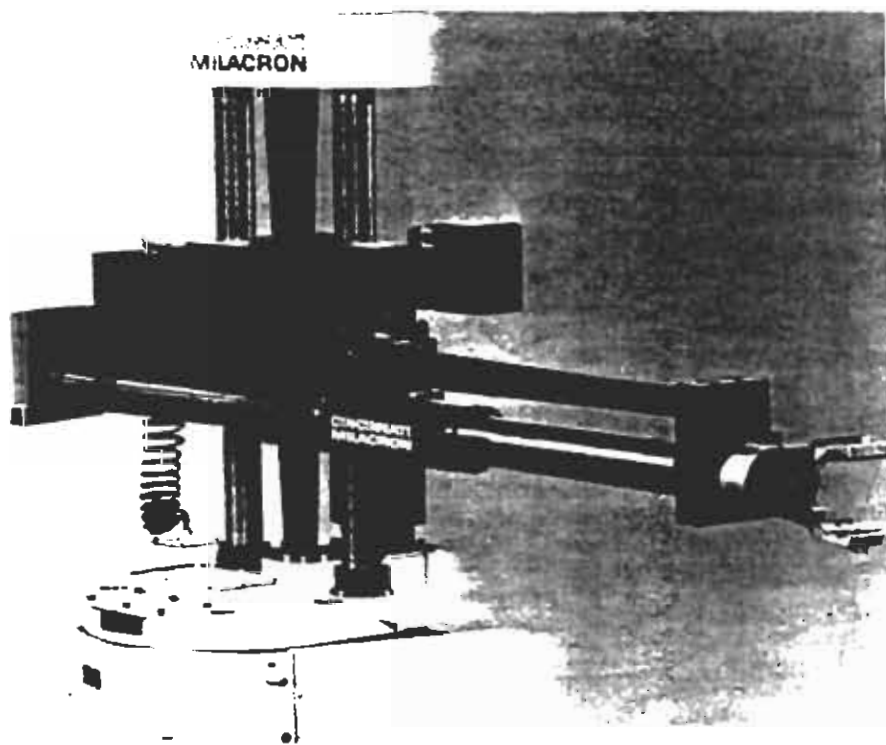
Το σύστημα ανοιχτού βρόγχου αναφέρεται στην βιομηχανία ως stop to stop ή pick and place τύπος ρομπότ. Ένα πνευματικά ελεγχόμενο αρθρωτό εξάρτημα φαίνεται στην εικόνα 2-4. Το Σύστημα είναι συναρμολογούμενο από τον χρήστη από μια ευρεία επιλογή από γραμμικούς και περιστροφικούς μηχανισμούς κίνησης. Ένα δεύτερο stop to stop ρομπότ φαίνεται στην εικόνα 2-27. Τα πλεονεκτήματα των τύπων ρομπότ με σερβομηχανισμούς γίνονται μειονεκτήματα για ένα τύπο μη-σερβομηχανισμού stop to stop. Ακόμα εκτός της ελάττωσης της ελαστικότητας, εφαρμογές για αυτό τον τύπο του ρομπότ υπάρχουν άφθονες στην βιομηχανία. Το χαμηλό αρχικό κόστος κάνει το σύστημα μια ελκυστική επιλογή για εφαρμογές μηχανών φορτώματος και ξεφορτώματος.



Εικόνα 2-25 : Σύστημα ανοιχτού βρόγχου



Εικόνα 2-26 : Servo σύστημα επανατροφοδότησης πολλαπλών σταματημάτων Prab Non



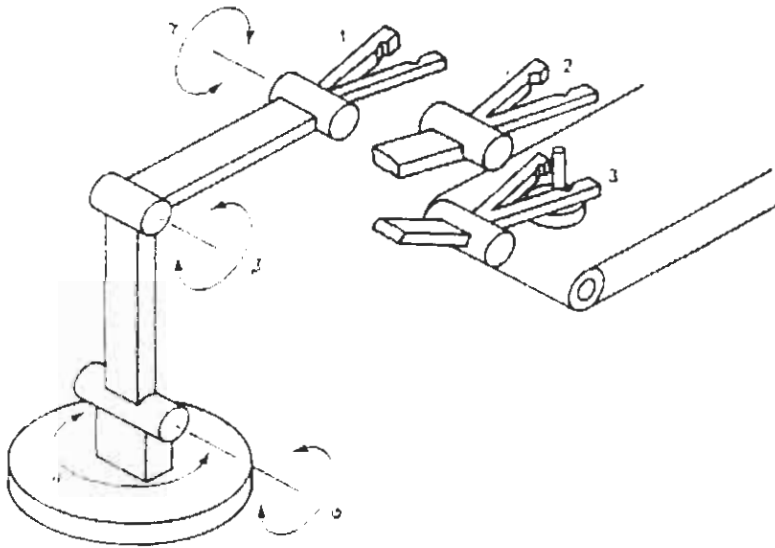
Εικόνα 2-27 : Ρομπότ πάνω και τοποθετώ

Έλεγχος διαδρομής (Path Control)

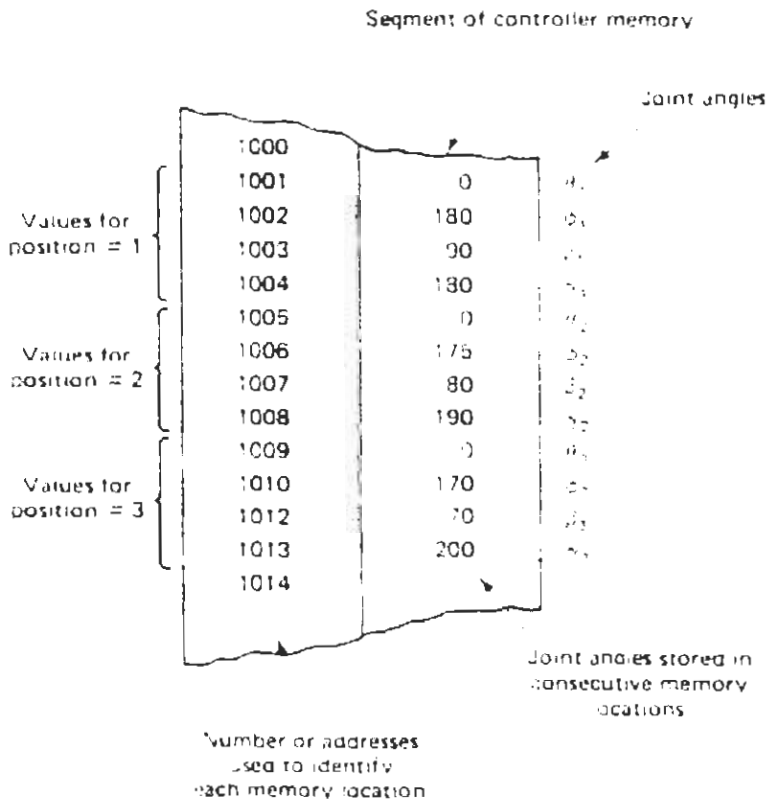
Η λιγότερο αμφιλεγόμενη μέθοδος για ταξινόμηση των ρομπότ βασίζεται στον τύπο του έλεγχου διαδρομής που ο ελεγκτής παρέχει. Ο έλεγχος διαδρομής είναι ένας τρόπος του καθορισμού της μεθόδου που ο ελεγκτής του ρομπότ χρησιμοποιεί για να καθοδηγεί το εργαλείο σε πολλά σημεία στην επιθυμητή του βραχίονα τροχιά. Οι τέσσερις τύποι του έλεγχου διαδρομής από τους λιγότερο πολύπλοκους στους περισσότερο πολύπλοκους είναι: stop-to-stop, continuous, point-to-point, και controller path. Μερικά τμήματα της βιομηχανίας ρομπότ αναγνωρίζουν stop-to-stop μηχανές σαν point-to-point χωρίς σερβομηχανισμό ανάδρασης, όμως εκτός από αυτήν την μια παρέκκλιση η βιομηχανία είναι σύμφωνη.

Πριν περιγράψουμε τους τέσσερις τύπους του ελέγχου διαδρομής, μια καθαρή κατανόηση το πώς ο ελεγκτής αποθηκεύει τα σημεία του προγράμματος είναι σημαντική. Η εικόνα 2-28 δείχνει ένα απλουστευμένο ρομπότ με τέσσερις βαθμούς ελευθερίας προγραμματιζόμενο να αρπάζει ένα κομμάτι. Το ρομπότ δείχνει τις τρεις θέσεις μέσα από τις οποίες πρέπει να περάσει στην πορεία για να ολοκληρώσει το σήκωμα του κομματιού. Το νούμερο είναι σημείο εκκίνησης, στην θέση δύο τοποθετείται η αρπάγη πάνω από το κομμάτι και το τρίτο σημείο τοποθετεί την αρπάγη σε θέση που τα παράλληλα σαγόνια μπορούν να κλείσουν για να σιγουρέψουν το κομμάτι. Για αυτήν την λειτουργία τα 3

σημεία παριστάνουν τον ελάχιστο αριθμό από βήματα του προγράμματος που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Το λειτουργικό σύστημα του ρομπότ θα καταγράψει στην μνήμη του ελεγκτή τις απαραίτητες πληροφορίες για την διαδρομή που επιτρέπουν στο ρομπότ να επιστρέψει σε αυτά τα τρία σημεία καθώς το πρόγραμμα εκτελείται. Οι ελάχιστες απαραίτητες πληροφορίες που επιτρέπουν στο ρομπότ να επιστρέψει σε οποιαδήποτε σημείο στο φάκελο εργασίας του είναι η θέση του κάθε βαθμού ελευθερίας ή κάθε άξονα όταν το ρομπότ είναι στο σημείο. Στην περίπτωση των αρθρώσεων που κινούνται με περιστροφή η γωνία είναι η κρίσιμη τιμή, και στην περίπτωση γραμμικής κίνησης η απόσταση που διανύεται θα έχει σωθεί. Τα πραγματικά στοιχεία που αποθηκεύονται στην μνήμη για κάθε προγραμματισμένο σημείο ποικίλουν εξαρτώμενα από τον τύπο του ελέγχου διαδρομής που παρουσιάζεται. Οι continuous-path τύπου μηχανές αποθηκεύουν τις πραγματικές γωνίες των αρθρώσεων για κάθε προγραμματισμένο σημείο. Για σερβομηχανές point-to-point το σύστημα αποθηκεύει τις καρτεσιανές χώρου συντεταγμένες του κάθε προγραμματιζόμενου σημείου. Για παράδειγμα, οι X, Y, Z, ε, δ, ρ τιμές θα σωθούν. Αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται για να υπολογιστούν οι γωνίες των αρθρώσεων ή εκτάσεις του μηχανισμού κίνησης κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος. Η εικόνα 2-29 δείχνει ένα τμήμα της μνήμης ενός συστήματος συνεχούς ελέγχου με τις γωνίες των αρθρώσεων για τρία καταγεγραμμένα σημεία. Στην πραγματικότητα οι πληροφορίες στην μνήμη πρέπει να είναι σε δυαδικούς αριθμούς (1/0). Οι δυαδικές τιμές χρησιμοποιούνται για ευκολία. Άρα ανεξάρτητα από το τι έλεγχος διαδρομής χρησιμοποιείται από ένα σύστημα ρομπότ το πρόβλημα μειώνεται με την καταγραφή των σημαντικών πληροφοριών για κάθε σημείο του φακέλου εργασίας που το ρομπότ πρέπει να περάσει μέσα στην διαδικασία της εκτέλεσης των σειρών των κινήσεων. Αυτή η βασική διαδικασία εφαρμόζεται σε κάθε τύπο ελέγχου διαδρομής που συζητείται σε αυτό το κεφάλαιο.



Εικόνα 2-28 : Έλεγχος διαδρομής Point to Point



Εικόνα 2-29 : A segment of a Robot Control Memory

Stop-to-stop

Στον έλεγχο διαδρομής Stop-to-Stop το σύστημα του ρομπότ λειτουργεί σαν ανοιχτού βρόχου, που σημαίνει ότι η ταχύτητα και η θέση των αξόνων δεν είναι γνωστή στον ελεγκτή. Ένα παράδειγμα θα το επιδείξει αυτό. Το ρομπότ στην εικόνα 2-30 πρέπει να πάει από το σημείο Α στο σημείο Β σαν τμήμα μιας προγραμματισμένης κίνησης. Εφόσον η κίνηση των μηχανισμών κίνησης δεν είναι δειγματοσιμένη με ένα σύστημα ανάδρασης, η ακριβής κίνηση των αξόνων δεν είναι γνωστή αν ο μηχανισμός κίνησης δεν οδηγηθεί στο επιθυμητό όριο, που είναι προκαθορισμένο από μηχανικές παύσεις στους κυλίνδρους του μηχανισμού κίνησης. Σαν αποτέλεσμα, η μόνη πληροφορία αποθηκευμένη στην μνήμη είναι μια λίστα σειρών από on/off εντολές για κάθε οδηγό μηχανισμού κίνησης. Σε αυτή την περίπτωση η μνήμη θα έχει τον μηχανισμό κίνησης 1 ανοιχτό (on) ακολουθούμενο από τον μηχανισμό 2 ανοιχτό (on).

Point-to-Point

Η βασική συσκευή προγραμματισμού στους point-to-point ελεγκτές είναι ένα βοήθημα διδασκαλίας χειρός κρεμαστού τύπου. Τα κουμπιά έλεγχου για το IBM 7535 ρομπότ ελεγκτή φαίνονται στην εικόνα 2-31. Συσκευές διδασκαλίας κρεμαστού τύπου συνήθως έχουν δυο στιγμιαίους διακόπτες πίεσεως για κάθε βαθμό ελευθερίας στο ρομπότ. Ο προγραμματιστής μπορεί να κινήσει κάθε άξονα ανεξάρτητα σε οποιαδήποτε κατεύθυνση με αυτά τα κουμπιά ελέγχου. Ο κρεμαστού τύπου ελεγκτής παρέχει ένα κουμπί προγραμματισμού που διατάσει τον ελεγκτή να αποθηκεύσει στην μνήμη την τωρινή θέση κάθε άξονα ή άκρου του ρομπότ. Ένα κουμπί επίσης παρέχεται για παύση κίνδυνου και για μονό βήμα μέσα στο πρόγραμμα. Αυτές οι λειτουργίες είναι κοινές μεταξύ των συσκευών διδασκαλίας από τους περισσότερους κατασκευαστές, συχνά επιπρόσθετοι διακόπτες έλεγχου παρέχονται για ειδικές λειτουργίες της μηχανής, όπως ο έλεγχος της ταχύτητας κατά την διάρκεια του προγραμματισμού.

Το εργαλείο ή η αρπάγη κινείται σε θέση με τις συσκευές διδασκαλίας τότε ο ρομποτικός ελεγκτής διατάσσεται να καταγράψει την θέση του εργαλείου στην μνήμη. Αυτή η πληροφορία αναπαριστά ένα σημείο σε μια προγραμματισμένη κίνηση. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για το επόμενο επιθυμητό σημείο στο περιβάλλον εργασίας όταν οι θέσεις όλων των αρθρώσεων είναι ανατροφοδοτούμενες στον ελεγκτή για να υπολογίσει τις καρτεσιανές συντεταγμένες χώρου για την θέση του εργαλείου. Τελικά.

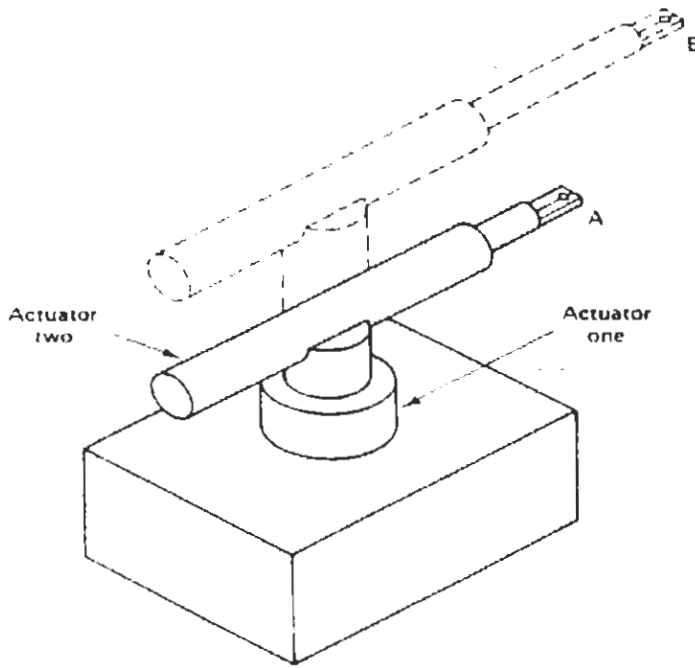
αυτές οι (X, Y, Z) δ,ε,ρ τιμές καταγράφονται από το σύστημα όταν το κουμπί καταγραφής είναι πιεσμένο. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι όλες οι επιθυμητές θέσεις του εργαλείου έχουν αποθηκευτεί στην μνήμη του ελεγκτή με την μορφή των συντεταγμένων καρτεσιανού χώρου. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η διαδρομή που το ρομπότ παίρνει καθώς ο προγραμματιστής μετακινεί το εργαλείο από την μια επιθυμητή θέση στην άλλη δεν θα έχει κανένα αποτέλεσμα στο τελικό πρόγραμμα διαδρομής όταν το πρόγραμμα τρέξει. Η εικόνα 2-32 δείχνει αυτή την αντίληψη με τις θέσεις στο χώρο που θα απαιτούνται για ένα point-to-point ελεγκτή διαδρομής για μετακίνηση ενός κομματιού από τον ένα μεταφορέα με ιμάντα στον άλλο. Τα παρακάτω τέσσερα σημεία θα απαιτούνται για να σηκώσει το κομμάτι στο σημείο 1 να ανυψωθεί στο σημείο 2, να το μεταφέρει στο σημείο 3, να κατεβάσει στο σημείο 4. Οι συνεχείς γραμμές παριστάνουν την επιθυμητή διαδρομή της κίνησης όταν το πρόγραμμα εκτελείται από τον ελεγκτή. Οι διακεκομμένες γραμμές παριστάνουν την διαδρομή που το κομμάτι μπορεί να έπαιρνε όταν ο προγραμματιστής δίδασκε το ρομπότ την επιθυμητή λειτουργία. Τα σημεία που είναι μαρκαρισμένα από το 1 έως το 4 είναι τα μόνα σημεία τα οποία έχουν καταγραφεί στην μνήμη του ελεγκτή από τον προγραμματιστή, έτσι η παρέκκλιση από την επιθυμητή διαδρομή καθώς ο προγραμματιστής μετακινεί το εργαλείο από το σημείο ένα στο σημείο δύο δεν επηρεάζει την τελική λειτουργία. Point-to-Point ελεγκτές μπορούν να αποθηκεύσουν χιλιάδες σημεία του προγράμματος για μια πολύπλοκη εφαρμογή και επίσης μπορούν να αποθηκεύσουν αρκετά διαφορετικά προγράμματα. Γι'αυτόν τον λόγο το ρομπότ μπορεί να προσαρμόσει την κίνηση του σε διαφορετικά κομμάτια κατασκευής ή σε συνθήκες του περιβάλλοντος εργασίας. Για παράδειγμα σε μια λειτουργία επιθεώρησης ο ελεγκτής μπορεί να οδηγήσει την αρπάγη μέσω μιας προγραμματισμένης ρουτίνας να κινεί κομμάτια μέσω ενός ελεγκτή laser και επάνω σε μια εξωτερική ταινία μεταφοράς. Όταν το κομμάτι αποτύχει στην επιθεώρηση, όμως, η διαδικασία πρέπει να έχει επιλογή να ρίξει το κομμάτι σε ένα καλάθι απορριμμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται ενεργοποιώντας ένα δεύτερο αποθηκευμένο πρόγραμμα το οποίο έχει το σετ από τα σημεία για την διαδρομή για το καλάθι απορριμμάτων. Αυτή η διαδικασία λέγεται διακλάδωση (branching). Το Unimate 2000 είναι ένα παράδειγμα ρομπότ του τύπου συστήματος point-to-point με ικανότητα αποθήκευσης 2048 προγραμματισμένων σημείων.

Το σύστημα τύπου point-to-point παρέχει έλεγχο ανάδρασης για κάθε άξονα ολόκληρης της διαδρομής, με τον ελεγκτή να οδηγεί κάθε άξονα από την δική του αρχική γωνία ή θέση στην γωνία που απαιτείται για το επόμενο προγραμματισμένο σημείο κατά

μήκος της διαδρομής. Η εικόνα 2-33 δείχνει συμβολικά ένα σφαιρικό ρομπότ να κινείται από το ένα σημείο 1 στο σημείο 2, που τα σημεία ένα και δυο έχουν την ίδια απόσταση από το ρομπότ, μόνο το σημείο δύο είναι ψηλότερα. Ο ελεγκτής πρέπει να αλλάξει τέσσερις βαθμούς ελευθερίας σε αυτό το παράδειγμα. Η βάση πρέπει να περιστραφεί κατά μια γωνία θ , ο ώμος πρέπει να παει από την γωνία φ_1 στην γωνία φ_2 , ο βραχίονας πρέπει να είναι επεκταμένος στον άξονα Z για να φθάσει το υψηλότερο σημείο, και ο καρπός πρέπει να κλείσει από την γωνία γ_1 στην γωνία γ_2 . Ο ελεγκτής θα αλλάξει τον κάθε άξονα στον μέγιστο βαθμό, έτσι ο ώμος και οι μηχανισμοί κίνησης κλίσης με την ελάχιστη αλλαγή, θα τελειώσουν την κίνηση καλά σε σχέση με τον μηχανισμό κίνησης της βάσης που χρειάζεται να διανύσει μεγαλύτερη απόσταση. Αυτό προκαλεί στην αρπάγη να θεωρήσει μια διαδρομή όχι ευθείας γραμμής, διαδρομή που φαίνεται στην εικόνα 2-33 με διακεκομμένοι γραμμή. Αυτή η έλλειψη του ελεγχτού διαδρομής δεν παρουσιάζει προβλήματα με ρομπότ που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές για χειρισμό υλικών ή για φροντίδα μηχανών που η ευθεία γραμμή δεν απαιτείται, όμως μπορεί να προκαλέσει δυσκολία προγραμματισμού σε περιπτώσεις συγκολλήσεων τόξου όπου το ρομπότ απαιτείται να ακολουθήσει τη ραφή μεταξύ δυο μεταλλικών κομματιών. Για να εξασφαλίσει κίνηση σε ευθεία γραμμή με έλεγχο point-to-point αυτού του τύπου ένας μεγάλος αριθμός από σημεία απαιτείται για να προγραμματιστούν πολύ κοντά μεταξύ τους ώστε να διατηρήσουν τις αλλαγές σε κάθε άξονα μικρές και περίπου ίσες.

Το πλεονέκτημα του τύπου point-to-point έλεγχου είναι ότι σχετικά μεγάλα και πολύπλοκα προγράμματα μπορούν να εξασφαλιστούν για ένα σύστημα που είναι μετρημένο στο κόστος και αποδεικνυόμενης αξιοπιστίας. Ακόμα υπάρχουν πολλές εφαρμογές που ο έλεγχος διαδρομής δεν απαιτείται, η έλλειψη του ελέγχου ευθείας γραμμής δεν περιορίζει τον αριθμό των εφαρμογών του point-to-point συστήματος και γι'αυτόν το λόγο θα μπορούσε να θεωρηθεί το πρωτεύον του μειονέκτημα.

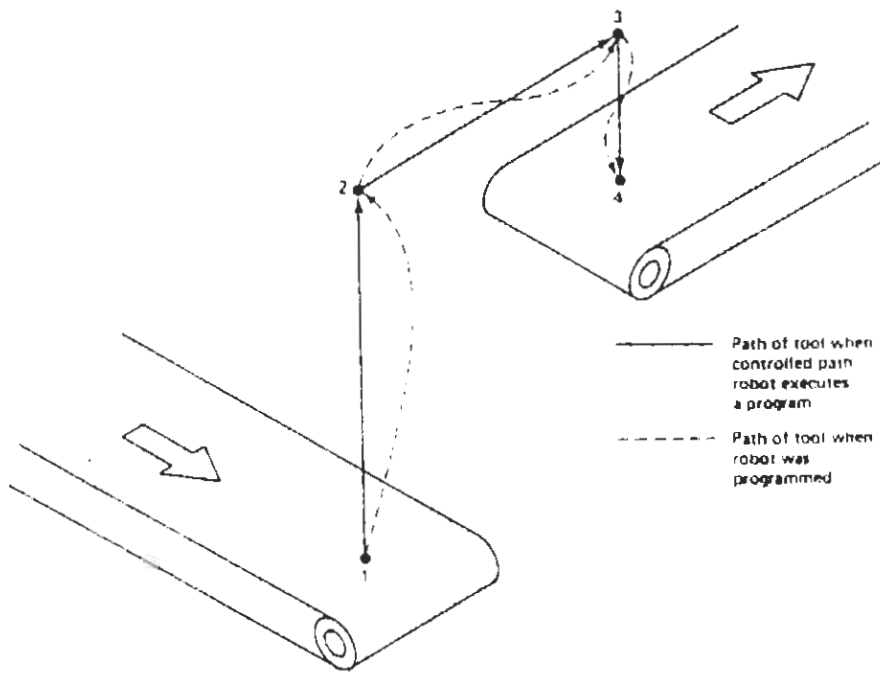
Υπάρχει μια πολύ μεγάλη συλλογή από ρομπότ με ελεγχόμενους point-to-point σερβοκινητήρες διαθέσιμους είτε με ηλεκτρικούς, είτε υδραυλικούς οδηγούς με οποιαδήποτε επιθυμητή γεωμετρία βραχίονα, όμως ο σφαιρικός – αρθρωμένος τύπος είναι πιο διαδεδομένος. Η ανυψωτική ικανότητα ποικίλει από μερικά κιλά μέχρι 900 κιλά με επαναληπτικότητα ακρίβειας $0.05mm$.



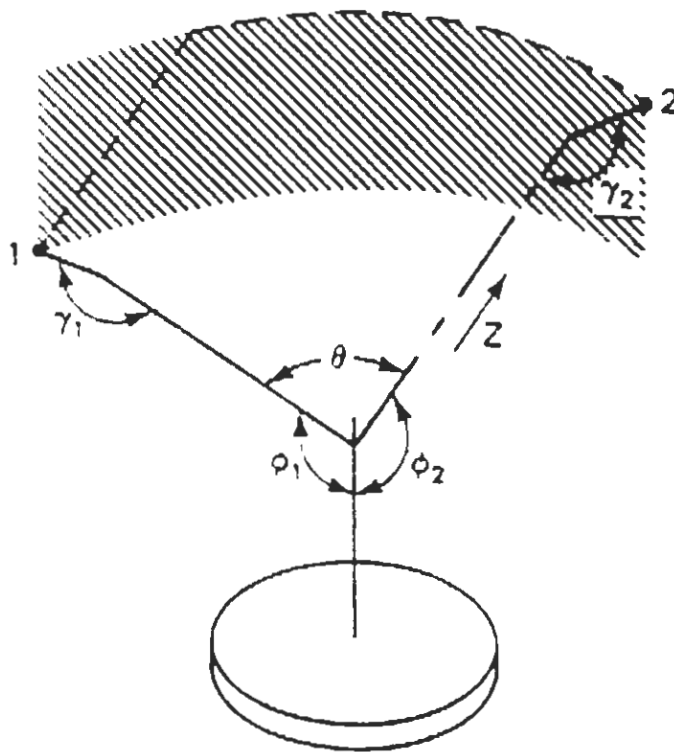
Εικόνα 2-30: Διαδρομή Stop - to - Stop



Εικόνα 2-31 : Τηλεχειρισμός του ρομπότ IBM 7535



Εικόνα 2-32 : Παράδειγμα προγραμματισμού Point - to - Point



Εικόνα 2-33 : Παράδειγμα Point - to - Point μη-γραμμικής κίνησης

Controlled Path (Ελεγχόμενη διαδρομή)

Η ελεγχόμενη διαδρομή του ρομπότ είναι ένα σύστημα point-to-point με ικανότητα που έχει προστεθεί για να παρέχει έλεγχο του end-effector ή στο εργαλείο κεντρικού σημείου καθώς κινείται από το ένα πρόγραμμα στο άλλο. Το σύστημα είναι προγραμματισμένο με τον ίδιο τρόπο όπως στις κανονικές point-to-point μηχανές με κάθε σημείο στην διαδρομή να καταγράφεται χρησιμοποιώντας τον κρεμαστό πίνακα διδασκαλίας. Η διαφορά φαίνεται όταν το πρόγραμμα εκτελείται, με την πρωτεύουσα διαφορά να βρίσκεται στην ευθυγραμμισμένη κίνηση ανάμεσα στα προγραμματιζόμενα σημεία. Οι μηχανισμοί κίνησης των αξόνων οδηγούνται με ένα αναλογικό τρόπο με το άξονα να απαιτεί την μεγαλύτερη αλλαγή να οδηγείται ταχύτερα από εκείνο από απαιτεί την ελάχιστη αλλαγή. Ένα αποτέλεσμα είναι ότι μια ευθεία διαδρομή ακολουθείται ανάμεσα στα προγραμματιζόμενα σημεία χωρίς καμία επιπρόσθετη επιδεξιότητα του προγραμματιστή. Επιπλέον, η ταχύτητα ανάμεσα στα σημεία μπορεί να καθοριστεί ατομικά στο πρόγραμμα μαζί με την κίνηση ενός ειδικού εργαλείου όπως μια αντιγραφή συγκόλλησης τόξου. Όλες αυτές οι ικανότητες είναι ένα αποτέλεσμα της αύξησης της νοημοσύνης ελεγκτή και έχει ένα προστιθέμενο πλεονέκτημα του εμπλουτισμού με χαρακτηριστικά προγραμματισμού όπως η διόρθωση προγράμματος, διαγνωστικά προβλημάτων, ικανότητα μεγαλύτερης μνήμης και προστιθέμενου έλεγχου του end-effector.

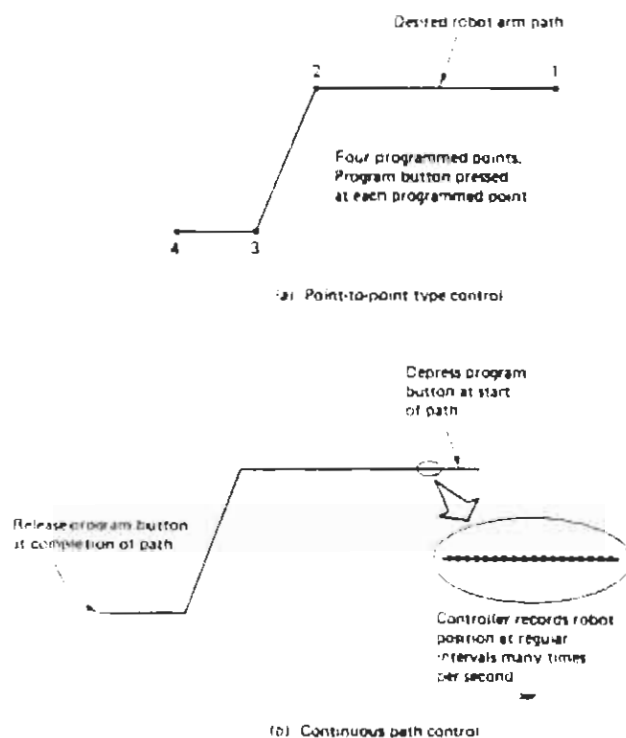
Συνεχή Διαδρομή

Η πρωταρχική διαφορά ανάμεσα στην point-to-point ελεγχόμενη διαδρομή που μόλις περιγράφηκε και στον συνεχή έλεγχο διαδρομής είναι στον αριθμό των προγραμματισμένων σημείων που έχουν σωθεί στην μνήμη του ελεγκτή και η μέθοδος που χρησιμοποιείται για να σωθούν. Η προγραμματισμένη διαδρομή στην εικόνα 2-34 εμφανίζει αυτή τη διαφορά. Ο τύπος point-to-point του ρομπότ θα απαιτούσε μόλις τέσσερα προγραμματισμένα σημεία αποθηκευμένα στην μνήμη για καταγραφή αυτής της κίνησης του βραχίονα. Όμως η μηχανή συνεχούς διαδρομής θα αποθήκευε εκατοντάδες από σημεία για την ίδια κίνηση του βραχίονα.

Η διαφορά στον αριθμό των σημείων που αποθηκεύονται είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται από κάθε τύπου μηχανή για να καταγράψει μια προγραμματισμένη διαδρομή. Στον point-to-point προγραμματισμό ο προγραμματιστής

κινεί το ρομπότ στην επιθυμητή θέση και πατά το κουμπί του προγράμματος. Ένα απλό σημείο στην προγραμματισμένη διαδρομή είναι σωσμένο. Μετά την ακολουθία από αυτά το πρόγραμμα είναι πλήρες. Τότε ο ελεγκτής point-to-point οδηγεί το ρομπότ από το ένα σημείο στο άλλο. Σε αντίθεση στον προγραμματισμό συνεχούς διαδρομής ο προγραμματιστής μαθαίνει την επιθυμητή διαδρομή χρησιμοποιώντας μια θέση διδασκαλίας ή κινώντας φυσιολογικά τον βραχίονα του ρομπότ. Το κουμπί του προγράμματος είναι πιεσμένο στην αρχή της κίνησης και δεν απελευθερώνεται μέχρι η επιθυμητή διαδρομή ολοκληρωθεί, καθώς το κουμπί του προγράμματος είναι πιεσμένο ο ελεγκτής συνεχούς διαδρομής καταγράφει τα σημεία του προγράμματος στην μνήμη στον βαθμό των έξι η περισσότερων το δευτερόλεπτο.

Η συνεχής διαδικασία προγραμματισμού διαδρομής καταγράφει κάθε κίνηση που ο προγραμματιστής κάνει καθώς ο βραχίονας ή η θέση διδασκαλίας μετακινηθεί. Η point-to-point διαδικασία καταγράφει μόνο την περιοχή του βραχίονα όταν το κουμπί του προγράμματος είναι πατημένο. Κάθε κίνηση στον βραχίονα όταν αυτός κινείται από ένα σημείο στο άλλο δεν καταγράφεται. Ελεγκτές συνεχούς διαδρομής είναι πολύ χρήσιμοι σε εφαρμογές όπως ζωγραφική με σπρέι όπου η κίνηση του ρομπότ πρέπει να διπλασιάσει την ικανότητα του χρήστη.



Εικόνα 2-34 : Σύγκριση του τύπου ελεγκτή Point - to - Point και συνεχής διαδρομής

Νοημοσύνη Ελεγκτή

Η τελευταία τεχνική ταξινόμησης ξεχωρίζει τις μηχανές σε τρία γκρουπ με την έννοια του αναφορικού επιπέδου νοημοσύνης του ελεγκτή του ρομπότ. Τα Τρία γκρουπ είναι: υψηλή τεχνολογία, μεσαία τεχνολογία και χαμηλή τεχνολογία. Καθώς η βιομηχανία των βιομηχανικών ρομπότ αναπτύσσεται υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από μηχανικές απλές μηχανές που εκτελούν αναφορικά εύκολες αποστολές σαν μια μηχανή αναμονής. Ρομπότ αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συχνά από τους Γιαπωνέζους, δεν απαιτούν πολύπλοκο μηχανικό σχεδιασμό ή ένα εξεζητημένο ελεγκτή έτσι ανήκουν στην κατηγορία χαμηλής νοημοσύνης. Μερικά από τα παλιότερα ρομπότ όπως το Versatran και οι σειρές των Unimate, είναι περισσότερο ευπροσάρμοστα από τις απλές pick and place μηχανές για αυτό ανήκουν στην μεσαία κατηγορία. Καθώς τα πολύπλοκα συστήματα άρχισαν να φθάνουν στην αγορά, μια νέα κατηγορία με την ονομασία υψηλή τεχνολογία αναπτύχθηκε.

Σήμερα, η γραμμή που ξεχωρίζει τα τρία γκρουπ είναι λιγότερο καθορισμένη γιατί το χαμηλό κόστος της υπολογιστικής ισχύος κάνει δυνατό το κάθε σύστημα να έχει ένα πολύπλοκο ελεγκτή. Είναι εύκολο να αναγνωρίσεις μερικά χαμηλής τεχνολογίας συστήματα που είναι μη σερβομηχανισμοί και εφαρμόζονται σε βιομηχανικές αποστολές. Την ίδια στιγμή υψηλής τεχνολογίας ρομπότ μπορούν να βρεθούν που έχουν καλή επαναληπτικότητα, αναλογικό έλεγχο, και ικανότητα έλεγχου της λειτουργία όλου του περιβάλλοντος εργασίας.

Περίληψη

Το αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου ήταν να παρουσιάσει μια γενική ιδέα της ταξινόμησης των robot και να παρέχει μια άποψη όλων των τύπων των συστημάτων του robot. Βιομηχανικά robot μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορες τεχνικές που περιλαμβάνουν την γεωμετρία του βραχίονα, για τους οδηγούς σημείων, σχεδιαζόμενων εφαρμογών, την παρουσία ή την απουσία επανατροφοδότησης, τον τύπο έλεγχου διαδρομής, και την νοημοσύνη του ελεγκτή.

Οι γεωμετρίες του βραχίονα που είναι τώρα διαθέσιμοι περιλαμβάνουν ευθύγραμμο, κυλινδρικά, σφαιρικά, αρθρωμένα – σφαιρικά συστήματα συντεταγμένων. Αυτοί οι μηχανισμοί σχηματισμού μπορούν να έχουν πνευματικούς, υδραυλικούς ή ηλεκτρικούς οδηγούς σαν πηγές ενέργειας για τα άκρα ή για τους άξονες που πρόκειται

να κινηθούν. Η εφαρμογή δεν είναι μια καλή τεχνική ταξινόμησης, αλλά γενικά οι τεχνικές βαφής, επικάλυψης, συγκολλήσεις τόξου, συναρμολόγησης έχουν λάβει ιδιαίτερη προσοχή από την βιομηχανία των ροβοτ. Μια καλύτερη ταξινόμηση προσδιορίζεται από το ότι ένα ρομποτικό σύστημα είναι σέρβο ή μη σέρβο ελεγχόμενο που σημαίνει ότι το σύστημα είτε γνωρίζει την συγκεκριμένη θέση του κάθε άξονα με την χρήση των σημάτων ανατροφοδότησης ή δεν κάνει δειγματοληψία των τιμών θέσης και δεν έχει ανατροφοδότηση. Μια ακόμη καλή τεχνική ταξινόμησης δείχνει το επίπεδο νοημοσύνης του ελεγκτή. Μικρής-μεσαίας-υψηλής τεχνολογίας ροβοτ έχουν καθοριστεί από την βιομηχανία στις πρώιμες μηχανές, αλλά οι τύποι των ελεγκτών στην μεσαία κατηγορία είναι δύσκολο να απομονωθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ

Εισαγωγή

Οι γλώσσες προγραμματισμού είναι η βασική επικοινωνία μηχανισμών ανάμεσα στα ανθρώπινα όντα και στις έξυπνες μηχανές, που δουλεύουν για μας. Αρχικά αυτές οι έξυπνες μηχανές ήταν οι ίδιες υπολογιστές προγραμματιζόμενες να λύνουν αριθμητικά προβλήματα στις επιστημονικές ή επαγγελματικές περιοχές. Πρόσφατα όμως έχουν ενσωματωθεί μέσα σε άλλες βιομηχανικές μηχανές και μηχανές γραφείου για να αυξήσουν την απόδοση τους και την ικανότητα τους. Παρόλο αυτής της γρήγορης συγχώνευσης των υπολογιστών μέσα στις μηχανές όλων των ειδών η λειτουργία της γλώσσας προγραμματισμού παραμένει χωρίς αλλαγή. Η επικοινωνία συνεχίζει να είναι η πρωτεύουσα λειτουργία αλλά η κάθε αύξηση του αριθμού των πηγών απαιτεί και μια αύξηση της ποικιλίας των δεδομένων και πληροφοριών.

Τα πρώτα ρομπότ οδηγήθηκαν από αισθητήρες τύπου τύμπανου και παρείχαν μικρή προγραμματιζόμενη ευκαμψία. Σήμερα τα ρομπότ ελέγχονται από ισχυρούς ψηφιακούς υπολογιστές, πολλοί μαζί πολλαπλοί επεξεργαστές, που επιτρέπουν μια υψηλού επιπέδου από τον χρηστή και την μηχανή επικοινωνία. Αυτοί οι υπολογιστές είναι υπεύθυνοι για τις παρακάτω λειτουργίες του συστήματος:

Χειρισμός : Ο έλεγχος κίνησης για όλα τα μέλη του ρομπότ. Αυτό περιλαμβάνει θέση, ταχύτητα, και έλεγχο διαδρομής για τον βραχίονα κατά την διάρκεια όλης της προγραμματισμένης κίνησης.

Αίσθηση : Η συγκέντρωση πληροφοριών από τον φυσικό κόσμο που περιβάλλει το ρομπότ. Αυτό περιλαμβάνει την συλλογή από τα αισθητήρια πληροφορίας και τον έλεγχο των περιφερειακών μηχανισμών.

Νοημοσύνη: Η ικανότητα της χρήσης πληροφοριών συγκεντρωμένων από το εργασιακό χώρο για τροποποίηση της λειτουργίας του συστήματος ή για την επιλογή διαφόρων προπρογραμματισμένων διαδρόμων.

Επεξεργασία δεδομένων : Η ικανότητα της χρήσης βάσεων δεδομένων και να επικοινωνεί μαζί με άλλες έξυπνες μηχανές. Αυτό περιλαμβάνει την ικανότητα να διατηρούν εγγραφές, ανταλλαγή προγραμμάτων, δημιουργία αναφορών, και ελέγχου δράσης στο χώρο εργασίας.

Η κατασκευή ενός βιομηχανικού συστήματος με αυτά τα χαρακτηριστικά θα έχει παραγωγική ευκαμψία που δεν υπάρχει στα υπάρχοντα μικρά ομαδικά συστήματα.

Εάν αυτά τα χαρακτηριστικά γίνουν αντιληπτά στις μικρές μεγέθους ομάδες συστημάτων, όμως, οι χρήστες πρέπει αμέσως να είναι ικανοί να προσδιορίσουν πως ένα σύστημα πρέπει να λειτουργεί για να παράγει το απαιτούμενο έργο.

Επομένως η ανάγκη για μια κατάλληλη γλώσσα προγραμματισμού που ικανοποιεί τις απαιτήσεις του συστήματος είναι προφανής. Αυτό το κεφάλαιο αναλύει τις υπάρχουσες γλώσσες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία των ρομπότ και αναγνωρίζει τα είδη των γλωσσών που θα εμφανιστούν στο μέλλον.

Ανάπτυξη της γλώσσας των ρομπότ

Κατά παράδοση οι περισσότερες γλώσσες για ρομπότ είναι σχεδιασμένες να χρησιμοποιούν δύο τεχνικές. Η πρώτη προσέγγιση εστιάζει στην ανάπτυξη μιας γλώσσας που ικανοποιεί τις ανάγκες ελέγχου του ρομποτικού βραχίονα. Όταν αυτό ικανοποιείται η γλώσσα ευρύνεται στο να περιλάβει δομές γλωσσών για παράδειγμα, υποθετικές διακλαδώσεις και εισαγωγή / εξαγωγή interface.

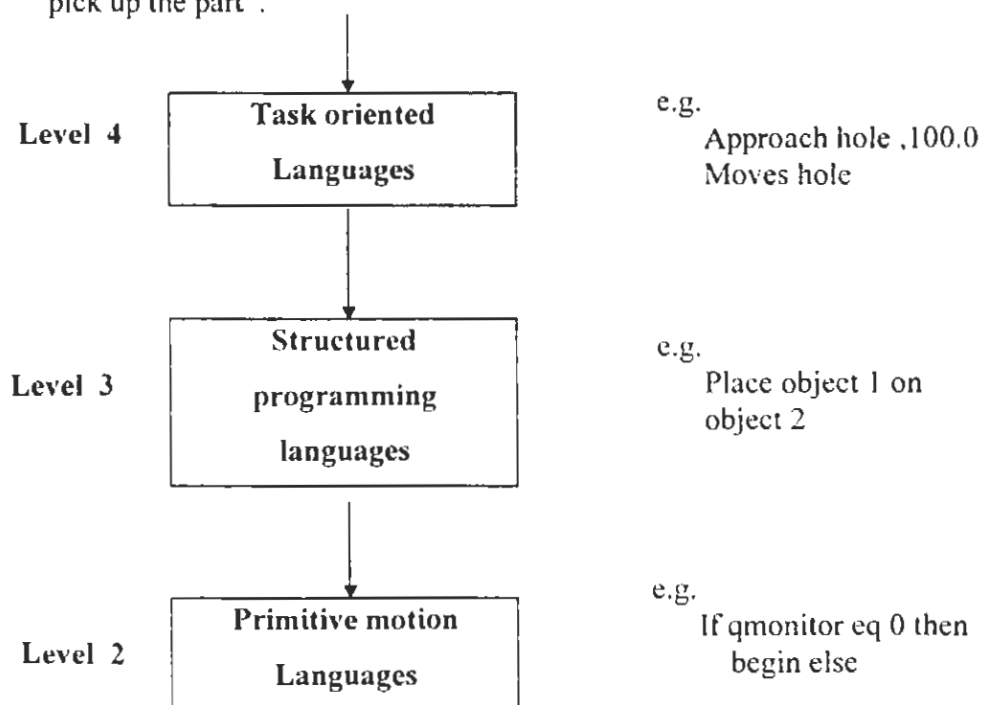
Παραδείγματα γλωσσών ρομπότ που αναπτύχθηκαν με αυτή την τεχνική είναι η AL, μια γλώσσα που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο Stanford και η γλώσσα T3 που αναπτύχθηκε από το Milacron του Cincinnati για την δική τους βιομηχανική παραγωγή robot. Ο έξοχος έλεγχος του χειρισμού του ρομπότ και της διαδρομής του εργαλείου είναι πλεονέκτημα αυτού του σχεδιασμού. Το μειονέκτημα είναι η απουσία ή η ανεπαρκής εφαρμογή της λειτουργίας επεξεργασίας δεδομένων.

Μια δεύτερη τεχνική για ανάπτυξη μιας γλώσσας Robot αρχίζει με μια γλώσσα υπολογιστών ήδη υπάρχουσα γενικού ρόλου όπως η Basic και η FORTRAN. Η υπάρχουσα γλώσσα επεκτείνεται για να περιβάλει τη σημαντικότητα του συστήματος ελέγχου του Robot. Η SAIL μια γλώσσα αναπτυγμένη από το πανεπιστήμιο του Stanford στο εργαστήριο τεχνητής νοημοσύνης τοποθετείται σε αυτή την κατηγορία. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι το ότι η βασική γλώσσα προγραμματισμού είναι καλά προσχεδιασμένη, λειτουργική και καλά υποστηριζόμενη. Το πρωταρχικό μειονέκτημα είναι το ότι η φύση γενικού ρόλου της γλώσσας αναγκάζει μερικούς συμβιβασμούς στο σχεδιασμό που κάνουν την μετατρεπόμενη έκδοση λιγότερο αποτελεσματική για χρήση ως γλώσσα Robot.

Μια τρίτη προσέγγιση περιλαμβάνει το σχέδιο μιας νέας γλώσσας γενικού ρόλου που έχει τις απαραίτητες λειτουργίες για να οδηγεί το βραχίονα. Αυτή η τεχνική επιτρέπει συναλλαγές σχεδιασμού προς εφαρμογή με ένα σημαντικό τρόπο και για τις εφαρμογές Robot και για τους χρηστές της γλώσσας. Η AML γλώσσα που χρησιμοποιείται από την οικογένεια IBM για τα βιομηχανικά Robot αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας αυτή τη τεχνική. Δεν υπάρχουν τρέχοντα Standards για γλώσσες ελέγχου Robot. Δεν υπάρχει εναλλακτικότητα προγραμμάτων μεταξύ κατασκευαστών και σε μερικές περιπτώσεις μονάχα περιορισμένη εναλλακτικότητα ανάμεσα στα μοντέλα του ίδιου κατασκευαστή. Επί του παρόντος υπάρχουν τόσες πολλές γλώσσες για Robot όσα μοντέλα Robot υπάρχουν. Η βιομηχανία των Robot έθεσε το 1990 ως χρονολογία για την τυποποίηση των πολλών γλωσσών που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Ταξινόμηση γλώσσας

Ένας τρόπος για την ταξινόμηση των πολλών γλωσσών που χρησιμοποιούνται από κατασκευαστές Robot είναι ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο πρέπει ο χρήστης να αλληλεπιδρά με το σύστημα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας προγραμματισμού. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης πρέπει να καθορίζει τις γωνίες των συνδέσμων για κάθε κίνηση, το επίπεδο της αλληλεπίδρασης είναι πολύ χαμηλό συγκριτικά με μια γλώσσα που επιτρέπει στο χρηστή να καθορίσει τη κίνηση που απαιτείται σε δηλώσεις όπως "pick up the part".



Level 1

Joint control
Languages

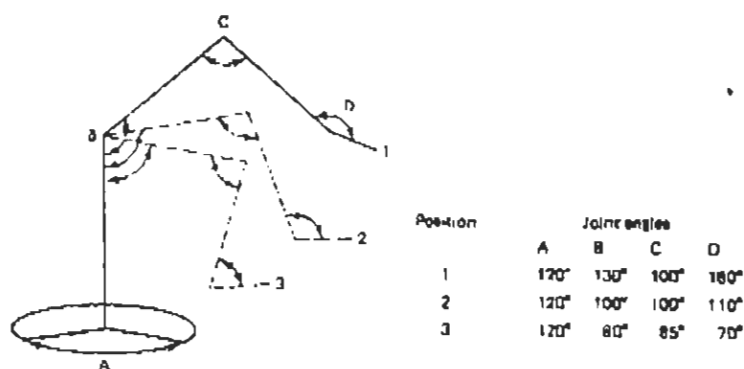
e.g.
Print 'D50'

Χρησιμοποιώντας αυτό το κριτήριο μπορούμε να ομαδοποιήσουμε τις τωρινές γλώσσες σε 4 χαλαρά σχηματιζόμενα επίπεδα. Βέβαια υπερκαλύψεις ανάμεσα στα επίπεδα υπάρχουν, και μερικές γλώσσες φαίνεται ότι καλύπτουν δύο επίπεδα, αλλά η διαδικασία ταξινόμησης είναι ακόμα πολύτιμη. Οι εικόνα 3-1 δείχνει τα τέσσερα βασικά επίπεδα μέσα στα οποία ομαδοποιούνται όλες οι γλώσσες των Robot.

Γλώσσες ελέγχου συνδέσμων

Γλώσσες σ' αυτό το επίπεδο συγκεντρώνονται στο φυσικό έλεγχο της κίνησης του Robot σε όρους συνδέσμων ή αξόνων. Οι εντολές του προγράμματος πρέπει να περιλαμβάνουν την απαιτούμενη γωνιακή αλλαγή των περιστρεφόμενων joints ή τα μήκη της έκτασης των γραμμικών ενεργοποιητών. Η γλώσσα συνήθως δεν υποστηρίζει εντολές συστήματος ή εντολές περιβάλλοντος εργασίας όπως input, output οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν στα προγράμματα ανώτερου επιπέδου γλωσσών Robot για έλεγχο εξωτερικών κινήσεων.

Αυτή η γλώσσα επιπέδου απαιτεί ότι το πρόγραμμα του χρήστη περιέχεται στο χώρο των συνδέσμων. Ο όρος joint space (χώρος συνδέσμων) σημαίνει ότι όλα τα προγραμματιζόμενα σημεία στο φάκελο εργασιών του Robot εκφράζονται σαν μια σειρά των θέσεων του άξονα για όλους τους άξονες του βραχίονα. Η εικόνα 3-2 δείχνει ένα βραχίονα-Robot ο οποίος έχει τρία προγραμματιζόμενα σημεία.



Εικόνα 3-2 Προγραμματισμός σημείου αναφοράς

Ο πίνακας που περιλαμβάνεται στη εικόνα δείχνει τις joint angles που απαιτούνται για τους άξονες του Robot για κάθε προγραμματιζόμενο σημείο. Το πλεονέκτημα αυτού του επιπέδου της γλώσσας έλεγχου είναι το ότι το λογισμικό που απαιτείται για τον έλεγχο δεν είναι δύσκολο ή ακριβό για να αναπτυχθεί. Τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν την έλλειψη εντολών ολοκληρωμένου περιβάλλοντος εργασίας που απαιτείται για τον έλεγχο του συστήματος, την απουσία της οποιασδήποτε καρτεσιανής συντεταγμένης για τα σημεία προγραμματισμού και ποικίλους περιορισμούς στον έλεγχο της ταχύτητας και της διαδρομής.

Παραδείγματα αυτού του τύπου της γλώσσας βρίσκονται πολύ συχνά στα πολλά εκπαιδευτικά Robot που είναι διαθέσιμα. Η ARMBASIC που χρησιμοποιείται στο Minimover 5 από την Microbot και η γλώσσα RASP που χρησιμοποιείται στο Rhino XR Robot είναι αντιπροσωπευτικά αυτού του επιπέδου. Και τα δυο Robot είναι σφαιρικών συνδέσμων στο σχεδιασμό τους και οι εντολές του προγράμματος καθορίζουν το βαθμό περιστροφής που απαιτείται σε κάθε άξονα. Στην ARMBASIC η κίνηση του κάθε άξονα εκφράζεται από τον αριθμό των βημάτων των οποίων ο οδηγός του άξονα, ένας βηματικός κινητήρας θα πρέπει να περιστραφεί. Το Rhino χρησιμοποιεί έναν οπτικό κωδικοποιητή για ανάδραση από το σερβοκινητήρα σε κάθε άξονα. Η κίνηση του Rhino για κάθε άξονα εκφράζεται από τον αριθμό των οπών μέσα από τις οποίες ο σερβοκινητήρας και ο αποκωδικοποιητής θα πρέπει να περιστραφούν. Και οι δυο μηχανές οδηγούνται από ένα μικροϋπολογιστή με ένα RC-232C σύνδεσμο, έτσι το περιβάλλον των συνδέσμων για την κίνηση είναι γραμμένα σε κάθε γλώσσα που υποστηρίζεται από τον μικροϋπολογιστή.

Γλώσσες πρωταρχικής κίνησης

Point-to-Point (από σημείο σε σημείο) γλώσσες πρωταρχικής κίνησης είναι ο πιο κοινός τύπος που χρησιμοποιείται από βιομηχανικά Robot που είναι διαθέσιμα σήμερα. Παρόλο που οι γλώσσες που περιλαμβάνονται σε αυτή την ομάδα ποικίλουν ευρέως, όλες εκθέτουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ένα σημείο προγράμματος δημιουργείται μετακινώντας το Robot σ'ένα επιθυμητό σημείο πιέζοντας ένα διακόπτη προγράμματος. Μια ακολουθία σημείων αποθηκεύεται κατά αυτό τον τρόπο παράγοντας ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα.
- Παρέχεται δυνατότητα διόρθωσης προγράμματος.

- Η διδασκαλία κίνησης του Robot ελέγχεται είτε από οδηγό διδασκαλίας, τερματικό ή joystick.
- Η προγραμματισμένη και διδαγμένη κίνηση μπορεί να λαμβάνει χώρα στη καρτεσιανή κυλινδρική και χειροκίνητο τρόπο συντεταγμένων.
- Interfacing για τον εξοπλισμό του περιβάλλοντος εργασίας είναι δυνατή . Οι ελεγκτές Robot μπορούν να αλληλεπιδράσουν με εξωτερικά σήματα χρησιμοποιώντας αυτά τα σήματα για έλεγχο ή για σήμανση εξωτερικών συμβάντων. Έλεγχος του χώρου εργασίας από το Robot είναι δυνατή.
- Η γλώσσα επιτρέπει απλές υπορουτίνες και διακλαδώσεις.

Σε αντίθεση μερικές από αυτές τις point to point γλώσσες επιτρέπουν απλή ή παράλληλη εκτέλεση χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερους βραχίονες στον ίδιο χώρο εργασίας. Η γλώσσα OLIVETTI SIGLA για παράδειγμα επιτρέπει ανεξάρτητη λειτουργία των βραχιόνων με όρια και συγκλινόμενα σημεία για την αποφυγή συγκρούσεων. Αυτό επίσης επιτρέπει την εκτέλεση πολλών διαφορετικών αρχείων εργασίας σε διαφορετικούς βραχίονες στον ίδιο χρόνο με όρια για κάθε βραχίονα ρυθμιζόμενα από τις εντολές αντισύγκρουσης στη γλώσσα. Μερικές γλώσσες σ' αυτή την ομάδα έχουν περιορισμένες δυνατότητες μετατροπής συντεταγμένων.

Οι γλώσσες VAL και RPL από το UNIMATION-WESTINGHOUSE μπορούν να προσδιορίσουν. Πλαίσια αναφοράς, αντεστραμμένους μετασχηματισμούς και πολλαπλασιασμό πινάκων. Το πρωταρχικό πλεονέκτημα των γλωσσών σε αυτό το επίπεδο είναι αποδεδειγμένη απόδοση στο χώρο κατασκευής.

Το κοινό μειονέκτημα είναι ότι η έμφαση στον προγραμματισμό είναι ακόμα στην κίνηση του Robot παρά στο πρόβλημα παραγωγής. Επιπλέον αυτό το επίπεδο δεν υποστηρίζει την ανάγκη για προγραμματισμό off-line (εκτός γραμμής).

Δομημένες γλώσσες προγραμματισμού

Οι δομημένες γλώσσες προγραμματισμού προσφέρουν μια μεγάλη βελτίωση πάνω στο επίπεδο πρωταρχικής κίνησης. Αυτό το επίπεδο περιέχει γλώσσες οι οποίες έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Μια διαμόρφωση δομημένου ελέγχου είναι παρούσα.
- Εκτεταμένη χρήση των μετασχηματισμών συντεταγμένων και πλαίσια αναφοράς επιτρέπονται.

- Σύνθετες δομές δεδομένων υποστηρίζονται.
- Βελτιωμένες εντολές αισθητήρων και παράλληλης επεξεργασίας κάτω από το προηγούμενο επίπεδο γλώσσας περιλαμβάνονται.
- Επιτρέπονται μεταβλητές κατάστασης (θέσης). Είναι μεταβλητές του συστήματος των οποίων η αξία είναι μια λειτουργία της κατάστασης ή της θέσης του συστήματος. Για παράδειγμα η γλώσσα VAL χρησιμοποιεί δυο μεταβλητές κατάστασης που ονομάζονται ARM και TOL. Η αξία των αλλαγών του ARM στο Robot είναι ότι ο βραχίονας αλλάζει θέση και κατεύθυνση. Το TOL αλλάζει καθώς αλλάζουν τα εργαλεία. Στις γλώσσες HELP, MCL και AL, ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει τις μεταβλητές που απαιτούνται.
- Το format υποστηρίζει εκτεταμένη χρήση της διακλάδωσης και υπορουτίνες που προσδιορίζονται από τον χρήστη.

Όχι όλες οι γλώσσες που αναφέρονται σε αυτή την ταξινόμηση με όλα τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται πιο πάνω, αλλά το κάθε ένα από αυτά έχει χαρακτηριστικά τα οποία το κάνουν κατάλληλο για την ομάδα δομημένης ταξινόμησης.

Το πρωταρχικό πλεονέκτημα του να χρησιμοποιείς μια γλώσσα σε αυτό το επίπεδο είναι το προγραμματιστικό πλεονέκτημα που έχει κερδισθεί από την χρήση των μετασχηματισμών. Αυτό γίνεται ειδικά πραγματικό σε σύνθετες εφαρμογές συναρμογής και υποστηρίζει προγραμματιστικές προσπάθειες (off-line). Το μεγαλύτερο εμπόδιο σ' αυτό το επίπεδο είναι η αυξημένη εκπαιδευτική απαίτηση που την έχει επωμιστεί ο χρήστης, ο οποίος πρέπει να προγραμματίσει με μετασχηματισμούς σε ένα δομημένο format.

Γλώσσες κατευθυνόμενων εργασιών (Task – Oriented – Languages)

Η πρωταρχική λειτουργία μιας τέτοιας γλώσσας είναι να καλύπτει την χρήση του χαμηλού επιπέδου όπως αισθητήρες, διακλαδώσεις και μετασχηματισμούς από το χρήστη κατά την διάρκεια του προγραμματισμού.

Ο χρήστης πρέπει μόνο να νοιάζεται πως να λύσει το κατασκευαστικό πρόβλημα.

Οι γλώσσες σε αυτό το επίπεδο έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ο προγραμματισμός σε φυσική γλώσσα επιτρέπεται. Μια εντολή φυσικής γλώσσας μπορεί να είναι "βίδωσε αντικείμενο A και αντικείμενο B μαζί".

- Ένα χαρακτηριστικό δημιουργίας σχεδίων επιτρέπει επανασχεδιασμό κίνησης του Robot προς αποφυγή ανεπιθύμητων καταστάσεων.
- Ένα σύστημα world modeling επιτρέπει στο Robot να μπορεί να διατηρεί ίχνος των αντικειμένων. Αυτό το χαρακτηριστικό παρέχεται στο σύστημα για να προσδιορίσει το pick up - point και τον προσανατολισμό των αντικειμένων και στο να μετακινεί αντικείμενα που έχουν σχέση το ένα με το άλλο. Επιπλέον το σύστημα μπορεί να αποθηκεύσει και να χρησιμοποιήσει την νέα σχέση ανάμεσα σε 2 συνδεδεμένα αντικείμενα.
- Η περίληψη της αποφυγής σύγκρουσης επιτρέπει την κίνηση χωρίς ατυχήματα.

Αρχικό	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3	Επίπεδο 4
Cincinnati				
Milacron		T3		
IBM		Funky	AML	Auto pass
		Emily	Maple	
Westinghouse		RPL		
Unimation		VAL		
Sheinman			AL	
			PAL	
Bendix		RCL		
General				
Electric			Help	
McDonnell				
Douglas			MCL	
Anorad		Anomatic		
Olivetti		SINGLA		
Automatix		Rail		
Machine				
Intelligence				
Corporation				
Microbot	Arm basic	BASIC		
Rhino	RASP			

Πίνακας 3.1 Γλώσσες προγραμματισμού ανά επίπεδο.

Προς το παρόν δεν υπάρχουν λειτουργικές γλώσσες σ' αυτό το επίπεδο. Αρκετές γλώσσες που βρίσκονται σε στάδιο ανάπτυξης έχουν μερικά από τα αναγκαία χαρακτηριστικά. Αυτά που περιλαμβάνονται στη ομάδα είναι η AUTOPASS από την IBM, RART (Robot Automatically Programmed Tools) και LAMA (Language For Automatic Mechanical Assembly).

Μια αναθεώρηση των βιομηχανικών εφαρμογών δείχνει ότι τα Robot τα οποία εκτελούν αρχική κίνηση γλωσσών δεύτερου επιπέδου είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα σε εργαστήρια. Ο πίνακας 3.1 παρέχει μια λίστα των γλωσσών και του αντιστοίχου επιπέδου της λειτουργίας τους.

Sample Programs (Προγράμματα – Παραδείγματα)

Μια εισαγωγή στον προγραμματισμό δεν θα ήταν ολοκληρωμένη χωρίς ένα δείγμα της τρέχοντας τεχνικής προγραμματισμού που θα χρησιμοποιείται από μερικά Robot. Ο σκοπός αυτού του τομέα είναι το να παρέχει μια επαναθεώρηση της διαδικασίας προγραμματισμού που χρησιμοποιείται στο Cincinnati Milacron T3 Robot. Στις παραγράφους που ακολουθούν ένα πρόγραμμα δείγμα εξετάζεται λεπτομερειακά με την λειτουργία κάθε γραμμής προγράμματος που περιγράφεται. Η δομή της ροής του προγράμματος για τον έλεγχο του T3 γίνεται εμφανή.

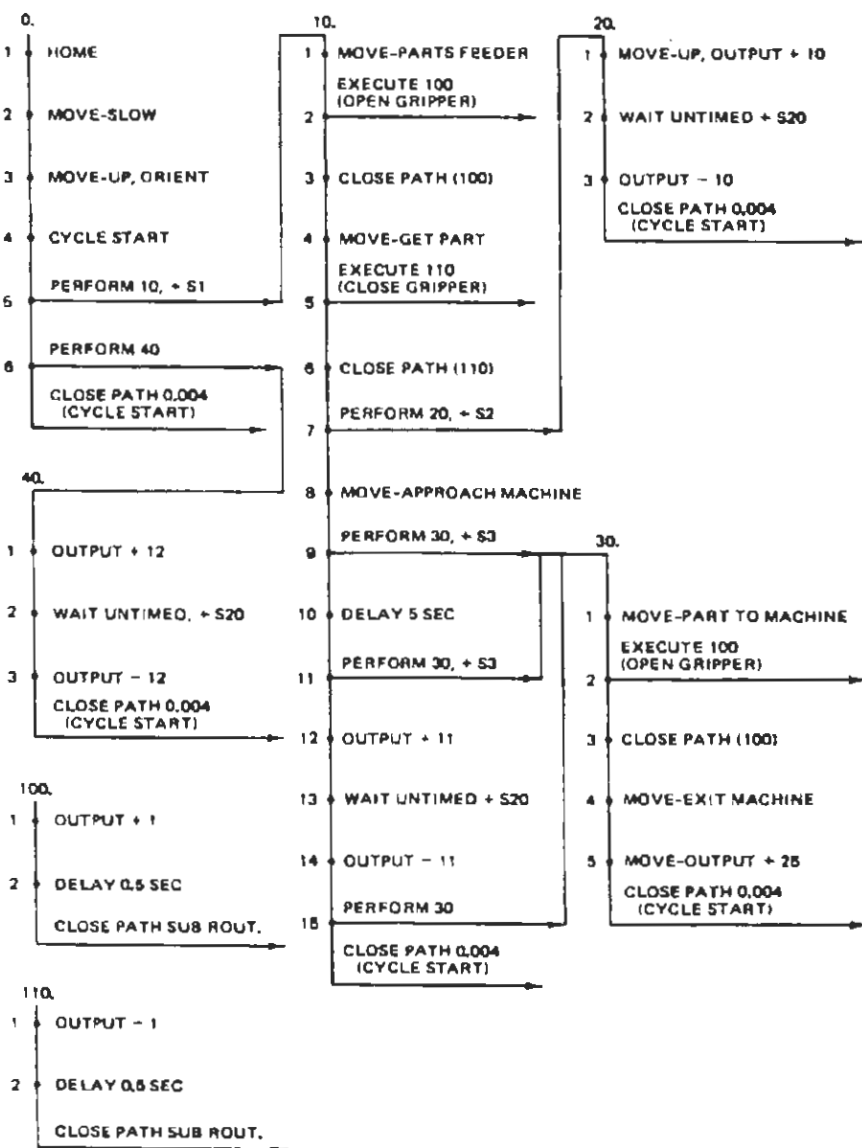
Γλώσσα T3

Η γλώσσα Cincinnati Milacron T3 που χρησιμοποιείται οδηγεί ένα T3-726 μικρό ηλεκτρικό Robot μέσω μιας ακολουθίας φορτώματος μηχανής. Το Robot ξεκινά από την θέση Home και κινείται προς ένα τροφοδότη αντικειμένων για να πάρει ένα αντικείμενο. Η αρπάγη παίρνει ένα κομμάτι από τον τροφοδότη και ο βραχίονας κινείται σε μια θέση μπροστά από την μηχανή για να φορτωθεί. Το Robot μετά φορτώνει το κομμάτι στη μηχανή. Σε αυτό το σημείο ο βραχίονας επιστρέφει στην αρχή του κύκλου και η ακολουθία επαναλαμβάνεται. Για να εκτελέσει το πρόγραμμα αυτή την ακολουθία που δίνεται στην εικόνα 3-3 περιλαμβάνει 36 σημεία προγραμματισμού.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ T3

Η γλώσσα T3 είναι οργανωμένη γύρω από μια κύρια ακολουθία προγραμματισμού: μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι και 255 άλλες ακολουθίες ως υπορουτίνες.

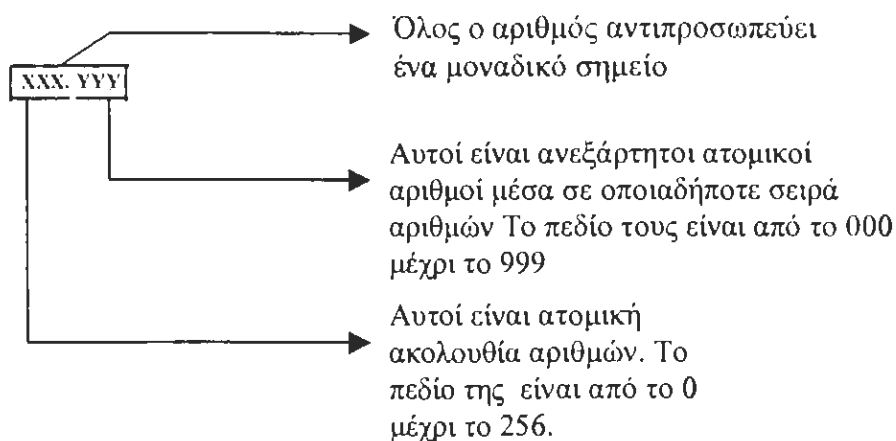
Η κύρια διαδικασία πάντα αρχίζει με ένα σημείο Home, περιλαμβάνει ένα σημείο cycle start, και τελειώνει με μια εντολή close path. Το σημείο home είναι πάντα το πρώτο σημείο στο πρόγραμμα και είναι ρυθμιζόμενο ως εκκίνηση για να δείξει την θέση εκκίνησης του βραχίονα του Robot. Μόνο με την θέση εκκίνησης ρυθμισμένη μπορεί ο βραχίονας να επαναλάβει τα ακριβή σημεία προγραμματισμού κάθε φορά που λειτουργεί. Τα Robot είναι προγραμματισμένα να κινούνται μέσω μερικών σειρών από σημεία καθώς λύνουν ένα κατασκευαστικό πρόβλημα. Το να στήνεις σημεία προγραμματισμού λέγεται ένας κύκλος. Ύστερα από την ολοκλήρωση ενός κύκλου του προγράμματος ο βραχίονας επιστρέφει στο σημείο που αναγνωρίζεται ως cycle start. Το cycle start είναι το πρώτο σημείο προγραμματισμού στην λύση του Robot ενός κατασκευαστικού προβλήματος. Η εντολή closed path στην κύρια ακολουθία είναι ένα βήμα πίσω στο σημείο cycle start.



Εικόνα 3-3: Παράδειγμα προγράμματος φόρτωσης μηχανής

Κάθε σημείο προγραμματισμού πρέπει να έχει μια λειτουργία, ταχύτητα, σημείο εκκίνησης εργαλείου και ένα σετ τιμών καρτεσιανών συντεταγμένων που μπαίνουν κατά την διάρκεια του προγραμματισμού. Ο προγραμματιστής μπορεί είτε να καθορίσει την ταχύτητα, την λειτουργία και το σημείο εκκίνησης εργαλείου σε κάθε σημείο προτού πατήσει το κουμπί του προγράμματος ή απλά να χρησιμοποιήσει τις τρέχουσες τιμές από το τελευταίο σημείο προγραμματισμού. Οι συντεταγμένες καταγράφονται ταυτόχρονα από την θέση που βρίσκεται ο βραχίονας όταν το σημείο είναι προγραμματισμένο. Επίσης κάθε σημείο προγραμματισμού αναγνωρίζεται από μια σειρά αριθμών και ένα αριθμό προγραμματισμένου σημείου. Η εικόνα 3.4 επιδεικνύει το σύστημα αρίθμησης του σημείου προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από τους ελεγκτές T3. Στο

πρόγραμμα δείγμα στην εικόνα 3-3 το cycle start σημείο είναι 0.004 το οποίο σημαίνει ότι είναι το σημείο 4 στην ακολουθία 0. Ο αριθμός ακολουθίας και ο αριθμός προγραμματισμένου σημείου είναι χωρισμένοι από μια περίοδο. Το προγραμματισμένο σημείο home είναι 0.001 σε κάθε πρόγραμμα. Η κύρια ακολουθία είναι πάντα προσχεδιασμένη ως ακολουθία 0. Με 256 πιθανές ακολουθίες και 999 πιθανά σημεία προγραμματισμού σε κάθε ακολουθία, ο συνολικός αριθμός των πιθανών σημείων προγραμματισμού με τον ελεγκτή είναι 255.744



Εικόνα 3-4 : Program numbering system

Οι ακολουθίες από την 1 έως την 255 μπορούν να κληθούν από την κύρια ακολουθία με το ίδιο τρόπο που καλούνται και οι υπορουτίνες σε μια γλώσσα υψηλού επιπέδου όπως η Basic. Επιπρόσθετα, μια ακολουθία μπορεί να κληθεί μέσα από μια άλλη ακολουθία. Η γλώσσα T3 υποστηρίζει είτε διακλαδώσεις υπό όρους είτε χωρίς όρους σε οποιαδήποτε ακολουθία. Η υπό όρους διακλάδωση χρησιμοποιεί την κατάσταση ενός εξωτερικού σήματος, μια εξωτερική διακοπή, ή την τιμή μιας μεταβλητής για να προσδιορίσει εάν η συνθήκη για την διακλάδωση έχει ικανοποιηθεί. Η χωρίς όρους διακλάδωση εκτελείται όποτε συμπέσει η εντολή και είναι πανομοιότυπη με την εντολή GOTO στην Basic.

Όλες οι ακολουθίες πρέπει να τελειώνουν μέσα σε μια εντολή closed path. Υπάρχουν 4 διαφορετικές εντολές closed path που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε με μια υπό όρους είτε χωρίς όρους κλήση. Δύο από τις εντολές είναι:

CLOSED PATH, ABSOLUTE, FIXED POINT CLOSED PATH, ABSOLUTE, SUBROUTINE

Η *absolute, fixed point* είναι παρόμοια με την εντολή *goto* της *basic* εφόσον απαιτεί το σημείο διακλάδωσης να είναι ένα καθορισμένο σημείο προγραμματισμού. Για παράδειγμα η εντολή *closed path* στο τέλος της διαδικασίας 20 στο πρόγραμμα στην εικόνα 3-3 είναι ένας τύπος *absolute, fixed point* του *closed path*. Η εντολή *absolute, subroutine* είναι παρόμοια με την εντολή *return* που χρησιμοποιείται στο τέλος των υπορουτινών στην *Basic*. Αυτός ο διακόπτης ακολουθίας θα επιστρέψει τον έλεγχο του προγράμματος στο προγραμματισμένο σημείο ύστερα από το καλούμενο σημείο όταν η καλούμενη ακολουθία ολοκληρωθεί. Στο πρόγραμμα - δείγμα οι ακολουθίες 10 και 100 έχουν αυτή τον τύπο δομής υπορουτίνας. Το σημείο προγράμματος 10.002 καλεί την ακολουθία 100. Όταν η ακολουθία 100 ολοκληρωθεί η εντολή *closed path, subroutine* στο τέλος επιστρέφει τον έλεγχο στην ακολουθία 10. Το επόμενο σημείο προγράμματος που θα εκτελεστεί είναι το 10.003

T3 Εντολές

Επιπλέον με τις εντολές που περιγράφηκαν προηγουμένως οι εντολές που ακολουθούν χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα δείγμα στην εικόνα 3.3:

Conditional branch : Perform , (seq.no.) , (input)

Η εντολή υπό όρους διακλάδωση, *perform*, πηγαίνει στο πρώτο σημείο προγραμματισμού στην ακολουθία που έχει καθοριστεί (*seq.no*) εάν η υπό όρους είσοδος έχει ικανοποιηθεί. Η είσοδος αναγνωρίζεται από ένα θετικό ή ένα αρνητικό σήμα, το γράμμα *s* και τον αριθμό εισόδου καναλιού. Ένα θετικό σήμα απαιτεί το κανάλι εισόδου να είναι ενεργό ή *on* για να ικανοποιηθεί η συνθήκη.

Unconditional branch : Perform , (seq.no.)

Η εντολή διακλάδωσης χωρίς όρους, *perform*, πηγαίνει στο πρώτο σημείο προγραμματισμού στην ακολουθία που έχει καθοριστεί (*seq.no*) και εκτελεί τα προγραμματισμένα σημεία στην νέα ακολουθία αρχίζοντας με το πρώτο.

Unconditional branch : Execute , (seq.no.)

Η εντολή διακλάδωσης χωρίς όρους *execute* πηγαίνει στο πρώτο προγραμματιζόμενο σημείο που έχει καθοριστεί στην ακολουθία και εκτελεί τις

λειτουργίες που έχουν προγραμματιστεί σε κάθε σημείο προγραμματισμού στην καλούμενη ακολουθία αλλά όχι τις μετακινήσεις.

WAIT : Wait untimed , (input)

Η εντολή αναμονής, wait untimed, προκαλεί στο Robot να σταματήσει σε αυτή την θέση και να περιμένει μια κατάσταση εισόδου που θα σπρώξει την επανεκκίνηση της προγραμματισμένης ρουτίνας. Η είσοδος θα ακολουθήσει την ίδια σύνταξη που ακολουθείται στα υπό όρους άλματα (jumps).

WAIT : Delay , (number of seconds)

Η εντολή αναμονής delay προκαλεί στο Robot ακινησία σε αυτό το σημείο για το χρόνο που καθορίζεται.

OUTPUT : Output , (sign and channel number)

Η εντολή I/O, output, επιτρέπει τον έλεγχο του Robot του εξωτερικού εξοπλισμού στον ελεγκτή. Όταν εκτελεστεί αυτό το σημείο προγραμματισμού ενεργοποιεί το καθορισμένο κανάλι αν το σήμα είναι θετικό. Ένα αρνητικό σήμα απενεργοποιεί το κανάλι.

Σήματα Input – Output

Τα σήματα εισόδου από το περιβάλλον εργασίας χρησιμοποιούν και για να ελέγχουν την διαδικασία του Robot παρέχοντας πληροφορίες που χρειάζονται για να ληφθούν αποφάσεις για το πρόγραμμα. Οι εισοδοί γλώσσας T3, σχεδιάζονται από το γράμμα s που ακολουθείται από το γράμμα εισόδου. Ένα θετικό σήμα απαιτεί μια ενεργή ή ανοιχτή κατάσταση εισόδου, και ένα αρνητικό σήμα απαιτεί μια κατάσταση off. Οι εισοδοί για το πρόγραμμα - δείγμα καθορίζονται ως εξής :

+S1: Το κανάλι 1 είναι ένα σήμα από τον τροφοδότη αντικειμένων. Η κατάσταση on δείχνει ότι τα αντικείμενα είναι έτοιμα για παραλαβή από το Robot. Το κανάλι 1 θα βρεθεί στην θέση off όταν αδειάσει ο τροφοδότης.

+S2 : Το κανάλι 2 είναι ένα σήμα από την αρπάγη του Robot. Μια on κατάσταση δείχνει ότι το αντικείμενο δεν είναι τοποθετημένο προς την αρπάγη κατάλληλα. Εάν το αντικείμενο είναι τοποθετημένο κατάλληλα το κανάλι 2 θα είναι off.

+S3 : Το κανάλι 3 είναι ένα σήμα που δείχνει ότι η μηχανή είναι έτοιμη για να δεχτεί ένα κομμάτι από το Robot. Μια κατάσταση on δείχνει ότι ο κύκλος της μηχανής είναι ολοκληρωμένος, το προηγούμενο κομμάτι έχει εκτιναχθεί και ένα

νέο κομμάτι χρειάζεται. Εάν ο κύκλος της μηχανής δεν έχει ολοκληρωθεί και αν το κομμάτι δεν έχει εκτιναχθεί τότε το σήμα στο κανάλι 3 θα είναι στην θέση off.

+S20 : Το κανάλι 20 είναι ένα σήμα που δείχνει ότι ο ελεγκτής διόρθωσε το πρόβλημα που προκάλεσε το σταμάτημα του κελιού εργασίας. Πιέζοντας το κουμπί επανεκκίνησης αναγκάζει το κανάλι 20 σε μια κατάσταση on.

Εξωτερικά σήματα από τον ελεγκτή λειτουργούν τον εξωτερικό εξοπλισμό κάτω από τον έλεγχο του προγραμματιστή του Robot. Οι έξοδοι που ακολουθούν είναι interfaced με τον ενδεικνυόμενο εξοπλισμό στο περιβάλλον εργασίας:

Output 1: Το σωληνοειδές της αρπάγης είναι συνδεδεμένο με αυτή την έξοδο . Μια ενεργή έξοδος ή μια κατάσταση on προκαλεί την αρπάγη να ανοίξει. Αν προταθεί μια αρνητική έξοδος, η κατάσταση off προκαλεί την αρπάγη να κλείσει.

Output 10 : Το κανάλι εξόδου 10 είναι συνδεδεμένο με μια λάμπα - δείκτη που έχει ως τίτλο part not oriented. Αν αυτή η έξοδος είναι ενεργή η λάμπα είναι on. Η λάμπα είναι off όταν το κανάλι είναι off με μια αρνητική έξοδο.

Output 11: Το κανάλι εξόδου 11 είναι συνδεδεμένο με μια λάμπα - δείκτη που έχει ως τίτλο machine cycle incomplete. Και πάλι μια θετική έξοδος το βάζει on και μια αρνητική στην θέση off.

Output 12 : Το κανάλι εξόδου 12 είναι συνδεδεμένο με μια λάμπα - δείκτη που έχει ως τίτλο parts feeder empty. Η λειτουργία είναι παρόμοια με των 10 και 11.

Output 25 : Το κανάλι εξόδου 25 αρχίζει τον κύκλο παραγωγής της μηχανής. Μια ενεργή έξοδος ανάβει την μηχανή (on).

Λειτουργίες ακολουθίας

Κάθε ακολουθία που επιδεικνύεται στο πρόγραμμα - δείγμα στην εικόνα 3.3 έχει μια διαφορετική λειτουργία στην διαδικασία κατασκευής από το Robot.

Η λειτουργία κάθε ακολουθίας περιγράφεται από τα παρακάτω ως εξής:

SEQUENCE

0 : Κύρια ακολουθία: Κινεί το Robot στο cycle start και ελέγχει την κατάσταση του τροφοδότη αντικειμένων.

10 : Ακολουθία παραλαβής αντικειμένου: Κινεί το Robot στο τροφοδότη, καλεί την διαδικασία ανοιχτής αρπάγης, παίρνει το αντικείμενο, καλεί την διαδικασία

κλειστής αρπάγης, ελέγχει την τοποθέτηση του αντικειμένου, κινείται προς την γραμμή παραγωγής και τεστάρει την ετοιμότητα της μηχανής παραγωγής για ένα νέο αντικείμενο. Χτυπάει συναγερμό αν η γραμμή της παραγωγής δεν είναι έτοιμη σε 5 δευτερόλεπτα.

20 : Ακολουθία συναγερμού: Κινεί το Robot σε ασφαλή θέση, ανάβει το λαμπάκι “part not oriented” και περιμένει για τον ελεγκτή να διορθώσει το πρόβλημα. Όταν διορθωθεί το πρόβλημα η ακολουθία κλείνει τον συναγερμό.

30 : Ακολουθία εισαγωγής αντικειμένου: Κινεί το Robot για να εισάγει το αντικείμενο στη μηχανή παραγωγής και ξεκινά το κύκλο της μηχανής παραγωγής.

40 : Ακολουθία συναγερμού: Ανάβει το λαμπάκι “parts feeder empty” και περιμένει τον ελεγκτή να παρέμβει. Όταν διορθωθεί το λαμπάκι κλείνει.

100 : Ακολουθία ανοίγματος αρπάγης: Ανοίγει την αρπάγη.

110 : Ακολουθία κλεισίματος αρπάγης: Κλείνει την αρπάγη.

Ανάλυση προγράμματος

Για να παρέχουμε μια άποψη του προγραμματισμού του Robot μέσω της γλώσσας T3, πήραμε το πρόγραμμα - δείγμα στη εικόνα 3.3 να το αναλύσουμε με λεπτομέρεια. Η λειτουργία που έχει τεθεί σε κάθε σημείο προγραμματισμού έχει αναγνωριστεί. Σε πολλές περιπτώσεις το προγραμματισμένο σημείο απαιτεί μόνο ότι ο βραχίονας κινείται σε μια νέα θέση και σε αυτές τις περιπτώσεις η λειτουργία θα είναι NOP ή No Operation. Η περιγραφή της κάθε γραμμής προγράμματος ακολουθεί:

0.001 Home position (Αρχική θέση ή Θέση αρχικοποίησης).

0.002 NOP: Ο βραχίονας κινείται έξω από το σημείο home με χαμηλή ταχύτητα.

0.003 NOP: Ο βραχίονας κινείται πάνω και βάζει τα εργαλεία στην σωστή θέση.

0.004 Cycle start (αρχή κύκλου λειτουργίας).

(WORK CELL CONDITION – PARTS FEEDER FULL)

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας -

- Τροφοδότης αντικειμένων πλήρης

0.005 Perform 10,+s1: Το πρόγραμμα διακλαδώνει στην ακολουθία 10 αν το σήμα στο κανάλι εισόδου I είναι on που σημαίνει ότι υπάρχουν αντικείμενα

στον τροφοδότη. Αν το σήμα στο κανάλι 1 είναι off, το πρόγραμμα εκτελεί την επόμενη γραμμή στην ακολουθία 0 (0.006) εφόσον ο τροφοδότης είναι άδειος.

10.001 NOP: Αφού έχει εκτελεστεί η διακλάδωση ο βραχίονας κινείται προς τον τροφοδότη αντικειμένων.

10.002 EXECUTE 100: Το πρόγραμμα διακλαδώνει χωρίς όρους προς την ακολουθία 100. Αφού είναι μια εντολή EXECUTE δεν υπάρχει κίνηση του βραχίονα.

100.001 OUTPUT +1 : Η σωληνοειδής αρπάγη στην έξοδο του καναλιού 1 είναι ενεργοποιημένη και η αρπάγη ανοίγει.

100.002 DELAY .5 sec: Ο βραχίονας καθυστερεί 5 δεύτερα για να ανοίξει η αρπάγη. Δεν έχουμε κίνηση του βραχίονα.

- CLOSED PATH SUBROUTINE: Ο έλεγχος του προγράμματος επιστρέφεται στην ακολουθία 10 στο σημείο 10.003 ακολουθώντας το σημείο διακλάδωσης (10.002).

10.003 NOP

10.004 NOP: Ο βραχίονας κινείται για να πάρει αντικείμενο από τον τροφοδότη.

10.005 EXECUTE 110: Το πρόγραμμα διακλαδώνει χωρίς όρους προς την ακολουθία 110. Δεν έχουμε κίνηση βραχίονα εφόσον είναι εντολή EXECUTE.

110.001 OUTPUT -1: Η σωληνοειδής αρπάγη στην έξοδο καναλιού 1 είναι off και η αρπάγη κλείνει.

110.002 DELAY .5 sec: Ο βραχίονας καθυστερεί 5 δεύτερα για να κλείσει η αρπάγη. Δεν υπάρχει κίνηση βραχίονα.

- CLOSED PATH SUBROUTINE: Ο έλεγχος του προγράμματος επιστρέφεται στην ακολουθία 10 στο σημείο προγραμματισμού στο (10.006) ακολουθώντας το σημείο διακλάδωσης (10.005).

10.006 NOP

(WORK CELL CONDITION – PART ORIENTED IN GRIPPER)

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας -

- Ευθυγράμμιση αντικειμένου στην αρπάγη

10.007 Perform 20,+S2: Η είσοδος στο κανάλι 2 είναι off αφού ευθυγραμμιστεί το αντικείμενο στην αρπάγη. Επειδή η συνθήκη για την διακλάδωση δεν είναι

ικανοποιημένη δεν θα λάβει χώρα. Διακλάδωση θα γίνει μόνο αν δεν ευθυγραμμιστεί το αντικείμενο.

10.008 NOP: Ο βραχίονας κινείται προς την μηχανή παραγωγής.

(WORK CELL CONDITION – PRODUCTION MACHINE BUSY)

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας - Μηχανή παραγωγής απασχολημένη

10.009 Perform 30, +S3: Η είσοδος στο κανάλι 3 είναι κλειστή αφού η μηχανή παραγωγής είναι ακόμα απασχολημένη με το τελευταίο κομμάτι. Η κατάσταση για την διακλάδωση δεν είναι ικανοποιημένη έτσι η διακλάδωση δεν θα λάβει χώρα.

10.010 DELAY .5 sec: Ο βραχίονας καθυστερεί 5 δεύτερα για να τελειώσει η μηχανή παραγωγής τον κύκλο. Δεν έχουμε κίνηση βραχίονα.

WORK CELL CONDITION – PRODUCTION MACHINE READY

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας -

- Μηχανή παραγωγής έτοιμη

10.011 Perform, 30+S3: Η είσοδος του καναλιού 3 είναι on αφού η μηχανή παραγωγής είναι τελειωμένη με το προηγούμενο μέρος. Η κατάσταση διακλάδωσης είναι ικανοποιημένη έτσι μια διακλάδωση στην ακολουθία 30 θα λάβει χώρα. Αν η μηχανή παραγωγής δεν είχε τελειώσει ακόμα, τότε το επόμενο βήμα που είναι η ακολουθία 10 θα εκτελούνταν.

30.001 NOP: Ο βραχίονας κινεί το αντικείμενο στην μηχανή.

30.002 EXECUTE 100: Η υπορουτίνα στην ακολουθία 10.001 καλείται. Η λειτουργία είναι η ίδια όπως στην 10.002 εκτός από το σημείο επιστροφής στο βήμα 30.003. Όταν η αρπάγη ανοίξει, το κομμάτι τοποθετείται στην μηχανή.

100.001 OUTPUT +1: Η σωληνοειδής αρπάγη στην έξοδο του καναλιού 1 είναι on, και η αρπάγη ανοίγει.

100.002 DELAY .5 sec: Ο βραχίονας καθυστερεί 5 δεύτερα για να ανοίξει η αρπάγη. Δεν έχουμε κίνηση βραχίονα.

- CLOSED PATH SUBROUTINE: Ο έλεγχος του προγράμματος επιστρέφει στην διαδικασία 30 στο προγραμματισμένο σημείο (30.003) ακολουθώντας το σημείο διακλάδωσης (30.002).

30.003 NOP

30.004 NOP: Η αρπάγη αφήνει την μηχανή.

30.005 OUTPUT +25: Ο έλεγχος του κύκλου εκκίνησης της μηχανής είναι interfaced με την έξοδο Robot 25. Η μηχανή αρχίζει όταν η έξοδος ενεργοποιηθεί ή ανάβει με αυτό το βήμα του προγράμματος. Επιπλέον ο βραχίονας ξεκινά την κίνηση πίσω προς την θέση cycle start.

- CLOSED PATH 0.004: Ο έλεγχος του προγράμματος επιστρέφει στην κύρια ακολουθία στο βήμα 0.004 (cycle start) και ο κύκλος του Robot επαναλαμβάνεται.

Η ακολουθία βημάτων που περιγράφεται σε αυτό το πρόγραμμα αναπαριστά την ιδανική κίνηση του Robot και λειτουργία περιβάλλοντος εργασίας, χωρίς βέβαια βλάβες. Παρόλα αυτά οι αισθητήρες που συνδεδεμένοι με τα I/O κανάλια Robot 1, 2 και 3 ελέγχουν 3 βλάβες στο περιβάλλον εργασίας. Η λειτουργία αυτών των ακολουθιών βλάβης έχει ως εξής:

(WORK CELL CONDITION – PARTS FEEDER EMPTY)

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας -

- Τροφοδότης αντικειμένων κενός

10.005 Perform 10,+S1: Το πρόγραμμα δεν διακλαδώνει στην ακολουθία 10 γιατί η είσοδος καναλιού 1 είναι off ως αποτέλεσμα της έλλειψης κομματιών στον τροφοδότη. Εάν δεν υπάρξει διακλάδωση τότε εκτελείται το επόμενο βήμα της ακολουθίας.

10.006 Perform 40: Είναι μια διακλάδωση χωρίς όρους στην ακολουθία 40.

40.001 OUTPUT +12: Το λαμπάκι προειδοποίησης που ονομάζεται “parts feeder empty” στην έξοδο 12 είναι on από αυτό το βήμα του προγράμματος.

40.002 WAIT UNTIMED +S20: Ο βραχίονας μπαίνει στην θέση αναμονής η οποία θα κρατήσει ωσότου η είσοδος στο κανάλι 20 να ενεργοποιηθεί και να είναι σε θέση on. Το κομβίο επανεκκίνησης που είναι συνδεδεμένο στο κανάλι 20 έχει πιεστεί από τον υπεύθυνο μετά από την επαναφόρτωση του τροφοδότη.

40.003 OUTPUT -12: Το λαμπάκι προειδοποίησης που έχει τίτλο “parts feeder empty” στην έξοδο 12 είναι off από αυτό το βήμα προγράμματος.

- CLOSED PATH 0.004: Ο έλεγχος του προγράμματος επιστρέφει στην κύρια ακολουθία στο βήμα 0.004 (cycle start) και ο κύκλος του Robot επαναλαμβάνεται.

Δύο εναλλακτικές προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ακολουθία συναγερμού όπως περιγράφηκε. Στην πρώτη η οδηγία διακλάδωσης Perform 40 στο βήμα 10.006 θα μπορούσε να αλλάξει σε μια EXECUTE 40 αφού δεν υπάρχουν τέτοιες προγραμματισμένες κινήσεις στην ακολουθία συναγερμού. Στην δεύτερη ολόκληρη η υπορουτίνα συναγερμού, ακολουθία 40, θα μπορούσε να συμπεριληφθεί στην κύρια ακολουθία ως βήματα αρχίζοντας από το 0.006. Κάθε προσέγγιση έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη προτού ελεγχθεί η ακριβής ακολουθία προγραμματισμού.

(WORK CELL CONDITION – PART NOT ORIENTED)

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας-

- Το κομμάτι δεν είναι ευθυγραμμισμένο

10.007 Perform 20,+S2: Όταν το κομμάτι έχει ληφθεί από το Robot δεν έχει ευθυγραμμισθεί σωστά, για φόρτωμα στην μηχανή παραγωγής, τότε το πρόγραμμα “τρέχει” την ακολουθία 20. Αυτή η συνθήκη εντοπίζεται από ένα αισθητήρα και ανάβει το κανάλι 2 όταν δεν έχει ευθυγραμμισθεί το κομμάτι.

20.001 OUTPUT +10: Αυτό το βήμα ανάβει το προειδοποιητικό λαμπάκι που έχει ως τίτλο “part not oriented” στο κανάλι 10. Επιπλέον ο βραχίονας κινείται προς ασφαλής θέση.

20.002 WAIT UNTIMED +20: Το Robot περιμένει τον ελεγκτή για να λυθεί το πρόβλημα του προσανατολισμού. Ο κύκλος του Robot ξεκινά ξανά όταν ο συντονιστής πατά το κουμπί επανεκκίνησης το οποίο συνδέεται στην είσοδο 20. Μια κατάσταση op στην είσοδο 20 θα ξαναξεκινήσει το Robot.

20.003 OUTPUT -10: Το προειδοποιητικό λαμπάκι που είναι αναμμένο στο βήμα 20.001 με μια θετική έξοδο είναι τώρα off με μια αρνητική έξοδο.

- CLOSED PATH 0.004: Ο έλεγχος του προγράμματος επιστρέφεται στο κύριο πρόγραμμα, στο βήμα 0.004 σε (cycle start) και ο κύκλος του Robot ξαναξεκινά.

(WORK CELL CONDITION – PRODUCTION MACHINE BUSY)

Κατάσταση περιβάλλοντος εργασίας-

- Μηχανή παραγωγής απασχολημένη

10.001 Perform 30,+S3: Ακολουθία 30, το φόρτωμα της μηχανής παραγωγής δεν εκτελείται αν το προηγούμενο κομμάτι δεν έχει αφαιρεθεί. Με την είσοδο 3 off, η διακλάδωση δεν εκτελείται και ένα προειδοποιητικό πρόγραμμα ρουτίνας εκτελείται.

10.012 OUTPUT +11: Αυτό το βήμα ανάβει το λαμπάκι προειδοποίησης που έχει ως τίτλο “machine cycle incomplete” στο κανάλι 11.

10.013 WAIT UNTIMED +S20: Το Robot μπαίνει σε μια περίοδο αναμονής μέχρι ο συντονιστής να επιλύσει το πρόβλημα στο κύκλο παραγωγής. Ο κύκλος ξαναξεκινά με το κουμπί εκκίνησης το οποίο είναι συνδεδεμένο στην είσοδο του καναλιού 20.

10.014 OUTPUT -11: Το λαμπάκι προειδοποίησης που έχει ως τίτλο “machine cycle incomplete” στο κανάλι 11 είναι off από αυτό το βήμα.

10.015 Perform 30: Η διακλάδωση χωρίς όρους στην ακολουθία 30 εκτελείται στο βήμα αυτό. Με την μηχανή καθαρισμένη το Robot μπορεί να φορτώσει το επόμενο κομμάτι στην μηχανή. Η λειτουργία της ακολουθίας 30 περιγράφηκε νωρίτερα.

Η εντολή CLOSED PATH 0.004 η οποία φαίνεται στο τέλος της κύριας ακολουθίας 10 δεν θα εκτελεστεί ποτέ. Η διακλάδωση χωρίς όρους η οποία υπερπηδά αυτές τις εντολές δεν θα επιτρέψουν ποτέ την ροή προγράμματος για να φτάσουν σε αυτή την τελευταία δήλωση. Οι εντολές πρέπει να είναι παρούσες αφού κάθε ακολουθία πρέπει να τελειώσει με δήλωση CLOSED PATH.

Περίληψη

Οι υπολογιστές που χρησιμοποιούνται στα ρομποτικά συστήματα είναι υπεύθυνοι για τέσσερις λειτουργίες:

(1) χειρισμός μηχανής, (2) αισθήσεις, (3) να παίρνουν λογικές αποφάσεις, και (4) επεξεργασία δεδομένων. Οι γλώσσες προγραμματισμού που λειτουργούν επί του παρόντος για να εκτελούν τις τέσσερις αυτές λειτουργίες, δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη μορφή. Υπάρχουν τόσες γλώσσες, όσοι είναι και οι κατασκευαστές των ρομπότ. Παρόλα

αυτά, όλες αυτές οι γλώσσες αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας τρεις τεχνικές μεθόδους. Η πρώτη μέθοδος ξεκινά με τον σχεδιασμό της γλώσσας απλού ελέγχου χειρισμού και προσθέτει την άλλη γλώσσα υψηλού επιπέδου, η οποία ταιριάζει όπου απαιτείται. Η δεύτερη υιοθετεί μια ήδη υπάρχουσα γλώσσα υψηλού επιπέδου και την αυξάνει με τις εντολές χειρισμού που απαιτούνται για τον χειρισμό του ρομπότ. Η τελευταία τεχνική περιλαμβάνει τον σχεδιασμό μιας γλώσσας υψηλού επιπέδου για τον έλεγχο του ρομπότ και την υποστήριξη λειτουργιών επεξεργασίας άλλων εξωτερικών στοιχείων.

Οι πολλές υπάρχουσες γλώσσες είναι διαχωρισμένες σε τέσσερις ομάδες, βασισμένες στο επίπεδο στο οποίο ο χειριστής πρέπει να επιδράσει κατά την λειτουργία του προγράμματος. Οι τέσσερις ομάδες είναι, α) γλώσσα ελέγχου αρθρώσεων, β) γλώσσα αρχικής κίνησης, γ) γλώσσα προγραμματισμού κατασκευών, και δ) γλώσσες προσανατολισμένων εργασιών. Προς το παρόν, η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη γλώσσα είναι στην κατηγορία της αρχικής κίνησης. Ο πίνακας 3.1 μας παρέχει μια λίστα από γλώσσες προγραμματισμού, και το επίπεδο λειτουργίας τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όλα τα προγράμματα έχουν τρέξει στα Robot του Εργαστηρίου Ρομποτικής του Univ. of Sussex στην Αγγλία, και έχουν επιτυχώς πραγματοποιήσει τα ζητούμενα.

IBM 7535 ROBOT

Περιγραφή:

Το IBM 7535 είναι ο τύπος του ρομπότ που τυπικά χρησιμοποιείται για μικρές εφαρμογές κατασκευής και συναρμολογών και συχνά αναφέρεται σε μας σαν SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) ή σαν ρομπότ 'Pick and Place'. Έχει τέσσερις βαθμούς ελευθερίας, τρεις από τους οποίους βρίσκονται στο επίπεδο XY και οι οποίοι επηρεάζονται από ηλεκτρικούς κινητήρες (δύο σερβοκινητήρες και έναν συμβατικό). Ο άλλος βαθμός ελευθερίας είναι στο επίπεδο Z και κινείται πνευματικά. Το ακραίο μέρος επίσης κινείται πνευματικά είναι πρόσφατα αποδεδειγμένο ότι είναι ικανό να κρατήσει ένα στυλό.

Το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί από έναν ελεγκτή χειρός ή από έναν υπολογιστή Amstrad.

Υποδείξεις προγραμματισμού.

◊ Ελέγξτε λεπτομερώς την λίστα ενός υπάρχον προγράμματος για να έχετε μια επίγνωση των διαθέσιμων εντολών καθώς και της σύνταξης του προγράμματος.

- ◇ Το πρόγραμμα βρίσκεται σε έναν υποκατάλογο που καλείται **AML31**. Πληκτρολογείστε μια φορά menu σε αυτόν τον υποκατάλογο για να δείτε τις επιλογές του προγράμματος.
- ◇ Το πηγαίο αρχείο που χρησιμοποιείται για την συλλογή των εκλογών πρέπει να έχει την επέκταση **.AML**
- ◇ Το αρχείο object, που θα φορτωθεί στον ελεγκτή, και θα δημιουργηθεί από τον μεταγλωττιστή, έχει την επέκταση **.ASC**
- ◇ Προκειμένου να φορτώσουμε ένα αρχείο object σε μια από τις πέντε εφαρμογές του ελεγκτή, πρέπει αυτή η εφαρμογή να είναι άδεια. Έτσι είναι ίσως απαραίτητο να ξεφορτώσουμε αυτήν την εφαρμογή πρώτα.
- ◇ Προτού τρέξεις το πρόγραμμα σου χρησιμοποιώντας τις γραφίδες, τρέξε το πρόγραμμα μια φορά βήμα-βήμα κάθε φορά, και μια αυτόματα χωρίς να βρίσκεται κανένα από τις γραφίδες στην θήκη τους. Ενώ το πρόγραμμα σου τρέχει κατά αυτόν τον τρόπο εσύ κοίτα να δεις εάν υπάρχει κάποια εμφανή κατάσταση όπου μπορεί να υπάρξει επαφή μεταξύ του ακραίου μέρους και κάποιου άλλου αντικειμένου.
- ◇ Τα μηνύματα help της οθόνης είναι προσιτά όταν βρισκόμαστε στο edit/teach.
- ◇ Σκεφτείτε τα πλεονεκτήματα που κερδίζονται από την κίνηση τις γραφίδας στο ακραίο μέρος με την μέγιστη ταχύτητα διαμέσου ελεύθερου χώρου, παρά όταν είναι σε επαφή με την επιφάνεια σχεδίασης.

Ασφάλεια

Πριν χειρισθείτε το ρομπότ πρέπει να σιγουρευτείτε ότι ο κλειστός χώρος του χώρου εργασίας του ρομπότ είναι καθαρός και ότι κανένας δεν βρίσκεται μέσα εκεί.

Έχετε υπόψη σας την περιοχή του κουμπιού έκτακτης ανάγκης.

Έλεγχος του ελεγκτή για τον χειροκίνητο χειρισμό του βραχίονα.

- 1) Ανοίξτε την κύρια πηγή ενέργειας, η οποία βρίσκεται στον χώρο κάτω από τον χώρο εργασίας.

Τα ακόλουθα λαμπάκια του χειριστηρίου πρέπει να ενεργοποιηθούν:

POWER

ON LINE

MANUAL

- 2) Εάν ο χώρος εργασίας είναι καθαρός, τότε ελευθερώστε το κουμπί έκτακτης ανάγκης του εναέριου χειριστηρίου και επιλέξτε το κουμπί MANIP POWER και ανοίξτε το. Ο βραχίονας του robot τότε θα ψάξει για την προκαθορισμένη αρχική θέση και μετά θα σταματήσει. Μόνο όταν ο βραχίονας βρεθεί στην αρχική θέση και ανάψει το λαμπάκι του HOME, θα είναι δυνατή η χρησιμοποίηση άλλων εντολών ελέγχου.
- 3) Χρησιμοποίησε τα ακόλουθα κουμπιά για να κινήσεις τον βραχίονα:

GRIPPER OPEN

GRIPPER CLOSED

Z UP

Z DOWN

01 +

01 -

02 +

02 -

ROLL +

ROLL -

Χειρισμός ελεγκτή για να τρέξουμε ένα πρόγραμμα που είναι αποθηκευμένο στην μνήμη του εναέριου χειριστηρίου.

- 1) Όπως παραπάνω.
- 2) Όπως παραπάνω.
- 3) Επιλέξτε τα ακόλουθα κουμπιά, με την ακόλουθη σειρά, για να τρέξουμε το πρόγραμμα βήμα-βήμα κάθε φορά:
MANUAL
APPLICATION X (σε οποιονδήποτε αριθμό ήταν αποθηκευμένο το πρόγραμμα αυτό).
STEP (ο βραχίονας θα κινηθεί στην επόμενη θέση).
Συνεχίστε να επιλέγεται το κουμπί STEP.

4) Επιλέξτε τα ακόλουθα κουμπιά, σε σειρά για να τρέξετε το πρόγραμμα με την
μια αυτόματα:

AUTO

APPLICATION X (σε οποιονδήποτε αριθμό ήταν αποθηκευμένο το πρόγραμμα αυτό).

START CYCLE (ο βραχίονας θα αρχίσει αν κινείται).

STOP CYCLE (αυτό μας δείχνει ότι το πρόγραμμα τρέχει μια φορά και μετά
σταματάει).

GRYPHON ROBOT

Περιγραφή:

Το robot GRYPHON έχει κατασκευαστεί με σχετικά χαμηλό κόστος έτσι ώστε να είναι περισσότερο προσιτό για εφαρμογές εκπαίδευσης και έρευνας. Έχει πέντε βαθμούς ελευθερίας, από τους οποίους κάθε από αυτούς κινείται με έναν συμβατικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος, ο οποίος συνδέεται με ένα διαιρέτη / κωδικοποιητή το οποίο παρέχει τοπική επανατροφοδότηση, δημιουργεί δηλαδή έλεγχο κλειστό. Η αρπάγη λειτουργεί πνευματικά και έχει μόνο δυο θέσεις κίνησης, την ανοιχτή και την κλειστή (open and closed).

Κάθε ένας από τους πέντε κινητήρες συνδέεται με ένα 12 bit κωδικοποιητή, έτσι μας παρέχει θεωρητικά 4096 πιθανές θέσεις μέσα στην ακτίνα του κάθε άξονα. Η ανάγνωση του κωδικοποιητή κάθε άξονα φαίνεται στο εναέριο χειριστήριο ή στην οθόνη του υπολογιστή Amstrad.

Προσδιορισμός αξόνων

- Άξονας 0 => η μέση
- Άξονας 1 => ο ώμος
- Άξονας 2 => ο αγκώνας
- Άξονας 3 => αριστερός οδηγός του καρπού
- Άξονας 4 => δεξιός οδηγός του καρπού

Οι οδηγοί των αξόνων 3 και 4 συνδυάζονται αυτόματα για να επιτύχουν ανυψωτική και περιστροφική κίνηση του καρπού όταν λειτουργείται από τον ελεγκτή χειρός ή από το πληκτρολόγιο του υπολογιστή.

Το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί από τον εναέριο ελεγκτή ή από έναν υπολογιστή Amstrad.

PUMA ROBOT

Περιγραφή :

Το μοντέλο PUMA MkIII 562 είναι ένα ρομπότ ειδικά σχεδιασμένο για βιομηχανική χρήση και έχει έξι βαθμούς ελευθερίας, ο καθένας από τους οποίους οδηγείται από έναν μόνιμα μαγνητισμένο σερβοκινητήρα.

Το ακραίο μέρος είναι μια απλή αρπάγη με τις θέσεις άνοιξε και κλείσε, οι οποίες λειτουργούν πνευματικά. Ο έλεγχος τοποθέτησης της κάθε άρθρωσης καθορίζεται χρησιμοποιώντας ποτενσιόμετρα και οπτικούς κωδικοποιητές ακριβείας προσαρμοσμένα στις αρθρώσεις. Οι κωδικοποιητές χρησιμοποιούν έναν δίσκο με 'παράθυρα' προσαρμοσμένο στον άξονα τους, και καθώς ο άξονας περιστρέφει τις φωτοδιόδους, ο φωτοανιχνευτής των φωτοδίοδων μας παρέχει ακριβή παλμό ακολουθίας, ο οποίος μετρίεται. Ο έλεγχος της ταχύτητας επίσης επιτυγχάνεται από την επεξεργασία του παλμού ακολουθίας του κωδικοποιητή. Κάθε φορά που το ρομπότ τίθεται σε λειτουργία πρέπει να διατάζεται η βαθμονόμηση σύμφωνα με την οποία ο βραχίονας βαθμονομείται αυτόματα κινούμενος μέχρι να βρει ένα κωδικοποιητή υψηλού δείκτη ακριβείας.

Το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί και από τα δυο συστήματα, δηλαδή και από το χειριστήριο και από το πληκτρολόγιο του υπολογιστή, αλλά ο βραχίονας μπορεί να ελεγχθεί χειροκίνητα μόνο από το χειριστήριο.

Υποδείξεις Προγραμματισμού .

- ◇ Το διαμένων σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου λειτουργίας του ρομπότ, ονομάζεται VAL-II .
- ◇ Εξετάστε λεπτομερώς την λίστα ενός υπάρχον προγράμματος για να αποκτήσετε μια ιδέα των διαθέσιμων εντολών και της απαιτούμενης σύνταξης του προγράμματος.
- ◇ Ξεκινήστε και σταματήστε την συχνότητα του προγράμματος από μια γνωστή ασφαλή θέση, για παράδειγμα με τον βραχίονα να είναι στραμμένος προς τα επάνω. Με αυτόν τον τρόπο ξέρεις πάντα που θα πάει ο βραχίονας στο τέλος ή την αρχή του προγράμματος.
- ◇ Είναι βασικό το ότι το τραπέζι και το μπλοκ τρυπανίσματος που περιέχουν τους σωλήνες δεν κινούνται καμία στιγμή σε όλη την διάρκεια της εκτέλεσης της εργασίας.

γιατί αλλιώς όλες οι προηγούμενες αποθηκευμένες συντεταγμένες των θέσεων δεν θα ήταν συμβατές με την καινούργια θέση του τρυπανιού.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 1

Αυτό το πρόγραμμα σχεδιάζει το πρόσωπο ενός λαγού.

```
1 MAIN:SUBR; -----PROGRAM TO DRAW A RABBIT-----  
2 PT1 : NEW PT (-300.00, 400.00, 0);  
3 PT2 : NEW PT (-270.00,370.00 ,0);  
4 PT3 : NEW PT (-270 ,280 , 0 );  
5 PT4 : NEW PT (-300 , 250 , 0 );  
6 PT5 : NEW PT (-380 , 250 , 0 );  
7 PT6 : NEW PT (-410 , 280 , 0 );  
8 PT7 : NEW PT (-410 , 370 , 0 );  
9 PT8 : NEW PT (-380 , 400 , 0 );  
10 PT9 : NEW PT (-300 , 280 , 0 );  
11 PT10 : NEW PT (-320 , 280 , 0 );  
12 PT11 : NEW PT (-310 , 270 , 0 );  
13 PT12 : NEW PT (-310 , 290 , 0 );  
14 PT13 : NEW PT (-360 , 280 , 0 );  
15 PT14 : NEW PT (-380 , 280 , 0 );  
16 PT15 : NEW PT (-370 , 270 , 0 );  
17 PT16 : NEW PT (-370 , 290 , 0 );  
18 PT17 : NEW PT (-335 , 320 , 0 );  
19 PT18 : NEW PT (-345 , 320 , 0 );  
20 PT19 : NEW PT (-345 , 330 , 0 );  
21 PT20 : NEW PT (-335 , 330 , 0 );  
22 PT21 : NEW PT (-285 , 180 , 0 );  
23 PT22 : NEW PT (-325 , 180 , 0 );  
24 PT23 : NEW PT (-310 , 250 , 0 );  
25 PT24 : NEW PT (-370 , 250 , 0 );  
26 PT25 : NEW PT (-350 , 180 , 0 );  
27 PT26 : NEW PT (-395 , 180 , 0 );  
28 PT27 : NEW PT (-315 , 350 , 0 );  
29 PT28 : NEW PT (-365 , 350 , 0 );  
30 PT29 : NEW PT (-350 , 350 , 0 );
```


67 PMOVE(PTB);
68 PMOVE(PT1);
69 LINEAR(50);
70 PAYLOAD(10);
71 UP;
72 PMOVE(PEN_F);
73 PMOVE(PEN_L);
74 PMOVE(PEN4);
75 DELAY(2);
76 WRITEO(1,1);
77 DELAY(2);
78 RELEASE;
79 DELAY(2);
80 UP;
81 PMOVE(PEN2);-----GETS GREEN PEN-----
82 DELAY(2); παίρνει την πράσινη γραφίδα
83 WRITEO(1,1);
84 GRASP;
85 DELAY(2);
86 UP;
87 PMOVE(PEN_F);
88 PMOVE(PT9);-----DRAWS EYES-----
89 WRITEO(1,1); ζωγραφίζει τα μάτια
90 DELAY(2);
91 LINEAR(1);
92 PAYLOAD(1);
93 PMOVE(PT10);
94 UP;
95 PMOVE(PT11);
96 WRITEO(1,1);
97 DELAY(2);
98 PMOVE(PT12);
99 UP;
100 PMOVE(PT13);

```

101 WRITEO(1,1);
102 DELAY(2);
103 PMOVE(PT14);
104 UP;
105 PMOVE(PT15);
106 WRITEO(1,1);
107 DELAY(2);
108 PMOVE(PT16);
109 LINEAR(50);
110 PAYLOAD(IO);
111 UP;
112 PMOVE(PEN_F);
113 PMOVE(PEN2);
114 DELAY(2);
115 WRITEO(1,1);
116 DELAY(2);
117 RELEASE;
118 DELAY(2);
119 UP;
120 PMOVE(PEN1);-----GETS RED PEN-----
121 DELAY(2);                                     παίρνει την κόκκινη γραφίδα
122 WRITEO(1,1);
123 DELAY(2);
124 GRASP;
125 DELAY(2);
126 UP;
127 PMOVE(PEN_F);
128 PMOVE(PT17);-----DRAWS NOSE-----
129 WRITEO(1,1);                                  ζωγραφίζει την μύτη
130 DELAY(2);
131 LINEAR(1);
132 PAYLOAD(1);
133 PMOVE(PT18);
134 PMOVE(PT19);

```

```

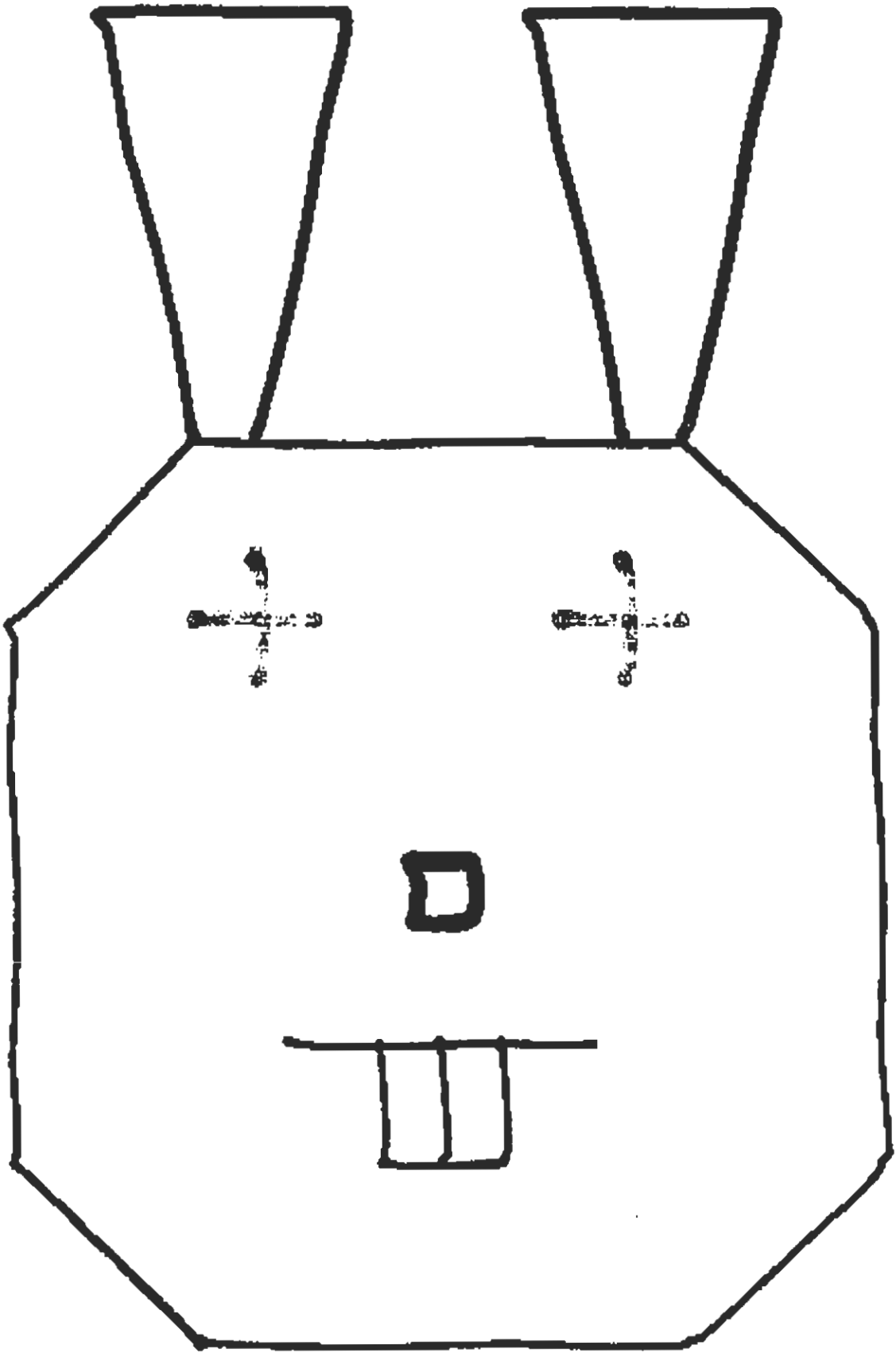
135 PMOVE(PTZ0);
136 PMOVE(PT17);
137 LINEAR(.0);
138 PAYLOAD(10);
139 UP;
140 PMOVE(PEN_F);
141 PMOVE(PEN1);
142 WRITEO(1,1);
143 DELAY(2);
144 RELEASE;
145 DELAY(2);
146 UP;
147 PMOVE(PEN3);-----GETS BLUE PEN-----
148 DELAY(2);                                παίρνει την μπλε γραφίδα
149 WRITEO(1,1);
150 DELAY(2);
151 GRASP;
152 DELAY(2);
153 UP;
154 PMOVE(PT4);-----DRAWS EARS-----
155 WRITEO(1,1);                                ζωγραφίζει τα αυτιά
156 DELAY(2);
157 LINEAR(1);
158 PAYLOAD(1);
159 PMOVE(PT21);
160 PMOVE(PT22);
161 PMOVE(PT23);
162 UP;
163 PMOVE(PT24);
164 WRITEO(1,1);
165 DELAY(2);
166 PMOVE(PT25);
167 PMOVE(PT26);
168 PMOVE(PT5);

```



```
203 DELAY(2);
204 PMOVE(PT34);
205 LINEAR(10);
206 PAYLOAD(10);
207 UP;
208 PMOVE(PEN_F);
211 WRITEO(1,1);
212 DELAY(2);
213 RELEASE;
214 DELAY(2);
215 UP;
216 DELAY(2);
217 PAYLOAD(0);
218 LINEAR(8);
219 PMOVE(HOME);
220 END;
```

Το αποτέλεσμα του προγράμματος αυτού φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 2

Αυτό το πρόγραμμα σχεδιάζει έναν υπολογιστή.

```
1 MAIN:SUBR;
2 PT1 :NEW PT(-375.00, 200.00, 0);
3 PT2 :NEW PT(-275.00,200.00 ,0);
4 PT3 :NEW PT(-275 ,100 ,0 );
5 PT4 :NEW PT(-375 , 100 , 0 );
6 PT5 :NEW PT(-310 , 100 , 0 );
7 PT6 :NEW PT(-310 , 80 , 0 );
8 PT7 :NEW PT(-340 , 100 , 0 );
9 PT8 :NEW PT(-340 , 80 , 0 );
10 PT9 :NEW PT(-250 , 80 , 0 );
11 PT10 :NEW PT(-250 , 30 , 0 );
12 PT11 :NEW PT(-400 , 30 , 0 );
13 PT12 :NEW PT(-400 , 90 , 0 );
14 PT13 :NEW PT(-350 , 30 , 0 );
15 PT14 :NEW PT(-380 , 10 , 0 );
16 PT15 :NEW PT(-250 , 10 , 0 );
17 PT16 :NEW PT(-275 , -40 , 0 );
18 PT17 :NEW PT(-425 , -40 , 0 );
19 PT17 :NEW PT(-400 , 10 , 0 );
20 PT18 :NEW PT(-385 , 0 , 0 );
21 PT19 :NEW PT(-275 , 0 , 0 );
22 PT20 :NEW PT(-290 , -10 , 0 );
23 PT21 :NEW PT(-370 , -10 , 0 );
24 PT22 :NEW PT(-355 , -20 , 0 );
25 PT23 :NEW PT(-305 , -20 , 0 );
26 PT24 :NEW PT(-310 , 55 , 0 );
27 PT25 :NEW PT(-280 , 55 , 0 );
28 PT26 :NEW PT(-280 , 40 , 0 );
29 PT27 :NEW PT(-310 , 40 , 0 );
30 PT28 :NEW PT(-365 , 190 , 0 );
```


31 PT29 :NEW PT(-285 , 190 , 0);
32 PT30 :NEW PT(-285 , 110 , 0);
33 PT31 :NEW PT(-335 , 110 , 0);
34 PT32 :NEW PT(-280 , 60 , 0);
35 PT33 :NEW PT(-375 , 40 , 0);
36 PTI :NEW PT(-350 , 400 , 0);
37 HOME :NEW PT(650 , 0 ,0);
38 PEN1:NEW PT(90.7,241.65,0);
39 PEN2:NEW PT(135.05,240.25,0);
40 PEN3:NEW PT(88.85,196.6,0);
41 PEN4:NEW PT(133.7,195.4,0);
42 PEN_F:NEW PT(117.00, 500.00,0);
43 PEN_L:NEW PT(250.00, 200.00,0);
44 PEN_R:NEW PT(-15.00, 200.00,0);
45 PMOVE(PEN_L)-----BEGINNING PROGRAM-----
46 PAYLOAD(1);
49 WRITEO(1,1);
50 DELAY(2);
51 GRASP;
52 DELAY(2);
53 UP;
54 PMOVE(PEN_L);
55 PMOVE(PEN_F);
56 PAYLOAD(0);
57 PMOVE(PT1);-----BEGIN TO DRAW-----
58 PAYLOAD(1); (εκκίνηση της σχεδίασης)
59 WRITEO(1,1);
60DELAY(2);
61 PMOVE(PT2);
62 PMOVE(PT3);
63 PMOVE(PT4);
64 PMOVE(PT1);
65 DELAY(2);
66 UP;

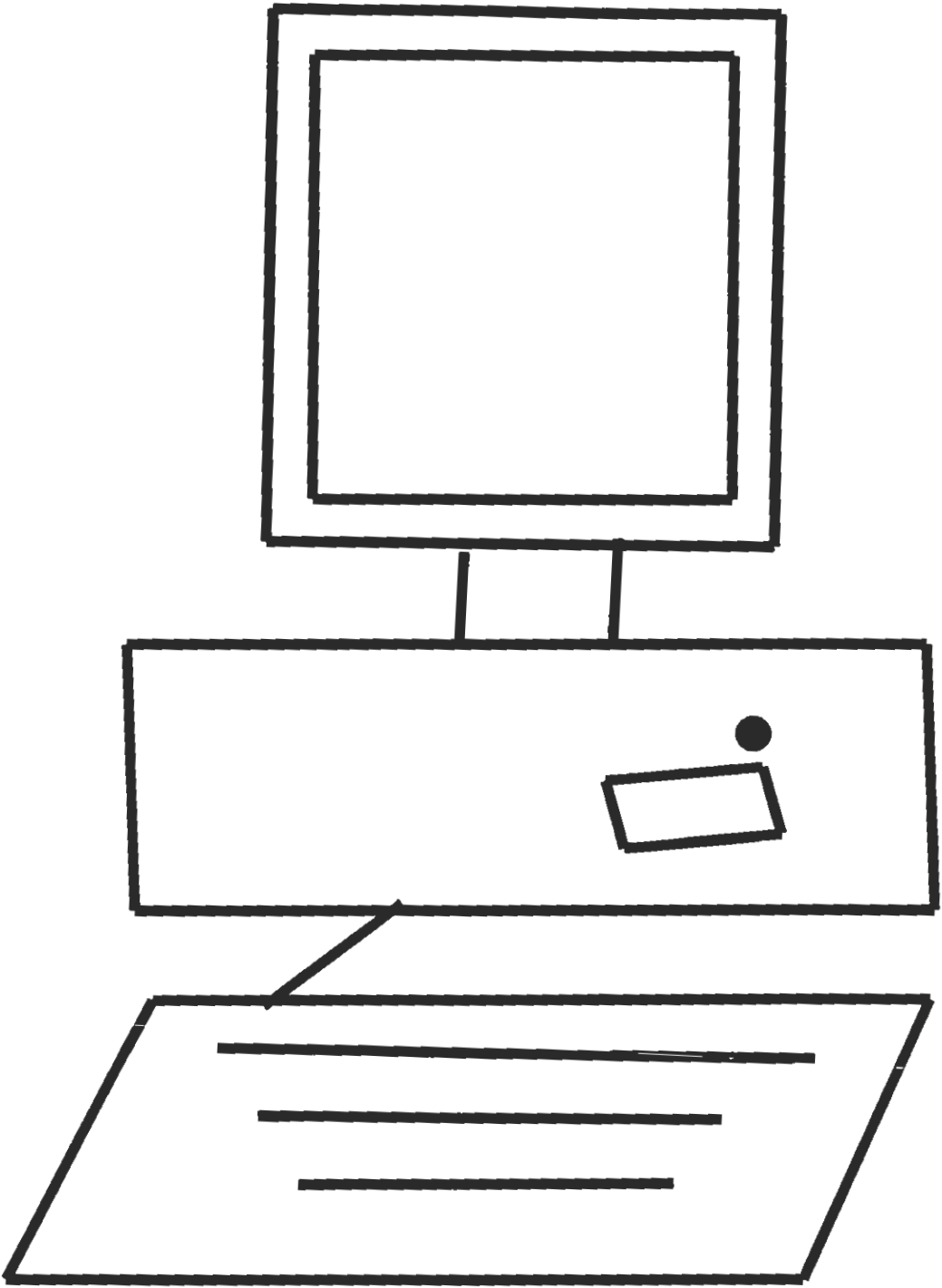
67 PMOVE(PT5);
68 WRITEO(1,1);
69 DELAY(2);
70 PMOVE(PT6);
71 DELAY(2);
72 UP;
73 PMOVE(PT7);
74 WRITEO(1,1);
75 DELAY(2);
76 PMOVE(PT8);
77 PMOVE(PT9);
78 PMOVE(PT10);
79 PMOVE(PT11);
80 PMOVE(PT12);
81 PMOVE(PT8);
82 DELAY(2);
83 UP;
84 PMOVE(PT13);
85 WRITEO(1,1);
86 DELAY(2);
87 PMOVE(PT14);
88 PMOVE(PT15);
89 PMOVE(PT16);
90 PMOVE(PT17);
91 PMOVE(PT18);
92 PMOVE(PT14);
93 DELAY(2);
94 UP;
95 PAYLOAD(0);-----BRING THE BLACK PEN BACK--
96 PMOVE(PEN_F); (επανέφερε την μαύρη γραφίδα)
97 PAYLOAD(1);
98 PMOVE(PEN_L);
99 PMOVE(PEN4);
100 DELAY(2);

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

101 WRITEO(1,1);
102 DELAY(2);
103 RELEASE;
104 DELAY(2);
105 UP;
106 PMOVE(PEN3);-----GET THE BLUE PEN-----
107 DELAY(2); (πάρε την μπλε γραφίδα)
108 WRITEO(1,1);
109 GRASP;
110 DELAY(2);
111 UP;
112 PMOVE(PEN_R);
113 PAYLOAD(0);
114 PMOVE(PT1);-----CONTINUE TO DRAW-----
115 PMOVE(PT19); (συνέχισε την σχεδίαση)
116 WRITEO(1,1);
117 DELAY(2);
118 PMOVE(PT20);
119 DELAY(2);
120 UP;
121 PMOVE(PT21);
122 WRITEO(1,1);
123 DELAY(2);
124 PMOVE(PT22);
125 DELAY(2);
126 UP;
127 PMOVE(PT23);
128 WRITEO(1,1);
129 DELAY(2);
130 PMOVE(PT24);
131 DELAY(2);
132 UP;
133 PMOVE(PT25);
134 WRITEO(1,1);

135 DELAY(2);
136 PMOVE(PT26);
137 PMOVE(PT27);
138 PMOVE(PT28);
139 PMOVE(PT25);
140 DELAY(2);
141 UP;-----GET THE BLUE PEN BACK-----
142 PAYLOAD(0); (επανέφερε την μπλε γραφίδα)
143 PMOVE(PEN_F);
144 PAYLOAD(0);
145 PMOVE(PEN_R);
146 PMOVE(PEN3);
147 DELAY(2);
149 WRITEO(1,1);
150 DELAY(2);
151 RELEASE;
152 DELAY(2);
153 UP;-----GET THE GREEN PEN-----
154 PMOVE(PEN_R); (πάρε την πράσινη γραφίδα)
155 PMOVE(PEN_F);
156 PMOVE(PEN2);
157 WRITEO(1,1);
158 GRASP;
159 DELAY(20);
160 UP;
161 PMOVE(PEN_F);
162 PAYLOAD(0);
163 PMOVE(PT29);-----FINISH DRAW-----
164 WRITEO(1,1); (τελείωσε την σχεδίαση)
165 DELAY(2);
166 PMOVE(PT30);
167 PMOVE(PT31);
168 PMOVE(PT32);
169 PMOVE(PT29);

170 DELAY(2);
171 UP;
172 PMOVE(PT33);
173 WRITEO(1,1);
174 DELAY(2);
175 UP;
176 PAYLOAD(0);
177 PMOVE(PEN_F);
178 PAYLOAD(1);
179 PMOVE(PEN2);
180 WRITEO(1,1);
181 DELAY(2);
182 RELEASE;
183 DELAY(2);
184 UP;
185 DELAY(2);
186 PAYLOAD(0);
187 LINEAR(0);
188 PMOVE(HOME);-----RETURN HOME-----
189 END; (επέστρεψε στο σημείο εκκίνησης)



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 3

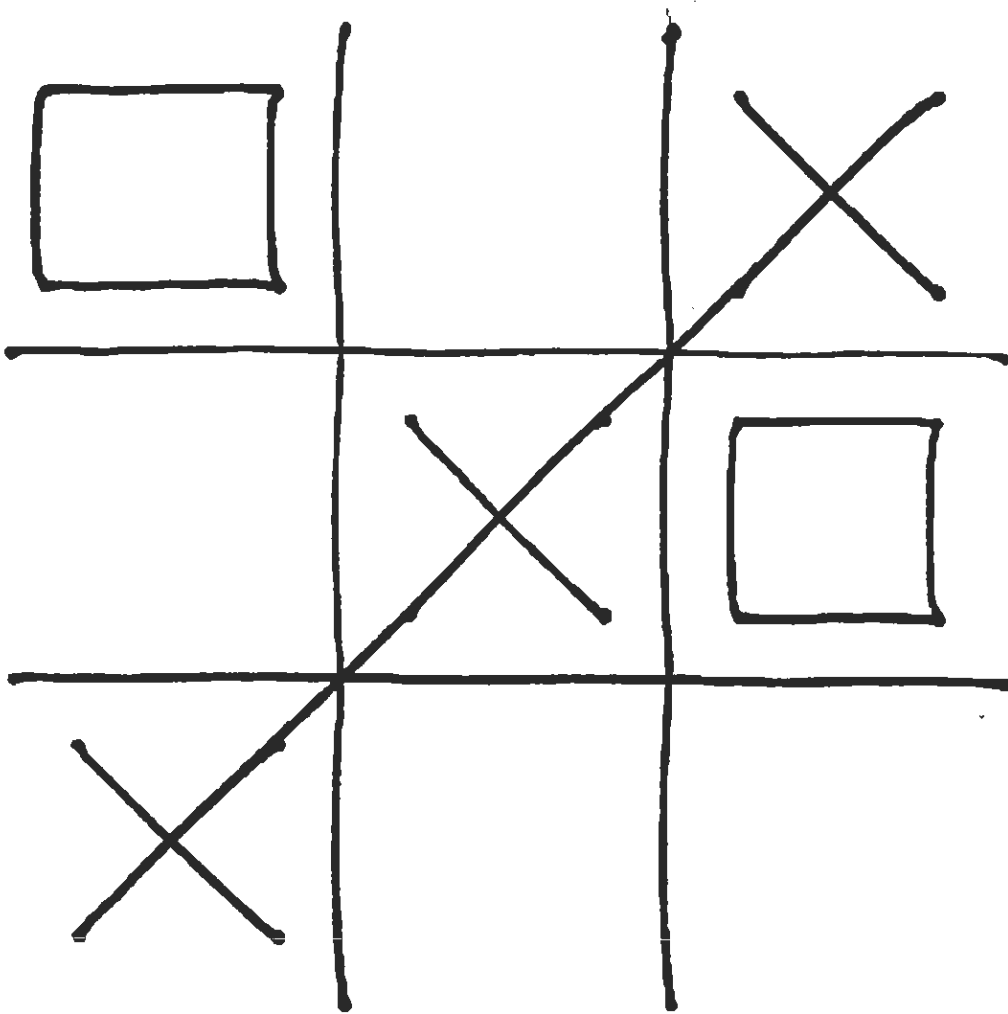
Αυτό το πρόγραμμα σχεδιάζει μια τρίλιζα.

```
1 MAIN:SUBR;
2 PT1 : NEW PT (-315.00, 350.00, 0);
3 PT2 : NEW PT (-315.00,200.00 ,0);
4 PT3 : NEW PT (-365 ,200 ,0 );
5 PT4 : NEW PT (-365 , 350 , 0 );
6 PT5 : NEW PT (-415 , 300 , 0 );
7 PT6 : NEW PT (-265 , 300 , 0 );
8 PT7 : NEW PT (-265 , 250 , 0 );
9 PT8 : NEW PT (-415 , 250 , 0 );
10 PT9 : NEW PT (-355 , 260 , 0 );
11 PT10 : NEW PT (-325 , 290 , 0 );
12 PT11 : NEW PT (-325 , 260 , 0 );
13 PT12 : NEW PT (-355 , 290 , 0 );
14 PT13 : NEW PT (-375 , 310 , 0 );
15 PT14 : NEW PT (-375 , 340 , 0 );
16 PT15 : NEW PT (-410 , 340 , 0 );
17 PT16 : NEW PT (-410 , 310 , 0 );
18 PT17 : NEW PT (-275 , 210 , 0 );
19 PT18 : NEW PT (-405 , 240 , 0 );
20 PT19 : NEW PT (-275 , 240 , 0 );
21 PT20 : NEW PT (-405 , 210 , 0 );
22 PT21 : NEW PT (-275 , 260 , 0 );
23 PT22 : NEW PT (-305 , 260 , 0 );
24 PT23 : NEW PT (-305 , 290 , 0 );
25 PT24 : NEW PT (-275 , 290 , 0 );
26 PT25 : NEW PT (-305 , 310 , 0 );
27 PT26 : NEW PT (-275 , 340 , 0 );
28 PT27 : NEW PT (-275 , 310, 0 );
29 PT28 : NEW PT (-305 , 340 , 0 );
30 HOME : NEW PT (650 , 0 ,0);
```

31 PEN1: NEW PT (90.7,241.65,0);
32 PEN2: NEW PT(135.05,240.25,0);
33 PMOVE(PEN1);
34 WRITEO(1,1);
35 DELAY(2);
36 GRASP;
37 DELAY(2);
38 UP;
39 PMOVE(PT1);
40 PAYLOAD(1);
41 WRITEO(1,1);
42 DELAY(2);
43 LINEAR(1);
44 PMOVE(PT2);
45 UP;
46 PMOVE(PT3);
47 WRITEO(1,1);
48 DELAY(2);
49 PMOVE(PT4);
50 UP;
51 PMOVE(PT5);
52 WRITEP(1,1);
53 DELAY(2);
54 PMOVE(PT6);
55 UP;
56 PMOVE(PT7);
57 WRITEO(1,1);
58 DELAY(2);
59 PMOVE(PT8);
60 UP;
61 PMOVE(PT9);
62 WRITEO(1,1);
63 DELAY(2);
64 PMOVE(PT10);

65 UP;
66 PMOVE(PT11);
67 WRITEO(1,1);
68 DELAY(2);
69 PMOVE(PT12);
70 UP;
71 PMOVE(PT13);
72 WRITEO(1,1);
73 DELAY(2);
74 PMOVE(PT14);
75 PMOVE(PT15);
76 PMONE(PT16);
77 PMOVE(PT13);
78 UP;
79 PMOVE(PT17);
80 WRITEO(1,1);
81 DELAY(2);
82 PMOVE(PT18);
83 UP;
84 PMOVE(PT19);
85 WRITEO(1,1);
86 DELAY(2);
87 PMOVE(PT20);
88 UP;
89 PMOVE(PT21);
90 WRITEO(1,1);
91 DELAY(2);
92 PMOVE(PT22);
93 PMOVE(PT23);
94 PMOVE(PT24);
95 PMOVE(PT21);
96 UP;
97 PMOVE(PT22);
98 WRITEO(1,1);

99 DELAY(2);
100 PMOVE(PT23);
101 UP;
102 PMOVE(PT27);
103 WRITEO(1,1);
104 DELAY(2);
105 PMOVE(PT28);
106 UP;
107 PMOVE(PT26);
108 WRITEO(1,1);
109 DELAY(2);
110 PMOVE(PT20);
111 UP;
112 PAYLOAD(0);
113 LINEAR(0);
114 PMOVE(PEN1);
115 WRITEO(1,1);
116 DELAY(2);
117 RE;EASE;
118 DELAY(2);
119 UP;
120 DELAY(20);
121 PMOVE(HOME);
122 END;



Αποτελέσματα :

Συμπεράσματα :

Περιορισμοί Από την σχεδίαση μπορούμε να δούμε ότι το ρομπότ ζωγράφισε πιο ευθείες γραμμές στο X άξονα παρά στον Y Στην Y κατεύθυνση υπάρχει ένα προφανές κύμα στην γραμμή. Αυτό προκαλεί πρόβλημα όταν κινητέ σε ορισμένους τρόπους . Ωφέλιμο φορτίο πρέπει να δοθεί στο πρόγραμμα, η τιμή του ωφέλιμου φορτίου ελέγχει το όριο ταχύτητας υπερπηδώντας τους διακόπτες ταχύτητας ή μηδενίζοντας τους διακόπτες. Το νούμερο 1 είναι η πιο αργή ταχύτητα και το νούμερο 10 η πιο γρήγορη ταχύτητα. Η ρύθμιση του

βάρους από το τέλος του ενεργού βραχίονα και το βάρος του ωφέλιμου φορτίου πρέπει να ληφθεί υπό όψη όταν προσδιορίζεται η ταχύτητα κάθε στιγμή κατά την διάρκεια της εφαρμογής. Όταν τα όρια του χώρου εργασίας δοκιμαστούν ο ρομποτικός βραχίονας έρχεται πίσω μόνος σε ένα σημείο και δεν θα κινηθεί και πρέπει να μηδενιστεί, κινείται πολύ αργά στο σημείο μηδενισμού, που μας πληροφορεί ότι ο λόγος για αυτό είναι ότι ένας διακόπτης ορίου δεν δουλεύει.

Ικανότητες. Είναι ακριβές κατάλληλα όταν χρησιμοποιείται για τον σκοπό για τον οποίο έχει σχεδιαστεί, που είναι ένα Pick and Place ρομπότ.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 4

LI51P 6J

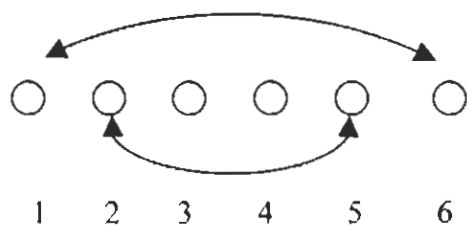
PROGRAM 9j

- 1 OPENI =>Πάντα ξεκινά με την αρπάγη ανοικτή .
- 2 MOVE ovel =>Παίρνει θέση πάνω από την παλέτα .
- 3 MOVE e1
- 4 DELAY 1
- 5 CLOSEI
- 6 DELAY 1 =>Καθυστέρηση σε δευτερόλεπτα που επιτρέπει την εγκατάσταση
- 7 MOVE ovel
- 8 MOVE oval
- 9 MOVE a1 =>Κινείται στην θέση a1 για να πάρει τον σωλήνα
- 10 DELAY 1
- 11 OPENI =>Εξασφαλίζει την κίνηση της αρπάγης να λαμβάνει χώρο σαν
- 12 DELAY 1 απλές γραμμές του προγράμματος .
- 13 MOVE oval
- 14 MOVE ove2
- 15 MOVE e2
- 16 DELAY 1
- 17 CLOSEI =>Εξασφαλίζει την κίνηση της αρπάγης να λαμβάνει χώρο σαν
- 18 DELAY 1 απλές γραμμές του προγράμματος .
- 19 MOVE ove2
- 20 MOVE ova2
- 21 MOVE a2
- 22 DELAY 1
- 23 DPENI
- 24 DELAY 1
- 25 MOVE ova2
- 26 MOVE ove3
- 27 MOVE e3
- 28 DELAY 1
- 29 CLOSEI
- 30 DELAY 1

31 MOVE ove3
32 MOVE ova3
33 MOVE a3
34 DELAY 1
35 OPENI
36 DELAY 1
37 MOVE ova3
38 MOVE ove4
39 MOVE e4
40 DELAY 1
41 CLOSEI
42 DELAY 1
43 MOVE ove4
44 MOVE ova4
45 MOVE a4
46 DELAY 1
47 OPENI
48 DELAY 1
49 MOVE ova4
50 MOVE ove5
51 MOVE e5
52 DELAY 1
53 CLOSEI
54 DELAY 1
55 MOVE ove5
56 MOVE ova5
57 MOVE a5
58 DELAY 1
59 OPENI
60 DELAY 1
61 MOVE ova5 =>Κινείται μακριά με ασφάλεια .

Συμπεράσματα

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι η αλλαγή θέσεως διαφόρων κομματιών από μια θέση σε μια άλλη. Δηλαδή αλλαγή σειράς.



Μελέτη για την επιλογή κατάλληλου για μια εργασία Robot

Εισαγωγή

Αυτή η αναφορά είναι ένα μέρος της πτυχιακής εργασίας μας. Για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, οι σημειώσεις και οι οδηγίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι από τον λέκτορα της ρομποτικής Dr John Lomax, του Brighton University και προσωπικές σημειώσεις του εισηγητή μας Ιωάννη Γιαννάκη.

Σκοπός της εργασίας είναι να προτείνει έναν χώρο εργασίας ικανό για την κοπή πλαστικών πάνελ από PVC που χρησιμοποιούνται σε αυτοκίνητα, για μια βάρδια οκτώ ασταμάτητων ωρών. Το ρομπότ εκτελεί, εκτός της κοπής, και όλη την ανταπόκριση συγκράτησης μεταξύ της τροφοδότησης του πάνελ και του τελειωμένου πάνελ.

Η δομή της αναφοράς είναι ως εξής:

- α) Αντικείμενο της αναφοράς
- β) Εισαγωγή στο ρομπότ Reflex που τα στοιχεία του χρησιμοποιήθηκαν για αυτή την εργασία.
- γ) Πρόγραμμα εργασίας του ρομπότ για την εκτέλεση της κοπής
- δ) Φωτοαντίγραφο του plot που έγινε από το ακραίο μέρος του ρομπότ
- ε) Υπολογισμός του βαθμού τροφοδότησης των αντικειμένων
- στ) Πρόταση για παλέτα / κάδο / στοίβες αντικειμένων.
- ζ) Επιλογή του ρομπότ
- η) Εκτίμηση κόστους του ρομπότ
- θ) Εκτίμηση του κόστους κοπής του κάθε πάνελ .

Αντικείμενο :

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η ανάπτυξη του χώρου του ρομπότ για την κοπή μικρών πλαστικών πάνελ και το οποίο θα τρέχει σε βάρδιες οκτώ συνεχόμενων ωρών. Ο σχεδιασμός πρέπει να λάβει υπόψη του τις πληροφορίες που αναγράφονται στα παρακάτω στάδια της αναφοράς.

- 1) Το πιο κατάλληλο ρομπότ για την σχέση: απόδοση και κόστος
- 2) Μεγέθη των αποθηκών τροφοδότησης των πάνελ και μεγέθη των αποθηκών στις οποίες τα κομμένα πάνελ θα τοποθετηθούν.

- 3) Κόστος του χώρου εργασίας
- 4) Το κόστος της κοπής του κάθε πάνελ
- 5) Ρυθμός επεξεργασίας Panel
- 6) Το γραμμένο πρόγραμμα και τελικό σχέδιο της επίδειξης.

Οι παραδοχές για αυτήν την μελέτη φαίνονται παρακάτω:

- 1) Το κομμάτι που θα μας δίνεται για κοπή θα είναι 5 mm μακρύτερο και φαρδύτερο από ότι το τελειωμένο κομμάτι.
- 2) Η ταχύτητα κοπής είναι 15 mm /sec και η ταχύτητα φόρτωσης είναι 400 mm/sec.
- 3) Ο χρόνος φόρτωσης και ξεφόρτωσης είναι 5 sec.
- 4) Το πάχος των πάνελ είναι 1.5 mm.
- 5) Το προτεινόμενο ρομπότ μπορεί να επιλεγθεί από το εγχειρίδιο της BRA (British Robot Association).
- 6) Το ρομπότ πρέπει να εκτελεί όλες τις απαιτούμενες κινήσεις του υλικού για όλη την διάρκεια της οκτάωρης βάρδιας.
- 7) Υποθέτουμε ότι το φορτίο είναι σχεδόν 1 Kg.
- 8) Το κόστος κεφαλαίου ανακτάται σε 2 χρόνια και το ρομπότ λειτουργεί για 5000 ώρες / τον χρόνο χωρίς άλλο κόστος.
- 9) Υποθέτουμε ότι το εργαλείο που χρησιμοποιούμε είναι ικανό να εκτελεί τις απαιτούμενες από εμάς εργασίες: κοπή των πάνελ και συγκράτηση των πάνελ.
- 10) Υποθέτουμε ότι τα κοφτερά άκρα, προσανατολίζονται στην διεύθυνση κοπής κατά την διάρκεια της διαδικασίας, για την απόκτηση του επιθυμητού προϊόντος.
- 11) Η εκτίμηση του κόστους του ρομπότ πρέπει να βασίζεται στην παρακάτω φόρμουλα, η οποία δίνεται από τον Dr. Lomax:

$$C = \text{Κόστος} = 20 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{0.1}{a} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{v}{1} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{M}{10} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{N}{5} \cdot \frac{r}{1}$$

Όπου:

C = κόστος του ρομπότ (σε δραχμές)

α = επαναληπτικότητα (σε mm)

v = ταχύτητα (σε m/sec)

M = φορτίο (σε Kg)

N = αριθμός των αξόνων

r = προσέγγιση (σε m)

Εισαγωγή στο ρομπότ Reflex

Ο ορισμός του ρομπότ δίνεται από τον οργανισμό των ρομπότ της Αμερικής είναι: ένας επαναπρογραμματιζόμενος, πολλαπλών λειτουργιών μηχανισμός, σχεδιασμένος να κινεί υλικά, κομμάτια, εργαλεία ή ειδικές συσκευές (αισθητήρες) διαμέσου πολλών προγραμματιζόμενων κινήσεων για μια ποικιλία εργασιών. Επειδή μπορεί να επαναπρογραμματιστεί το ρομπότ προσφέρει μια ευχέρεια, η οποία δεν βρίσκεται στους σκληρούς αυτοματισμούς.

Άλλος ορισμός είναι ότι το ρομπότ είναι: μια γενικά προγραμματιζόμενη μηχανή, η οποία κατέχει διάφορα ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά.

Παρόλο που τα ρομπότ έχουν αρκετές ικανότητες, είναι ανώτερα από τους ανθρώπους στην πραγματοποίηση των εργασιών που απαιτούν φυσικό συντονισμό ή άμεση αλλαγή περιβάλλοντος. Τα ρομπότ επίσης ταιριάζουν σε εργασίες τέχνης ή εξαιρετικά πολύπλοκες εργασίες ή προβλήματα στα οποία είναι απαραίτητη η διδασκαλία.

Το πανεπιστήμιο του Brighton έχει στον χώρο των μηχανολόγων ένα ρομπότ Reflex. Αυτό το ρομπότ είναι Αμερικανικής σχεδίασης, αλλά κατασκευάστηκε στην Μεγάλη Βρετανία από την Redifusion Company. Όταν αγοράστηκε ολοκαίνουργιο από το πανεπιστήμιο, κόστιζε περίπου 20.000 λίρες, δηλαδή περίπου 10.000.000 δραχμές.

Προδιαγραφές του ρομπότ

Άξονες του ρομπότ : 6 άξονες

Προσέγγιση : περίπου 1 μέτρο

Ανύψωση : σχεδόν 10 κιλά

Μέγιστη ταχύτητα των αξόνων : 1 m/sec

Ακρίβεια : Το Robot είναι ακριβές σε ± 0.1 mm

Όπως αναφέρεται παραπάνω, το ρομπότ μπορεί να κινηθεί ολόγυρα σε έξι άξονες, αυτοί έχουν χωριστεί σε δυο ομάδες των τριών. Η πρώτη ομάδα των τριών αξόνων, είναι οι τρεις αρθρώσεις του ρομπότ, δηλαδή η μέση, ο ώμος και ο αγκώνας. Η δεύτερη ομάδα των τριών αξόνων εντοπίζεται στον καρπό του ρομπότ, και επιτρέπουν στο εργαλείο να πηγαίνει σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Με όλους τους άξονες στην διάθεση του το ρομπότ είναι πολύ ευλύγιστο και έχει την ικανότητα να συστρέφεται.

Ηλεκτρονικά του ρομπότ: το ρομπότ έχει στο σύνολο του οκτώ μικροεπεξεργαστές για να ελέγχουν την κάθε του κίνηση.

Ο πρώτος μικροεπεξεργαστής (Model 68.000, 32 bit) είναι ο επεξεργαστής του πρώτου επιπέδου και 'κουβαλά' όλους τους απαιτούμενους υπολογισμούς. Με αυτό εννοώ ότι υπολογίζει όλα τα αθροίσματα όλων των διευθύνσεων και γωνιών όλων των έξι αξόνων για κάθε συγκεκριμένη κίνηση της άρθρωσης, όπου X,Y,Z είναι οι διευθύνσεις και A,B,C είναι οι γωνίες.

Μετά, είναι έξι μικροεπεξεργαστές (Model 6800, 8 bit) οι οποίοι ελέγχουν καθέναν από τους έξι άξονες. Κάθε 4 milliseconds, ο επεξεργαστής του πρώτου επιπέδου θα στέλνει δυο μηνύματα στον κάθε επεξεργαστή του άξονα, λέγοντας του που, κάθε σχετικός άξονας θα παίρνει την θέση του σε χρόνο 4 milliseconds και η ταχύτητα θα διακυμαίνεται όταν θα φτάνει εκεί.

Ο τελευταίος μικροεπεξεργαστής (Model 6800, 8 bit), ελέγχει τα παραγόμενα σήματα εισόδου και εξόδου, όπως αν η ηλεκτρομαγνητική αντλία καθαρισμού είναι ανοιχτή ή κλειστή.

Για να κινούμε πραγματικά το ρομπότ τριγύρω, υπάρχουν τρεις κινητήρες για τον καρπό και τρεις κινητήρες για κάθε μια από τις αρθρώσεις. Και οι έξι είναι συμβατικοί κινητήρες. Παρόλα αυτά στις μέρες μας τα ρομπότ έχουν σερβοκινητήρες συνεχούς ρεύματος.

Τα κιβώτια ταχυτήτων για τους τρεις κινητήρες των αρθρώσεων έχουν μια σχέση μετάδοσης 40:1, όπου τα μεγάλα γρανάζια έχουν μια αναλογία 10:1. Και οι έξι κινητήρες έχουν προσαρμοσμένα ηλεκτρομαγνητικού τύπου φρένα (εάν έχουμε παύση της ενέργειας, ο βραχίονας απλά θα σταματήσει).

Κάθε άξονας έχει ένα κωδικοποιητή με 1.000 γραμμές οι οποίες αντιδρούν σαν φωτοκύτταρα και μας πληροφορούν για το που ακριβώς βρίσκεται ο βραχίονας.

Όλοι οι μικροεπεξεργαστές και τα συστήματα λειτουργίας του ρομπότ είναι τοποθετημένα σε μια καμπίνα μακριά από αυτό. Επειδή τα ρομπότ χρησιμοποιούνται σε

βρώμικες συνθήκες, η καμπίνα έχει έναν εναλλάκτη θερμότητας για τον βρώμικο αέρα και αυτό επίσης επιδρά και σαν μέθοδος ψύξης.

Προγραμματισμός του ρομπότ: το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί με δυο τρόπους, είτε από ένα joystick, είτε από το πληκτρολόγιο, το οποίο απαιτεί την χρήση της γλώσσας που μπορεί να μεταφραστεί σε BASIC. Αυτή η γλώσσα είναι η AR BASIC.

AR BASIC: Αυτή η γλώσσα αναπτύχθηκε μαζί από την American Robot Corporation στην Αμερική και από την Rediffusion στην Μεγάλη Βρετανία, για το ρομπότ Merlin (USA) / Reflex (UK). Αυτή η γλώσσα είναι εύκολη στην εκμάθηση και είναι εύκολα κατανοητή από τον καθένα που γνωρίζει την BASIC. Μερικές επιπρόσθετες εντολές είναι βεβαίως απαραίτητες για να επιτρέπουν στο ρομπότ να ελέγχεται αποτελεσματικά, για παράδειγμα για άνοιγμα ή κλείσιμο της αρπάγης ή απαιτήσεις διασύνδεσης με άλλες συσκευές και μηχανισμούς.

Επίδειξη του προγράμματος: για την επίδειξη το πάνελ θα αναπαραστεί από ένα κομμάτι χαρτί. Ένα στυλό θα παραστήσει το κοπτικό εργαλείο και ένα ξύλινο μπλοκ θα αναπαραστήσει την βάση. Είναι απαραίτητο να εντοπίσουμε το μονοπάτι του σχήματος του σχεδίου. Εάν το κοπτικό εργαλείο είναι ένα μαχαίρι θα είναι απαραίτητο να σιγουρευτούμε ότι η κοπτική ακμή οδηγεί όλο τον δρόμο του συνολικού κοψίματος.

Υπολογισμός του ρυθμού τροφοδότησης των αντικειμένων

- A) Ο απαιτούμενος χρόνος για την ολοκλήρωση της κοπής ενός πάνελ μας δίνεται παρακάτω από την σχέση των διαστάσεων του πάνελ και από την ταχύτητα κοπής του επιλεγμένου ρομπότ:

$$\begin{aligned}\text{Χρόνος κοπής} &= \text{περίμετρος του πάνελ} / \text{την ταχύτητα κοπής} = \\ &= 299 \text{ mm} / 15\text{mm} / \text{sec} = 19.93 \text{ sec}\end{aligned}$$

- B) Ο απαιτούμενος χρόνος για το φόρτωμα και ξεφόρτωμα που αναγράφεται στις παραδοχές είναι: 5 sec = η αρπάγη του ρομπότ σηκώνει το αρχικό πάνελ.

5 sec = ο ρομποτικός βραχίονας τοποθετεί το πάνελ στο τραπέζι εργασίας.

5 sec = σηκώνει το κομμένο πάνελ από τον χώρο εργασίας.

5 sec = τοποθετεί το τελειωμένο πάνελ στην αποθήκη που βρίσκονται τα ολοκληρωμένα πάνελ. Επομένως ο συνολικός απαιτούμενος χρόνος για την εργασία από το robot είναι 20 sec.

- C) Ο απαιτούμενος χρόνος (traveling) επιτρέπει στο ρομπότ να μετακινηθεί από την μια θέση στην άλλη:

Ας αναλογιστούμε ότι αυτή η απόσταση για την ολοκλήρωση του πάνελ είναι 2 m. Η απόσταση ταξιδιού είναι 400mm/sec (σύμφωνα με τις παραδοχές), και επιπλέον ο βραχίονας χρειάζεται περίπου 5 sec για να κινηθεί γύρω από το πάνελ.

Από τα παραπάνω, έχουμε ότι ο συνολικός χρόνος εργασίας δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Sigma.X.E = (19.93 + 20 + 5) = 44.93 \text{ sec (σχεδόν 45 δευτερόλεπτα).}$$

οπότε ο ρυθμός τροφοδότησης των πάνελ είναι:

$$\text{Βαθμός} = \frac{60 \text{ min} \cdot 60 \text{ sec}}{45 \text{ sec}} = 80 \text{ πάνελ / ώρα} \quad \text{ή} \quad 640 \text{ πάνελ / βάρδια}$$

Πρόταση για παλέτα / κάδο / στοίβη

Η απόφαση του τύπου και των διαστάσεων του δοχείου των πάνελ εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του κοπτικού εργαλείου που χρησιμοποιούμε.

Οι απαιτήσεις των δοχείων διαφέρουν εάν χρειάζεται για την τροφοδοσία με ακατέργαστα πάνελ ή το πακέτο των τελειωμένων κομμένων κομματιών. Γενικά, ο τροφοδότης είναι ικανός να τροφοδοτεί με γρηγοράδα και ακρίβεια το ρομπότ με πάνελ, και φυσικά στο ίδιο μέρος κάθε φορά για μεγαλύτερη ακρίβεια στην δουλειά. Είναι καλύτερα για την εργασία αν το τραπέζι έχει έναν μηχανισμό για να τοποθετεί το πάνελ σωστά κάθε φορά, και όταν αυτό γίνεται τότε δεν είναι απαραίτητο να έχουμε ακριβή τροφοδότη (φθηνότερη λύση, διότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν απλό τροφοδότη και έναν ακριβή για αυτήν την εργασία).

Θα υπάρξουν πολλοί πιθανοί σχηματισμοί εξαρτώμενοι από το πόσοι σωροί χρειάζονται για την όλη διαδικασία. Ο αριθμός των σωρών εξαρτάται από τις διαστάσεις του χώρου εργασίας και από τις διαστάσεις του εργαλείου (κυρίως μέχρι που φτάνει το εργαλείο). Ένας μεγάλος φάκελος εργασίας επιτρέπει μεγαλύτερη βάση και χαμηλότερο ύψος του κουτιού, και όσο πιο μεγάλο είναι το εργαλείο τόσο πιο ψηλά μπορεί να πλησιάσει το κουτί.

Ο ευκολότερος και πιο πιθανός σχηματισμός είναι να χρησιμοποιήσουμε 4 και 8 σωρούς των 160 και 80 πάνελ αντίστοιχα (ξέρουμε ότι ο βαθμός τροφοδότησης είναι 640πανελ / βάρδια ή 80 πάνελ ανά ώρα).

Επιλογή του ρομπότ

Αφού κοιτάξαμε το εγχειρίδιο του BRA και επειδή λόγω εμπειρίας του Ι. Γιαννάκη με τα ρομπότ στο εργαστήριο του πανεπιστήμιου Sussex επιλέχθηκε για τον χώρο εργασίας το PUMA της σειράς 600. Ο λόγος αυτής της επιλογής είναι η απόδοση και το κόστος του ρομπότ. Αυτό το ρομπότ τυχαίνει να είναι το φθηνότερο σε σχέση με τα άλλα, αλλά την ίδια στιγμή πλήρη όλες τις απαραίτητες απαιτήσεις.

Αυτό το ρομπότ έχει μεγάλο φάκελο εργασίας ο οποίος επιτρέπει πολλούς σχηματισμούς δοχείων, και επίσης αν θέλουμε να αυξήσουμε την παραγωγή, αυτό το ρομπότ μπορεί να συνεχίσει με την ίδια αποτελεσματικότητα (είναι ευλύγιστο και ικανό να αναλάβει πολλές αποστολές στο μέλλον).

Πρέπει να σημειώσουμε ότι η τιμή που μας δόθηκε δεν είναι εξαιρετικά ακριβής, διότι μετά από ερώτηση σε αρμόδιο άτομο του πανεπιστήμιου Sussex για την ακριβή τιμή ενός τέτοιου robot, είπε ότι το κόστος είναι τουλάχιστον το διπλάσιο από αυτήν που μας δόθηκε.

Τα χαρακτηριστικά αυτού του ρομπότ (PUMA σειρά 600) δίνονται παρακάτω:

Αριθμός αξόνων : 6

Ακρίβεια : 0.1 mm

Ταχύτητα : 0.5 m / sec

Φορτίο : 2.3 Kg

Επαναληπτικότητα : 0.1 mm

Μήκος εργασίας : 864.87 mm + το μήκος του εργαλείου.

Κόστος του χώρου του ρομπότ

Εάν χρησιμοποιήσουμε την δοσμένη φόρμουλα, το κόστος του ρομπότ είναι:

$$\text{Κόστος} = 20 \cdot 10 \cdot \left(\frac{0.1}{0.1}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{0.5}{1}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{2.3}{10}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{0.86487}{1} = 9000 \text{ λίρες} = 4500000 \text{ δρχ}$$

Υποσημείωση, υποθέτουμε ότι το κόστος του χώρου του ρομπότ είναι διπλάσιο από το κόστος του ρομπότ. Ξέροντας το κόστος του ρομπότ, υπολογίζουμε το κόστος του χώρου του ρομπότ:

Κόστος του χώρου του ρομπότ: $2 \cdot 9000 \text{ λίρες} = 18000 \text{ λίρες} = 9000000 \text{ δρχ}$

Κόστος κοπής του κάθε πάνελ

Σύμφωνα με τις υποθέσεις το κόστος κεφαλαίου ανακτάται σε δυο χρόνια και το ρομπότ λειτουργεί για 5.000 ώρες / χρόνο χωρίς κανένα κόστος. Επίσης το ρομπότ δουλεύει για 10.000 ώρες σε δυο χρόνια. Σε αυτήν την χρονική περίοδο, ο αριθμός των πάνελ που παράγονται δίνονται από τον τύπο: $10.000 \text{ ώρες} \cdot 80 \text{ πάνελ} / \text{ώρα} = 800.000 \text{ πάνελ}$.

Εάν το κόστος κεφαλαίου είναι αυτό που υπολογίσαμε πριν, τότε το κόστος του κάθε πάνελ θα είναι:

$\text{ΚΟΣΤΟΣ} / \text{ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΝΕΛ} = 18000 / 800000 = 0.0225 \text{ λίρες ανά πάνελ ή } 11.25 \text{ δρχ}$
ανά πάνελ.

Το κόστος που υπολογίζεται εδώ δεν περιλαμβάνει το κόστος των επισκευών, την κατανάλωση της ενέργειας του ρομπότ και φυσικά κάθε άλλο έξοδο κατά την διάρκεια αυτών των δυο χρόνων.

Συμπεράσματα

Ο χώρος του ρομπότ έχει εγκατασταθεί παίρνοντας υπόψη τις υποθέσεις που δίνονται στο εγχειρίδια λειτουργίας. Πιο σωστή μελέτη θα ήταν αν κοιτάζαμε για πληροφορίες σχετικά με τα εργαλεία ή και άλλες χρήσιμες πληροφορίες. Για αυτήν την εργασία έχει υποθεθεί ένα εργαλείο ικανό να εκτελέσει τις εργασίες της κοπής και της συγκράτησης.

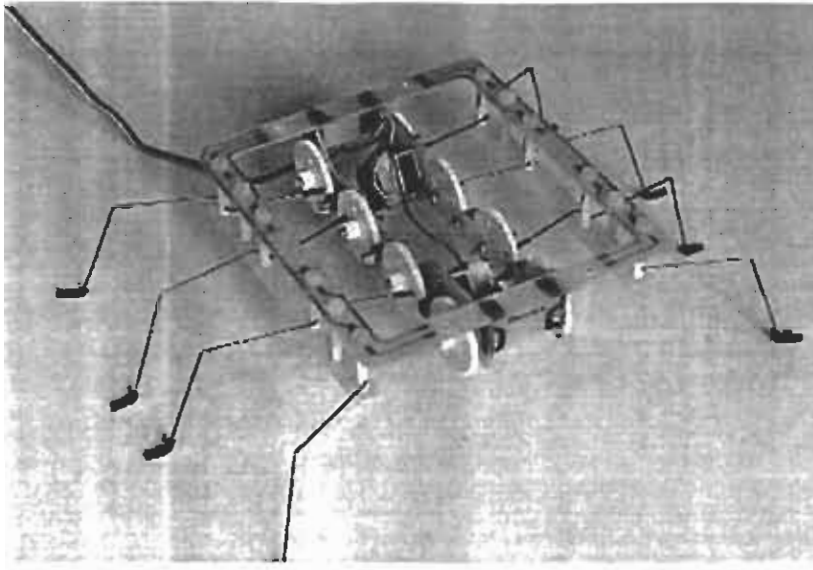
Η τιμή που βρήκαμε για το ρομπότ δεν είναι η σωστή, διότι μετά από έρευνα διαπιστώσαμε ότι κοστίζει 3 - 4 περισσότερο. Για αυτόν τον λόγο δεν λαμβάνουμε υπόψη μας την φόρμουλα που μας δόθηκε εάν θέλουμε αξιοπιστία για το ρομπότ.

Σημείωση ότι η μελέτη για το κόστος του χώρου του ρομπότ είναι πιο δύσκολη και πιο πολύπλοκη από ότι αυτή παραπάνω, και πρέπει να συμπεριλαμβάνονται

περισσότεροι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν το κόστος, κυρίως το κόστος των διαφόρων εργαλείων (τα εργαλεία είναι αρκετά ακριβά, αν θέλετε να έχετε ένα πλήρη σετ εργαλείων για διαφορετικές εργασίες).

‘ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ROBOT’

Η Αράγνη



Η μελέτη περιλαμβάνει τους εξής τομείς:

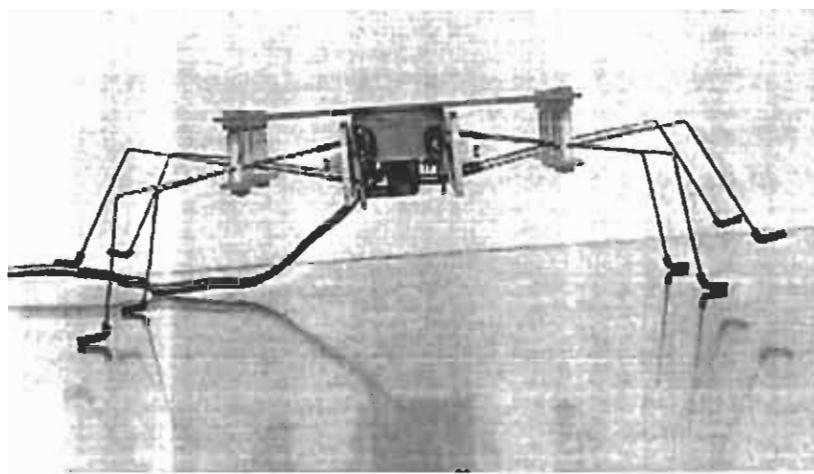
- Παράσταση
- Κατασκευή
- Εγκέφαλος
- Προγραμματισμός Εγκεφάλου
- Αισθητήρες:
 - Όρασης
 - Ήχου (Ακοής)
 - IR ‘radar’
- Εξαρτήματα
- Μια νέα ιδέα

Μια καλή ισορροπία μεταξύ ευκινησίας, ευκολία κατασκευής και κόστος είναι αυτό που φαίνεται παρακάτω. Για τον κατασκευαστή αυτό σημαίνει ότι:

1. Οτιδήποτε ακουμπά στο έδαφος πρέπει να έχει ίδια ενέργεια. Διαφορετικά η κίνηση θα χειροτερέψει σε όλα τα άκρα 'πόδια'.
2. Περισσότεροι από δύο κινητήρες είναι εκτός συζητήσεως. Προσθέτοντας κινητήρες γίνεται περίπλοκη η συναρμογή, το οποίο κάνει την κατασκευή πολύ δύσκολη. Το κόστος επίσης αυξάνει πολύ γρήγορα, όχι επειδή οι καλοί κινητήρες είναι ακριβοί, αλλά γιατί χρειάζεσαι περισσότερη ενέργεια για το έξτρα βάρος, το οποίο σημαίνει ότι θα χρειαστούμε μεγαλύτερες μπαταρίες ή φωτοκύτταρα.
3. Το robot πρέπει να είναι ικανό να κινείται σε όλους τους κύριους άξονες. Διαφορετικά η οριζόντια κίνηση δεν είναι αρκετή.

Είναι δυνατό να συμβαδίσουμε με αυτούς τους τρεις κανόνες χρησιμοποιώντας τέσσερις ή και παραπάνω τροχούς. Έναν κινητήρα να τους κινεί, και έναν να τους οδηγεί (κατευθύνει). Αλλά το αποτέλεσμα θα είναι μάλλον πολύπλοκο. Ενώ ένας απλός περιπατητής είναι πιο εύκολο να κατασκευαστεί. Η επιθυμητή ισορροπία και πορεία έρχονται με την χρήση έξι άκρων (ποδιών), αλλά οχτώ θα ήταν ακόμα καλύτερα. Και έτσι δημιουργήθηκε το σχέδιο της *αράχνης*.

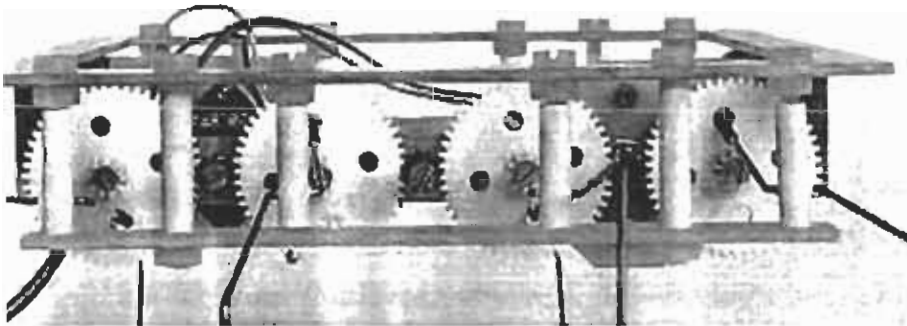
Παράσταση



Βασικά μια εξομοίωση θα ήταν πιο κατάλληλη. Αλλά προς το παρόν θα κάνουμε την περιγραφή και θα δώσουμε μερικά νούμερα. Πρώτα το μέγεθος. Το σώμα είναι 12 x 11 x 3.5 cm. Το πλάτος συμπεριλαμβανομένων και των ποδιών είναι

22 cm. Σε κατάσταση ανάπαυλας, η κοιλιά της απέχει 2.3 cm. από το έδαφος, και ανυψώνεται σε 3.3 cm. στο υψηλότερο σημείο ενός βήματος. Όπως βλέπεται, η Αράχνη ζυγίζει 92 grams, και δαπανά περίπου 17 mA, στα 3.6 V (61mW) όταν κινείται σε επίπεδη επιφάνεια. Έχει δοκιμαστεί με μια αύξηση βάρους στα 158 grams, ανεβαίνοντας μια 'σκάλα' φτιαγμένη από κουτιά κασετών: η κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε σε 30 mA στα 3.6 V (108 mW). Ένα πλήρες βήμα (δηλαδή τα οχτώ πόδια να κινούνται) χρειάζεται περίπου 4 δευτερόλεπτα για να ολοκληρωθεί. Η ταχύτητα πρόωσης είναι 70 cm/λεπτό.

Στην επίλυση προβλημάτων, η Αράχνη βοηθείται από τα λεπτά 1 mm πόδια της. Κρατήστε ένα από τα πόδια της σταθερό και θα δείτε ότι ο μηχανισμός συνεχίζει να λειτουργεί. Για παράδειγμα φέρουμε το εξής: η *αράχνη* ανεβοκατέβαινε στο πληκτρολόγιο του υπολογιστή και μερικά από τα πόδια της σκάλωσαν στα κουμπιά, αλλά τα απελευθέρωσε πιέζοντας κάτω με τα υπόλοιπα. Δηλαδή δεν έχει κανένα πρόβλημα απεμπλοκής παρόλο που είναι σχεδόν χωρίς μυαλό.



Όρια

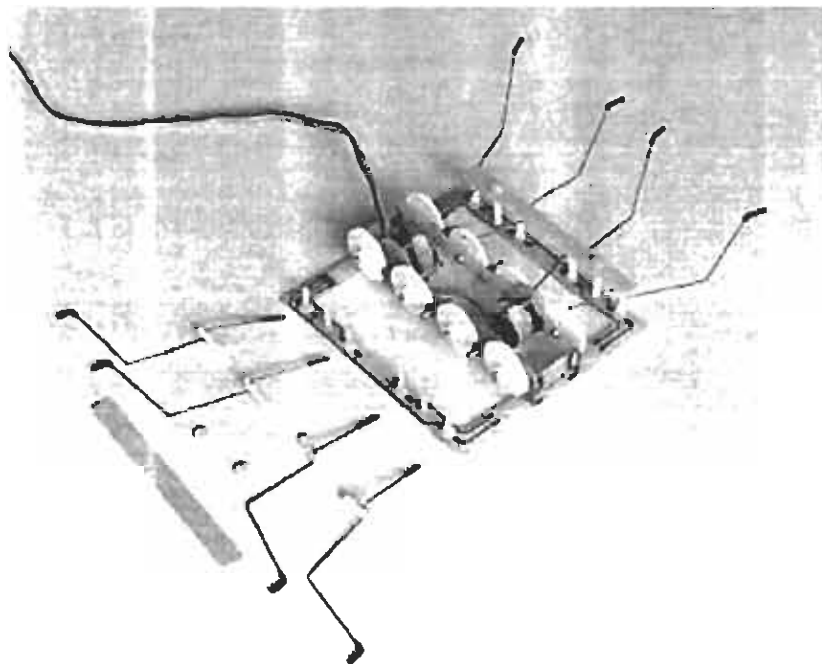
Καθώς το πόδι υψώνεται στο μέγιστο, 2cm από το έδαφος, ένα κουτί από κασέτα είναι το υψηλότερο πολυγωνικό αντικείμενο στο οποίο η Αράχνη μπορεί να ανέβει (πατήσει). Άλλο ένα όριο είναι η κλίση.

Όταν ζητείται από την *αράχνη* να ανέβει σε επίπεδο με κλίση μεγαλύτερη των 20° μοιρών, τότε εκείνη ολισθαίνει προς τα πίσω. Και ακόμα και για την πιο μικρή γωνία πρέπει να γίνεται προσεκτικός χειρισμός, έτσι ώστε τα δύο πίσω πόδια να μην σηκώνονται την ίδια στιγμή.

Βέβαια μπορούν να γίνουν βελτιώσεις. Αυξάνοντας το μέγεθος του βήματος απαιτείται μεγαλύτερο σώμα και διαφορετικά γρανάζια. Μια καλύτερη επιλογή θα ήταν να βάλουμε περισσότερα πόδια, 10 ή 12 σε μεγαλύτερο σώμα αλλά με τα ίδια γρανάζια. Αυτό θα έδινε καλύτερη δυνατότητα αναρρίχησης.

Και εάν ένας τρίτος κινητήρας επιτρεπόταν θα τον χρησιμοποιούσαμε μαζί με έναν κατάλληλο μηχανισμό για να ανυψώνει το μπροστά μέρος της *αράχνης* και να πατά επάνω σε ένα ψηλό αντικείμενο, κάτι σαν Caterpillar. Αλλά η επιτόπου στροφή θα ήταν αδύνατη.

Κατασκευή της Αράχνης

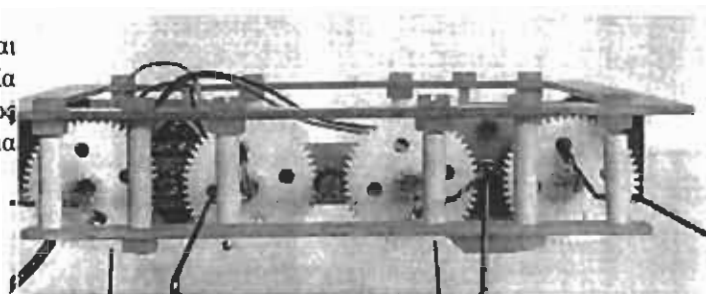


Τα περισσότερα κομμάτια παραπάνω είναι αναγνωρίσιμα - αλλά αυτά τα άσπρα κομμάτια στα πόδια τι είναι; Είναι ABS σωλήνες, ένα υλικό πολύ εύκολο να πλασθεί. Ένα κοφτερό μαχαίρι είναι ότι χρειάζεστε για να το κόψετε κατά μήκος, για την κατασκευή των οπών απλά χρησιμοποιείται μια καρφίτσα. Κάθε πόδι περιστρέφεται πάνω σε Nylon M3 το οποίο είναι στερεωμένο στο πλαίσιο, το άκρο του M3 ακουμπά στα γρανάζια κίνησης, τα οποία είναι αυτά που παίρνουν και το βάρος του ποδιού.

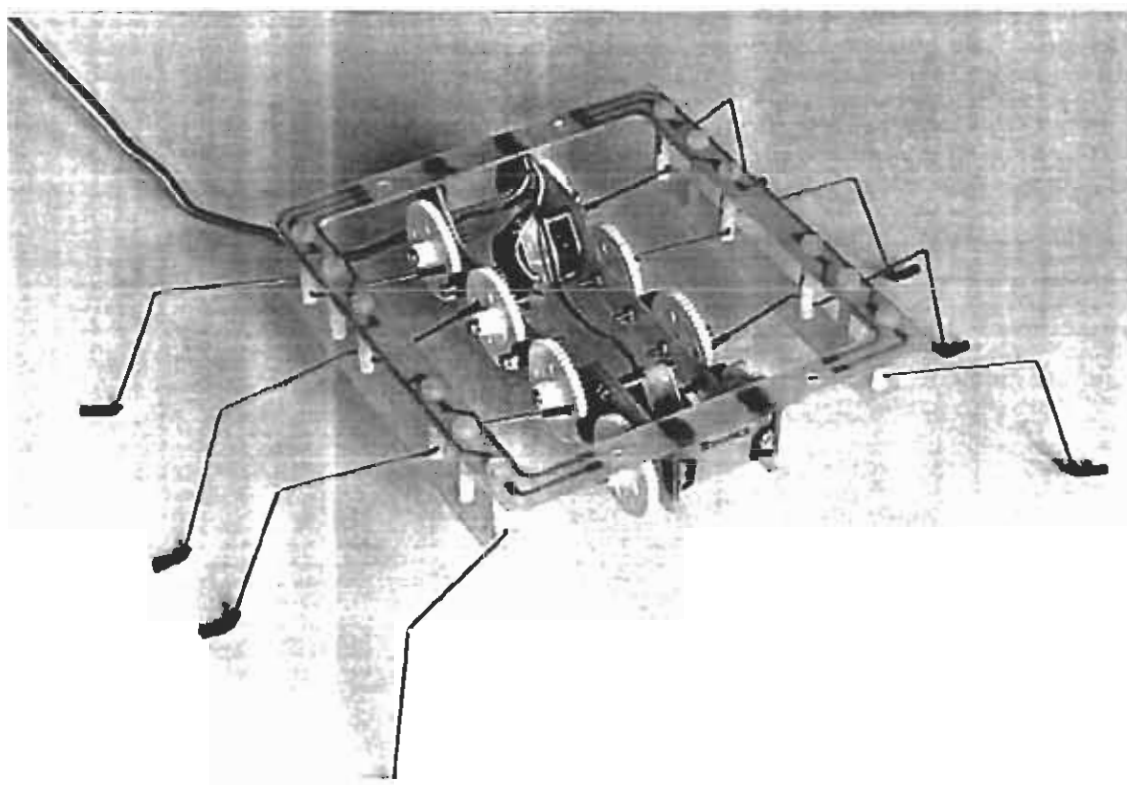
Όταν δεν υποστηρίζουμε ενεργειακά το robot, κάτι πρέπει να εμποδίζει τα πόδια από το να 'πέσουν'. Αυτή είναι η εργασία για τα υλικά [pcb] τα οποία μπαίνουν

κάτω από τα τέσσερα λυγισμένα σημεία και στις δύο πλευρές. Είναι ασφαλισμένα από μακρύτερα κομμάτια M3, με σωλήνες ABS από πάνω για να μην πνέζονται τα άκρα (γωνίες). Στην φωτογραφία παραπάνω τα βλέπουμε στο μέρος που δεν είναι αποσυναρμολογημένο, αλλά δεν είναι ορατά στα κομμάτια που είναι.

Τα πλαστικά γρανάζια είναι εξαρτήματα χαμηλού κόστους τα οποία αγοράζονται δια αλληλογραφίας. Όπως και τα υψηλής ποιότητας γρανάζια κίνησης.



Τι εγκέφαλος:



Απλώς μια δέσμευση σε μια πηγή ενέργειας. Αλλά κοιτάξτε τα ίχνη του χαλκού και τις τρύπες που έχουν γίνει για τους αισθητήρες των ποδιών, καθώς και τις ασυνήθιστες τρύπες των 3 mm. στο επάνω μέρος. Η *αράχνη* έχει σχεδιαστεί να μεταφέρει κάθε συνδυασμό εγκεφάλου και πηγή ενέργειας, τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν επάνω σε πλαστικό [pcb] διαστάσεων 12 x 6 cm.

Ακόμα και σε μερικές δύσκολες περιοχές - όπως ένα γραφείο ή στον κήπο - η *αράχνη* δεν χρειάζεται και πολύ μυαλό για να περπατήσει. Αλλά οι εργασίες και οι αισθητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, απαιτούν κάποιο προγραμματισμό. Αν και ένας μικροεπεξεργαστής θα ήταν πιο κατάλληλος.

Παρατήρηση βάρους

Ο μόνος πραγματικός περιορισμός είναι το βάρος. Καθώς η *αράχνη* περπατά ικανοποιητικά σε μια επιφάνεια με το βάρος των 158 grams, η παράσταση της αυξάνεται καθώς ελαττώνεται το βάρος της. Στην εικόνα παραπάνω βλέπουμε την *αράχνη* των 92 grams. Η απαίτηση των κινητήρων για συνεχόμενη κίνηση σε ηλιόλουστη μέρα μπορεί να ικανοποιηθεί με ένα ηλιακό πάνελ 4 x 8 cm Panasonic BP - 378234. Στα 3.2 V και 40 mA. Αλλά αφού θέλουμε να λειτουργεί και με συννεφιά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δύο επαναφορτιζόμενες μπαταρίες NiMH, οι οποίες μας δίνουν 2.4 V και 70 mAh η κάθε μια. Μπορεί να υπάρξει και ένα ηλιακό κύτταρο για να τις επαναφορτίζει. Αλλά μόνο εάν το συνολικό βάρος συμπεριλαμβανομένου του εγκεφάλου, των αισθητήρων κλπ. μπορεί να κρατηθεί κάτω από 140 grams. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν ελαφρότερα υλικά.

Προγραμματισμός του εγκεφάλου της Αράχνης

Το AT90S1200 είναι ένας μικροεπεξεργαστής 20 ακίδων, ο οποίος έχει δική του μνήμη, έτσι ώστε να μην κινδυνεύουν τα δεδομένα μας ακόμα και αν έχουμε πτώση δικτύου.

Το Chip έχει επίσης όλα όσα χρειαζόμαστε για την λειτουργία του προγράμματος. Εάν το συνδέσετε στην παράλληλη θύρα του υπολογιστή και με ένα κατάλληλο λογισμικό, τότε το AT90S1200 θα επικοινωνεί με τον υπολογιστή καθ'όλη την διαδικασία επεξεργασίας δεδομένων.

Η φόρτωση ενός δεδομένου διαρκεί μόλις λίγα seconds και δεν χρειάζεται παραπάνω ενέργεια για αυτό, καθώς επίσης και αν θέλουμε να σβήσουμε κάποια δεδομένα.

Τι μας λείπει λοιπόν για να προγραμματίσουμε την *αράχνη*; Η γλώσσα προγραμματισμού φυσικά.

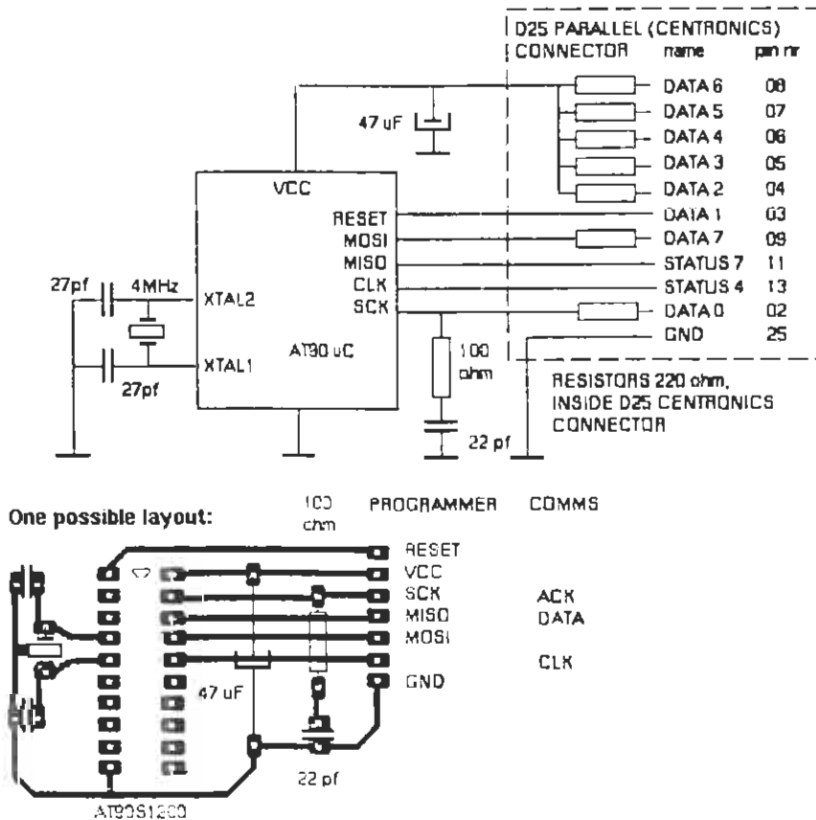
Η λογική επιλογή είναι η **assembly** φυσικά. Αλλά μια άλλη λύση θα ήταν και η **AVRBASIC**. Δεν υπάρχει πρόγραμμα που να έχει γραφτεί με την **assembly** και να μην μπορεί να λειτουργήσει με την **AVR basic**.

Και επειδή το AT90S1200 είναι τόσο μικρό και ο αποκωδικοποιητής που θα χρειαστεί είναι λίγο πολύπλοκος, γι' αυτό χρησιμοποιούμε την **AVR basic** που έχει δικό της μετατροπέα και επίσης έχει κατασκευαστεί με τις ίδιες οδηγίες με την **assembly**.

Ο προγραμματιστής: S12

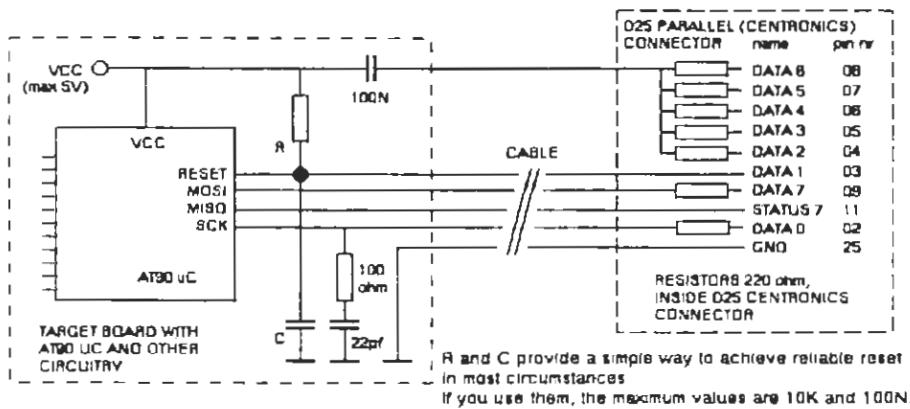
Το τελευταίο κομμάτι στην λίστα είναι το πρόγραμμα, για να φορτώσεις λοιπόν τον κώδικα στο AT90S1200 θα χρειαστείς το παρακάτω, ότι γλώσσα και να χρησιμοποιείς.

Έχουμε ένα διάγραμμα για μια μικρή πλακέτα, το οποίο περιέχει μια zip-socket για το AT90S1200, και διάφορα άλλα εξαρτήματα που χρησιμοποιούν όλα τα παρόμοια συστήματα.



Ένα κοντό καλώδιο συνδέει την πλακέτα με την παράλληλη θύρα του υπολογιστή.

Το λογισμικό είναι αρκετά καλό για τον προγραμματισμό που θέλουμε. Για αυτόν τον λόγο η πλακέτα πρέπει να έχει θέση για MOSI, SCK και Reset. Το SCK πρέπει να έχει έναν πυκνωτή 22 pF και μια αντίσταση 100 ohms. Το reset μπορεί να βελτιωθεί με μια αντίσταση 10K και έναν πυκνωτή 100 nano-farad.



Το SP12 αυτόνομο πρόγραμμα δεν απαιτεί το 10K/100N σχετικά με το reset. Το uC ξεκινά μόνο του, όταν ο Vcc, φτάνει στο μέγιστο σημείο και λειτουργεί πολύ καλά μόνο με την τροφοδοσία από την παράλληλη θύρα.

Αρμονία:

Το πακέτο SP12 είναι επίσης γνωστό ότι μπορεί και 'τρέχει' σε MS-DOS, σε Windows-3.X Dosbox και σε Windows-9X Dosbox, σε επεξεργαστές Pentium-II ταχύτητας 386 μέχρι 450 MHz.

Πληροφορίες από έναν χρήστη του προγράμματος.

On Thu, 22 Jul 1999 Mike Rudin wrote:

- > Just a word of thanks for publishing SP12 - it worked
- > Flawlessly when I was doing an AT90S2313 development
- > Recently. Just the job!

Good to hear :)

- > I used it solely for ISP; there was no need to build a
- > Separate programmer board.

ISP/flash is a pretty nice way to program uCs. I don't think I could ever live with eeproms and zip sockets again!

- > I've also appended a few simple notes and suggestions on the
- > ISP hardware implementation.

> ISP pinout

> =====

- > I used a 5-pin 0.1 inch header on the target board
- > (Strip board in my prototype), with a matching socket on the
- > Programming lead. If you suggest this as an informal
- > 'standard' to anyone else, I recommend this pinout, which is
- > a neat match to the AVR pinouts (on all AVR variants I've
- > looked at), while putting Gnd at one end, which is intuitive
- > in my opinion:

>

- > 1. Gnd (marked with a dot or triangle)
- > 2. RESET
- > 3. SCK
- > 4. MISO
- > 5. MOSI
- > (If you need a CLK as well, this can be an optional pin 6)

It does indeed look like the best pinout, for target boards with their own power source.

> SCK termination

> =====

- > The recommended 22pF + 100ohm termination components need not
- > be on the target board, they can be soldered to the connector
- > on the programming lead (at the target end of course).

Valid advice in most cases, I think. There are exceptions: I'm mostly using 8-pin modular connectors for my robotic projects (which often need a communication or programming link with a PC). These phone-type connectors are reliable and very easy to (dis)connect, but there is no elegant way to add the termination cap and resistor.

> RESET switch

> =====

- > SP12 holds the RESET line at '0' after programming. In my
- > target design I could leave the lead connected during target
- > operation (the ISP input pins were not used), and I found it
- > useful to fix a small mechanical switch to the programming
- > lead, in series with the RESET line. So after programming, I
- > could open the switch to start the target, or close it to
- > reset the target without needing a power cycle.

The comdemo utility allows you to start and stop a connected uC. I usually run it in a second dosbox. SP12 version 0.7 has an option to immediately start a uC once programming is finished:

-T By default, sp12 will leave the Centronics parallel port databits all zero on exit. Command -T1 leaves the reset pin high, so a connected device will start running immediately after sp12 has finished, assuming it uses an external power source. Command -T2 also leaves the 'powerbits' (2-6, as shown by progmmr.gif) high, to run a device without external power.

> Status LED

> =====

> I needed a status LED in my target design, so I chose to use

> the PB6(MISO) pin to drive it (I chose active-low). So

> during ISP programming, the LED would flicker to give a

> visible confirmation of progress.

Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα για διπλή χρήση. Τα καρφιά προγραμματισμού μπορούν συχνά να χρησιμοποιηθούν και για άλλες λειτουργίες, αλλά πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα προστασίας για να αποφευχθούν τα μεγάλα φορτία και η υπερφόρτωση.

Ήχος

- ◇ Εισαγωγή
- ◇ Εύρεση κατεύθυνσης
- ◇ Διαγράμματα κυκλωμάτων
- ◇ Μέτρηση αποστάσεων
- ◇ Αποτελέσματα
- ◇ Απόρριψη θορύβου
- ◇ Software (λογισμικό)
- ◇ Σχέδιο PCB
- ◇ Προσαρμόζοντας ένα 'αυτί'
- ◇ Αποκωδικοποίηση μηνυμάτων
- ◇ Πολλαπλές επικοινωνίες της Αράχνης
- ◇ Άλλες χρήσεις

Για ένα μικρό robot όπως η αράχνη, το να αναγνωρίζει μια ποικιλία από ήχους εκτός συζητήσεως. Αλλά είναι δυνατό να επιτρέψουμε και να προγραμματίσουμε την αράχνη σε ένα συγκεκριμένο ήχο, κάτι σαν "γρύλο". Ο ήχος αυτός και μια καλά ρυθμισμένη ακοή επιτρέπουν στην αράχνη να λείπει στις άλλες τι ακριβώς συμβαίνει.

για να καταλάβουν το μέγεθός της μεταξύ τους αποστάσεως, καθώς επίσης και να εντοπίζουν το ένα το άλλο όταν θέλουν. Είναι κάτι που αξίζει τον κόπο να το κοιτάξουμε.

Πέντε απαιτήσεις που πρέπει να γίνουν για το ηχητικό σύστημα της *αράχνης*:

1. Πρέπει να είναι ικανή να εντοπίζει μια συσκευή που γρυλίζει, ακόμα και αν ο ήχος προέρχεται πίσω από μια γωνία και όχι από κάποια ορατή θέση.
2. Ακριβής ρύθμιση του χρόνου πρέπει να είναι διαθέσιμη για την σωστή μέτρηση των αποστάσεων (γνωρίζοντας την ταχύτητα του ήχου).
3. Πρέπει να δουλεύει ασχέτως αν το επίπεδο του θορύβου είναι μεγάλο ή αν παίζει ένα ραδιόφωνο στο βάθος.
4. Το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την αποκωδικοποίηση απλών μηνυμάτων.
5. Πρέπει να είναι φθηνό, ελαφρύ, και εύκολο να κατασκευαστεί.

Εύρεση κατεύθυνσης

Βιολογικά συστήματα είναι ικανά να επεξεργαστούν συνεχή ήχους. Στην ουσία χρειάζονται έναν ήχο να διαρκέσει για κάποιο χρονικό διάστημα, για να προσδιορίσουν την κατεύθυνση και την πηγή με ακρίβεια. Χρησιμοποιώντας απλά ηλεκτρονικά είναι δύσκολο να παράγουμε συνεχή ήχο, (τουλάχιστον μέσα σε κλειστό χώρο).

Γιατί;

Διότι ο ήχος αναπηδά τριγύρω.

Τα κύματα περνούν από τα "αυτιά", χτυπούν στους τοίχους, στα πατώματα και στο ταβάνι, και επιστρέφουν με μεταλλαγμένες ιδιότητες, οι οποίες είναι δύσκολο να επεξεργαστούν.

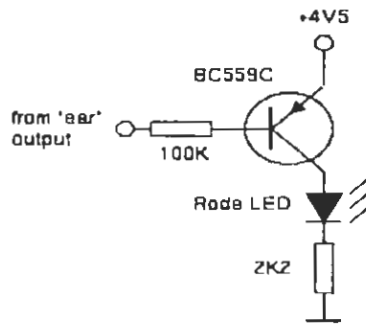
Έτσι αντί να μιμούμαστε την ζωή στο χαρτί, πρέπει να εκμεταλλευτούμε τα πλεονεκτήματα της σιλικόνης:

1. Ακόμα και πολύ απλές ηλεκτρονικές συσκευές μπορούν εύκολα να χειριστούν γεγονότα που διαρκούν μόνο λίγα μικροδευτερόλεπτα.
2. Χρησιμοποιώντας έναν φθηνό κρύσταλλο (περίπου 350 δρχ.), μπορούμε να έχουμε τρομερό χρονικό προσδιορισμό.

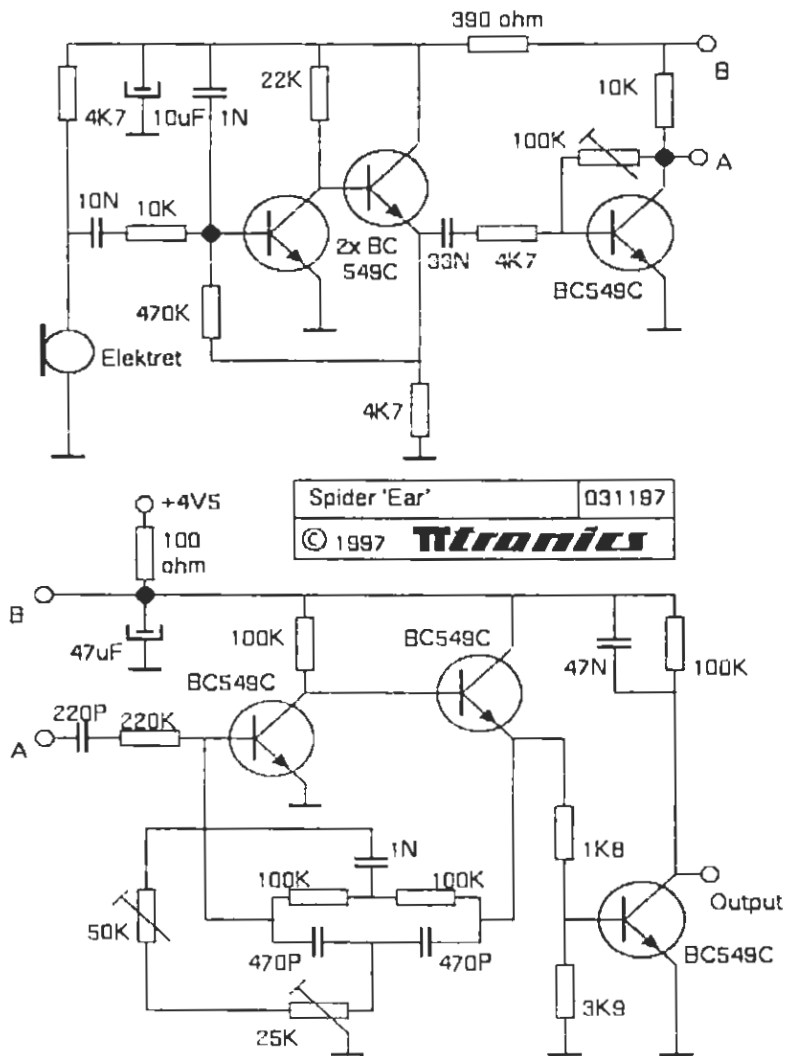
Αυτό το σκεπτικό μας οδηγεί να δημιουργούμε πολύ μικρούς (σε διάρκεια) ήχους, οι οποίοι ακούγονται σχεδόν σαν κλικ.

Η *αράχη* λοιπόν ακούει την άφιξη του πρώτου κύματος, και σταματά να ακούει μέχρι να σταματήσει η ηχώ.

Αυτό μας επιτρέπει όλα αυτά που θέλουμε, προσδιορισμός κατεύθυνσης, μέτρηση απόστασης και επικοινωνία.



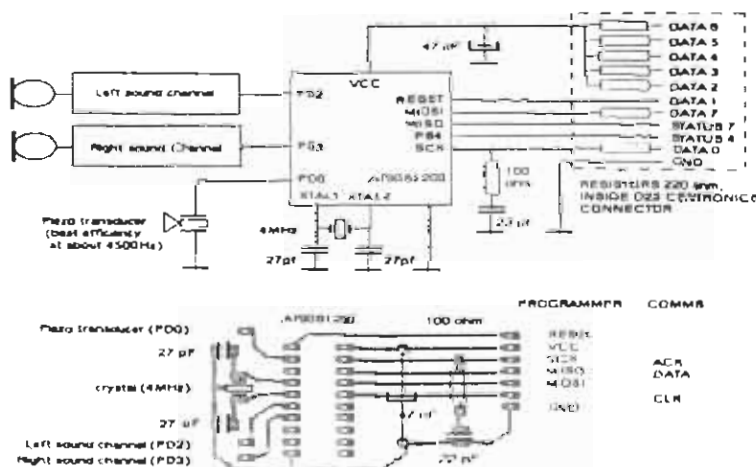
Διαγράμματα κυκλωμάτων



Παραπάνω βλέπεται ένα κύκλωμα από ένα ‘αυτί’ μιας *αράχνης*, που προορίζεται για έναν ήχο με συχνότητα περίπου 4.5 KHz. Το επάνω μισό του διαγράμματος είναι ένα ηλεκτρικό μικρόφωνο το οποίο ακολουθείται από έναν ενισχυτή ο οποίος μας παρέχει 55 dB σε αυτήν την συχνότητα. Το κάτω μισό του διαγράμματος είναι ένα φίλτρο - μια έκδοση επιλογής τόνου του πολύ γνωστού διπλού-T. Όταν ρυθμιστεί όπως περιγράφεται παραπάνω αυτό το φίλτρο, θα έχει 6 dB στα περίπου 4000 και 5000 Hz, και θα ανέβει στα 20 dB στην μέση συχνότητα. Κανονικά η έξοδος θα είναι πολύ υψηλή. Αλλά όταν το γρύλισμα αναγνωρίζεται, η έξοδος μειώνεται για όλη την διάρκεια του ήχου (συν ένα διάστημα επαναφοράς). Τα 4.5 KHz επιλέχθηκαν σαν τον ήχο της Αράχνης, διότι ένας φθηνός μεταδότης (λιγότερο από 1000 δρχ.) βρέθηκε να είναι πολύ ικανοποιητικός σε αυτή την συχνότητα.

Το “αυτί” παραπάνω χρησιμοποιεί λιγότερα από 1 mA στα 4 V. Λειτουργεί καλά και στα 3 V και σε ακόμα χαμηλότερες τάσεις, με δυνατότητα αναγνώρισης του γρυλίσματος από 6 μέτρα μακριά σε ένα άλλο δωμάτιο (με την πόρτα ανοιχτή), καθώς ένα ραδιόφωνο παίζει δυνατά, περίπου 70 cm μακριά από το μικρόφωνο. Το πιο ακριβό εξάρτημα είναι το μικρόφωνο το οποίο κοστίζει περίπου 350 δρχ. Όλα τα εξαρτήματα μαζί (χωρίς την εκτύπωση της πλακέτας) θα κοστίσουν λιγότερο από 2500 δρχ.

Ο αριθμός των “αυτιών” και των αναμεταδοτών που χρειάζονται για την *αράχνη* εξαρτώνται από τις λειτουργίες που επιθυμούμε. Η πρώτη *αράχνη* θα έχει δύο “αυτιά” και θα μιλά σε έναν δέκτη με ένα “αυτί”. Και τα δύο θα έχουν έναν μεταδότη για το γρύλισμα. Το διάγραμμα παρακάτω μας δείχνει το άλλο hardware που θα χρησιμοποιήσουμε, τον μικροεπεξεργαστή AT90S1200.



Όπως βλέπεται, ο μεταδότης οδηγείται άμεσα από έναν ελεγκτή, που χρησιμοποιεί λογισμικό για την παραγωγή ικανοποιητικών γρυλισμών (τυπικά είκοσι κύκλους ο καθένας). Τα 'αυτιά' είναι συνδεδεμένα με ένα 'καρφί' [i/o]. Σε αυτό το σημείο της ανάπτυξης, η ενέργεια παρέχεται από τον Η/Υ, στον οποίο δίνεται αναφορά για την διεύθυνση και άλλα στοιχεία, μέσω του καλωδίου, το οποίο επίσης χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό του [ελεγκτή]. Τα πέντε "καρφιά" παράλληλης θύρας (2-6) παρέχουν ενέργεια με ευκολία, και είναι προστατευμένα από αντιστάσεις 220 ohm.

Ο μεταδότης που αναφέραμε παραπάνω είναι ο ιδανικός που χρειαζόμαστε για αυτήν την περίπτωση, μόνο που έχει μόνο ένα "αυτί" και την δική του πηγή ενέργειας, μια μπαταρία συνδεδεμένη στο Vcc (η οποία είναι αποσυνδεδεμένη κατά τον προγραμματισμό). Ο μετατροπέας πρόκειται να γίνει ο τροφοδότης των μπαταριών, χρησιμοποιώντας την μέθοδο φόρτισης delta. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί με τον ίδιο μικροεπεξεργαστή.

Μέτρηση απόστασης

Η απόσταση μεταξύ της *αράχνης* και του μετατροπέα βρίσκεται μετρώντας τον χρόνο προβολής του ήχου και λαμβάνοντας την απάντηση του μετατροπέα. Ο μετατροπέας εισάγει μια καθυστέρηση (περίπου 0.5 sec) για αποφυγή προβλημάτων με την αντανάκλαση του ήχου. Η *αράχνη* αφαιρεί αυτήν την καθυστέρηση από τον συνολικό χρόνο, και διαιρεί διά δύο.

Αποτελέσματα

Το παρόν λογισμικό αποτελείτε από τρία προγράμματα, ένα για τα "αυτιά" της *αράχνης*, ένα για την προσαρμογή του PC, και ένα για τον μετατροπέα. Όταν όλα είναι ενεργά θα ακούσετε αυτό:

Αράχνη: "Chrip, Chrip"

Μετατροπέας, μετά από παύση 0.5 sec: "Chrip"

Αυτό επαναλαμβάνεται κάθε 5 sec. Η απόσταση και η διεύθυνση αναφέρονται στο PC, το οποίο δείχνει την απόσταση σε εκατοστά, ακολουθούμενο από πιο αυτί ήταν το τελευταίο που ανίχνευσε τον ήχο. Το τρίτο αναφερόμενο μέρος είναι η delta, η διαφορά του χρόνου μεταξύ των αυτιών σε βήματα των 64 us ή περίπου 2 cm ταξιδιού του ήχου. Τι διεύθυνση σε μοίρες; Αυτό το αποτέλεσμα εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ του δεξιού και του αριστερού αυτιού.

Η ακρίβεια μέτρησης της απόστασης εξαρτάται από το πόσο γρήγορα μπορούν να καταγραφούν οι τιμές του ήχου. Για το πρωτότυπο είχαμε σφάλμα 10 cm για απόσταση 2 m.

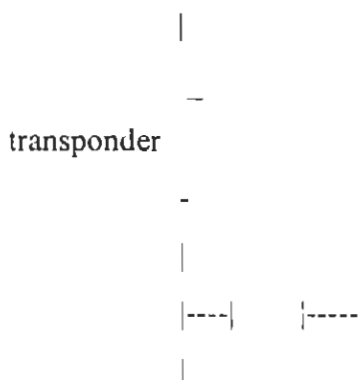
Οι πίνακες παρακάτω δημιουργήθηκαν προσθέτοντας τον αριθμό των μοιρών δεξιά ή αριστερά από τα στοιχεία του λογισμικού. Τα δύο μικρόφωνα των αυτιών τοποθετήθηκαν πάνω σε pcb, το οποίο προσαρμόστηκε στην *αράχνη*. Και η *αράχνη* και ο μετατροπέας ήταν στο πάτωμα και τα μικρόφωνα κοιτούσαν το ταβάνι.

Line of sight, transponder at 4.20m

range in cm: 435, right ear, delta: 9	+60°
range in cm: 435, right ear, delta: 8	
range in cm: 435, right ear, delta: 8	
range in cm: 435, right ear, delta: 9	
range in cm: 435, right ear, delta: 9	
range in cm: 435, right ear, delta: 4	+45°
range in cm: 435, right ear, delta: 4	
range in cm: 435, right ear, delta: 4	
range in cm: 435, right ear, delta: 4	
range in cm: 435, right ear, delta: 4	
range in cm: 435, right ear, delta: 3	+30°
range in cm: 435, right ear, delta: 3	
range in cm: 435, right ear, delta: 3	
range in cm: 435, right ear, delta: 3	
range in cm: 443, right ear, delta: 2	+15°
range in cm: 443, right ear, delta: 2	
range in cm: 443, right ear, delta: 2	

range in cm: 443, right ear, delta: 2	
range in cm: 435, right ear, delta: 3	
range in cm: 443, right ear, delta: 0	+0°
range in cm: 443, right ear, delta: 0	
range in cm: 443, right ear, delta: 0	
range in cm: 443, right ear, delta: 0	
range in cm: 443, left ear, delta: 1	-15°
range in cm: 443, left ear, delta: 1	
range in cm: 443, left ear, delta: 1	
range in cm: 443, left ear, delta: 1	
range in cm: 443, left ear, delta: 2	-30°
range in cm: 443, left ear, delta: 3	
range in cm: 452, left ear, delta: 2	
range in cm: 443, left ear, delta: 3	
range in cm: 461, left ear, delta: 4	-45°
range in cm: 461, left ear, delta: 4	
range in cm: 461, left ear, delta: 5	
range in cm: 461, left ear, delta: 4	
range in cm: 452, left ear, delta: 6	-60°
range in cm: 452, left ear, delta: 6	
range in cm: 452, left ear, delta: 5	
range in cm: 452, left ear, delta: 6	

Transponder around the corner to the left, 90°, two doorways:



|
| Spider

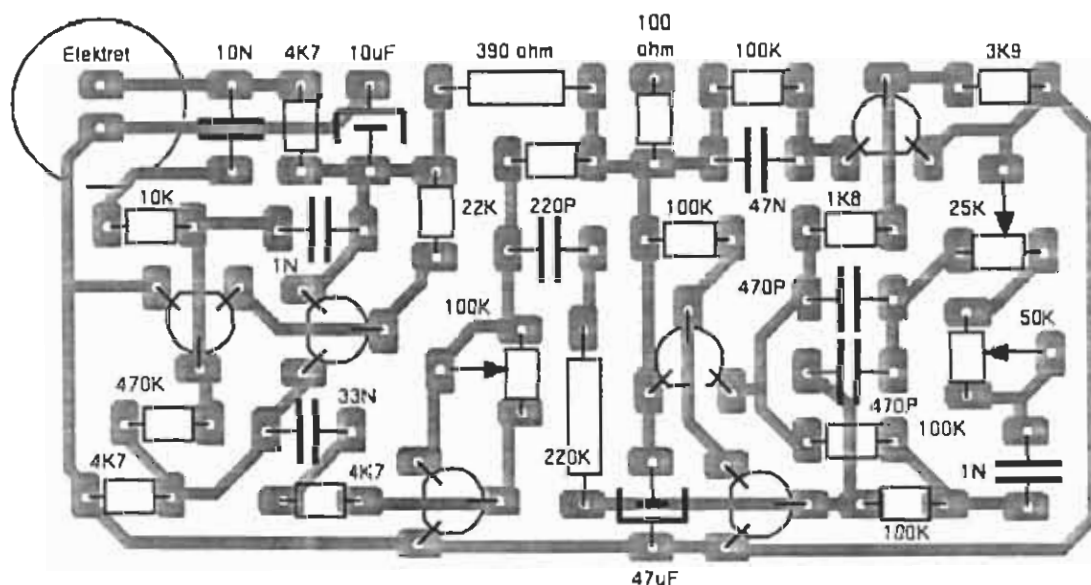
Total distance about 4 meters

range in cm: 452, right ear, delta: 23	+60°
range in cm: 452, right ear, delta: 23	
range in cm: 452, right ear, delta: 23	
range in cm: 452, right ear, delta: 30	
range in cm: 452, right ear, delta: 20	+45°
range in cm: 400, right ear, delta: 13	
range in cm: 400, right ear, delta: 13	
range in cm: 409, right ear, delta: 13	
range in cm: 426, right ear, delta: 8	+30°
range in cm: 426, right ear, delta: 11	
range in cm: 426, right ear, delta: 8	
range in cm: 417, right ear, delta: 15	
range in cm: 417, left ear, delta: 3	+15°
range in cm: 417, right ear, delta: 5	
range in cm: 417, left ear, delta: 2	
range in cm: 417, right ear, delta: 5	
range in cm: 426, left ear, delta: 4	0°
range in cm: 417, left ear, delta: 1	
range in cm: 409, left ear, delta: 7	
range in cm: 417, left ear, delta: 2	
range in cm: 417, right ear, delta: 5	-15°
range in cm: 417, left ear, delta: 2	
range in cm: 417, left ear, delta: 2	
range in cm: 417, left ear, delta: 6	
range in cm: 417, left ear, delta: 3	-30°
range in cm: 417, left ear, delta: 6	
range in cm: 417, left ear, delta: 10	
range in cm: 409, left ear, delta: 5	

range in cm: 426, left ear, delta: 8 -45°
 range in cm: 417, left ear, delta: 9
 range in cm: 417, left ear, delta: 5
 range in cm: 417, left ear, delta: 6
 range in cm: 417, left ear, delta: 11 -60°
 range in cm: 426, left ear, delta: 17
 range in cm: 417, left ear, delta: 7
 range in cm: 417, left ear, delta: 13

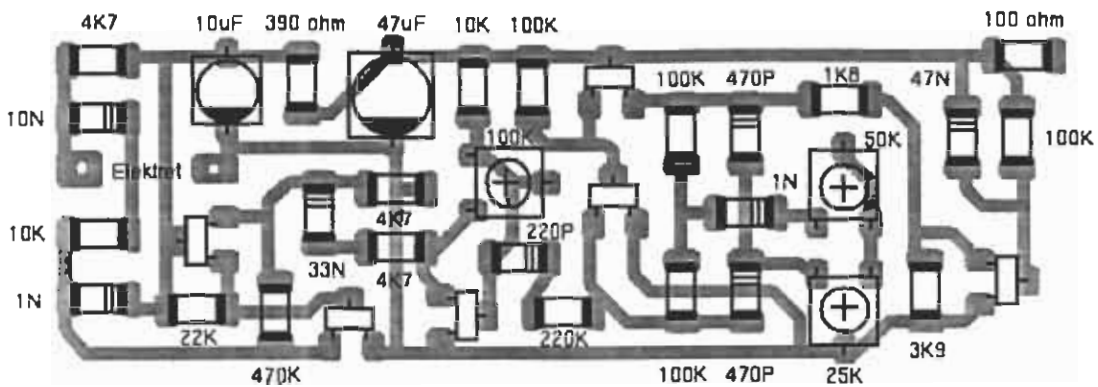
Λογισμικό

Ο συνδυασμός hardware/software που περιγράφεται εδώ, βασίζεται στην σύνδεση με την παράλληλη θύρα του PC, η οποία παρέχει περίπου 4.5 V σε λίγα mA. Τα καινούργια PC μπορεί να μην παρέχουν παραπάνω από 3 V, το οποίο σημαίνει ότι τα παραπάνω δεν θα λειτουργήσουν.

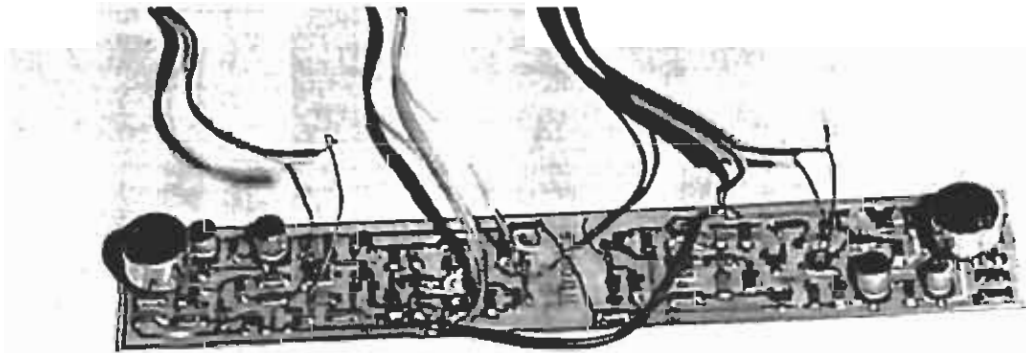


Παραπάνω βλέπουμε το κύκλωμα που χρησιμοποιήθηκε για τα πρωτότυπα αυτιά. Η απόσταση μεταξύ των δύο οπών για κάθε σχεδόν αντίσταση και πυκνωτή είναι περίπου 5 mm. Χρησιμοποιώντας συνηθισμένα εξαρτήματα, το βάρος του αυτιού είναι περίπου 10 grams, το οποίο είναι πάρα πολύ για την περίπτωση μας.

Οπότε εμείς θα χρησιμοποιήσουμε το παρακάτω κύκλωμα, το οποίο είναι και πιο ελαφρύ.



Όλες οι αντιστάσεις και οι πυκνωτές είναι του τύπου 1206 (3.2 • 1.6 mm) και τα transistors είναι τύπου BC847C. Και το βάρος 'έρχεται' στα 4 grams μαζί με το μικρόφωνο.



Λαμβανόμενα μηνύματα

Τα δύο chips που χρησιμοποιεί η *αράχνη* για να λάβει απάντηση από τον μετατροπέα είναι η μορφή ενός απλού μηνύματος. Οι τρεις καθυστερήσεις μεταξύ των chips αναγνωρίζονται σαν:

1. Ο chipset
2. Ο αποδέκτης του σήματος
3. Η εντολή ή η ερώτηση

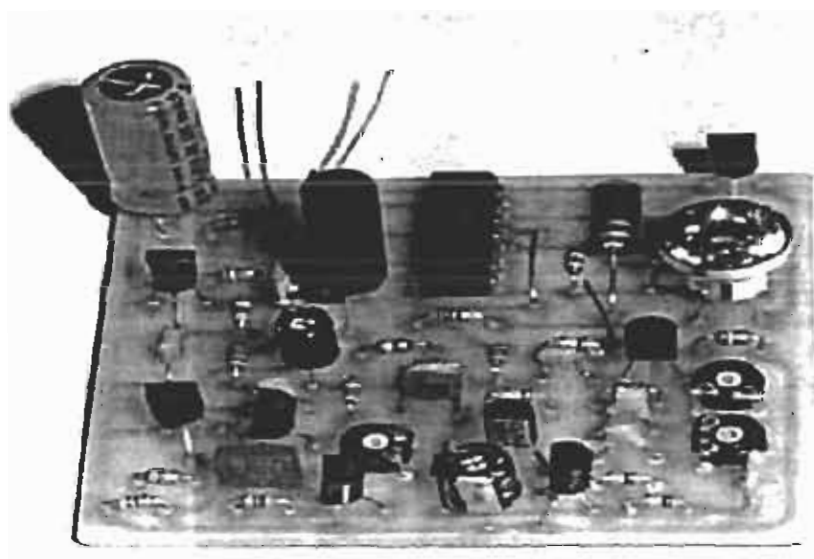
Όλες οι καθυστερήσεις πρέπει να έχουν ένα ελάχιστο μήκος ακρίβειας για να επιτρέπουν στην ηχώ να εξαφανίζεται.

Πολλαπλές επικοινωνίες της αράχνης

Οι αράχνες πρέπει να απαντούν σε κάθε κάλεσμα, να κινούνται και συγχρονίζουν την κίνηση τους, να σταματούν και να ακούν. Αν κάποια αράχνη δεν απαντήσει τότε θεωρείται ότι είναι εκτός εμβέλειας ή ότι είναι νεκρή.

Υπέρυθρο Radar

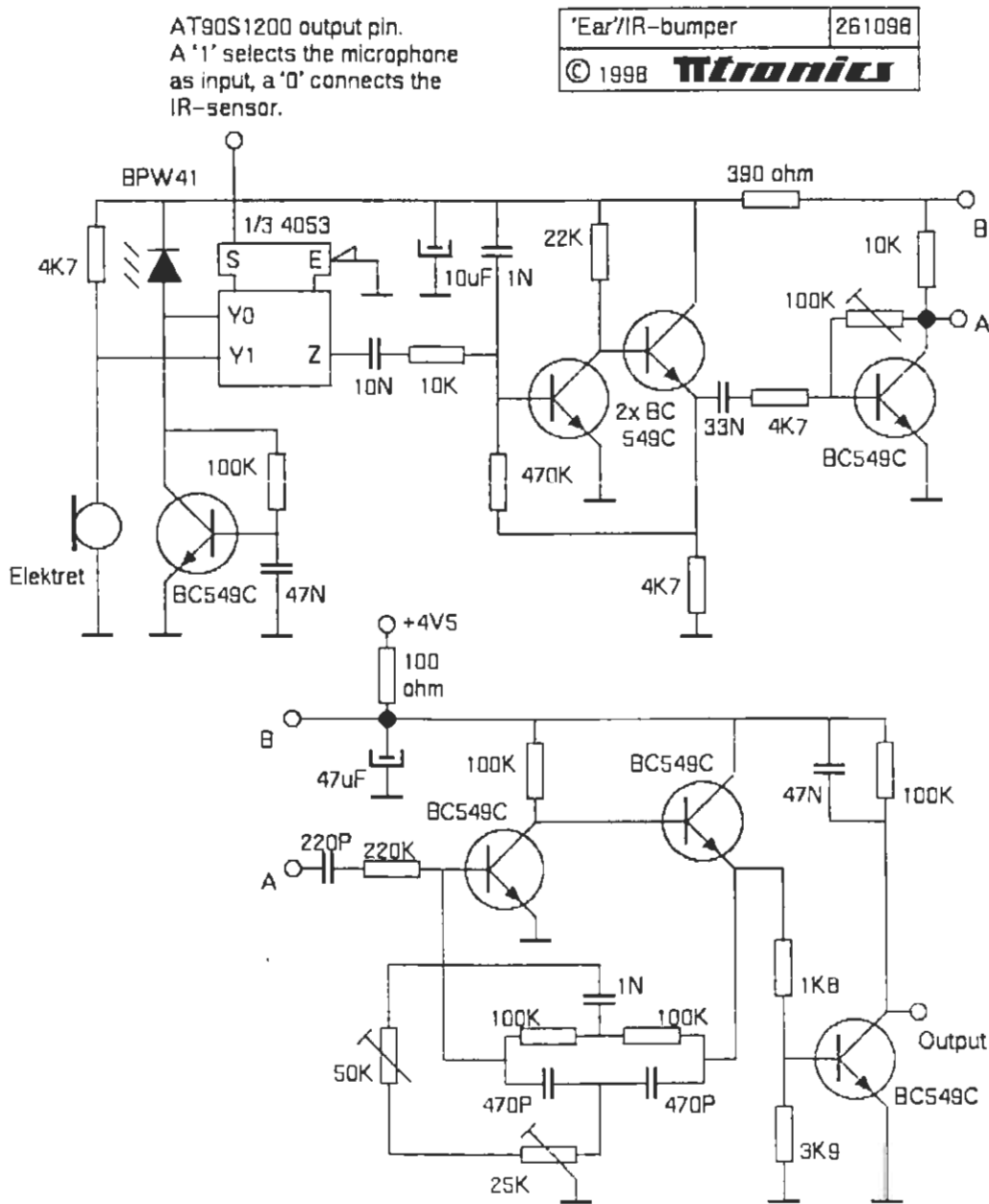
Ο μεταδότης και ο δέκτης τοποθετούνται σε μια μικρή πλακέτα, χωρίς να περιλαμβάνεται το μικρόφωνο, η παρακάτω εικόνα δείχνει ένα κομμάτι από το πρωτότυπο ραντάρ. Το μαύρο κουτάκι επάνω αριστερά είναι μια φωτο-δίοδος (SFH203FA), εφοδιασμένη με έναν μικρό πλαστικό ανακλαστήρα, ο οποίος ανακλά το φως που διέρχεται από το SFH484 στα δεξιά.



Φυσικά το αυτί της αράχνης συνδέεται με τον εγκέφαλο της. Διότι όπως είναι λογικό, για να ακούσει κάτι πρέπει να σταματήσει, διαφορετικά ο δικός της θόρυβος

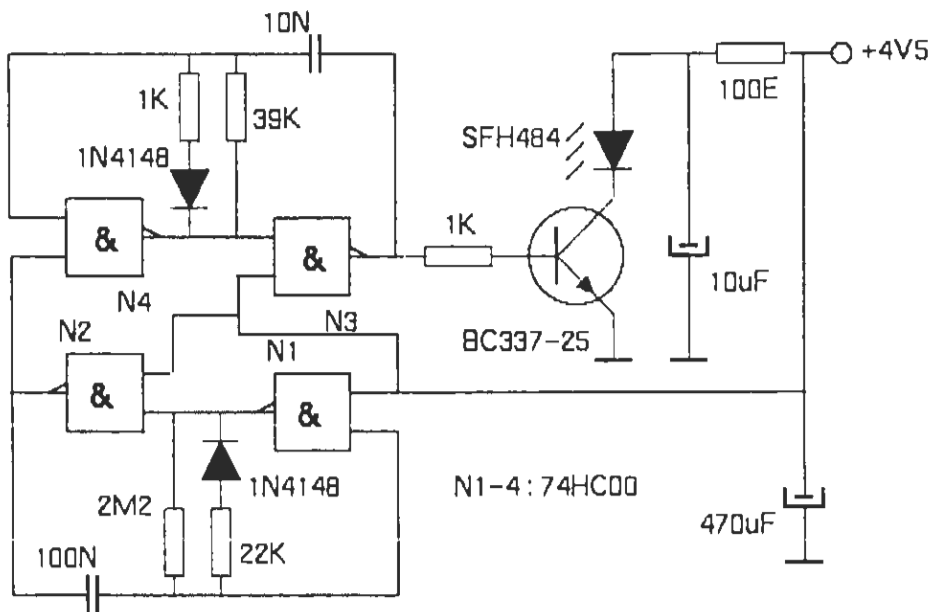
θα μπλοκάρει την αίσθηση της ακοής κάποιου εξωτερικού θορύβου. Βέβαια θα ήταν καλύτερα να μπορεί να βλέπει τα αντικείμενα προτού τα ακουμπήσει, έτσι ώστε να αλλάζει την πορεία της πιο γρήγορα.

Έτσι ο μόνος τρόπος για να το επιτύχουμε αυτό είναι η κατασκευή του ραντάρ, το οποίο λειτουργεί ως εξής: Η φωτο-δίοδος λαμβάνει το φως που ανακλάτε από τα αντικείμενα και με την βοήθεια του δέκτη μπορεί να ξεχωρίσει αν το φως είναι φυσικό ή προέρχεται από την εκπομπή του ραντάρ στο αντικείμενο. Το ραντάρ λειτουργεί σε συχνότητα 4.5 KHz.



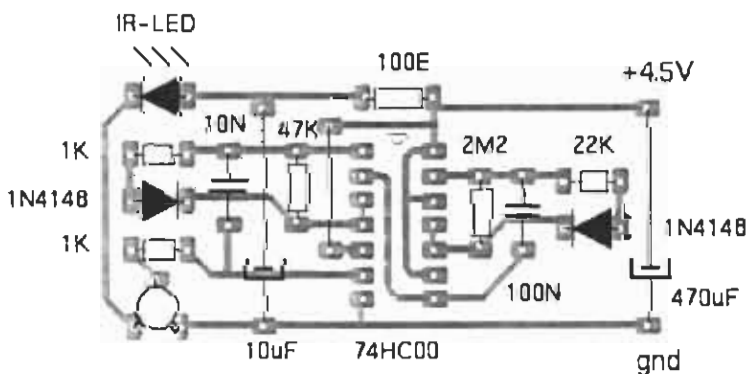
Το παραπάνω κύκλωμα μας δείχνει ότι μεταξύ της ανόδου BPW41 και της γείωσης, υπάρχει το BC549C, το οποίο επιτρέπει στην φωτο-δίοδο να συλλαμβάνει και τα πιο ασθενή σήματα που είναι δεξιά ή αριστερά. Αλλά και πάλι θα ήταν καλύτερα να βάλουμε παρωπίδες στο πρόσωπο της αράχνης για να λαμβάνει μόνο αυτό που βρίσκεται μπροστά της.

Μεταδότης



'IR-eye' transmitter	290498
© 1998 πtronics	

Layout transmitter: component Side



Επειδή οι εξόδοι του εγκεφάλου της *αράχνης* έχουν τοποθετηθεί έτσι ώστε να επιτελούν μεγαλύτερο έργο απ' το να μετρούν συχνότητα, γι' αυτό βάλουμε μερικές πύλες 74HC για να λειτουργούν οι υπέρυθρες.

Έτσι με αυτά έχουμε σαν αποτέλεσμα, πλήρη λειτουργία του μεταδότη και του δέκτη στα 1.2 mA και 4V, και την δυνατότητα να βλέπει με τους αισθητήρες ένα ανθρώπινο χέρι σε απόσταση 50 cm, ένα βαμμένο ξύλινο αντικείμενο σε 40 cm, έναν άσπρο τοίχο σε 70 cm και μια μαύρη επιφάνεια σε απόσταση 20 cm.

Οραση

Τα μάτια είναι πολύ σημαντικά στην φύση, ακόμα και τα μικρά ζώα είναι σπανίως τυφλά. Για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκαν στην *αράχνη* τα καλύτερα μάτια που ήταν δυνατό να τοποθετηθούν, μέσα στα όρια βέβαια που μας δίδουν τα παρακάτω τέσσερα κριτήρια:

Βάρος - λίγα γραμμάρια

Μέγεθος - λίγα εκατοστά

Κόστος - λίγα δολάρια

Χρόνος κατασκευής - λίγα λεπτά

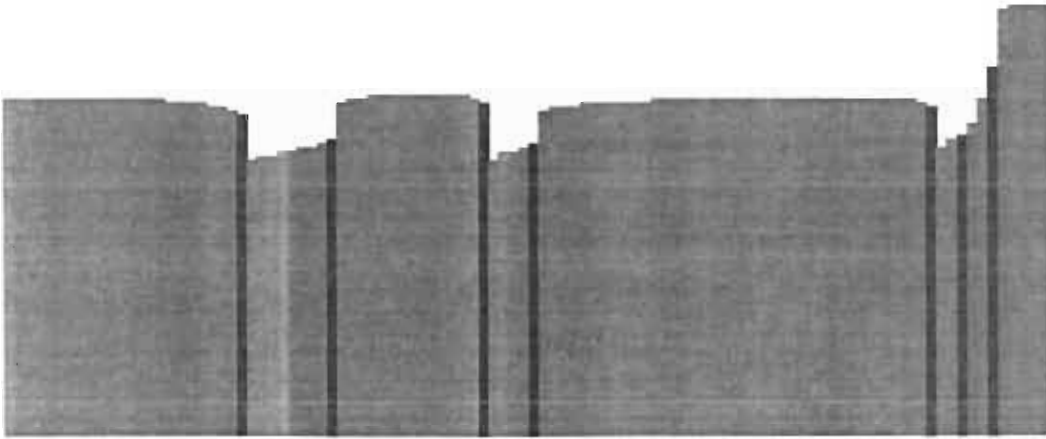
Βασικά, η κάμερα είναι εκτός συζητήσεως. Το ευαίσθητο μέρος του ματιού της *αράχνης* είναι στην ουσία ένα ταπεινό LDR (ένα resistor εξαρτώμενο από φως), κοιτάζοντας μέσα από έναν μαύρο σωλήνα μήκους 5 cm, με εσωτερική διάμετρο 5.5mm. Αυτό είναι ικανό να εντοπίζει την κίνηση αντικειμένων με κάποια ακρίβεια.

Οι εικόνες παρακάτω έγιναν από έναν PC ο οποίος ήταν συνδεδεμένος με το 'σκεπτόμενο' μέρος του ματιού, τον AT90S1200 μικροεπεξεργαστή.

Ένα μικρό πρόγραμμα στο PC καταγράφει τις τιμές του φωτός που αναφέρονται από το μάτι, και εξομοιώνουν τον αλγόριθμο διεύθυνσης κίνησης γραμμένο στο 1200.

Οι τιμές φωτός δείχνονται σαν πράσινες μπάρες, και σαν κόκκινες μπάρες ότι έχει ανιχνευτεί σαν σήμα κίνησης.

Με άλλα λόγια είναι σαν να κοιτάζεται μέσα από το μάτι της *αράχνης*.



Παραπάνω μπορείτε να παρακολουθήσετε έναν άνθρωπο να κάθεται μπροστά στο μάτι της *αράχνης*, σε απόσταση ενός μέτρου φορώντας ένα σκούρο πουκάμισο και να κινεί το χέρι του μπροστά στο σώμα του. Το πουκάμισο παρέχει την μόνη αντίθεση.

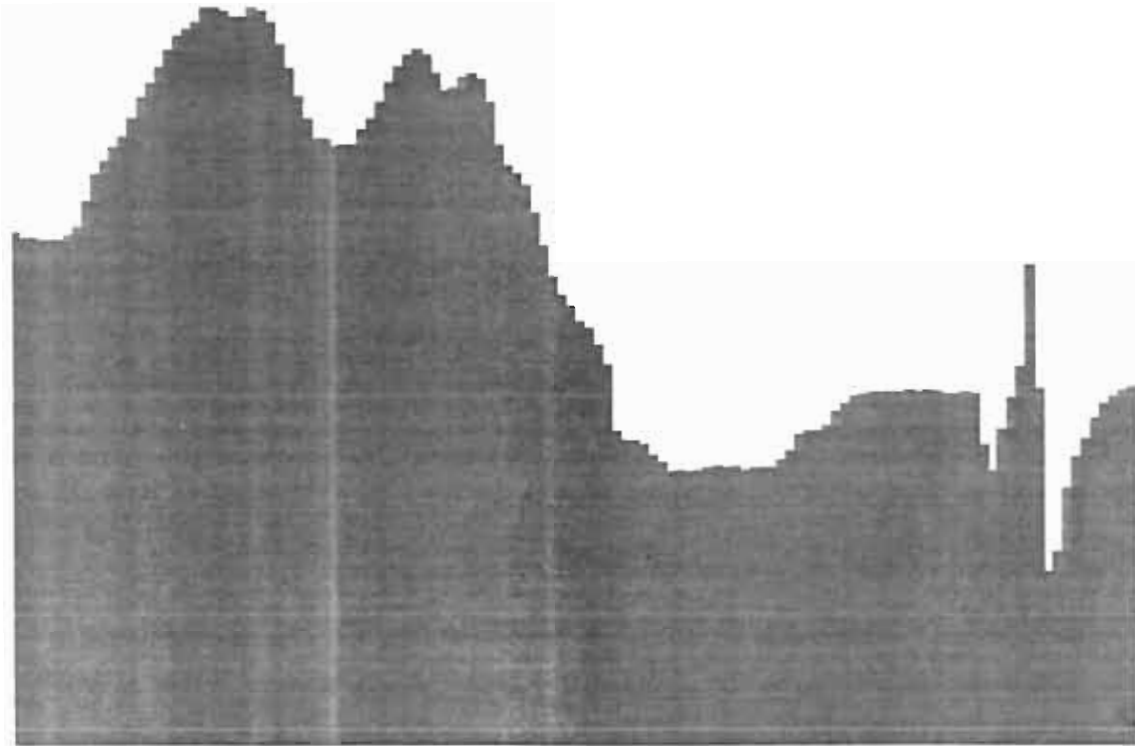
Προς το τέλος της εικόνας βλέπουμε το άτομο να σκύβει και να πιάει ένα αντικείμενο, κινώντας αντικείμενα μικρότερα ή σε μεγαλύτερη απόσταση μπορούν να εντοπισθούν αλλά η εικόνα δεν θα είναι λεπτομερής.

Για να μπορεί η *αράχνη* να εντοπίσει κινούμενα αντικείμενα, θα πρέπει να κινείτε και η ίδια.

Αυτό μπορεί να ακούγεται σαν σοβαρός περιορισμός, αλλά θυμηθείτε ότι πολλές 'πραγματικές' αράχνες και άλλα έντομα, δείχνουν την ίδια συμπεριφορά, περιμένουν κινούμενα κάποιο (κάτι) να πλησιάσει και μετά 'χτυπούν'. Η ανίχνευση κίνησης δεν εμποδίζεται από το κύμα του τεχνητού φωτός που παρουσιάζεται.

Αυτός ο θόρυβος καταστέλλεται από προσεκτικό συγχρονισμό της δραστηριότητας του ματιού με την συχνότητα του θορύβου.

Όταν η *αράχνη* κινείται, ο ανιχνευτής κίνησης τίθεται εκτός λειτουργίας. Το μάτι μπορεί τότε να χρησιμοποιηθεί για σάρωση περιβάλλοντος χώρου σαν (radar), ψάχνοντας ίσως για ένα σκοτεινό μέρος να κρυφτεί.



Παραπάνω: Μια σάρωση γύρω στο δωμάτιο (περίπου πάνω από 200°) με την ανίχνευση κίνησης κλειστή.

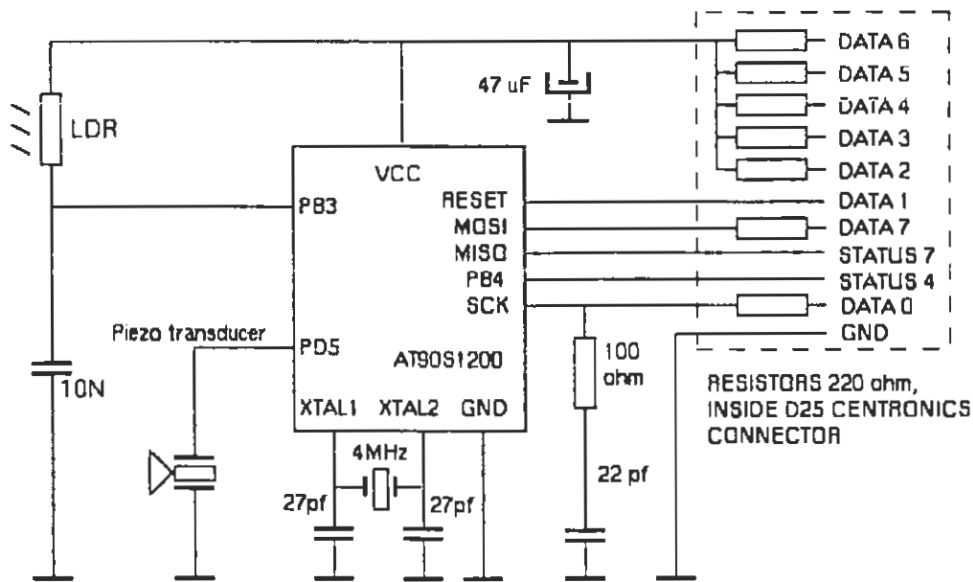
Όπως μπορείτε να δείτε παρακάτω το hardware του ματιού είναι πολύ απλό. Επισκέπτες από παλιά επισημαίνουν ότι έχει γίνει απλότερο από ότι ήταν παλαιότερα, ένα συνηθισμένο καρφί i/o δίνει σχεδόν την ίδια παράσταση όπως έδινε παλιά ο αναλογικός συγκριτής, η μόνη απώλεια είναι η όχι εύκολη προσαρμογή του hardware. Εάν επιλεγθεί όμως ο κατάλληλος συσσωρευτής για το επιλεγμένο LDR, έχει αποδειχθεί ότι γίνεται πολύ πιο εύκολο.

Τα περισσότερα από τα ανθεκτικότερα υλικά είναι μέσα στον AT90s1200, έναν πολύ ικανό και συνάμα πολύ φθινό μικρό (μικροεπεξεργαστή). Για μια πιο εύκολη ανάπτυξη, το μάτι συνεργάζεται με ένα hardware, και λίγα έξτρα καλώδια στο κεντρικό καλώδιο σύνδεσης με την παράλληλη θύρα του υπολογιστή. **Πως λοιπόν το μάτι ανιχνεύει το κινούμενο αντικείμενο;**

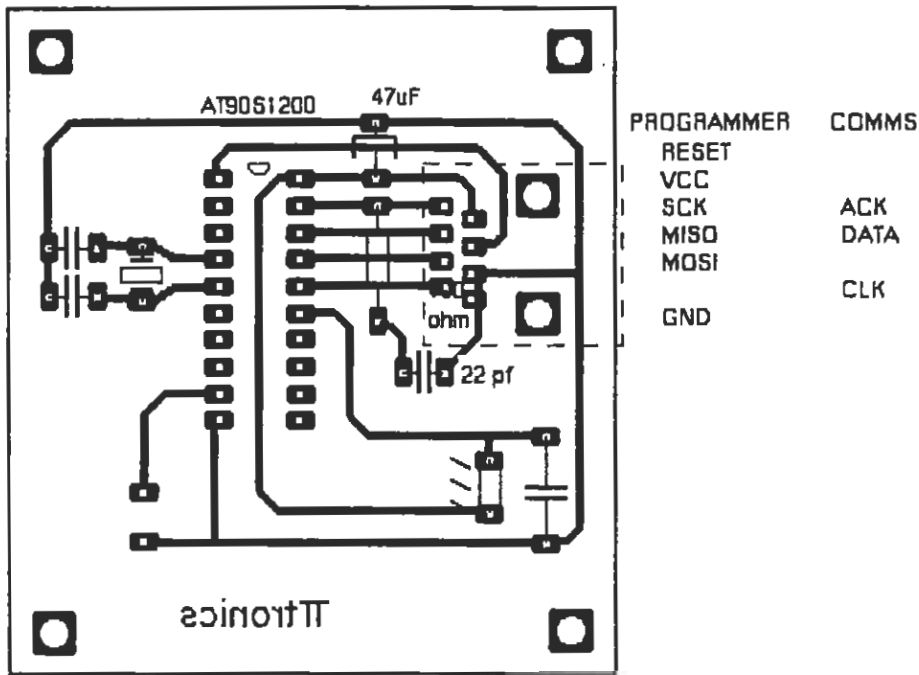
Ο κύκλος αρχίζει με το [i/o] καρφί PB3 σαν έξοδο, εκφορτίζοντας τον συσσωρευτή των 10N στο 0. Μετά το PB3 γίνεται είσοδος, το οποίο σε αυτόν τον ελεγκτή είναι εφοδιασμένο με έναν διακόπτη σκανδάλη για να μπορεί να χειρίζεται τα σήματα μεταξύ των σωστών επιπέδων "1" και "0". Αμέσως μετά το άνοιγμα της εισόδου, ένας χρονοδιακόπτης ξεκινά.

Το LDR φορτίζει τον συσσωρευτή. Μετά από λίγα milliseconds ο χρόνος αυτός εξαρτάται από το φως, φθάνει στον διακόπτη LDR και ο χρονοδιακόπτης δείχνει το τρέχων επίπεδο φωτός. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται 8-16 φορές ανά second (μεταξύ των μετρήσεων του φωτός, ο επεξεργαστής έχει χρόνο να κάνει και άλλα πράγματα). Όταν τρία επίπεδα στην σειρά είναι υψηλότερα ή χαμηλότερα από το πρώτο, μια κορυφή ή μια κοιλάδα ανιχνεύονται και θεωρείται σαν κινούμενο αντικείμενο.

Στο πρωτότυπο ο αλγόριθμος ανίχνευσης κίνησης κρατά όλη την δραστηριότητα για περίπου 0.4 sec από την στιγμή που έχει ανιχνευτεί, και ένα "chip" σημειώνει το γεγονός.



Σημείωση: Η τιμή του συσσωρευτή 10 N είναι σωστή για το LDR το οποίο ποικίλει από 17 K έως 3M2 στην ακτίνα του φωτός και του σκότους (άσπρο - μαύρο). Το μήκος του αγωγού του LDR των 5 cm δίνει στο μάτι μια πολύ ικανοποιητική ανάλυση.



Εδώ έχουμε μια pcb έξοδο για το πρωτότυπο. Το λογισμικό (software) δεν έχει συνδεθεί ακόμα στον εγκέφαλο της *αράχνης*, αλλά πιστεύεται ότι είναι ενδιαφέρον να λειτουργεί από μόνο του και είναι χρήσιμο και για άλλους σκοπούς. Το πρόγραμμα για τον AT90S1200 και για τον υπολογιστή διατίθενται από την GNU General Public License.

Σημείωση:

Ο συνδυασμός του hardware/software που περιγράφηκε πριν για σύνδεση στην παράλληλη θύρα απαιτεί 3.5 – 4.5 V σε λίγα mA.

Κινητήρες

Οι κινητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στο πρωτότυπο της *αράχνης* έχουν κλίμακα 96:4:1, και λειτουργούν από 72-145 στροφές, στα 1.5-3 Volts.

Στην *αράχνη* τροφοδοτούνταν από μια μπαταρία των 3.6 V, και ο κάθε κινητήρας έπαιρνε 1.8 V. Στο μέλλον θα υπάρχουν δύο φωτοκύτταρα τα οποία θα παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια.

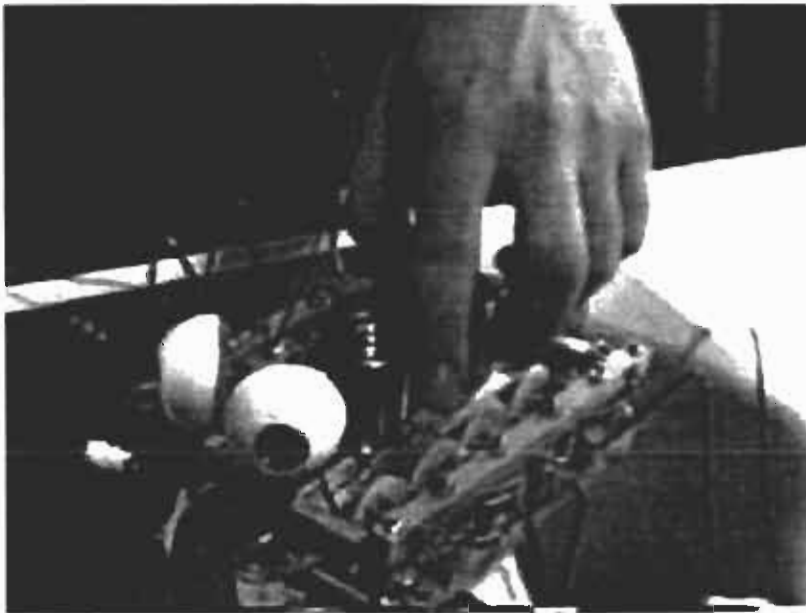
Υπάρχουν οκτώ εκδόσεις των κινητήρων αυτών.

Cat. nr.	voltage	gear ratio	rpm	price (Dutch fl)
24 28 02-55	1.5-3	96.4:1	72-145	19.95
24 28 10-55	1.5-3	249:1	27-55	21.95
24 28 29-55	1.5-3	487:1	14-28	21.95
24 28 37-55	1.5-3	916:1	7.5-15	22.95
24 25 51-55	3-6	96.4:1	57-115	19.95
24 25 43-55	3-6	249:1	22-55	21.95
24 25 35-55	3-6	487:1	11-22	21.95
24 25 27-55	3-6	916:1	6-12	22.95

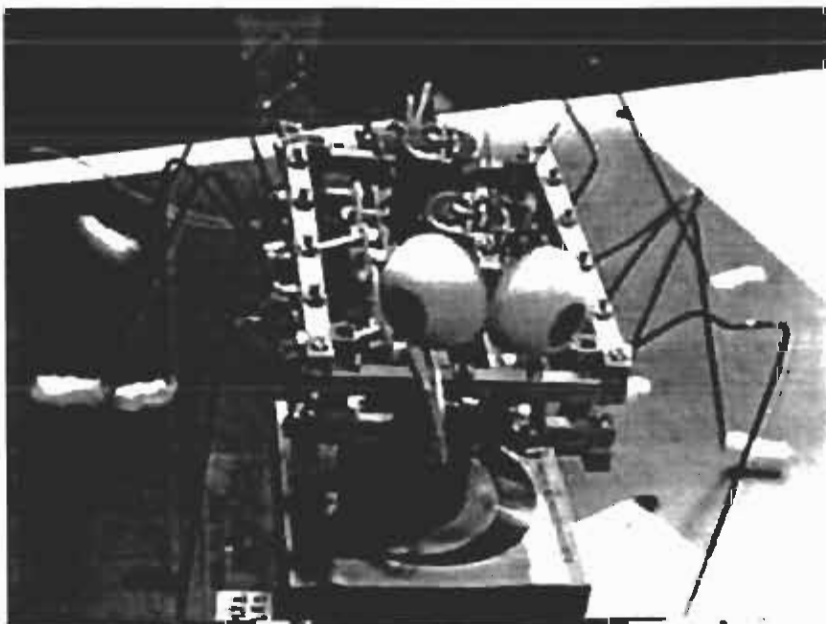
Είναι λίγο ακριβοί (πάνω από \$10 ο καθένας), αλλά πολύ υψηλής ποιότητας. Συμπεριλαμβανομένου και των γραναζιών με τον άξονα που μετρούνται περίπου 22·23·17 mm, και χρήση ενέργειας 1.5 - 3V της σειράς 96:4:1 βγαίνει περίπου 50 mW όταν κάνει βαριά δουλειά, οι εκδοχές 3-6 V είναι πολύ αποτελεσματικές.

Μια άλλη αράχνη

Ένα επόμενο βήμα που θα μπορούσε να γίνει για την εμφάνιση και την τροποποίηση της αράχνης θα ήταν το παρακάτω:



Με βελτιωμένη κίνηση και υλικά καλύτερης ποιότητας, το οποίο σημαίνει ότι οι αποδόσεις της αράχνης θα είναι κατά μεγάλο ποσοστό καλύτερες από τις προηγούμενες.



Βιβλιογραφία

Για την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν:

- 1) Οι σημειώσεις της ρομποτικής του καθηγητή Dr. Lomax
- 2) Το εγχειρίδιο της BRA (BRITISH ROBOTICS ASSOCIATION)
- 3) Σημειώσεις για την ρομποτική από τον καθηγητή ρομποτικής Dr. Jawayant
- 4) Προσωπικές σημειώσεις και συμπεράσματα του εισηγητή της πτυχιακής εργασίας κ.Ιωάννη Γιαννάκη.

