

**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επισκόπηση οδήγησης ρομποτικού βραχίονα

Ελένη Α. Πίτσου

Εισηγητής: Δρ Ιωάννης Έλληνας, Καθηγητής

**ΑΘΗΝΑ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2018**

Επισκόπηση οδήγησης ρομποτικού βραχίονα

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επισκόπηση οδήγησης ρομποτικού βραχίονα

**Ελένη Α. Πίτσου
Α.Μ. 39282**

Εισηγητής:

Δρ Ιωάννης Έλληνας, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

**Αναστασία Βελώνη, Καθηγήτρια
Ιωάννης Αμοργίνος, Καθηγητής**

Ημερομηνία εξέτασης 28/2/2018

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Πίτσου Ελένη, του Αριστοτέλη, με αριθμό μητρώου 39282 φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από σημαντικές προσπάθειες παρά τις όποιες χρονικές και προσωπικές δυσκολίες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της ρομποτικής. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου και προϊστάμενος του τμήματος, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέλφους μου από το τμήμα αλλά και από την εταιρεία στην οποία εργάζομαι, για τη στήριξη και την ενθάρρυνσή τους, αλλά και για τις χρήσιμες συμβουλές τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη δυνατότητα της κίνησης ρομποτικών βραχιόνων μέσω εντολών που δίνει ένα άνθρωπος με τη φωνή του. Για την καλύτερη κατανόηση του θέματος, υπήρξε έρευνα και ανάπτυξη της θεωρίας που αφορά τα ρομπότ και τους βραχίονες, τα συστήματα προγραμματισμού και ελέγχου, τους κινητήρες που χρησιμοποιούνται για κίνηση, καθώς και των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων καταγραφής ήχου. Επίσης γίνεται παρουσίαση των ολοκληρωμένων συστημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση ενός τέτοιου είδους βραχίονα.

ABSTRACT

The subject of this thesis focuses on the ability to move robotic arms by voice commands. For better understanding of the subject, research and development was done for the theory about robots and robotic arms, programming and control systems, motors used for the movement and voice recording electronic circuits. Also, a presentation of integrated systems that can be used for the implementation of this robotic arm is included.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Ρομποτική

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ρομπότ, βραχίονας, ελεγκτής, μικρόφωνο, κινητήρας, robots, robotic arm, controller, microphone, motor

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2. ΡΟΜΠΟΤ	15
2.1 Ρομποτική.....	15
2.1.1 Βασικές γνώσεις	16
2.2 Εφαρμογές της ρομποτικής	17
2.3 Δομή και κατηγορίες ρομπότ.....	18
2.3.1 Δομικά χαρακτηριστικά ρομπότ	19
2.4 Έλεγχος της δύναμης που ασκεί ένα ρομπότ	20
2.5 Προγραμματισμός των ρομπότ	21
3. ΕΛΕΓΚΤΕΣ	23
3.1 Γενική άποψη συστημάτων ελέγχου	23
3.2 Πλεονεκτήματα προγραμματιζόμενου ελέγχου	23
3.3 Δομή	24
3.4 Ο επεξεργαστής.....	25
3.5 Τυπικός προγραμματιζόμενος ελεγκτής.....	25
3.6 Βασικός προγραμματισμός.....	26
3.7 Tiva C	27
4. ΜΙΚΡΟΦΩΝΑ	29
4.1 Είδη και χαρακτηριστικά.....	29
4.1.1 Μικρόφωνα άνθρακα	32
4.1.2 Μικρόφωνα κρυσταλλικά – Πιεζοηλεκτρικά	32
4.1.3 Μικρόφωνα πυκνωτή – Ηλεκτροστατικά (CONDENSER).....	33
4.1.4 Δυναμικά μικρόφωνα (DYNAMIC)	34
4.1.5 Μικρόφωνα ταινίας (RIBBON)	34
4.1.6 Ραδιομικρόφωνα.....	35
4.1.7 Μικρόφωνα επαφής (Vibromike)	36
4.2 Μετασχηματιστές ακουστικών συχνοτήτων.....	36
4.2.1 Μετασχηματιστές μικροφώνων (Microphone Transformers).....	37

4.3 Χαρακτηριστικά των μικροφώνων.....	37
4.4 Βλάβες – έλεγχος – επισκευές.....	38
4.5 Microphone AMP.....	38
5. ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ.....	41
5.1 Περιγραφή θέσης και προσανατολισμού.....	41
5.2 Κινηματική ρομποτικού βραχίονα.....	41
5.3 Το αντίστροφο πρόβλημα της κινηματικής.....	43
5.4 Ταχύτητες, στατικές δυνάμεις, ιδιομορφίες.....	44
5.5 Δυναμική.....	44
5.6 Καθορισμός τροχιάς.....	45
5.7 Σχεδίαση ρομποτικών βραχιόνων και αισθητήρες.....	46
5.8 Γραμμικός έλεγχος θέσης.....	47
5.9 Μη γραμμικός έλεγχος θέσης.....	47
5.10 Κινηματική ρομποτικών βραχιόνων.....	47
5.10.1 Περιγραφή των μελών του βραχίονα.....	48
5.10.2 Περιγραφή συνδεσμολογίας μελών.....	49
5.11 Ρομποτικός βραχίονας OWI 535.....	49
6. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	51
6.1 Έλεγχος θέσης και ταχύτητας ρομπότ με έλεγχο θέσης ενεργοποιητών ...	51
6.1.1 Ενεργοποιητές.....	52
6.1.2 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη.....	54
6.1.3 PD ελεγκτής – Δομή και χαρακτηριστικά.....	54
6.1.4 Έλεγχος θέσης και ταχύτητας ρομποτικών βραχιόνων.....	55
6.1.5 P ελεγκτής - Ασυμπτωτικός έλεγχος θέσης.....	56
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
7.1 Ανασκόπηση.....	57
7.2 Επίτευξη στόχων.....	58
7.3 Περιορισμοί.....	58
7.4 Πιθανές επεκτάσεις.....	59
7.5 Προοπτικές τεχνολογικών πεδίων.....	59

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας αυξάνει συνεχώς τις απαιτήσεις των νέων προϊόντων που εμφανίζονται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο αριθμός των συστημάτων αυτοματισμού, όπως των ρομποτικών και αυτών που εκτελούν φωνητικές εντολές, καθώς η χρήση τέτοιων συσκευών κρίνεται όλο και πιο επιθυμητή για την καθημερινότητα του ανθρώπου. Το εύρος των συσκευών αυτών είναι πολύ μεγάλο, κάνοντας την συγκεκριμένη αγορά πολύ ελκυστική για την επένδυση αρκετών χρημάτων που οδηγούν στην ανάπτυξη νέων συστημάτων και τεχνολογιών.

Τα τελευταία χρόνια, μετά την ευρεία ανάπτυξη των εφαρμογών της ρομποτικής και ιδίως στους τομείς της βιομηχανίας, της ιατρικής κ.λπ, υπήρξε η διάδοση των τεχνολογιών που αφορούν το λεγόμενο Internet of Things (Διαδίκτυο των Πραγμάτων), δηλαδή η διασύνδεση κάθε πιθανής συσκευής με το διαδίκτυο, ούτως ώστε να γίνεται πιο εύκολη η χρήση και η διαχείρισή τους από τον άνθρωπο μέσω του κινητού του τηλεφώνου ή άλλων ηλεκτρονικών μέσων. Επίσης, στα πλαίσια της αύξησης της ευκολίας των καθημερινών μας εργασιών, ενσωματώθηκε σε πολλές συσκευές και εφαρμογές η δυνατότητα ελέγχου και λειτουργίας τους μέσω φωνητικών εντολών.

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των επιμέρους συστημάτων που χρειάζονται για την κατανόηση και την υλοποίηση ενός ρομποτικού βραχίονα οδηγούμενου με φωνητικές εντολές.

Στο 2^ο Κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της ρομποτική επιστήμης, της ιστορίας αλλά και των εφαρμογών της, καθώς και των διαφόρων ρομπότ και της χρήσης τους.

Στο 3^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η λειτουργία των ελεγκτών όπου μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο ενός ρομποτικού

συστήματος. Ως παράδειγμα χρησιμοποιείται το ολοκληρωμένο σύστημα προγραμματιζόμενου ελέγχου, το Tiva C της Texas Instruments.

Στο 4^ο Κεφάλαιο αναλύεται η τεχνολογία των διαφόρων μικροφώνων, ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία τους και η δυνατότητα αναγνώρισης φωνής. Επίσης παρουσιάζεται το ηλεκτρονικό περιφερειακό για σύνδεση εισόδου ήχου Microphone AMP.

Στο 5^ο Κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των ρομποτικών βραχιόνων και των επιμέρους μελών τους, καθώς και των τρόπων κίνησής τους. Επίσης παρουσιάζεται ο ρομποτικός βραχίονας OWI 535, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην υλοποίηση του εξεταζόμενου συστήματος.

Στο 6^ο Κεφάλαιο περιγράφονται οι κινητήρες που είναι απαραίτητοι για την κίνηση ενός ρομποτικού βραχίονα, καθώς και οι τρόποι ελέγχου αυτών.

Τέλος, στα Συμπεράσματα γίνεται μια γενική αποτίμηση της πτυχιακής εργασίας, βγαίνουν τα ανάλογα συμπεράσματα και γίνονται προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος που εξετάζεται στο μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΡΟΜΠΟΤ

2.1 Ρομποτική

Η απαλλαγή από μονότονες και χειρωνακτικές εργασίες αποτελούσε πάντα ανθρώπινη επιθυμία. Στον αιώνα μας, η δυνατότητα πραγματοποίησης ενός τέτοιου στόχου άρχισε να φαίνεται εφικτή με την ανάπτυξη των αυτοματισμών και ειδικότερα της ρομποτικής. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ρομποτικής της Αμερικής, ρομπότ είναι ένας αναπρογραμματιζόμενος και πολυλειτουργικός χωρικός μηχανισμός σχεδιασμένος να μετακινεί υλικά, αντικείμενα, εργαλεία ή ειδικευμένες συσκευές με κατάλληλες μεταβλητά προγραμματιζόμενες κινήσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης μιας σειράς εργασιών. Παρά το γεγονός ότι ο ορισμός αυτός είναι αρκετά γενικός αναμένεται να γενικευτεί περισσότερο μέσα στα επόμενα χρόνια. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα βιομηχανικά ρομπότ τα οποία διακρίνονται για την αντοχή τους σε υψηλή πίεση, θερμοκρασία και υγρασία, καθώς και την ικανότητά τους να επαναλαμβάνουν σχεδόν ατέρμονα της ίδια εργασία χωρίς μείωση της ακρίβειας.

Η ρομποτική συνιστά αυτοδύναμο τεχνολογικό κλάδο. Η ανάπτυξή της ξεκίνησε με τον εμπλουτισμό των χωρικών μηχανισμών με ενεργοποιητές και αργότερα με αισθητήρες και «εγκέφαλο» (συνήθως ηλεκτρονικός υπολογιστής). Ο «εγκέφαλος» αξιοποιεί τις πληροφορίες των αισθητήρων για να δώσει κατάλληλες εντολές στους ενεργοποιητές, ώστε ο χωρικός μηχανισμός να εκτελέσει επιθυμητές εργασίες.

Η έρευνα στην περιοχή της ρομποτικής εκτείνεται κυρίως σε τρεις κατευθύνσεις. Η πρώτη, αφορά την εφαρμογή ή/και την ανάπτυξη τεχνικών ελέγχου για τη βελτίωση της απόδοσης των ρομπότ. Η δεύτερη, αφορά την εφαρμογή και την ανάπτυξη λογισμικού για τη διαχείριση των εργασιών των ρομπότ. Η τρίτη αφορά τη σχεδίαση υλικού υπολογιστών για την εκτέλεση του λογισμικού και την καλύτερη επικοινωνία με τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές των ρομπότ. Είναι γεγονός ότι η ρομποτική ωφελείται από τις εξελίξεις σε αρκετούς παραδοσιακούς κλάδους, όπως είναι η ηλεκτρολογία, η μηχανολογία και τα μαθηματικά. Με τη σειρά τους οι κλάδοι αυτοί ωφελούνται από την εξέλιξη της ρομποτικής. Η έρευνα στην περιοχή

της ρομποτικής παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια εξαιρετική ανάπτυξη. Ειδικότερα, είναι σημαντικό να αναφερθούν οι ερευνητικές δραστηριότητες με στόχο την ανάπτυξη εξελιγμένων αλγορίθμων ελέγχου, καθώς και οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την εξέλιξη συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης.

2.1.1 Βασικές γνώσεις

Η ιστορία των βιομηχανικών αυτοματισμών χαρακτηρίζεται από περιόδους ραγδαίας μεταβολής στα κοινά χρησιμοποιούμενων μεθόδων. Είτε ως αίτιο είτε, ίσως, ως αποτέλεσμα, οι μεθοδολογικές αυτές μεταβολές φαίνεται πως είναι στενά συνδεδεμένες με τον οικονομικό περίγυρο. Τα βιομηχανικά ρομπότ επισημάνθηκαν ως ξεχωριστές διατάξεις το 1960, μαζί με τα συστήματα σχεδίασης/σχεδιασμού μέσω Η/Υ (C.A.D) και τα συστήματα κατασκευής μέσω Η/Υ (C.A.D). Η χρήση τους σηματοδοτεί τις σύγχρονες τάσεις στον τομέα αυτοματοποίησης της παραγωγής. Αυτές οι τεχνολογικές περιοχές οδηγούν την βιομηχανική αυτοματοποίηση σε μία νέα μετεξέλιξη, η εμβέλεια της οποίας είναι ακόμη δυσδιάκριτη.

Στη Ν. Αμερική η χρήση ρομποτικών διατάξεων υιοθετήθηκε σε μεγάλο βαθμό νωρίς τη δεκαετία του 1980, και σημείωσε μικρή κάμψη κατά το τέλος της δεκαετίας. Από τότε η συγκεκριμένη αγορά αναπτύσσεται, υπόκειται όμως και σε οικονομικές διακυμάνσεις, όπως συμβαίνει άλλωστε σε όλες τις αγορές.

Η πτωτική πορεία του κόστους των βιομηχανικών ρομπότ αποτελεί ένα πολύ σημαντικό αίτιο της αυξανόμενης χρήσης τους. Επιπλέον, τα ρομπότ δε γίνονται απλώς φθηνότερα αλλά και πιο αποτελεσματικά, δηλαδή ταχύτερα, ακριβέστερα και πιο ευέλικτα. Προσαρμόζοντας αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μια αριθμητική κλίμακα, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το κόστος ακολουθεί ταχύτερη πτωτική πορεία από αυτήν που αποκαλύπτουν οι τυπικές τιμές της αγοράς. Τα ρομπότ λοιπόν, προσφέρουν μια συμφέρουσα, από οικονομική άποψη λύση, ενώ το κόστος της ανθρώπινης εργασίας αυξάνεται. Έτσι όλο και περισσότερες βιομηχανικές εφαρμογές μπαίνουν στη λίστα των υποψήφιων ρομποτικών υλοποιήσεων. Αυτή η τάση, μοναδική και σημαντικότερη, προάγει την αγορά των βιομηχανικών ρομπότ. Ένας δευτερεύουσας σημασίας λόγος αυτής της ανάπτυξης υπαγορεύεται από τις διαρκώς αυξανόμενες δεξιότητες των ρομποτικών μηχανισμών. Ολοένα και περισσότερο εισχωρούν σ' ένα φάσμα εργασιών, που είτε είναι αδύνατο να διεκπεραιωθούν από ανθρώπους είτε θεωρούνται επικίνδυνες για τη σωματική τους αρτιότητα.

Οι εφαρμογές που υλοποιούνται από τα βιομηχανικά ρομπότ βαθμιαία γίνονται περισσότερο σύνθετες. Ωστόσο, είναι γεγονός ότι στις Η.Π.Α το έτος 2000 περίπου το 78% των εγκατεστημένων ρομπότ εκτελούσαν εργασίες συγκόλλησης ή επεξεργασίας υλικών. Μια πιο ενδιαφέρουσα περιοχή, η συναρμολόγηση με χρήση βιομηχανικών ρομπότ, κάλυπτε το 10% των εγκαταστάσεων.

Το τι είναι βιομηχανικό ρομπότ προκαλεί πολλές φορές συζητήσεις και αντιπαραθέσεις. Η διαχωριστική γραμμή καθορίζεται από την ποιότητα και την πολυπλοκότητα των αλγορίθμων που μπορεί να υλοποιήσει μια προγραμματιζόμενη διάταξη. Αν η μηχανή μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να υλοποιεί ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, τότε πιθανόν κατατάσσεται στις ρομποτικές διατάξεις. Διαφορετικά, αν περιορίζεται στην εκτέλεση μιας συγκεκριμένης κατηγορίας εργασιών, εντάσσεται στα απλά συστήματα αυτοματισμού.

Σε γενικές γραμμές, η μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς και του ελέγχου των διατάξεων χειρισμού δεν θεμελιώνει μια καινούρια επιστήμη. Αντίθετα, αντλεί τα επιμέρους τμήματα της θεματολογίας της από τις λεγόμενες κλασικές επιστήμες. Η Μηχανική συνεισφέρει μεθοδολογικά στη μελέτη των μηχανών από στατική και δυναμική άποψη. Τα μαθηματικά, διαθέτουν τα απαραίτητα εργαλεία για την περιγραφή τόσο της κίνησης στο χώρο όσο και άλλων ιδιοτήτων των διατάξεων χειρισμού. Η θεωρία ελέγχου, παρέχει εργαλεία σχεδίασης και αξιολόγησης αλγορίθμων για την υλοποίηση των επιθυμητών κινήσεων ή την εφαρμογή κατάλληλων δυνάμεων. Οι τεχνικές της ηλεκτρολογίας χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση αισθητήρων και διεπαφών για τα ρομπότ ενώ η πληροφορική δίνει τη δυνατότητα προγραμματισμού αυτών των διατάξεων για την επίτευξη των επιθυμητών στόχων.

2.2 Εφαρμογές της ρομποτικής

Η ρομποτική σήμερα έχει εφαρμογές στην πλειονότητα των βιομηχανιών και βιοτεχνιών (βιομηχανίες τσιμέντου, βιομηχανίες αυτοκινήτων, συναρμολόγηση ηλεκτρονικών, βιοτεχνίες μεταλλικών κατασκευών, βιοτεχνίες ενδυμάτων, κ.λ.π.). Ενδεικτικά αναφέρονται οι ακόλουθες εφαρμογές: μεταφορά υλικών, ταξινόμηση αποθηκών, συναρμολόγηση συσκευών ηλεκτρικών στοιχείων, βαφή, εκσκαφή, υποθαλάσσιες εργασίες, εργασίες σε ραδιενεργό περιβάλλον, μικροχειρουργική. Η

εργαλειομηχανές με CNC (Computer Numerical Control) αποτελούν ειδικές μορφές ρομποτικών συστημάτων. Ο αριθμός των ρομπότ που χρησιμοποιούνται σε παραγωγικές μονάδες παγκοσμίως αυξάνεται εκθετικά. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτά είναι βιομηχανικά ρομπότ. Ένα μικρότερο αλλά σημαντικό τμήμα καταλαμβάνουν τα ρομπότ για στρατιωτικές εφαρμογές και τα κινητά ή κινούμενα ρομπότ (mobile robots) τα οποία ολοένα και αυξάνουν τη διείσδυσή τους σε κάθε μορφής εργοτάξια.

Τα ρομπότ αποτελούν το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα συσκευής αυτοματισμού ευρείας χρήσης. Τα πλεονεκτήματα των ρομπότ, στα οποία οφείλεται η ευρεία χρήση τους, είναι η ακρίβεια και η επαναληψιμότητα. Ταυτόχρονα είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η απόδοση των ρομπότ είναι γενικά ανεξάρτητη από τον αριθμό των επαναλήψεων εκτέλεσης μιας εργασίας. Τα μειονεκτήματα των ρομποτικών βραχιόνων αναδεικνύονται κυρίως σε εργασίες που απαιτούν «νοημοσύνη» και σε εργασίες που εκτελούνται σε αβέβαιο περιβάλλον.

Οι εφαρμογές της ρομποτικής συνεισφέρουν στη μείωση του κόστους, την αύξηση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Επιπλέον, οι εφαρμογές της ρομποτικής απαλλάσσουν τον άνθρωπο από πολλές επικίνδυνες και ανθυγιεινές εργασίες (π.χ. ορυχεία, πυρηνικοί αντιδραστήρες).

Είναι γεγονός αναμφισβήτητο ότι η εφαρμογή των ρομπότ μειώνει θέσεις εργασίας σε ανειδίκευτο και χαμηλά ειδικευόμενο προσωπικό. Αντίστοιχα, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας για ειδικευμένο προσωπικό. Είναι προφανές ότι, μέχρι σήμερα, η μείωση θέσεων εργασίας δεν αντισταθμίζεται από τη δημιουργία νέων θέσεων.

2.3 Δομή και κατηγορίες ρομπότ

Ο συνηθέστερος τύπος ρομπότ που συναντάται σε βιομηχανικές και άλλες εφαρμογές είναι ο ρομποτικός βραχίονας. Η μια άκρη του ρομποτικού βραχίονα είναι συνδεδεμένη σε μια βάση ενώ η άλλη άκρη του διαθέτει κάποιο εργαλείο, συνήθως αρπάγη. Την ονομασία του την οφείλει στο γεγονός ότι μοιάζει με τον ανθρώπινο βραχίονα και στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται για την εκτέλεση εργασιών που αντικαθιστούν τη χειρωνακτική εργασία.

2.3.1 Δομικά χαρακτηριστικά ρομπότ

Ο ρομποτικός βραχίονας αποτελείται από τη βάση, τις αρθρώσεις και τους συνδέσμους. Η βάση είναι στερεωμένη στο περιβάλλον εργασίας του ρομπότ. Στη βάση είναι συνδεδεμένη αλυσίδα αρθρώσεων – συνδέσμων που καταλήγει στο εργαλείο τελικής δράσης. Οι σύνδεσμοι είναι στερεά σώματα, που αποτελούν το σκελετό του ρομπότ. Οι αρθρώσεις είναι μηχανισμοί που επιτρέπουν τη σχετική κίνηση μεταξύ των συνδέσμων. Το εργαλείο τελικής δράσης είναι το εργαλείο με το οποίο το ρομπότ εκτελεί εργασίες.

Ανάλογα με την εργασία που θα εκτελέσει ο ρομποτικός βραχίονας, προσαρμόζονται σε αυτόν διάφορα εργαλεία τελικής δράσης (π.χ. ηλεκτροσυγκολλητές, κατσαβίδια, ραντιστές μπογιάς). Το πιο σύνηθες εργαλείο τελικής δράσης είναι η αρπάγη. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι συχνά το εργαλείο τελικής δράσης είναι πακτωμένο σε μεταλλική βάση που απολήγει συνήθως σε κοχλία, ο οποίος προσαρμόζεται στην τελευταία άρθρωση του ρομποτικού βραχίονα. Το εργαλείο τελικής δράσης μαζί με τη βάση στήριξής του σχηματίζουν ενιαίο στερεό σώμα που αποτελεί τον τελευταίο σύνδεσμο του ρομποτικού βραχίονα. Σε πολλές εφαρμογές υπάρχει ένα σημείο του εργαλείου τελικής δράσης, όπως, για παράδειγμα, η μύτη σε ένα κατσαβίδι ή το σημείο ένωσης των δακτύλων μιας αρπάγης, η θέση του οποίου είναι σημαντική για την αποτελεσματική εκτέλεση της εργασίας του ρομποτικού βραχίονα. Το σημείο αυτό ονομάζεται κύριο σημείο του εργαλείου τελικής δράσης. Είναι προφανές ότι η θέση του κύριου σημείου του εργαλείου τελικής δράσης μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την εφαρμογή που εκτελεί ο ρομποτικός βραχίονας.

Οι κύριες κατηγορίες αρθρώσεων είναι οι στροφικές και οι πρισματικές. Οι στροφικές αρθρώσεις επιτρέπουν σχετική στροφή μεταξύ δύο γειτονικών συνδέσμων, ενώ οι πρισματικές αρθρώσεις επιτρέπουν σχετική μετατόπιση (σε ευθεία γραμμή) μεταξύ δύο γειτονικών συνδέσμων.

Εκτός από τις στροφικές και τις πρισματικές αρθρώσεις (βασικές αρθρώσεις) υπάρχουν και άλλα είδη αρθρώσεων, όπως π.χ. οι σφαιρικές. Τέτοιες σύνθετες αρθρώσεις αναλύονται γεωμετρικά σε υπέρθεση δύο ή περισσότερων από τις βασικές αρθρώσεις. Έτσι, η σφαιρική άρθρωση αναλύεται σε δύο στροφικές με κάθετους άξονες στροφής.

Ένας χωρικός μηχανισμός (σύστημα επιμέρους στερεών σωμάτων με σχετική κίνηση μεταξύ τους) γίνεται ρομποτικός βραχίονας όταν διαθέτει τα ακόλουθα δύο επιπλέον στοιχεία:

1. Συσκευές ενεργοποίησης (Ενεργοποιητές) της κίνησης των επιμέρους τμημάτων.
2. Σύστημα παραγωγής και αποστολής εντολών εκτέλεσης έργου προς τους ενεργοποιητές. Το σύστημα αυτό που αποτελεί τον «εγκέφαλο» του βραχίονα, υλοποιείται συνήθως σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή μικροελεγκτές (μC).

Αναλύοντας τους ρομποτικούς βραχίονες από την οπτική της θεωρίας συστημάτων, οι ρομποτικοί βραχίονες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- i. Ανοικτού βρόχου.
- ii. Κλειστού βρόχου.

Τα ρομποτικά συστήματα κλειστού βρόχου παρουσιάζουν μεγαλύτερο πρακτικό ενδιαφέρον και χαρακτηρίζονται από δύο επιπλέον στοιχεία εκτός από τα στοιχεία 1. και 2. που διαχωρίζουν το ρομποτικό βραχίονα από το χωρικό μηχανισμό. Τα επιπλέον στοιχεία είναι:

3. Όργανα μέτρησης (Αισθητήρες) της σχετικής ή απόλυτης κίνησης (θέση, ταχύτητα ή επιτάχυνση) των συνδέσμων του βραχίονα.
4. Σύστημα Αυτομάτου Ελέγχου (ΣΑΕ) της κίνησης του ρομποτικού βραχίονα, το οποίο είναι εγκατεστημένο στον «εγκέφαλο» του ρομποτικού βραχίονα. Το σύστημα ελέγχου (ή ελεγκτής) αξιοποιεί την πληροφορία των αισθητήρων και με βάση την πληροφορία αυτή διαμορφώνει τις εντολές προς τους ενεργοποιητές.

2.4 Έλεγχος της δύναμης που ασκεί ένα ρομπότ

Η ικανότητα των ρομπότ να ελέγχουν τις δυνάμεις επαφής με τα αντικείμενα, τα εργαλεία ή τις επιφάνειες εργασίας, φαίνεται πως παίζει σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση πολλών ρεαλιστικών στόχων από ρομποτικές διατάξεις. Ο έλεγχος δύναμης είναι μια διαδικασία που συμπληρώνει τη διαδικασία ελέγχου της θέσης, αφού επιλέγουμε να εφαρμόσουμε μία από τις δύο κάθε φορά. Όταν το ρομπότ κινείται ελεύθερα στο χώρο, μόνο ο έλεγχος της θέσης φαίνεται απαραίτητος, μιας

και δεν υπάρχει επαφή με την επιφάνεια κάποιου αντικειμένου. Όταν το ρομπότ αλληλοεπιδρά με μια άκαμπτη επιφάνεια, η διαδικασία ελέγχου θέσης μπορεί να προκαλέσει υπερβολικά μεγάλες δυνάμεις επαφής. Μπορεί ακόμα να επιφέρει απώλεια της επιθυμητής επαφής. Ωστόσο τα ρομπότ σπάνια αλληλοεπιδρούν με κάποιες επιφάνειες ταυτόχρονα σε όλες τις διευθύνσεις. Έτσι, αυτό που τελικά χρειάζεται είναι ένας υβριδικός έλεγχος. Δηλαδή, σε κάθε χρονική στιγμή, πρέπει κάποιες από τις διευθύνσεις να ελέγχονται από τον κανόνα ελέγχου θέσης ενώ οι υπόλοιπες από τον κανόνα ελέγχου δύναμης.

2.5 Προγραμματισμός των ρομπότ

Την υπηρεσία διεπαφής μεταξύ ανθρώπου και βιομηχανικού ρομπότ την αναλαμβάνει μια γλώσσα προγραμματισμού. Οι ρομποτικοί μηχανισμοί διαφοροποιούνται από τους κλασικούς αυτοματισμούς ως προς το ότι είναι ευέλικτοι, που σημαίνει δεκτικοί στον προγραμματισμό. Ωστόσο, αυτό δεν αποτελεί το μοναδικό τους πλεονέκτημα. Η χρήση των αισθητήρων και των δυνατοτήτων επικοινωνίας, παρέχει επιπλέον στους ρομποτικούς βραχίονες την ευχέρεια συνεργασίας με άλλους βιομηχανικούς αυτοματισμούς. Αυτή η δυνατότητα, επιτρέπει τη βαθμιαία προσαρμογή τους σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον εργασίας, καθώς η διαδικασία επίτευξης του στόχου βρίσκεται σε εξέλιξη.

Σε κάθε τυπικό ρομποτικό σύστημα, υπάρχει ενσωματωμένη η δυνατότητα, που επιτρέπει στον άνθρωπο – χρήστη να του διδάξει, με τρόπο συνοπτικό και περιεκτικό, τις κινήσεις που πρέπει να κάνει. Πρώτα απ' όλα, ένα ιδιαίτερο σημείο, που καλείται λειτουργικό σημείο, καθορίζεται από το χρήστη, πάνω στο χέρι. Πολλές φορές το σημείο αυτό αναφέρεται με τη συντομογραφία TCP (Tool Center Point). Οι κινήσεις του ρομπότ, περιγράφονται, καθώς ο χρήστης οδηγεί το λειτουργικό σημείο στις επιθυμητές θέσεις. Το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιείται για την περιγραφή, προκαθορίζεται από το χρήστη σε σχέση με το πλαίσιο και σε θέση που εξαρτάται από την επιτελούμενη εργασία.

Πολύ συχνά οι οδεύσεις που καλείται να ακολουθήσει το ρομπότ, καθορίζονται από μια ακολουθία ενδιάμεσων σημείων. Τα ενδιάμεσα αυτά σημεία περιγράφονται ως προς το σύστημα συντεταγμένων, και είναι δηλωτικά των οδεύσεων από τις οποίες πρέπει να περάσει το λειτουργικό σημείο (TCP). Επίσης, παράλληλα με τα

ενδιάμεσα σημεία, ο χρήστης μπορεί να υποδείξει συγκεκριμένες ταχύτητες του λειτουργικού σημείου (TCP), που θα χρησιμοποιηθούν για διαφορετικά κομμάτια της όδευσης. Κάποιες φορές μπορεί να οριστούν και να χρησιμοποιηθούν κι άλλα στοιχεία ελέγχου. Από τα παραπάνω δεδομένα, ο αλγόριθμος καθορισμού τροχιάς πρέπει να προδιαγράψει όλες τις λεπτομέρειες της κίνησης, όπως είναι το πορτρέτο των ταχυτήτων στις αρθρώσεις, η διάρκεια της κίνησης κ.ο.κ. Στη συνέχεια, τα δεδομένα εισόδου για τη δημιουργία τροχιάς δίνονται, εν γένει, ως εντολές της γλώσσας προγραμματισμού. Η εκτέλεση της διεπαφής ανθρώπου – ρομπότ αποκτά εξαιρετική σημασία, καθώς ρομποτικοί μηχανισμοί αλλά και άλλοι προγραμματιζόμενοι αυτοματισμοί, αναλαμβάνουν με αυξανόμενο ρυθμό απαιτητικές βιομηχανικές εφαρμογές. Το πρόβλημα του ρομποτικού προγραμματισμού ανήκει σε ένα πολύ ευρύ γνωστικό πεδίο, καθώς συμπεριλαμβάνει όλα τα ζητήματα του παραδοσιακού προγραμματισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΛΕΓΚΤΕΣ

3.1 Γενική άποψη συστημάτων ελέγχου

Υπάρχουν τρία κύρια χαρακτηριστικά ενός συστήματος ελέγχου, είτε αυτό είναι προγραμματιζόμενο είτε όχι:

1. Πρέπει να γίνουν ορισμένες *ενέργειες*.
2. Υπάρχουν ορισμένοι *κανόνες* που κατευθύνουν τις ενέργειες αυτές – το σύστημα ελέγχου θα πρέπει να είναι όσο πιο προβλέψιμο γίνεται, και να μην έχει τυχαία συμπεριφορά.

Οι κανόνες λαμβάνουν υπόψη ορισμένες σχετικές καταστάσεις στο πλαίσιο της διεργασίας.

3.2 Πλεονεκτήματα προγραμματιζόμενου ελέγχου

Με την πρώτη ματιά, η μοναδική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων μπορεί να μη φαίνεται και τόσο σημαντική, αλλά ας λάβουμε υπόψη τα ακόλουθα αποτελέσματα:

1. Αλλαγή κανόνων

Αν οι κανόνες πρέπει να αλλάξουν, σε ένα παραδοσιακό σύστημα πρέπει να ξαναγίνει η καλωδίωση. Αυτό μπορεί να είναι δυσχερές, ακριβό και χρονοβόρο. Αντίθετα, ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής μπορεί να *επαναπρογραμματιστεί* για να εξυπηρετήσει μια αλλαγή κανόνων, χωρίς να απαιτεί να ξαναγίνει η καλωδίωση. Ακόμα, δεν υπάρχει ανάγκη να αλλάξουν τα σχηματικά διαγράμματα, αφού τα συστήματα ανάπτυξης προγραμμάτων έχουν αυτόματη παραγωγή διαγραμμάτων.

2. Επιπρόσθετες λειτουργίες

Αν απαιτούνται κάποιες επιπρόσθετες λειτουργίες, το παραδοσιακό σύστημα πρέπει να εφοδιαστεί με επιπλέον συσκευές, αν υπάρχει ο χώρος για να το τοποθετήσουν. Αντίθετα, ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής έχει μια τεράστια ποικιλία ενσωματωμένων λειτουργικών στοιχείων, όπως ρελέ, χρονιστές, μετρητές και

ακολουθιακές διατάξεις, που είναι εύκολα προσπελάσιμα οποιαδήποτε στιγμή, και δεν απαιτούν επιπλέον χώρο στον πίνακα ελέγχου.

3. Αξιοπιστία

Τα κινούμενα μέρη είναι πιθανό να παρουσιάσουν μηχανικές βλάβες, και τέτοιες βλάβες είναι υπεύθυνες για ένα σημαντικό ποσοστό σφαλμάτων στα εξαρτήματα των παραδοσιακών συστημάτων ελέγχου. Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές έχουν από ελάχιστα μέχρι καθόλου κινούμενα μέρη. Επίσης, υπόκεινται σε μεθόδους κατασκευής που περιλαμβάνουν εκτενείς, αυτόματες διαδικασίες ελέγχου, ώστε τα ελαττωματικά εξαρτήματα να αναγνωρίζονται και να αποβάλλονται. Σαν αποτέλεσμα, η αξιοπιστία των προγραμματιζόμενων ελεγκτών είναι εξαιρετική.

4. Επικοινωνία

Τα παραδοσιακά συστήματα ελέγχου έχουν από μικρή μέχρι καθόλου δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα συστήματα για λόγους ελέγχου, εποπτείας ή αναφοράς. Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές είναι από τη φύση τους κατάλληλοι, και όλο και καλύτερα προετοιμασμένοι, να παίξουν ένα τέτοιο ρόλο. Η διαθεσιμότητα μονάδων επικοινωνίας επιτρέπει τη σύνδεση των ελεγκτών σε βιομηχανικά δίκτυα, γεγονός που διευκολύνει αφάνταστα την ανταλλαγή πληροφοριών σε μεγάλη κλίμακα.

3.3 Δομή

Το κύριο εξάρτημα του προγραμματιζόμενου ελεγκτή είναι ο μικροεπεξεργαστής, ο οποίος λαμβάνει τις «αποφάσεις». Οι αποφάσεις αυτές βασίζονται στις οδηγίες που έχουν αποθηκευτεί στη μνήμη και αποτελούν το πρόγραμμα. Στις μέρες μας, τα chip μικροεπεξεργαστών είναι ολοένα και πιο μικτά, αξιόπιστα, ισχυρά και σχετικά φθηνά λόγω της μαζικής τους παραγωγής.

Οι διακόπτες, ανιχνευτές και αισθητήρες της εγκατάστασης συνδέονται στους ακροδέκτες εισόδου του ελεγκτή, και ο ελεγκτής μπορεί να αξιολογήσει την εγκατάστασή τους. Αυτές οι συσκευές εισόδου στέλνουν σήματα στον ελεγκτή. Ο μόνος ρόλος των κυκλωμάτων εισόδου είναι αυτός της διασύνδεσης μεταξύ των συσκευών εισόδου και του μικροεπεξεργαστή, δηλαδή να παρέχουν ηλεκτρική απομόνωση και να ρυθμίζουν τις διαφορές τάσης μεταξύ τους. Έτσι, ο επεξεργαστής μπορεί να «διαβάζει» τα σήματα εισόδου, χωρίς να πρέπει να έλθει σε επαφή με τις υψηλές τάσεις της εγκατάστασης.

Τα ρελέ, οι βαλβίδες και οι ενδείκτες της εγκατάστασης συνδέονται στους ακροδέκτες εξόδου, όπου ο επεξεργαστής μπορεί να ασκήσει έλεγχο. Αυτές οι συσκευές εξόδου λαμβάνουν σήματα από τον ελεγκτή. Τα κυκλώματα εξόδου βρίσκονται εκεί για να παρέχουν ηλεκτρική απομόνωση και να ρυθμίζουν τις διαφορές τάσης μεταξύ του επεξεργαστή και των συσκευών εξόδου. Έτσι, ο επεξεργαστής μπορεί να στείλει τα σήματα ελέγχου χωρίς να πρέπει να έλθει σε επαφή με τις (σχετικά) υψηλές τάσεις της εγκατάστασης. Το τροφοδοτικό παρέχει τις διάφορες απαιτούμενες τάσεις σε κάθε τμήμα του ελεγκτή. Μπορεί επίσης να τροφοδοτεί τα κυκλώματα εισόδου, αλλά όχι τα κυκλώματα εξόδου.

3.4 Ο επεξεργαστής

Ο επεξεργαστής με τον οποίο είναι εφοδιασμένος ένας μοντέρνος προγραμματιζόμενος ελεγκτής ανήκει σε μια κατηγορία ημιαγωγικού chip που είναι γνωστό σαν ενσωματωμένος μικροελεγκτής. Όλες οι λειτουργίες ενός υπολογιστή έχουν συμπεριληφθεί σε αυτό το chip, που τυπικά έχει ενεργό επιφάνεια μικρότερη από 1cm², και περιλαμβάνει εκατοντάδες χιλιάδες τρανζίστορ. Με την υποστήριξη άλλων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (chips), μπορεί να εκτελέσει πολλά εκατομμύρια οδηγιών ανά δευτερόλεπτο. Επικοινωνεί με τη μνήμη και τα ενδιάμεσα κυκλώματα εισόδου-εξόδου μέσω ενός συστήματος αγωγών που ονομάζεται δίαυλος (bus), με το οποίο μπορεί να στείλει ή και να λάβει 6, 16, 32 ή 64 σήματα τη φορά. Η τάση λειτουργίας του είναι τυπικά 5 V d.c.

Τα μοντέρνα προϊόντα της τεχνολογίας των ημιαγωγών υπόκεινται σε ακριβείς διαδικασίες σχεδιασμού, τεχνικές παραγωγής που χαρακτηρίζονται από εξαιρετική καθαριότητα και ακρίβεια, καθώς και σε εκτενέστατο έλεγχο. Σαν αποτέλεσμα, είναι εξαιρετικά αξιόπιστα στη λειτουργία τους, ενώ έχουν ρυθμό βλαβών μικρότερο από το 10% του αντίστοιχου της επόμενης καλύτερης τεχνολογίας.

3.5 Τυπικός προγραμματιζόμενος ελεγκτής

Κάθε ελεγκτής έχει τρεις ομάδες ακροδεκτών μέσω των οποίων συνδέεται με την εγκατάσταση. Αυτές είναι:

- ακροδέκτες ισχύος
- ακροδέκτες εισόδου

- ακροδέκτες εξόδου

Οι ακροδέκτες ισχύος είναι απλά για σύνδεση με το δίκτυο τροφοδοσίας, καθώς ο ελεγκτής χρειάζεται ισχύ για να λειτουργήσει. Οι ακροδέκτες εισόδου χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των διακοπών των αισθητηρίων της εγκατάστασης. Αυτές οι συσκευές εισόδου, όπως ονομάζονται, στέλνουν σήματα στον ελεγκτή, επιτρέποντάς του να «δει» την κατάσταση διαφόρων τμημάτων της εγκατάστασης. Παραδείγματα συσκευών εισόδου είναι:

- επαφές χειροκίνητων διακοπών ελέγχου (πιεστικών διακοπών, επιλογέων κτλ.)
- επαφές αυτομάτων διακοπών ελέγχου (για στάθμη, πίεση, θερμοκρασία κτλ.)
- επαφές ηλεκτρονόμων ή αυτομάτων διακοπών
- αισθητήρες θέσης (προσέγγισης, φωτοηλεκτρικοί κτλ.)

Κάθε συσκευή εισόδου συνδέεται μοναδικά με έναν ακροδέκτη εισόδου στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή.

Οι ακροδέκτες εξόδου χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση οποιασδήποτε συσκευής της εγκατάστασης η οποία πρέπει να ελεγχθεί. Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής ελέγχει τέτοιες συσκευές ανοίγοντας (ON) ή κλείνοντας (OFF) την τροφοδοσία τους, ή ρυθμίζοντάς της. Παράδειγμα συσκευών εξόδου είναι:

- πηνία αυτόματων διακοπών ή πηνία ρελέ
- πηνία σωληνοειδών βαλβίδων (πνευματικών ή υδραυλικών)
- ενδεικτικά (λυχνίες ή ηχητικά)

Κάθε συσκευή εξόδου είναι συνδεδεμένη μοναδικά σε έναν ακροδέκτη εξόδου στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή.

3.6 Βασικός προγραμματισμός

Το πρόγραμμα είναι το «σύνολο των κανόνων» σύμφωνα με τους οποίους συμπεριφέρεται ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής. Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής δεν μπορεί να κάνει τίποτα χωρίς ένα πρόγραμμα. Αρχικά, το πρόγραμμα

δημιουργείται με ένα *τερματικό προγραμματισμού*, το οποίο έχει και άλλες χρήσεις, όπως:

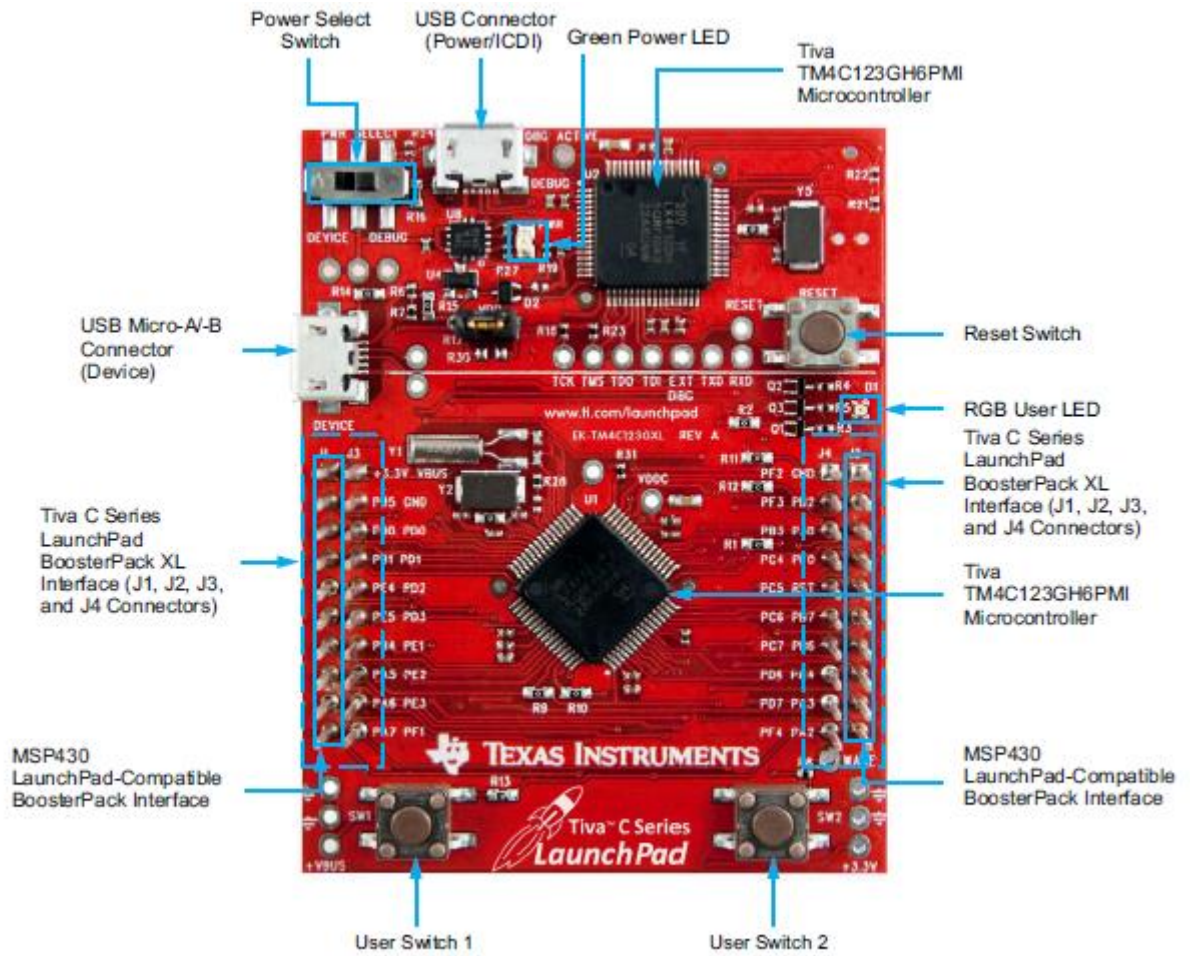
- παρακολούθηση του προγράμματος, για την εύρεση σφαλμάτων
- τροποποίηση του προγράμματος, για την προσαρμογή σε αλλαγές της εγκατάστασης
- μεταφορά του προγράμματος σε άλλο ελεγκτή ή μνήμη
- τεκμηρίωση του προγράμματος.

Το τερματικό προγραμματισμού στις μέρες μας είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, επομένως μπορούν να συνδεθούν σε αυτόν πολλοί ελεγκτές απροβλημάτιστα.

3.7 Tiva C

Το Tiva C Series TM4C123G LaunchPad Evaluation Board (EK-TM4C123GXL) αποτελεί ένα ολοκληρωμένο προγραμματιζόμενο σύστημα με μικροελεγκτή 32-bit ARM Cortex M4F με 256 KB μνήμη Flash, 32 KB SRAM και συχνότητα λειτουργίας 80 MHz. Προσφέρει δυνατότητα σύνδεσης μέσω USB 2.0, αλλά και κεφαλές που επιτρέπουν τη σύνδεση περιφερειακών για την επέκταση της λειτουργικότητάς του. Υποστηρίζεται από το TivaWare for C Series λογισμικό, ώστε να είναι εφικτός μέσω αυτού ο προγραμματισμός του. Η τροφοδοσία του είναι εξωτερική και γίνεται μέσω USB.

Επισκόπηση οδήγησης ρομποτικού βραχίονα



Εικόνα 3.1 Tiva C

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΙΚΡΟΦΩΝΑ

Το μικρόφωνο μετατρέπει την ηχητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Υπάρχουν μικρόφωνα διάφορων τύπων: α) Μικρόφωνα άνθρακα, β) Κρυσταλλικά μικρόφωνα, γ) Δυναμικά μικρόφωνα, δ) Μικρόφωνα πυκνωτή, ε) Μικρόφωνα επαφής.

Κάθε τύπος στηρίζεται σε διαφορετική αρχή λειτουργίας.

4.1 Είδη και χαρακτηριστικά

Τα μικρόφωνα γενικά μπορούν να χαρακτηριστούν σαν ένας ηλεκτρακουστικός μετατροπέας που λειτουργεί όταν πάνω του προσπέσει ενέργεια (ηχητικά κύματα) από ένα ακουστικό σύστημα. Αυτή την ενέργεια τη μετατρέπει και την προσφέρει σε ένα ηλεκτρικό σύστημα. Δηλαδή ένα μικρόφωνο μετατρέπει τις μεταβολές των ηχητικών κυμάτων σε αντίστοιχες μεταβολές ηλεκτρικών σημάτων. Το ρεύμα που θέτει σε ενέργεια το ηλεκτρικό σύστημα είναι αποτέλεσμα της κίνησης μιας μεμβράνης που δέχεται την επίδραση των ηχητικών κυμάτων.

Για να κατασκευάσουμε λοιπόν ένα μικρόφωνο θα πρέπει να υπολογίσουμε και κάποιους συμπληρωματικούς παράγοντες, δηλαδή δεδομένα ακουστικά αφ' ενός αλλά και μηχανικά και ηλεκτρικά. Τα προβλήματα που συναντά συνήθως κάποιος κατασκευαστής αλλά και στη συνέχεια χρήστης του μικροφώνου είναι:

1. Απόσβεση ηχητικών κυμάτων, όταν το ίδιο το μικρόφωνο είναι εκτεθειμένο σε κάποιο ηχητικό πεδίο. Το πεδίο αυτό επηρεάζει το διάφραγμα του μικροφώνου και συνεπώς την εν γένει ηλεκτρική του συμπεριφορά. Αντιμετωπίζεται με την κατάλληλη γωνία πρόσπτωσης και τη συχνότητα, καθώς επίσης από το σχήμα και το μέγεθος του μικροφώνου.
2. Συντονισμός, που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην κατασκευή της κοιλότητας του μικροφώνου που σχηματίζεται μπροστά από το διάφραγμα. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την κατάλληλη κατασκευή του μικροφώνου.

3. Αντίσταση μικροφώνου, τόσο η μηχανική όσο και η ηλεκτρική δημιουργούν προβληματικές μεταβολές που οφείλονται στην μεταβολή της συχνότητας.

Τα είδη των μικροφώνων που χρησιμοποιούνται σήμερα και διακρίνονται ως προς τον τρόπο διέγερσης τόσο για την λήψη όσο και την απόδοση είναι:

1. Μικρόφωνο άνθρακα.
2. Μικρόφωνο δυναμικό.
3. Μικρόφωνο πυκνωτικό.
4. Μικρόφωνο πιεζοηλεκτρικό – κρυσταλλικό.
5. Μικρόφωνο ειδικών κατασκευών (οπτικά – θερμικά).
6. Μικρόφωνο ταινίας.

Επίσης τα μικρόφωνα ανάλογα με την επίδραση των ηχητικών κυμάτων και την αναπαραγωγή – ταλάντωση της μεμβράνης τους διακρίνονται σε:

1. Μικρόφωνα σταθερού πλάτους που είναι τα:
 - i. Μικρόφωνα πυκνωτή.
 - ii. Μικρόφωνα άνθρακα.
 - iii. Μικρόφωνα κρυσταλλικά.
2. Μικρόφωνα σταθερής ταχύτητας που είναι τα:
 - i. Μικρόφωνα ταινίας.
 - ii. Μικρόφωνα κινητού σιδήρου.
 - iii. Μικρόφωνα κινητού πηνίου.
 - iv. Μικρόφωνα μαγνητικής παραμόρφωσης.

Ανάλογα με τον τρόπο λήψης και το σχηματισμό του πολικού διαγράμματος στο χώρο, τα μικρόφωνα διακρίνονται σε:

1. Μονοκατευθυντικά.
2. Δικατευθυντικά.
3. Καρδιοειδή.
4. Πανκατευθυντικά.

Στα χαρακτηριστικά ενός μικροφώνου, αυτά που απαιτεί ένας χρήστης είναι να έχει άριστη πιστότητα κατά κύριο λόγο και κατά δεύτερο λόγο υψηλή απόδοση. Η απόδοση σήμερα βελτιώνεται και με τις καλές ενισχυτικές συσκευές.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα στοιχεία τα οποία μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργική απόδοση ενός μικροφώνου εκτός από ακουστικά, είναι ηλεκτρικά και μηχανικά.

Σαν βασικό μηχανικό χαρακτηριστικό αναφέρουμε την κατευθυντικότητα του μικροφώνου. Στην κατευθυντικότητα του μικροφώνου αναφέρονται και τα διαγράμματα (πολικά) που συνήθως χαρακτηρίζουν το κάθε μικρόφωνο και την ονομασία του ως προς την κατευθυντικότητά του. Επίσης, χαρακτηριστικό στοιχείο αναφερόμενο στην κατευθυντικότητα είναι το πολικό διάγραμμα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Δειγματοληπτικά κάποια πολικά διαγράμματα είναι τα εξής: γενικής κατεύθυνσης, καρδιοειδές, δικάτευθυντικό, τύπου 8.

Επίσης, στα χαρακτηριστικά ενός μικροφώνου αναφέρεται και η απόκριση συχνότητας. Σαν απόκριση συχνότητας για ένα μικρόφωνο μπορούμε να πούμε ότι είναι η περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων που μπορεί να αποδώσει το μικρόφωνο χωρίς μεγάλες απώλειες (η μεγαλύτερη λιγότερο από 3db). Από τον κατασκευαστή είναι απαραίτητο να δίνεται το χαρακτηριστικό αυτό, δηλαδή η χαρακτηριστική καμπύλη απόκρισης του μικροφώνου.

Επίσης, στα χαρακτηριστικά των μικροφώνων αναφέρονται και τα εξής:

- Ευαισθησία (mBar/V) ή απόδοση μικροφώνου. Ορίζεται η ικανότητα του μικροφώνου να δίνει στην έξοδο του μεγάλη τάση με την εφαρμογή μικρής ηχητικής πίεσης.
- Σύνθετη αντίσταση. Απαραίτητο στοιχείο για να έχουμε προσαρμογή, δηλαδή μέγιστη μεταφορά ενέργειας με την αντίσταση εισόδου του προενισχυτή που θα συνδεθεί το μικρόφωνο.
- Πιστότητα. Ορίζουμε την ικανότητα του μικροφώνου να μετατρέπει τα ακουστικά κύματα σε αντίστοιχα ηλεκτρικά χωρίς παραμόρφωση και τέλος η ακουστική ισχύς εξόδου.
- Απόκριση στις απότομες μεταβολές. Η απόκριση στις απότομες μεταβολές χαρακτηρίζει και την ευαισθησία του μικροφώνου έτσι, ώστε να είναι σε θέση να παρακολουθεί όλες τις μεταβολές πίεσης της ηχητικής πηγής. Η απόκριση του τύπου αυτού εξαρτάται και από τον τύπο του μικροφώνου,

δηλαδή τη μάζα του διαφράγματός του (πυκνωτικά 15mg – δυναμικά 75mg) και από τον συντελεστή απόσβεσης του μετατροπέα.

4.1.1 Μικρόφωνα άνθρακα

Η λειτουργία του μικροφώνου αυτού στηρίζεται στην κίνηση του διαφράγματος. Κάθε κίνηση στο διάφραγμα αλλάζει την πίεση που οδηγείται σε μια θήκη που περιέχει κόκκους άνθρακα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή της αντίστασης στη θήκη των κόκκων του άνθρακα.

Η ευαισθησία του μικροφώνου αυξάνεται όταν μικραίνει η RL. Το μικρόφωνο άνθρακα παρουσιάζει χαμηλή ευαισθησία και δεν συνιστάται για επαγγελματικές μικροφωνικές εγκαταστάσεις. Είναι ανθεκτικά, φθηνού κόστους και κατασκευής και δεν ανταποκρίνονται στις υψηλές ακουστικές συχνότητες, έχουν όριο απόδοσης 5000Hz. Κατ' αποκλειστικότητα χρησιμοποιούνται λόγω αυτών των χαρακτηριστικών σαν τηλεφωνικές μικροφωνικές κάψες. Δημιουργεί θορύβους που οφείλονται στις τυχαίες δονήσεις των κόκκων του άνθρακα. Η χαρακτηριστική αντίσταση του μικροφώνου άνθρακα είναι αρκετά χαμηλή 50-100 Ω. Χρησιμοποιείται έτσι για προενισχυτές χαμηλής αντίστασης εισόδου χωρίς προσαρμογή.

4.1.2 Μικρόφωνα κρυσταλλικά – Πιεζοηλεκτρικά

Είναι μικρόφωνα στα οποία η τάση που παράγεται είναι αποτέλεσμα της μηχανικής παραμόρφωσης σε ένα κρύσταλλο με πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες.

Σαν κρύσταλλο χρησιμοποιούμε χαλαζία σε σχήμα παραλληλεπίπεδο που κρυσταλλώνεται εξαγωνικά και κόβεται κάθετα στον οπτικό άξονα με μια διεύθυνση παράλληλη στον ηλεκτρικό άξονα.

Με την πίεση που ασκείται σε μια πλευρά του παραλληλεπίπεδου δημιουργείται ηλεκτρεγερτική δύναμη κάθετη. Η τάση που παράγεται από την παραμόρφωση είναι ανάλογη της μετατόπισης. Για να έχουμε ομοιόμορφα ευαίσθητο μικρόφωνο σε συνάρτηση με τη συχνότητα, πρέπει η μετατόπιση για μια σταθερή δύναμη που εφαρμόζεται να είναι ανάλογη της συχνότητας.

Επειδή οι κρύσταλλοι είναι ευαίσθητοι στην υγρασία και στις μεταβολές της θερμοκρασίας, τα αντίστοιχα παραγόμενα κρυσταλλικά μικρόφωνα χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, όπως σε στούντιο εγγραφής δίσκων ή για ειδικές κατασκευές μεγάφωνων. Τα μειονεκτήματα αυτά που αναφέραμε (υγρασίας – θερμοκρασίας) εξαλείφονται αν χρησιμοποιηθεί υλικό κατασκευής το τιτανικό βάριο σε κεραμικού τύπου κρυσταλλικά μικρόφωνα.

Τα κρυσταλλικά μικρόφωνα για συχνότητες 500-10000 Hz έχουν ομαλή καμπύλη απόκρισης. Επίσης παρουσιάζουν ικανοποιητική πιστότητα και λειτουργούν χωρίς εξωτερική τάση τροφοδοσίας, το δε βάρος τους είναι πολύ μικρό.

Μειονεκτήματα για τα μικρόφωνα του τύπου αυτού αναφέρονται:

1. Η γενική ευαισθησία τους και
2. Η μικρή αντοχή καταπόνησης.

4.1.3 Μικρόφωνα πυκνωτή – Ηλεκτροστατικά (CONDENSER)

Η λειτουργία τους στηρίζεται επάνω στη μεταβολή της ηλεκτρικής χωρητικότητας ενός πυκνωτή που σχηματίζει το ίδιο το μικρόφωνο κατασκευαστικά.

Αυτό το μικρόφωνο αποτελείται από μια τεντωμένη πλάκα που χωρίζεται από μια άλλη παράλληλη πλάκα με αέρα. Οι δύο αυτές μεταλλικές πλάκες αποτελούν και τους οπλισμούς του πυκνωτή. Η μεταβολή της πίεσης στην κινητή πλάκα αλλάζει την απόσταση των πλακών και συνεπώς την χωρητικότητα του πυκνωτή. Επειδή ο πυκνωτής είναι υπό τάση, κάθε μεταβολή της χωρητικότητας παρουσιάζεται σαν DC τάση στο φορτίο, που είναι ανάλογη της ηχητικής πίεσης. Αυτά τα σήματα από το φορτίο R ενισχύονται και οδηγούνται στη γραμμή μεταφοράς για τις ενισχυτικές βαθμίδες.

Αναφέρεται από τους κατασκευαστές σαν μικρόφωνο καλής απόκρισης στις υψηλές συχνότητες και άριστης πιστότητας, αλλά παρουσιάζει λειτουργικά μειονεκτήματα όπως:

1. Τάση τροφοδοσίας υψηλή
2. Ελάχιστο μήκος γραμμής μεταφοράς σήματος
3. Προενισχυτής μαζί με το μικρόφωνο
4. Μικρή ευαισθησία
5. Είναι ογκώδη.

Η εσωτερική αντίσταση των μικροφώνων πυκνωτή είναι υψηλή. Χρησιμοποιούνται σε κονσόλες αμέσου σύνδεσης – Studio και όπου είναι μόνιμη εγκατάσταση. Σήμερα χρησιμοποιούμε μικρόφωνα του τύπου αυτού όπου η τροφοδοσία γίνεται με ξηρά στοιχεία και αποδίδουν άριστα, και ονομάζονται electret.

4.1.4 Δυναμικά μικρόφωνα (DYNAMIC)

Η λειτουργία του δυναμικού μικροφώνου (ηλεκτροδυναμικό) στηρίζεται στο φαινόμενο να αναπτύσσεται τάση στα άκρα ενός πηνίου – αγωγού που κινείται μέσα σε ένα μόνιμο μαγνητικό πεδίο. Το πεδίο σχηματίζεται από ένα μόνιμο μαγνήτη. Η μορφή του πεδίου είναι ακτινωτή. Το σχήμα των πόλων του μαγνήτη είναι κυλινδρικό και ο ένας περιβάλλει τον άλλο.

Η λειτουργία του μικροφώνου έχει ως εξής: Το πηνίο κινείται μέσα στο διακενό που σχηματίζουν οι δύο πόλοι και κόβει κάθετα τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Τα ηχητικά κύματα προσπίπτουν επάνω στο διάφραγμα και το κινούν και μαζί του κινείται και το πηνίο που είναι ενωμένο. Έτσι δημιουργείται επαγωγική τάση, η οποία αναπτύσσεται στην αντίσταση RL που συνδέεται σε σειρά με το πηνίο. Για να έχει το συγκεκριμένο μικρόφωνο ικανοποιητική ευαισθησία περίπου στα 8mV/bar, θα πρέπει το δημιουργούμενο μαγνητικό πεδίο να είναι ισχυρό ενδεικτικής τιμής 10000 Gauss.

Η ευαισθησία του μικροφώνου αυτού σε σύγκριση με την ευαισθησία των άλλων μικροφώνων είναι πάρα πολύ υψηλή. Επίσης αρκετά υψηλή είναι η πιστότητά του. Στα πλεονεκτήματά του είναι ότι δεν χρειάζεται εξωτερική τροφοδοσία. Χρησιμοποιείται πολύ συχνά, σχεδόν παντού, σε μικροφωνικές εγκαταστάσεις και ραδιοθαλάμους. Η σύνθετή τους αντίσταση είναι και υψηλή και χαμηλή. Ανάλογα με την απαιτούμενη λειτουργική μονάδα, προσαρμόζουμε την ανάλογη αντίσταση μικροφώνου.

4.1.5 Μικρόφωνα ταινίας (RIBBON)

Το τμήμα του μικροφώνου που κινείται με την επίδραση των ηχητικών κυμάτων είναι μια λεπτή εύκαμπτος μεταλλική ταινία που στηρίζεται ανάμεσα στους πόλους ενός μαγνήτη.

Τα ηχητικά κύματα λοιπόν προσπίπτουν πάνω στην ταινία που την εξαναγκάζει σε παλμική κίνηση. Η κίνηση αυτή μέσα στο μαγνητικό πεδίο δημιουργεί επαγωγική τάση που εμφανίζεται στα άκρα της ταινίας. Εάν η ταινία προσβάλλεται από τα ηχητικά κύματα και από τις δύο πλευρές της, τότε το μικρόφωνο λέγεται «βαθμίδας πίεσης» ή μικρόφωνο «ταχύτητας», επειδή το ποσό της τάσης εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης της ταινίας. Εάν η ταινία προσβάλλεται από τα ηχητικά κύματα μόνο από τη μια πλευρά, τότε το μικρόφωνο λέγεται «τύπου πίεσης» ή απλώς «μικρόφωνο πίεσης». Αυτό σημαίνει ότι η πίσω πλευρά θα είναι συμπαγής.

1. Πλεονεκτήματα των μικροφώνων ταινίας είναι:
2. Υψηλή ευαισθησία.
3. Άριστη απόκριση σε όλο το ακουστικό φάσμα (30 – 15000 Hz).
4. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από δύο συνομιλητές λόγω διαγράμματος λήψης «δικατευθυντικό».

Παρουσιάζει μικρή εσωτερική αντίσταση, που σημαίνει ότι δε χρειάζεται προσαρμογή σε προενισχυτικές διατάξεις χαμηλής αντίστασης εισόδου. Σαν μειονέκτημα στα μικρόφωνα «τύπου πίεσης» αναφέρεται η χαμηλή πιστότητα. Αντίθετα, τα μικρόφωνα «βαθμίδας πίεσης» παρουσιάζουν υψηλή πιστότητα.

4.1.6 Ραδιομικρόφωνα

Τα μικρόφωνα του τύπου αυτού χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα, ειδικά εκεί που χρειάζεται ασύρματη σύνδεση μεταξύ μικροφώνου και ενισχυτών. Επίσης χρησιμοποιούνται σε ομιλητές – εισηγητές ή παρουσιαστές, οι οποίοι είναι δύσκολο να κρατούν και να περιφέρονται στο χώρο κίνησής τους με κάποιο μικρόφωνο συμβατό, ή να είναι καθηλωμένοι σε κάποιο επιτραπέζιο μικρόφωνο, ή το χειρότερο η κίνησή τους να γίνεται δύσκολη από τις γραμμές μεταφοράς σήματος (καλώδια).

Η όλη φιλοσοφία του συστήματος στηρίζεται στην εκπομπή κάποιου διαμορφωμένου σήματος (FM ή AM) μικρής ισχύος και η αντίστοιχη λήψη της από κάποιο συγκεκριμένο σημείο της ίδιας αίθουσας. Πρόκειται δηλαδή για ένα πομπό με διαμόρφωση πλάτους ή συχνότητας και για ένα αντίστοιχο δέκτη ίδιας συντονισμένης συχνότητας και διαμόρφωσης, που λαμβάνει όλα τα σήματα των μικροπομπών (όλοι οι μικροπομποί εκπέμπουν σε κοινή φέρουσα συχνότητα) που στη συνέχεια οδηγούνται στους ενισχυτές των αιθουσών ή οδηγούνται σε ραδιοφωνικούς ή τηλεοπτικούς πομπούς.

Προσπαθούμε να αποφεύγουμε τις περιοχές που χρησιμοποιούνται για εκπομπή - λήψη από τη ραδιοφωνία. Επιλέγουμε συνήθως τη συχνότητα των FM 80-82 MHz ή 144-146 MHz. Έτσι αποφεύγουμε την επικάλυψη από κάποιο τοπικό ραδιοσταθμό. Για να κατασκευαστεί ένα ραδιομικρόφωνο με επαγγελματικά χαρακτηριστικά, δηλαδή με σταθερή συχνότητα και υψηλή πιστότητα αναπαραγωγής, απαιτείται ένα σύνθετο κύκλωμα με κλείδωμα PLL, έτσι ώστε η συχνότητα εκπομπής να μην ολισθαίνει με το άγγιγμα του μικροφώνου ή της κεραίας, και ακόμη περισσότερο να μην επηρεάζεται από την αλλαγή της τάσης τροφοδοσίας.

4.1.7 Μικρόφωνα επαφής (Vibromike)

Σ' αυτόν τον τύπο ανήκουν τα μικρόφωνα που το διάφραγμα τους δονείται έμμεσα από τα μόρια του αέρα. Τα μικρόφωνα αυτά, όταν εφάπτονται καλά πάνω σε διάφορα υλικά μέσα, μετατρέπουν τις δονήσεις σε ηλεκτρικές τάσεις. Συνήθως είναι μικρόφωνα άνθρακα. Μεγάλη χρήση τους γίνεται στα μουσικά όργανα με την τοποθέτησή τους στο ηχείο. Άλλος τύπος είναι τα χειλεόφωνα και τα λαρυγγόφωνα. Αυτά, αν προσαρμοστούν στα χείλη και το λάρυγγα αντίστοιχα, διεγείρονται κατευθείαν από τις δονήσεις αυτών των σημείων του σώματος. Χρησιμοποιούνται σε χώρους που αναπτύσσονται ισχυροί θόρυβοι και συνεπώς καλύπτουν την ομιλία, σε στρατιωτικά σχήματα, αεροπλάνα και λοιπά.

4.2 Μετασχηματιστές ακουστικών συχνοτήτων

Οι απαιτήσεις για τους μετασχηματιστές ακουστικών συχνοτήτων είναι τέτοιες, ώστε τους κατατάσσουν σε μια ξεχωριστή κατηγορία μετασχηματιστών.

Οι μετασχηματιστές ΑΣ διαιρούνται σε: α) Μετασχηματιστές μικροφώνων, β) σύζευξης και γ) εξόδου. Αποτελούνται από δύο τυλίγματα, ένα πρωτεύον και ένα δευτερεύον (οι πιο απλοί από αυτούς). Χρησιμοποιούνται, αποκλειστικά σχεδόν, σε ενισχυτικές διατάξεις για την προσαρμογή αντιστάσεων και τη σύζευξη των ενισχυτικών βαθμίδων. Ο υπολογισμός τους είναι εξαιρετικά λεπτός και πολύπλοκος, από το γεγονός ότι πολλοί παράγοντες απαιτούνται γι' αυτόν, όπως: α) Όρια συχνοτήτων, β) μαγνητικές διαφυγές, γ) παράσιτες χωρητικότητες και λοιπά.

4.2.1 Μετασχηματιστές μικροφώνων (Microphone Transformers)

Είναι οι μετασχηματιστές που παρεμβάλλονται μεταξύ των μικροφώνων και της εισόδου των ενισχυτών χαμηλής συχνότητας για την προσαρμογή (των αντιστάσεων) τους. Η ισχύς τους είναι λίγων mW και πρέπει να ανταποκρίνονται σε όλο το φάσμα των ακουστικών συχνοτήτων, δηλαδή την περιοχή από 15 κύκλους έως 16 χιλιοκύκλους, όταν πρόκειται για ενισχυτές υψηλής ποιότητας. Επειδή οι ενισχυτές συνδέονται στην είσοδο της πρώτης ενισχυτικής βαθμίδας, πρέπει να είναι θωρακισμένοι (τοποθετημένοι μέσα σε μεταλλικά καλύμματα). Όστε να μην εισάγουν τάση βόμβου από επαγωγή.

4.3 Χαρακτηριστικά των μικροφώνων

Το μικρόφωνο, βασικό στοιχείο μιας μικροφωνικής εγκατάστασης, παίζει σημαντικό ρόλο γι' αυτήν. Η εκλογή του μικροφώνου πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Συγκεκριμένα, η ευαισθησία του στους ήχους που προέρχονται από κάθε διεύθυνση είναι το βασικό του κριτήριο. Γι' αυτό πρέπει να εξεταστεί το διάγραμμα συλλογής ή ευαισθησίας του μικροφώνου. Το υπερκαρδιοειδές διάγραμμα αποτελεί τελειοποίηση του καρδιοειδούς. Υπάρχουν επίσης μικρόφωνα με διαγράμματα χωρίς ιδιαίτερη ευαισθησία, με σχετική διευθυντική ικανότητα καθώς και με διπλή διευθυντική ικανότητα.

Τα μικρόφωνα με καρδιοειδές και υπερκαρδιοειδές διάγραμμα έλυσαν πολλά προβλήματα ηχητικής, επειδή παρουσιάζουν εκτεταμένο πεδίο προς τα εμπρός με απότομη νεκρή ζώνη προς τα πίσω. Με αυτά αποφεύγεται η ανάδραση του ήχου. Για την πιστή αναπαραγωγή των ήχων, το μικρόφωνο πρέπει να έχει ομοιόμορφη απόδοση σε όσο το δυνατόν πιο πλατιά ζώνη συχνοτήτων. Αν συγκρίνουμε τους διάφορους τύπους μικροφώνων από πλευράς πιστότητας, παρατηρούμε ότι:

Τη μεγαλύτερη πιστότητα απόδοσης παρουσιάζουν τα μικρόφωνα πυκνωτή, ακολουθούν κατά σειρά τα δυναμικά, μετά έρχονται τα κρυσταλλικά και τελευταία έρχονται τα μικρόφωνα άνθρακα με τη μικρότερη πιστότητα απόδοσης ή, διαφορετικά, με τις μεγαλύτερες παραμορφώσεις. Τη μεγαλύτερη τάση εξόδου παρουσιάζουν τα μικρόφωνα άνθρακα σε αντίθεση προς τα μικρόφωνα πυκνωτή, τα οποία παράγουν τη μικρότερη τάση εξόδου από όλα τα μικρόφωνα. Τα δυναμικά και τα κρυσταλλικά μικρόφωνα δίνουν μια μέση τιμή τάσης εξόδου, που εξαρτάται από την ποιότητά τους.

Τη μεγαλύτερη σύνθετη αντίσταση παρουσιάζουν τα μικρόφωνα πυκνωτή και τα κρυσταλλικά μικρόφωνα και γι' αυτό μπορούν να συνδεθούν χωρίς μετασχηματιστή σε ενισχυτές μεγάλης αντίστασης εισόδου. Αντίθετα, τα δυναμικά μικρόφωνα και τα μικρόφωνα ταινίας παρουσιάζουν μικρή εσωτερική αντίσταση. Για να συνδεθούν, μάλιστα, σε ενισχυτή μεγάλης αντίστασης εισόδου, απαιτούν μετασχηματιστή προσαρμογής. Μετασχηματιστή προσαρμογής χρησιμοποιούμε επίσης, όταν το καλώδιο του μικροφώνου απαιτείται να είναι πολλών μέτρων.

Τη μεγαλύτερη αντοχή παρουσιάζουν τα μικρόφωνα άνθρακα και κατόπιν ακολουθούν τα δυναμικά. Τέλος, τα μικρόφωνα πυκνωτή και τα κρυσταλλικά είναι μικρόφωνα με μικρή αντοχή και δεν επιδέχονται κακή μεταχείριση.

4.4 Βλάβες – έλεγχος – επισκευές

Τα μικρόφωνα παρουσιάζουν βλάβες εξαιτίας ισχυρών κρούσεων και κακής μεταχείρισης. Τα πιο ανθεκτικά μικρόφωνα σε δονήσεις είναι τα μικρόφωνα άνθρακα και έπειτα τα δυναμικά. Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, δεν επιτρέπεται η εφαρμογή τάσης για τον έλεγχό τους, ειδικά όταν πρόκειται για κρυσταλλικά μικρόφωνα. Η επισκευή τους πρέπει να γίνεται από ειδικευμένο τεχνικό, γιατί είναι πολύ λεπτή αν όχι και αδύνατη.

4.5 Microphone AMP

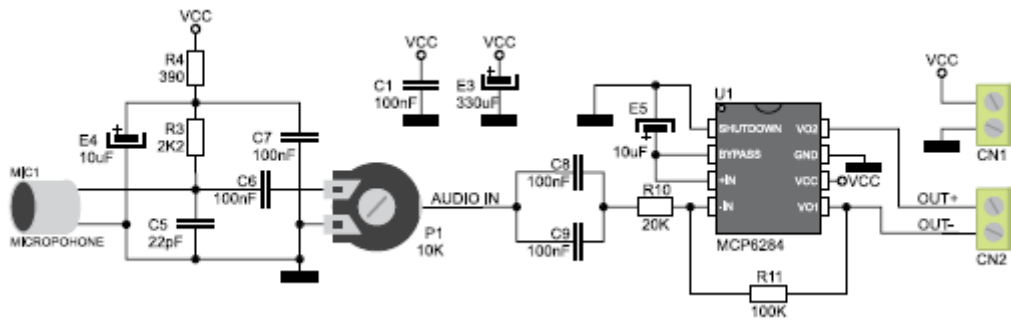
Το Microphone AMP αποτελεί μια πλακέτα ενίσχυσης των ηχητικών σημάτων που εντοπίζονται μέσω του ενσωματωμένου του μικροφώνου.



Εικόνα 4.1 Microphone AMP

Επισκόπηση οδήγησης ρομποτικού βραχίονα

Το Microphone AMP συνδέεται με εξωτερική τροφοδοσία μέσω βιδωτού τερματικού CN1. Η τάση τροφοδοσίας πρέπει να σταθεροποιηθεί ανάμεσα στα 3,3 και στα 5V DC. Ακολουθεί αναλυτικά το σχήμα συνδεσιμότητας.



Σχήμα 4.1 Σχήμα συνδεσιμότητας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ

5.1 Περιγραφή θέσης και προσανατολισμού

Στη ρομποτική πάντα ενδιαφερόμαστε για τη θέση των αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο. Αυτά τα αντικείμενα είναι: τα μέλη του ρομποτικού βραχίονα, τα εργαλεία με τα οποία συνεργάζονται αυτά, τα εξαρτήματα, καθώς και άλλα στοιχεία που συνθέτουν τον περιβάλλοντα χώρο. Σε μια πρώτη, ακροθιγή ίσως, αλλά σημαντική προσέγγιση, τα αντικείμενα αυτά περιγράφονται από δύο μόνο ιδιότητές τους: τη θέση και τον προσανατολισμό. Και φυσικά, αποτελεί θέμα άμεσου ενδιαφέροντος ο τρόπος με τον οποίο αναπαριστούμε και χειριζόμαστε, με χρήση μαθηματικών εργαλείων, αυτά τα μεγέθη.

Για την περιγραφή της θέσης και του προσανατολισμού ενός αντικειμένου στο χώρο, πάντοτε ορίζουμε ένα σύστημα συντεταγμένων, το πλαίσιο, που είναι αυστηρά συσχετισμένο με το αντικείμενο. Στη συνέχεια, περιγράφουμε τη θέση και τον προσανατολισμό του πλαισίου αυτού, ως προς κάποιο απόλυτο, κατά περίπτωση, σύστημα αναφοράς.

Κάθε πλαίσιο μπορεί να παίξει το ρόλο του συστήματος αναφοράς, ως προς το οποίο εκφράζουμε τη θέση και τον προσανατολισμό ενός αντικειμένου, μετασχηματίζοντας τις συντεταγμένες τους από ένα σύστημα σε κάποιο άλλο. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με την περιγραφή της θέσης και του προσανατολισμού άκαμπτων αντικειμένων, είναι πολύ χρήσιμη και σε άλλες γνωστικές περιοχές εκτός της ρομποτικής.

5.2 Κινηματική ρομποτικού βραχίονα

Κινηματική είναι η επιστήμη που μελετά την κίνηση χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις δυνάμεις που την προκαλούν. Στην κινηματική ενδιαφερόμαστε για τη θέση, την ταχύτητα, την επιτάχυνση και όλες τις παραγώγους (κάθε τάξης θεωρητικά) των μεταβλητών που περιγράφουν τη θέση (ως συνάρτηση του χρόνου ή άλλης μεταβλητής ή μεταβλητών). Έτσι, η εφαρμογή της κινηματικής σ' ένα ρομποτικό

βραχίονα έχει να κάνει αφενός με τις γεωμετρικές, αφετέρου με όλες τις χρονικά εξαρτώμενες ιδιότητες της κίνησης του.

Οι ρομποτικοί βραχίονες αποτελούνται από σχεδόν άκαμπτα στοιχεία, που καλούνται μέλη και συνδέονται με αρθρώσεις. Οι αρθρώσεις, επιτρέπουν στα γειτονικά μέλη να κινούνται σχετικά το ένα ως προς το άλλο. Εφοδιασμένες με αισθητήρες, είναι ικανές να καταγράφουν τη σχετική θέση δύο γειτονικών μελών. Οι αρθρώσεις που κινούνται περιστροφικά καλούνται περιστροφικές αρθρώσεις. Η κίνηση μιας περιστροφικής άρθρωσης μετρείται με βάση τη γωνία που σχηματίζουν τα δύο κινούμενα μέλη. Η γωνία αυτή καλείται γωνία άρθρωσης (joint angle). Κάποιοι βραχίονες φέρουν αρθρώσεις ολίσθησης που ονομάζονται πρισματικές (prismatic). Η μετρούμενη διαφορά στη θέση δύο μελών σ' αυτή την περίπτωση καλείται απλά μετατόπιση (joint offset).

Ο αριθμός των βαθμών ελευθερίας ενός ρομποτικού βραχίονα είναι ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών θέσης. Ο αριθμός αυτός πρέπει να είναι γνωστός και μονοσήμαντα ορισμένος για κάθε διάταξη, έτσι ώστε να είναι εφικτός ο προσδιορισμός της θέσης των τμημάτων που τη συνιστούν. Πρόκειται για μια γενική αρχή, που εφαρμόζεται σε όλους τους μηχανισμούς. Για παράδειγμα ένας μηχανισμός με τέσσερα μέλη, έχει ένα βαθμό ελευθερίας (παρόλο που υπάρχουν τρία κινούμενα μέλη). Σ' ένα τυπικό βιομηχανικό ρομπότ, ο ρομποτικός βραχίονας μοιάζει συνήθως με μια ανοιχτή κινηματική αλυσίδα. Σε κάθε άρθρωση του βραχίονα, συνήθως αντιστοιχίζεται μια μεταβλητή. Έτσι, ο αριθμός των βαθμών ελευθερίας, ισούται με τον αριθμό των αρθρώσεων του βραχίονα.

Στο ελεύθερο άκρο του βραχίονα (ελεύθερο άκρο της αλυσίδας των μελών που συνδέονται με αρθρώσεις) υπάρχει το κατάλληλο, κατά περίπτωση, εργαλείο που φέρει τη γενική ονομασία αποληκτήριο επενεργητής (end-effector). Ανάλογα με την εφαρμογή, ο αποληκτήριο επενεργητής μπορεί αν είναι αρπάγη, ηλεκτρόδιο συγκόλλησης, ηλεκτρομαγνήτης ή κάποια άλλη διάταξη. Γενικά, περιγράφουμε τη θέση του βραχίονα, περιγράφοντας τη σχετική θέση δύο συγκεκριμένων πλαισίων: του πλαισίου του εργαλείου (tool-frame) και του πλαισίου του ακίνητου τμήματος του βραχίονα, που καλείται πλαίσιο βάσης (base frame).

Το κυρίαρχο πρόβλημα στη μελέτη των υπό εξέταση διατάξεων, περιγράφεται ως κίνηση αρθρωτού βραχίονα με ελεύθερο άκρο. Αναφέρεται ως ευθύ πρόβλημα της κινηματικής (forward kinematics), σε αντιδιαστολή με το αντίστροφο πρόβλημα που συναντάμε παρακάτω. Είναι ένα γεωμετρικό πρόβλημα στατικής και η λύση

του συνιστάται στον υπολογισμό της θέσης και του προσανατολισμού της ενεργού απολήξεως. Συγκεκριμένα, δεδομένου ενός συνόλου γωνιών άρθρωσης, το πρόβλημα της κινηματικής επιλύεται υπολογίζοντας τη θέση και τον προσανατολισμό του πλαισίου της ενεργού απολήξεως ως προς το βασικό πλαίσιο. Μερικές φορές θεωρούμε ότι αυτό δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένας μετασχηματισμός. Συγκεκριμένα, η αναπαράσταση του ρομποτικού βραχίονα, μετασχηματίζεται από το χώρο των σφαιρικών, στο χώρο των Καρτεσιανών συντεταγμένων.

5.3 Το αντίστροφο πρόβλημα της κινηματικής

Έστω ότι γνωρίζουμε τη θέση και τον προσανατολισμό της ενεργού απολήξεως. Ζητάμε να υπολογιστούν όλα τα σύνολα γωνιών (των αρθρώσεων), που δυνητικά παράγουν τη συγκεκριμένη θέση και το συγκεκριμένο προσανατολισμό. Αυτό είναι ένα θεμελιώδες πρόβλημα που σχετίζεται με την πρακτική χρήση των ρομποτικών βραχιόνων.

Είναι ένα πολύπλοκο γεωμετρικό πρόβλημα, το οποίο για βιολογικά συστήματα αποτελεί πρόβλημα ρουτίνας που επιλύεται χιλιάδες φορές σε καθημερινή βάση. Στην περίπτωση όμως ενός τεχνουργήματος, όπως το ρομπότ, σχεδιάζεται απαραίτητα ένας αλγόριθμος. Στη συνέχεια ο αλγόριθμος εκτελείται από τον υπολογιστή ελέγχου, ο οποίος κάνει τους ενδεδειγμένους υπολογισμούς. Κατά κάποιο τρόπο, η επίλυση αυτού του προβλήματος είναι το σημαντικότερο στοιχείο για τη λειτουργία μιας ρομποτικής διάταξης.

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι πρόκειται για ένα πρόβλημα απεικόνισης θέσεων – σημείων ενός καρτεσιανού χώρου τριών διαστάσεων, στον αντίστοιχο χώρο σφαιρικών συντεταγμένων ενός ρομπότ. Η ανάγκη αυτής της απεικόνισης προκύπτει αβίαστα, κάθε φορά που τίθεται ένας στόχος ο οποίος περιγράφεται ως προς ένα εξωτερικό (καρτεσιανό) σύστημα συντεταγμένων. Μερικά πρώιμα ρομπότ, δεν διέθεταν τέτοιου είδους αλγόριθμο. Μετακινούνταν απλώς (πολλές φορές χειρωνακτικά) στις επιθυμητές θέσεις, οι οποίες στη συνέχεια αποθηκεύονταν ως ένα σύνολο σφαιρικών συντεταγμένων, για να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά. Προφανώς, όταν ένα ρομπότ χρησιμοποιείται με τέτοιο τρόπο (εγγραφή – αποθήκευση της κίνησης και αναπαραγωγή της εγγραφής) δεν χρειάζεται αλγόριθμος που συνδέει τα δύο συστήματα συντεταγμένων. Σήμερα,

ωστόσο, σπάνια βρίσκει κανείς βιομηχανικά ρομπότ που δεν διαθέτουν αλγόριθμους για την επίλυση του αντίστροφου προβλήματος της κινηματικής.

Το αντίστροφο πρόβλημα της κινηματικής δεν είναι τόσο απλό όσο το ευθύ, διότι οι εξισώσεις που καταρτίζονται στην περίπτωση αυτή είναι μη γραμμικές. Έτσι είναι δύσκολο (ή αδύνατο πολλές φορές) να βρεθεί λύση κλειστής μορφής (λύση, δηλαδή, που να υπολογίζεται σε πεπερασμένο αριθμό βημάτων). Επίσης αναδύονται ερωτήματα για την ύπαρξη ή την πολλαπλότητα των λύσεων.

Η διερεύνηση μιας τέτοιας γνωστικής περιοχής, μας κάνει να αντιληφθούμε τα επιτεύγματα του εγκεφάλου και του νευρικού μας συστήματος. Χωρίς συνειδητή σκέψη, κατευθύνουν τα χέρια μας να μετακινούν και να χειρίζονται αντικείμενα του περιβάλλοντος με εμφανή ευχέρεια. Η ύπαρξη ή όχι των λύσεων των εξισώσεων κίνησης καθορίζει τον χώρο εργασίας (workspace) ενός ρομποτικού βραχίονα. Η ανυπαρξία λύσης σημαίνει ότι ο βραχίονας δεν έχει πρόσβαση στη συγκεκριμένη θέση, με το συγκεκριμένο προσανατολισμό διότι η θέση αυτή βρίσκεται έξω από λειτουργική του περιοχή.

5.4 Ταχύτητες, στατικές δυνάμεις, ιδιομορφίες

Πέρα από την διερεύνηση των προβλημάτων που σχετίζονται με τη θέση, είναι επιθυμητό να αναλύσουμε τη συμπεριφορά του ρομποτικού βραχίονα καθώς αυτός κινείται. Συχνά, όταν επιχειρούμε να μελετήσουμε τις ταχύτητες που σχετίζονται με ένα μηχανισμό, ορίζουμε ένα πίνακα, που καλείται Ιακωβιανός πίνακας του βραχίονα. Ο Ιακωβιανός πίνακας είναι ένα βολικό εργαλείο, αφού απεικονίζει τις ταχύτητες από το σύστημα του χώρου αρθρώσεων στον Καρτεσιανό χώρο. Η δομή αυτής της απεικόνισης αλλάζει, βέβαια, ανάλογα με τη διαμόρφωση του βραχίονα. Σε συγκεκριμένα σημεία που καλούνται ιδιομορφίες, η απεικόνιση είναι μη αντιστρέψιμη. Η κατανόηση αυτού του φαινομένου είναι ουσιώδης για τους σχεδιαστές και τους χρήστες ρομποτικών βραχιόνων.

5.5 Δυναμική

Η Δυναμική είναι μια ευρύτατη γνωστική περιοχή που μελετά τις δυνάμεις που απαιτούνται για να προκληθεί κίνηση. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να επιταχύνουμε ένα βραχίονα, από τη θέση ηρεμίας έως μια σταθερή ταχύτητα με την οποία να

κινείται ο αποληκτήριο επενεργητής. Ας υποθέσουμε επίσης, ότι στη συνέχεια θέλουμε να τον επιβραδύνουμε μέχρι να σταματήσει. Για να πετύχουμε αυτές τις κινήσεις θέλουμε να τον επιβραδύνουμε μέχρι να σταματήσει. Για να πετύχουμε αυτές τις κινήσεις απαιτείται η εφαρμογή, από τους ενεργοποιητές των αρθρώσεων, ροπών που υπαγορεύονται από πολύπλοκες συναρτήσεις. Η ακριβής μορφή της ροπής για κάθε ενεργοποιητή εξαρτάται από τις χωρικές και χρονικές ιδιότητες της διαδρομής που ακολουθεί ο αποληκτήριο επενεργητής. Εξαρτάται επιπλέον, από την αδράνεια των μελών του βραχίονα και του ωφέλιμου φορτίου, από την τριβή στις αρθρώσεις κ.ο.κ. Συνεπώς, μια μέθοδος ελέγχου του ρομποτικού βραχίονα, τέτοια ώστε αυτός να ακολουθεί την επιθυμητή πορεία, εμπλέκει τον υπολογισμό των συναρτήσεων ροπής των ενεργοποιητών με τη χρήση των δυναμικών εξισώσεων κίνησης του βραχίονα.

Οι αλγόριθμοι που σχεδιάζουμε για τον έλεγχο ενός ρομπότ, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τη δυναμική συμπεριφορά των συστημάτων που μετέχουν στην κίνηση. Μια δεύτερη χρήση των δυναμικών εξισώσεων της κίνησης είναι η προσομοίωση. Με την αναδιάρθρωση των εξισώσεων, η επιτάχυνση υπολογίζεται ως συνάρτηση της ροπής των ενεργοποιητών. Έτσι είναι δυνατό να προσομοιώσουμε την κίνηση του βραχίονα ως αποτέλεσμα ενός συνόλου ροπών που εφαρμόζουν οι ενεργοποιητές. Καθώς το κόστος της υπολογιστικής ισχύος πέφτει σταδιακά, η χρήση των τεχνικών προσομοίωσης αυξάνεται και αποκτά βαρύνουσα σημασία για πολλούς τομείς.

5.6 Καθορισμός τροχιάς

Ένας συνηθισμένος τρόπος για να προκαλέσουμε μια ισορροπημένη και ελεγχμένη κίνηση ενός ρομπότ είναι η εφαρμογή ενός ομαλού τύπου κίνησης στις αρθρώσεις μέσω μιας ομαλής συνάρτησης του χρόνου. Είναι φυσικό, όλες οι αρθρώσεις να ξεκινούν και να σταματούν ταυτόχρονα έτσι ώστε να υπάρχει συγχρονισμός στο σύνολο της διάταξης. Ο ακριβής υπολογισμός αυτών των συναρτήσεων κίνησης συνιστά το πρόβλημα καθορισμού της τροχιάς.

Συνήθως, μια διαδρομή δεν περιγράφεται μόνο από την τελική θέση αλλά και από μερικές ενδιάμεσες ή από ενδιάμεσα σημεία μέσω των οποίων διαγράφει τη πορεία του προς το στόχο ο ρομποτικός βραχίονας. Για την ομαλή αυτή συνάρτηση

που παράγει την όδευση μέσω των δεδομένων ενδιάμεσων σημείων, χρησιμοποιούμε συχνά τον όρο καμπύλη εξομάλυνσης (spline).

Για να αναγκάσουμε τον αποληκτήριο επενεργητή να διαγράψει μια ευθεία γραμμή (ή οποιαδήποτε άλλη γεωμετρικά καθορισμένη πορεία), στο χώρο, πρέπει να υπολογίσουμε τις κινήσεις των αρθρώσεων που θα την προκαλέσουν. Πρέπει δηλαδή να μετατρέψουμε την επιθυμητή κίνηση σε ένα ισοδύναμο σύνολο κινήσεων των αρθρώσεων.

5.7 Σχεδίαση ρομποτικών βραχιόνων και αισθητήρες

Θεωρητικά, οι ρομποτικοί βραχίονες είναι γενικής χρήσεως διατάξεις με πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, τα οικονομικά στοιχεία μας πληροφορούν ότι ο στόχος που τελικά υλοποιείται, επηρεάζει καθοριστικά τη μηχανολογική σχεδίαση ενός βραχίονα. Οι σχεδιαστές, εκτός από το μέγεθος, την ταχύτητα και την ικανότητα ανάληψης φορτίου, λαμβάνουν επιπλέον υπόψη τους τον αριθμό των απαιτούμενων αρθρώσεων και τη γεωμετρική τους διάταξη. Η μελέτη όλων αυτών των παραμέτρων διαμορφώνει το μέγεθος και την ποιότητα του λειτουργικού χώρου του βραχίονα, την ακαμψία της όλης κατασκευής και άλλες ιδιότητες.

Όσες περισσότερες αρθρώσεις διαθέτει ένας βραχίονας, τόσο πιο επιδέξιος και πιο ικανός είναι. Φυσικά, η κατασκευή του είναι δυσκολότερη και πιο ακριβή. Για την κατασκευή ενός χρήσιμου ρομπότ, ακολουθούμε δύο προσεγγίσεις: μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα εξειδικευμένο ρομπότ, χρήσιμο για μια συγκεκριμένη εργασία ή να κατασκευάσουμε ένα ρομπότ γενικής χρήσεως, ικανό να υλοποιήσει μια ευρεία γκάμα στόχων. Στην περίπτωση του εξειδικευμένου ρομπότ, μια προσεκτική μελέτη οδηγεί στην επίλυση του προβλήματος του απαραίτητου αριθμού αρθρώσεων. Είναι ενδιαφέρον ότι στην περίπτωση του ρομπότ γενικής χρήσεως, ο βέλτιστος αριθμός αρθρώσεων υπαγορεύεται από τις θεμελιώδεις ιδιότητες του κόσμου μας και είναι κατ' ελάχιστο έξι.

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό του βραχίονα, είναι και τα ζητήματα που πραγματεύονται την επιλογή τύπου και θέσης των ενεργοποιητών, των συστημάτων επικοινωνίας, και των εσωτερικών αισθητήρων.

5.8 Γραμμικός έλεγχος θέσης

Ορισμένοι βραχίονες είναι εφοδιασμένοι με βηματικούς κινητήρες ή άλλους ειδικούς ενεργοποιητές, που επιτρέπουν την άμεση υλοποίηση μιας επιθυμητής τροχιάς. Ωστόσο, οι βραχίονες κατά πλειοψηφία, καθοδηγούνται από ενεργοποιητές που ασκούν δυνάμεις ή ροπές στα μέλη τους, για να προκαλέσουν τις επιθυμητές κινήσεις. Για τις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητος ένας αλγόριθμος υπολογισμού των εν λόγω ροπών. Η επίλυση των προβλημάτων που θέτει η δυναμική είναι ουσιώδης προϋπόθεση για το σχεδιασμό τέτοιων αλγορίθμων. Ωστόσο, δεν αποτελεί από μόνη της λύση στο παρόν πρόβλημα. Για τον έλεγχο θέσης ενός γνωστού συστήματος, απαιτείται η αυτόματη αντιστάθμιση των σφαλμάτων και η καταστολή των διαταραχών που το αποσπούν από την επιθυμητή τροχιά. Για να το πετύχουμε αυτό, οι αισθητήρες θέσης και ταχύτητας παρακολουθούνται από τον αλγόριθμο ελέγχου. Μέσω αυτού υπολογίζονται οι ροπές των ενεργοποιητών.

5.9 Μη γραμμικός έλεγχος θέσης

Τα συστήματα ελέγχου που βασίζονται σε γραμμικές προσεγγίσεις είναι πολύ δημοφιλή στη σύγχρονη βιομηχανική ρομποτική. Όμως, η πλήρης διερεύνηση της μη γραμμικής δυναμικής των ρομποτικών διατάξεων είναι απαραίτητη για το σχεδιασμό αλγορίθμων ελέγχου. Ήδη προτείνονται κάποια βιομηχανικά ρομπότ που χρησιμοποιούν αλγορίθμους ελέγχου που βασίζονται στη μη γραμμική δυναμική. Αυτές οι μη γραμμικές τεχνικές ελέγχου υπόσχονται καλύτερη συμπεριφορά των ρομπότ από ότι οι γραμμικές προσεγγίσεις.

5.10 Κινηματική ρομποτικών βραχιόνων

Κινηματική ονομάζεται η επιστήμη που εξετάζει την κίνηση χωρίς να εξετάζει τις δυνάμεις που την προκαλούν. Στην κινηματική ενδιαφερόμαστε για τη θέση, την ταχύτητα, την επιτάχυνση και όλες τις παραγώγους των μεταβλητών που περιγράφουν τη θέση. Έτσι, η εφαρμογή της κινηματικής σε ένα ρομποτικό βραχίονα, έχει να κάνει αφενός με τις γεωμετρικές, αφετέρου με όλες τις χρονικά εξαρτώμενες ιδιότητες της κίνησης του.

5.10.1 Περιγραφή των μελών του βραχίονα

Ως βραχίονα μπορούμε να θεωρήσουμε κάθε διάταξη με μορφή αλυσίδας, σωμάτων που συνδέονται μεταξύ του με αρθρώσεις. Τα σώματα αυτά καλούνται μέλη του βραχίονα. Οι αρθρώσεις συνδέουν γειτονικά μέλη. Ο όρος ολισθαίνον ζεύγος (lower pair) χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια άρθρωση που χαρακτηρίζεται από δύο επιφάνειες που η μία ολισθαίνει πάνω στην άλλη.

Οι μηχανικοί που σχεδιάζουν ρομποτικούς βραχίονες, προτιμούν τις αρθρώσεις που διαθέτουν μόνο ένα βαθμό ελευθερίας. Οι αρθρώσεις που χρησιμοποιούνται στους περισσότερους βραχίονες είναι δύο ειδών: οι περιστροφικές (revolute joints) και οι αρθρώσεις ολίσθησης που καλούνται πρισματικές (prismatic joints).

Τα μέλη του βραχίονα αριθμούνται. Στην ακίνητη βάση του, αντιστοιχεί ο αριθμός 0. Το πρώτο κινούμενο μέλος έχει τον αριθμό 1. Η αρίθμηση συνεχίζεται με αυτή τη λογική μέχρι το ελεύθερο άκρο του βραχίονα που φέρει τον αριθμό n . Για την τοποθέτηση ενός αποληκτῆριου στον χώρο, απαιτούνται κατ' ελάχιστον έξι αρθρώσεις. Ένας τυπικός βραχίονας έχει πέντε ή έξι αρθρώσεις. Μερικά ρομπότ δεν είναι τόσο απλά όσο μια απλή κινηματική αλυσίδα.

Για τη σχεδίαση ενός απλού μέλους ενός τυπικού ρομπότ, λαμβάνονται υπόψη ποικίλες παράμετροι όπως: ο τύπος του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί, η αντοχή και η ακαμψία του μέλους, η θέση και ο τύπος έδρασης των αρθρώσεων (joint bearing), το εξωτερικό σχήμα, το βάρος, η αδράνεια και άλλα. Ωστόσο, για να καταστρώσουμε τις εξισώσεις κίνησης, ορίζουμε το μέλος ως ακολούθως: Μέλος θεωρείται ένα άκαμπτο αντικείμενο που καθορίζει τη σχέση μεταξύ των αξόνων δύο γειτονικών αρθρώσεων ενός βραχίονα. Οι άξονες των αρθρώσεων είναι ευθείες στο χώρο. Συνεπώς, από τη σκοπιά της κινηματικής, το μέλος μπορεί να περιγραφεί με δύο παραμέτρους. Αυτές που καθορίζουν τη σχετική θέση μεταξύ των δύο αξόνων.

Για κάθε ζεύγος αξόνων στο χώρο, υπάρχει μια καλώς ορισμένη διαδικασία μέτρησης της απόστασής τους. Συγκεκριμένα, η απόσταση αυτή μετρείται πάνω στην ευθεία που είναι κάθετη και στους δύο άξονες. Αυτή η κοινή κάθετη υπάρχει και είναι μοναδική. Εξαίρεση αποτελεί η ειδική περίπτωση των παράλληλων αξόνων. Τότε, υπάρχουν άπειρες κοινές κάθετες, πάνω στις οποίες μετρείται πάντα το ίδιο μήκος, ως απόσταση των δύο αξόνων. Η δεύτερη παράμετρος ονομάζεται στρέψη του μέλους (link twist). Στην περίπτωση τεμνόμενων αξόνων, η στρέψη μετρείται στο επίπεδο που τους περιέχει.

5.10.2 Περιγραφή συνδεσμολογίας μελών

Από άποψη μηχανολογικού σχεδιασμού, το πρόβλημα της συνδεσμολογίας των μελών ενός βραχίονα, θέτει πολλά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν. Σε αυτά περιλαμβάνονται ζητήματα που αφορούν αφενός στην αντοχή των αρθρώσεων και τη λίπανση τους, αφετέρου στη συναρμολόγηση των μηχανισμών κίνησης και των εδράνων. Ωστόσο, όταν εξετάζουμε την κινηματική συμπεριφορά, ενδιαφερόμαστε μόνο για τα δύο μεγέθη που προσδιορίζουν επαρκώς τον τρόπο συνδεσμολογίας των μελών.

5.10.2.1 Ενδιάμεσα μέλη (στην αλυσίδα)

Τα γειτονικά μέλη έχουν ένα κοινό άξονα, τον άξονα της άρθρωσης που τα συνδέει. Μια παράμετρος που αφορά στη συνδεσμολογία τους, είναι η απόσταση μεταξύ τους, μετρούμενη επάνω σ' αυτόν τον κοινό τους άξονα. Η παράμετρος αυτή καλείται μετάθεση μέλους (link offset). Η δεύτερη παράμετρος είναι η σχετική στροφή των δύο γειτονικών μελών, ως προς αυτόν τον άξονα. Αυτή, καλείται γωνία άρθρωσης (joint angle).

5.10.2.2 Οι παράμετροι που σχετίζονται με τα μέλη

Ένα ρομπότ μπορεί να περιγραφεί από κινηματική άποψη, με την απόδοση τιμών σε τέσσερα μεγέθη για κάθε μέλος. Δύο από αυτά περιγράφουν το μέλος κάθε αυτό και τα άλλα δύο τη συνδεσμολογία του με κάποιο γειτονικό μέλος. Στη συνήθη περίπτωση μιας άρθρωσης, έχουμε τη μεταβλητή της άρθρωσης (joint variable) ενώ τα άλλα τρία μεγέθη αποδίδονται με το γενικό όρο παράμετροι μέλους (link parameters). Στην περίπτωση των πρισματικών αρθρώσεων έχουμε άλλη μεταβλητή της άρθρωσης. Η παραπάνω συμφωνία που καθορίζει το πλαίσιο προσδιορισμού και περιγραφής ενός μηχανισμού, ονομάζεται σημειογραφία των Denavit – Hartenberg.

5.11 Ρομποτικός βραχίονας OWI 535

Ο ρομποτικός βραχίονας OWI 535 είναι από τα πιο προσιτά έτοιμα συστήματα ρομποτικής. Διαθέτει πέντε κινητήρες d.c., αρπάγη που ανοίγει και κλείνει, καρπό ο οποίος ακολουθεί κίνηση 120 μοιρών, αγκώνα που περιστρέφεται 300 μοίρες, βάση

Επισκόπηση οδήγησης ρομποτικού βραχίονα

κίνησης έως 180 μοίρες και βάση περιστροφής στις 270 μοίρες. Επίσης φτάνει ως κατακόρυφη απόσταση μέχρι και τις 15 ίντσες, οριζόντια απόσταση έως και 12,6 ίντσες, ενώ έχει ανυψωτική ικανότητα αντικειμένου με βάρος μέχρι 100 γραμμάρια.



Εικόνα 5.1 Ρομποτικός βραχίονας OWI 535

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

6.1 Έλεγχος θέσης και ταχύτητας ρομπότ με έλεγχο θέσης ενεργοποιητών

Είναι επιθυμητό να επιτύχουμε τον κατάλληλο έλεγχο του ενεργοποιητή κάθε άρθρωσης, ώστε κάθε σύνδεσμος να αποκτήσει επιθυμητή θέση, ταχύτητα και επιτάχυνση σε σχέση με τον προηγούμενο σύνδεσμο, ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες δυνάμεις ή ροπές που ασκούνται στο σύνδεσμο από τους γειτονικούς συνδέσμους ή το περιβάλλον. Έτσι εξασφαλίζονται επιθυμητά χαρακτηριστικά θέσης και κίνησης των συνδέσμων του ρομποτικού βραχίονα, τα οποία με τη σειρά τους εξασφαλίζουν επιθυμητή θέση και κίνηση του εργαλείου τελικής δράσης. Από την οπτική του ελέγχου είναι πιο εύκολο να επιτευχθεί επιθυμητή γενικευμένη δύναμη (δύναμη ή ροπή) των ενεργοποιητών των αρθρώσεων από ότι να επιτευχθεί επιθυμητή μεταβλητή της άρθρωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο έλεγχος θέσης παρεμποδίζεται από τις δυνάμεις που ασκούνται στον ενεργοποιητή (φαινόμενες επιταχύνσεις του στάτορα, εξωτερικές και αδρανειακές δυνάμεις του φορτίου). Έτσι, η πιο διαδεδομένη στρατηγική ελέγχου ρομποτικών βραχιόνων είναι αυτή που στηρίζεται στη θεώρηση ότι η γενικευμένη δύναμη που ασκεί κάθε ενεργοποιητής στην αντίστοιχη άρθρωση είναι ικανοποιητικά ελεγχόμενη. Η στρατηγική ελέγχου του ρομποτικού βραχίονα η οποία στηρίζεται στην παραδοχή ότι ελέγχεται ικανοποιητικά η θέση του ενεργοποιητή μπορεί να μην παρουσιάζει αρκετά από τα πλεονεκτήματα της αντίστοιχης στρατηγικής με έλεγχο γενικευμένης δύναμης του ενεργοποιητή, αλλά διευκολύνει την εισαγωγή στο πρόβλημα. Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η στρατηγική που στηρίζεται στον έλεγχο θέσης του ενεργοποιητή έχει πληθώρα εφαρμογών.

Όσον αφορά το πρόβλημα του ελέγχου θέσης των συνδέσμων του ρομποτικού βραχίονα, ο ενεργοποιητής κάθε άρθρωσης είναι ένα δυναμικό σύστημα, το οποίο δέχεται ως είσοδο (ελεγχόμενη είσοδο) ηλεκτρικό σήμα (συνήθως τάση) και δίνει ως έξοδο (απόδοση ή απόκριση του συστήματος) τη μεταβλητή της αντίστοιχης άρθρωσης. Ο ενεργοποιητής δέχεται μια επιπλέον είσοδο, η οποία είναι η γενικευμένη δύναμη που ασκείται στον ενεργοποιητή από τους δύο συνδέσμους

μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ο ενεργοποιητής. Η επιπλέον αυτή είσοδος καλείται διαταραχή. Η διαταραχή οφείλεται σε εξωτερικές γενικευμένες δυνάμεις, αδρανειακές δυνάμεις και φαινόμενες επιταχύνσεις.

Ο στόχος των τεχνικών ελέγχου θέσης που εφαρμόζονται σε ενεργοποιητές είναι να εφαρμοστεί κατάλληλη είσοδος, ώστε να παραχθεί επιθυμητή έξοδος. Με τον όρο επιθυμητή έξοδος εννοείται επιθυμητή συνάρτηση του χρόνου για το σήμα εξόδου, γεγονός που μπορεί να συνεπάγεται και επιθυμητή πρώτη και δεύτερη παράγωγο (δηλαδή επιθυμητή σχετική ταχύτητα και επιτάχυνση του συνδέσμου). Αυτός ο σχεδιαστικός στόχος παρεμποδίζεται σημαντικά από την παρουσία των διαταραχών. Για αυτό το λόγο οι τεχνικές ελέγχου στοχεύουν επιπλέον στην εξασθένιση της επίδρασης των διαταραχών στην έξοδο του ενεργοποιητή.

Ο ελεγκτής είναι ένα δυναμικό σύστημα, το οποίο δέχεται πληροφορία από το σύστημα που ελέγχει, π.χ. τον ενεργοποιητή, και παράγει κατάλληλο σήμα εισόδου, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή απόδοση του συστήματος. Το συνολικό σύστημα ενεργοποιητή και ελεγκτή ονομάζεται σύστημα κλειστού βρόχου.

Το σήμα εισόδου που ενεργοποιεί την όλη διαδικασία του συστήματος κλειστού βρόχου, καλείται εξωτερική είσοδος. Η εξωτερική είσοδος έχει το χαρακτήρα εξωτερικής εντολής και πολλές φορές επιλέγεται να είναι ίση με την επιθυμητή έξοδο. Με τον όρο εσωτερικές μεταβλητές χαρακτηρίζονται οι μεταβλητές εκτός της εισόδου και της εξόδου που είναι σημαντικές για τον χαρακτηρισμό της συμπεριφοράς του ενεργοποιητή. Η ταυτότητα των μεταβλητών αυτών ποικίλλει ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ενεργοποιητή. Για τον καλύτερο έλεγχο του κινητήρα είναι χρήσιμο να μπορούν να μετρηθούν οι εσωτερικές μεταβλητές.

Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, ο στόχος των τεχνικών ελέγχου θέσης για ενεργοποιητές αλλάζει και πλέον είναι το να βρεθεί κατάλληλος ελεγκτής ώστε η έξοδος να ακολουθεί ικανοποιητικά την εξωτερική είσοδο, ενώ ταυτόχρονα η επίδραση των διαταραχών στην έξοδο να είναι όσο πιο μικρή γίνεται. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η δεύτερη από τις παραπάνω απαιτήσεις είναι αναγκαία για την ικανοποίηση της πρώτης.

6.1.1 Ενεργοποιητές

Η μεταβολή των μεταβλητών των αρθρώσεων υλοποιείται από τους ενεργοποιητές που είναι προσαρμοσμένοι σε κάθε άρθρωση. Οι ενεργοποιητές

που χρησιμοποιούνται στους ρομποτικούς βραχίονες είναι δυναμικά συστήματα που δέχονται σαν είσοδο ένα ηλεκτρικό σήμα και δίνουν σαν έξοδο τη μεταβλητή της άρθρωσης. Το ηλεκτρικό σήμα συνήθως παράγεται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Οι ενεργοποιητές επιτυγχάνουν την επιθυμητή τιμή της μεταβλητής της άρθρωσης ασκώντας στο σύνδεσμο που ακολουθεί την άρθρωση κατάλληλη γενικευμένη δύναμη (δύναμη ή ροπή).

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι ενεργοποιητών που συναντώνται στους ρομποτικούς βραχίονες είναι οι υδραυλικοί ενεργοποιητές και κυρίως οι ηλεκτρικοί κινητήρες. Οι τελευταίοι διακρίνονται σε κινητήρες συνεχούς ρεύματος και κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι υδραυλικοί ενεργοποιητές μετατρέπουν ένα ηλεκτρικό σήμα σε ανάλογο σήμα πίεσης, που παράγεται με τη χρήση υγρού. Η πίεση του υγρού χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τη γραμμική ή περιστροφική κίνηση κατάλληλων μηχανισμών. Ένας υδραυλικός ενεργοποιητής αποτελείται από τρία επιμέρους τμήματα. Το πρώτο τμήμα παρέχει το υγρό υπό πίεση. Το δεύτερο τμήμα χρησιμοποιεί την παροχή του υγρού για να ρυθμίσει την πίεση σε επίπεδα ανάλογα με το ηλεκτρικό σήμα που δέχεται από τον ελεγκτή. Τέλος, το τρίτο τμήμα μετατρέπει την πίεση σε γραμμική ή περιστροφική κίνηση ανάλογου μεγέθους.

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες είναι συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική. Οι κινητήρες αποτελούνται από δύο βασικά τμήματα, το στάτορα, που είναι συνήθως ακίνητο στερεό σώμα, και το ρότορα που είναι κινούμενο – ως προς το στάτορα – σώμα. Ο στάτορας είτε είναι μόνιμος μαγνήτης, είτε έχει τυλίγματα αγωγών που διαρρέονται από ρεύμα. Το ανάλογο ισχύει και για το ρότορα. Η περίπτωση στην οποία και οι δύο είναι μόνιμοι μαγνήτες αποκλείεται. Η αλληλεπίδραση των μαγνητικών πεδίων του ρότορα και του στάτορα προκαλεί την εμφάνιση μαγνητικών δυνάμεων (ροπών), κάτω από την επίδραση των οποίων περιστρέφεται ο ρότορας. Στο ρότορα, εκτός από τις ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις, ασκούνται ακόμα δυνάμεις από το φορτίο. Με τον όρο φορτίο εννοείται το στερεό σώμα που είναι συνδεδεμένο στο ρότορα και κινείται εξαιτίας της κίνησης του ρότορα.

Οι κινητήρες διακρίνονται σε κινητήρες συνεχούς ρεύματος και σε κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος στηρίζονται στην αρχή ότι όταν στερεό σώμα διαρρέεται από ρεύμα εντός μαγνητικού πεδίου, ασκείται δύναμη επάνω του. Η αρχή αυτή συνήθως καλείται νόμος Faraday. Στους

κινητήρες συνεχούς ρεύματος ο ρότορας τοποθετείται είτε από μόνιμο μαγνήτη, είτε από τη διέλευση συνεχούς ρεύματος μέσα από τα τυλίγματα του στάτορα. Τα τυλίγματα του ρότορα (οπλισμός του ρότορα) τροφοδοτούνται επίσης με ρεύμα (ρεύμα οπλισμού). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μαγνητικών δυνάμεων επάνω στο ρότορα, που προκαλούν την περιστροφή του.

Η λειτουργία των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος στηρίζεται και αυτή στο νόμο του Faraday. Στους κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος, ο ρότορας δεν δέχεται εξωτερική τροφοδοσία με ηλεκτρική τάση. Ο στάτορας έχει τυλίγματα που διαρρέονται από εναλλασσόμενα ρεύματα με διαφορά φάσης μεταξύ τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την περιστροφή του μαγνητικού πεδίου που περιβάλλει το ρότορα. Έτσι, εμφανίζονται επαγωγικά ρεύματα στις περιελίξεις του ρότορα. Τα μαγνητικά πεδία που προκαλούνται από αυτά τα επαγωγικά ρεύματα στο ρότορα τείνουν να ευθυγραμμιστούν με τα αντίστοιχα του στάτορα. Η κατεύθυνση περιστροφής του ρότορα καθορίζεται από τη σχέση προήγησης-καθυστέρησης φάσης μεταξύ των ρευμάτων που διαρρέουν τα τυλίγματα του στάτορα.

6.1.2 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη

Η λειτουργία κινητήρων συνεχούς ρεύματος στηρίζεται στην εμφάνιση μαγνητικών δυνάμεων (που προκαλούνται από το μαγνητικό πεδίο του στάτορα) επάνω στα τυλίγματα του ρότορα. Στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη ο στάτορας είναι οπλισμένος με μόνιμο μαγνήτη, ο οποίος δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο του στάτορα.

6.1.3 PD ελεγκτής – Δομή και χαρακτηριστικά

Για να επιτευχθεί επιθυμητή συμπεριφορά εφαρμόζεται στο σύστημα του ενεργοποιητή ένας νόμος ελέγχου που καλείται PD ελεγκτής, από τους αγγλικούς όρους “P”: proportional (αναλογικός) και “D”: derivative (διαφορικός). Η αλληλεπίδραση των δύο δυναμικών συστημάτων, δηλαδή του συστήματος ανοικτού βρόχου (κινητήρας) και του ελεγκτή μπορεί να οδηγήσει σε σύστημα κλειστού βρόχου (κινητήρας + ελεγκτής) με επιθυμητή συμπεριφορά. Η εφαρμογή του ελεγκτή στο σύστημα του κινητήρα επιτυγχάνει αποκοπή της επίδρασης της διαταραχής στην έξοδο με ταυτόχρονο τέλειο ταίριασμα της εξόδου σε εντολή. Η ταυτόχρονη ικανοποίηση των δύο αυτών κριτηρίων καλείται τέλειος έλεγχος εξόδου.

Η υλοποίηση του ελεγκτή προϋποθέτει την ακριβή γνώση τριών μεγεθών:

1. Της στροφής
2. Της γωνιακής ταχύτητας
3. Του ρεύματος οπλισμού.

Ο νόμος ελέγχου παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα:

1. Επιτυγχάνει τέλειο έλεγχο εξόδου.
2. Το σύστημα κλειστού βρόχου είναι ασυμπτωτικά ευσταθές.
3. Ο ελεγκτής υλοποιείται με μετρήσεις στις στροφές, τον υπολογισμό (ή μέτρηση) της γωνιακής ταχύτητας, τη μέτρηση του ρεύματος και τον υπολογισμό της παραγώγου του ρεύματος.

Μειονεκτήματα:

1. Για κάθε ασυνέχεια της εξωτερικής εισόδου εμφανίζεται κρουστική συνάρτηση στη γωνιακή ταχύτητα και πρώτη παράγωγος της κρουστικής συνάρτησης και κρουστική συνάρτηση στο ρεύμα.
2. Σε περίπτωση που η μέτρηση του ρεύματος έχει θόρυβο υψηλής συχνότητας ή παρουσιάζεται σημαντικό σφάλμα στη μέτρηση του ρεύματος, η παράγωγος του ρεύματος υλοποιείται με σημαντικά σφάλματα, γεγονός που οδηγεί τη σχεδίαση του ελεγκτή σε αστοχία.

6.1.4 Έλεγχος θέσης και ταχύτητας ρομποτικών βραχιόνων

Ο έλεγχος θέσης και ταχύτητας ρομποτικών βραχιόνων αποσκοπεί στην επίτευξη επιθυμητής θέσης και προσανατολισμού, καθώς και επιθυμητών ταχυτήτων για το εργαλείο τελικής δράσης. Η επιθυμητή θέση και προσανατολισμός, καθώς και η επιθυμητή γωνιακή ταχύτητα και ταχύτητα μετατόπισης καθορίζονται από τις ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής. Το πρόβλημα εμπλουτίζεται αν εκτός από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για το εργαλείο τελικής δράσης συμπεριληφθούν και χαρακτηριστικά για τους υπόλοιπους συνδέσμους (συνήθως σε μορφή τεχνικών περιορισμών). Το πρόβλημα θέσης, προσανατολισμού και ταχυτήτων για το εργαλείο τελικής δράσης επιλύεται συνδυάζοντας την αναλυτική επίλυση του αντίστροφου κινηματικού προβλήματος

θέσης και προσανατολισμού του ρομποτικού βραχίονα, με τον τέλειο έλεγχο εξόδου για τους ενεργοποιητές του ρομποτικού βραχίονα.

6.1.5 P ελεγκτής - Ασυμπτωτικός έλεγχος θέσης

Η εφαρμογή του PD ελεγκτή εμφανίζει τα μειονεκτήματα που προαναφέρθηκαν, τα οποία οφείλονται στην παρουσία της παραγώγου στην ανατροφοδότηση. Για το λόγο αυτό μπορεί να σχεδιαστεί ένας ελεγκτής τύπου P για κινητήρες συνεχούς ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη. Ο ελεγκτής επιτυγχάνει την ασυμπτωτική ευστάθεια του συστήματος του κινητήρα. Επιπλέον, επιτυγχάνεται η ασυμπτωτική ακολούθηση της εξωτερικής εισόδου από την έξοδο του κινητήρα (γωνία στροφής ή μετατόπιση του φορτίου), για την περίπτωση που η εξωτερική είσοδος είναι σταθερό σήμα. Η ιδιότητα αυτή είναι χρήσιμη για τον έλεγχο της κίνησης ρομποτικών βραχιόνων, για την περίπτωση που είναι επιθυμητό να προσεγγίσει το εργαλείο τελικής δράσης συγκεκριμένα σημεία στο χώρο, χωρίς να ενδιαφέρει η τροχιά που θα ακολουθήσει κατά την προσέγγιση των σημείων αυτών.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα παρά το γεγονός ότι έχει σχετική ακρίβεια σε σύγκριση με αυτή του PD ελεγκτή. Όμως είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι η αποτελεσματικότητα της παραπάνω μεθόδου μειώνεται όσο αυξάνεται η διαταραχή. Έτσι θα μπορούσε να πει κανείς ότι η μέθοδος είναι αποτελεσματική για την εφαρμογή σε έναν ενεργοποιητή ρομποτικού βραχίονα, ότι το βάρος των συνδέσμων είναι αμελητέο, το πιθανό βάρος που φέρει το εργαλείο τελικής δράσης είναι μικρό και οι επιταχύνσεις των συνδέσμων (συμπεριλαμβανομένου και του εργαλείου τελικής δράσης) είναι επίσης μικρές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Ανασκόπηση

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτέλεσε μια προσπάθεια κατανόησης των ρομποτικών συστημάτων και συγκεκριμένα των ρομποτικών βραχιόνων, οι οποίοι έχουν δυνατότητα κίνησης, και μάλιστα μέσω φωνητικών εντολών όπου λαμβάνουν μέσω μικροφώνου από άνθρωπο. Για τη θεμελίωση της προσπάθειας αυτής, έγινε αναφορά στη θεωρία που αφορά τα ρομπότ ώστε να κατανοηθεί η λειτουργία και η χρησιμότητά τους, μέσω παρουσίασης κάποιων εφαρμογών και βασικών γνώσεων φύγω από αυτά, των επιμέρους κατηγοριών τους, της δομής τους αλλά και της δυνατότητας προγραμματισμού τους, η οποία στην περίπτωση του παρόντος θέματος μας απασχολεί ιδιαίτερα.

Στη συνέχεια, παρουσιάστηκαν οι πληροφορίες όπου συγκεντρώθηκαν σχετικά με τα συστήματα ελέγχου και αναφέρθηκαν τα θετικά του προγραμματιζόμενου ελέγχου, τα οποία εντοπίζονται και στο ρομποτικό σύστημα που εξετάζουμε. Επίσης, υπήρξε ξεχωριστή μνεία στο Tina C, ένα ολοκληρωμένο σύστημα προγραμματιζόμενου ελέγχου της εταιρείας Texas Instruments, το οποίο θα μπορούσε να ενσωματωθεί στο ρομποτικό σύστημα και με τον κατάλληλο προγραμματισμό να βοηθήσει στην μεταφορά των εντολών κίνησης που δέχεται από το μικρόφωνο προς τους κινητήρες του βραχίονα.

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος εισόδου εντολών του ρομποτικού βραχίονα, αναλύθηκαν λεπτομερώς τα μικρόφωνα από άποψη λειτουργίας, κατηγοριών, χαρακτηριστικών, ειδών και λοιπά. Επίσης παρουσιάστηκε το ηλεκτρονικό περιφερειακό Microphone AMP, το οποίο αποτελεί ένα πρακτικό παράδειγμα προς χρήση για σύνδεση ήχου στο εν λόγω σύστημα.

Βασικό μέλος του συστήματος αυτού είναι ο ρομποτικός βραχίονας. Για το λόγο αυτό, παρουσιάστηκαν σε ξεχωριστό κεφάλαιο από αυτό των ρομπότ τα μέλη του και πως αυτά συνδέονται μεταξύ τους, ο τρόπος κίνησής του, η τροχιά του, ο

έλεγχος της θέσης του, ο προσανατολισμός του. Επίσης για το σκοπό της δυνατότητας εφαρμογής του συστήματος που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, γίνεται μια αναφορά στα χαρακτηριστικά του ρομποτικού βραχίονα OWI 535.

Τέλος, αφού αναφερόμαστε στην οδήγηση ενός ρομποτικού βραχίονα, δηλαδή στην κίνησή του, γίνεται ανάλυση της λειτουργίας των κινητήρων που εμπεριέχονται σε αυτούς. Συγκεκριμένα, στον τρόπο με τον οποίο ελέγχουν τη θέση και την ταχύτητα των βραχιόνων, τη δομή, τα χαρακτηριστικά τους και άλλα.

7.2 Επίτευξη στόχων

Οι στόχοι της εργασίας εκτιμάται ότι πραγματοποιήθηκαν πλήρως. Η μελέτη των επιμέρους συστημάτων που χρειάζονται για την κατανόηση της λειτουργίας ενός ρομποτικού βραχίονα οδηγούμενου με φωνητικές εντολές ολοκληρώθηκε πλήρως και διεξοδικά, με συμπερίληψη των πρακτικών τρόπων για την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω του διαδικτύου, των εκπαιδευτικών συγγραμμάτων του προγράμματος σπουδών του τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, αλλά και σχετικών βιβλίων από τη Βιβλιοθήκη του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα.

7.3 Περιορισμοί

Όπως σε κάθε προσπάθεια, έτσι και στην συγκεκριμένη υπήρξαν περιοριστικοί παράγοντες. Υπήρχε η αρχική επιθυμία για μια παρουσίαση της λειτουργίας του ολοκληρωμένου συστήματος προγραμματιζόμενου ελέγχου Tina C και ειδικότερα για την υλοποίηση του συγκεκριμένου συστήματος. Λόγω όμως της διευρυμένης χρήσης αντίστοιχων ολοκληρωμένων συστημάτων άλλων εταιρειών, όπως Arduino ή Raspberry, δεν υπήρχε αρκετό υλικό στο διαδίκτυο ώστε να είναι ευκολότερη η παρουσίαση των δυνατοτήτων του ενσωματωμένου του λογισμικού του αλλά και της δημιουργίας ενός προγράμματος για την εφαρμογή του εν λόγω συστήματος στην πράξη.

7.4 Πιθανές επεκτάσεις

Μια επέκταση της εργασίας θα μπορούσε να αποτελέσει η πρακτική εφαρμογή της μέσω σύνδεσης ενός ολοκληρωμένου συστήματος προγραμματιζόμενου ελέγχου με είσοδο μικροφώνου και αυτών με ένα ρομποτικό βραχίονα. Επίσης ο ρομποτικός βραχίονας, για αύξηση των δυνατοτήτων κίνησης, θα μπορούσε να είναι και ο ίδιος κινούμενος, σαν ένα ολοκληρωμένο ρομποτικό σύστημα. Μια προσθήκη σε αυτή την υλοποίηση θα ήταν να υπάρχει η δυνατότητα μηχανικής μάθησης, ούτως ώστε το ρομπότ να «μαθαίνει» τις διαδρομές οι οποίες του υπαγορεύονται μέσω φωνητικών εντολών. Ακόμη, μετά από περαιτέρω κατανόηση της λειτουργίας αναγνώρισης φωνητικών εντολών, θα μπορούσαμε να έχουμε ανάπτυξη πολύπλοκων εφαρμογών φωνητικού ελέγχου. Ένα παράδειγμα εφαρμογής θα ήταν σε πρότυπα προγράμματα εκπαίδευσης μαθητών ώστε να έρθουν από μικρή ηλικία σε επαφή με τη ρομποτική.

7.5 Προοπτικές τεχνολογικών πεδίων

Η σημερινή αξιοποίηση των τεχνολογιών αναγνώρισης, σύνθεσης και κατανόησης φωνής ήδη έχει δώσει αποτελέσματα με εφαρμογές και υπηρεσίες. Η εξέλιξή της, όμως, φαίνεται ότι μπορεί να έχει σημαντική επίδραση σε πληθώρα πεδίων, όπως η εκπαίδευση, τα συστήματα ασφαλείας, ο απομακρυσμένος έλεγχος έξυπνων οικιακών συσκευών και άλλα. Από την άλλη, τα ρομποτικά συστήματα έχουν ήδη αναμφισβήτητα δείξει αποτελέσματα σε τομείς όπως η ιατρική, η βιομηχανία και η διαστημική έρευνα. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα πραγματοποιούν τεχνολογικά άλματα, δίνοντας δείγματα ενός επιστημονικού πεδίου που μπορεί να αλλάξει τον σύγχρονο τρόπο ζωής μας.

Οι παραπάνω τεχνολογικοί τομείς, εφόσον συνδυαστούν με τον κατάλληλο τρόπο, μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα ευφυή συστήματα και εφαρμογές. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα για δημιουργία πρωτοποριακών αλλά και ουσιαστικών υπηρεσιών στο άμεσο μέλλον, οι οποίες θα είναι κοντά στις σύγχρονες ανάγκες του ανθρώπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Collins, D. (1997). *Προγραμματιζόμενοι ελεγκτές Ένας πρακτικός οδηγός*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλας.
- Craig, J. J. (2008). *Εισαγωγή στην ρομποτική μηχανική και αυτόματος έλεγχος*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλας.
- MikroElektronika*. (n.d.). Retrieved from https://www.mikroe.com/microphone-amp-board?search_query=microphone+amp&results=4
- Owi Robots*. (n.d.). Retrieved from <http://www.owirobots.com/store/catalog/robotic-arm-and-accessories/owi-535-robotic-arm-edge-kit-110.html>
- Texas Instruments*. (n.d.). Retrieved from <http://www.ti.com/tool/EK-TM4C123GXL>
- Wikipedia*. (n.d.). Retrieved from <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84>
- Wikipedia*. (n.d.). Retrieved from <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE>
- Wikipedia*. (n.d.). Retrieved from <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CF%8C%CF%86%CF%89%CE%BD%CE%BF>
- Βούκαλης, Δ. Χ. (2006). *Ρομποτική - Αυτόματα θεωρία - πράξη γύρω από τα ρομπότ*. Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική.
- Δουλγέρη, Ζ. (2007). *Ρομποτική κινηματική, δυναμική και έλεγχος αρθρωτών βραχιόνων*. Αθήνα: Κριτική.
- Εμίρης, Δ. Μ. (2006). *Ρομποτική*. Αθήνα: Τεκδοτική Σέλκα - 4Μ.
- Ζερβάκος, Α. Β. (1985). *Τεχνολογία ηλεκτρονικών εξαρτημάτων*. Αθήνα.
- Κουμπουλής, Φ. Ν. (2002). *Εισαγωγή στη Ρομποτική*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Τουσούνης, Ν. (1998). *Ηλεκτρονικές ηχητικές διατάξεις Θεωρία και πράξη*. Αθήνα: Ίων.

