



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης  
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών  
Τμήμα Μηχανολογίας

**-Πτυχιακή εργασία-  
Προγραμματισμός ρομπότ RoboNova**



*Σπουδαστής:*  
**Τσαντάκης Μανώλης**

*A.M.:*  
**5092**

*Επιβλέπων καθηγητής:*  
**ΚΑΒΒΟΥΣΑΝΟΣ ΜΑΝΩΛΗΣ**  
Καθηγητής τμήματος Μηχανολογίας Τ.Ε.Ι Κρήτης

**Ηράκλειο  
2012**



## Ευχαριστίες

Η πτυχιακή αυτή εργασία, αναπτύχθηκε στο εργαστήριο ρομποτικής στο τμήμα Μηχανολόγων του Τ.Ε.Ι Ηρακλείου Κρήτης. Νιώθω την ανάγκη και την υποχρέωση να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν στην υλοποίηση αυτής της εργασίας, όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Καταρχήν, θέλω να ευχαριστήσω βαθύτατα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Καββουσάνο Μανόλη, όπου εκτός από την βοήθεια του, τις συμβουλές του και την καθοδήγηση του για την αποπεράτωση αυτής της εργασίας, με στήριξε ηθικά και με βοήθησε να υλοποιήσω περισσότερα πράγματα που αφορούν την επιστημονική μου πορεία. Ευχαριστώ επίσης όλους τους καθηγητές μου, για τις γνώσεις που μου προσέφεραν και ξεχωριστά τον κ. Φασουλά Ιωάννη, για τον χρόνο που μου αφιέρωσε βοηθώντας με στην πτυχιακή μου εργασία.

Επιπλέον, δεν μπορώ να ξεχάσω την στήριξη και την βοήθεια όλων των συμφοιτητών μου μέσα, αλλά και έξω από το εργαστήριο. Χωρίς την βοήθεια αυτών, θα ήταν πολύ δύσκολο να ολοκληρωθεί η εργασία.

Τέλος, η συμπαράσταση της οικογένειάς μου, όλα αυτά τα χρόνια, όπως και όλων μου των φίλων, ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	5
Σκοπός της εργασίας.....	6
Κεφάλαιο 1: Robot.....	7
1.1 Robot (ρομπότ) .....	7
1.2 Ανθρωπόμορφα ρομπότ .....	9
1.2.1 Τι είναι και πως μοιάζει ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ .....	9
1.2.2 Παρουσίαση ανθρωπόμορφων ρομπότ .....	10
Κεφάλαιο 2: Τα κύρια μέρη ενός ρομπότ.....	17
2.1 Σερβοκινητήρες R/C (R/C servos).....	17
2.1.1 Τυπικοί σερβοκινητήρες.....	17
2.1.2 Ψηφιακοί Σερβοκινητήρες (Digital servos) .....	21
2.2 Ελεγκτές (Controllers) .....	22
2.2.1 Τι είναι και τι κάνει ένας ελεγκτής .....	22
2.2.2 Μικροελεγκτές (Microcontrollers) .....	24
2.2.3 Παρουσίαση σύγχρονων ελεγκτών - μικροελεγκτών - compilers.....	25
2.3 Αισθητήρια (Sensors) .....	30
2.3.1 Ανάλυση και χρήση αισθητηρίων .....	30
2.3.2 Αισθητήρια όργανα που χρησιμοποιεί το Robonova - Γενικά.....	32
2.3.3 Συμπεράσματα .....	36
Κεφάλαιο 3: Το Robonova .....	37
3.1 Παρουσίαση του ρομπότ .....	37
3.2 Περιβάλλον προγραμματισμού .....	39
3.3 Τρόποι επικοινωνίας με το Robonova .....	42
3.4 Δυνατότητα ενσωμάτωσης πρόσθετων εξαρτημάτων-παρελκόμενων στο Robonova .....	45
Κεφάλαιο 4: Ανάπτυξη προγραμμάτων του Robonova .....	47
4.1 Απλό πρόγραμμα χωρίς την χρήση εξωτερικών αισθητηρίων.....	49
4.2 Παρουσίαση εξωτερικών αισθητήρων .....	63

4.3 Πρόγραμμα με την βοήθεια εξωτερικών αισθητηρίων.....	65
Παράρτημα .....	72
Βιβλιογραφία .....	81

## Εισαγωγή

Στην σημερινή εποχή η ανάγκη για αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών, γίνεται όλο και πιο έντονη. Συνέχεια ακούγονται λέξεις όπως, βελτιστοποίηση ποιότητας ζωής, αυτοματοποίηση στον βιομηχανικό τομέα, έξυπνο σπίτι κ.α. Στο μέλλον υπολογίζεται ότι κάθε νοικοκυριό ή χώρος εργασίας, θα έχει αυτοκινούμενες μηχανές, οι οποίες θα πραγματοποιούν εργασίες που είναι αδύνατες, κουραστικές ή/και βαρετές για τον άνθρωπο. Αυτές οι μηχανές, οι αποκαλούμενες ρομπότ, θα πρέπει να έχουν αναπτύξει ένα δικό τους τρόπο πλοήγησης, απόφασης και δράσης.

Σε αυτή την εργασία θα πειραματιστούμε με το πρόβλημα του προγραμματισμού ενός ρομπότ, καθώς επίσης θα χρησιμοποιήσουμε και εξωτερικά αισθητήρια για την βελτίωση των κινήσεων που έχουμε δημιουργήσει, δίνοντας έτσι την ψευδαίσθηση ότι το ρομπότ μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα. Ειδικότερα για το κάθε κεφάλαιο, έχουμε τα εξής:

- Κεφάλαιο 1: Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται εισαγωγή στα ρομπότ και τα χαρακτηριστικά τους και παρουσιάζονται διάφορα ανθρωπόμορφα ρομπότ.
- Κεφάλαιο 2: Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύονται οι έννοιες, σερβοκινητήρες, αισθητήρια, ελεγκτές-μικροελεγκτές.
- Κεφάλαιο 3: Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται παρουσίαση του Robonova, καθώς γίνεται και αναφορά στο περιβάλλον προγραμματισμού του και στους τρόπους επικοινωνίας με αυτό. Επίσης, παρουσιάζονται κάποιες τροποποιήσεις που μπορούν να γίνουν στο ήδη υπάρχον ρομπότ.
- Κεφάλαιο 4: Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι που προγραμματίστηκαν και υλοποιήθηκαν, στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας. Τέλος, δίνονται πληροφορίες των αισθητηρίων που χρησιμοποιήθηκαν, για την αποπεράτωση της εργασίας.
- Παράρτημα: Δίνεται φωτογραφικό υλικό από το στάδιο κατασκευής του Robonova.

## Σκοπός της εργασίας

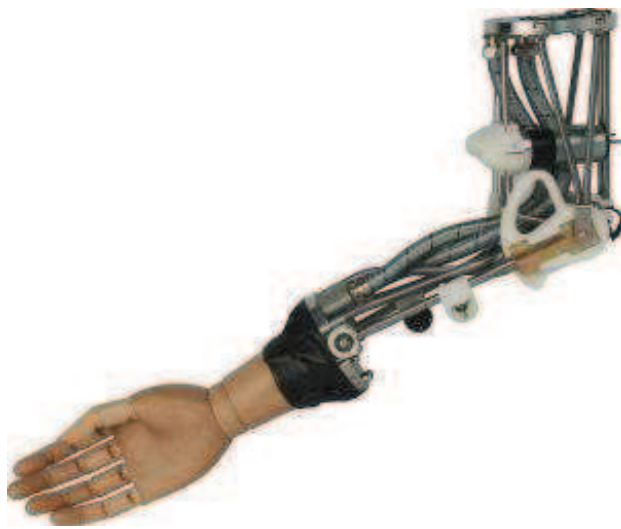
Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας, είναι η ανάπτυξη προγραμμάτων με την βοήθεια υπολογιστικών συστημάτων και γλωσσών προγραμματισμού, με αποτέλεσμα τον προγραμματισμό ενός ρομπότ. Ουσιαστικά, γίνεται προσπάθεια για την ανάδειξη των ικανοτήτων και των λειτουργιών που μπορεί να έχει και να κάνει ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ και συγκεκριμένα το Robopona-I, μέσω προγραμμάτων και οδηγιών, για τα οποία υπεύθυνος είναι ο εκάστοτε χειριστής. Επίσης, σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση διαφόρων εννοιών που σχετίζονται με τα ρομπότ και τα ανθρωπόμορφα ρομπότ, προκειμένου να καταλάβει αυτή την πτυχιακή εργασία και ο μη ειδικός του κλάδου της ρομποτικής.

## Κεφάλαιο 1: Robot

### 1.1 Robot (ρομπότ)

Ένα **ρομπότ** είναι μια μηχανική συσκευή η οποία μπορεί να υποκαθιστά τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες. Ένα ρομπότ μπορεί να δράσει κάτω από τον απευθείας έλεγχο ενός ανθρώπου ή αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός προγραμματισμένου υπολογιστή.

Τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να κάνουν εργασίες οι οποίες είναι δύσκολες ή επικίνδυνες για να γίνουν απευθείας από έναν άνθρωπο. Σε άλλες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν εργασίες ταχύτερα ή φθηνότερα απ' ότι ο άνθρωπος. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αυτόματη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κάποιου προϊόντος και με χαμηλότερο κόστος (για παράδειγμα, στις αλυσίδες παραγωγής).



Η λέξη ρομπότ προέρχεται από το σλαβικό *robot* που σημαίνει εργασία. Καθιερώθηκε ως όρος με την σημερινή του έννοια το 1920 από τον Τσέχο θεατρικό συγγραφέα Karel Čapek στο έργο του "R.U.R." (Rossum's Universal Robots), όπου σατιρίζει την εξάρτηση της κοινωνίας από τους μηχανικούς εργάτες (ρομπότ) της τεχνολογικής εξέλιξης

και που τελικά εξοντώνουν τους δημιουργούς τους.

Από τα πρώτα ρομπότ που αναφέρονται στη λογοτεχνία είναι ο Τάλως από την ελληνική μυθολογία και οι 20 τρίποδες λέβητες του Ηφαίστου.



Με την ανάπτυξη και μελέτη των ρομπότ ασχολείται η ρομποτική, επιστήμη που αποτελεί συνδυασμό πολλών κλάδων άλλων επιστημών, κυρίως δε της μηχανολογίας, της ηλεκτρονικής και της πληροφορικής.

Σημαντική συνεισφορά για τα ρομπότ είχε ο Ισαάκ Ασίμωφ (φιλόλογος) με τους τρεις νόμους της ρομποτικής που διατύπωσε στα διηγήματά του.

Είναι σημαντική η ανάπτυξη ρομπότ που να



έχουν τα αναγκαία χαρακτηριστικά ώστε να είναι φιλικά και ωφέλιμα προς τον άνθρωπο. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται στοιχεία κοινωνικής νοημοσύνης.

Στην επιστημονική φαντασία συνήθως συναντούνται ρομπότ τα οποία έχουν τη μορφή ανθρώπου. Αυτά τα ρομπότ καλούνται ανδροειδή. Σήμερα υπάρχουν ανδροειδή robot (androids) που κατασκευάστηκαν για να υποδυθούν ανθρώπινα όντα.



## 1.2 Ανθρωπόμορφα ρομπότ

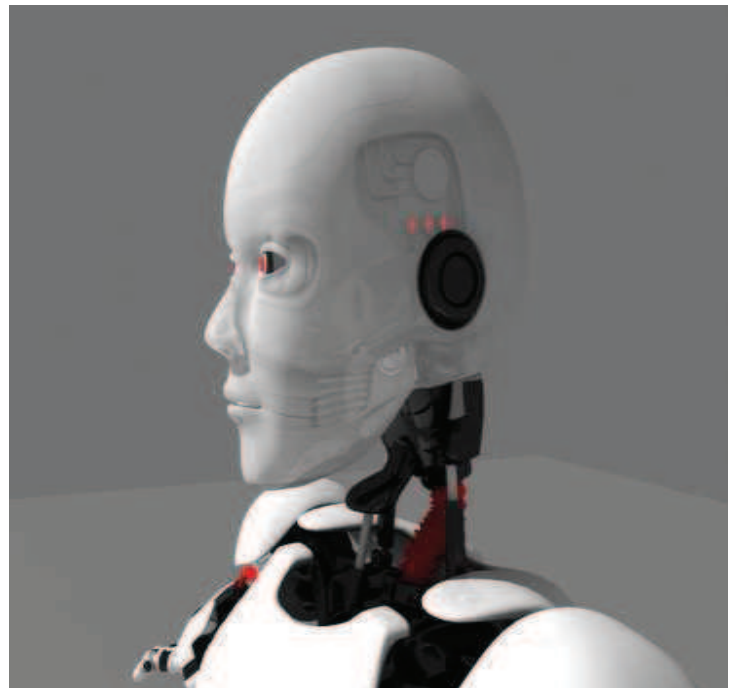
### 1.2.1 Τι είναι και πως μοιάζει ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ



Τα ανθρωπόμορφα ρομπότ είναι ρομπότ των οποίων η συνολική εμφάνιση είναι βασισμένη στο ανθρώπινο σώμα και τους επιτρέπει να αλληλεπιδρούν με ανθρώπινα εργαλεία ή περιβάλλοντα.

Σε γενικές γραμμές τα ανθρωπόμορφα ρομπότ έχουν ένα κορμό με ένα κεφάλι, δύο χέρια και δύο πόδια, αν και μερικές μορφές ανθρωπόμορφων ρομπότ μπορεί να αποτελούνται από κάποια μέρη του σώματος, για παράδειγμα, από την μέση και πάνω. Μερικά ανθρωπόμορφα ρομπότ επίσης, μπορεί να έχουν μόνο ένα «πρόσωπο», με τα «μάτια» και το «στόμα».

Ανδρoειδή ρομπότ είναι ανθρωπόμορφα ρομπότ, τα οποία κατασκευάστηκαν για να μοιάζουν αισθητικά με έναν άνθρωπο (π.χ. εκφράσεις κλπ.).



## 1.2.2 Παρουσίαση ανθρωπόμορφων ρομπότ

## 1. Ο ASIMO της Honda.



Ο Asimo είναι ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ τελευταίας τεχνολογίας, με ύψος 130 cm και βάρος 54 kg. Τροφοδοτείται από μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία λιθίου 51,8 volt, η οποία του δίνει διάρκεια λειτουργίας 1 hr. Επίσης, είναι εξοπλισμένο με ένα επεξεργαστή, ένα μετατροπέα σήματος και μια μνήμη.

Ο Asimo έχει την ικανότητα να περπατάει, αλλά και να τρέχει φτάνοντας τα 6 km/h, καθώς επίσης μπορεί να κάνει διάφορες άλλες κινήσεις αφού διαθέτει 34 βαθμούς ελευθερίας. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει τα κινούμενα αντικείμενα, διάφορες στάσεις του σώματος, χειρονομίες, το γύρω περιβάλλον, τους ήχους και τα πρόσωπα, τα οποία του

επιτρέπουν να αλληλεπιδρά με τους ανθρώπους. Άλλο χαρακτηριστικό του Asimo είναι ότι, μπορεί να ανιχνεύσει τις κινήσεις πολλαπλών αντικειμένων και επίσης να καθορίσει την απόσταση και κατεύθυνση τους. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στο ρομπότ να ακολουθήσει ένα άτομο/πρόσωπο ή να το αποφύγει όταν αυτό πλησιάζει πάνω του. Επίσης, μπορεί να διακρίνει φωνές από άλλους ήχους και αυτό του επιτρέπει να προσδιορίζει τους «συντρόφους» του.

Ο Asimo είναι σε θέση να ανταποκρίνεται στο όνομά του και να απαντά σε ερωτήσεις νεύοντας ή παρέχοντας μια λεκτική απάντηση. Τέλος, μπορεί να αναγνωρίσει περίπου 10 διαφορετικά πρόσωπα και να τα αντιμετωπίσει με βάση το όνομα τους.

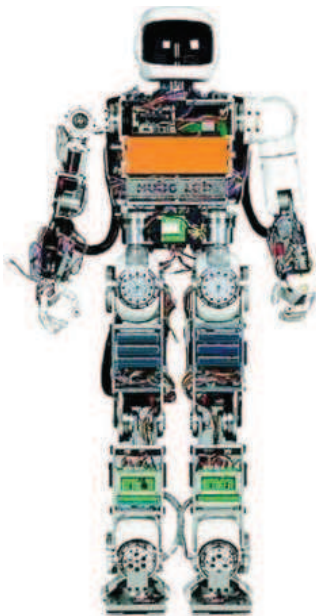


## 2. Ο TITAN της Cyberstein Robots.



Ο Titan έχει ύψος 2,4 m και βάρος 60 kg και κατασκευάστηκε αποκλειστικά για να ψυχαγωγεί το κοινό. Μπορεί να τραγουδήσει, να χορέψει, να μιλήσει, να κάνει πλάκες, να γελάει, διασκεδάζοντας οποιονδήποτε τον βλέπει, αφού υποδύεται πολλαπλές/διάφορες προσωπικότητες όπως και οι άνθρωποι. Τροφοδοτείται από την τελευταίας τεχνολογίας μπαταρία LiFePO<sub>4</sub> (Lithium Ferrous Phosphate), η οποία του δίνει την δυνατότητα να λειτουργεί μέχρι και 8 hr με μία μόνο φόρτιση. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του είναι ότι έχει την μεγαλύτερη μνήμη στον κόσμο, λόγω της τεράστιας βάσης δεδομένων του.

## 3. Ο HUBO-2 της Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).



Το όνομα HUBO είναι συντόμευση του humanoid robot (“ανθρωποειδές ρομπότ”) και αναπτύχθηκε το 2008-2009. Έχει 40 βαθμούς ελευθερίας, διάρκεια συνεχούς λειτουργίας 120 min, ύψος 1,25 m και βάρος 45 kg. Ο Hubo-2 διαθέτει αναγνώριση φωνής και ικανότητες σύνθεσης, καθώς και εξελιγμένη όραση στην οποία τα δύο μάτια του κινούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Στο τελικό ρομπότ, δόθηκε μια λεπτότερη σχεδίαση με αλουμινένιο σκελετό και πλαίσιο από πολυανθρακικό υλικό, με αποτέλεσμα το ρομπότ να είναι ελαφρώς ψηλότερο, αλλά σημαντικά (20%) ελαφρύτερο από τους προκατόχους του (KHR-0, KHR-1, KHR-2, KHR-3 HUBO, Albert HUBO). Οι κινήσεις του HUBO-2 ήταν πιο ρεαλιστικές, αφού οι βραχίονες του -«χέρια»- κινούνταν γρηγορότερα και πιο φυσικά. Επίσης, τα «πόδια» του μπορούσαν να τεντωθούν έτσι, ώστε το περπάτημά του να ήταν πανομοιότυπο με το ανθρώπινο, καταναλώνοντας έτσι λιγότερη ενέργεια από ότι τα

παραδοσιακά ανθρωποειδή περπατήματα, τα οποία βασίζονται στο “zero moment point trajectory” (σημείο μηδενισμού της τροχιάς).

Η ταχύτητα κίνησής(περπατήματος) του βελτιώθηκε σε 1,4 km/h, ενώ είχε και τη δυνατότητα να τρέχει με μέγιστη ταχύτητα 3,6 km/h.



#### 4. Ο HRP-2 της Kawada Industries, Inc.



Ο HRP-2 αναπτύχθηκε το 2002 και το όνομά του προήλθε από τα αρχικά Humanoid Robotics Project (HRP). Έχει ύψος 1,54 m, βάρος 58 kg, πλάτος 62 cm, 30 βαθμούς ελευθερίας και τροφοδοτείται από μια μπαταρία Ni-Mh 48 V / 14.8 Ah, δίνοντάς του την δυνατότητα μέγιστης συνεχούς λειτουργίας 45 min. Η ταχύτητα περπατήματος του HRP-2 είναι 2km/h, ενώ όσο αναφορά τα αισθητήρια του, διαθέτει 3 eye stereo κάμερες, γυροσκόπιο δόνησης 3 αξόνων, αισθητήρα ταχύτητας 3 αξόνων και αισθητήρες δύναμης 6 αξόνων στα χέρια και τα πόδια του. Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του HRP-2, για την διαθέσιμη μέχρι τότε τεχνολογία και τεχνογνωσία στα ανθρωπόμορφα ρομπότ, είναι ότι αντιλαμβάνεται τις ανώμαλες επιφάνειες και έχει την δυνατότητα να σηκωθεί όρθιο μετά από κάποια πτώση του στο πάτωμα, είτε με το πίσω, είτε με το μπροστινό μέρος του. Επίσης, το συγκεκριμένο ρομπότ, έχει προγραμματιστεί να εκτελεί ανθρωπίνες εργασίες σε ανοιχτούς χώρους.

#### 5. Ο MAHRU-III των KIST και Samsung Electronics.

Ο Mahru III τελειοποιήθηκε το 2007. Διαθέτει 32 βαθμούς ελευθερίας, που το κάνουν πιο ευέλικτο σε σχέση με τους προκατόχους του (mahru I, mahru II) και έχει μέγιστη ταχύτητα περπατήματος 1,3 km/h. Ζυγίζει 62 kg και έχει ύψος 1,5 m. Επίσης, τροφοδοτείται από μια μπαταρία LiPo, η οποία του δίνει μέγιστο χρόνο συνεχούς λειτουργίας 30 min. Ο Mahru III είναι εξοπλισμένος με μια stereo κάμερα, 4 αισθητήρες δύναμης και ροπής και ένα αισθητήρα αναγνώρισης διάφορων στάσεων του σώματος. Χαρακτηριστικό του Mahru III είναι ότι, οι servo-κινητήρες του διαθέτουν encoders, οι οποίοι έδωσαν την δυνατότητα (μαζί με τα υπόλοιπα αισθητήρια)



στους προγραμματιστές του να μπορούν να κάνουν περαιτέρω ελέγχους και στη συνέχεια να καταφέρουν να φτιάξουν ένα αλγόριθμο περπατήματος, ο οποίος επιτρέπει στο ρομπότ να περπατάει σε ανώμαλο δάπεδο και να ξεπερνάει εξοχές ενός εκατοστού!!

## 6. Ο ATOM του Dan Mathias.

Ο ATOM, του οποίου το όνομα προέρχεται από τα αρχικά Advanced Technology for Optimizing Motion, είναι ένα από τα πρώτα ολοκληρωμένα δίποδα ρομπότ, το οποίο έχει 1,572 m ύψος και ζυγίζει 72 kg. Διαθέτει 49 βαθμούς ελευθερίας, από τους οποίους οι 10 βρίσκονται στο «κεφάλι» του, επιτρέποντάς του έτσι να παίρνει ακόμα και διάφορες εκφράσεις. Χρησιμοποιεί ένα ζευγάρι από 2 διπύρηνους επεξεργαστές (windows 7, windows xp), για να γίνει η επεξεργασία της κίνησής του. Επίσης, όσο αναφορά τα αισθητήρια του, διαθέτει στερεοσκοπική όραση, στερεοσκοπικά μικρόφωνα, μονάδες υπέρηχων, γυροσκόπια 3 αξόνων, Gps, επιταχυνσιόμετρα 3 αξόνων, αισθητήρες δύναμης 6 αξόνων και έχει ανεξάρτητα αρθρωτά δάχτυλα με ανάδραση αφής. Επιπλέον, έχει σε κάποιο βαθμό αναγνώριση



φωνής και επεξεργασία εικόνας, που το καθιστούν ικανό για χρήση στην τηλεπαρουσία. Ο Atom τροφοδοτείται από μια μπαταρία Li-ion 24 volt. Τα υλικά από τα οποία αποτελείται είναι αλουμίνιο, τιτάνιο, πλαστικό και ανθρακονήματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλο το ρομπότ είναι χειροποίητο! Τέλος, ο Atom βρίσκεται σε στάδιο ανάπτυξης εδώ και 8 χρόνια και εξακολουθεί να είναι ένα έργο σε εξέλιξη, αφού ο στόχος για το συγκεκριμένο ρομπότ είναι να αναλάβει προβλήματα του πραγματικού κόσμου, εφόσον εξοπλιστεί επιπλέον με ένα προηγμένο στερεοσκοπικό σύστημα όρασης.

### 7. Ο PINO της ZMP Inc.



Ο Pino αναπτύχθηκε το 1999. Έχει ύψος 36,5 cm και βάρος μόλις 1,8 kg. Λειτουργεί με 4 αλκαλικές μπαταρίες AA, οι οποίες αντέχουν περίπου 50 min συνεχούς λειτουργίας. Το συγκεκριμένο ρομπότ έχει διαφορετική αρχή λειτουργίας-νοοτροπίας από τα προηγούμενα ρομπότ που αναφέρθηκαν. Καταρχάς, ανήκει στην κατηγορία παιχνιδιών, αφού δεν είναι προγραμματισμένο να εκτελεί εργασίες του πραγματικού κόσμου. Ο Pino ξεκινάει την “ζωή” του, όταν τροφοδοτηθεί με τάση για πρώτη φορά, σαν ένα μικρό ρομποτικό κατοικίδιο, το οποίο με την πάροδο του χρόνου εξελίσσει διάφορες ικανότητες (περπάτημα, χορό, τραγούδι κ.α.).

Επιπλέον, είναι προγραμματισμένο όσο “μεγαλώνει” να αναπτύσσει διαφορετικές προσωπικότητες και να αντιδράει έτσι διαφορετικά, ανάλογα με τον τρόπο και το ύφος που του φέρεται κάποιος. Ο Pino διαθέτει ένα αισθητήρα αφής στο κεφάλι του, δυο αισθητήρες αφής στα χέρια του, ένα αισθητήρα ήχου, ένα αισθητήρα υπέρυθρων και ένα αισθητήρα φωτός, ο οποίος είναι τοποθετημένος στην μύτη του.



### 8. Ο ROGUN της KornTech.

Ο Rogun είναι ένα από τα τελευταία μοντέλα ανθρωπόμορφων ρομπότ της Κορέας και χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό διαφόρων αναλογικών εισόδων, τελευταίων τεχνολογικών καινοτομιών στον τομέα της ρομποτικής. Έχει ύψος 1 m, ενσωματωμένο επεξεργαστή Pentium 4 στα 1,2 Ghz, δυνατότητες επικοινωνίας μέσω Wi-Fi, WiMAX, HSDPA και Bluetooth και ζυγίζει 7,8 kg. Τροφοδοτείται από μια μπαταρία Li-Poly ή με καλώδιο και η μέγιστη ταχύτητα περπατήματός του είναι 800 m/h. Όσο αφορά τα αισθητήρια, ο Rogun, διαθέτει γυροσκόπιο, αισθητήρα κλίσης (tilt), αισθητήρα υπερύθρων και αισθητήρες πίεσης. Ο Rogun έχει σχεδιαστεί για χρήση στο σπίτι. Συγκεκριμένα, είναι προγραμματισμένο να παρέχει ασφάλεια στο σπίτι, όταν ο ιδιοκτήτης του απουσιάζει από αυτό, κάνοντας βόλτες συνεχώς γύρω από το σπίτι και ενημερώνοντας στην συνέχεια τον ιδιοκτήτη, αν κάτι δεν πάει καλά.



Ο Rogun διαθέτει 26 βαθμούς ελευθερίας και έχει την εντυπωσιακή ικανότητα να αρπάζει-πιάνει αντικείμενα, ασκώντας πίεση 0,5 kg. Επίσης, είναι εξοπλισμένο με μια έγχρωμη LCD οθόνη 7 ιντσών, η οποία χρησιμεύει στην αναπαραγωγή video, εικόνων και άλλων μέσων ενημέρωσης και έτσι μπορεί ο χρήστης-αγοραστής του Rogun, να ελέγχει την ροή του κάθε video από το κινητό του. Τέλος, σημαντικά χαρακτηριστικά του Rogun που τον διαφοροποιούν και τον ξεχωρίζουν από πολλά ρομπότ, είναι ότι μπορεί να αναγνωρίσει ταυτόχρονα, κινούμενα αντικείμενα, στάσεις ή χειρονομίες, πρόσωπα, ήχους, καθώς και το γύρω περιβάλλον.



**9. Ο NAO της Aldebaran Robotics.**

Ο Nao είναι ένα αυτόνομο προγραμματιζόμενο ανθρωποειδές ρομπότ, μεσαίου μεγέθους, αφού έχει ύψος 58 cm και βάρος 4,3 kg, το οποίο αναπτύχθηκε από το 2004 έως το 2007. Διαθέτει ένα αρκετά εντυπωσιακό σύνολο χαρακτηριστικών όπου του επιτρέπουν να πλοηγείτε με άνεση στο περιβάλλον του. Επιπλέον, διαθέτει δυο κάμερες υψηλής ανάλυσης (1280X720) και την ικανότητα να επεξεργάζεται δυο video ταυτόχρονα. Αυτό βελτιώνει την αναγνώριση των αντικειμένων και προσώπου, ακόμα και από μεταβαλλόμενες συνθήκες φωτισμού. Επίσης, διαθέτει αισθητήρα σόναρ, δυο αισθητήρες υπερύθρων, εννέα αισθητήρες αφής, οκτώ αισθητήρες πίεσης, wi-fi και

δυνατότητα σύνδεσης του σε δίκτυο. Χάρη στα τέσσερα μικρόφωνα που διαθέτει μπορεί να αναγνωρίσει μια φωνητική εντολή και να εντοπίσει οποιοδήποτε άλλο θόρυβο. Αυτό το καταφέρνει με το Nuance, το λογισμικό αναγνώρισης φωνής όπου του επιτρέπει να αναγνωρίζει εντολές και να απομονώνει μια λέξη, από μια σειρά λέξεων σε μια πρόταση. Μπορεί να γίνει διαχείριση των εφαρμογών του μέσω υπολογιστή και υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης κειμένου και μετατροπής του σε ομιλία, σε 8 γλώσσες. Χρησιμοποιεί τα άκρα του για να προστατευτεί από τις ξαφνικές πτώσεις και συγκρούσεις, όπως ο άνθρωπος, χάρη στο βελτιωμένο μηχανισμό ελέγχου ροπής και σε ένα προσαρμοστικό αλγόριθμο στα πόδια όπου του επιτρέπει να προστατεύει το πρόσωπο και το σώμα του όταν πέφτει. Ο Nao διαθέτει μια μπαταρία 27,6 watt και παρέχει στο ρομπότ 90 min αυτονομία, ανάλογα με την χρήση. Έχει συνολικά 25 βαθμούς ελευθερίας και μπορεί να προγραμματιστεί στις γλώσσες προγραμματισμού C, C++, Python, Urbi και Net.

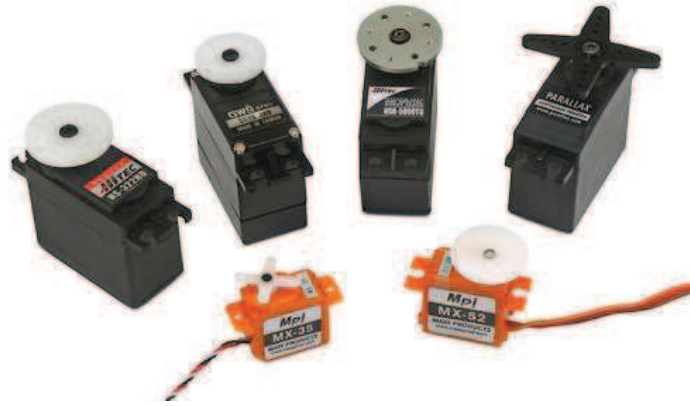


## Κεφάλαιο 2: Τα κύρια μέρη ενός ρομπότ

### 2.1 Σερβοκινητήρες R/C (R/C servos)

#### 2.1.1 Τυπικοί σερβοκινητήρες

Οι σερβοκινητήρες, είναι κυρίως μικροί DC κινητήρες με ενσωματωμένο σύστημα γραναζιών και κύκλωμα ελέγχου ανάδρασης (feedback control loop). Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του προσανατολισμού ή της ταχύτητας περιστροφής ενός άξονα, ο οποίος μπορεί να είναι ένας βραχίονας, ένας τροχός ή κάποιο άλλο αντικείμενο που συνδέεται με τον σερβοκινητήρα.



Κατηγοριοποιούνται σε δυο κύριες κατηγορίες, τους τυπικούς σερβοκινητήρες (standard servos) και τους σερβοκινητήρες ταχύτητας (continues servos). Οι τυπικοί σερβοκινητήρες προσπαθούν να καταλήξουν σε μια θέση που καθορίζεται από τον χρήστη και έχουν περιορισμένο εύρος κίνησης, ενώ οι σερβοκινητήρες ταχύτητας επιχειρούν να καταλήξουν σε μια ταχύτητα που

καθορίζεται από τον χρήστη και μπορούν να κινηθούν σε όλο το φάσμα του κύκλου, εκτελώντας πλήρη περιστροφή (360 μοίρες).

Ο πιο κοινός τύπος servo, είναι αυτός του ελέγχου θέσης, οποίος είναι αρκετά φθηνός και εύκολα διαθέσιμος. Εσωτερικά οι σερβοκινητήρες ελέγχου περιέχουν ένα κινητήρα συνεχούς κίνησης, τα ενσωματωμένα

στοιχεία του κυκλώματος ελέγχου και ένα σύστημα μείωσης των στροφών (μειωτήρες). Είναι μικροί, αλλά παράγουν μια σχετικά μεγάλη ροπή για το μέγεθός τους και “τρέχουν” με ταχύτητες της τάξης των 60 έως 160 rpm, για αυτό είναι κατάλληλοι για χρήση ρομποτικών κινήσεων.



Οι σερβοκινητήρες μπορεί να είναι ηλεκτρικοί, χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρικό κινητήρα ως βασικό μέσο για την δημιουργία μηχανικής δύναμης και δίνουν περιστροφική έξοδο. Άλλοι τύποι σερβοκινητήρων είναι οι

πρισματικοί, οι οποίοι δίνουν ευθεία κίνηση ή οι σερβοκινητήρες R/C, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε τηλεκατευθυνόμενα μοντέλα όπως, πλοία, αεροπλάνα και φυσικά σε ρομποτικές εφαρμογές μικρού μεγέθους.

Υπάρχουν επίσης είδη σερβοκινητήρων, οι οποίοι βασίζονται σε υδραυλικά, πνευματικά ή μαγνητικά συστήματα.



Οι περισσότεροι σερβοκινητήρες περιστρέφονται από 90 έως 180 μοίρες, όμως όπως είδαμε και παραπάνω, υπάρχουν σερβοκινητήρες οι οποίοι μπορούν να περιστραφούν 360 μοίρες ή και περισσότερο, αλλά είναι αδύνατο να περιστρέφονται συνέχεια. Δηλαδή, δεν γίνεται να χρησιμοποιηθούν ως μοτέρ για την κίνηση κάποιας ρόδας, όμως αν περιέχουν encoders, με τους οποίους μπορούμε να δούμε την ακριβή θέση των σερβοκινητήρων, γίνονται ιδανικοί για χρήση σε ρομποτικούς βραχίονες, πόδια κλπ.



Φυσικά μπορούν να τοποθετηθούν και εξωτερικοί encoders ξεχωριστά, όταν οι σερβοκινητήρες δεν διαθέτουν εσωτερικούς encoders.

Οι σερβοκινητήρες χρησιμοποιούν συνήθως αυλακωτούς άξονες (καρέ) για να μεταφέρουν την κίνηση στα περιφερειακά εξαρτήματα. Αναλυτικότερα, συνδέονται με μια πληθώρα ειδικών



αντικειμένων (servo horns) διαφόρων σχημάτων (σταυρός, κύκλος κλπ), τα οποία “κλειδώνουν” στον αυλακωτό άξονα και κατά συνέπεια πάνω σε αυτά μπορούμε να συνδέσουμε τα περιφερειακά εξαρτήματα (συρματοσχοίνα, μεταλλικά αντικείμενα κ.α.). Τα servo horns μπορεί να φέρουν τρύπες, πάσα ή ειδικές διαμορφωμένες κατεργασίες, προκειμένου να συνδεθούν με τα περιφερειακά εξαρτήματα, αναλόγως πάντα την χρήση που επιθυμούμε.

Επιπλέον, στο κέντρο του αυλακωτού άξονα, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον σερβοκινητήρα, υπάρχει συνήθως εσωτερικό σπείρωμα, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούμε να βιδώσουμε απευθείας τα περιφερειακά εξαρτήματα πάνω στον άξονα του σερβοκινητήρα.

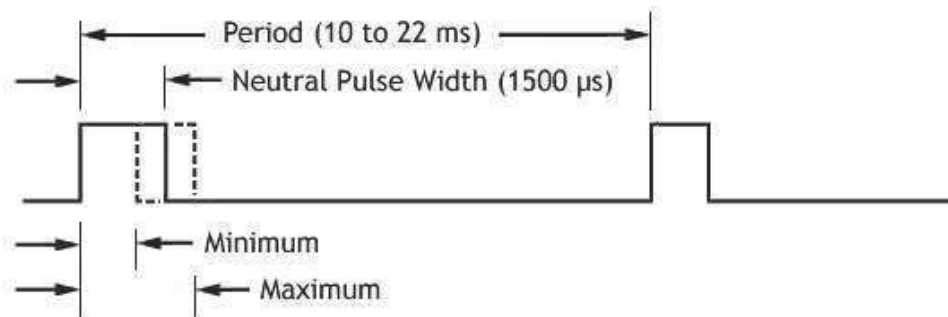
Γενικά, οι σερβοκινητήρες είναι ανεξάρτητοι και ο χειρισμός της ταχύτητας και της γωνίας είναι εύκολο να υλοποιηθεί.



Το κόστος τους είναι αρκετά χαμηλό και η συνδεσμολογία τους πολύ απλή, αφού χρησιμοποιούνται τρία μόλις καλώδια εκ των οποίων τα δύο αφορούν την τροφοδοσία και το τρίτο αφορά τον έλεγχο της θέσης του (σήμα).

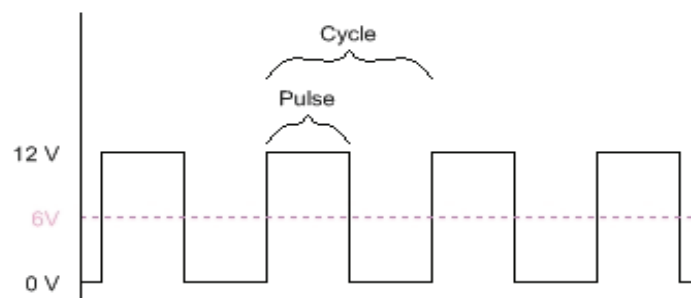


Η επιθυμητή γωνία κωδικοποιείται χρησιμοποιώντας τετραγωνικούς παλμούς διαμορφωμένους κατά πλάτος (PWM). Το πλάτος του ενεργού υψηλού μετώπου ποικίλει από 1-2 ms. Ένας παλμός του 1 (ενός) ms αντιστοιχεί σε 0 μοίρες και ένας παλμός των 1,5 ms αντιστοιχεί σε 90 μοίρες, ενώ ένας παλμός διάρκειας 2 ms αντιστοιχεί σε γωνία περίπου 180 μοιρών και ούτω καθεξής.



#### Όροι που συνδέονται με το PWM:

- Περίοδος (period) - πόσο χρονικό διάστημα χρειάζεται για κάθε πλήρη κύκλο του παλμού.
- Συχνότητα (frequency) - πόσο συχνά δημιουργούνται οι παλμοί. Αυτή η τιμή καθορίζεται συνήθως σε Hz (κύκλοι ανά δευτερόλεπτο).
- Κύκλος (duty cycle) - αναφέρεται στο χρονικό διάστημα όπου η περίοδος του παλμού είναι ενεργή ή υψηλή (high). Το duty cycle συνήθως ορίζεται ως ποσοστό της πλήρους περιόδου.



$$\text{Duty Cycle} = \text{Pulse} / \text{Cycle} * 100$$

$$\text{Frequency} = \text{Cycles} / \text{Second}$$



## 2.1.2 Ψηφιακοί Σερβοκινητήρες (Digital servos)

Οι ψηφιακοί σερβοκινητήρες είναι η τελευταία γενιά των σερβοκινητήρων. Έχουν τους ίδιους κινητήρες με τους τυπικούς σερβοκινητήρες και αποδέχονται το ίδιο σήμα PWM για την λειτουργία τους. Η διαφορά έγκειται στην προσθήκη ενός μικροεπεξεργαστή και ενός ενισχυτή

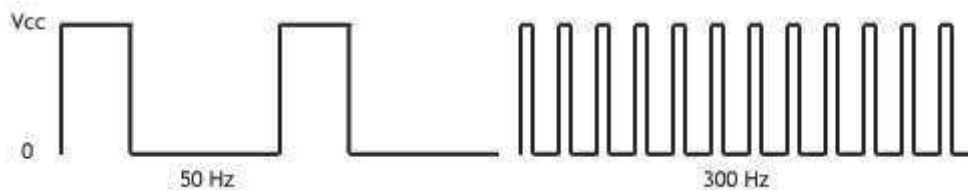
Mosfet, που είναι ενσωματωμένα στο κύκλωμα ελέγχου των ψηφιακών σερβοκινητήρων.

Αυτό δίνει στους σερβοκινητήρες δύο διαφορετικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους τυπικούς σερβοκινητήρες. Το πρώτο πλεονέκτημα είναι ότι, οι ψηφιακοί σερβοκινητήρες είναι εξωτερικά προγραμματιζόμενοι, πράγμα που σημαίνει ότι οι παράμετροι τους μπορούν να προσαρμοστούν, ώστε να βελτιστοποιηθεί μια δεδομένη εργασία.

Το δεύτερο πλεονέκτημα, έγκειται στον τρόπο που αυτοί οι μικροεπεξεργαστές μπορούν να στείλουν

παλμούς στον κινητήρα για να μετακινηθεί ο σερβοκινητήρας. Συνήθως, όταν ένας σερβοκινητήρας πρέπει να εφαρμόσει ροπή, στέλνει παλμούς κυμαινόμενου πλάτους ισχύος στα 50 Hz στον κινητήρα.

Οι ψηφιακοί σερβοκινητήρες από την άλλη μεριά, κινούνται στα 300 Hz, μειώνοντας τους παλμούς στο 1/6 του πρότυπου πλάτους παλμών. Επειδή το πλάτος των παλμών μειώνεται κατά αναλογία με την περίοδο, οι ψηφιακοί σερβοκινητήρες παρέχουν μεν την ίδια ποσότητα ενέργειας, όπως οι τυπικοί σερβοκινητήρες, αλλά με σημαντικά υψηλότερη ανάλυση. Αυτό επιτρέπει την πολύ πιο γρήγορη και ακριβή ανταπόκριση, καθώς και την ομαλότερη λειτουργία των σερβοκινητήρων συνολικά.



Τυπικός σερβοκινητήρας

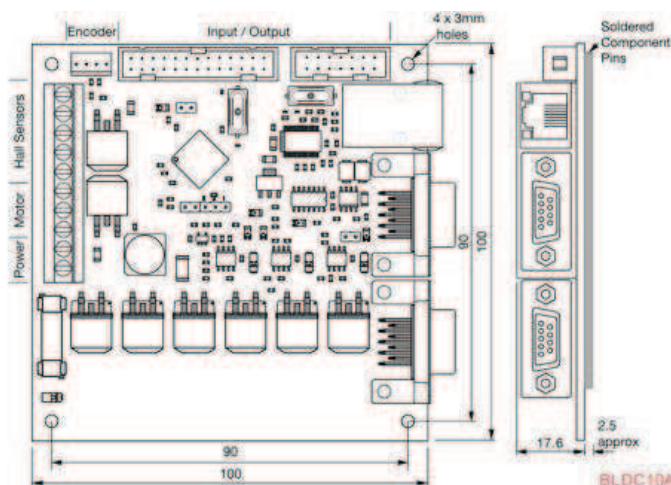
Ψηφιακός σερβοκινητήρας

## 2.2 Ελεγκτές (Controllers)

### 2.2.1 Τι είναι και τι κάνει ένας ελεγκτής

Ελεγκτές είναι τα κύρια στοιχεία που ελέγχουν και καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας των διάφορων ενεργειακών/ρομποτικών και άλλων συστημάτων, ανάλογα με τις παραμέτρους που παίρνουν, έτσι ώστε η μεταβλητή που παίρνουμε στην έξοδό τους να είναι μέσα στην επιθυμητή για εμάς τιμή.

Η κύρια δουλειά του κάθε ελεγκτή, είναι να κρατάει την έξοδο σε επιθυμητή τιμή, ανεξαρτήτως τις όποιες ανωμαλίες προκύπτουν στην διαδικασία. Μολονότι είναι συχνά δύσκολο να το επιτύχουμε αυτό, μπορούμε να έχουμε πολύ καλά αποτελέσματα με την ανατροφοδότηση (feedback) της εξόδου της διαδικασίας.

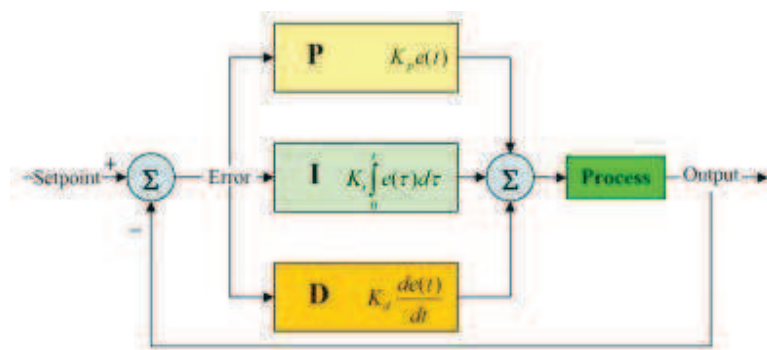
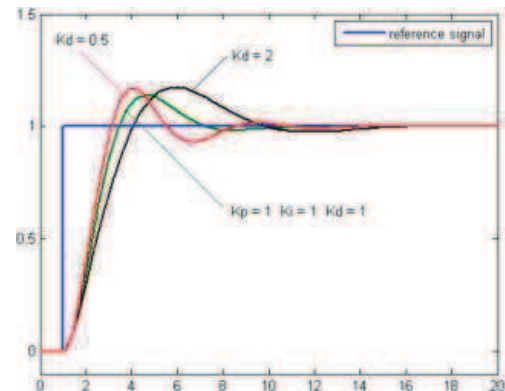


Ο ελεγκτής αποτελείται από ένα ανιχνευτή λάθους και μία μονάδα ελέγχου. Ο ανιχνευτής λάθους υπολογίζει το λάθος, αφαιρώντας την μετρούμενη μεταβλητή από το σημείο εκκίνησης (set point). Η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί το σήμα λάθους, για να παράγει με την σειρά της την δράση ελέγχου. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός

ελεγκτή, είναι ο τρόπος που χρησιμοποιεί το λάθος για να διαμορφώσει την δράση ελέγχου. Οι διαφορετικοί τρόποι που διαμορφώνει ο ελεγκτής την δράση ελέγχου καλούνται ως τρόποι ελέγχου.

Οι πιο κοινοί τρόποι ελέγχου είναι:

- Έλεγχος δύο θέσεων (on-off controller)
- Κλιμακωτός έλεγχος (floating)
- Αναλογικός έλεγχος (proportional)
- Ολοκληρωτικός έλεγχος (integral)
- Διαφορικός έλεγχος (derivative)



Οι 3 τελευταίοι έλεγχοι μαζί, αποτελούν τον λεγόμενο P.I.D έλεγχο και είναι από τους πιο αξιόπιστους ελέγχους σήμερα.

Ο ελεγκτής μπορεί να εφαρμοστεί σε πνευματικά κυκλώματα, αναλογικά ηλεκτρονικά κυκλώματα ή ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα. Οι πνευματικοί ελεγκτές χρησιμοποιούν ένα πνευματικό αντίτιμο του λειτουργικού ενισχυτή, για να παράγουν την δράση ελέγχου. Οι ηλεκτρονικοί αναλογικοί ελεγκτές χρησιμοποιούν ένα ανθεκτικό κύκλωμα για να υπολογίσουν το λάθος και ένα λειτουργικό ενισχυτή, για να παράγουν την δράση ελέγχου. Τέλος, οι ηλεκτρονικοί ψηφιακοί ελεγκτές χρησιμοποιούν ένα μικροεπεξεργαστή και ένα αλγόριθμο ελέγχου, για να παράγουν την δράση ελέγχου.





### 2.2.2 Μικροελεγκτές (Microcontrollers)



Οι μικροελεγκτές είναι μικρού μεγέθους υπολογιστές, ενσωματωμένοι σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει ένα επεξεργαστή, τη μνήμη και τις περιφερειακές προγραμματιζόμενες εισόδους/εξόδους. Οι μικροελεγκτές έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να ενσωματώνονται στις εφαρμογές, σε αντίθεση με τους μικροεπεξεργαστές που χρησιμοποιούνται σε προσωπικούς υπολογιστές ή σε διάφορες άλλες γενικές εφαρμογές. Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε προϊόντα και συσκευές αυτόματου ελέγχου, όπως το σύστημα ελέγχου του κινητήρα ενός αυτοκινήτου, τα τηλεχειριστήρια, οικιακές συσκευές, ηλεκτρικά εργαλεία κ.α. Με την μείωση του μεγέθους και του κόστους τους, οι μικροελεγκτές κάνουν ακόμα πιο ενδιαφέρουσα την διαδικασία του ψηφιακού ελέγχου, ώστε να εφαρμοστεί σε περισσότερες συσκευές και προϊόντα. Οι μικροελεγκτές περιλαμβάνουν δεκάδες “ακίδες” εισόδων και εξόδων, οι οποίες είναι γενικής χρήσης. Οι “ακίδες” στην ουσία, είναι το διαμορφώσιμο λογισμικό είτε σε κατάσταση εισόδου, είτε σε κατάσταση εξόδου. Όταν οι “ακίδες” ρυθμιστούν σε κατάσταση εισόδου, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το διάβασμα των αισθητήρων ή γενικά των εξωτερικών σημάτων. Όταν όμως ρυθμιστούν σε κατάσταση εξόδου, τότε μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε για τον χειρισμό εξωτερικών συσκευών, όπως τα LED ή οι κινητήρες. Πολλά ενσωματωμένα συστήματα πρέπει να διαβάσουν αισθητήρες που παράγουν αναλογικά σήματα. Αυτός είναι ο σκοπός του μετατροπέα σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό. Οι επεξεργαστές έχουν κατασκευαστεί για να επεξεργάζονται ψηφιακά δεδομένα, δηλαδή 1 και 0. Δεν είναι όμως σε θέση να κάνουν τίποτα, όταν τους αποσταλούν αναλογικά σήματα από μία συσκευή. Ένα χαρακτηριστικό σε κάποιους μικροελεγκτές είναι η μετατροπή του σήματος από ψηφιακή σε αναλογική μορφή, επιτρέποντας στους επεξεργαστές να στέλνουν αναλογικά σήματα ή επίπεδα τάσεων, ως έξοδο.



## 2.2.3 Παρουσίαση σύγχρονων ελεγκτών - μικροελεγκτών - compilers

**Arduino**

Το Arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη C++ με κάποιες μετατροπές). Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων, αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες. Το διάγραμμα και οι πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

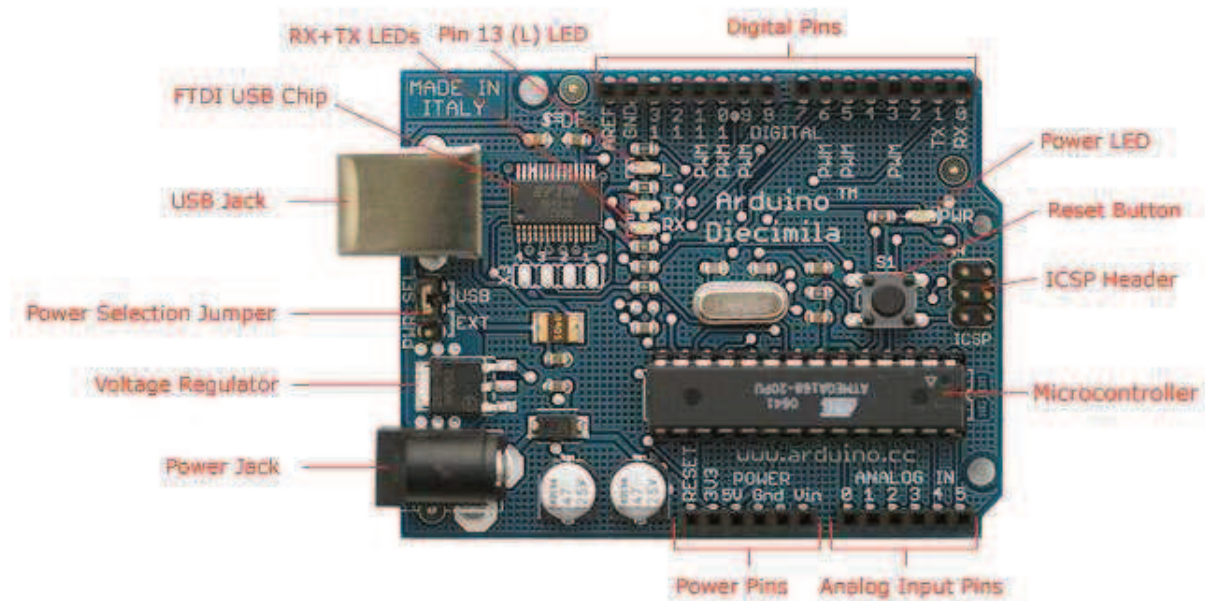


Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR και από συμπληρωματικά εξαρτήματα, για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz.



Γενικά όλες οι πλακέτες είναι προγραμματισμένες μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτό υλοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την έκδοση. Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για την μετατροπή ανάμεσα στα σήματα των επιπέδων RS-232 και TTL. Οι πλακέτες Arduino που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, προγραμματίζονται μέσω USB, εφαρμόζοντας ένα τσιπ προσαρμογέα USB-to-serial, όπως το FTDI FT232.

Η πλακέτα του Arduino έχει εκτεθειμένες τις περισσότερες επαφές εισόδου/εξόδου για χρήση με άλλα κυκλώματα. Το Diecimila, για παράδειγμα, παρέχει 6 αναλογικές εισόδους και 14 ψηφιακές επαφές εισόδου/εξόδου, από τις οποίες οι 6 μπορούν να παράξουν σήματα PWM. Αυτές οι επαφές είναι διαθέσιμες στην κορυφή της πλακέτας μέσω θηλυκών συνδέσεων.



Photograph by SparkFun Electronics. Used under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 license.

**GAT 8.4**

Πρόκειται για μία συσκευή με ενσωματωμένο ελεγκτή, η οποία έχει πολλές δυνατότητες και είναι κατάλληλη για οικιακές και επαγγελματικές εγκαταστάσεις.

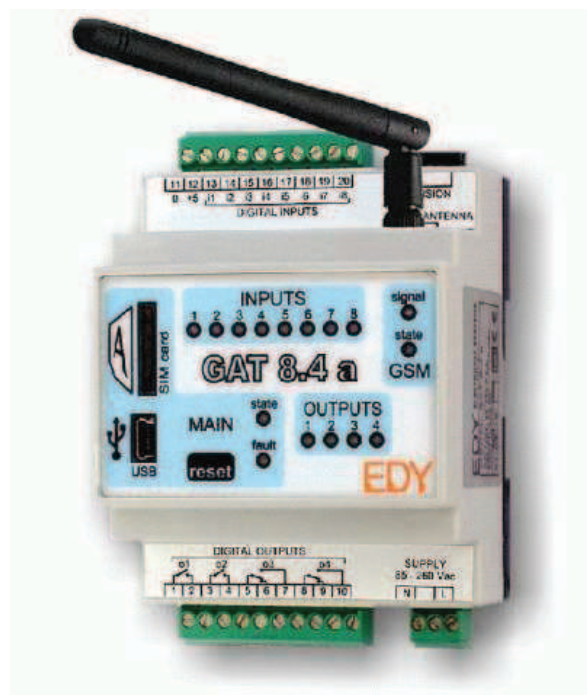
Οι βασικές λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει είναι:

- Ειδοποίηση με SMS ή τηλεφωνική κλήση σε αλλαγή κατάστασης εισόδου.
- Τηλεχειρισμός εξόδου με SMS ή τηλεφωνική κλήση.
- Επιτήρηση ορίων, συλλογή και αποστολή αναλογικών δεδομένων μέσω SMS (με σύνδεση επέκτασης).
- Τοπικός αυτοματισμός και λειτουργίες που συνδέουν την επικοινωνία GSM με τον αυτοματισμό.

Οι συσκευές GAT 8.4 εκτελούν τηλεχειρισμό/τηλεειδοποίηση, ταυτόχρονα με τοπικό αυτοματισμό. Οι ρυθμίσεις και το πρόγραμμα αυτοματισμού μπορούν να αλλαχθούν μέσω USB ή μηνυμάτων SMS, ενώ το πρόγραμμα αυτοματισμού λειτουργεί ανεξάρτητα από την κατάσταση του δικτύου GSM.

Στις γαλβανικά απομονωμένες εισόδους της συσκευής μπορούν να συνδεθούν διακόπτες, επαφές ρελέ, θερμοστάτες, πιεσοστάτες, έξοδοι αισθητηρίων ή ανιχνευτών κίνησης, καθώς και έξοδοι άλλων ελεγκτών (PLC).

Με τις ανεξάρτητες εξόδους ρελέ που διαθέτει μπορεί να ελέγξει φορτία, όπως φωτισμό, σειρήνες, βομβητές, φωτεινές ενδείξεις, κινητήρες, αντλίες, βαλβίδες, τροφοδοσία ή εντολές άλλων συσκευών.





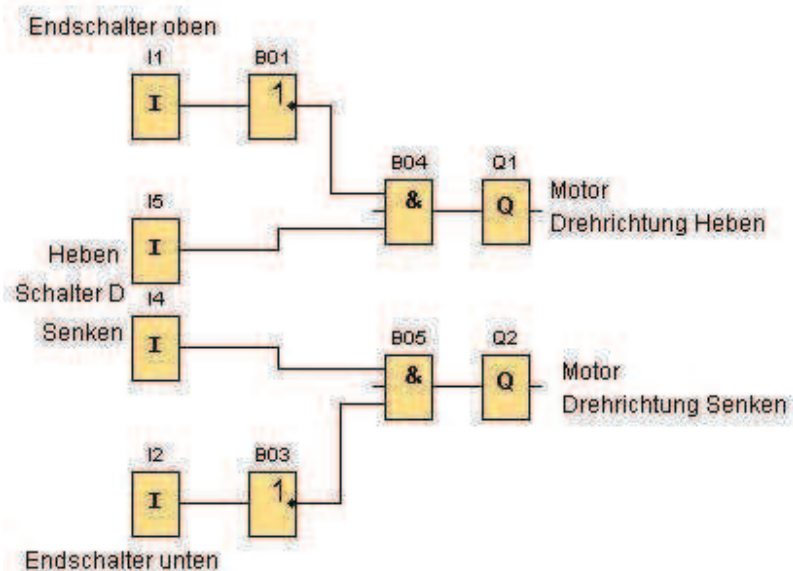
## PLC

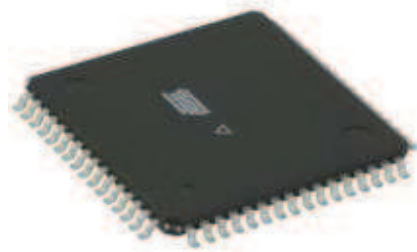


Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, Programmable Logic Controllers από τα αρχικά των οποίων ονομάστηκαν PLC, είναι ηλεκτρονικά, κατά κύριο λόγο, κυκλώματα - συσκευές με ηλεκτρικές εισόδους και εξόδους . Μπορούμε να πούμε ότι είναι ένας σχετικά μικρός σε ισχύ υπολογιστής που προγραμματίζεται με τις δικές του γλώσσες προγραμματισμού.

Υπάρχουν αρκετοί μικροελεγκτές, μικρά PLC, στο εμπόριο. Ένα από τα πιο δημοφιλή είναι και το LOGO της Siemens. Το Zelio της Telemecanique του group Schneider Electric είναι ένα άλλο, παρόμοιο, δημοφιλή μικρό PLC. Είναι ιδανικά για να ξεκινήσει κάποιος την εξοικείωση με τα PLC, ενώ έχουν εξελιχθεί σε ισχύ, δυνατότητες και μνήμη κάνοντάς τα ιδανικά για πολλές εφαρμογές.

Το demo του software προγραμματισμού με την ονομασία LOGO Soft Comfort, είναι ελεύθερα διαθέσιμο και η μόνη λειτουργία που του έχει περικοπεί είναι η επικοινωνία του H/Y με το hardware της συσκευής LOGO που γίνεται με ειδικό καλώδιο. Με το LOGO Soft Comfort μπορεί ο κάθε ένας να πειραματιστεί όσο και όπως θέλει με τον προγραμματισμό του LOGO στην οθόνη του ηλεκτρονικού του υπολογιστή, χωρίς κόστος.



**ATMEGA128-16AC**

Ο Atmega128-16ac είναι ένας σύγχρονος μικροελεγκτής με ολοκληρωμένο κύκλωμα, ο οποίος κατασκευάζεται από την Atmel. Περιέχει μνήμη flash μεγέθους 128 Kb, ένα επεξεργαστή AVR που τρέχει στα 16 MHz, μετατροπέα δεδομένων από αναλογική σε ψηφιακή μορφή, ένα ταλαντωτή εσωτερικού τύπου και διαθέτει 53 εισόδους/εξόδους. Λειτουργεί σε ένα εύρος τάσεων από 4,5 Volt έως 5,5 Volt και σε θερμοκρασίες από 0°C έως 70°C.

**AT89C2051-24PI**

Ο At89c2051 είναι επίσης ένας από τους σύγχρονους μικροελεγκτές με ολοκληρωμένο κύκλωμα, κατασκευασμένος και αυτός από την Atmel. Έχει όμως διαφορετικά χαρακτηριστικά από τον προηγούμενο μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, περιέχει μικρότερη μνήμη flash (2Kb), επεξεργαστή 8051 με ταχύτητα 24 MHz και δεν έχει μετατροπέα δεδομένων. Διαθέτει μόλις 15 εισόδους/εξόδους και λειτουργεί σε τάσεις από 4 Volt έως 6 Volt και σε θερμοκρασίες από -40°C έως 85°C. Το κοινό με τον προηγούμενο μικροελεγκτή, είναι ότι περιλαμβάνει ταλαντωτή εσωτερικού τύπου.



Φυσικά, κάθε μικροελεγκτής χρησιμοποιείται συνήθως σε διαφορετικές εφαρμογές, ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του και τις απαιτήσεις της εφαρμογής που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε.



Γενικότερα, η Atmel Corporations είναι μια από τις κορυφαίες εταιρίες σχεδιασμού, ανάπτυξης, κατασκευής και παραγωγής μικροελεγκτών (και όχι μόνο), η οποία προσφέρει καταλόγους μικροελεγκτών για την εύκολη επιλογή του κατάλληλου μικροελεγκτή.

## 2.3 Αισθητήρια (Sensors)

### 2.3.1 Ανάλυση και χρήση αισθητηρίων

Στις ρομποτικές εφαρμογές για την εκτέλεση μιας εργασίας απαιτούνται έλεγχοι των κινήσεων του ρομπότ. Για αυτό το λόγο, χρειάζεται ένα πλήθος πληροφοριών, οι οποίες θα προέρχονται



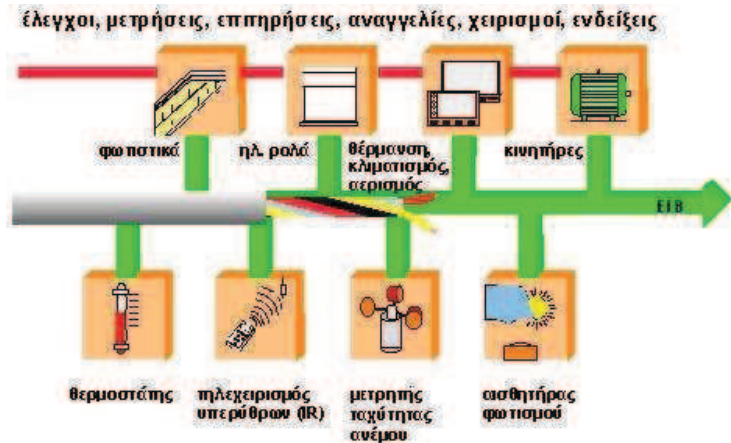
από το περιβάλλον εργασίας του ρομπότ. Η χρήση των αισθητηρίων αποσκοπεί στην απόκτηση αυτών των πληροφοριών και συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη των ρομποτικών εφαρμογών.

Ως αισθητήρα, εννοούμε την μετατροπή μίας φυσικής μεταβλητής σε ηλεκτρική τάση. Η φυσική μεταβλητή μπορεί να είναι θερμοκρασία, πίεση, μετακίνηση, υγρασία, στάθμη υγρού, κτλ.

Όπως είναι αντιληπτό, οι αισθητήρες είναι η καρδιά όλων των μετρήσεων σε βιομηχανίες, εργαστήρια, ρομποτικές εφαρμογές και γενικά όπου επιζητείται η παρακολούθηση μιας φυσικής μεταβλητής, συναρτήσει του χρόνου. Εφόσον η μετατροπή της φυσικής μεταβλητής, είναι ηλεκτρική τάση εξόδου από τον αισθητήρα, εύκολα μπορεί να καταλάβει κανείς ότι η μέτρηση της φυσικής μεταβλητής ανάγεται σε μέτρηση της ηλεκτρικής τάσης, η οποία μπορεί να γίνει με βολτόμετρο ή καταγραφικό, αν επιζητούνται μεταβολές συναρτήσει του χρόνου ή ακόμα με προσαρμογή σε βαθμίδα μετατροπής αναλογικής μορφής σε ψηφιακή (A/D converter), με σκοπό την αποθήκευση των πληροφοριών σε Η/Υ για μετέπειτα επεξεργασία. Φυσικά υπάρχουν αισθητήρες που μετατρέπουν την φυσική μεταβλητή σε άλλη μορφή ενέργειας, όπως παραδείγματος χάρη σε μηχανική ενέργεια (μετακίνηση μοχλών), αλλά οι αισθητήρες αυτοί αποτελούν ξεχωριστά κυρίως όργανα, φθηνής κατασκευής, για οικιακές κυρίως χρήσεις.



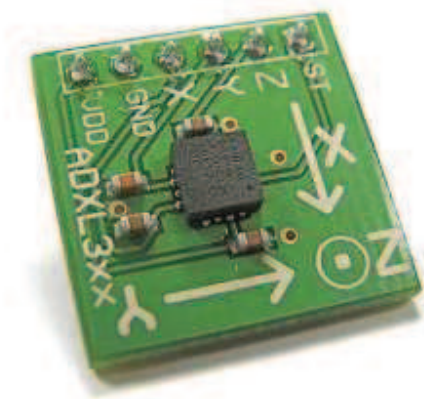
Στην αγορά αισθητήρων, μπορεί κανείς να βρει και έτοιμους αισθητήρες με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα, με σκοπό η τάση εξόδου να αλλάζει κατάσταση 0 ή 1 (π.χ. 5V-0V ή επαφή εντός-εκτός), αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή. Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανίες, θερμοκήπια, κτίρια ρομποτικές εφαρμογές κα. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, χωρίζονται σε παθητικά και ενεργά αισθητήρια. Τα παθητικά αισθητήρια είναι αντιστάσεις (ωμικές, επαγωγικές, χωρητικές ή συνδυασμός αυτών), η τιμή των οποίων αλλάζει από το προς μέτρηση μέγεθος (ελεγχόμενη μεταβλητή).



Τα παθητικά αισθητήρια χρειάζονται βοηθητική ενέργεια (τροφοδοσία), για να αποκτηθεί το σήμα του αισθητηρίου. Στα αισθητήρια αυτά ανήκουν όλες οι αντιστάσεις, οι οποίες μεταβάλλουν την τιμή τους με τη θερμοκρασία ή τη διαφορά δυναμικού (τάση), καθώς επίσης και οι αντιστάσεις, των οποίων η τιμή μεταβάλλεται με μηχανική καταπόνηση. Τα ενεργά αισθητήρια, σε αντίθεση με τα παθητικά, μετατρέπουν την ενέργεια του μη ηλεκτρικού μεγέθους (ελεγχόμενης μεταβλητής) σε ηλεκτρική ενέργεια (τάση, ρεύμα ή μεταβολή φορτίου).



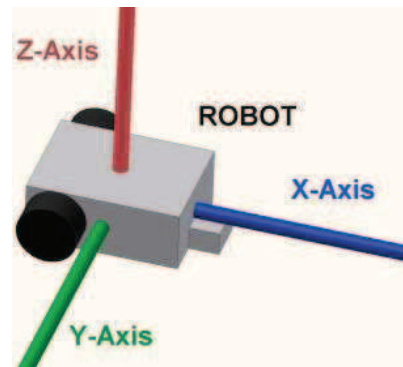
## 2.3.2 Αισθητήρια όργανα που χρησιμοποιεί το Robonova - Γενικά

**Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer)**

Το επιταχυνσιόμετρο είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή, η οποία μετρά την επιτάχυνση (αλλαγή ταχύτητας) σε οποιοδήποτε αντικείμενο που έχει τοποθετηθεί. Μέσα σε μια συσκευή-επιταχυντή υπάρχουν μικροσκοπικές μικροδομές, που κάμπτονται λόγω της ορμής και της βαρύτητας. Όταν το επιταχυνσιόμετρο λάβει οποιαδήποτε μορφή επιτάχυνσης, αυτές οι μικροσκοπικές δομές

λγίζουν σε αντίστοιχη ποσότητα που μπορεί να ανιχνευθεί ηλεκτρικά.

Οι μικροσκοπικές μικροδομές μπορούν να μετρήσουν δυνάμεις επιτάχυνσης (στατικές ή δυναμικές) μόνο σε μία ενιαία κατεύθυνση ή άξονα της επιτάχυνσης. Αυτό σημαίνει ότι με ένα μόνο άξονα μέτρησης, μπορούμε να γνωρίζουμε τη δύναμη είτε στην X, είτε στην Y, είτε στην Z κατεύθυνση, αλλά όχι σε όλες. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου ένας ενιαίος άξονας δεν είναι αρκετός. Καλό θα ήταν στις εφαρμογές μας να έχουμε επιταχυνσιόμετρα τουλάχιστον 2 αξόνων ή και περισσότερων.



Έτσι, ένα ρομπότ ας πούμε, θα μπορεί να εντοπίσει την γωνία σε σχέση με τη βαρύτητα (στατική δύναμη επιτάχυνσης). Αν για παράδειγμα έχουμε ένα δίποδο ρομπότ και θέλουμε να παραμένει πάντα ισορροπημένο και να στέκεται όρθιο, απλά θα χρησιμοποιήσουμε ένα επιταχυνσιόμετρο 2 αξόνων. Οπότε, όσο ο X και ο Y άξονας ανιχνεύει μηδενική επιτάχυνση, το ρομπότ θα είναι τέλεια ισορροπημένο.

Πιθανές χρήσεις των επιταχυνσιόμετρων στην ρομποτική:

- συστήματα συναγερμού
- ανίχνευση σύγκρουσης
- αυτόματο ρομπότ εξισορρόπησης
- ανίχνευση κραδασμών
- κ.α.

Σήμερα, τα επιταχυνσιόμετρα είναι εύκολα διαθέσιμα και φτηνά, καθιστώντας τα πολύ βιώσιμα αισθητήρια για φθηνές ρομποτικές εφαρμογές κα.



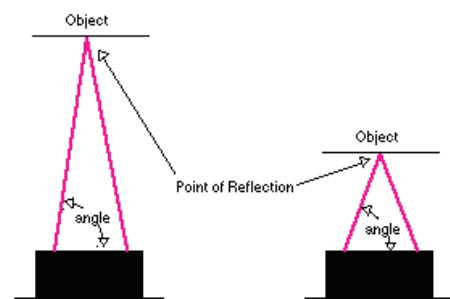
Το επιταχυνσιόμετρο επιτρέπει την περιστροφή του iPhone σε οριζόντια θέση ώστε να μεγαλώσει το πλάτος της οθόνης.

**Αισθητήρια Sharp IR (υπέρυθρες)**

Το αισθητήριο Sharp IR, είναι ίσως το πιο ισχυρό αισθητήριο, διαθέσιμο κυρίως για ρομπότ. Είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό, εύκολο στη χρήση, πολύ προσιτό από θέμα τιμής και έχει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ο Sharp IR είναι ένας αισθητήρας, ο οποίος υπολογίζει απόσταση με υπέρυθρες και λειτουργεί με την μέθοδο του τριγωνισμού. Στην ουσία, ένας παλμός φωτός εκπέμπεται και στη συνέχεια αντανακλάται πίσω (ή δεν αντικατοπτρίζεται

καθόλου). Όταν το φως επιστρέφει, έρχεται πίσω σε γωνία που εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου που αντανακλάται. Ο τριγωνισμός λειτουργεί μέσω του εντοπισμού αυτής της γωνίας της δέσμης που αντανακλάται. Έτσι, γνωρίζοντας τη γωνία, η απόσταση στη συνέχεια μπορεί να προσδιοριστεί. Ο δέκτης του αισθητήρα έχει ένα ειδικό φακό ακριβείας που μεταδίδει

το φως που αντανακλάται σε μία κλειστή γραμμική συστοιχία, με βάση την γωνία τριγωνισμού. Η συστοιχία αυτή, καθορίζει στη συνέχεια την γωνία και αναγκάζει τον αισθητήρα να δώσει μια αντίστοιχη αναλογική τιμή, ώστε να διαβαστεί από ένα μικροελεγκτή.



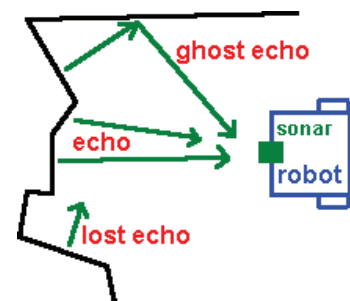
**Αισθητήρια Sonar (υπέρηχοι)**

Ο αισθητήρας sonar, είναι ένας αισθητήρας μέτρησης απόστασης, μέσω εκπομπών και λήψεων υπερηχητικών κυμάτων. Αυτό, στηρίζεται στην χρονική διάρκεια που χρειάζεται ο ήχος για να διανύσει μια απόσταση. Δηλαδή, όσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση που θα διανύσει ο ήχος, τόσο περισσότερος χρόνος χρειάζεται για να γυρίσει ο ήχος πίσω. Αρχικά, ένας μικροελεγκτής στέλνει σήμα στο sonar, στη συνέχεια ο sonar εκπέμπει ένα συνήθως μη ακουστικό ήχο

(ακουστικά κύματα), περνάει ένα χρονικό διάστημα και έπειτα ο sonar ανιχνεύει την επιστροφή της ηχώ. Τότε, ο αισθητήρας στέλνει αμέσως ένα σήμα τάσης στον μικροελεγκτή, ο οποίος σε συνδυασμό με την παρακολούθηση του χρονικού διαστήματος που έχει περάσει, μπορεί να υπολογίσει την απόσταση του αντικειμένου που έχει ανιχνευτεί.

Δυστυχώς, η ηχώ δεν είναι μόνο ένα παράγοντας της απόστασης. Υπάρχουν πολλοί άλλοι παράγοντες που μπορούν να αλλάξουν τις ερμηνείες-διάβασμα της ηχώ και κατά συνέπεια του σήματος. Ο ήχος, για παράδειγμα, που αντανακλάται από ένα μαξιλάρι και από ένα στερεό τοίχο, δεν θα είναι ο ίδιος. Εάν ένα αντικείμενο βρίσκεται σε μια απότομη γωνία, ο ήχος που θα επιστρέψει πίσω θα είναι πολύ λιγότερος. Οι ιδιότητες της επιφάνειας των αντικειμένων, μπορούν επίσης να κάνουν τη διαφορά. Ένα χαλί και ένας καθρέφτης, ας πούμε, θα δώσουν διαφορετικές ερμηνείες-διαβάσματα του αντανακλώμενου ήχου.

Επίσης, ο ήχος μπορεί να «χαθεί», αναπηδώντας στα γύρω τοιχώματα, για μεγάλο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια να επιστρέψει στον αισθητήρα sonar ως «ηχώ - φάντασμα» ή ακόμα χειρότερα, θα μπορούσε να προκαλέσει ψευδή ενεργοποίηση, κάνοντας ένα ρομπότ να «βλέπει» αντικείμενα που στην πραγματικότητα δεν είναι εκεί.



## Γυροσκόπιο

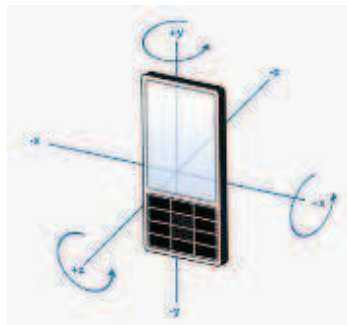


Το γυροσκόπιο είναι μια συσκευή η οποία μπορεί να διατηρεί σταθερό τον προσανατολισμό της, μέσω της περιστροφής των μερών της και της αρχής της διατήρησης της στροφορμής. Πρόκειται για μια διάταξη, όμοια με εκείνη που φέρει η υδρογείος σφαίρα. Αντί όμως της υδρογείου, φέρεται μια μεταλλική στεφάνη που μπορεί να περιστρέφεται δεξιά ή αριστερά. Αυτή η στεφάνη φέρει δεύτερη εσωτερική που στηρίζεται με συνδέσμους σε οριζόντια διάταξη, ως προς την εξωτερική, δυνάμενη

έτσι να περιστρέφεται ελεύθερα με φορά πάνω ή κάτω. Στην εσωτερική αυτή στεφάνη, συγκρατείται εσωτερικά σε κάθετη διάταξη σε σχέση με τη προηγούμενη ο "σφόνδυλος" που αποτελεί μια μικρή σφαίρα που περιστρέφεται υπό μορφή σβούρας. Τα σημεία έδρασης της κάθε στεφάνης, καθώς και του σφονδύλου, εξασφαλίζουν την ελεύθερη περιστροφή όλων των τμημάτων της διάταξης, δηλαδή του γυροσκοπίου σαν σύνολο.

Εφαρμογή του γυροσκοπίου, αποτελεί η λεγόμενη "γυροσκοπική πυξίδα" της οποίας οι ενδείξεις, μετά από κάποιο χρόνο αφού τεθεί σε λειτουργία, θεωρούνται

αληθείς με συνέπεια να μη χρειάζονται διορθώσεις όπως συμβαίνει στη μαγνητική πυξίδα.



Άλλη σημαντική εφαρμογή, είναι η χρήση του γυροσκοπίου για τη διατήρηση και αλλαγή της πορείας των πυραύλων και η χρήση του σε συστήματα αδρανειακής πλοήγησης σε αεροσκάφη και πυραύλους. Τέλος, χρησιμοποιείται σε πολλές άλλες ρομποτικές και όχι μόνο, εφαρμογές (ρομπότ, κινητά τηλέφωνα κλπ).

**Αισθητήρια κλίσης (tilt sensors)**

Ένας αισθητήρας κλίσης μπορεί να μετρήσει την κλίση, συνήθως δύο αξόνων, από ένα επίπεδο αναφοράς σε δύο άξονες. Όμως, για μία πλήρη κίνηση θα πρέπει χρησιμοποιηθούν τουλάχιστον τρεις άξονες και συχνά, επιπλέον αισθητήρες. Είναι μικροί, φθηνοί, χαμηλής ισχύος, εύκολοι στη χρήση τους και αν χρησιμοποιηθούν σωστά, δεν φθείρονται.

Βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στις βιομηχανίες και σε ελεγκτές παιχνιδιών (χειριστήρια).

**2.3.3 Συμπεράσματα**

Η χρήση των αισθητηρίων επιτρέπει στα ρομπότ (και όχι μόνο), να επικοινωνούν με το περιβάλλον τους με έναν «ευέλικτο» τρόπο. Η ολοκλήρωση και η ευελιξία των ρομποτικών συστημάτων με αισθητήρια, για μία ποικιλία εφαρμογών μέσω προγραμματισμού, μπορεί να αποδώσει εξαιρετικά αποτελέσματα. Το μέλλον των αισθητηρίων στην ρομποτική, είναι ευοίωνο και ήδη έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για την αναβάθμιση της ευφυΐας των ρομπότ, με τη χρήση ολοκληρωμένων συστημάτων πολυ-αισθητηρίων.





## Κεφάλαιο 3: Το Robonova

### 3.1 Παρουσίαση του ρομπότ



Το Robonova-I της εταιρίας Hitec Robotics, είναι ένα ανθρωπόμορφο μηχάνημα (ρομπότ), το οποίο ελέγχεται μέσω 16 πανίσχυρων HSR-8498HB R/C σερβοκινητήρων και μπορεί να περπατήσει, να τρέξει, να κάνει τούμπες ή ρόδα, να χορέψει, να κάνει ισορροπία στο ένα πόδι ή ακόμη και κάμψεις! Η λίστα είναι



ατελείωτη. Στα 30,5 cm ύψος, το Robonova είναι κατασκευασμένο από ανοδιωμένα μεταλλικά μπρακέτα με σερβοκινητήρες, που του χαρίζουν έναν δυνατό αλλά και ελαφρύ εξωτερικό σκελετό, καθώς και με ανθεκτικά πλαστικά μέρη που προστατεύουν την μπαταρία και τον πίνακα ελέγχου.



Το τηλεχειριστήριο διαθέτει 26 προγραμματισμένες κινήσεις, περιλαμβάνοντας γυμναστικές επιδείξεις όπως τούμπες μπροστά και πίσω, κατακόρυφο, ρόδα, γροθιές, κλωτσιές, περπάτημα με διαφορετικούς τρόπους και ασκήσεις ισορροπίας. Απλά, ο χειριστής του πατάει το αρμόδιο κουμπί στο τηλεχειριστήριο και το Robonova αρχίζει να εκτελεί.



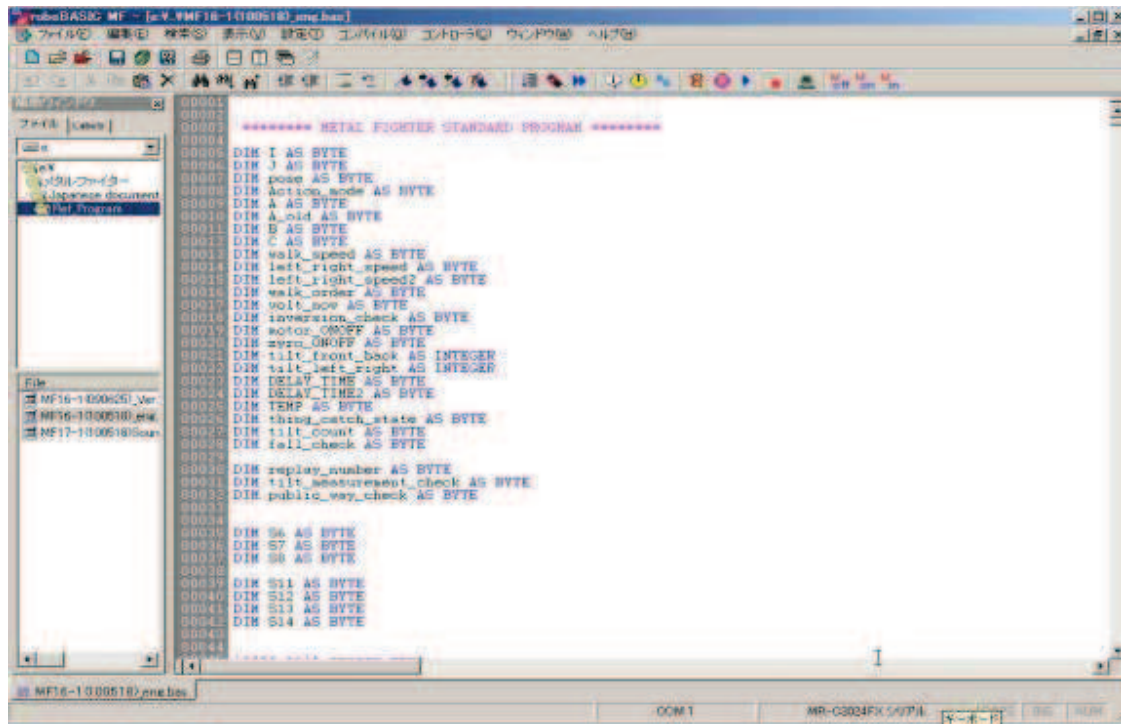
**Χαρακτηριστικά**

- Τηλεκατευθυνόμενο ρομπότ υψηλής μικροηλεκτρονικής τεχνολογίας.
- Περπατάει, χορεύει, τρέχει και κάνει ρόδα και τούμπες.
- Προ-συναρμολογημένο ρομπότ.
- Το ευέλικτο ρομπότ, ελέγχεται από 16 πανίσχυρους HSR-8498HB ψηφιακούς σερβοκινητήρες, κατασκευασμένους ειδικά για το ROBONOVA-I από την Hitec.
- Ο πίνακας ελέγχου (controller), είναι ο πυρήνας του Robonova, τοποθετείται στο πίσω μέρος του ρομπότ και μπορεί να λειτουργήσει μέχρι 24 σερβομηχανισμούς και 16 επιπλέον αξεσουάρ (αισθητήρια κλπ).
- Ο πίνακας ελέγχου (controller), μας επιτρέπει να κάνουμε τις προσωπικές μας ρυθμίσεις, στο δικό μας Robonova.
- Τα ανοδιωμένα μεταλλικά μπρακέτα δημιουργούν ένα ρωμαλέο, αλλά ελαφρύ εξωτερικό σκελετό.
- Τα ανθεκτικά πλαστικά μέρη του κορμού προστατεύουν τον πίνακα ελέγχου και την μπαταρία.
- Προστασία για υπερτροφοδότηση ρεύματος.
- Πανίσχυρα ανθρακονημάτινα γρανάζια.
- Τεχνολογία "Feedback", για απλό προγραμματισμό.
- Απαιτεί 1 x 5 Cell NiMH επαναφορτιζόμενη μπαταρία, που του δίνει 1 ώρα συνεχούς λειτουργίας (περιλαμβάνει ένα D/C φορτιστή).
- Απαιτεί 2 x AAA μπαταρίες για το τηλεχειριστήριο.
- Διαστάσεις: 30,5 cm (ύψος).



### 3.2 Περιβάλλον προγραμματισμού

#### RoboBasic

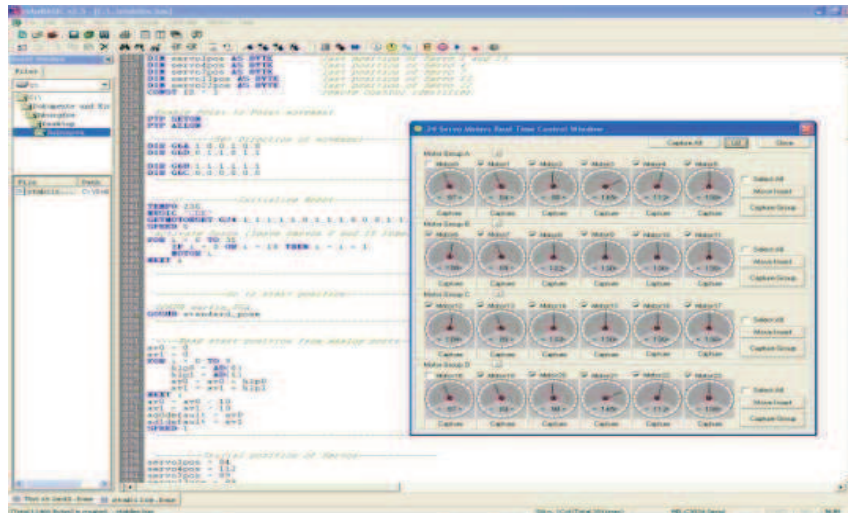


```
***** METAL FIGHTER STANDARD PROGRAM *****
DIM I AS BYTE
DIM J AS BYTE
DIM pose AS BYTE
DIM Action_ende AS BYTE
DIM A AS BYTE
DIM A_sid AS BYTE
DIM B AS BYTE
DIM C AS BYTE
DIM walk_speed AS BYTE
DIM left_right_speed AS BYTE
DIM left_right_speed2 AS BYTE
DIM walk_order AS BYTE
DIM walk_sov AS BYTE
DIM invasion_check AS BYTE
DIM motor_ONOFF AS BYTE
DIM swr_ONOFF AS BYTE
DIM tilt_front_back AS INTEGER
DIM tilt_left_right AS INTEGER
DIM DELAY_TIME AS BYTE
DIM DELAY_TIME2 AS BYTE
DIM TEMP AS BYTE
DIM thing_catch_state AS BYTE
DIM tilt_count AS BYTE
DIM fall_check AS BYTE
DIM replay_number AS BYTE
DIM tilt_measurement_check AS BYTE
DIM public_say_check AS BYTE
DIM S6 AS BYTE
DIM S7 AS BYTE
DIM S8 AS BYTE
DIM S11 AS BYTE
DIM S12 AS BYTE
DIM S13 AS BYTE
DIM S14 AS BYTE
```

Ορισμός μεταβλητών στη RoboBasic

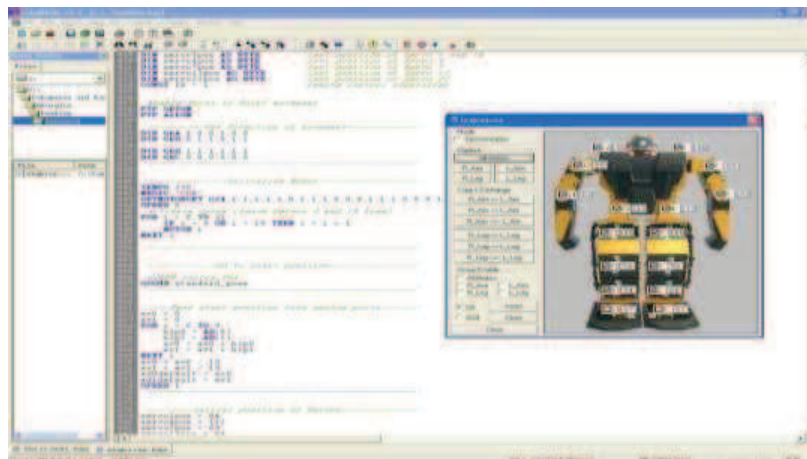
Η RoboBasic είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού, που βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού BASIC, έχει παρόμοια σύνταξη και παρέχεται για τους πιο προχωρημένους χρήστες. Ωστόσο, η RoboBasic ξέρει-αναγνωρίζει μόνο δύο τύπους δεδομένων, τα byte και τους ακέραιους. Μερικά από τα αξεσουάρ του Robopona υποστηρίζονται άμεσα από την RoboBasic, όπως οι εντολές του τηλεχειριστηρίου ή του γυροσκοπίου. Ο επεξεργαστής κειμένου έρχεται με τις βασικές λειτουργίες, όπως η επισήμανση σύνταξης, τα σχόλια και τα μπλοκ μορφοποίησης παραγράφου. Επιπλέον, τον τροποποιημένο-μεταγλωττισμένο (compiled) κώδικα μπορούμε να τον κατεβάσουμε απευθείας στο ρομπότ.





Η επιλογή Servo Motor Real-Time Control στη RoboBasic

Παρέχει επίσης την επιτήρηση των σερβοκινητήρων. Με την επιλογή Servo Motor Real-Time Control, που υπάρχει στο περιβάλλον εργασίας της RoboBasic, μπορούμε να διαβάσουμε και να αλλάξουμε την θέση του κάθε σερβοκινητήρα ανεξάρτητα, όσο το ρομπότ είναι συνδεδεμένο.



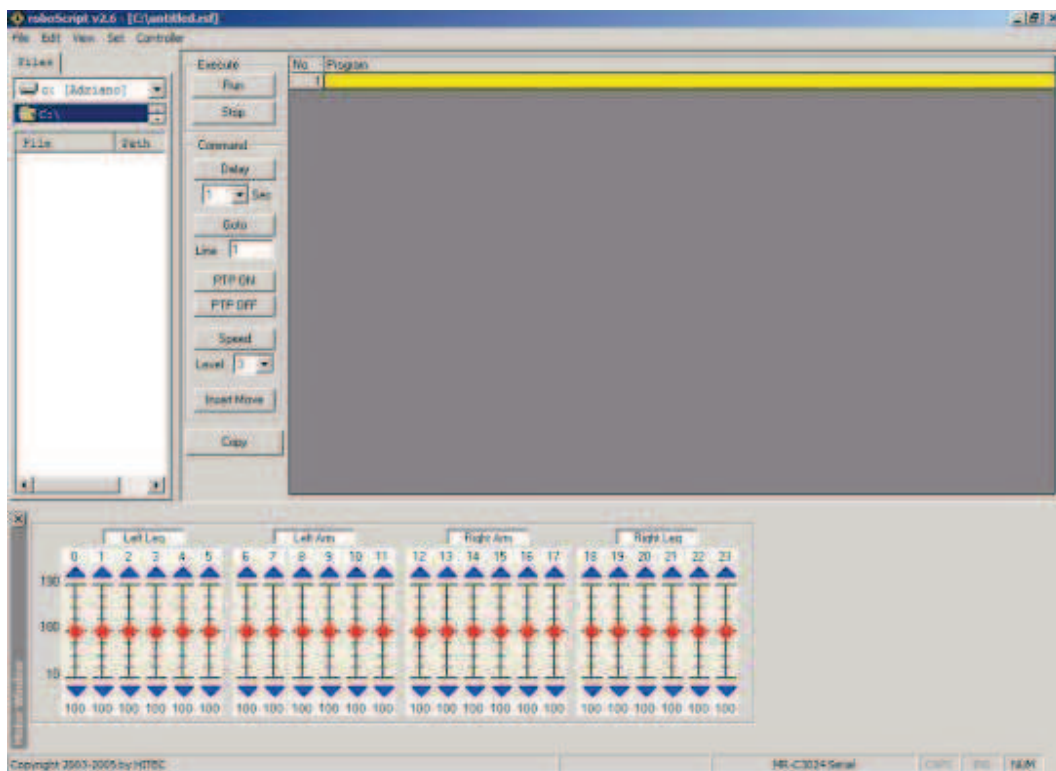
Η λειτουργία Robonova Motor Control στη RoboBasic

Μια άλλη πολύ χρήσιμη λειτουργία που παρέχει η RoboBasic, ειδικά για την εφαρμογή κινήσεων point-to-point, είναι το Robonova Motor Control. Εδώ, μπορούμε να έχουμε μια γενική εικόνα για όλες τις θέσεις των σερβοκινητήρων. Εύκολα μπορεί κάποιος, να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει ένα μόνο σερβοκινητήρα ή ομάδες σερβοκινητήρων και στη συνέχεια να φέρει χειροκίνητα τους σερβοκινητήρες στην επιθυμητή θέση.

Μετά την επανενεργοποίηση των σερβοκινητήρων, το πρόγραμμα διαβάζει την νέα τους θέση, η οποία στη συνέχεια μπορεί να επικολληθεί απευθείας στον πηγαίο κώδικα.

Γενικά, η RoboBasic περιέχει συγκεκριμένες εντολές, για την απλή λειτουργία του ρομπότ. Η RoboBasic, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το RoboScript, για να αυξηθεί η απόδοση του ελεγκτή (controller).

### RoboScript



RoboScript

Οι αρχάριοι στην τεχνολογία προγραμματισμού ρομπότ, θα είναι στην ευχάριστη θέση να χρησιμοποιήσουν το παρεχόμενο λογισμικό προγραμματισμού RoboScript. Χωρίς καμία γνώση οποιασδήποτε γλώσσας προγραμματισμού, όλοι οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν λειτουργικά υποπρογράμματα με ένα κλικ του ποντικιού, μέσω του RoboScript.

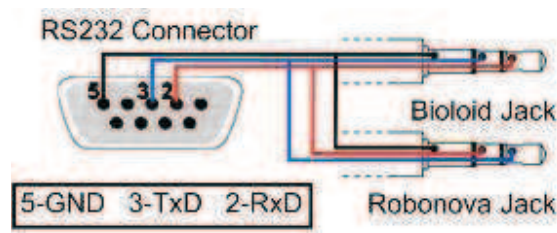
### 3.3 Τρόποι επικοινωνίας με το Robonova

#### 1. Καλώδιο σειριακής σύνδεσης



Το καλώδιο σειριακής σύνδεσης, περιλαμβάνεται μέσα στο συνολικό πακέτο του ρομπότ. Ο χρόνος επικοινωνίας, είναι 5050 msec και η ταχύτητα των σερβοκινητήρων έχει οριστεί στα 9600 bps. Σε περίπτωση καταστροφής του καλωδίου, δίνεται παρακάτω το σχηματικό διάγραμμα του καλωδίου για να μπορέσουμε, ακόμα και μόνοι μας να φτιάξουμε ένα τέτοιο καλώδιο.

Για την σύνδεση του καλωδίου στον υπολογιστή μου, χρησιμοποίησα ακόμα ένα καλώδιο, το οποίο στην ουσία, είναι ένας μετατροπέας που μετατρέπει την σειριακή θύρα σε θύρα USB.



Σχηματικό διάγραμμα του καλωδίου

## 2. IR remote control



Το τηλεκοντρόλ του Robocona, μπορεί να αποθηκεύσει μέχρι και 64 διαφορετικά προγράμματα. Επικοινωνεί μέσω υπερύθρων με το ρομπότ, αλλά η εμβέλειά του είναι μόλις 1 m. Πιο αναλυτικά, τοποθετείται ένας δέκτης υπερύθρων επάνω στο κεφάλι του ρομπότ, ενώ από την άλλη μεριά το τηλεκοντρόλ είναι ουσιαστικά ο πομπός των υπερύθρων. Είναι πολύ εύκολο στη χρήση του, για αυτό και το καθιέρωσα ως κύριο τρόπο επικοινωνίας με το Robocona, το οποίο διαθέτουμε.



### 3. Bluetooth module



Το Bluetooth του Robonova, λειτουργεί μόνο στα λογισμικά windows Xp ή 2000 και απαιτεί το λιγότερο από ένα υπολογιστή, ένα επεξεργαστή Pentium 3 στα 3,5 MHz, μία μνήμη RAM 256 MB και 40 MB κενό χώρο στο σκληρό δίσκο. Η καθορισμένη ταχύτητα αποστολής δεδομένων της συσκευής Bluetooth, είναι 4800 bps. Όμως, το μεγάλο χαρακτηριστικό αυτής της συσκευής, είναι η εμβέλεια που μπορεί να στείλει τα δεδομένα (έως και 100 m).

Παρόλο που διαθέτουμε αυτή την συσκευή Bluetooth για το Robonova, δεν την χρησιμοποίησα λόγω του ότι, ο υπολογιστής μου δεν περιέχει Bluetooth.



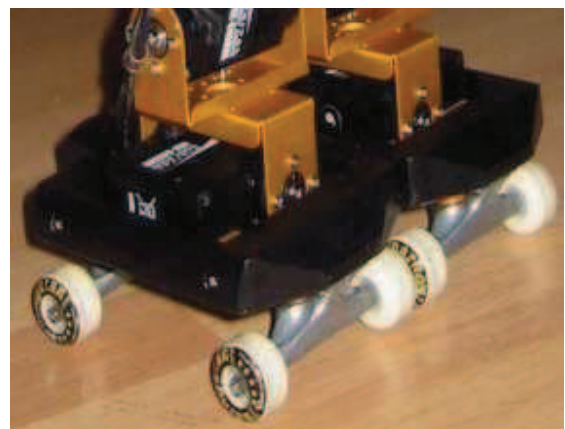
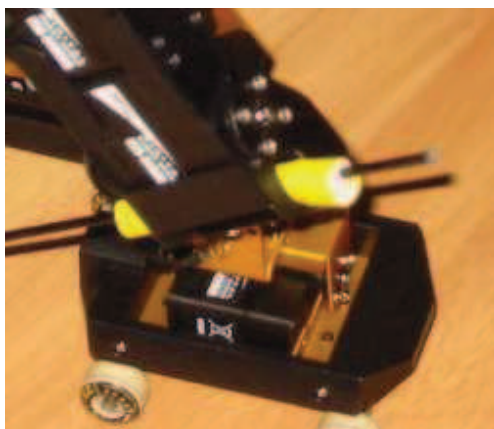


### 3.4 Δυνατότητα ενσωμάτωσης πρόσθετων εξαρτημάτων- παρελκόμενων στο Robonova

Στο Robonova-I, μπορούν να τοποθετηθούν εκ των υστέρων διάφορα παρελκόμενα και βοηθητικά στοιχεία, για την προσαρμογή της λειτουργικότητάς του. Με την προσθήκη, για παράδειγμα, επιπλέον σερβοκινητήρων και υποστηριγμάτων, το κεφάλι του ρομπότ και η μέση του, μπορούν να περιστρέφονται. Επίσης, μπορούν να τοποθετηθούν χέρια με δάκτυλα, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ρομπότ, για να πιάνει διάφορα αντικείμενα.

Γυροσκόπια, επιταχυνσιόμετρα, λειτουργίες ομιλίας, συσκευές αναγνώρισης ήχου, εξαρτήματα ελέγχου και πολλά άλλα, μπορούν να προστεθούν πάνω στο αρχικό ρομπότ, όταν είναι διαθέσιμα.

**Ενδεικτικές φωτογραφίες από διάφορες μετατροπές-τροποποιήσεις του Robonova**





## Κεφάλαιο 4: Ανάπτυξη προγραμμάτων του Robonova

Στο κεφάλαιο αυτό, αναπτύσσονται τα προγράμματα του Robonova με την βοήθεια ή/και χωρίς, εξωτερικών αισθητηρίων. Τα προγράμματα αυτά είναι σε μορφή robobasic (.bas) και βασίζονται στις παρακάτω κυρίως εντολές:

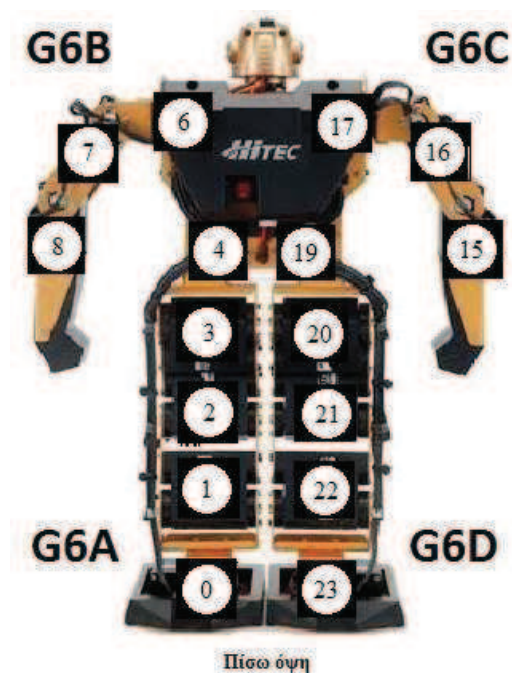
### ***SPEED:***

Με την εντολή αυτή, ορίζουμε την ταχύτητα κίνησης των σερβοκινητήρων. Η σύνταξη της εντολής είναι {SPEED...[ένας αριθμός από 0-20]}. Όσο κοντινότερος είναι αυτός ο αριθμός στο 0, τόσο πιο αργή είναι η κίνηση των σερβοκινητήρων.

### ***MOVE:***

Με αυτή την εντολή, καθορίζουμε ουσιαστικά τις γωνίες ομάδων σερβοκινητήρων (G6A, G6B, G6C, G6D). Η εντολή αυτή συντάσσεται με τον εξής τρόπο, {MOVE G6A-D, x, y, z, i, j, k}. Κάθε μεταβλητή από τις x, y, z, i, j, k, εκφράζει μια τιμή μεταξύ 10-190, η οποία αντιστοιχεί σε ένα σερβοκινητήρα και ουσιαστικά προσδιορίζει μια γωνία. Το εύρος κίνησης των σερβοκινητήρων είναι μεταξύ  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ , άρα οι τιμές από 10-190, αντιστοιχούν αναλογικά σε αυτό το εύρος γωνιών. Η τιμή 100 είναι το σημείο μηδέν του κάθε σερβοκινητήρα, δηλαδή ο σερβοκινητήρας δεν έχει περιστραφεί καθόλου σε καμία από τις δυο διευθύνσεις(αριστερόστροφα-δεξιόστροφα).

### Υποσημείωση:



Στην ομάδα G6A περιλαμβάνονται οι σερβοκινητήρες 0,1,2,3,4 (αριστερό πόδι).

Στην ομάδα G6B περιλαμβάνονται οι σερβοκινητήρες 6,7,8 (αριστερό χέρι).

Στην ομάδα G6C περιλαμβάνονται οι σερβοκινητήρες 15,16,17 (δεξί χέρι).

Στην ομάδα G6D περιλαμβάνονται οι σερβοκινητήρες 19,20,21,22,23 (δεξί πόδι).

**DELAY:**

Η εντολή DELAY, είναι μια εντολή χρονοκαθυστέρησης. Αναλυτικότερα, με την εντολή αυτή καθυστερούμε την ροή του προγράμματος, όταν επιθυμούμε και για όσο χρόνο θέλουμε. Η σύνταξη αυτής της εντολής είναι {DELAY...[x]}. Η μεταβλητή x, εκφράζει ένα αριθμό, ο οποίος αντιστοιχεί σε ένα χρονικό διάστημα και η μονάδα μέτρησής του είναι το millisecond.

**WAIT:**

Με την εντολή WAIT, έχουμε την δυνατότητα να καθυστερήσουμε την ροή του προγράμματος όσο χρειάζεται, ούτως ώστε να ολοκληρωθούν οι προηγούμενες προγραμματισμένες κινήσεις. Δεν έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε εμείς τον χρόνο αυτό, εφόσον αυτή η εντολή είναι υπεύθυνη για αυτό το σκοπό. Η σύνταξη αυτής της εντολής είναι {WAIT}.

**MOVE24:**

Με την εντολή αυτή, καθορίζουμε τις γωνίες των σερβοκινητήρων, όπως και η εντολή MOVE. Η διαφορά έγκειται, στο ότι με την συγκεκριμένη εντολή δεν ελέγχουμε ομάδες σερβοκινητήρων, αλλά όλους τους σερβοκινητήρες ταυτόχρονα. Αυτό επιθυμείται σε κάποιες περιπτώσεις, για την ομαλότερη κίνηση του ρομπότ. Η εντολή αυτή συντάσσεται με τον εξής τρόπο, {MOVE24 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x}. Οι μεταβλητές αυτές, αντιστοιχούν σε μία γωνία και κάθε μια μεταβλητή από αυτές, αναλογεί σε ένα διαφορετικό σερβοκινητήρα, όπως ακριβώς και με την εντολή MOVE.

**GOSUB...RETURN:**

Με την εντολή GOSUB, έχουμε την δυνατότητα να μεταβαίνουμε σε υποπρογράμματα κατά την διάρκεια ροής του προγράμματος και στη συνέχεια με την εντολή RETURN να επιστρέφουμε στο κυρίως πρόγραμμα στο σημείο που είχε διακοπεί η ροή του, λόγω της εντολής GOSUB. Η σύνταξη αυτών των εντολών είναι {GOSUB...[επικεφαλίδα υποπρογράμματος]} και μετά το τέλος του εκάστοτε υποπρογράμματος καταχωρούμε την εντολή RETURN.

**GOTO:**

Η εντολή GOTO έχει αρκετά κοινά με την εντολή GOSUB. Ουσιαστικά με την εντολή GOTO, μεταβαίνουμε σε επικεφαλίδες μέσα στο πρόγραμμα, αλλά η διαφορά εδώ είναι ότι το πρόγραμμα δεν επιστρέφει στο σημείο όπου είχε διακοπεί η ροή του. Αντιθέτως, η ροή του προγράμματος συνεχίζεται από το σημείο που έχει γίνει η μετάβαση, μέσω της εντολής GOTO. Η σύνταξη της εντολής αυτής είναι, {GOTO...[επικεφαλίδα]}.



## 4.1 Απλό πρόγραμμα χωρίς την χρήση εξωτερικών αισθητηρίων

### «Χορευτικές κινήσεις»

Στο πρόγραμμα που ακολουθεί, γίνεται επίδειξη των ικανοτήτων και των κινήσεων του RoboBona. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, το ρομπότ ξεκινάει ξαπλωμένο με την «πλάτη» προς τα πίσω. Με το πάτημα του κουμπιού εκκίνησης, το ρομπότ εκτελεί μια κίνηση με το χέρι του και έπειτα σηκώνεται όρθιο. Στη συνέχεια ακολουθεί μια σειρά από χορευτικές κινήσεις που περιλαμβάνουν, ρόδα καθίσματα, κάμψεις, κατακόρυφο και πολλά άλλα. Σε αυτό το πρόγραμμα δεν χρησιμοποιήθηκαν εξωτερικά αισθητήρια. Το ρομπότ εκτελεί όλο τον κώδικα και καταλήγει όρθιο στην αρχική του θέση.

### Ο κώδικας στην RoboBasic

#### 'Δήλωση μεταβλητών

DIM y AS BYTE

DIM i AS INTEGER

#### 'Ρύθμιση για χρήση ομάδων σερβοκινητήρων

PTP SETON

#### 'Ρύθμιση για χρήση όλων των σερβοκινητήρων

PTP ALLON

#### 'Ορισμός της φοράς των σερβοκινητήρων

DIR G6A,1,0,0,1,0,0

DIR G6B,1,1,1,1,1,1

DIR G6C,0,0,0,0,0,0

DIR G6D,0,1,1,0,1,0

#### 'Διάβασμα θέσης όλων των σερβοκινητήρων

GETMOTORSET G6A,1,1,1,1,1,0

GETMOTORSET G6B,1,1,1,0,0,0

GETMOTORSET G6C,1,1,1,0,0,0

GETMOTORSET G6D,1,1,1,1,1,0

#### 'Ενεργοποίηση-Τροφοδότηση όλων των σερβοκινητήρων

MOTOR G24

#### 'Ορισμός της ταχύτητας κίνησης των σερβοκινητήρων

SPEED 7

#### 'Μετάβαση στο υποπρόγραμμα «standar\_thesi» και στην συνέχεια επιστροφή στο πρόγραμμα με την εντολή (RETURN)

GOSUB standar\_thesi

#### 'Αρχή του προγράμματος

main:

#### 'Διάβασμα υπέρυθρων τιμών από το τηλεχειριστήριο (Αναλογική είσοδος)

y=REMOCON(1)

#### 'Εντολή ελέγχου (IF...THEN) της τιμής του τηλεχειριστήριου, προκειμένου να γίνει εκκίνηση του προγράμματος

IF y=1 THEN



Με την εντολή MOVE, ορίζουμε μια συγκεκριμένη γωνία για κάθε σερβοκινητήρα. Παρακάτω, έχουμε ορίσει τις ταχύτητες και τις γωνίες των σερβοκινητήρων κατάλληλα, ώστε το ρομπότ να εκτελεί μια σειρά από προγραμματισμένες «χορευτικές» κινήσεις

SPEED 4

MOVE G6B, 39, 182, 182, 100, 100, 100

**Χρονοκαθυστέρηση (DELAY)**

DELAY 4000

**Όι συντομογραφίες G6A, G6B, G6C και G6D, εκφράζουν ομάδες σερβοκινητήρων**

MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100

DELAY 1000

Γυρίζει το χέρι του προς το πρόσωπό του

SPEED 4

MOVE G6A,100, 10, 100, 115, 100, 100

MOVE G6D,100, 10, 100, 115, 100, 100

MOVE G6B,100, 130, 10, 100, 100, 100

MOVE G6C,100, 130, 10, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 10, 83, 140, 100, 100

MOVE G6D,100, 10, 83, 140, 100, 100

MOVE G6B, 20, 130, 10, 100, 100, 100

MOVE G6C, 20, 130, 10, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 126, 60, 50, 100, 100

MOVE G6D,100, 126, 60, 50, 100, 100

MOVE G6B, 20, 30, 90, 100, 100, 100

MOVE G6C, 20, 30, 90, 100, 100, 100

**Αναμονή, προκειμένου να ολοκληρωθούν οι παραπάνω προγραμματισμένες κινήσεις**

WAIT

MOVE G6A,100, 165, 70, 15, 100, 100

MOVE G6D,100, 165, 70, 15, 100, 100

MOVE G6B, 30, 20, 95, 100, 100, 100

MOVE G6C, 30, 20, 95, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 165, 40, 100, 100, 100

MOVE G6D,100, 165, 40, 100, 100, 100

MOVE G6B,110, 70, 50, 100, 100, 100

MOVE G6C,110, 70, 50, 100, 100, 100

WAIT

SPEED 6

MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100

MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100

MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100

MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100

WAIT

DELAY 1000

Σηκώνεται όρθιο

```

        MOVE G6B,180, 30, 80, 100, 100, 100
        MOVE G6C,180, 30, 80, 100, 100, 100
    DELAY 1000
    'Εντολή επανάληψης (FOR...NEXT), για επανάληψη της ίδιας κίνησης
    FOR i=0 TO 2
        SPEED 5
            MOVE G6A,100, 151, 23, 140, 101, 100
            MOVE G6D,100, 151, 23, 140, 101, 100
            MOVE G6B,180, 30, 80, 100, 100, 100
            MOVE G6C,180, 30, 80, 100, 100, 100
            WAIT
            MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
            MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
            MOVE G6B,180, 30, 80, 100, 100, 100
            MOVE G6C,180, 30, 80, 100, 100, 100
            WAIT
        'Τέλος της εντολής επανάληψης FOR
    NEXT i
        MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
        MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
        WAIT
    DELAY 1000

    SPEED 5
        MOVE G6A,100, 151, 23, 140, 101, 100
        MOVE G6D,100, 151, 23, 140, 101, 100
        MOVE G6B,180, 30, 80, 100, 100, 100
        MOVE G6C,180, 30, 80, 100, 100, 100
        WAIT
    'Με την εντολή MOVE24, πραγματοποιείται η κίνηση
    και των 16 σερβοκινητήρων, ταυτόχρονα
        MOVE24 75, 165, 55, 165, 155, 100, 185, 10, 100,
        100, 100, 100, 185, 10, 100, 100, 100, 100, 75, 165, 55, 165, 155, 100,
        MOVE24 80, 155, 85, 150, 150, 100, 185, 40, 60, 100, 100,
        100, 185, 40, 60, 100, 100, 100, 80, 155, 85, 150, 150, 100,
        MOVE G6A, 96, 57, 156, 82, 106, 100
        MOVE G6D, 96, 57, 156, 82, 106, 100
    DELAY 1000
    FOR i=0 TO 4
        SPEED 5
            MOVE G6B,187, 108, 13, 100, 100, 100
            MOVE G6C,187, 108, 13, 100, 100, 100
            WAIT
            MOVE G6B,167, 18, 75, 100, 100, 100
            MOVE G6C,167, 18, 75, 100, 100, 100
            WAIT
        NEXT i
    DELAY 1000
        MOVE24 80, 155, 85, 150, 150, 100, 185, 40, 60,
        100, 100, 100, 185, 40, 60, 100, 100, 100, 80, 155, 85, 150, 150, 100,
        MOVE24 75, 165, 55, 165, 155, 100, 185, 10, 100,
        100, 100, 100, 185, 10, 100, 100, 100, 100, 75, 165, 55, 165, 155, 100,
        MOVE24 60, 165, 30, 165, 155, 100, 170, 10, 100, 100,
        100, 100, 170, 10, 100, 100, 100, 100, 60, 165, 30, 165, 155, 100,

```

Περιστρέφει τα χέρια του προς τα μπροστά και στη συνέχεια κάνει καθίσματα

Κάθεται, σηκώνει τα χέρια του προς τα μπροστά και στη συνέχεια «πέφτει» κάτω, εκτελώντας κάμψεις

```

MOVE24 60, 165, 25, 160, 145, 100, 150, 60, 90, 100, 100, 100, 150, 60, 90, 100, 100, 100, 60, 165,
25, 160, 145, 100,
MOVE24 100, 155, 25, 140, 100, 100, 130, 50, 85, 100, 100, 100, 130, 50, 85, 100, 100, 100, 100, 155,
25, 140, 100, 100,
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT

```

```

SPEED 5
MOVE G6A,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6D,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 100
SPEED 3
MOVE G6A, 83, 110, 91, 116, 100, 100
MOVE G6D,114, 135, 60, 123, 105, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 1000
MOVE G6A,89, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6D,114, 135, 60, 123, 105, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 1000
MOVE G6A, 89, 135, 60, 123, 130, 100
MOVE G6D,120, 135, 60, 123, 110, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6D,120, 165, 27, 123, 110, 100
MOVE G6B,100, 170, 143, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 170, 143, 100, 100, 100
MOVE G6D,120, 165, 27, 123, 190, 100
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
FOR i=0 TO 3
SPEED 8
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 167, 100
MOVE G6B,100, 70, 90, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 170, 143, 100, 100, 100
WAIT
NEXT i
MOVE G6D,118, 163, 25, 125, 126, 100
MOVE G6C,100, 70, 100, 100, 100, 100
MOVE G6A, 82, 137, 60, 114, 89, 100
MOVE G6A, 82, 137, 60, 114, 89, 100
MOVE G6B,102, 40, 67, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 50, 100, 100, 100, 100
MOVE G6D,117, 163, 25, 125, 110, 100

```

Κάνει ένα «ελαφρύ» κάθισμα και περιστρέφει το σώμα του προς τα δεξιά, αγγίζοντας το δεξί του χέρι στο δάπεδο. Στη συνέχεια, κινεί ταυτόχρονα το αριστερό του χέρι και πόδι

```

DELAY 1000
SPEED 3
MOVE G6A,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6D,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT

DELAY 100
SPEED 3
MOVE G6A,114, 135, 60, 123, 105, 100
MOVE G6D, 88, 110, 91, 116, 100, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 1000
MOVE G6A,114, 135, 60, 123, 105, 100
MOVE G6D,89, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 1000
MOVE G6A,120, 135, 60, 123, 110, 100
MOVE G6D, 89, 135, 60, 123, 130, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A,120, 165, 27, 123, 110, 100
MOVE G6C,100, 170, 143, 100, 100, 100
MOVE G6B,100, 170, 143, 100, 100, 100
MOVE G6A,120, 165, 27, 123, 190, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
FOR i=0 TO 3
SPEED 8
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 167, 100
MOVE G6C,100, 70, 90, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6C,100, 170, 143, 100, 100, 100
WAIT
NEXT i
MOVE G6A,118, 163, 25, 125, 126, 100
MOVE G6B,100, 70, 100, 100, 100, 100
MOVE G6D, 82, 137, 60, 114, 89, 100
MOVE G6D, 82, 137, 60, 114, 89, 100
MOVE G6C,102, 40, 67, 100, 100, 100
MOVE G6B,100, 50, 100, 100, 100, 100
MOVE G6A,117, 163, 25, 125, 110, 100
DELAY 1000
SPEED 3
    MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT
DELAY 1000

```

Κάνει ένα «ελαφρύ» κάθισμα και περιστρέφει το σώμα του προς τα αριστερά, αγγίζοντας το αριστερό του χέρι στο δάπεδο. Στη συνέχεια, κινεί ταυτόχρονα το δεξί του χέρι και πόδι

```

SPEED 5
MOVE G6A,100, 151, 23, 140, 101, 100
MOVE G6D,100, 151, 23, 140, 101, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 160, 23, 65, 101, 100
MOVE G6B, 20, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C, 20, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6D,100, 161, 23, 65, 101, 100
MOVE G6A,100, 126, 60, 50, 100, 100
MOVE G6D,100, 126, 60, 50, 100, 100
MOVE G6B, 20, 30, 90, 100, 100, 100
MOVE G6C, 20, 30, 90, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6D,102, 130, 25, 79, 99, 100
MOVE G6D,103, 60, 177, 140, 97, 100
FOR i=0 TO 3
SPEED 10
MOVE G6D,116, 60, 177, 140, 97, 100
MOVE G6D, 73, 60, 177, 140, 97, 100
NEXT i
SPEED 5
MOVE G6D,103, 60, 177, 140, 97, 100
MOVE G6D,102, 130, 25, 79, 99, 100
    MOVE G6A,100, 126, 60, 50, 100, 100
    MOVE G6D,100, 126, 60, 50, 100, 100
    MOVE G6B, 20, 30, 90, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 20, 30, 90, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A,102, 130, 25, 79, 99, 100
    MOVE G6A,103, 60, 177, 140, 97, 100
FOR i=0 TO 3
SPEED 10
MOVE G6A,116, 60, 177, 140, 97, 100
MOVE G6A, 73, 60, 177, 140, 97, 100
NEXT i
SPEED 5
MOVE G6A,103, 60, 177, 140, 97, 100
MOVE G6A,102, 130, 25, 79, 99, 100
MOVE G6A,100, 126, 60, 50, 100, 100
    MOVE G6D,100, 126, 60, 50, 100, 100
    MOVE G6B, 20, 30, 90, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 20, 30, 90, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A,100, 160, 23, 65, 101, 100
    MOVE G6B, 20, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 20, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6D,100, 161, 23, 65, 101, 100
    MOVE G6A,100, 165, 70, 15, 100, 100
    MOVE G6D,100, 165, 70, 15, 100, 100
    MOVE G6B, 30, 20, 95, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 30, 20, 95, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A,100, 165, 40, 100, 100, 100

```

Κάθεται και στη συνέχεια  
περιστρέφει το σώμα του και τα  
χέρια του προς τα πίσω και  
στηριζόμενο στα χέρια του, σηκώνει  
εναλλάξ τα πόδια του κουνώντας τα  
πέλματά του



```

MOVE G6D,100, 165, 40, 100, 100, 100
MOVE G6B,110, 70, 50, 100, 100, 100
MOVE G6C,110, 70, 50, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 6
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT

MOVE G6A,117, 161, 29, 126, 89, 100
MOVE G6B,100, 185, 173, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 59, 80, 100, 100, 100
MOVE G6D, 77, 142, 41, 134, 115, 100
MOVE G6A,117, 161, 29, 126, 134, 100
MOVE G6C,100, 59, 80, 100, 100, 100
MOVE G6D, 66, 108, 110, 98, 88, 100
SPEED 15
MOVE G6A,117, 161, 29, 126, 190, 100
MOVE G6C,100, 190, 64, 100, 100, 100
MOVE G6D, 66, 108, 110, 98, 190, 100
SPEED 6
    MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
DELAY 500
FOR I=0 TO 3
MOVE G6A,100, 162, 29, 114, 105, 100
MOVE G6D,100, 162, 29, 114, 105, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 105, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 105, 100
WAIT
NEXT I
FOR I=0 TO 5
SPEED 8
MOVE G6A,100, 76, 145, 100, 105, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 70, 105, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 76, 145, 70, 105, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 100, 105, 100
WAIT
NEXT I
DELAY 500
SPEED 3
MOVE G6A,100, 76, 145, 90, 105, 100
MOVE G6C,100, 190, 64, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 5
MOVE G6A,100, 130, 30, 140, 105, 100
MOVE G6D,100, 130, 30, 140, 105, 100
WAIT
MOVE G6A,110, 149, 30, 140, 180, 100
MOVE G6B,100, 100, 173, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A,105, 149, 30, 140, 136, 100

```

Περιστρέφει γρήγορα τον κορμό του, το δεξί του χέρι και το δεξί του πόδι, προς τα αριστερά, εκτελώντας μισή περιστροφή και μένει όρθιο με το κεφάλι προς τα κάτω, στηριζόμενο στα χέρια του. Κατόπιν ανεβοκατεβάζει τα πόδια του

```

MOVE G6B,100, 55, 93, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 160, 64, 100, 100, 100
MOVE G6D, 72, 111, 99, 110, 90, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 150, 30, 140, 100, 100
MOVE G6B,100, 55, 93, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 55, 93, 100, 100, 100
MOVE G6D,100, 150, 30, 140, 100, 100
WAIT
SPEED 8
    MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT

    SPEED 7
    MOVE G6A, 100, 155, 25, 140, 100, 100
    MOVE G6D, 100, 155, 25, 140, 100, 100
    MOVE G6B, 130, 50, 85, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 130, 50, 85, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A, 60, 165, 25, 160, 145, 100
    MOVE G6D, 60, 165, 25, 160, 145, 100
    MOVE G6B, 150, 60, 90, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 150, 60, 90, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A, 60, 165, 30, 165, 155, 100
    MOVE G6D, 60, 165, 30, 165, 155, 100
    MOVE G6B, 170, 10, 100, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 170, 10, 100, 100, 100, 100
    WAIT
    SPEED 3
    MOVE G6A, 75, 165, 55, 165, 155, 100
    MOVE G6D, 75, 165, 55, 165, 155, 100
    MOVE G6B, 185, 10, 100, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 185, 10, 100, 100, 100, 100
    WAIT
    SPEED 7
    MOVE G6A, 80, 155, 85, 150, 150, 100
    MOVE G6D, 80, 155, 85, 150, 150, 100
    MOVE G6B, 185, 40, 60, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 185, 40, 60, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A, 100, 130, 120, 80, 110, 100
    MOVE G6D, 100, 130, 120, 80, 110, 100
    MOVE G6B, 125, 160, 10, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 125, 160, 10, 100, 100, 100
    WAIT
    MOVE G6A, 100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D, 100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B, 100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT
SPEED 6
    MOVE G6A, 100, 125, 65, 10, 100, ,
    
```

«Ξαπλώνει» προς τα μπροστά, σηκώνει τα πόδια του όρθια προς τα πάνω, στηριζόμενο στα χέρια του και στο κεφάλι του και στη συνέχεια ανοίγει τα πόδια του

```

MOVE G6D, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6B, 110, 30, 80, , , ,
MOVE G6C, 110, 30, 80, , , ,
SPEED 3
MOVE G6A, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6D, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6B, 170, 30, 80, , , ,
MOVE G6C, 170, 30, 80, , , ,
WAIT
DELAY 200
SPEED 6
MOVE G6A, 100, 89, 129, 57, 100, ,
MOVE G6D, 100, 89, 129, 57, 100, ,
MOVE G6B, 180, 30, 80, , , ,
MOVE G6C, 180, 30, 80, , , ,
WAIT
MOVE G6A, 100, 64, 179, 57, 100, ,
MOVE G6D, 100, 64, 179, 57, 100, ,
MOVE G6B, 190, 50, 80, , , ,
MOVE G6C, 190, 50, 80, , , ,
WAIT
DELAY 200
    
```

Συνέχεια:

«Ξαπλώνει» προς τα μπροστά, σηκώνει τα πόδια του όρθια προς τα πάνω, στηριζόμενο στα χέρια του και στο κεφάλι του και στη συνέχεια ανοίγει τα πόδια του

```

MOVE G6A, 100, 64, 179, 57, 100, ,
MOVE G6D, 100, 64, 179, 57, 100, ,
MOVE G6B, 185, 50, 80, , , ,
MOVE G6C, 185, 50, 80, , , ,
WAIT
SPEED 6
MOVE G6A, 100, 64, 179, 59, 150, 100
MOVE G6D, 100, 64, 179, 59, 150, 100
WAIT
FOR I=0 TO 20
SPEED 13
MOVE G6B, 185, 20, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C, 185, 60, 80, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6B, 183, 60, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C, 183, 20, 80, 100, 100, 100
WAIT
NEXT I
    
```

Περιστρέφεται προς τα δεξιά με την βοήθεια των χεριών του, κατά τη διάρκεια που βρίσκεται σε ανάποδη στάση

```

SPEED 6
MOVE G6A, 100, 89, 129, 57, 100, ,
MOVE G6D, 100, 89, 129, 57, 100, ,
MOVE G6B, 180, 30, 80, , , ,
MOVE G6C, 180, 30, 80, , , ,
WAIT
SPEED 3
MOVE G6A, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6D, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6B, 170, 30, 80, , , ,
MOVE G6C, 170, 30, 80, , , ,
WAIT
SPEED 6
MOVE G6A, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6D, 100, 125, 65, 10, 100, ,
MOVE G6B, 110, 30, 80, , , ,
MOVE G6C, 110, 30, 80, , , ,
WAIT
MOVE G6A, 100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D, 100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B, 100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C, 100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 7
MOVE G6A, 100, 130, 120, 80, 110, 100
MOVE G6D, 100, 130, 120, 80, 110, 100
MOVE G6B, 150, 160, 10, 100, 100, 100
MOVE G6C, 150, 160, 10, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 80, 155, 85, 150, 150, 100
MOVE G6D, 80, 155, 85, 150, 150, 100
MOVE G6B, 185, 40, 60, 100, 100, 100
MOVE G6C, 185, 40, 60, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 75, 165, 55, 165, 155, 100
MOVE G6D, 75, 165, 55, 165, 155, 100
MOVE G6B, 185, 10, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C, 185, 10, 100, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 60, 165, 30, 165, 155, 100
MOVE G6D, 60, 165, 30, 165, 155, 100
MOVE G6B, 170, 10, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C, 170, 10, 100, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 60, 165, 25, 160, 145, 100
MOVE G6D, 60, 165, 25, 160, 145, 100
MOVE G6B, 150, 60, 90, 100, 100, 100
MOVE G6C, 150, 60, 90, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 100, 155, 25, 140, 100, 100
MOVE G6D, 100, 155, 25, 140, 100, 100
MOVE G6B, 130, 50, 85, 100, 100, 100
MOVE G6C, 130, 50, 85, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 6
MOVE G6A, 100, 76, 145, 93, 100, 100

```

Κατεβάζει τα πόδια του, περιστρέφει τα χέρια του και έπειτα σηκώνεται όρθιο

```

MOVE G6D, 100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B, 100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C, 100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 1000

MOVE G6A,100, 150, 50, 115, 100, 100
MOVE G6D,102, 154, 46, 115, 100, 100
MOVE G6B,100, 100, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 100, 100, 100, 100, 100
WAIT
FOR I=0 TO 2
SPEED 6
MOVE G6A,120, 150, 50, 115, 145, 100
MOVE G6D, 61, 82, 130, 100, 87, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 150, 50, 115, 100, 100
MOVE G6D,102, 154, 46, 115, 100, 100
WAIT
MOVE G6D,120, 150, 50, 115, 145, 100
MOVE G6A, 61, 82, 130, 100, 87, 100
WAIT
MOVE G6D,102, 154, 46, 115, 100, 100
MOVE G6A,100, 150, 50, 115, 100, 100
WAIT
NEXT I
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT

```

Πραγματοποιεί «ελαφρύ» κάθισμα, σηκώνει τα χέρια του σε οριζόντια θέση και γέρνοντας το σώμα του μια δεξιά και μια αριστερά, αγγίζει τα χέρια του στο πάτωμα εναλλάξ

```

SPEED 6
MOVE G6A,100, 130, 83, 101, 100, 100
MOVE G6D,100, 132, 83, 100, 100, 100
DELAY 500
SPEED 4
MOVE G6A, 82, 162, 29, 42, 160, 100
MOVE G6D, 84, 162, 28, 42, 160, 100
MOVE G6B,190, 100, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C,190, 100, 100, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 500
SPEED 6
FOR I=0 TO 1
MOVE G6B,190, 15, 30, 100, 100, 100
MOVE G6C,190, 15, 30, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6B,190, 100, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C,190, 100, 100, 100, 100, 100
WAIT
NEXT I
DELAY 1000
FOR I=0 TO 3
MOVE G6B,190, 15, 25, 100, 100, 100
MOVE G6C,190, 15, 25, 100, 100, 100

```

Ανοίγει τα χέρια και τα πόδια του και ταυτόχρονα γυρνάει τον κορμό του προς τα πίσω, υπο κλίση 90 μοιρών. Στη συνέχεια ανοιγοκλείνει τα χέρια του και τέλος σηκώνεται όρθιο



```

DELAY 500
SPEED 20
MOVE G6B,190, 15, 60, 100, 100, 100
MOVE G6C,190, 15, 60, 100, 100, 100
WAIT
NEXT I
SPEED 6
DELAY 500
MOVE G6B,190, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,190, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 82, 162, 44, 53, 130, 100
MOVE G6D, 84, 162, 44, 53, 130, 100
WAIT
MOVE G6A, 88, 162, 44, 90, 115, 100
MOVE G6D, 88, 162, 44, 90, 115, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 162, 44, 100, 100, 100
MOVE G6D,100, 162, 44, 100, 100, 100
WAIT
    MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT
DELAY 500

```

Συνέχεια:

Ανοίγει τα χέρια και τα πόδια του και ταυτόχρονα γυρνάει τον κορμό του προς τα πίσω, υπο κλίση 90 μοιρών. Στη συνέχεια ανοιγοκλείνει τα χέρια του και τέλος σηκώνεται όρθιο

```

SPEED 8
MOVE G6A,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6D,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 100
SPEED 3
MOVE G6A, 83, 110, 91, 116, 100, 100
MOVE G6D,114, 135, 60, 123, 105, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 100
MOVE G6A,89, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6D,114, 135, 60, 123, 105, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 89, 135, 60, 123, 130, 100
MOVE G6D,120, 135, 60, 123, 110, 100
MOVE G6B,100, 120, 140, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 140, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 4
MOVE G6A,89, 135, 60, 123, 158, 100
MOVE G6D,120, 135, 60, 123, 120, 100
MOVE G6B,100, 165, 185, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 165, 185, 100, 100, 100

```

Εκτελεί μια πλήρη περιστροφή προς τα δεξιά (ρόδα)

```

WAIT
SPEED 8
MOVE G6A,120, 131, 60, 123, 183, 100
MOVE G6D,120, 131, 60, 123, 185, 100
MOVE G6B,100, 165, 185, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 165, 185, 100, 100, 100
WAIT
DELAY 200
SPEED 5
MOVE G6A,120, 131, 60, 123, 183, 100
MOVE G6D,120, 131, 60, 123, 185, 100
MOVE G6B,100, 120, 145, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 145, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 6
MOVE G6A,105, 131, 60, 123, 183, 100
MOVE G6D, 86, 112, 73, 127, 101, 100
MOVE G6B,100, 120, 145, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 120, 145, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 3
MOVE G6A,112, 131, 62, 123, 133, 100
MOVE G6D, 86, 118, 73, 127, 101, 100
MOVE G6B,100, 80, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 80, 80, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 3
MOVE G6A,107, 135, 62, 123, 113, 100
MOVE G6D, 88, 115, 89, 115, 90, 100
MOVE G6B,100, 80, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 80, 80, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 4
MOVE G6A,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6D,100, 135, 60, 123, 100, 100
MOVE G6B,100, 80, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 80, 80, 100, 100, 100
WAIT
SPEED 10
    MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT
DELAY 500

```

Συνέχεια:

Εκτελεί μια πλήρη περιστροφή προς τα δεξιά (ρόδα)

```

SPEED 6
MOVE G6A,100, 55, 145, 140, 100, 100
MOVE G6D,100, 55, 145, 140, 100, 100
MOVE G6B, 60, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,160, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,160, 10, 20, 100, 100, 100
MOVE G6B, 60, 30, 40, 100, 100, 100
DELAY 3000

```

Υποκλίνεται

```
MOVE G6B, 60, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C, 160, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6A, 100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D, 100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B, 100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT
```

Επιστρέφει στην αρχική του θέση

**'Τέλος εντολής ελέγχου (IF)**

ENDIF

**'Μετάβαση στην επικεφαλίδα «main»**

GOTO main

**'Υποπρόγραμμα «standar\_thesi»**

standar\_thesi:

```
    MOVE G6A, 100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6D, 100, 76, 145, 93, 100, 100
    MOVE G6B, 100, 30, 80, 100, 100, 100
    MOVE G6C, 100, 30, 80, 100, 100, 100
    WAIT
```

**'Μετάβαση στην εκάστοτε εντολή GOSUB**

RETURN

## 4.2 Παρουσίαση εξωτερικών αισθητήρων

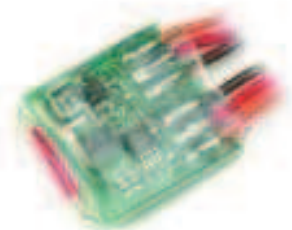
### Γυροσκόπιο

Το Robonova-I, διαθέτει ένα γυροσκόπιο ενός άξονα, το οποίο βελτιώνει την κίνηση και την ευστάθεια του. Ουσιαστικά, ορίζουμε ποιους σερβοκινητήρες θέλουμε να ελέγχονται από το γυροσκόπιο. Στη συνέχεια, ρυθμίζουμε την κατεύθυνση που θα κινηθούν αυτοί οι σερβοκινητήρες, η οποία συνήθως είναι αντίθετη με την κίνηση που εκτελεί το ρομπότ, προκειμένου να ισορροπεί. Τέλος, ελέγχουμε την ευαισθησία του γυροσκοπίου, έτσι ώστε να λειτουργεί σε απότομες κινήσεις ή σε απαλές, ανάλογα την χρήση που επιθυμούμε.



### Επιταχυνσιόμετρο

Το επιταχυνσιόμετρο του Robonova, μπορεί να ανιχνεύσει επιτάχυνση σε δύο άξονες και αναλόγως τις τιμές που μας δίνει, μπορούμε να αποφασίσουμε τις κινήσεις που θέλουμε να εκτελέσει το ρομπότ. Επίσης, το επιταχυνσιόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αντί του tilt sensor, για να μας δώσει εμμέσως την κλίση του ρομπότ. Έτσι, αν το Robonova κατά την διάρκεια εκτέλεσης μιας κίνησης, πέσει κάτω με το μπροστά ή το πίσω μέρος του, το επιταχυνσιόμετρο το εντοπίζει και κατόπιν το ρομπότ εκτελεί ένα κατάλληλο υποπρόγραμμα, προκειμένου να σηκωθεί αυτόματα από το πάτωμα.



### Αισθητήρας sonar

Ο ανιχνευτής sonar που διαθέτει το ρομπότ στο μπροστινό του μέρος, μας δίνει τιμές οι οποίες αντιστοιχούν σε ένα χρονικό διάστημα. Το διάστημα αυτό, έχει να κάνει με τον χρόνο που χρειάζονται οι υπέρηχοι, από την στιγμή της αποστολής τους από τον sonar, μέχρι την στιγμή που επιστρέφουν πίσω μετά την πρόσκρουσή τους σε κάποιο εμπόδιο. Έτσι, όσο πιο μεγάλο είναι αυτό το χρονικό διάστημα, τόσο πιο μακριά βρίσκεται το εμπόδιο από το ρομπότ. Στην ουσία με τον αισθητήρα sonar, μπορούμε (κυρίως) να εντοπίσουμε και να αποφύγουμε εμπόδια έως και 15 m μακριά, κατά την διάρκεια περπατήματος του ρομπότ (και όχι μόνο). Όμως, υπάρχει ένα μεγάλο μειονέκτημα, ο φωτισμός πρέπει να είναι κατάλληλος, διότι ο sonar μπορεί να ανιχνεύσει λανθασμένες αποστάσεις και κατά συνέπεια να οδηγηθούμε σε λάθος συμπεράσματα και αποτελέσματα.



### Αισθητήρας sharp IR

Το Robonova, διαθέτει επίσης ένα αισθητήριο sharp IR, το οποίο υπολογίζει απόσταση, όπως και ο sonar, με την διαφορά ότι χρησιμοποιεί υπέρυθρες, αντί υπέρηχους. Ουσιαστικά, στέλνεται ένας παλμός φωτός και στη συνέχεια αντανακλάται πίσω μετά την πρόσκρουση του σε κάποιο αντικείμενο. Η γωνία της δέσμης που αντανακλάται, εξαρτάται από την απόσταση αυτού του αντικειμένου. Έτσι, ο αισθητήρας sharp IR υπολογίζει αυτή την γωνία και στην συνέχεια, μας προσδιορίζει την απόσταση του αντικειμένου. Η εμβέλεια της απόστασεως μέτρησής του, είναι της τάξης των 90 cm, όμως εδώ δεν έχουμε το πρόβλημα του φωτισμού που είδαμε στο sonar.



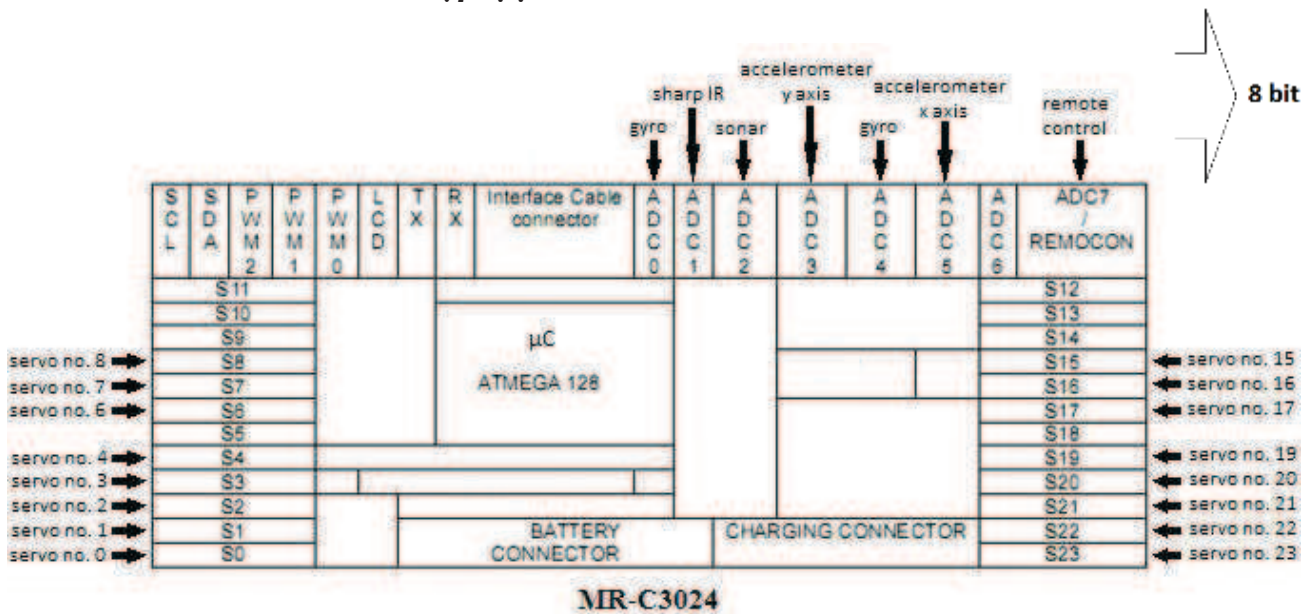


### 4.3 Πρόγραμμα με την βοήθεια εξωτερικών αισθητηρίων

#### «Απεγκλωβισμός»

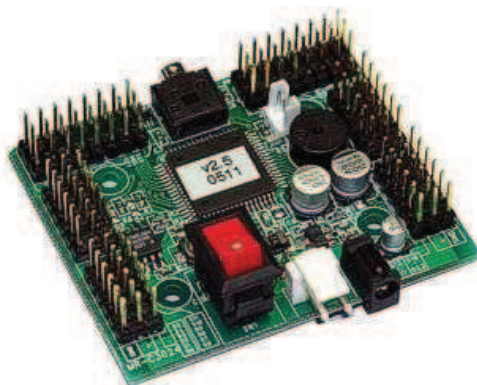
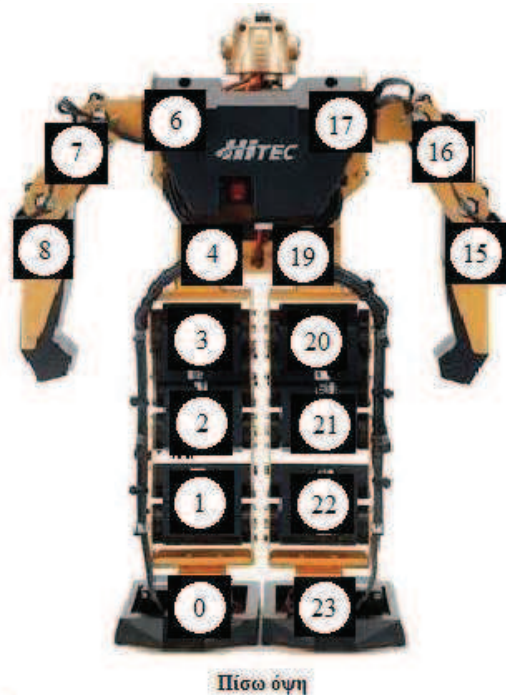
Στο παρακάτω πρόγραμμα, περιγράφεται με τον κατάλληλο κώδικα η διαδικασία απεγκλωβισμού του RoboPona από ένα κλειστό χώρο, όπου υπάρχει μια μόνο έξοδος. Συγκεκριμένα το ρομπότ έχει προγραμματιστεί, ούτως ώστε να περιστρέφεται προς τα δεξιά, όταν εντοπίσει κάποιο αντικείμενο σε απόσταση από 25-40 εκατοστά. Επίσης, το ρομπότ σε αυτό το πρόγραμμα είναι προγραμματισμένο, όταν εντοπίσει αντικείμενα σε απόσταση μικρότερη των 25 εκατοστών, να κάνει βήματα προς τα πίσω. Τέλος, σε περίπτωση πτώσης του ρομπότ κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος, έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε να σηκώνεται αυτόματα. Σημαντικό ρόλο για να γίνουν όλα τα παραπάνω, παίζουν ο αισθητήρας sonar και το επιταχυνσιόμετρο. Τα αισθητήρια αυτά, τα δηλώνουμε ως μεταβλητές στο κωδικοποιημένο πρόγραμμα μέσα στο περιβάλλον εργασίας της robobasic και στη συνέχεια ορίζουμε μια αναλογική είσοδο για το κάθε ένα, ανάλογα με την συνδεσμολογία τους. Αυτό επιτυγχάνεται και συντάσσεται με τον εξής τρόπο, {[μεταβλητή του εκάστοτε αισθητήρα]=AD(αριθμός αναλογικής εισόδου)}. Πιο συγκεκριμένα, στο πρόγραμμα που ακολουθεί, το επιταχυνσιόμετρο έχει δηλωθεί ως μεταβλητή z, ενώ ο sonar ως μεταβλητή x, οπότε ορίζουμε τις αναλογικές τους εξόδους z=AD(3) και x=AD(2), αντίστοιχα. Με την διαδικασία αυτή, οι αισθητήρες μπορούν να στέλνουν τιμές στον μικροελεγκτή, όπου γίνεται επεξεργασία αυτών και στην συνέχεια μπορούμε μέσω της robobasic, να χρησιμοποιήσουμε τα αισθητήρια, βάσει των δικών μας αναγκών. Οι παραπάνω κωδικοποιημένες εντολές επαναλαμβάνονται συνεχώς, μέχρι το ρομπότ να καταφέρει να απεγκλωβιστεί από ένα κλειστό χώρο.

**Block διάγραμμα MR-C3024 controller**



**Περιγραφή εξόδων:**

- Έξοδοι σερβοκινητήρων (S0-S23) : 24 έξοδοι
- Αναλογικοί είσοδοι (AD0-AD7) : 8 είσοδοι
- Έξοδοι για PWM σήματα (PWM0-PWM2) : 3 έξοδοι
- Έξοδοι για τερματικά σειριακής επικοινωνίας (RX, TX)
- Έξοδος πομπού υπερύθρων από το τηλεκοντρόλ (REMOCON-AD7)
- Έξοδος για σύνδεση με LCD οθόνη (LCD)
- Τροφοδότηση (VCC, GND) : τάση εισόδου DC 4.5-6.0 Volt



**Ο κώδικας στην RoboBasic****'Δήλωση μεταβλητών**

```
DIM x AS BYTE
DIM a AS INTEGER
DIM y AS BYTE
DIM i AS INTEGER
DIM z AS INTEGER
```

**'Ρύθμιση για χρήση ομάδων σερβοκινητήρων**

```
PTP SETON
```

**'Ρύθμιση για χρήση όλων των σερβοκινητήρων**

```
PTP ALLON
```

**'Ορισμός της φοράς των σερβοκινητήρων**

```
DIR G6A,1,0,0,1,0,0
DIR G6B,1,1,1,1,1,1
DIR G6C,0,0,0,0,0,0
DIR G6D,0,1,1,0,1,0
```

**'Διάβασμα θέσης όλων των σερβοκινητήρων**

```
GETMOTORSET G6A,1,1,1,1,1,0
GETMOTORSET G6B,1,1,1,0,0,0
GETMOTORSET G6C,1,1,1,0,0,0
GETMOTORSET G6D,1,1,1,1,1,0
```

**'Ενεργοποίηση-Τροφοδότηση όλων των σερβοκινητήρων**

```
MOTOR G24
```

**'Ορισμός της ταχύτητας κίνησης των σερβοκινητήρων**

```
SPEED 7
```

**'Μετάβαση στο υποπρόγραμμα «standar\_thesi» και στην συνέχεια επιστροφή στο πρόγραμμα με την εντολή (RETURN)**

```
GOSUB standar_thesi
```

**'Αρχή του προγράμματος**

```
main:
```

**'Διάβασμα υπέρυθρων τιμών από το τηλεχειριστήριο (Αναλογική είσοδος)**

```
y=REMOCON(1)
```

**'Εντολή ελέγχου (IF...THEN) της τιμής του τηλεχειριστήριου, προκειμένου να γίνει εκκίνηση του προγράμματος**

```
IF y<>1 THEN GOTO main
```

**'Υποπρόγραμμα «main1»**

```
main1:
```

**'Εντολή επανάληψης (FOR...NEXT)**

```
FOR a=0 TO 500
y=REMOCON(1)
```

**'Έλεγχος υπέρυθρης τιμής από το τηλεχειριστήριο, προκειμένου να σταματήσει να εκτελείται το πρόγραμμα**

```
IF y=2 THEN
```

**'Με την εντολή MOVE, ορίζουμε μια συγκεκριμένη γωνία για κάθε σερβοκινητήρα. Παρακάτω, έχουμε ορίσει τις γωνίες κατάλληλα, ώστε το ρομπότ να καταλήγει στην αρχική του θέση**

```
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
```

**'Αναμονή, προκειμένου να ολοκληρωθούν οι παραπάνω προγραμματισμένες κινήσεις**

```
WAIT
```

**'Μετάβαση στην επικεφαλίδα «main»**

```
GOTO main
```

**'Τέλος της εντολής ελέγχου IF**

ENDIF

*'Αήλωση αναλογικής εισόδου του επιταχυνσιόμετρου, για την μετατροπή του αναλογικού σήματος που παράγεται, σε ψηφιακό*

$z=AD(3)$

*'Έλεγχος των αναλογικών τιμών του επιταχυνσιόμετρου*

IF  $z < 400$  THEN

*'Όρισμός ταχύτητας και γωνιών των σερβοκινητήρων, προκειμένου το ρομπότ να σηκώνεται όρθιο, όταν έχει πέσει προς τα πίσω*

SPEED 10

MOVE G6A,100, 10, 100, 115, 100, 100

MOVE G6D,100, 10, 100, 115, 100, 100

MOVE G6B,100, 130, 10, 100, 100, 100

MOVE G6C,100, 130, 10, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 10, 83, 140, 100, 100

MOVE G6D,100, 10, 83, 140, 100, 100

MOVE G6B, 20, 130, 10, 100, 100, 100

MOVE G6C, 20, 130, 10, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 126, 60, 50, 100, 100

MOVE G6D,100, 126, 60, 50, 100, 100

MOVE G6B, 20, 30, 90, 100, 100, 100

MOVE G6C, 20, 30, 90, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 165, 70, 15, 100, 100

MOVE G6D,100, 165, 70, 15, 100, 100

MOVE G6B, 30, 20, 95, 100, 100, 100

MOVE G6C, 30, 20, 95, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A,100, 165, 40, 100, 100, 100

MOVE G6D,100, 165, 40, 100, 100, 100

MOVE G6B,110, 70, 50, 100, 100, 100

MOVE G6C,110, 70, 50, 100, 100, 100

WAIT

SPEED 7

MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100

MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100

MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100

MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100

WAIT

*'Μετάβαση στο υποπρόγραμμα «main1»*

GOTO main1

ENDIF

$z=AD(3)$

*'Έλεγχος των αναλογικών τιμών του επιταχυνσιόμετρου*

IF  $z > 700$  THEN

*'Όρισμός ταχύτητας και γωνιών των σερβοκινητήρων, προκειμένου το ρομπότ να σηκώνεται όρθιο, όταν έχει πέσει προς τα εμπρός*

SPEED 10

MOVE G6A,100, 130, 120, 80, 110, 100

MOVE G6D,100, 130, 120, 80, 110, 100

MOVE G6B,150, 160, 10, 100, 100, 100

MOVE G6C,150, 160, 10, 100, 100, 100

WAIT

MOVE G6A, 80, 155, 85, 150, 150, 100

MOVE G6D, 80, 155, 85, 150, 150, 100

```

MOVE G6B,185, 40, 60, 100, 100, 100
MOVE G6C,185, 40, 60, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 75, 165, 55, 165, 155, 100
MOVE G6D, 75, 165, 55, 165, 155, 100
MOVE G6B,185, 10, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C,185, 10, 100, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 60, 165, 30, 165, 155, 100
MOVE G6D, 60, 165, 30, 165, 155, 100
MOVE G6B,170, 10, 100, 100, 100, 100
MOVE G6C,170, 10, 100, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A, 60, 165, 25, 160, 145, 100
MOVE G6D, 60, 165, 25, 160, 145, 100
MOVE G6B,150, 60, 90, 100, 100, 100
MOVE G6C,150, 60, 90, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 155, 25, 140, 100, 100
MOVE G6D,100, 155, 25, 140, 100, 100
MOVE G6B,130, 50, 85, 100, 100, 100
MOVE G6C,130, 50, 85, 100, 100, 100
WAIT
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT
GOTO main1
ENDIF
'Δήλωση αναλογικής εισόδου του αισθητηρίου sonar, για την μετατροπή του αναλογικού σήματος που
παράγεται, σε ψηφιακό
x=AD(2)
'Έλεγχος των αναλογικών τιμών του Sonar
IF x<=3 THEN
'Όρισμός ταχύτητας και γωνιών των σερβοκινητήρων, προκειμένου το ρομπότ να πηγαίνει προς τα πίσω,
όταν εντοπίσει εμπόδιο πάρα πολύ κοντά του
SPEED 5
MOVE G6A, 85, 71, 152, 91, 112, 60
MOVE G6D,112, 76, 145, 93, 92, 60
MOVE G6B,100, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 13
MOVE G6A, 90, 107, 105, 105, 114, 60
MOVE G6D,113, 78, 145, 93, 90, 60
MOVE G6B, 90, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 7
MOVE G6D,113, 76, 142, 105, 90, 60
MOVE G6A, 90, 96, 136, 85, 114, 60
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
MOVE G6B,100, 40, 80, , , ,
WAIT
MOVE G6D,100, 62, 146, 108, 100, 100

```

```

MOVE G6A,100, 88, 140, 86, 100, 100
MOVE G6C,90, 40, 80, , ,
MOVE G6B,100, 40, 80, , , ,
WAIT
MOVE G6D,90, 56, 143, 122, 114, 60
MOVE G6A,113, 80, 145, 90, 90, 60
MOVE G6C,80, 40, 80, , , ,
MOVE G6B,105, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 13
MOVE G6D,90, 107, 105, 105, 114, 60
MOVE G6A,113, 78, 145, 93, 90, 60
MOVE G6C,90, 40, 80, , , ,
MOVE G6B,100, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 7
MOVE G6A,113, 76, 142, 105, 90, 60
MOVE G6D,90, 96, 136, 85, 114, 60
MOVE G6B,100, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
WAIT
MOVE G6A,100, 62, 146, 108, 100, 100
MOVE G6D,100, 88, 140, 86, 100, 100
MOVE G6B, 90, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
WAIT
MOVE G6A, 90, 56, 143, 122, 114, 60
MOVE G6D,113, 80, 145, 90, 90, 60
MOVE G6B, 80, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,105, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 13
MOVE G6A, 90, 107, 105, 105, 114, 60
MOVE G6D,113, 78, 145, 93, 90, 60
MOVE G6B, 90, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 5
MOVE G6A, 85, 71, 152, 91, 112, 60
MOVE G6D,112, 76, 145, 93, 92, 60
MOVE G6B,100, 40, 80, , , ,
MOVE G6C,100, 40, 80, , , ,
WAIT

```

**'Χρονοκαθυστέρηση (DELAY)**

```
DELAY 1000
```

**'Μετάβαση στο υποπρόγραμμα «standar\_thesi» και επιστροφή**

```
GOSUB standar_thesi
```

**'Μετάβαση στο υποπρόγραμμα «main1»**

```
GOTO main1
```

```
ENDIF
```

**'Έλεγχος των αναλογικών τιμών του Sonar**

```
x=AD(2)
```

```
IF x>3 AND x<=8 THEN
```

**'Όρισμός ταχύτητας και γωνιών των σερβοκινητήρων, προκειμένου το ρομπότ να περιστρέφεται προς τα δεξιά, όταν εντοπίσει εμπόδιο σε μια συγκεκριμένη απόσταση**

```
SPEED 6
```



```

MOVE G6A, 85, 71, 152, 91, 112, 60
MOVE G6D, 112, 76, 145, 93, 92, 60
MOVE G6B, 100, 40, 80, , , ,
MOVE G6C, 100, 40, 80, , , ,
WAIT
SPEED 9
MOVE G6D, 113, 75, 145, 97, 93, 60
MOVE G6A, 90, 50, 157, 115, 112, 60
MOVE G6C, 105, 40, 70, , , ,
MOVE G6B, 90, 40, 70, , , ,
WAIT
MOVE G6D, 108, 78, 145, 98, 93, 60
MOVE G6A, 95, 43, 169, 110, 110, 60
MOVE G6C, 105, 40, 70, , , ,
MOVE G6B, 80, 40, 70, , , ,
WAIT
DELAY 1000
GOSUB standar_thesi
GOTO main1
ENDIF
'Ορισμός ταχύτητας και γωνιών των σερβοκινητήρων, προκειμένου το ρομπότ να περπατάει
SPEED 4
MOVE24 85, 71, 152, 91, 112, 60, 100, 40, 80, , , , 100, 40, 80, , , , 117, 76, 145, 93, 92, 60,
SPEED 12
MOVE24 90, 107, 105, 105, 114, 60, 90, 40, 80, , , , 100, 40, 80, , , , 117, 76, 145, 93, 90, 60,
MOVE24 90, 46, 163, 112, 114, 60, 80, 40, 80, , , , 105, 40, 80, , , , 105, 80, 145, 90, 90, 60,
SPEED 4
MOVE24 100, 66, 141, 113, 100, 100, 90, 40, 80, , , , 100, 40, 80, , , , 100, 83, 156, 80, 100, 100,
MOVE24 117, 76, 145, 93, 92, 60, 100, 40, 80, , , , 100, 40, 80, , , , 85, 71, 152, 91, 112, 60,
SPEED 12
MOVE24 117, 76, 145, 93, 90, 60, 100, 40, 80, , , , 90, 40, 80, , , , 90, 107, 105, 105, 114, 60,
MOVE24 105, 80, 145, 90, 90, 60, 105, 40, 80, , , , 80, 40, 80, , , , 90, 46, 163, 112, 114, 60,
SPEED 4
MOVE24 100, 83, 156, 80, 100, 100, 100, 40, 80, , , , 90, 40, 80, , , , 100, 66, 141, 113, 100, 100,
'Τέλος εντολής επανάληψης FOR
NEXT a
GOTO main1
'Υποπρόγραμμα standar_thesi
standar_thesi:
MOVE G6A,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6D,100, 76, 145, 93, 100, 100
MOVE G6B,100, 30, 80, 100, 100, 100
MOVE G6C,100, 30, 80, 100, 100, 100
WAIT
'Επιστροφή στην εκάστοτε εντολή GOSUB
RETURN

```

## Παράρτημα

*Εικόνες από το στάδιο κατασκευής του ρομπότ*



Εικόνα 1. Κομμάτια του RoboNova



Εικόνα 2. Μεταλλικά μπρακέτα



Εικόνα 3. Κομμάτια σερβοκινητήρα



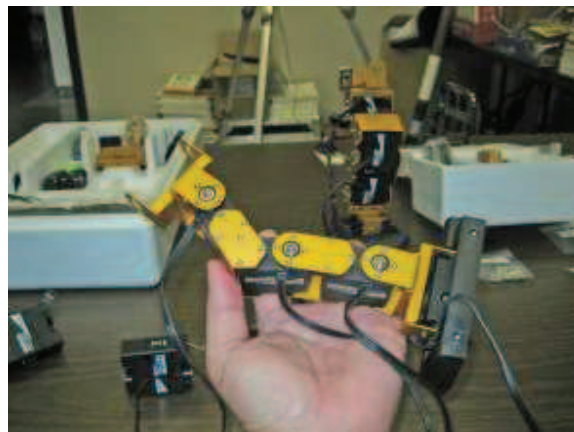
Εικόνα 4. Συναρμολόγηση πέλματος



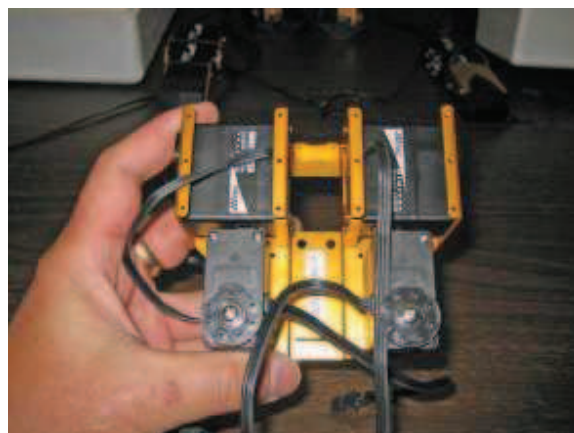
Εικόνα 5. Συναρμολογημένο χέρι



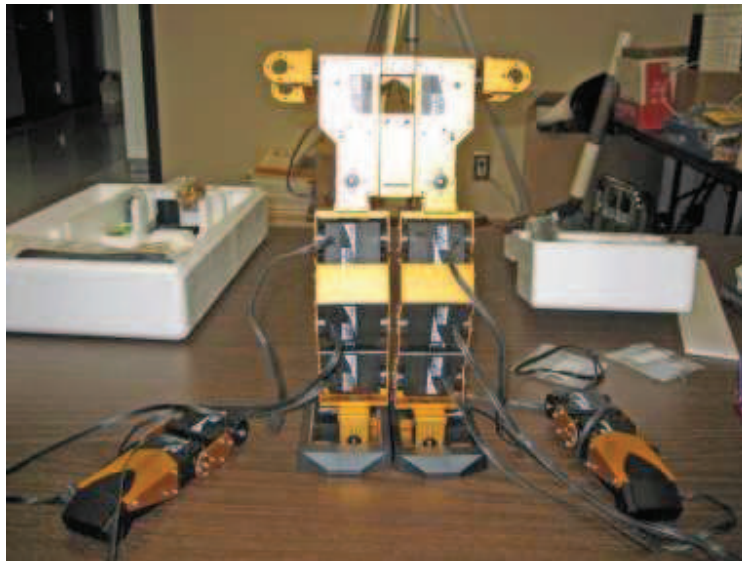
Εικόνα 6. Κομμάτια των ποδιών



Εικόνα 7. Συναρμολογημένο πόδι



Εικόνα 8. Συναρμολόγηση σώματος-κορμού



Εικόνα 9. Ένωση κορμού με τα πόδια



Εικόνα 10. Ένωση χεριών με το σώμα





Εικόνα 11. Ολοκληρωμένος σκελετός σε όρθια στάση



Εικόνα 12. Ολοκληρωμένος σκελετός σε καθιστή στάση

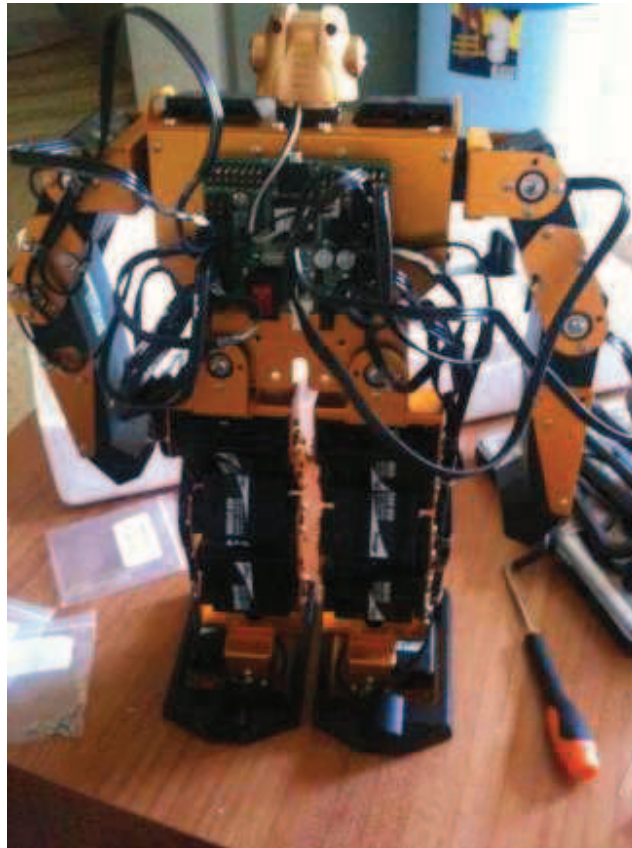




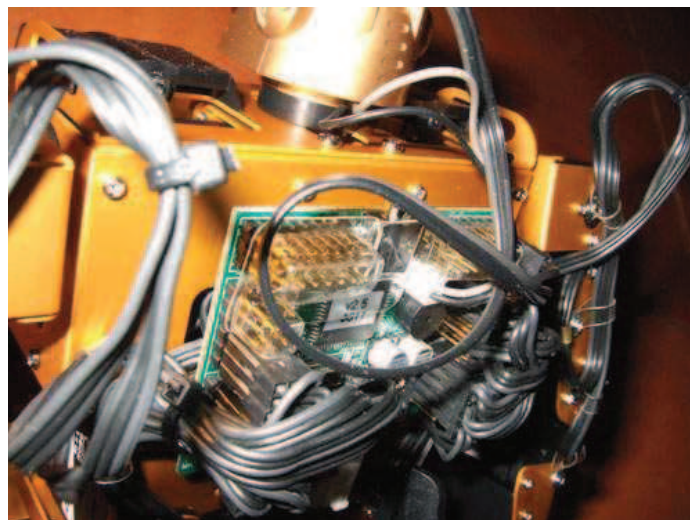
Εικόνα 13. Τοποθέτηση κεφαλιού και μπροστινού προστατευτικού (θώρακας)



Εικόνα 14. Τοποθέτηση του ελεγκτή (controller)



Εικόνα 15. Συνδεσμολογία καλωδίων



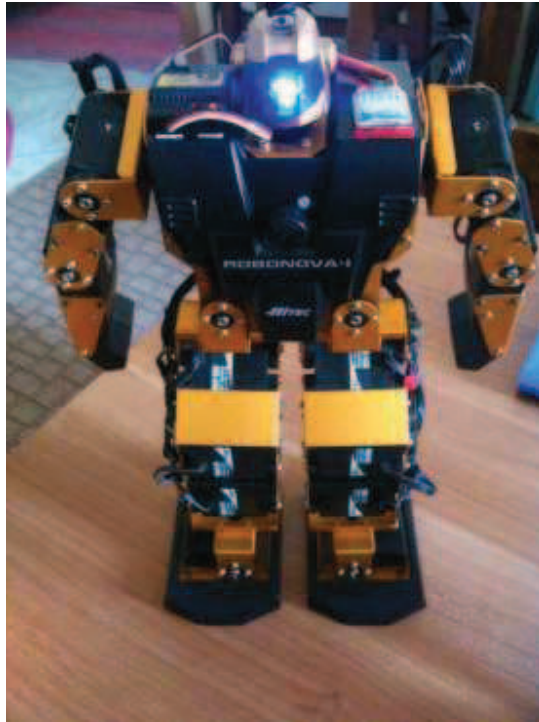
Εικόνα 16. Ολοκληρωμένη συνδεσμολογία



Εικόνα 17. Τοποθέτηση του πίσω προστατευτικού πλαστικού



Εικόνα 18. Ολοκληρωμένη συναρμολόγηση του Robonova



Εικόνα 19. Τοποθέτηση sonar, επιταχυνσιόμετρο, γυροσκοπίου



Εικόνα 20. Τοποθέτηση sharp IR



## Βιβλιογραφία

1. Ρομποτική – Αυτόματα, Θεωρία - πράξη γύρω από τα ρομπότ, συγγραφείς Δημήτρης Χ. Βούκαλης, Ειρήνη Δ. Βούκαλη, εκδότης Σύγχρονη Εκδοτική.
2. Μηχανισμοί και ρομποτικά συστήματα, συγγραφέας Ανδρέας Ε. Κανάραχος, εκδότης Παπασωτηρίου.
3. Το εργαστήριο των ρομπότ, συγγραφέας Συλλογικό έργο, εκδότης Σαββάλας

## Ιστοσελίδες

1. <http://innovationwatch.com/12306/humanoid-robots/>
2. <http://asimo.honda.com/asimo-specs/>
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Robot>
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Titan\\_the\\_Robot](http://en.wikipedia.org/wiki/Titan_the_Robot)
5. <http://en.wikipedia.org/wiki/ASIMO>
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/HUBO>
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Humanoid\\_Robotics\\_Project](http://en.wikipedia.org/wiki/Humanoid_Robotics_Project)
8. <http://global.kawada.jp/mechatronics/hrp2.html>
9. [http://www.easyjapanese.org/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=40&Itemid=47](http://www.easyjapanese.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=47)
10. <http://mindtrans.narod.ru/robots/robots.htm>
11. <http://c6studios.com/2011/04/09/atom-2/>
12. <http://www.futurebots.com/walk.htm>
13. [http://www.robots-dreams.com/2004/11/about\\_pino.html](http://www.robots-dreams.com/2004/11/about_pino.html)
14. <http://www.firebox.com/product/429/Pino>
15. <http://gadget-ideaz.blogspot.com/2010/03/rogun-robot-nanny-for-your-kids.html>
16. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nao\\_%28robot%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Nao_%28robot%29)
17. <http://www.enter2life.gr/wp/5694-nao-next-gen-to-neo-eksypno-xaritomeno-anthropoeides-robot-video.html>

18. <http://www.acroname.com/robotics/info/articles/servo/servo.html>
19. <http://www.acroname.com/robotics/info/concepts/pwm.html>
20. <http://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>
21. <http://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
22. <http://edy-electronics.com/gat.html>
23. <http://greekelectrician.blogspot.com/2010/12/plc-siemens-logo.html>
24. <http://parts.digikey.com/1/parts/552030-ic-avr-mcu-128k-16mhz-64-tqfp-atmega128-16ac.html>
25. <http://parts.digikey.com/1/parts/551412-ic-micro-ctrl-24mhz-20dip-at89c2051-24pi.html>
26. <http://parts.digikey.com/1/parts-popular-kws/indexb14.html>
27. <http://localizedusa.com/2012/01/24/atmel-atml-downgraded-by-needham-company/>
28. <http://www.scribd.com/doc/47433753/124/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CF%8D%CE%BD%CE%B1%CE%BC%CE%B7%CF%82>
29. [http://translate.google.gr/translate?hl=el&langpair=en|el&u=http://www.societyofrobots.com/sensors\\_sonar.shtml](http://translate.google.gr/translate?hl=el&langpair=en|el&u=http://www.societyofrobots.com/sensors_sonar.shtml)
30. [http://www.societyofrobots.com/sensors\\_sonar.shtml](http://www.societyofrobots.com/sensors_sonar.shtml)
31. [http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelometer/accel\\_gr.htm](http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelometer/accel_gr.htm)
32. [http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82\\_Hall](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_Hall)
33. [http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Gyroscope\\_operation.gif](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Gyroscope_operation.gif)
34. [http://en.wikipedia.org/wiki/Tilt\\_sensor](http://en.wikipedia.org/wiki/Tilt_sensor)
35. <http://www.gadgetlife.gr/displayITM2.asp?ITMID=3504>
36. [http://robosavvy.com/site/index.php?Itemid=124&id=135&option=com\\_content&task=view](http://robosavvy.com/site/index.php?Itemid=124&id=135&option=com_content&task=view)
37. [http://ornella.iwr.uni-heidelberg.de/ROBOTICSLAB/ROBPROJECTS/COMPLETED/robonova\\_stab1/robobasicSDK.php](http://ornella.iwr.uni-heidelberg.de/ROBOTICSLAB/ROBPROJECTS/COMPLETED/robonova_stab1/robobasicSDK.php)