

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

**Ρομπότ μέτρησης απόστασης και αποφυγής
εμποδίων σε πλατφόρμα Arduino**

**Robot for distance measurement and obstacle
clearance based on Arduino platform**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Κυριάκου Δαβάκη, ΚΑΣ: 510023

Χαρίλαου Παπαδόπουλου, ΚΑΣ: 510077

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

14176M

Επιβλέπων: Γιακουμής Άγγελος
Καθηγητής Εφαρμογών – Ηλεκτρονικός Α.Τ.Ε.Ι.Θ, Ηλεκτρολόγος

Θεσσαλονίκη, 2016

Ημερομηνία ανάληψης πτυχιακής: 17/10/2014

Ημερομηνία παράδοσης πτυχιακής: 22/01/2016

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερο ευχαριστώ οφείλουμε στον κ.Γιακουμή Άγγελο εισηγητή της πτυχιακής. Όπως επίσης και όλους τους διδάσκοντες του τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε. που με τα εκάστοτε μαθήματα τους διαμόρφωσαν το απαραίτητο επίπεδο γνώσεων που ήταν η βάση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Τέλος στην οικογένεια μας για την αμέριστη βοήθεια σε θέμα ποιοτικού έλεγχου των κειμένων.

ΣΥΝΟΨΗ

Με την χρήση υλικού ανοιχτού κώδικα και αισθητήρες που κυκλοφορούν ευρέως στο εμπόριο, μπορούμε να επιτύχουμε την εξ αποστάσεως μέτρηση και καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως και τον έλεγχο για πιθανή εισβολή σε κάθε χώρο. Η Arduino είναι αναπτυξιακή πλακέτα κατάλληλη για τις συγκεκριμένες εφαρμογές.

Η πλακέτα Arduino μας επιτρέπει να έχουμε γρήγορη καταγραφή εξωτερικών γεγονότων μέσω του επεξεργαστή Atmel ATmega 328P των 20 MHz που διαθέτει. Διαθέτει αρκετή μνήμη για υπολογισμούς και για αποθήκευση κώδικα.

- Μνήμη τύπου SRAM μεγέθους 2 KB για τους υπολογισμούς.
- Μνήμη τύπου EEPROM μεγέθους 1 KB για την μόνιμη αποθήκευση δεδομένων μετά την απενεργοποίηση του συστήματος.
- Μνήμη τύπου Flash μεγέθους 32 KB για την αποθήκευση του κώδικα προς εκτέλεση.

Οι δυνατότητες που μπορούν να εξελιχθούν μέσα από τους αυτοματισμούς στον χώρο της τεχνολογίας γενικότερα, είναι τεράστιες και έχουν ξεκινήσει ήδη να κατακλύζουν την αγορά με διάφορες εφαρμογές και διάφορα αισθητήρια που βοηθούν στην υλοποίηση τέτοιων ιδεών με σκοπό(και αυτό είναι το μεγάλο τους πλεονέκτημα) να κάνουν την ζωή μας ευκολότερη. Η σημερινή τεχνολογία και τα σημερινά ηλεκτρονικά, έχουν προχωρήσει πάρα πολύ με αποτέλεσμα η υλοποίηση τέτοιων ιδεών να γίνεται με ιδιαίτερη ευκολία. Υπάρχουν πάρα πολλές εφαρμογές που μπορείς να υλοποιήσεις με διάφορα αισθητήρια. Μερικές από αυτές είναι η δυνατότητα να ανοίγουν ή να κλείνουν τα φώτα του σπιτιού μας ή ένα μέρος αυτού, να μπορούμε να έχουμε ασφάλεια σε ένα μέρος-χώρο, δηλαδή να λειτουργεί σαν συναγερμός, την ενεργοποίηση του ποτιστικού του κήπου μας(σε περίπτωση που διαθέτουμε κάποιον κήπο ή αυλή με φυτά), να ανοιγοκλείνουν οι κουρτίνες του σπιτιού μας, οι τέντες του μπαλκονιού μας. Εμείς στην πτυχιακή εργασία μας θα ασχοληθούμε, θα αναλύσουμε και θα υλοποιήσουμε κατασκευή μετρητικής διάταξης

της απόστασης των αντικειμένων από αυτή χρησιμοποιώντας την τεχνολογία υπερήχων όπως επίσης και την δυνατότητα αποφυγής εμποδίων. Για τον προσδιορισμό της απόστασης μετράται ο χρόνος πτήσης ενός κυματοπακέτου υπερήχων από τη χρονική στιγμή εκπομπής του μέχρι και την επιστροφή του λόγω της ανάκλασής του στην επιφάνεια του εν λόγω αντικείμενου. Η όλη διάταξη ελέγχεται από τον μικροελεγκτή ATmega328 που βρίσκεται ενσωματωμένος στην πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα Arduino.

Λέξεις Κλειδιά: Ανοιχτός κώδικας, αισθητήρας, Arduino, επεξεργαστής ATmega328P, μετρητική διάταξη, υπέρηχος, εφαρμογές υπερήχων, αυτοματισμός, εφαρμογές αισθητήρων, αναπτυξιακή πλακέτα.

Summary

By using open source hardware and sensors widely commercially available, we can achieve remote measurement and reporting of environmental conditions, like checking for possible invasion in each area. The Arduino development board is suitable for specific applications.

Our Arduino board allows to have quick recording internal events through the processor Atmel ATmega 328P of 20 MHz available. It has enough memory for calculations and for storing code.

- Memory type SRAM size 2 KB for the calculations.
- Memory EEPROM type Size 1 KB to permanently store data after turning off the system.
- Compact Flash size 32 KB for storing code for execution.

The features that can evolve through automation in the technology field in general, are huge and have already started to flood the market with various applications and various sensors that assist in the implementation of such ideas with a view (and this is their great advantage) to make our lives easier. Today's technology and today's electronics, have gone too far so that the implementation of such ideas with extreme ease. There are many applications that can implement various sensors. Some of these is the ability to open or close the lights of our home, or a part of it, we can have security in a place, that is to function as an alarm, activating the sprinkler of our yard (if available a garden or yard with plants), to open and close the curtains of our house, the tents of our balcony. We, in our paper, we will analyze and implement construction of metering the distance of objects from that using ultrasound technology as well as the ability to avoid obstacles. To determine the distance measure the flight time of an ultrasonic wave packet from the time emission of up returning because of the reflection of the surface of the object. The whole device is controlled by the microcontroller ATmega328 that is built on open-source platform Arduino.

Keywords: Open source, sensor, Arduino, processor ATmega328P, metering device, ultrasound, ultrasound applications, automation, sensor applications, development board.

Πίνακας περιεχομένων

1.	Πρόλογος.....	11
	1.1 Κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας	12
	1.2 Σκοπός και στόχοι εργασίας.....	14
2.	Θεωρητικό Μέρος	15
	2.1 Τί είναι ήχος	15
	2.1.1 Ηχητικά κύματα σε αέρα	16
	2.2 Υπέρηχοι.....	16
	2.3. Παραγωγή-Ανίχνευση υπερήχων	17
	2.3.1 Πιεζοηλεκτρονικοί μετατροπείς	18
	2.3.2 Ηλεκτροπεριοριστικοί μετατροπείς	21
	2.3.3 Πυκνωτικοί ή χωρητικοί μετατροπείς	23
	2.4 Διάγραμμα εσωτερικού κυκλώματος πομπού-Δέκτη HC-SR04 Sensor.....	24
	2.5 Ρομπότ	24
	2.5.1 Ορισμός Ρομπότ	24
	2.5.2 Ιστορία.....	27
	2.5.3 Εμπόδια στον δρόμο της ρομποτικής	40
	2.5.4 Βασικά στοιχεία και αρχές των ρομπότ	41
	2.5.5 Οι τρεις νόμοι της ρομποτικής και της ανθρωπότητας	43
	2.5.6 Είδη ρομπότ.....	47
	2.6 Ανιχνευτές φωτός.....	51
3.	Εισαγωγή στους Μικροελεγκτές	53
	3.1 Ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα.....	53
	3.2 Μονολιθικά ολοκληρωμένα κυκλώματα	54
	3.3 Υβριδικά ολοκληρωμένα κυκλώματα	55
	3.4 Χρήσιμα χαρακτηριστικά των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων....	55
	3.5. Ταξινόμηση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων βάσει βαθμού ολοκλήρωσης	56
	3.6 Μικροεπεξεργαστής	57
	3.7 Μικροελεγκτής	58
	3.8 Μικροελεγκτές σε σύγκριση με τους μικροεπεξεργαστές.....	59

3.9	Είδη μικροελεγκτών	59
3.9.1	Μικροελεγκτές 8,16 και 32 bit	60
3.9.2	Ενσωματωμένος μικροελεγκτής	60
3.9.3	Μικροελεγκτής εξωτερικής μνήμης	60
3.9.4	Αρχιτεκτονική Von-Neuman	60
3.9.5	Αρχιτεκτονική Harvard	61
3.9.6	Αρχιτεκτονική CISC	62
3.9.7	Αρχιτεκτονική RISC	62
3.10	Βασική δομή του μικροελεγκτή	63
3.11	Μονάδα μνήμης	64
3.12	Δίαυλος	66
3.13	Μονάδα εισόδου/εξόδου (I/O)	66
3.14	Σειριακή επικοινωνία	66
3.15	Μονάδα χρονισμού (Timer)	67
3.16	Μονάδα μετατροπής από αναλογικό σε ψηφιακό	67
3.17	Μονάδα εποπτείας χρονισμού (watchdog Timer).....	68
3.18	Προγραμματισμός μικροελεγκτών	68
4.	Παρουσίαση Arduino (αναπτυξιακή πλακέτα)	69
4.1	Arduino	69
4.2	Υλικό – Hardware	70
4.3	Διαφορά Arduino με Arduino uno	71
4.4	Είδη Arduino	71
4.5	Λογισμικό	73
4.6	Οι ακροδέκτες του Arduino	74
4.6.1	Κάποιοι ακροδέκτες έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες	75
4.6.2	Ακροδέκτες για ειδικές λειτουργίες	75
4.7	Τροφοδοσία	76
4.8	Επικοινωνία	76
4.9	Αυτοόματη Software επαναφορά	77
4.10	USB προστασία από υπέρταση	77
5.	Χρήση Arduino	78
5.1	Γιατί Arduino	78

5.2 Hardware του Arduino	79
5.3 Σχηματικό του Arduino Uno	81
5.4 Μονάδα επεικόνισης (LCD)	81
5.4.1 Απεικόνιση στις οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD).....	81
5.4.2 Υγροί κρύσταλλοι, φως και ηλεκτρισμός.....	82
5.4.3 Τύποι Υγρών κρυστάλλων.....	83
5.4.4 Πως είναι φτιαγμένο ένα απλό LCD.....	84
5.4.5 Χρώμα LCD.....	86
6. Εξαρτήματα και τρόπος λειτουργίας τους	87
6.1 Σκοπός της πτυχιακής.....	88
6.2Υλικά της πτυχιακής.....	88
6.3 Σχηματικά πτυχιακής.....	94
6.4 Λογισμικό της πτυχιακής.....	95
7. Βιβλιογραφία	101

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 – συχνότητα υπερήχων	17
Εικόνα 2 –Κρυσταλλικά πλέγματα (α)κέντρο συμμετρίας και (β)χωρίς κέντρο.....	18
Εικόνα 3 – Διάφορες μορφές ταλαντώσεων που δημιουργούνται σε πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους	20
Εικόνα 4 –Τα δύο πιεζοηλεκτρικά φύλλα στον ταλαντωτή κάμψης.....	20
Εικόνα 5 –(α) Πιεζοκεραμικός τηλεφωνικός δέκτης, (β) ακουστικά με λεπτό φύλλο από πιεζοπολυμερές υλικό, (γ) κάτοπτρο δέσμης υπερήχων με λεπτό φύλλο από πιεζοπολυμερές υλικό, (δ) πιεζοκεραμικό υδρόφωνο για υπέρηχους (διάμετρος<0.5mm).....	22
Εικόνα 6 –(α) Κόρνα tweeter από πιεζοκεραμικό υλικό, (β) πιεζοκεραμικό calotte tweeter.....	22
Εικόνα 7 –Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει την αρχή του πυκνωτικού μετατροπέα	23
Εικόνα 8 –Κύκλωμα πομπού δέκτη HC-SR04 Sensor	24
Εικόνα 9 – Ρομπότ ASIMO	26
Εικόνα 10 – Τορίο ρομπότ καθώς παίζει πινκ-πονκ	26
Εικόνα 11 –Κινούμενη ανατομία – πάπια	30
Εικόνα 12 –Βιομηχανικός ρομποτικός βραχίονας	47
Εικόνα 13 – Καρτεσιανό ρομπότ	48
Εικόνα 14 – Βαδίζοντα ρομπότ, αυτόνομα έντροχα ρομπότ, AGVs, ROVs, εναέρια ρομπότ, AUVs.....	51
Εικόνα 15 – Φωτοαντίσταση	52
Εικόνα 16 – Φωτοτρανζίστορ	53
Εικόνα 17 –Μονολιθικό ολοκληρωμένο κύκλωμα σε πλαστικό περίβλημα (LM555)	54

Εικόνα 18 –Ένα υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα	55
Εικόνα 19 –Ταξινόμηση μικροελεγκτών	59
Εικόνα 20 – Μπλοκ διάγραμμα αρχιτεκτονικής Von-Neuman	61
Εικόνα 21 – Μπλοκ διάγραμμα αρχιτεκτονικής Harvard	62
Εικόνα 22 – Διάγραμμα	64
Εικόνα 23 –Πλακέτα Arduino	70
Εικόνα 24 –Arduino.....	71
Εικόνα 25 – Απλό διάγραμμα για Arduino.....	74
Εικόνα 26 –Σχηματικό Arduino με Atmega328p.....	81
Εικόνα 27 – LCD screen.....	85
Εικόνα 28 – Αισθητήριο HC-SR04.....	88
Εικόνα 29 – Τετράγωνη μπαταρία (τροφοδοσία πλακέτας)	89
Εικόνα 30 –Εξωτερική τροφοδοσία.....	89
Εικόνα 31 –Πάνω όψη της πτυχιακής.....	90
Εικόνα 32– LCD οθόνη.....	90
Εικόνα 33 –Πλάγια εικόνα πτυχιακής.....	91
Εικόνα 34 – μπροστινή όψη της πτυχιακής (στα στάδια δημιουργίας της).....	91
Εικόνα 35 – LDR Φωτοαντίσταση.....	92
Εικόνα 36 – Μεταβολή της αντίστασης με την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας	93
Εικόνα 37– Βασικό σχηματικό της πτυχιακής.....	94
Εικόνα 38– L293d για την χρήση των μοτέρ.....	94

1. Πρόλογος

Οι υπέρηχοι αν και χρησιμοποιούνται φυσιολογικά από πολλά ζώα δεν είναι δυνατόν να εκμεταλλευθούν άμεσα από τον άνθρωπο επειδή δεν γίνονται αντιληπτοί με τις αισθήσεις του. Για το λόγο αυτό εμφανίστηκε η τεχνολογία των υπερήχων πριν από πολλές δεκαετίες και σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς τομείς με κυριάρχους αυτούς της ιατρικής και της βιομηχανίας ενώ εφαρμογές της μπορούμε να συναντήσουμε και σε πληθώρα συσκευών και συστημάτων που χρησιμοποιούνται καθημερινά. Στα μεγάλα πλεονεκτήματα των υπερήχων συγκαταλέγεται το γεγονός ότι είναι σχετικά ακίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία συγκρινόμενοι με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Στη πτυχιακή αυτή εργασία έγινε μελέτη, σχεδίαση, προσομοίωση και κατασκευή μιας διάταξης για τη μέτρηση της απόστασης αντικειμένων από αυτή, βασισμένη στην τεχνολογία υπερήχων και ελεγχόμενη από μικροελεγκτή,. Για την υλοποίηση την πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν γνώσεις από πολλά μαθήματα τόσο θεωρητικά όσο και εργαστηριακά της Σχολής Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε. . Στο κείμενο που ακολουθεί περιγράφεται και αναλύεται με κάθε λεπτομέρεια ολόκληρη η πορεία πάνω στην οποία βασίστηκε η ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας καθώς και ο σκοπός και οι στόχοι της Εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζεται η σχεδίαση της μετρητικής διάταξης με την χρήση της πλακέτας Arduino Uno. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή παρουσιάζονται τί είναι ήχος και τί είναι οι υπέρηχοι .Επίσης αναφέρεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η παραγωγή και η ανίχνευση των υπερήχων .

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στους Μικροελεγκτές ,στα είδη και χρήσιμα χαρακτηριστικά των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Επίσης, στο τέλος του τρίτου κεφαλαίου παρουσιάζεται ο τρόπος ταξινόμησης των Ολοκληρωμένων κυκλωμάτων βάσει βαθμού ολοκλήρωσης και από τί αποτελείται ένας μικροεπεξεργαστής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η πλακέτα Arduino που χρησιμοποιείται στο βασικό κύκλωμα της πτυχιακής, από τί υλικά αποτελείται, βασικές διαφορές του Arduino με το Arduino Uno, ποια είδη υπάρχουν Arduino, ποιοι ακροδέκτες υπάρχουν. Επίσης σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται λίγα βασικά στοιχεία για το λογισμικό που χρησιμοποιεί η αναπτυξιακή πλακέτα Arduino.

Στο πέμπτο κεφάλαιο βρίσκεται ο λόγος που θα χρησιμοποιήσουμε την αναπτυξιακή πλακέτα Arduino Uno, κάποια βασικά στοιχεία του hardware του Arduino Uno (Atmega328P),καθώς και βασικές πληροφορίες της μονάδα απεικόνισης (LCD).

1.1 Κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας

Η εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχει επιφέρει σημαντικές καινοτομίες στο χώρο της ηλεκτρονικής και της πληροφορικής. Καινοτομίες που επέτρεψαν την σημαντική αύξηση της επεξεργαστικής ισχύς των υπολογιστικών συστημάτων και ταυτόχρονα την σμίκρυνση τους αλλά και την μείωση του κόστους σε τέτοια επίπεδα ώστε η απόκτηση τους να μην αποτελεί πρόβλημα. Πλέον με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος μπορούμε να έχουμε στην διάθεση μας ένα υπολογιστικό σύστημα με αξιосέβαστες δυνατότητες που μας επιτρέπουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού ευνοήθηκαν ιδιαίτερα από το λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Το λογισμικό ανοιχτού κώδικα (open source software) σαν φιλοσοφία και μέθοδος διανομής και επαναχρησιμοποίησης πηγαίου κώδικα (source code) μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε δωρεάν πρόσβαση σε εφαρμογές αλλά και

στον πηγαίο κώδικα τους. Οπότε η ανάπτυξη εφαρμογών γίνεται γρηγορότερα όπως και η βελτιστοποίηση τους είναι ευκολότερη λόγω της διαφάνειας που διαθέτει το λογισμικό ανοιχτού κώδικα.

Άμεσο αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η δημιουργία εφαρμογών που μπορούν να εκτελεστούν σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα. Με αυτή την εξέλιξη καταλήγουμε στην δημιουργία εργαλείων ανεξάρτητου πλατφόρμας (platform independent). Δηλαδή τα εργαλεία ανάπτυξης για το λειτουργικό μας σύστημα έχουν τις ίδιες λειτουργίες, αλλά και πλήρη συμβατότητα μ' αυτήν σ' ένα άλλο λειτουργικό σύστημα.

Το κόστος απόκτησης ενός μικροελεγκτή θεωρείται πλέον ιδιαίτερα προσιτό σ' όσους θέλουν να τους χρησιμοποιήσουν ώστε να αναπτύξουν εφαρμογές. Οι δυνατότητες ενός μέσου μικροελεγκτή είναι αξιολογικές και ικανές να παράγουν πλήθος εφαρμογών. Αλλά κι τελευταίες εξελίξεις στο χώρο ανάπτυξης νέων μικροελεγκτών μας πρόσφεραν μικροελεγκτές για κάθε πιθανή εφαρμογή.

Η ανάπτυξη εφαρμογών για μικροελεγκτές δεν αποτελεί έργο που μπορεί να ολοκληρωθεί μονό από έμπειρους και εξειδικευμένους προγραμματιστές. Τα εργαλεία ανάπτυξης είναι ιδιαίτερα εύχρηστα και μας επιτρέπουν να αναπτύξουμε πολύ γρήγορα κάθε είδους εφαρμογή. Μπορούμε επίσης να αναπτύξουμε εφαρμογές χωρίς να πρέπει να είμαστε άριστοι γνώστες του συστήματος ανάπτυξης εφαρμογών κι αυτό γιατί οι περισσότερες λειτουργίες του έχουν «κρυφτεί κάτω» από γραφικά περιβάλλοντα (graphical user interfaces) που αυτοματοποιούν την ανάπτυξη μέσω εύχρηστων μενού επίλογων.

Οι αισθητήρες που κυκλοφορούν στο εμπόριο καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα μετρήσιμων ποσοτήτων. Η τάση που επικρατεί στις «νέες τεχνολογίες» υποτάσσει σμίκρυνση και πρακτικότητα γεγονός που ευνόησε την ανάπτυξη καλύτερων αισθητήρων. Το κόστος τους και τα μεγέθη τους έχουν μειωθεί σημαντικά αλλά χωρίς να θυσιάσει η λειτουργικότητα. Με άμεσο αποτέλεσμα ακριβείς αισθητήρες με αξιολογικές δυνατότητες διασύνδεσης (interfacing).

1.2 Σκοπός και Στόχοι Εργασίας

Οι στόχοι της εργασίας είναι οι εξής:

- Ανάλυση , υλοποίηση και κατασκευή της μετρητικής διάταξης
- Εφαρμογή των γνώσεων που πήραμε από την σχολή μας
- Μελέτη και εμπάθυνση στο θέμα της εργασίας
- Συγγραφή κώδικα στο Arduino IDE, που θα μας παρέχει την δυνατότητα να λειτουργήσει σωστά η μετρητική διάταξη

2. Θεωρητικό Μέρος

Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει παρουσίαση μερικών βασικών θεωρητικών γνώσεων οι οποίες κρίθηκαν απαραίτητες για την κατανόηση της λειτουργίας της διάταξης που κατασκευάστηκε. Παρουσιάζονται οι υπέρηχοι, οι ιδιότητές τους.

2.1 Τί είναι ήχος

Οι μεταβολές της πίεσης του αέρα ή άλλων μέσων, όπως των στερεών και των υγρών, διεγείρουν τα αισθητήρια όργανα της ακοής, προκαλώντας στον ανθρώπινο εγκέφαλο το αίσθημα του Ήχου. Η διάδοσή του πραγματοποιείται με την μορφή ηχητικών κυμάτων. Τα κύρια χαρακτηριστικά του ήχου είναι η Συχνότητα και η Ένταση.

Η Συχνότητα ορίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων δονήσεων, σε μία μονάδα χρόνου και μετράται σε Hertz (Hz). Ένας υγιής άνθρωπος μπορεί να ακούσει και να αντιληφθεί τους ήχους στο φάσμα των 20Hz έως 20.000Hz, ενώ οι συχνότητες μεταξύ των 3.000Hz έως 8.000Hz,(οι λεγόμενες υψηλές) είναι οι περισσότερο επικίνδυνες για την πρόκληση ακουστικής βλάβης.

Για την ηχητική Ένταση, ως μονάδα μέτρησης χρησιμοποιείται το decibel (dB), η οποία παρουσιάζει μία πολύ σημαντική ιδιαιτερότητα. Για κάθε διπλασιασμό της ηχητικής έντασης παρατηρείται μία αύξηση 3dB του ηχητικού επιπέδου, δηλαδή το διπλάσιο των 85dB δεν είναι τα 170, αλλά τα 88dB.

2.1.1 Ηχητικά κύματα σε αέρια

Τα αέρια είναι μία από τις τρεις καταστάσεις της ύλης (στερεά, υγρά, αέρια) τα οποία σε αντίθεση με τις άλλες καταστάσεις δεν έχουν ούτε σταθερό όγκο ούτε σταθερό σχήμα. Παρόλα αυτά όμως μεταξύ των μορίων τους ασκούνται ελαστικές δυνάμεις και ως εκ τούτου καθίσταται δυνατή η δημιουργία και διάδοση μηχανικών κυμάτων μέσα στα αέρια. Όταν οι ταλαντώσεις των μορίων γίνονται παράλληλα με την κατεύθυνση μετάδοσης του κύματος το κύμα ονομάζεται διάμηκες ή συνήθως ηχητικό όταν η συχνότητα της ταλάντωσης είναι τέτοια που να γίνεται αισθητή από το ανθρώπινο αυτί.

Ας θεωρήσουμε μία σταθερή μάζα αερίου που κατέχει όγκο V_0 σε πίεση P_0 και έχει πυκνότητα P . Αυτές οι τιμές ορίζουν την κατάσταση ισορροπίας του αερίου που διαταράσσεται ή παραμορφώνεται από τις συμπιέσεις και αραιώσεις που δημιουργούν τα ηχητικά κύματα. Κάτω από την επίδραση των ηχητικών κυμάτων μεταβάλλονται και τα τρία αυτά μεγέθη,

Η πίεση γίνεται από την συνάρτηση $p=P + P_0$

Ο όγκος γίνεται από την συνάρτηση $v=V+V_0$

Η πυκνότητα γίνεται από την συνάρτηση $p=P_0+P_d$

2.2 Υπέρηχοι

Το μέσο υγιές αυτί των νέων ανθρώπων αντιλαμβάνεται ήχους με συχνότητα από 20 Hz μέχρι 20kHz. Η περιοχή αυτή των συχνοτήτων χαρακτηρίζεται σαν ακουστική περιοχή. Ήχοι με συχνότητα μικρότερη από 20Hz χαρακτηρίζονται ως υπόηχοι ενώ ήχοι με συχνότητα μεγαλύτερη από 20kHz χαρακτηρίζονται ως υπέρηχοι. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής ($\lambda = C / f$) και με δεδομένο ότι στον αέρα η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων είναι περίπου 330 m/s προκύπτει ότι η ακουστική περιοχή περιλαμβάνει μήκη κύματος από 16.5m μέχρι 16.5mm. Στην εικόνα 1 φαίνεται το ηχητικό φάσμα.



Εικόνα 1 – συχνότητα υπερήχων

Επίσης, Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται στην ιατρική και κτηνιατρική για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς, στη βιομηχανία για συγκόλληση πλαστικών, καθαρισμό αντικειμένων και μη καταστροφικό έλεγχο υλικών και αντικειμένων.

2.3 Παραγωγή-Ανίχνευση υπερήχων

Η παραγωγή και η ανίχνευση των υπερήχων βασίζεται στη μετατροπή της ενέργειας του ηλεκτρικού ή μαγνητικού πεδίου σε μηχανική ενέργεια (ηχητικά κύματα) και αντίστροφα. Σε αντίθεση με τους μετατροπείς μαγνητικού πεδίου, οι μετατροπείς ηλεκτρικού πεδίου υπάρχουν σε μία πληθώρα σχημάτων και μορφών. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην πράξη το παρουσιάζουν οι μετατροπείς ηλεκτρικού πεδίου και για το λόγο αυτό θα ασχοληθούμε με αυτούς αναλυτικά.

Στους μετατροπείς ηλεκτρικού πεδίου μηχανικές δυνάμεις δημιουργούνται εξαιτίας της εφαρμογής ηλεκτρικών πεδίων ή και αντιστρόφως ηλεκτρικό πεδίο προκαλείται λόγω μηχανικών δυνάμεων. Υπάρχουν μετατροπείς που είναι εγγενώς γραμμικοί δηλαδή η σχέση μεταξύ ηλεκτρικής και μηχανικής ενέργειας είναι γραμμική και άλλοι που από τη φύση τους υπακούει σε νόμο τετραγώνου και πρέπει να γραμμικοποιηθούν.

Οι μετατροπείς ηλεκτρικού πεδίου ανάλογα με την διαδικασία μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική διακρίνονται σε πιεζοηλεκτρικούς μετατροπείς, ηλεκτροπεριοριστικούς μετατροπείς, και σε πυκνωτικούς ή χωρητικούς μετατροπείς.

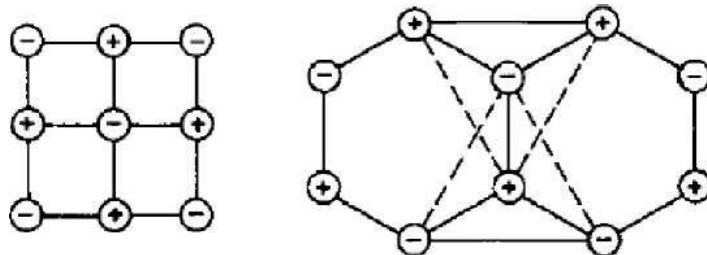
2.3.1 Πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς

Οι πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς έχουν σημαντική θέση στις τεχνικές μετρήσεων με υπέρηχους. Το 1880 αδελφοί Pierre και Jacques Curie ανακάλυψαν ότι σε μερικά υλικά μπορούν να αναπτυχθούν επιφανειακά φορτία όταν ασκηθεί επάνω τους μηχανική τάση (πίεση) και το αντίστροφο. Στο φαινόμενο έδωσαν το όνομα πιεζοηλεκτρικό από τις ελληνικές λέξεις πίεση και ηλεκτρισμός. Οι κρυσταλλικοί πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς βασίζονται σε κρυσταλλικά υλικά και ιστορικά είναι τα πρώτα που χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό.

Η αρχή του πιεζοηλεκτρικού φαινομένου.

Συγκεκριμένοι κρύσταλλοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μετατροπείς ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική και αντίστροφα επειδή έχουν τις κάτωθι ιδιότητες:

- α) οι φυσικές διαστάσεις του κρυστάλλου αλλάζουν όταν ένα ηλεκτρικό πεδίο επιβληθεί σε αυτόν
- β) όταν αντιστραφεί το πεδίο αντιστρέφεται και η μεταβολή των διαστάσεων
- γ) παραμορφώσεις που προκαλούνται από μηχανικές δυνάμεις προκαλούν ηλεκτρική πόλωση στις επιφάνειες του κρυστάλλου
- δ) όταν αντιστραφεί η φορά των παραμορφώσεων αντιστρέφεται και η φορά της ηλεκτρικής πόλωσης
- ε) η σχέση των μηχανικών και ηλεκτρικών μεγεθών είναι γραμμική δηλαδή η παραμόρφωση είναι ανάλογη με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που την προκαλεί.

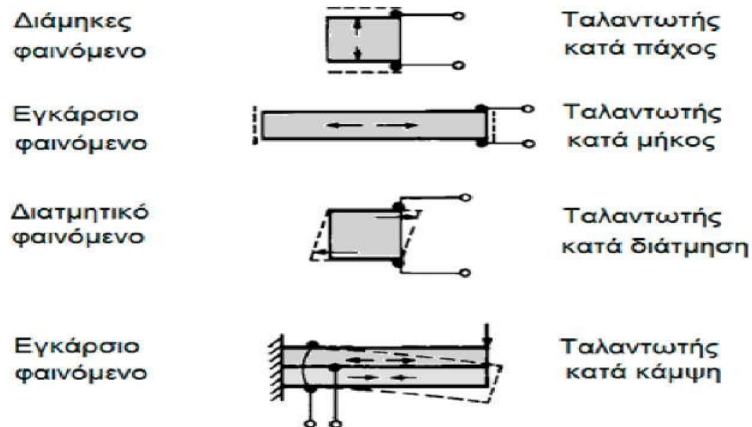


Εικόνα 2- Κρυσταλλικά πλέγματα, (α) με κέντρο συμμετρίας και (β) χωρίς κέντρο.

Για να εμφανισθούν οι ιδιότητες αυτές είναι απαραίτητο οι κρύσταλλοι να μην έχουν κάποιο κέντρο ηλεκτρικής συμμετρίας (εικόνα 2.β) ενώ αντίθετα κρύσταλλοι με κέντρο συμμετρίας όπως στην εικόνα 2.α δεν μπορούν να εμφανίσουν το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Οι ασύμμετροι κρύσταλλοι όταν δεν είναι παραμορφωμένοι το «κέντρο βάρους» των θετικών και των αρνητικών φορτίων συμπίπτει και δεν εμφανίζουν φαινόμενα πόλωσης. Όταν όμως παραμορφωθούν τα δύο «κέντρα βάρους» μετατοπίζονται το ένα σε σχέση με το άλλο και ως εκ τούτου εμφανίζονται φαινόμενα πόλωσης

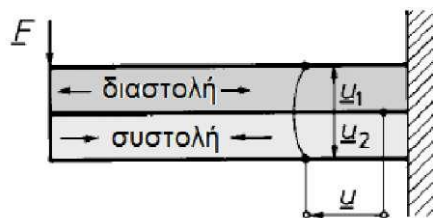
Πρακτικές μορφές πιεζοηλεκτρικών μετατροπέων

Οι πιεζοηλεκτρικοί εκπομποί και δέκτες ήχου έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και είναι δυνατόν να λειτουργούν είτε στον αέρα είτε στο νερό είτε σε στερεά. Η μορφή που θα έχουν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την συγκεκριμένη εφαρμογή. Στην εικόνα 3 υπάρχει μία επισκόπηση των σημαντικότερων μορφών δονήσεων.



Εικόνα 3- Διάφορες μορφές ταλαντώσεων που δημιουργούνται σε πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους.

Ο ταλαντωτής κάμψης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Δύο πιεζοηλεκτρικά στρώματα συγκολλούνται πλάτη με πλάτη με ένα λεπτό αγωγίμο φύλλο μετάλλου στο ενδιάμεσο όπως φαίνεται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4. Τα δύο πιεζοηλεκτρικά φύλλα στον ταλαντωτή κάμψης.

Η συνολική ηλεκτρική χωρητικότητα του μετατροπέα είναι αρκετά μεγάλη επειδή προκύπτει από την παράλληλη συνδεσμολογία των δύο πυκνωτών που σχηματίζονται. Η υψηλή αυτή χωρητικότητα C οδηγεί σε μία χαμηλότερη εσωτερική σύνθετη ηλεκτρική αντίσταση με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η τροφοδοσία του μετατροπέα ακόμα και με μεγάλου μήκους γραμμή μετάδοσης. Η μηχανική αντίσταση είναι επίσης σχετικά χαμηλή πράγμα το οποίο επιτρέπει ικανοποιητική προσαρμογή αντιστάσεων μεταξύ του μετατροπέα και του αέρα. Επειδή τα δύο στρώματα ηλεκτρικά είναι παράλληλα συνδεδεμένα με γειωμένα τα εξωτερικά

μεταλλικά φύλλα επιτυγχάνεται ταυτόχρονα και καλή ηλεκτρική θωράκιση. Ένας παραδοσιακός τομέας για τους πιεζοηλεκτρικούς εκπομπούς ήχου είναι οι υποβρύχιες υπερηχητικές εφαρμογές.

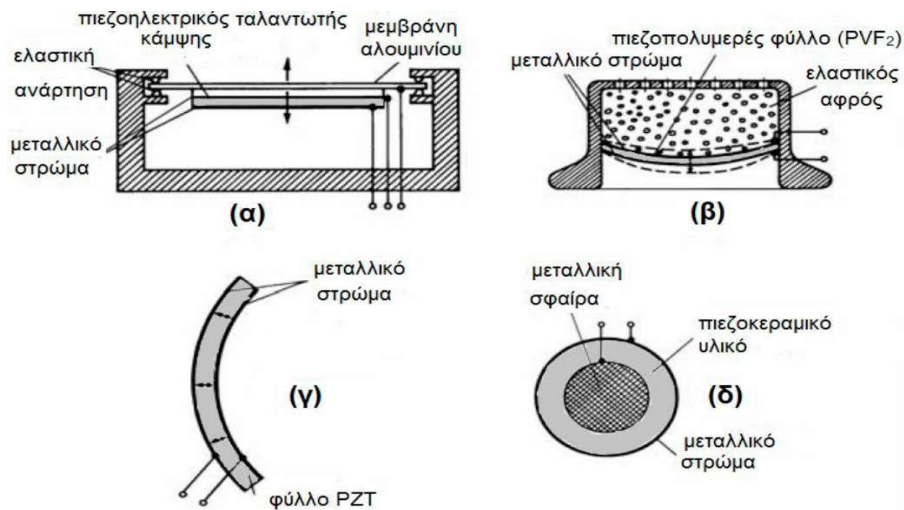
2.3.2 Ηλεκτροπεριοριστικοί μετατροπείς

Η αρχή του ηλεκτροπεριοριστικού φαινομένου μετατροπής:

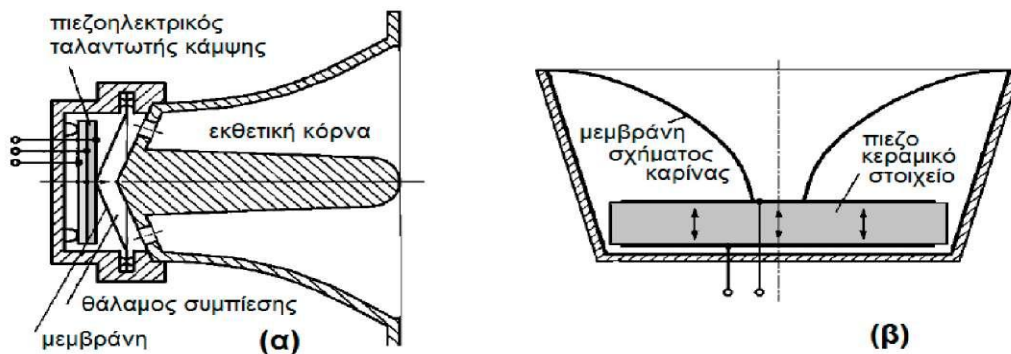
Τα διηλεκτρικά υλικά εμφανίζουν το ηλεκτροπεριοριστικό φαινόμενο σύμφωνα με το οποίο παρουσιάζουν μηχανικές παραμορφώσεις όταν εκτίθενται σε κάποιο ηλεκτρικό πεδίο και αντίστροφα. Στο φαινόμενο αυτό, σε αντίθεση με το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, δεν αντιστρέφεται η φορά της παραμόρφωσης όταν αντιστραφεί η φορά του ηλεκτρικού πεδίου και η σχέση μηχανικών και ηλεκτρικών μεγεθών δεν είναι γραμμική αλλά τετραγωνική.

Πρακτικές μορφές ηλεκτροπεριοριστικών μετατροπέων

Μεταξύ των ηλεκτροπεριοριστικών εκπομπών και δεκτών ήχου υπάρχουν πολλές μορφές εκτός αυτών που χρησιμοποιούνται στους πιεζοηλεκτρικούς μετατροπείς. Είναι πράγματι ένα μεγάλο πλεονέκτημα του επηρεασμένου πιεζοηλεκτρισμού ότι πολλά σχετικά υλικά είναι ελεύθερα διαμορφωμένα. Τα πιεζοπολυμερή μπορούν να κατασκευαστούν σε φύλλα τόσο λεπτά όσο μόλις μερικά μm τα οποία είναι ελαστικά και μπορούν να τεντωθούν κατά μήκος καμπύλων επιφανειών. Στο σχήμα 16 και σχήμα 17 παρουσιάζονται μερικές πραγματικές μορφές.



Εικόνα 5. (α) Πιεζοκεραμικός τηλεφωνικός δέκτης, (β) ακουστικά με λεπτό φύλλο από πιεζοπολυμερές υλικό, (γ) κάτοπτρο δέσμης υπερήχων με λεπτό φύλλο από πιεζοπολυμερές υλικό, (δ) πιεζοκεραμικό υδρόφωνο για υπέρηχους (διάμετρος <math><0.5\text{mm}</math>)

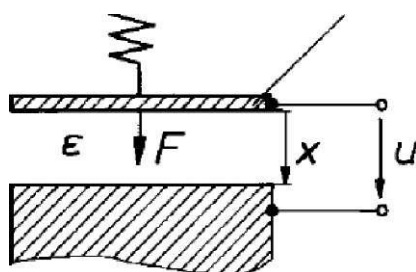


Εικόνα 6 . (α) Κόρνα tweeter από πιεζοκεραμικό υλικό, (β) πιεζοκεραμικό calotte tweeter. Σημείωση: Εξαιτίας της υψηλής τους σύνθετης αντίστασης τα tweeter από πιεζοηλεκτρικό υλικό μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με δυναμικά μεγάφωνα χωρίς κυκλώματα cross-over.

2.3.3 Πυκνωτικοί ή χωρητικοί μετατροπείς

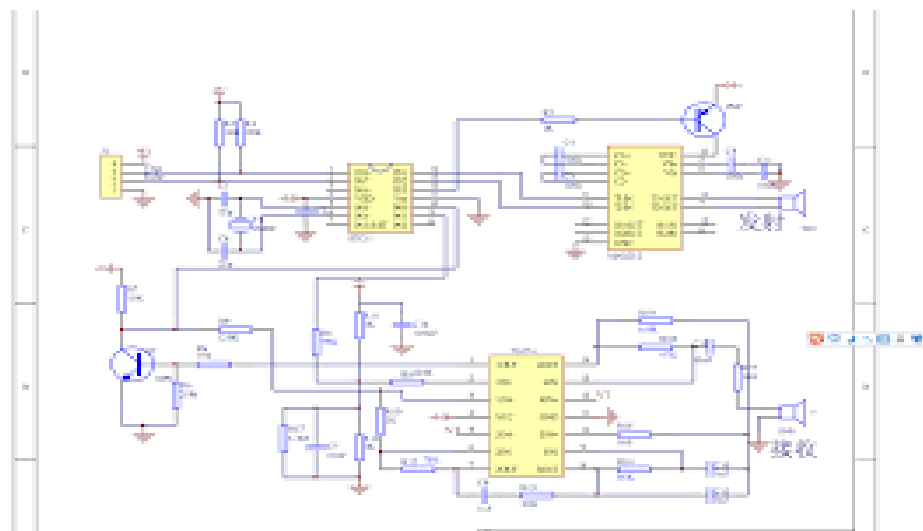
Η λειτουργία τους στηρίζεται στην παρακάτω αρχή η οποία ιστορικά έχει το όνομα ηλεκτροστατική αρχή. Σύμφωνα με αυτή, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 7, δύο αγώγιμες πλάκες, μία σταθερά πακτωμένη και μία που δύναται να μετακινείται εκτίθενται σε ένα ηλεκτρικό δυναμικό V . Οι πλάκες φορτίζονται ηλεκτρικά με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μία ηλεκτροστατική ελκτική δύναμη. Όταν το δυναμικό V είναι εναλλασσόμενο η κινητή πλάκα τίθεται σε ταλάντωση. Μεταξύ των πλακών μπορεί να υπάρχει οποιοδήποτε διηλεκτρικό σταθεράς ϵ αλλά συνήθως είναι αέρας οπότε ο μετατροπέας παίρνει το όνομα πυκνωτικός ή χωρητικός μετατροπέας.

Επιφάνεια A



Εικόνα 7 - Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει την αρχή του πυκνωτικού μετατροπέα.

2.4. Διάγραμμα εσωτερικού κυκλώματος πομπού-Δέκτη HC-SR04 Sensor



Εικόνα

8- κύκλωμα πομπού δέκτη HC-SR04 Sensor

2.5 Ρομπότ

2.5.1 Ορισμός ρομπότ

Όλοι γνωρίζουμε για τα ρομπότ, αν και πολλοί από εσάς έχετε διαφορετική άποψη για το τι είναι ρομπότ. Μερικοί άνθρωποι συνδέουν τα ρομπότ με μηχανήματα που έχουν ανθρώπινη μορφή και μπορούν να μιμούνται τον άνθρωπο, κάποια άλλα άτομα μπορεί να συνδέουν τα ρομπότ με μηχανή που μπορεί να κάνει κάτι που τον διέταξε ο αφέντης του. Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές, διότι το ρομπότ έτσι είναι πάνω κάτω.

Ο επίσημος ορισμός του ρομπότ είναι ο εξής:
<<Μια νέα προγραμματιζόμενη μηχανή, πολυλειτουργικού βραχίονα σχεδιασμένη για τη μεταφορά υλικών, ανταλλακτικών, εργαλείων, ή εξειδικευμένων συσκευών μέσω διαφόρων προγραμματισμένων κινήσεων για την εκτέλεση διαφόρων εργασιών>>.

Ο ορισμός αυτός λαμβάνεται από το Robot Institute of America, και διατυπώθηκε το 1979. Συνοπτικά αναφέρει πως το ρομπότ είναι ένα πράγμα που μπορεί να βοηθήσει το έργο του ανθρώπου.

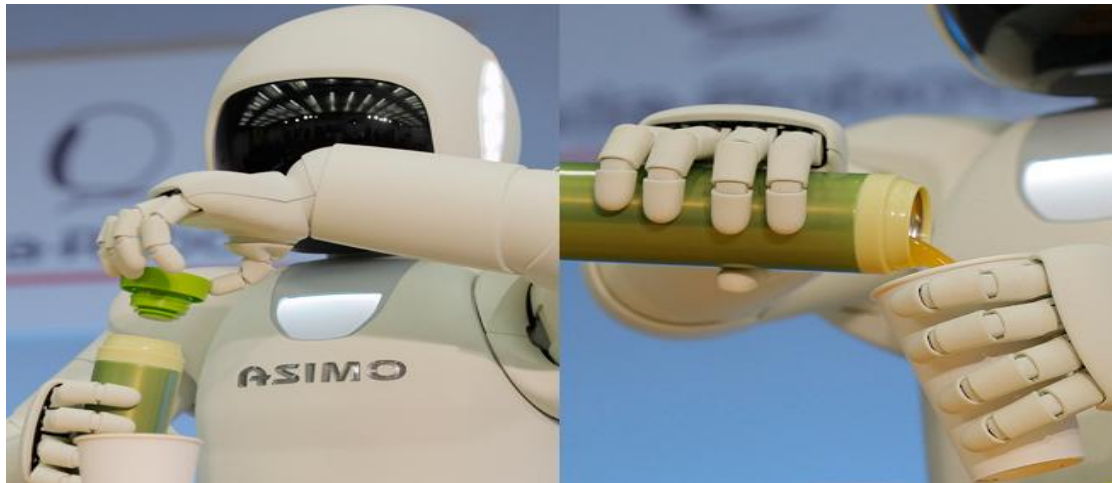
Σύμφωνα με την IBM.com υπάρχουν τρεις βασικές λειτουργίες που έχει το ρομπότ. Πρόκειται για την ασφάλεια, δυσαρέσκεια, αλλά και η επανάληψη και η ακρίβεια.

Ασφάλεια είναι η εργασία με επικίνδυνες ουσίες, όπως τα πυρηνικά, ραδιενεργά και επίσης πολλές επικίνδυνες χημικές ουσίες χρειάζονται τα ρομπότ, διότι εάν οι άνθρωποι εμπλακούν άμεσα σε μια από αυτές τις εργασίες μπορεί να προκαλέσει κακό αποτέλεσμα.

Δυσαρέσκεια υπάρχει σε πολλές δουλειές είναι δυσάρεστες και κουραστικές για τον άνθρωπο, όπως η συγκόλληση, η συναρμολόγηση ορισμένων εξαρτημάτων των αυτοκινήτων και τα janitorial, αλλά εξακολουθούν να είναι πολύ σημαντικές και απαραίτητες, έτσι χρησιμοποιούμε τα ρομπότ.

Η τελευταία λειτουργία είναι η επανάληψη και η ακρίβεια, όπως γνωρίζουμε τα ρομπότ δεν αισθάνονται κόπωση, και έτσι κάνουν το ίδιο πράγμα χιλιάδες φορές και εξακολουθούν να έχουν την ίδια απόδοση.

Τα ρομπότ μπορεί να είναι αυτόνομα, ημιαυτόνομα ή εξ αποστάσεως ελεγχόμενα. Τα Ρομπότ κυμαίνονται από ανθρωποειδή, όπως ASIMO και TOPIO σε Nano ρομπότ, ρομπότ Swarm, τα βιομηχανικά ρομπότ, των στρατιωτικών ρομπότ, τα κινητά και τα εξυπηρετικά ρομπότ. Μιμώντας μια ρεαλιστική εμφάνιση ή την αυτοματοποίηση των κινήσεων. Ο κλάδος της τεχνολογίας που ασχολείται με τα ρομπότ είναι ρομποτική.



εικόνα 9 : Ρομπότ ASIMO .Το τελευταίο μοντέλο που έχει δημιουργηθεί σε μορφή ανθρώπινη. Αυτό το ρομπότ περπατάει και τρέχει. Μπορεί να ανοίξει ένα μπουκάλι και να σερβίρει το περιεχόμενό του.



εικόνα 10. ρομπότ καθώς παίζει πινγκ πονκ.

2.5.2 Ιστορία

Η ιστορία του ρομπότ αρχίζει να πρωτοεμφανίζεται ήδη από τους αρχαίους μύθους και θρύλους. Όταν η βιομηχανική επανάσταση επέτρεψε τη χρήση πιο πολύπλοκων μηχανών και την εισαγωγή του ηλεκτρισμού κατέκτησε τις μηχανές ισχύος με μικρούς συμπαγείς κινητήρες, τότε αυτές οι έννοιες άρχιζαν να αναπτύσσονται.

ΧΡΥΣΟΙ ΒΟΗΘΟΙ: Έτσι αποκαλούνταν οι θεραπαινίδες, που ήταν φτιαγμένες από χρυσό και γένους θηλυκού. Ο σκοπός δημιουργίας τους ήταν να παρέχουν συντροφιά και να μιλάνε, να τον βοηθούν να περπατά καθώς είχε το γνωστό πρόβλημα στο πόδι του ο Ήφαιστος και να τον βοηθούν στις εργασίες του.

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΚΥΛΙΑ: Σκοπός κατασκευής τους ήταν για να τα δωρίσει στον βασιλιά Αλκίνοο, όπως του πρόσταξαν οι υπόλοιποι θεοί. Αποτελούνταν από χρυσό και ασήμι, ήταν αθάνατα και φυσικά πολύ δυνατά για να δρουν σαν προστάτες του παλατιού.

ΚΙΝΟΥΜΕΝΕΣ ΚΟΥΚΛΕΣ: Ο Όμηρος και ο Πλάτωνας αναφέρουν ότι ανάμεσα στις άλλες κατασκευές του ο Ήφαιστος έφτιαξε και κούκλες για τα παιδιά του Μίνωα. Όταν αυτές βασιλικά παιχνίδια δεν ήταν απλές και συνηθισμένες, είχαν τις εξής ιδιαιτερότητες. Μπορούσαν να μιλάνε και να κινούνται. Αναγκαζόταν να τις δένουν για να μην τους φεύγουν μακριά και τις χάνουν, σύμφωνα με το μύθο.

ΘΡΟΝΟΣ-ΠΑΓΙΔΑ: Ένα αυτόματο μηχανήμα που κατασκεύασε ο Ήφαιστος για να εκδικηθεί την μητέρα του την Ήρα που τον απέρριψε σαν άσχημο μωρό, σύμφωνα με τον μύθο. Ήταν ένας εντυπωσιακά καλοφτιαγμένος θρόνος που όταν η Ήρα κάθισε πάνω του αυτόματα σφίχτηκαν γύρω της αλυσίδες κρατώντας την δέσμια. Κανένας δεν μπορούσε να την απελευθερώσει παρά μόνο ο Ήφαιστος που δεν δεχόταν. Όταν όμως ο Διόνυσος τον μέθυσε τότε μπόρεσε να τον πείσει να την απελευθερώσει την Ήρα από τις αλυσίδες. Με αυτόν τον τρόπο τον δέχτηκαν στον Όλυμπο διότι αναγνώρισαν οι υπόλοιποι θεοί τις μεγάλες δυνάμεις και τα ταλέντα που είχε.

ΤΑΛΩΣ: Σύμφωνα με τα ιστορικά βιβλία, ίσως να είναι το πιο γνωστό αρχαίο ρομπότ. Κατασκευάστηκε από τον Ήφαιστο και δόθηκε ως δώρο στο Μίνωα, βασιλιά της Κρήτης. Τεράστιος σε διαστάσεις και με ανθρώπινη μορφή. Φτιαγμένος από χαλκό και γυάλιζε. Σκοπός της κατασκευής του ήταν να περιφρουρούσε την Κρήτη την οποία και προστάτευε από τους εχθρούς και να φρόντιζε στην επιβολή των νόμων. Έκανε το γύρο της Κρήτης 3 φορές τη μέρα, δηλαδή κινούνταν με ταχύτητα περίπου 130 km/h (ακτογραμμή πάνω από 1000km). Μπορούσε να εκσφενδονίζει τεράστια βράχια και να πετά καυτές φλόγες από το στόμα του. Σύμφωνα με το μύθο, επιστρέφοντας οι Αργοναύτες από την Κολχίδα, βρέθηκαν αντιμέτωποί του. Τότε η Μήδεια του προκάλεσε σύγχυση και ο Τάλως τραυματίστηκε στο πόδι, χάνοντας από τη μοναδική του φλέβα όλο του το αίμα (ιχώρ) που έμοιαζε με λιωμένο μέταλλο.

Μια άλλη παραλλαγή του μύθου αναφέρει πως ο Ποίας (πατέρας του Φιλοκτήτη) τον χτύπησε με ένα βέλος στην φτέρνα του, μία βίδα πετάχτηκε και το αίμα των θεών, έρευσε έξω απ' το μεταλλικό του σώμα. Είχε σαν ορμητήριό του την Φαιστό, όπου και έχουν βρεθεί πολλά νομίσματα με τη μορφή του.

Εμπόδια στην ρομποτική

Από πολύ νωρίς έχουν γίνει προσπάθειες για την ανάπτυξη και την δημιουργία ρομπότ και πολύπλοκων κατασκευών. Κάποια από τα επιτεύγματα παρουσιάζονται από πολύ νωρίς όπως το:

100-150 π.χ.

Αναφέρεται ότι ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ο αρχαιότερος αυτοματισμός που σώζεται ως σήμερα. Ο σκοπός υπάρξεις αυτού του μηχανισμού ήταν να προβλέπει τις θέσεις των πλανητών.

250 π.χ.

Ο Κτησίβιος από την Αλεξάνδρεια, Έλληνας φυσικός, σχεδίασε τα ρολόγια νερού που ήταν μεγάλο επίτευγμα διότι έχουν κινητά στοιχεία μέσα σε αυτά. Μέχρι τότε χρησιμοποιούσαν κλεψύδρες ,έτσι με αυτή την εφεύρεση ο χρόνος μετρήθηκε ως αποτέλεσμα της δύναμης του νερού που έπεφτε σε αυτό με έναν σταθερό ρυθμό.

350 π.χ.

Ο Αρχύτας από τον Τάραντα, ένας μεγάλος Έλληνας μαθηματικός, δημιούργησε ένα μηχανικό πουλί, που είχε το όνομα “το περιστέρι”. Αυτό τροφοδοτούταν από ατμό και μπορούσε να διανύσει μέχρι και 200μ. Αυτό φυσικά βοήθησε στις πρώτες μελέτες της πτήσης στην ιστορία, και ίσως να μπορούμε να το αναφέρουμε ως πρώτο μοντέλο αεροπλάνου.

1200 μ.χ.

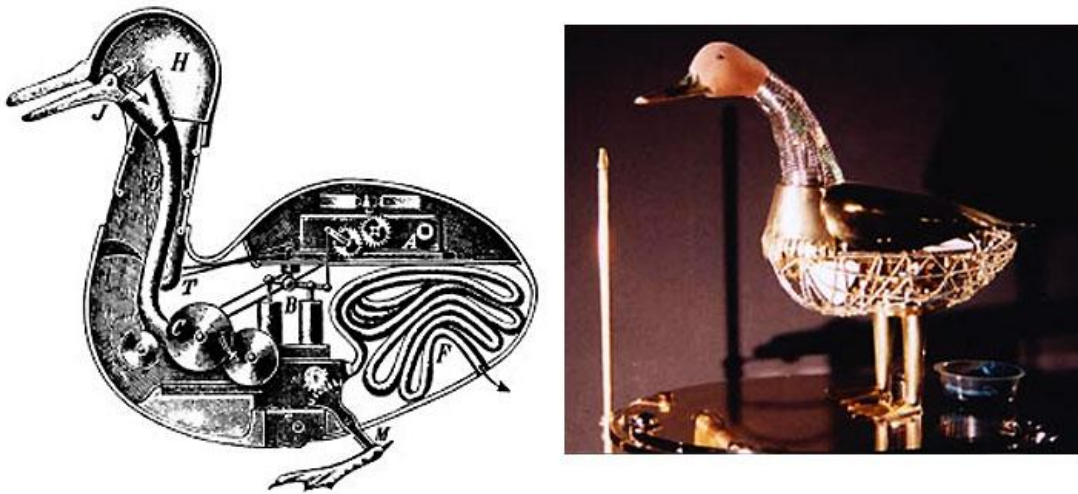
Ο Άραβας Al-Jazari κατασκεύασε το πρώτο ανθρωποειδές ρομπότ το οποίο ήταν προγραμματισμένο να παίζει ένα τύμπανο.

1495 μ.χ.

Στον Leonardo Da Vinci γίνεται μια πολύ σημαντική αναφορά όπου ,πριν αρχίσει την εργασία για το Μυστικό Δείπνο ,σχεδίασε το πρώτο ανθρωποειδές ρομπότ. Αυτή η μηχανική κατασκευή ήταν μέσα σε έναν ιπότη που ήταν σχεδιασμένος ώστε οι κινήσεις του πάνοπλου ιπότη να φαίνεται σαν να υπάρχει κανονικός άνθρωπος μέσα σεαυτό.

1738 μ.χ.

Ο Γάλλος Jacques de Vaucanson έφτιαξε αυτόματα στο Grenoble της Γαλλίας. Δημιούργησε τρία αυτόματα. Ο παίχτης φλάουτου όπου μπορούσε να παίξει 12 τραγούδια ήταν το πρώτο του αυτόματο. Το δεύτερο του αυτόματο όχι μόνο μπορούσε να παίξει φλάουτο, αλλά και τύμπανο ή ντέφι. Το τρίτο αυτόματο που κατασκεύασε το ονόμασε “κινούμενη ανατομία”. Ήταν μία πάπια που μετακινούταν, έσκουζε, χτυπούσε τα φτερά της και ακόμα έτρωγε και χώνευε το φαγητό.



Εικόνα 11: Κινούμενη ανατομία πάπια

1801 μ.Χ.

Ο Joseph Jacquard δημιούργησε έναν αυτόματο εργαλείο ελεγχόμενο από διάτρητες κάρτες. Οι διάτρητες κάρτες χρησιμοποιήθηκαν αργότερα ως μέθοδο εισαγωγής για ορισμένους υπολογιστές στις αρχές του 20ου αιώνα.

1899 μ.Χ.

Ο γνωστός Nikolai Tesla παρουσίασε το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο όχημα . Στο τηλεκατευθυνόμενο σκάφος θα μπορούσε να δοθεί εντολή να ξεκινήσει, να σταματήσει, να στρίψει (αριστερά και δεξιά) , να ανάψουν τα φώτα και να σβήσουν,

ακόμη και να βυθιστεί. Παρόλα αυτά , ο κόσμος δεν είχε εντυπωσιαστεί με αποτέλεσμα να μην βοηθήσει στην επιστημονική φήμη του. Τα δημοσιεύματα του Τύπου μίλησαν για ‘ελέγχου του νου’.

Μετά το 1920 η σύγχρονη διατύπωση ενός ανθρωποειδές μηχανήματος αναπτύχθηκε στο στάδιο όπου ήταν δυνατόν να υπάρξει ανθρώπινου μεγέθους ρομπότ με ικανότητα για κοντινές ανθρώπινες σκέψεις και κινήσεις, πριν από την πρώτη προβλεπόμενη χιλιετία. Οι πρώτες χρήσεις των σύγχρονων ρομπότ ήταν σε εργοστάσια , όπως τα βιομηχανικά ρομπότ – απλές φτιαγμένες μηχανές ικανές στις εργασίες κατασκευής που επέτρεψαν την παραγωγή χωρίς την ανάγκη για ανθρώπινη βοήθεια.

1926 μ.Χ.

Κυκλοφόρησε η ταινία του Fritz Lang ‘Metropolis’ . Το πρώτο θηλυκό ρομπότ που εμφανίζεται στην οθόνη ονομάστηκε ‘Μαρία’ και θεωρήθηκε ο πρόδρομος του Star war C-3PO.

1932 μ.Χ.

Το πρώτο παιχνίδι ρομπότ πρώτο παράχθηκε στην Ιαπωνία. Η ‘‘Λιλιπούπολη’’ ήταν το πρώτο παιχνίδι που περπάτησε και ήταν φτιαγμένο από λευκοσίδηρο και διαμορφωμένο μόλις 15 εκατοστά ύψος.

1936 μ.Χ

Ο Alan Turing εισάγει την έννοια του θεωρητικού υπολογιστή που ονομάζεται μηχανή Turing. Φυσικά έχουμε μεγάλη πρόοδο στην λογική του υπολογιστή.

1941 μ.Χ.

Ο θρυλικός συγγραφέας επιστημονικής φαντασίας Isaac Asimov γράφει το διήγημα ‘‘Liar!’’ .Στο οποίο περιγράφει τους Τρεις Νόμους της Ρομποτικής. Διηγήματα του

επαναμεταγλωττίστηκαν στον τόμο "I, Robot" το 1950 ,αργότερα αναπαράχθηκε ως ταινία.

Οι τρεις νόμοι της ρομποτικής του Asimov ήταν οι εξής:

1. Ένα ρομπότ δεν μπορεί να τραυματίσει έναν ανθρώπινο ον ή , μέσω της αδράνειας, να επιτρέψει σε ένα ανθρώπινο ον να πάθει κακό
2. Ένα ρομπότ πρέπει να υπακούει τις εντολές που δόθηκαν από τον άνθρωπο, εκτός εάν τέτοιες εντολές θα έρχονταν σε αντίθεση με τον πρώτο νόμο
3. Ένα ρομπότ πρέπει να προστατεύει την ύπαρξη του όσο η προστασία αυτή δεν συγκρούεται με τον Πρώτο ή Δεύτερο Νόμο

1946 μ.Χ.

Πρώτη παρουσίαση της έννοιας ενός αποθηκευμένου προγράμματος (John von Neumann) και γενικά εκ νέου προγραμματισμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο πρώτος γενικής χρήσης ψηφιακός υπολογιστής, που ονομάστηκε ανεμοστρόβιλος, λύνει το πρώτο πρόβλημα στο M.I.T

1947 μ.Χ.

Εφευρέθηκε το τρανζίστορ από τους Shockley, Bardeen και Brattain.

1948μ.Χ

Ο Βρετανικής καταγωγής πρωτοπόρος ρομποτικής William Grey Walter δημιούργησε αυτόνομα μηχανήματα που ονομάζονταν Elsie και Elmer που μιμούνται τη ζωή όπως και τη συμπεριφορά με πολύ μικρό κύκλωμα. Αυτά είναι τα πρώτα ρομπότ "χελώνες".

1954 μ.Χ.

Ο George Devol και Joe Engleberger σχεδίασαν το πρώτο προγραμματιζόμενο ρομπότ <<βραχίονα>> . Αυτό έγινε και το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ , συμπληρώνοντας επικίνδυνες και επαναλαμβανόμενες εργασίες σε μια γραμμή συναρμολόγησης στην General Motors (1962).

1956 μ.Χ.

Ο Alan Newell και Herbert Simon δημιούργησαν το Logic Theoretic , το πρώτο «έμπειρο σύστημα ». Χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση δύσκολων μαθηματικών προβλημάτων.

1957 μ.Χ.

Η Σοβιετική Ένωση εγκαινιάζει το «Sputnik», ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος σε τροχιά. Αυτό σηματοδοτεί την έναρξη του αγώνα δρόμου του διαστήματος.

1961 μ.Χ.

Το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ (Unimate) εγκαταστάθηκε στο εργοστάσιο αυτοκινήτων General Motors στο New Jersey. Το ρομπότ γραμμή συναρμολόγησης ελέγχεται βήμα-βήμα από εντολές που είναι αποθηκευμένες σε ένα μαγνητικό τύμπανο.

1963 μ.Χ.

Ο πρώτος τεχνητός ρομποτικός βραχίονας ελεγχόμενος από έναν υπολογιστή σχεδιάστηκε στο Νοσοκομείο Rancho Los Amigos στο Downey, στην California ως ένα εργαλείο για άτομα με ειδικές ανάγκες. Οι έξι αρθρώσεις του Rancho Arm του έδωσε την ευελιξία ενός ανθρώπινου βραχίονα.

1964 μ.Χ.

Ο IBM 360 γίνεται ο πρώτος υπολογιστής που παράχθηκε μαζικά.

1966 μ.Χ.

Ένα πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης ονομαζόμενο ELIZA δημιουργήθηκε στο MIT από τον Joseph Weizenbaum. Η ELIZA λειτούργησε ως ψυχολόγος υπολογιστής που χειρίζεται καταστάσεις χρηστών να διαμορφώνουν ερωτήσεις. Ο Weizenbaum ταράχθηκε με το πόσο γρήγορα οι άνθρωποι πίστεψαν στο μικρό του πρόγραμμα.

1967 μ.Χ.

Ο Richard Greenblatt γράφει, το MacHack, ένα πρόγραμμα που παίζει σκάκι, απαντώντας σε ένα άρθρο που γράφτηκε από τον Hubert Dreyfus, όπου πρότεινε, ως κριτική στις προσπάθειες στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, ότι ένα πρόγραμμα υπολογιστή δεν θα μπορούσε ποτέ να τον νικήσει σε ένα παιχνίδι σκάκι. Όταν ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα και ο Dreyfus καλείται να παίξει με τον υπολογιστή, που οδηγούσε το μεγαλύτερο μέρος του παιχνιδιού, τελικά έχασε στο τέλος σε ένα στενό αγώνα. Το πρόγραμμα του Greenblatt έγινε το θεμέλιο για πολλά μελλοντικά προγράμματα σκακιού με αποκορύφωμα το Big Blue το πρόγραμμα σκακιού που νίκησε τον Grand Master σκακιού, Gary Kasparov.

1969 μ.Χ.

Ο Victor Scheinman, ένας φοιτητής Μηχανολόγων Μηχανικών που εργαζόταν στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης Stanford (Stanford Artificial Intelligence Lab) δημιουργεί το Stanford Arm. Ο σχεδιασμός του βραχίονα γίνεται πρότυπο και εξακολουθεί να επηρεάζει το σχεδιασμό στους ρομποτικούς βραχίονες σήμερα.

Την ίδια χρονική περίοδο οι Η.Π.Α. χρησιμοποιούν με επιτυχία την πληροφορική, την ρομποτική και τη διαστημική τεχνολογία για να προσγειωθεί ο Neil Armstrong στο φεγγάρι.

1970 μ.Χ.

Το Shakey δημιουργήθηκε στο Stanford Research Institute (SRI). Είναι το πρώτο κινητό ρομπότ που ελέγχονται από την τεχνητή νοημοσύνη. Εξοπλισμένο με συσκευές ανίχνευσης οδηγείται από ένα πρόγραμμα επίλυσης προβλημάτων που ονομάζεται TAINIES, το ρομπότ θα μπορούσε να βρει το δρόμο του γύρω από την εφαρμογή των πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον του σε μια διαδρομή. Το Shakey χρησιμοποιεί μια τηλεοπτική κάμερα, λέιζερ, και αισθητήρες χτυπήματος για τη συλλογή δεδομένων, τα οποία στη συνέχεια διαβιβάζεται σε έναν υπολογιστή DEC PDP-10 και PDP-15. Ο υπολογιστής εξέπεμπε σήμα εντολών πίσω στο Shakey - το οποίο στη συνέχεια μετακινούνταν με ταχύτητα 2 μέτρα ανά ώρα.

1977 μ.Χ.

Η πρώτη ταινία Star Wars απελευθερώνεται. Ταινία του George Lucas εισάγει τους θεατές στο R2D2 και C3PO. Η ταινία δημιούργησε την ισχυρότερη εικόνα ενός ανθρώπου στο μέλλον με ρομπότ από το 1960 και εμπνέει μια γενιά ερευνητών.

Η ASEA, μια ευρωπαϊκή εταιρεία ρομπότ, διαθέτει δύο μεγέθη ηλεκτρικών βιομηχανικών ρομπότ. Και τα δύο ρομπότ χρησιμοποιούν έναν ελεγκτή μικροϋπολογιστή για τον προγραμματισμό και τη λειτουργία τους.

Επίσης την ίδια χρονιά έχουμε τους διαστημικούς εξερευνητές Voyagers 1 και 2 να εκτοξεύονται από το διαστημικό κέντρο Κένεντι.

1981 μ.Χ.

Ο Takeo Kanade δημιούργησε το βραχίονα άμεσης προώθησης. Είναι το πρώτο που έχει εγκατεστημένους κινητήρες απευθείας στις αρθρώσεις του βραχίονα. Η εξέλιξη αυτή καθιστά τις αρθρώσεις πιο γρήγορες και πολύ πιο ακριβείς από ότι τους προηγούμενους ρομποτικούς βραχίονες.

1982 μ.Χ.

Η Fanuc της Ιαπωνίας και η General Motors σχηματίζουν μια κοινή επιχείρηση: GM Fanuc. Η νέα εταιρεία πρόκειται να εμπορεύονται τα ρομπότ στη Βόρεια Αμερική.

1986 μ.Χ.

Η LEGO και το MIT Media Lab συνεργάζονται να φέρουν το πρώτο LEGO βασισμένο στα εκπαιδευτικά προϊόντα στην αγορά. Η LEGO της LOGO χρησιμοποιείται από τις τάξεις χιλιάδων δασκάλων δημοτικού.

Η Honda ξεκινάει ένα ρομποτικό ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο άρχισε με την παραδοχή ότι το ρομπότ θα πρέπει να συνυπάρχει και να συνεργάζεται με τους ανθρώπους, κάνοντας ότι ένα άτομο δεν μπορεί να κάνει και καλλιεργώντας μια νέα διάσταση στην κινητικότητα για να ωφελήσει τελικά την κοινωνία. Αυτοί άρχισαν με το πειραματικό "E-series" μεταξύ 1986 και 1991.

1989 μ.Χ.

Ένα ρομπότ που περπατάει ονομαζόμενο Genghis αποκαλύπτεται από την Ομάδα Mobile Robots του MIT. Γίνεται γνωστό για τον τρόπο που περπατά, γενικά αναφέρεται ως «Genghis βάδισμα».

1992 μ.Χ.

Ο Dr. John Adler ήρθε με την ιδέα του CyberKnife ένα ρομπότ που εξετάζει τον ασθενή με ακτίνες X για να κοιτάξει για όγκο και ελευθερώνει μια προ-προγραμματισμένη δόση ραδιενέργειας όταν βρεθεί κάποιος όγκος.

1993 μ.Χ.

Ο Dante ένα ρομπότ με 8 πόδια που περπατάει αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon κατέβηκε στο Mt. Erebus, στην Ανταρκτική. Η αποστολή του είναι να συλλέγει δεδομένα από ένα σκληρό περιβάλλον παρόμοιο με αυτό που θα μπορούσαμε να βρούμε σε άλλο πλανήτη. Η αποστολή αποτυγχάνει όταν, μετά από μια σύντομη αξιοπρεπή, ασφαλή πτώση του Dante μέσα στον κρατήρα.

Την επόμενη χρονιά όμως έχουμε το 8-άποδο ρομπότ από το πανεπιστήμιο Carnegie, τον Dante II, που κατέβηκε με επιτυχία στο Mt Spurr να συλλέξει δείγματα ηφαιστειακών αερίων.

1996 μ.Χ.

Ένα Robo Tuna σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τον David Barrett για τη διδακτορική του διατριβή στο MIT. Χρησιμοποιήθηκε για να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο τα ψάρια κολυμπούν.

Επίσης ο Chris Campbell και ο Stuart Wilkinson μετέτρεψαν ένα ατύχημα ζυθοποιίας σε έμπνευση στο πανεπιστήμιο της νότιας Φλόριντας. Το αποτέλεσμα είναι το Gastrobot, ένα ρομπότ που πέπτει οργανική μάζα για να παράγει διοξείδιο του άνθρακα που στη συνέχεια χρησιμοποιείται για ενέργεια. Ονόμασαν την δημιουργία τους "μηχανή μετεωρισμού".

Ακόμα την ίδια χρονιά η Honda κάνει το ντεμπούτο της με το P3, τον καρπό της δεκαετίας μακράς προσπάθειάς της να δημιουργήσει ένα ανθρωποειδές ρομπότ.

Ενώ επιπλέον γίνεται και η τρίτη ετήσια εκδήλωση Robot Wars που πραγματοποιήθηκε στο Fort Mason Center, στο Σαν Φρανσίσκο στην Καλιφόρνια.

1997 μ.Χ.

Το πρώτο τουρνουά ποδοσφαίρου RoboCup έχει πραγματοποιηθεί στη Ναγκόγια, στην Ιαπωνία. Ο στόχος του RoboCup είναι να έχει μια πλήρως αυτοματοποιημένη ομάδα από ρομπότ για να νικήσει την καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα του κόσμου το έτος 2050.

Η αποστολή Pathfinder προσγειώνεται στον Άρη. Ο ρομποτικός πειρατής της Sojourner, κυλάει σε μια κεκλιμένη επιφάνεια στο αρειανό έδαφος από στις αρχές Ιουλίου. Συνέχιζε να μεταδίδει δεδομένα από την επιφάνεια του Άρη μέχρι το Σεπτέμβριο.

Ο πρώτος κόμβος του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού τοποθετείται σε τροχιά. Κατά τα επόμενα χρόνια περισσότερα στοιχεία θα συμμετάσχουν σε αυτήν, συμπεριλαμβανομένου ενός ρομποτικού βραχίονα, σχεδιασμένο από την καναδική εταιρεία MD Robotics.

1998 μ.Χ.

Το Tiger Electronics παρουσιάζει το Furby στην αγορά Χριστουγεννιάτικων παιχνιδιών. Χρησιμοποιώντας μια ποικιλία αισθητήρων αυτό το "εφέ-pet" μπορεί να αντιδράσει με το περιβάλλον του και να επικοινωνήσει χρησιμοποιώντας πάνω από 800 φράσεις στα αγγλικά και στη γλώσσα του "Furbish".

Η LEGO κυκλοφορεί τη πρώτη της εφεύρεση ρομποτικού συστήματος TM 1.0. LEGO ονομάστηκε το προϊόν της σειράς MINDSTORMS μετά τη δημιουργική εργασία του Seymour Papert το 1980.

1999 μ.Χ.

Η Sony κυκλοφορεί την πρώτη έκδοση του AIBO, ένα ρομποτικό σκύλο με την ικανότητα να μαθαίνει, να ψυχαγωγεί και να επικοινωνεί με τον ιδιοκτήτη του. Πιο εξελιγμένες εκδόσεις ακολούθησαν.

2000 μ.Χ.

Η Honda λανσάρει ένα νέο ανθρωποειδές ρομπότ τον "ASIMO", την επόμενη γενιά της σειράς του ανθρωποειδούς ρομπότ.

Η Lego κυκλοφορεί το Mindstorms Robotic Invention System TM 2.0. Τον Οκτώβριο, ο ΟΗΕ εκτιμά ότι υπάρχουν 742.500 βιομηχανικά ρομπότ σε χρήση σε όλο τον κόσμο. Περισσότερα από τα μισά από αυτά που χρησιμοποιούνται στην Ιαπωνία.

2001 μ.Χ.

Τον Αύγουστο, η FDA καθαρίζει το CyberKnife για τη θεραπεία όγκων οπουδήποτε στο σώμα. Φτιαγμένο από το MD Ρομποτικής του Καναδά, το σύστημα απομακρυσμένου χειρισμού Διαστημικό Σταθμό (SSRMS) έχει ξεκινήσει με επιτυχία σε τροχιά και αρχίζει τη λειτουργία για να ολοκληρώσει τη συναρμολόγηση του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού.

2003 μ.Χ.

Στις 10 Ιουνίου - NASA εγκαινιάζει το MER-A "Spirit" rover που προορίζονται για τον Άρη. Στις 7 Ιουλίου - NASA εγκαινιάζει το MER-B "Opportunity".

Η SONY απελευθερώνει το AIBO ERS-7 ,είναι 3ης γενιάς ρομποτικό κατοικίδιο ζώο. Το εργαστήριο Ρομποτικής στο Πανεπιστήμιο του Όκλαντ χρησιμοποιούν ρομπότ τους για την έρευνα πλοήγησης B21r.

2004 μ.Χ.

Epson, είναι το μικρότερο ιπτάμενο ρομπότ που κυκλοφόρησε. Με βάρος 0,35 ουγκιές (10 γραμμάρια) και τη μέτρηση 2,8 ίντσες (70 mm) σε ύψος, το Ιπτάμενα ρομπότ αποκαλείται ως το ελαφρύτερο και μικρότερο ρομπότ ελικόπτερο του κόσμου. Προορίζεται να χρησιμοποιηθεί ως ιπτάμενη κάμερα κατά τη διάρκεια φυσικών καταστροφών.

Το εργαστήριο Ρομποτικής στο Πανεπιστήμιο του Auckland άρχισε να χρησιμοποιεί τελευταίας διδασκαλίας ρομπότ το Shuriken . Αυτό το ρομπότ των 3τροχών μπορεί να κινηθεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και μπορεί να περιστραφεί. Στις 4 Ιανουαρίου το ρομπότ Spirit rover προσγειώνεται στον Άρη ενώ στις 23 Ιανουαρίου το δεύτερο ρομπότ Opportunity rover προσγειώνεται με ασφάλεια στο Meridium Planum.

2005 μ.Χ.

Το Πανεπιστήμιο του Auckland Robotics Group αποκτά ένα νέο, ειδικό εργαστήριο, και χρηματοδοτήθηκε με 7 νέα ρομπότ Pioneer, που συμπληρώνουν την B21r και διάφορα άλλα ερευνητικά ρομπότ, καθώς και εξοπλισμό ρομπότ οπτικοποίησης και εξοπλισμό αλληλεπίδρασης ανθρώπου-ρομπότ.

Ερευνητές στο Πανεπιστήμιο του Cornell ισχυρίζονται ότι έχουν δημιουργήσει το πρώτο ρομπότ αυτο-αναπαραγόμενο, χρησιμοποιώντας μια σειρά ηλεκτρονικών κύβων.

Το ρομπότ Shuriken παίρνει μια αναβάθμιση στο Πανεπιστήμιο του Auckland. Τώρα έχει οπτική μέτρηση χιλιομετρικών αποστάσεων, μια μαγνητική πυξίδα και ένα δεύτερο επεξεργαστή.

2008 μ.Χ.

Μετά τη πρώτη παρουσίαση το 2002, το δημοφιλές Roomba, ρομποτική ηλεκτρική σκούπα, έχει πουλήσει πάνω από 2,5 εκατομμύρια μονάδες αποδεικνύοντας ότι υπάρχει μεγάλη ζήτηση για αυτό το είδος των εγχώριων ρομποτικής τεχνολογίας.

2010

Το HRP-4 δημιουργήθηκε από τους Kawada και AIST. Είναι δίποδο ρομπότ. Αυτό το ρομπότ έχει μεγάλη ευελιξία και ισορροπία και μοιάζει με έναν άνθρωπο όταν λειτουργεί. 2012

Ο Baxter είναι το ρομπότ της χρονιάς για το 2012. Δημιουργήθηκε από τον Rodney Brooks. Αυτό το ρομπότ κάνει ελαφρά επαναλαμβανόμενα καθήκοντα, όπως η συσκευασία και τη διαλογή.

2013 μ.Χ.

Ο Grover είναι ένα Greenland Rover. Δημιουργήθηκε από ομάδες φοιτητών που παρακολουθούν μηχανικής στρατοπέδων εκκίνησης. Ο GROVER δημιουργήθηκε για να μεταφέρει ένα επίγειο διαπεραστικό ραντάρ να αναλύει το χιόνι. Ιστορικά βλέπουμε ότι η επιστήμη της ρομποτικής εξελίσσεται συνέχεια. Κατά την ιστορική αναδρομή είδαμε ότι τα ψηφιακά ελεγχόμενα βιομηχανικά ρομπότ και τα ρομπότ που κάνουν χρήση της τεχνητής νοημοσύνης έχουν κατασκευαστεί από το 1960.

2.5.3 Εμπόδια στο δρόμο της ρομποτικής

Τα ρομπότ εξελίσσονται μέρα με τη μέρα χάρη στη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και την επιμονή των επιστημόνων. Σε καμία περίπτωση όμως από την μια μέρα στην άλλη τα ανθρωπόμορφα ρομπότ της επιστημονικής φαντασίας δεν γίνονται πραγματικότητα.

Όσο και αν έχει προχωρήσει η ρομποτική, οι επιστήμονες συναντούν εμπόδια, τα οποία δεν ξέρουν αν θα ξεπεράσουν ποτέ. Τα κυριότερα από αυτά τα προβλήματα είναι τα εξής:

Η Επιδεξιότητα: καθημερινά οι άνθρωποι κάνουν κινήσεις που απαιτούν μεγάλη προσοχή και επιδεξιότητα, παρόλο που μας φαίνεται σχετικά απλές. Όπως για παράδειγμα να δέσουμε τα κορδόνια μας ή να μεταφέρουμε ένα βάζο χωρίς να το σπάσουμε. Τα ρομπότ δεν μπορούν να τα κάνουν όλα αυτά.

Η Όραση: σίγουρα τα ρομπότ μπορούν να βλέπουν και μάλιστα εξαιρετικά καθαρά χάρη στις υπερσύγχρονες κάμερες που έχουν ενσωματωμένες. Είναι όμως προγραμματισμένα να βλέπουν συγκεκριμένα πράγματα. Για παράδειγμα αν δουν ένα χρώμα ή ένα αντικείμενο που οι επιστήμονες δεν έχουν συμπεριλάβει στο πρόγραμμά τους, δεν θα μπορούν να το αναγνωρίσουν.

Τα συναισθήματα και ο αυθορμητισμός: τα ρομπότ είναι προγραμματισμένα να πραγματοποιούν αποτελεσματικά κάποιες συγκεκριμένες ενέργειες. Η ζωή όμως δεν πηγαινει πάντα σύμφωνα με το πρόγραμμα. Συχνά χρειάζεται να διακόψουμε κάτι

που κάνουμε για να βοηθήσουμε έναν συνάνθρωπό μας κάτι που δεν θα σκεφτεί ποτέ να κάνει ένα ρομπότ.

Θα πρέπει να περάσουν πολλά χρόνια μέχρι να αποκτήσουμε ανθρωπόμορφα ρομπότ που θα λειτουργούν σαν εμάς.

2.5.4 Βασικά στοιχεία και αρχές των ρομπότ

Ένα ρομπότ συγκροτείται από δύο συστήματα, το μηχανικό (στο οποίο περιλαμβάνεται το σύστημα κίνησης) και το ηλεκτρονικό (στο οποίο υπάγεται και η επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη του). Υπάρχουν διάφορα κριτήρια διάκρισης και αντίστοιχες κατηγοριοποιήσεις των ρομπότ. Μία από αυτές είναι η διάκρισή τους σε τρεις, επί του παρόντος, "γενιές". Στην πρώτη γενιά κατατάσσονται ρομπότ με περιορισμένη ευελιξία, που διευθύνονται από τον άνθρωπο, όπως, για παράδειγμα, οι απλοί "χειριστές" σχετικά απλά εργαλεία που επιτρέπουν, για παράδειγμα, τη μετακίνηση επικίνδυνων αντικειμένων (π.χ. ραδιενεργών υλικών). Στη δεύτερη γενιά κατατάσσονται τα ρομπότ που είναι εφοδιασμένα με σταθερό πρόγραμμα δράσης και ρομπότ που λαμβάνουν εντολές από κάποιο σύστημα αριθμητικού ελέγχου. Στην τρίτη γενιά κατατάσσονται ρομπότ που είναι εφοδιασμένα:

- με αισθητήριες "πληροφορίες" από το περιβάλλον,
- με διάταξη επεξεργασίας των πληροφοριών και
- με κινητήριο σύστημα εκτέλεσης εργασιών.

Χρήση των ρομπότ

Ευρύτατη χρήση ρομπότ γίνεται σε πάρα πολλούς παραγωγικούς τομείς και κυρίως στη βιομηχανία (βιομηχανική ρομποτική), στην ιατρική, την αεροναυπηγική, την αεροδιαστημική κ.α, γεγονός που έδωσε σημαντική ώθηση στην περαιτέρω ανάπτυξη της βιομηχανίας των ρομπότ, ιδιαίτερα στην Ιαπωνία και τις ΗΠΑ. Οι κυριότερες εφαρμογές των βιομηχανικών ρομπότ, μέχρι σήμερα, ήταν οι ηλεκτροσυγκολλήσεις, οι εφαρμογές σε εργασίες πρεσαρίσματος, οι συναρμολογήσεις, οι βαφές με ψεκασμό και η επεξεργασία επιφανειών σε τροφοδοτήσεις εργαλειομηχανών, σε μορφοποιήσεις πλαστικών σε μήτρες κ.α. Από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1980 η χρήση των ρομπότ γενικεύτηκε στο πλαίσιο της ανάπτυξης των Ολοκληρωμένων Συστημάτων Παραγωγής (Computer-

Integrated Manufacturing), αυτοματοποιημένων και ευέλικτων εργοστασίων, στα οποία οι εργαλειομηχανές μπορούν να επαναπρογραμματίζονται ταχύτατα για την παραγωγή νέων ή διαφοροποιημένων προϊόντων. Πρωτοποριακά εργοστάσια ως προς την ευρύτατη χρήση ρομπότ θεωρούνται το εργοστάσιο της General Motors στο Hamtramck, το Buick City στο Flint του Michigan, το εργοστάσιο της IBM στο Lexington κ.α. Πέρα, όμως, από τη βιομηχανία ευρύτατη χρήση ρομπότ γίνεται και σε μη μεταποιητικές εφαρμογές, όπως, για παράδειγμα, σε πυρηνικούς σταθμούς, υποθαλάσσιες έρευνες, σε ιατρικές εφαρμογές, στην εξόρυξη πετρελαίου κ.λπ. Ρομπότ επίσης με την ευρεία έννοια μπορούν να θεωρηθούν και τα αυτοματοποιημένα διαστημόπλοια (μη επανδρωμένα), που χρησιμοποιούνται για διαστημικές έρευνες, καθώς και ειδικές κατασκευές όπως, για παράδειγμα, η σοβιετική σεληνάκατος Lunokhod-1, η οποία καθοδηγούνταν με ασύρματο από τη Γη. Τέλος, σε πειραματική και όχι εμπορική βάση έχουν κατασκευαστεί οικιακά ρομπότ που καθαρίζουν το σπίτι, σερβίρουν ποτά ή "παίζουν" με τα παιδιά. Η ανάπτυξη του κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence) κατά τη δεκαετία του 1980 άνοιξε ευρύτατες προοπτικές εφαρμογής της στη ρομποτική. Όπως είναι γνωστό, η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πεδία έρευνας της πληροφορικής και αφορά την κατασκευή συστημάτων αυτοματισμού εφοδιασμένων με ικανότητα μάθησης, δυνατότητα κατανόησης της φυσικής γλώσσας, ικανότητα αξιολόγησης στοιχείων, λήψης αποφάσεων κ.α. Οι σχετικές έρευνες στον τομέα της ρομποτικής αφορούν την κατασκευή ρομπότ τα οποία πέρα από τις βασικές αισθήσεις, όπως η αφή και η όραση, θα είναι εφοδιασμένα με αντιληπτικές ικανότητες (για παράδειγμα, αντίληψη σχημάτων, μορφών, εικόνων κ.λπ.), με ικανότητα διεξαγωγής λογικών συνειρμών και εξαγωγής συμπερασμάτων, καθώς και με δυνατότητες ανακατανομής δεδομένων ανάλογα με τη χρήση για την οποία ζητούνται καθώς και με ικανότητα αυτό-διόρθωσης. Η ανάπτυξη της προηγμένης τεχνολογίας ρομπότ αναμένεται ότι θα βοηθήσει σημαντικά στην επίλυση προβλημάτων και στην ολοκλήρωση εργασιών σε χώρους που είναι δύσκολα προσπελάσιμοι για τον άνθρωπο. Ωστόσο εκφράζονται και φόβοι για τη δυσκολία ελέγχου των συστημάτων αυτών, καθώς θα είναι εφοδιασμένα με ικανότητα ανάπτυξης σχετικής αυτονομίας κατά τη λειτουργία τους.

2.5.5 Οι τρεις Νόμοι της Ρομποτικής και της ανθρωπότητας

Περίπου στο έτος 1940, Isaac Asimov Συμπέρανε τους τρεις Νόμους της ρομποτικής, έχοντας μια ιεραρχική σειρά κατευθυντήριων γραμμών κατά την οποία το ρομπότ υποχρεώθηκε να υπακούσει.

Οι κανόνες αυτοί ήταν κάτι περισσότερο από επιχειρησιακές κατευθυντήριες γραμμές για τις φανταστικές μηχανές , είναι ένα σύνολο δεοντολογίας που αντανάκλαται σε μεγάλο βαθμό από την ανθρωπότητα.

-Ο πρώτος νόμος: «Ένα ρομπότ δεν μπορεί να βλάψει ένα ανθρώπινο ον, είτε λόγω αδράνειας, να επιτραπεί να κακοποιηθεί ένας άνθρωπος. "Αυτή είναι η πιο ζωτικής σημασίας από τους νόμους, και θεσπίζει μια πολύ σταθερή βάση για τους άλλους δύο νόμους. Αυτό επεξηγεί τις βασικές αιτίες φόβου που υπάρχουν στην ανθρωπότητα από το αφύσικο, των μηχανικών και των μη οργανικών .

Για χιλιετίες, οι άνθρωποι έχουν ζήσει χωρίς ηλεκτρονικά είδη, που υπάρχουν σε περιβάλλοντα δημιουργημένα από το χέρι τους. Ο homo sapien έχει ζήσει σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητα από άλλους οργανισμούς, εκτός από το κυνήγι της τροφής. Δημιουργώντας μηχανές που είναι σε θέση ακόμη και η περιορισμένη λογική, όπως έχουμε στο μυαλό μας, να δημιουργήσει ένα μη βιολογικό οργανισμό.

Αν και οι περισσότεροι υπολογιστές ή μηχανήματα δεν είναι οργανισμοί υπό οποιοδήποτε τμήμα του ορισμού, το μυαλό μας αντιλαμβάνεται εννοιολογικά την επεξεργασία της λογικής ως μια βιολογική μέθοδος, και οι υπολογιστές έχουν αυτή στη συντριπτική ποσότητα. Οι υπολογιστές πλησιάζουν εξαιρετικά στο υψηλό επίπεδο λογικής και μεθόδων βιολογικής ύπαρξης. Έχουν αυτά τα υποτυπώδη εμπόδια που οι άνθρωποι θεωρούν ως το σημείο του διαχωρισμού μεταξύ μας, αυτά τα μηχανήματα, και ότι έχει δώσει αφορμή για το φόβο των μηχανών. Αυτός ο φόβος

συνήθως προκαλείται από τη συνειδητοποίηση ότι δεν είμαστε σε έλεγχο από την μοίρα μας και τους συνανθρώπους μας. Συνήθως, οι άνθρωποι βλέπουμε τα μηχανήματα ως συσκευές που δημιουργήθηκαν μόνο για να υπηρετήσουν εμάς. Στην ουσία θεωρούμε πώς είναι σκλάβοι.

Αν και αυτό είναι αποδεκτό από την πλειονότητα των προδιαγραφών υπό τις παρούσες συνθήκες, η όλη κατάσταση είναι ενεργοποιημένη αντίστροφα όταν η δυνατότητα των αισθανόμενων σκέψη ρομπότ εισάγεται. Όταν τα προσεγγίζουν την αξία που καθιστούν την ανθρωπότητα μοναδική ανάμεσα σε όλα τα πλάσματα της γης, αρχίζουμε να φοβόμαστε ότι η χρησιμότητά μας θα μειωθεί. Ένας από τους μεγαλύτερους φόβους μεταξύ της ανθρωπότητας, είναι ο φόβος να μην έχουν λόγο ύπαρξης, να είναι κάτι που υπάρχει μόνο για χάρη των υφιστάμενων.

Αυτό το θέμα προσεγγίστηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό στη σειρά επιστημονικής φαντασίας Star Trek: The Next Generation μέσω του χαρακτήρα Lieutenant Commander Data. Τα δεδομένα ήταν ένα ανδροειδές που δημιουργήθηκε από την cyberneticist Δρ Noonien Soong, κάτι πραγματικά μοναδικό στο σύμπαν Star Trek. Ήταν σε θέση να είναι εξαιρετικά υψηλού επιπέδου λογικής σκέψης και ήταν γνωστός για τις φιλοδοξίες του προς την ανθρωπότητα. Στο επεισόδιο "The Measure of a Man" διαπιστώθηκε ότι το DATA ήταν, στην πραγματικότητα, ένα αισθανόμενο ον. Αυτό είναι μόνο ένα παράδειγμα από την αισθανόμενη μηχανήματα η οποία έχει τρομοκρατήσει την ανθρωπότητα δεκαετίες τώρα.

Τελικά, ο πρώτος νόμος του Asimov της Ρομποτικής απεικονίζει το φυσικό φόβο για αυτό που είναι πολύ πιο ισχυρό από τον εαυτό του. Με τη δημιουργία αυτού του πρώτου νόμου, ο Asimov δείχνει μια έντονη κατανόηση αυτής της έννοιας και μια συντριπτική άρνηση του ανθρώπινου πολιτισμού να απορρίψει την επιστημονική πρόοδο προς όφελος της διατήρησης της δικής του ταυτότητας.

-Ο δεύτερος νόμος αναφέρει: «Ένα ρομπότ πρέπει να υπακούει στις εντολές που του αναθέτουν τα ανθρώπινα όντα, εκτός αν οι παραγγελίες έρχονται σε σύγκρουση με τον πρώτο νόμο." Αυτή είναι μια λογική επέκταση του πρώτου νόμου, το ότι επιτρέπει τους ανθρώπους να έχουν τον μεγαλύτερο έλεγχο των ρομπότ.

Χωρίς αυτό, τα ρομπότ θα μπορούσαν εύκολα να ήταν πεισματάρικα, εντελώς άχρηστες δημιουργίες από μέταλλο και πυριτίου, που δεν εξυπηρετούν κανέναν απολύτως σκοπό. Με τη δημιουργία των ρομπότ, οι άνθρωποι έχουν αναμενόμενη ιστορικά κάποιο είδος παροχής υπηρεσιών από αυτούς.

Ένα ρομπότ που έχει κατασκευαστεί χωρίς κάποιο συγκεκριμένο σκοπό είναι, κατά την τρέχουσα νοοτροπία, ένα άχρηστο ρομπότ.

Ιστορικά, οι άνθρωποι πάντα κατέβαλαν προσπάθειες για την εξουσία. Αυτή είναι μία από τις λίγες σταθερές επιθυμίες της ανθρωπότητας στην πάροδο του χρόνου, και αυτό έχει οδηγήσει στην πτώση πολλών αυτοκρατοριών. Αν και σίγουρα δεν είναι ένα ασυνήθιστο φαινόμενο στην ανθρωπότητα αλλά μια πρόσφατη και οδυνηρή δουλειά στις Ηνωμένες Πολιτείες αποδεικνύει αυτή την έννοια με ευκολία. Δεν είναι πάντα περιορισμένη στην Αφροαμερικάνικη κουλτούρα, αυτή η δουλειά είχε την απόλυτη άσκηση ελέγχου επάνω σε άλλους.

Ομοίως, τα ρομπότ έχουν μέχρι στιγμής υποβληθεί σε μια παρόμοια κατάσταση. Αν και δεν είναι πραγματικά αισθανόμενα από οποιαδήποτε πλευρά της φαντασίας και αν το δούμε, παρ'ολ'αυτα είναι σκλάβοι σε ένα αφέντη που έχει τελικά τον έλεγχο σε ό, τι κάνουν.

Όταν ο Asimov αποφάσισε ότι οι άνθρωποι θα έχουν τον πλήρη έλεγχο ρομπότ κάτω από τους τρεις νόμους της Ρομποτικής, εξέδωσε μια πολύ σαφή δήλωση σχετικά με τη φύση μας: οι άνθρωποι επιθυμούν ένα πράγμα πάνω από όλα: έλεγχο.

-Ο Τρίτος Νόμος αναφέρει: «Ένα ρομπότ πρέπει να προστατεύει την ύπαρξή του, εφ' όσον η προστασία αυτή δεν έρχεται σε σύγκρουση

με το πρώτο ή δεύτερο νόμο. "Αυτός ο νόμος αντανακλά ξεκάθαρα στη φύση των ζώων και των ανθρώπων.

Επίσης, επιβεβαιώνει την ζωώδη ύπαρξη των ρομπότ. Όλα τα πλάσματα είναι «προγραμματισμένα» με ένα συγκεκριμένο στόχο στο μυαλό: αυτοσυντήρησης, είτε πρόκειται για μακράς ή βραχείας διάρκειας.

Μέσα από αυτή, σχεδόν όλα τα ζώα επιδεικνύουν μια συμβιωτική ύπαρξη με το περιβάλλον τους, η πιο προφανής εξαίρεση την ανθρωπότητα.

Η σχέση αυτή επιτρέπει την περαιτέρω μακροχρόνια ύπαρξη ενός είδους, και έτσι είναι ένας ουσιαστικός νόμος που πρέπει να εισαχθεί στην ρομποτική.

Αν τα αισθανόμενα ρομπότ ήταν να παραδοθούν σε μία μορφή θανάτου, θα ήταν μόνο αν είχαν διαταχθεί να το εφαρμόσουν, σύμφωνα με την ιεραρχική σειρά των νόμων.

Ο νόμος αυτός καταδεικνύει το γεγονός ότι οι άνθρωποι είναι, στην πραγματικότητα, τα ζώα, και ως τέτοια επικεντρώνονται σε μεγάλο βαθμό στην αυτοσυντήρηση. Αυτός είναι τελικά ο νόμος που δημιουργεί η ανθρωπότητα για τα ρομπότ, αν και εφόσον η αισθητικότητα σε ένα πολύ διορατικό τρόπο για τον οποίο ήταν κακόφημος ο Asimov. Σε μια επίπεδη επιφάνεια, ο νόμος προστατεύει τα συμφέροντα των ανθρώπων, πιο συγκεκριμένα εξασφαλίζει την συνέχιση της ύπαρξης της ρομποτικής.

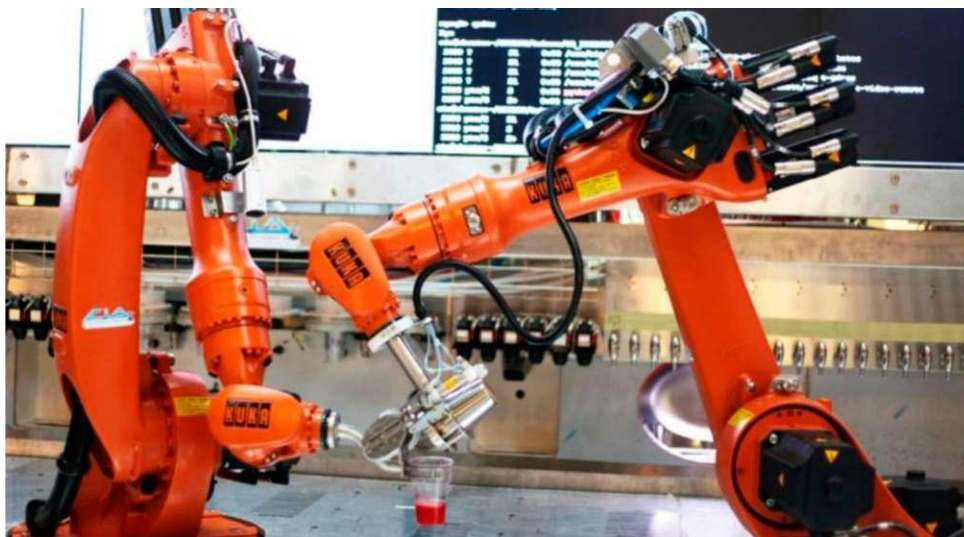
Οι Τρεις Νόμοι της Ρομποτικής μπορούν εξωτερικά να φαίνονται σαν ένα πολύ ανθρώπινο τέχνασμα για να διασφαλιστεί ότι οι δημιουργίες τους θα συνεχίσουν να υπηρετούν πολλά ανθρώπινα συμφέροντα, αλλά είναι επίσης προφανές ότι οι νόμοι αυτοί αντανακλούν πολύ έντονα, με την δική της ανθρώπινης ύπαρξής μας. Ουσιαστικά, οι Νόμοι επιβεβαιώνουν ότι τα αισθανόμενα ρομπότ είναι πολύ περισσότερο από ένα σύστημα των καλωδίων και των επεξεργαστών, που

επιβεβαιώνουν

ότι τα αισθανόμενα ρομπότ είναι τόσο ανθρώπινο όσο ο καθένας από μας.

2.5.6 Είδη Ρομπότ

1. Τα σπουδαιότερα είδη ρομπότ είναι:
 - Ρομπότ σταθερής βάσης : τα ρομπότ αυτά αποτελούνται από διαδοχικά στερεά σώματα (σύνδεσμοι) που συνδέονται μέσω αρθρώσεων σχηματίζοντας μια κινηματική αλυσίδα. Η αλυσίδα αυτή έχει το ένα άκρο της (βάση) σταθερά συνδεδεμένο με κάποιο σημείο του περιβάλλοντος χώρου. Η μορφή αυτή ρομπότ είναι η παραδοσιακή μορφή ενός βιομηχανικού ρομποτικού βραχίονα και περιλαμβάνει τον βραχίονα, τον καρπό και το εργαλείο.



Εικόνα 12: βιομηχανικός ρομποτικός βραχίονας

Καρτεσιανό ρομπότ

Ένα καρτεσιανό ρομπότ ή γραμμικό ρομπότ είναι ένα βιομηχανικό ρομπότ του οποίου οι τρεις κύριοι άξονες ελέγχου είναι γραμμικοί (δηλαδή μετακινούνται σε ευθεία γραμμή και δεν γυρίζουν) και είναι σε γωνία 90 μοιρών ο ένας με τον άλλο.

Μεταξύ άλλων προτερημάτων, αυτή η μηχανική διάταξη απλοποιεί τον έλεγχο ρομπότ και την επίλυση του βραχίονα. Τα ρομπότ καρτεσιανών συντεταγμένων με

τον οριζόντιο άξονα στηριγμένο και στα δύο άκρα του μερικές φορές ονομάζονται και ρομπότ γκάντρι (gantry robots). Συνήθως είναι πολύ μεγάλα. Μια συνηθισμένη εφαρμογή αυτού του τύπου ρομπότ είναι η μηχανή αριθμητικού ελέγχου με υπολογιστή (computer numerical control machine ή CNC machine).



Εικόνα 13:Καρτεσιανό ρομπότ

Η απλούστερη εφαρμογή χρησιμοποιείται στους μύλους και στις μηχανές επιλογής όπου ένας δείκτης μετακινείται σε ένα πεδίο χ-ψ ενώ ένα εργαλείο υψώνεται ή κατεβαίνει σε ένα επίπεδο για να ζωγραφίσει ένα ακριβές σχέδιο. Το κυρίως σώμα ενός ρομπότ του τύπου αυτού αποτελείται από τρεις γραμμικούς άξονες . Η δομή μπορεί να είναι όμοια με τις εργαλειομηχανές (βάση, τραπέζι εργασίας, κ.ά.) αλλά τότε ο λόγος μεταξύ του χώρου εργασίας του ρομπότ και του χώρου που καταλαμβάνει είναι μικρότερος. Γενικά, τα χαρακτηριστικά (ηλεκτρονικό υλικό, πρόγραμμα ελέγχου, κλπ.) ενός καρτεσιανού ρομπότ είναι όμοια με εκείνα των εργαλειομηχανών υπολογιστικού αριθμητικού ελέγχου (CNC).

Έτσι η διακριτική ικανότητα και η επαναληψιμότητα ενός καρτεσιανού ρομπότ μπορεί να είναι πολύ καλή όπως και στις εργαλειομηχανές. Σε πολλά καρτεσιανά ρομπότ η βάση δεν είναι σταθερή αλλά μπορεί να κινείται μέσα σε ορισμένα όρια. Ο καρπός ενός καρτεσιανού ρομπότ μπορεί να ακολουθήσει μια ευθύγραμμη τροχιά, αν κάθε άξονας κινηθεί με σταθερή ταχύτητα. Στα άλλα είδη ρομπότ οι σχέσεις που

δίνουν τις ταχύτητες των αξόνων για τη λήψη ευθύγραμμων τροχιών δεν είναι τόσο απλές. Στα ρομπότ αυτά πρέπει να γίνει μετασχηματισμούς των καρτεσιανών συντεταγμένων των αρθρώσεων του ρομπότ. Άλλο πλεονέκτημα των καρτεσιανών ρομπότ είναι η σταθερότητα της διακριτικής ικανότητας θέσης. Δηλαδή η ΒΜΔΙ είναι ορισμένη για κάθε άξονα και παραμένει σταθερή σε όλα τα σημεία του χώρου εργασίας του ρομπότ. Αυτό δεν συμβαίνει στα μη καρτεσιανά ρομπότ. Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, τα καρτεσιανά ρομπότ δεν είναι προτιμητέα στη βιομηχανία. Τούτο συμβαίνει γιατί δεν έχουν μηχανική ευελιξία (δεν μπορούν λ.χ. να φθάσουν αντικείμενα που βρίσκονται στο πάτωμα ή δεν είναι ορατά από τη βάση τους). Επίσης η ταχύτητα λειτουργίας στο οριζόντιο επίπεδο είναι συνήθως μικρότερη από την αντίστοιχη ταχύτητα των ρομπότ που έχουν περιστρεφόμενη βάση. Τα Καρτεσιανά συστήματα σχεδιάζονται για να παρέχουν αξιόπιστη, λειτουργική, μεγάλης ακρίβειας και οικονομική λύση σε συγκολλήσεις πολύ μεγάλων κομματιών όπως σε συγκολλήσεις, containers, κάδων απορριμμάτων και μεταλλικών κτιρίων.

• Κινούμενα ρομπότ : ως κινητά ρομπότ χαρακτηρίζονται όλα εκείνα τα ρομπότ που έχουν τη δυνατότητα να μετακινήσουν όλα τα σημεία του μηχανισμού τους. Η δυνατότητα αυτή προσφέρεται από ειδικά συστήματα προώθησης, τα οποία μπορεί να είναι είτε απλά (όπως τροχοί) είτε πολύπλοκα (όπως jet, προπέλες, μηχανικά πόδια). Τα κινούμενα ρομπότ διακρίνονται σε άλλες επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό αυτονομίας τους. Έτσι έχουμε :

- AGVs: τα AGVs (Automatic Guided Vehicles) έχουν περιορισμένη αυτονομία κίνησης, δεδομένου ότι η τροχιά τους είναι προκαθορισμένη μέσω καλωδίων στο έδαφος ή πομπών στον περιβάλλον χώρο.
- Αυτόνομα Έντροχα Ρομπότ: τα ρομπότ αυτά λειτουργούν με αρκετά υψηλό βαθμό αυτονομίας. Πιο συγκεκριμένα μπορούν να λειτουργούν χωρίς συνεχή εξωτερική επίβλεψη και είναι ικανά να εκτελούν εργασίες αυτόνομα δεχόμενα μόνο ορισμένες υψηλού επιπέδου εντολές.
- Βαδίζοντα Ρομπότ: τα ρομπότ αυτά χρησιμοποιούν μηχανικά πόδια για την κίνησή τους και όχι συμβατικούς τροχούς όπως στις

προηγούμενες δύο κατηγορίες. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης υλοποίησης είναι η μεγάλη δυνατότητα αποφυγής εμποδίων και η ικανότητα αναρρίχησης σε ανώμαλα εδάφη και μη επίπεδες επιφάνειες. Από τα πιο συνηθισμένα ρομπότ αυτής της κατηγορίας είναι τα δίποδα ενώ δεν αποκλείονται και εφαρμογές με περισσότερα από δύο πόδια πχ. ρομπότ που μοιάζουν και κινούνται όπως οι αράχνες.

- **ROVs:** τα ROVs (Remotely Operated Vehicle) ανήκουν στην κατηγορία των επανδρωμένων υποβρύχιων ρομπότ. Όπως δηλώνει και το όνομά τους δεν έχουν μεγάλο βαθμό αυτονομίας μιας και είναι συνδεδεμένα με το μητρικό πλοίο μέσω καλωδίου, το οποίο καλύπτει τις ανάγκες του ρομπότ σε ενέργεια και επικοινωνίες. Τα ρομπότ αυτού του τύπου έχουν σχήμα κουτιού και κινούνται γενικά σε χαμηλές ταχύτητες.
- **AUVs:** τα AUVs (Autonomous Underwater Vehicle), αντίθετα με τα ROVs, είναι πλήρως αυτόνομα και συνεπώς δεν έχουν την ανάγκη καλωδίου. Για τις ανάγκες τροφοδοσίας (ενέργεια) χρησιμοποιούνται ειδικές μπαταρίες κάτι που θέτει και περιορισμούς στη λειτουργία των ρομπότ αυτών. Τα AUVs έχουν σχήμα τορπιλών και μπορούν να κινούνται με αρκετά μεγάλες ταχύτητες.
- **Εναέρια Ρομπότ:** πρόκειται για μη επανδρωμένα ιπτάμενα ρομπότ, όπως ελικόπτερα και αεροπλάνα. Τα ρομπότ αυτά έχουν διαρκώς αυξανόμενες εφαρμογές, όμως εξαιτίας της μειωμένης ακόμα σταθερότητας και ασφάλειας στη συμπεριφορά τους χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς κυρίως σκοπούς.



Εικόνα 14: βαδίζοντα ρομπότ, αυτόνομα έντροχα ρομπότ, AGVs, ROVs, εναέρια ρομπότ, AUVs

2.6 Ανιχνευτές φωτός

Η φωτοαντίσταση θειούχου καδμίου (Cds) είναι το πρώτο φωτοαγώγιμο στοιχείο που λειτουργεί ως ανιχνευτής φωτός. Καθώς το φως διεισδύει στον ανιχνευτή μεταβάλλεται η τιμή της αντίστασής του από $1\text{M}\Omega$ (όταν ο ανιχνευτής βρίσκεται στο σκοτάδι) μέχρι μερικές εκατοντάδες Ω (όταν υπάρχει αρκετό φως πάνω στον ανιχνευτή).

Τα φωτοαγώγιμα στοιχεία θεωρούνται αργά σύμφωνα με τη σύγχρονη ηλεκτρονική, καθώς χρειάζονται ένα με δύο δευτερόλεπτα για να επανέλθουν στην φυσιολογική υψηλή τους αντίσταση. Επομένως, οι φωτοαγώγιμοι ανιχνευτές είναι κατάλληλοι για να ελέγχουν κυκλώματα από το να συνδέουν κυκλώματα μετάδοσης δεδομένων.



Εικόνα 15 - Φωτοαντίσταση

Το φωτοτρανζίστορ είναι ένας άλλος ανιχνευτής φωτός. Είναι πολύ γρηγορότερο σε αντίδραση από την φωτοαντίσταση. Συνηθείς χρόνοι αντίδρασης για τα φωτοτρανζίστορ είναι έως 1 μ s. Όλα τα τρανζίστορ καθώς και τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (FETs) είναι φωτοευαίσθητα. Τα φωτοτρανζίστορ εκμεταλλεύονται αυτό το φαινόμενο και είναι πιο αποδοτικά. Τα περισσότερα είναι γενικότερα συσκευές NPN με δύο μόνο ακροδέκτες σύνδεσης.

Τα φωτοτρανζίστορ συνήθως τοποθετούνται μέσα σε θήκη που επιτρέπει στο φως να πέφτει στη περιοχή της βάσης. Η περιοχή βάσης ενός φωτοτρανζίστορ είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή ενός συμβατικού τρανζίστορ. Φωτοτρανζίστορ θεωρούνται φωτοαγώγιμες συσκευές, καθώς ο ανιχνευτής επιτρέπει στο ρεύμα μιας εξωτερικής πηγής να περάσει, ως αντίδραση, στο φως. Η τιμή αντίστασης πρέπει να είναι μεταξύ 100K Ω και 1 M Ω για εφαρμογές υψηλής ευαισθησίας.



Εικόνα 16 – Φωτοτρανζίστορ

3. Εισαγωγή στους Μικροελεγκτές

3.1. Ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα

Τα ψηφιακά κυκλώματα κατασκευάζονται με ολοκληρωμένα κυκλώματα. Στην ηλεκτρονική, ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (Integrated circuit ή IC, γνωστό και ως ψηφίδα πυριτίου, μικροτσιπ, τσιπ πυριτίου, τσιπ Η/Υ και μικροτσιπ ή Ο.Κ) είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα σε σμίκρυνση (αποτελούμενο κυρίως από ημιαγώγιμα, καθώς και παθητικά στοιχεία όπως τρανζίστορ, δίοδοι, αντιστάσεις) κατασκευασμένο στην επιφάνεια του λεπτού υποστρώματος ενός ημιαγώγιμου υλικού. Το chip τοποθετείται σε ένα κεραμικό ή πλαστικό περίβλημα, ενώνονται και συγκολλούνται οι επαφές του chip με εξωτερικούς ακροδέκτες «pins» για να σχηματιστεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα.

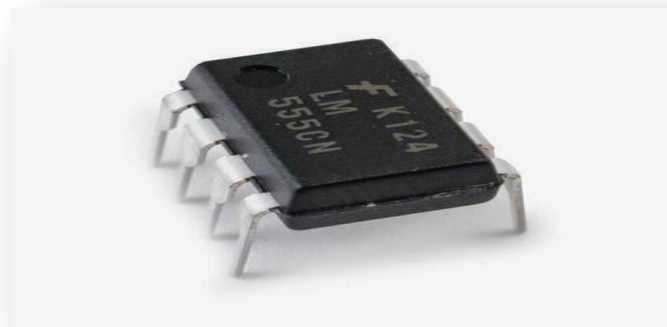
Το παραπάνω αναφερόμενο ηλεκτρονικό κύκλωμα, αποτελείται από επιμέρους ηλεκτρονικά εξαρτήματα όπως, αντιστάσεις, τρανζίστορ, πυκνωτές, πηνία και δίοδους, που συνδέονται με αγωγικά σύρματα μέσω των οποίων το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να ρέει. Ο συνδυασμός τους επιτρέπει διάφορες λειτουργίες να εκτελούνται.

Επίσης το ημιαγώγιμο είναι ένα υλικό με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ ενός αγωγού και μονωτικού υλικού.

Σύμφωνα με τη διαδικασία κατασκευής και τη δομή τους, διακρίνουμε δύο βασικούς τύπους ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που είναι ριζικά διαφορετικά μεταξύ τους: τα **μονολιθικά** και τα **υβριδικά** ολοκληρωμένα κυκλώματα.

3.2 Μονολιθικά ολοκληρωμένα κυκλώματα

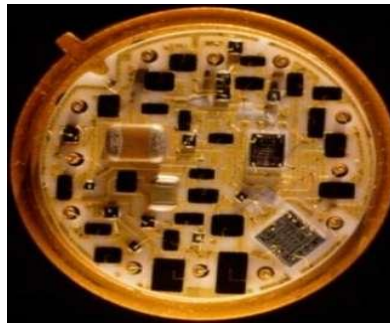
Είναι μικροκυκλώματα των οποίων τα στοιχεία έχουν πραγματοποιηθεί μέσα σε μια **στιβάδα γειτονική** στην επιφάνεια ενός **ημιαγώγιμου υποστρώματος**. Τα μονολιθικά ολοκληρωμένα κυκλώματα είναι η βάση της μοντέρνας μικροηλεκτρονικής.



Εικόνα 17-: Μονολιθικό ολοκληρωμένο κύκλωμα σε πλαστικό περίβλημα (LM 555)

3.3 Υβριδικά ολοκληρωμένα κυκλώματα

Ένα υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σμίκρυνση που αποτελείται από **μεμονωμένα ημιαγώγιμα και παθητικά στοιχεία**, με τη μορφή διαφόρων **υμενίων** που αποτίθενται πάνω στην επιφάνεια ενός μονωτικού υποστρώματος ή σε έναν πίνακα κυκλωμάτων.



Εικόνα 18 - : Ένα υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα

3.4. Χρήσιμα χαρακτηριστικά των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

Επειδή το ολοκληρωμένο κύκλωμα, αντιπροσωπεύει από κατασκευαστική άποψη ένα σύνολο, το οποίο εκπληρώνει μια καθορισμένη λειτουργία και ικανοποιεί καθορισμένες απαιτήσεις, πρέπει να τοποθετηθεί στην κατηγορία των ηλεκτρονικών διατάξεων. Εν τούτοις, αν συγκριθεί με ένα τρανζίστορ ή με μία δίοδο κ.τ.λ., αποτελεί έναν τύπο διάταξης ριζικά καινούριο.

Το πρώτο και κύριο χαρακτηριστικό του ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι ότι **πραγματοποιεί, με ανεξάρτητο τρόπο, μια καθορισμένη λειτουργία**, συχνά πολύ πολύπλοκη, ενώ οι στοιχειώδεις ηλεκτρονικές διατάξεις (π.χ. αντιστάτες) δεν είναι ικανές να εκπληρώσουν μια ανάλογη λειτουργία παρά μόνο σε συνεργασία με άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα.

- Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων είναι ότι η **αύξηση της λειτουργικής πολυπλοκότητάς τους σε σχέση με τις θεμελιώδεις διατάξεις** δεν ακολουθείται από υποβάθμιση μιας οποιασδήποτε από τις κύριες παραμέτρους (πιστότητα, κόστος κτλ.). Αντίθετα όλες αυτές οι παράμετροι βρίσκονται βελτιωμένες στα ολοκληρωμένα κυκλώματα.
- Ένα τρίτο χαρακτηριστικό των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων είναι ότι έχουν **προτίμηση στα ενεργά στοιχεία** παρά στα παθητικά, στοιχεία δηλαδή που παράγουν ενέργεια (ενεργητικά π.χ. τρανζίστορ), έναντι αυτών που την αποθηκεύουν (παθητικά π.χ. αντιστάτες). Έτσι, ενδιαφερόμαστε να τοποθετήσουμε στο ίδιο τσιπ έναν, όσο το δυνατόν μεγαλύτερο, αριθμό στοιχείων ελάχιστης επιφάνειας. Η ελάχιστη επιφάνεια είναι χαρακτηριστικό των ενεργών στοιχείων
- Ένα τέταρτο χαρακτηριστικό των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων συνδέεται με το γεγονός ότι **τα γειτονικά στοιχεία δεν απέχουν μεταξύ τους πάνω από 50 με 100μm** και επωφελούμαστε μειώνοντας την επίδραση των θερμικών μεταβολών και της διασποράς των παραμέτρων.

3.5. Ταξινόμηση των Ολοκληρωμένων κυκλωμάτων βάσει βαθμού ολοκλήρωσης

Η λειτουργική πολυπλοκότητα των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων χαρακτηρίζεται, κατά συνθήκη, από τον βαθμό ολοκλήρωσης ,δηλαδή από τον αριθμό στοιχείων (συνήθως τρανζίστορ) που περιέχονται μέσα σε ένα τσιπ.

- Μικρή κλίμακα ολοκλήρωσης ή **SSI** (Small Scale Integration): περιέχουν έως 10 τρανζίστορ ή λίγες πύλες σε ένα ενιαίο πλαστικό περίβλημα, πχ AND, OR, NOT πύλες.
- Μεσαίας κλίμακα ολοκλήρωσης ή **MSI** (Medium Scale Integration): μεταξύ 10 και 100 τρανζίστορ ή δεκάδες πύλες σε ένα ενιαίο πακέτο πλαστικό περίβλημα. Εκτελούν ψηφιακές λειτουργίες, όπως πχ αθροιστές, αποκωδικοποιητές, μετρητές, flip-flops και πολυπλέκτες.

- Μεγάλης κλίμακα ολοκλήρωσης ή **LSI** (Large Scale Integration): μεταξύ 100 και 1.000 τρανζίστορ ή εκατοντάδες από τις πύλες. Πραγματοποιούν ειδικές ψηφιακές λειτουργίες όπως πχ την αριθμητική και λογική μονάδα, I / O συστήματα, μνήμη,.
- Πολύ μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης ή **VLSI** (Very-Large Scale Integration): μεταξύ 1.000 και 10.000 τρανζίστορ ή χιλιάδες πύλες. Ικανές για υπολογιστικές εργασίες, όπως επεξεργαστές, μεγάλες συστοιχίες μνήμης και προγραμματιζόμενες διατάξεις λογικής.
- Εξαιρετικά μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης ή **ULSI** (Ultra-Large Scale Integration): πάνω από 1 εκατομμύριο τρανζίστορ. Χρησιμοποιούνται σε CPU υπολογιστών, GPU, επεξεργαστές βίντεο, μικροελεγκτές, FPGA και πολύπλοκες PIC.

Εκτός από το βαθμό ολοκλήρωσης χρησιμοποιούμε και έναν άλλο όρο, την **πυκνότητα στοιχείων**, δηλ. τον αριθμό των στοιχείων (συνήθως τρανζίστορ) ανά μονάδα επιφάνειας του τσιπ. Αυτό το μέγεθος χαρακτηρίζει κυρίως τη στάθμη της τεχνολογίας.

3.6. Μικροεπεξεργαστής

Είναι η σπουδαιότερη εφαρμογή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων είναι ο μικροεπεξεργαστής

Ένας **μικροεπεξεργαστής** («μικρο-» λόγω της απόστασης των τρανζίστορ εντός του IC μετρούμενη σε μm ή 1110-6 m) περιλαμβάνει τις περισσότερες ή όλες τις λειτουργίες μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU) ενός Η/Υ σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Ένας σύγχρονος μικροεπεξεργαστής αποτελείται από τις ακόλουθες μονάδες.

Πάρα πολύ μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης ή **SLSI** (Super-Large Scale Integration): μεταξύ 10.000 και 100.000 τρανζίστορ σε ένα ενιαίο πλαστικό περίβλημα. Μεγαλύτερων απαιτήσεων υπολογιστικές εργασίες όπως πχ, τα τσιπ μικροεπεξεργαστή PC, μικροελεγκτές και αριθμομηχανές.

- **Μονάδα αποκωδικοποίησης εντολών** (Instruction Decoding Unit): Μονάδα που μετατρέπει τα προγράμματα σε εντολές Assembly.
- **Αριθμητική και Λογική Μονάδα** (Arithmetic and Logical Unit, ALU): Η μονάδα στην οποία εκτελούνται μία προς μία οι αριθμητικές ή λογικές πράξεις, όπως υπαγορεύονται από τις εντολές που έχουν δοθεί στον Η/Υ.
- **Καταχωρητές** (Registers): Μικρά κελιά μνήμης στο εσωτερικό του επεξεργαστή, που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων, καθώς αυτά υφίστανται επεξεργασία. Οι καταχωρητές διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του επεξεργαστή και τον κατασκευαστή, τόσο ως προς την οργάνωση όσο και ως προς τη χωρητικότητά τους. **Μονάδα ελέγχου** (Control Unit): Ελέγχει τη ροή δεδομένων από και προς την ALU, τους καταχωρητές, τη μνήμη και τις περιφερειακές μονάδες εισόδου/εξόδου.
- **Μονάδα προσκόμισης** (Fetch Unit): Μεταφέρει τις εντολές από τη μνήμη στον επεξεργαστή.
- **Μονάδα προστασίας** (Protection Unit): Εξασφαλίζει το αποδεκτό της κάθε διεργασίας που εκτελεί ο επεξεργαστής, ώστε να μη τροποποιούνται δεδομένα που δεν πρέπει ή να μην εκτελούνται μη αποδεκτές εντολές, όπως π.χ. διαίρεση αριθμού με το μηδέν.

3.7 Μικροελεγκτής

Ο μικροελεγκτής είναι ένα πλήρες υπολογιστικό σύστημα βελτιστοποιημένο για τον έλεγχο hardware (υλικού) και ενσωματώνει μικροεπεξεργαστή, μνήμη και I/O περιφερειακές μονάδες σε μια μονό **ψηφίδα πυριτίου**. Η ύπαρξη των παραπάνω σε μια και μόνο ψηφίδα πυριτίου σημαίνει ότι η ταχύτητα ενισχύεται, διότι οι I/O περιφερειακές μονάδες απαιτούν λιγότερο χρόνο να διαβάσουν ή να γράψουν από τις εξωτερικές συσκευές. Επίσης ο επεξεργαστής και η μνήμη ανταλλάσσουν δεδομένα γρηγορότερα.

Όμως ένας μικροεπεξεργαστής είναι συνήθως βελτιστοποιημένος για να συντονίζει την ροή των δεδομένων μεταξύ των μονάδων μνήμης και των περιφερικών συσκευών εκτός του περιβάλλοντος του (ψηφίδα πυριτίου). Οι συνδέσεις ενός μικροεπεξεργαστή περιλαμβάνουν τη διευθυνσιοδότηση και τους διαύλους δεδομένων, που του επιτρέπουν να επιλέξει ένα από τα περιφερειακά του

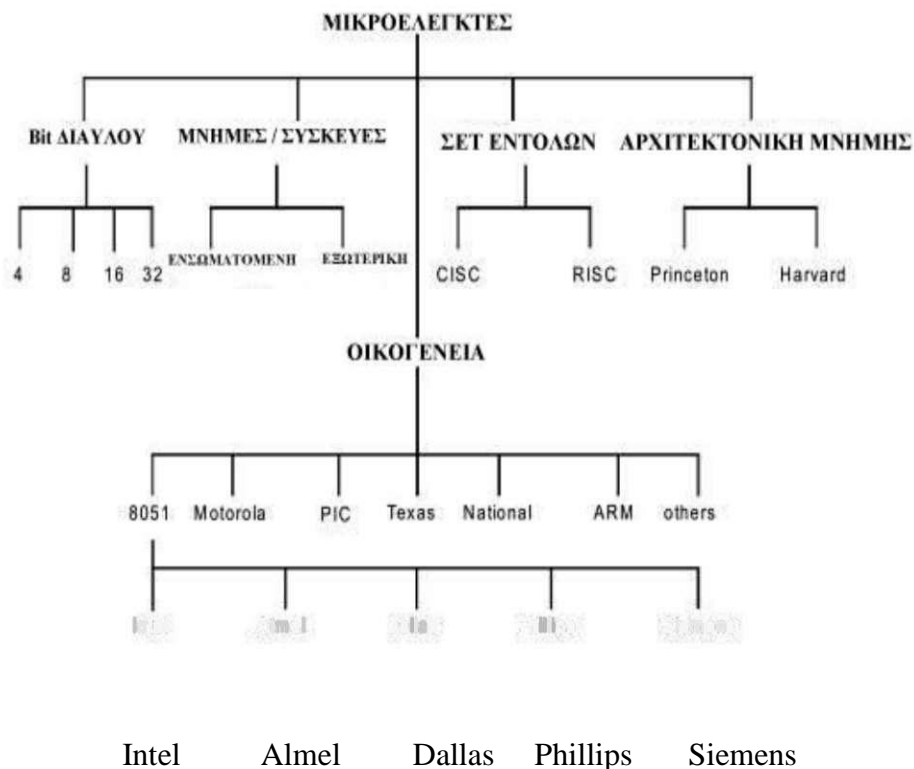
και να στείλει ή να ανακτήσετε δεδομένα από αυτά. Επειδή ο επεξεργαστής του μικροελεγκτή και τα περιφερειακά του είναι ενσωματωμένα στην ίδια ψηφίδα πυριτίου, οι μονάδες που περιέχει είναι αυτόνομες και σπάνια έχουν δομές διαύλων που εκτείνονται έξω από τα αυτούς.

3.8 Μικροελεγκτές σε σύγκριση με τους μικροεπεξεργαστές

Ο μικροελεγκτής διαφέρει από έναν μικροεπεξεργαστή σε πολλά σημεία. Πρώτο και το πιο σημαντικό είναι η λειτουργικότητά του. Για έναν μικροεπεξεργαστή, θα πρέπει να του προστεθούν επιπλέον μονάδες όπως π.χ. μνήμη, για να είναι σε θέση για λήψη ή αποστολή δεδομένων. Με λίγα λόγια ο μικροεπεξεργαστής είναι η καρδιά του Η/Υ. Από την άλλη, ο μικροελεγκτής έχει σχεδιαστεί για να είναι όλα αυτά σε ένα. Δεν απαιτούνται άλλα εξωτερικά εξαρτήματα για την πλήρη χρήση του, επειδή όλα τα απαραίτητα περιφερειακά ήδη ενσωματωμένα σε αυτόν.

3.9. Είδη μικροελεγκτών

Μικροελεγκτές μπορούν να ταξινομηθούν με βάση το εύρος των διαύλων (σε bit), την αρχιτεκτονική, τη μνήμη και το σετ εντολών.



3.9.1. Μικροελεγκτές 8, 16 και 32 bit

Όταν η μονάδα ALU εκτελεί αριθμητικές και λογικές λειτουργίες μιας εντολής, σε έναν 8-bit δίαυλο, ο μικροελεγκτής είναι ένα 8-bit. Ομοίως ισχύει για τους μικροελεγκτές 16 και 32 bit.

3.9.2. Ενσωματωμένος μικροελεγκτής

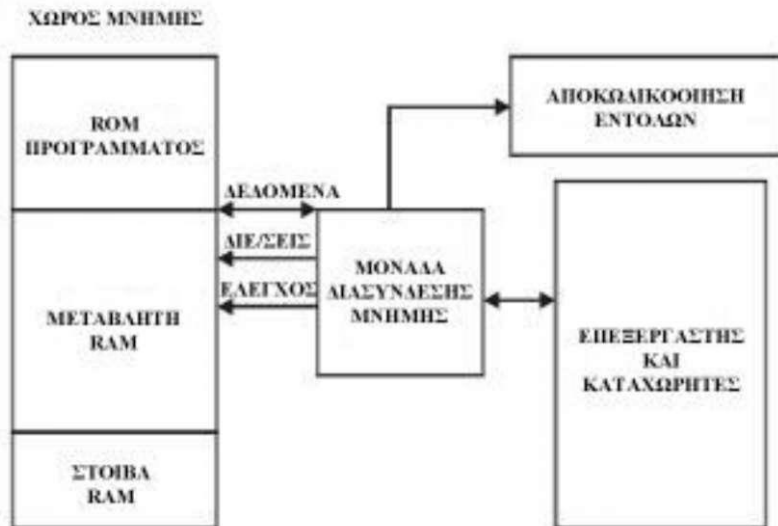
Όταν ένα σύστημα διαθέτει μονάδα μικροεπεξεργαστή η οποία έχει όλα τα λειτουργικά τμήματα (συμπεριλαμβανομένων μνήμη προγράμματος καθώς και δεδομένων) που είναι τοποθετημένα σε ένα τσιπ, το σύστημα αυτό ονομάζεται ενσωματωμένος μικροελεγκτής.

3.9.3. Μικροελεγκτής εξωτερικής μνήμης

Όταν ένα ενσωματωμένο σύστημα διαθέτει μονάδα μικροελεγκτή που δεν έχει όλα τα λειτουργικά τμήματα τοποθετημένα σε ένα τσιπ ονομάζεται μικροελεγκτής εξωτερικής μνήμης. Το σύνολο ή μέρος των μονάδων μνήμης είναι διασυνδεδεμένα εξωτερικά χρησιμοποιώντας ένα κύκλωμα διασύνδεσης που ονομάζεται glue circuit (κύκλωμα συγκόλλησης).

3.9.4. Αρχιτεκτονική Von-Neuman (ή Princeton)

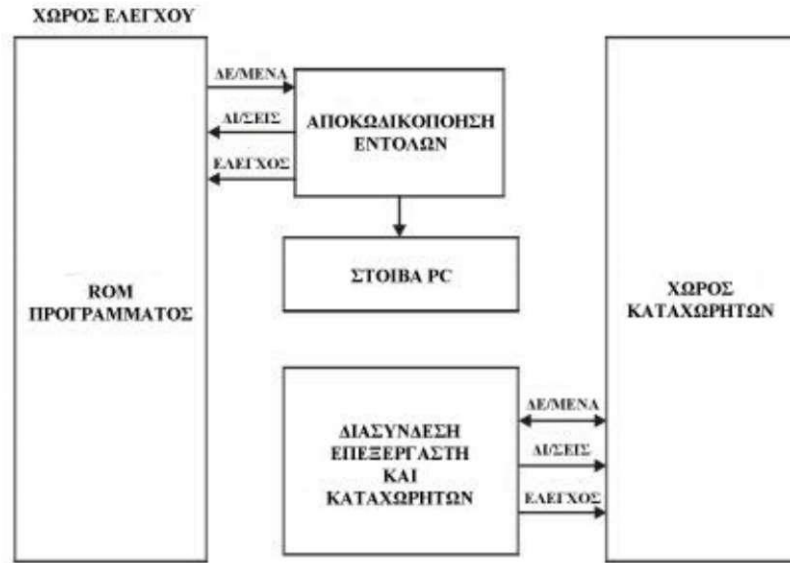
Μικροελεγκτές με βάση την Von-Neuman αρχιτεκτονική έχουν μόνο έναν δίαυλο για «δεδομένα», που χρησιμοποιείται για να μεταφέρει και εντολές και δεδομένα. Οι εντολές του προγράμματος και τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε κοινή μνήμη. Όταν ο μικροελεγκτής χρησιμοποιεί την κύρια μνήμη, πρώτα εκτελεί αυτή την εντολή, και στη συνέχεια ανακαλεί τα δεδομένα για την εκτέλεση της εντολής. Οι λειτουργίες επειδή είναι ξεχωριστές επιβραδύνουν τη λειτουργία του μικροελεγκτή.



Εικόνα 20: Μπλοκ διάγραμμα αρχιτεκτονικής Von-Neuman

3.9.5. Αρχιτεκτονική Harvard

Μικροελεγκτές με βάση την αρχιτεκτονική Harvard έχουν ξεχωριστό δίαυλο δεδομένων και δίαυλο εντολών. Αυτό επιτρέπει στις εντολές να εκτελούνται παράλληλα. Καθώς μια εντολή «προ- φέρνεται» (pre-fetch), εκτελείται στον δίαυλο δεδομένων. Μόλις η τρέχουσα εντολή εκτελεστεί, η επόμενη εντολή είναι έτοιμη προς εκτέλεση. Το pre-fetch θεωρητικά επιτρέπει την ταχύτερη εκτέλεση των εντολών σε σχέση με την Von-Neuman αρχιτεκτονική αλλά σε βάρος της πολυπλοκότητας (υψηλότερη). Η αρχιτεκτονική Harvard μπορεί να εκτελεί τις εντολές σε λιγότερους κύκλους εντολών (instruction cycles) από την Von-Neuman αρχιτεκτονική.



Εικόνα 21: Μπλοκ διάγραμμα αρχιτεκτονικής Harvard

3.9.6. Αρχιτεκτονική CISC

Σχεδόν το σύνολο των μικροελεγκτών σήμερα βασίζονται στην τεχνολογία CISC (Complex Instruction Set Computer - Υπολογιστής Σύνθετου Σει Εντολών). Όταν ένα μικροελεγκτής διαθέτει ένα σετ εντολών που υποστηρίζει σύνθετες λειτουργίες για την εκτέλεση αριθμητικών και λογικών εντολών, μεταφοράς δεδομένων και πρόσβασης μνήμης, τότε λέγεται ότι είναι CISC αρχιτεκτονικής.

Τα πλεονεκτήματα της αρχιτεκτονικής CISC είναι ότι πολλές από τις εντολές της λειτουργούν ως μακροεντολές (macros), επιτρέποντας στον προγραμματιστή να χρησιμοποιήσει μια εντολή στη θέση πολλών απλούστερων.

3.9.7. Αρχιτεκτονική RISC

Η τάση της βιομηχανίας για το σχεδιασμό μικροεπεξεργαστών ή RISC (RISC Reduced Instruction Set Computers - Υπολογιστές Απλούστερου Σει Εντολών). Όταν ένας μικροελεγκτής έχει ένα σετ εντολών που υποστηρίζει απλούστερους τρόπους εκτέλεσης αριθμητικών και λογικών εντολών και μεταφοράς δεδομένων, τότε είναι αρχιτεκτονικής RISC.

Τα οφέλη από την απλότητα του σχεδιασμού RISC είναι μικρότερα τσιπ, αισθητή μείωση ο αριθμού pin και πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

3.10. Βασική δομή του μικροελεγκτή

Για να είναι εμφανής η λειτουργία και η διασύνδεση των δομικών στοιχείων του μικροελεγκτή, θα αναλυθούν οι βασικές μονάδες του ξεχωριστά. Λεπτές γραμμές που οδηγούν από το κέντρο προς τις πλευρές του μικροελεγκτή αντιπροσωπεύουν καλώδια που συνδέουν εσωτερικές μονάδες με τις ακίδες στο περίβλημα του μικροελεγκτή τις λεγόμενες γραμμές συγκόλλησης.

Για την υλοποίηση μιας εφαρμογής, ένας μικροελεγκτής δεν αρκεί. Εκτός από ένα μικροελεγκτή, χρειαζόμαστε ένα πρόγραμμα που θα εκτελεστεί, καθώς και μερικά ακόμη στοιχεία που συνθέτουν μια λογική διασύνδεσης.

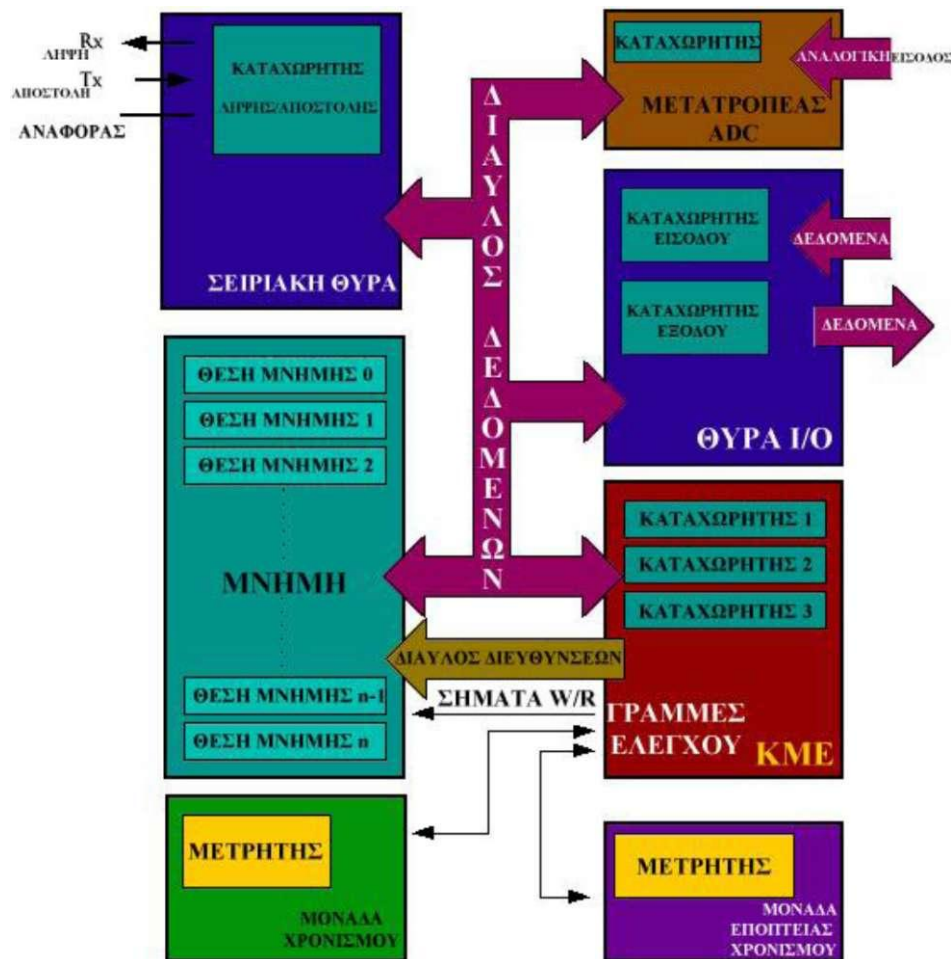
Συνήθως ένας μικροελεγκτής ενσωματώνει πάνω στην ψηφίδα πυριτίου τα ακόλουθα:

- Την CPU (ΚΜΕ)
- Μονάδες Μνήμης
- I/O σε παράλληλη συνδεσμολογία

Ο μικροελεγκτής συνδυάζει και άλλες μονάδες , όπως:

- Μονάδα χρονισμού (Timer) που καθιστά δυνατό στον μικροελεγκτή την εκτέλεση εργασιών για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους και στιγμές.
- Σειριακή θύρα I/O για να επιτρέψει τη ροή δεδομένων μεταξύ του μικροελεγκτή και άλλες συσκευές, όπως ένα PC ή ένα άλλο μικροελεγκτή.
- Μονάδα ADC (Analog-to-Digital Converter - Αναλογικό σε Ψηφιακό Μετατροπέα) ώστε να είναι δυνατό ο μικροελεγκτής να δέχεται είσοδο αναλογικών δεδομένων για επεξεργασία.
- Μονάδες μνήμης διαφόρων ειδών που του επιτρέπουν την αποθήκευση και ανάκληση δεδομένων.
- Διαύλους που επιτρέπουν την αποδοτική μεταφορά δεδομένων μεταξύ της CPU και των υπολοίπων μονάδων.

- Μονάδα εποπτείας χρονισμού (Watchdog Timer) που μας επιτρέπει να ελέγχουμε την σωστή εκτέλεση του προγράμματος.



Εικόνα 22 : Διάγραμμα μπλοκ μικροελεγκτή

3.11. Μονάδα μνήμης

Η μνήμη είναι μέρος του μικροελεγκτή της οποίας η λειτουργία είναι η αποθήκευση δεδομένων. Ο ευκολότερος τρόπος για να την παρουσιάσουμε είναι να την περιγράψουμε ως ένα μεγάλο ντουλάπι με πολλά συρτάρια. Αν υποθέσουμε ότι έχουμε κατασκευάσει τα συρτάρια με τέτοιο τρόπο ώστε να μην μπορούν να συγχέονται, κανένα από τα περιεχόμενά τους στη συνέχεια δεν θα είναι δύσκολα προσβάσιμο. «Αρκεί να είναι γνωστή η ονομασία του κάθε συρταριού και έτσι το περιεχόμενό του θα είναι γνωστό σε μας στα σίγουρα».

Τα στοιχεία της μονάδας μνήμης λειτουργούν ως εξής. Για μια συγκεκριμένη είσοδο παίρνουμε τα περιεχόμενα μιας θέσης μνήμης που έχει την δική της διεύθυνση. Δύο

νέες έννοιες μας χρειάζονται: διευθυνσιοδότηση και θέση μνήμης. Η μνήμη αποτελείται από όλες τις πιθανές θέσεις της και η διευθυνσιοδότηση μνήμης δεν είναι τίποτα άλλο, από την επιλογή μιας θέσης από αυτήν.

Αυτό σημαίνει ότι για να επιλέξουμε την επιθυμητή θέση μνήμης, πρέπει να περιμένουμε για το περιεχόμενο αυτής της τοποθεσίας. Εκτός από την ανάγνωση μιας θέσης μνήμης, θα πρέπει επίσης να υπάρχει και η εγγραφή πάνω σε αυτήν τη θέση.

Τα βασικότερα είδη μνήμης:

- ROM (μνήμη μόνο για ανάγνωση)

Η μνήμη μόνο για ανάγνωση (ROM Read Only Memory) είναι ένας τύπος μνήμης που χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει μόνιμα το πρόγραμμα που εκτελείται. Το μέγεθος του προγράμματος που μπορεί να αποθηκευθεί, εξαρτάται από το μέγεθος αυτής της μνήμης. Ανάλογα με τον τύπο του μικροελεγκτή η ROM μπορεί να ενσωματωθεί στο μικροελεγκτή ή να προστεθεί ως εξωτερικό τσιπ.

- RAM (μνήμη τυχαίας προσπέλασης)

- Η μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM Random Access Memory) είναι ένας τύπος μνήμης που χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων που δημιουργούνται και χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των μικροελεγκτών. Το περιεχόμενο αυτής της μνήμης διαγράφεται όταν η παροχή ρεύματος διακόπτεται.

- EEPROM (ηλεκτρικά διαγράψιμη και προγραμματίσιμη μνήμη μόνο για ανάγνωση)

Η ηλεκτρικά διαγράψιμη και προγραμματίσιμη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EEPROM Electrically Erasable Programmable ROM) είναι ένας ειδικός τύπος μνήμης που δεν περιλαμβάνονται σε όλους τους μικροελεγκτές. Το περιεχόμενό της μπορεί να αλλάξει κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος (παρόμοια με την μνήμη RAM), αλλά παραμένει μόνιμα αποθηκευμένο, ακόμη και μετά την διακοπή της παροχής ρεύματος (παρόμοια με ROM). Συχνά χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων τα οποία πρέπει να αποθηκεύονται πριν την διακοπή της παροχής ρεύματος

3.12. Δίαυλος

Σε τεχνικό επίπεδο, αυτό αντιπροσωπεύεται από μια ομάδα 8, 16 ή περισσότερων καλωδίων. Υπάρχουν δύο τύποι διαύλων: διευθύνσεως και δεδομένων. Στον πρώτο αποτελείται από όσες γραμμές θέλουμε να για να χωρίσουμε σε διευθύνσεις την μνήμη, και στον άλλο όσο είναι το εύρος των δεδομένων, στην περίπτωση μας 8 bits ή της μιας άλλης γραμμής σύνδεσης. Ο πρώτος χρησιμεύει για τη μεταφορά δεδομένων από μια διεύθυνση μνήμης της CPU, και ο δεύτερος για να συνδεθούν όλες οι υπόλοιπες μονάδες στο εσωτερικό του μικροελεγκτή.

Ο διάυλος όσον αφορά τη λειτουργικότητα την βελτιώνει, αλλά ένα νέο πρόβλημα επίσης έχει εμφανιστεί: έχουμε μια μονάδα που είναι σε θέση να εργαστεί από μόνη της, αλλά δεν έχει καμία επαφή με τον έξω κόσμο, ή μαζί μας! Για την άρση αυτής της ανεπάρκειας, ας προσθέσουμε μια μονάδα η οποία περιέχει αρκετές θέσεις μνήμης εκ των οποίων το ένα άκρο είναι συνδεδεμένο με τον διάυλο δεδομένων και στο άλλο να είναι συνδεδεμένο με τις γραμμές εξόδου του μικροελεγκτή.

3.13. Μονάδα εισόδου/εξόδου (I/O)

Αυτές οι θέσεις που έχουμε μόλις προστεθήκαν ονομάζονται «θύρες». Υπάρχουν διάφορων τύπων θύρες: εισόδου, εξόδου ή αμφίδρομες. Κατά την εργασία με θύρες, πρωτίστως είναι απαραίτητο να επιλεχτεί ποια θύρα θα χρησιμοποιηθεί, και στη συνέχεια να σταλούν δεδομένα σε αυτήν ή να πάρουμε δεδομένα απ' αυτή.

Όταν χρησιμοποιείται με αυτό τον τρόπο με μια θύρα αυτή λειτουργεί σαν μια θέση μνήμης. Δεδομένα εγγράφονται σε αυτήν ή διαβάζονται από αυτήν, το γεγονός αυτό παρατηρείται επάνω στις ακίδες του μικροελεγκτή.

3.14. Σειριακή επικοινωνία

Εκτός αυτών που έγιναν αναφορά παραπάνω πρέπει να προστεθεί μια μονάδα που να προσφέρει τη δυνατότητα επικοινωνίας με τον έξω κόσμο. Για να λειτουργήσει αυτό, πρέπει να θέσουμε τους κανόνες ανταλλαγής δεδομένων. Οι κανόνες αυτοί ονομάζονται πρωτόκολλο. Πρωτόκολλο είναι αυτό που ορίζεται εκ των προτέρων έτσι ώστε δεν θα υπάρξει καμία παρεξήγηση μεταξύ των πλευρών που επικοινωνούν μεταξύ τους.

Με βάση το πρωτόκολλο μπορεί κάθε bit να παραμείνει στην γραμμή για χρονικό διάστημα το οποίο είναι ίσο με T και στο τέλος, ή μετά το 8ο bit, να δοθεί η λογική ποσότητα «1» στη γραμμή η οποία θα σηματοδοτήσει το τέλος της μετάδοσης των δεδομένων. Το πρωτόκολλο αυτό ονομάζεται NRZ (Non-Return to Zero). Τα δεδομένα μετακινούνται από τη μνήμη μέσα από δίαυλο προς την τοποθεσία που θα αποσταλούν και στη συνέχεια στη μονάδα που θα τα λάβει σύμφωνα με το πρωτόκολλο.

Πρέπει όμως να έχουμε ξεχωριστές γραμμές για τη λήψη και την αποστολή, για να είναι δυνατή η λήψη και αποστολή δεδομένων την ίδια στιγμή. Η λειτουργία full-duplex επιτρέπει αυτόν τον τρόπο επικοινωνίας και η μονάδα επικοινωνίας που μας το επιτρέπει ονομάζεται σειριακή μονάδα.

3.15. Μονάδα χρονισμού (Timer)

Δεδομένου ότι έχουμε εξηγήσει τη σειριακή επικοινωνία, μπορούμε να λάβουμε, να αποστείλουμε και να επεξεργαστούμε δεδομένα. Ωστόσο, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί, χρειαζόμαστε μια επιπλέον μονάδα. Αυτή είναι η μονάδα χρονισμού η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι μπορεί να μας παρέχει πληροφορίες για το χρόνο και τη χρονική διάρκεια.

Το στοιχείο στη μονάδα χρονισμού είναι ένας μετρητής που «τρέχει συνεχώς» και στην πραγματικότητα είναι ένας καταχωρητής του οποίου η αριθμητική τιμή αυξάνεται κατά ένα σε ισόποσα διαστήματα, έτσι ώστε με τη ανάγνωση της τιμής του κατά τις περιόδους T1 και T2 και με βάση τη διαφορά τους να μπορούμε να καθορίσουμε πόσο χρονικό διάστημα έχει παρέλθει. Ένα πολύ σημαντικό μέρος της λειτουργίας του μικροελεγκτή.

3.16. Μονάδα μετατροπής από αναλογικό σε ψηφιακό (ADC)

Δεδομένου ότι τα σήματα των περιφερικών συνήθως διαφέρουν ουσιαστικά από αυτά που ο μικροελεγκτής μπορεί να καταλάβει (μηδέν και ένα), θα πρέπει να μετατραπούν σε ένα πρότυπο που μπορεί να «κατανοηθεί» από τον μικροελεγκτή. Το έργο αυτό εκτελείται από μια μονάδα που μετατρέπει την αναλογική τιμή σε ψηφιακή ή Analog-to-Digital Converter (μετατροπέα αναλογικό σε ψηφιακό) γνωστό και ως ADC. Αυτό η μονάδα είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή δεδομένων που έχουν

αναλογική τιμή σε δυαδικό αριθμό και στη συνέχεια να τα μεταφέρει από στην CPU ώστε η CPU να μπορεί να τα επεξεργαστεί περαιτέρω.

3.17. Μονάδα εποπτείας χρονισμού (Watchdog Timer)

Ένα ακόμα πράγμα που απαιτεί την προσοχή μας είναι η άψογη λειτουργία του μικροελεγκτή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου λειτουργίας του. Ας υποθέσουμε ότι, ως αποτέλεσμα κάποιας παρέμβασης (το οποίο συχνά συμβαίνει) ο μικροελεγκτής μας σταματά την εκτέλεση του προγράμματος, ή χειρότερα, αρχίζει να μην λειτουργεί σωστά.

Φυσικά, όταν αυτό συμβαίνει με έναν Η/Υ, απλά «πατάμε το κουμπί reset» και θα συνεχίσουμε να δουλεύουμε. Ωστόσο, δεν υπάρχει κουμπί reset που μπορούμε να «πατήσουμε» στον μικροελεγκτή και έτσι να λυθεί το πρόβλημά μας. Για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, θα πρέπει να εισαχθεί μια ακόμη μονάδα που ονομάζεται μονάδα εποπτείας χρονισμού. Αυτό η μονάδα είναι στην πραγματικότητα ένα άλλος μετρητής που «τρέχει συνεχώς», όπου το πρόγραμμά πρέπει να γράφει ένα μηδέν κάθε φορά που εκτελείται μια εντολή σωστά. Σε περίπτωση που το πρόγραμμα «κολλήσει», το μηδέν δεν θα γραφτεί και από μόνη της (η μονάδα εποπτείας χρονισμού) θα προκαλέσει «reset» στον μικροελεγκτή κατά την επίτευξη της μέγιστης τιμής της (μετά από πολλές αυξήσεις της τιμής του). Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την εκτέλεση του προγράμματος και πάλι, και αυτή τη φορά σωστά. Αυτό είναι ένα σημαντικό στοιχείο κάθε προγράμματος ώστε να είναι αξιόπιστο, χωρίς την εποπτεία του ανθρώπου.

3.18. Προγραμματισμός μικροελεγκτών

Ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει σε αρκετές γλώσσες, όπως η Assembly, μια γλώσσα προγραμματισμού πολύ κοντά στη γλώσσα μηχανής και στο υλικό του υπολογιστή, Basic, C και C++ που είναι από τις πλέον διαδεδομένες γλώσσες. Η Assembly ανήκει σε γλώσσες χαμηλότερου επιπέδου όπου ο προγραμματισμός γίνεται με αργούς ρυθμούς, αλλά καταλαμβάνουν τον ελάχιστο χώρο στη μνήμη και δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα, όπου η ταχύτητα της εκτέλεσης του προγράμματος είναι το ζητούμενο. Προγράμματα σε γλώσσα C++ είναι πιο εύκολο να αναπτυχθούν, πιο εύκολο να γίνουν κατανοητά διότι οι εντολές σε C++ είναι πλησιέστερες στην

ανθρώπινη λογική, αλλά είναι πιο αργή η εκτέλεση τους από τα προγράμματα σε Assembly.

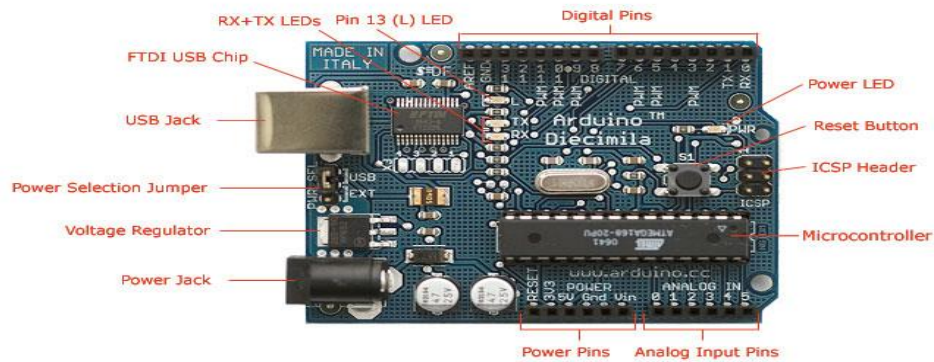
Μετά που θα αναπτύξουμε το πρόγραμμα, θα μεταφερθεί στον μικροελεγκτή και θα εκτελεστεί. Για να γίνει αυτό πρέπει να προσθέσουμε μερικά ακόμη εξωτερικά εξαρτήματα που απαιτούνται για αυτές τις εργασίες. Πρώτα πρέπει να δώσουμε ενέργεια στον μικροεπεξεργαστή με τη σύνδεσή του σε παροχή ρεύματος (ισχύς που απαιτείται για τη λειτουργία όλων των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων) και ύστερα ο ταλαντωτής ο ρόλος του οποίου είναι παρόμοιος με το ρολό που η καρδιά παίζει σε ένα ανθρώπινο σώμα. Τα ρολόγια χρονισμού του ταλαντωτή (συχνότητα ταλάντωσης) με βάση τα οποία ο μικροελεγκτής εκτελεί τις εντολές του προγράμματος. Όσο δέχεται ο μικροελεγκτής εντολές, θα αναζητήσει την έναρξη του προγράμματος και θα αρχίσετε να το εκτελεί. Πώς το πρόγραμμα θα λειτουργήσει/αποδώσει εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, η σημαντικότερη των οποίων είναι η δεξιοτεχνία και η εμπειρία του προγραμματιστή.

4.Παρουσίαση Arduino (Αναπτυξιακή πλακέτα)

4.1. Arduino

Το Arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα, με ενσωματωμένο ή αποσπώμενο μικροελεγκτή και φυσικά διαθέσιμες εισόδους/εξόδους, και η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++).

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 πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

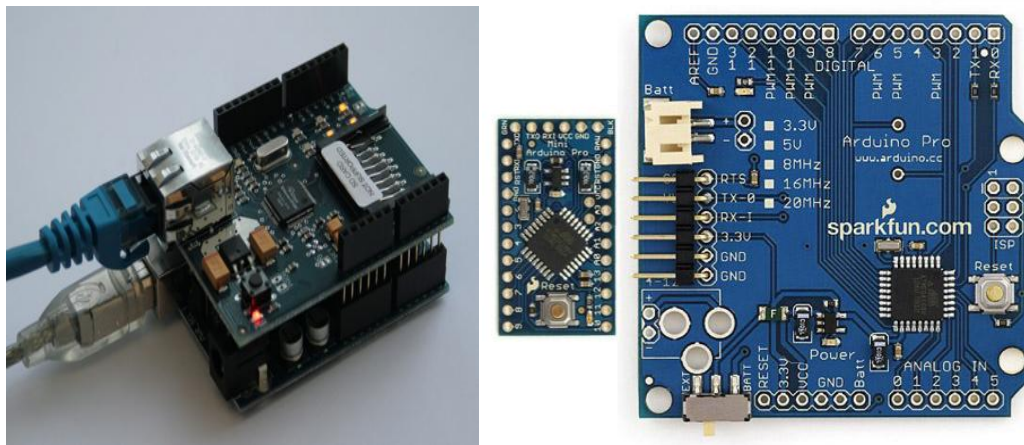


Photograph by SparkFun Electronics. Used under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 license.

Εικόνα 23 – πλακέτα arduino

4.2 Υλικό - Hardware

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και 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 (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής. Σε εννοιολογικό επίπεδο, στην χρήση του Arduino software stack, όλα τα boards προγραμματίζονται με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό διαφέρει σε κάθε hardware εκδοχή. Οι σειριακές πλάκες Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για να μετατρέπει μεταξύ σήματος επιπέδου RS-232 και TTL. Τα τωρινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB, αυτό καθίσταται δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμοστικών chip USB-to-Serial όπως το FTDI FT232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο ή board, Bluetooth ή άλλες μεθόδους. Η πλακέτα Arduino εκθέτει τα περισσότερα microcontroller I/O pins για χρήση από άλλα κυκλώματα. Τα Diecimila, Duemilanove και το τρέχον Uno παρέχουν 14 ψηφιακά I/O pins, έξι από τα οποία μπορούν να παράγουν pulse-width διαμορφωμένα σήματα (PWM), και έξι αναλογικά δεδομένα.



Εικόνα 24- Arduino

4.3 Διαφορά arduino με arduino uno

Πολύς κόσμος νομίζει πως το Arduino UNO είναι το ίδιο το Arduino λανθασμένα. Το Arduino UNO είναι μια απ' τις πολλές πλακέτες που έχουν υλοποιηθεί, αρκετά οικονομική και καλύπτει πολλές ανάγκες και απαιτήσεις πάνω στην ανάπτυξη συστημάτων με αυτό, γι αυτό είναι και τόσο πολύ διαδεδομένο. Το πρωτότυπο υλικό του Arduino κατασκευάζεται απ την Ιταλική εταιρία Smart Projects και κάποιες πλακέτες με την μάρκα του Arduino έχουν κατασκευαστεί απ' την εταιρία SparkFun Electronics.

4.4. Είδη arduino

Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά 16 πλακέτες / εκδόσεις του Arduino:

01. Το Serial Arduino, προγραμματισμένο με μία σειριακή DE-9 σύνδεση χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
02. Το Arduino Extreme, με ένα USB interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.

03. Το Arduino Mini, μία έκδοση μινιατούρας του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168.
04. Το Arduino Nano, ένα ακόμα πιο μικρό, USB τροφοδοτούμενη εκδοχή του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168 (ATmega328 για την νεότερη έκδοση).
05. Το LilyPad Arduino, ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και E-textiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted AT-mega328.
06. Το Arduino NG, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
07. Το Arduino NG plus, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία Atmega168.
08. Το Arduino Bluetooth, με Bluetooth interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168.
09. Το Arduino Diecimila, με ένα USB interface και χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 σε ένα DIP28 πακέτο.
10. Το Arduino Duemilanove (“2009”), χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 (ATmega328 για την καινούργια έκδοση) και τροφοδοτείται μέσω ενέργειας USB/DC.
11. Το Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 για περαιτέρω I/O και μνήμη.

12. Το Arduino Uno, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία ATmega328 όπως το τελευταίο μοντέλο Duemilanove, αλλά ενώ το Duemilanove χρησιμοποιεί ένα FTDI chipset για το USB, το Uno χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega8U2 προγραμματισμένο ως σειριακός μετατροπέας.

13. Το Arduino Mega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surface-mounted ATmega2560 φέρνοντας την ολική μνήμη στα 256kB. Επίσης ενσωματώνει την νέα τεχνολογία ATmega8U2 (ATmega16U2 σε αναθεώρηση τύπου 3) USB chipset.

14. Το Arduino Leonardo, με ένα ATmega32U4 chip που εξαλείφει την ανάγκη για συνδεσιμότητα μέσω USB και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι. Κυκλοφόρησε στο Maker Faire Bay Area το 2012.

15. Το Arduino Esplora, με εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick και ενσωματωμένους αισθητήρες για ήχο, φως, θερμοκρασία και επιτάχυνση.

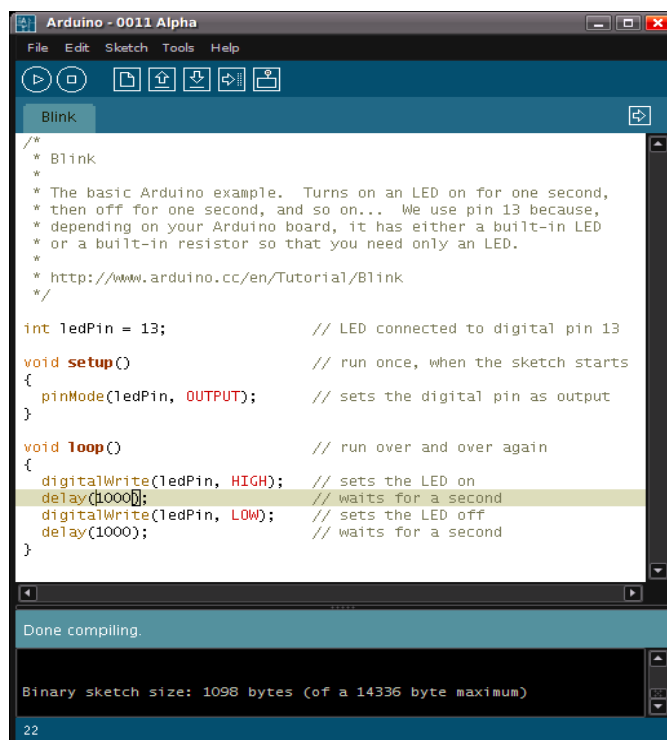
16. Το Arduino Due είναι ένα μικρο χειριστήριο board βασισμένο στην τεχνολογία Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Είναι το πρώτο board της Arduino βασισμένη σε επεξεργαστή 32-bit ARM microcontroller.

Και φυσικά θα υπάρξουν και άλλες στο μέλλον!

4.5. Λογισμικό

Το IDE του Arduino είναι γραμμένο σε Java και μπορεί να τρέξει σε πολλαπλές πλατφόρμες. Περιλαμβάνει επεξεργαστή κώδικα (επεξεργαστή κειμένου με διάφορα εύρηστα εργαλεία) και μεταγλωττιστή, και έχει την ικανότητα να φορτώνει εύκολα το πρόγραμμα μέσω σειριακής θύρας από τον υπολογιστή στην πλακέτα.

Το περιβάλλον ανάπτυξης είναι βασισμένο στην Processing, ένα περιβάλλον ανάπτυξης σχεδιασμένο να εισαγάγει στον προγραμματισμό νέους χρήστες μη εξοικειωμένους με την ανάπτυξη λογισμικού. Η συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού προέρχεται από την Wiring, μια γλώσσα που μοιάζει με την C η οποία παρέχει παρόμοια λειτουργικότητα για μια πιο περιορισμένης σχεδίασης πλακέτα, της οποίας το περιβάλλον ανάπτυξης βασίζεται επίσης στην Processing.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Arduino - 0011 Alpha". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for running, stopping, saving, and other functions. The main text area contains the code for the "Blink" sketch. The code is as follows:

```
/*  
 * Blink  
 *  
 * The basic Arduino example. Turns on an LED on for one second,  
 * then off for one second, and so on... We use pin 13 because,  
 * depending on your Arduino board, it has either a built-in LED  
 * or a built-in resistor so that you need only an LED.  
 *  
 * http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink  
 */  
  
int ledPin = 13;           // LED connected to digital pin 13  
  
void setup()              // run once, when the sketch starts  
{  
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output  
}  
  
void loop()               // run over and over again  
{  
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on  
  delay(1000);                // waits for a second  
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off  
  delay(1000);                // waits for a second  
}
```

The status bar at the bottom shows "Done compiling." and "Binary sketch size: 1098 bytes (of a 14336 byte maximum)". The page number "22" is visible in the bottom right corner of the IDE window.

Εικόνα 25- Απλό πρόγραμμα για Arduino

4.6. Οι ακροδέκτες του Arduino

Ο Arduino έχει 14 ψηφιακούς ακροδέκτες (pin). Αυτοί μπορούν να τεθούν ως είσοδοι ή ως έξοδοι. Λειτουργούν στα 5 Volt και έχουν την δυνατότητα να παρέχουν ή να δέχονται ένταση της τάξεως των 40mA. Σε κάθε pin υπάρχει εσωτερικά ένας pullup (αντιστάσεις που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρονικά κυκλώματα για να διασφαλιστεί ότι η τάση θα παραμείνει στα αναμενόμενα επίπεδα) αντιστάτης στα 20-50KΩ. Επιπλέον έχει 5 αναλογικούς ακροδέκτες εισόδου. Αυτοί μπορούν να «διαβάσουν» αναλογικές τιμές όπως η τάση μιας μπαταρίας και να τις μετατρέψουν σε μια τιμή από το 0 έως το 1023 (10 bit). Η μέτρηση της τάσης γίνεται από προκαθορισμένα επίπεδα από 0 έως 5 Volt. Εκτός αυτών, 6 εκ των 14 ψηφιακών

ακροδεκτών οι 3, 5, 6, 9, 10 και 11 έχουν την δυνατότητα να προγραμματιστούν ώστε να λειτουργούν ως αναλογικές έξοδοι.

4.6.1. Κάποιοι ακροδέκτες έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες

- **Σειριακή Λειτουργία:** 0 (RX) and 1 (TX). Χρησιμοποιούνται για λήψη (RX) και εκπομπή (TX) TTL σειριακών δεδομένων. Αυτοί οι ακροδέκτες είναι συνδεδεμένοι με τους αντίστοιχους του μετατροπέα FTDI USB σε TTL.
- **Εξωτερικές Διακοπές (interrupts):** 2 και 3. Αυτοί οι ακροδέκτες μπορούν να ενεργοποιούν διακοπές αν ανιχνευθεί παλμός χαμηλής τάσης.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10 και 11. Παρέχουν Έξοδο 8-bit PWM.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Αυτοί οι ακροδέκτες επιτρέπουν επικοινωνία SPI, η οποία και παρέχεται από το hardware.
- **LED:** 13. Στον ακροδέκτη 13 υπάρχει ένα ενσωματωμένο LED. Όταν ο ακροδέκτης έχει τιμή HIGH, το LED φωτοβολεί..

4.6.2. Ακροδέκτες για ειδικές λειτουργίες

Όπως:

- **IC:** 4 (SDA) και 5 (SCL). Υποστηρίζει το πρωτόκολλο IC (TWI) χρησιμοποιώντας βιβλιοθήκες τις γλώσσας προγραμματισμού Wiring.

I: πρότυπο σύγχρονης σειριακής σύνδεσης δεδομένων που υποστηρίζει αμφίδρομη ροή μέσω συστήματος master / slave.

C: multi-master σειριακός διάυλος υπολογιστή ενός άκρου που χρησιμοποιείται για να συνδέσει χαμηλής ταχύτητας περιφερειακά με μια άλλη ηλεκτρονική συσκευή.

- **AREF:** Τάσης αναφοράς για την αναλογικές εισόδους.

- **Reset:** Αν τεθεί σε κατάσταση LOW τότε επαννεκινεί τον μικροελεγκτή. Σε αυτή τη γραμμή τοποθετείται ένας διακόπτης.

4.7 Τροφοδοσία

Το αναπτυξιακή πλακέτα Arduino τροφοδοτείται είτε από εξωτερική τροφοδοσία είτε απευθείας από θύρα USB. Η επιλογή της πηγής γίνεται αυτόματα. Ως εξωτερική τροφοδοσία ορίζεται είτε μια μπαταρία, είτε μετασχηματιστής των 9 Volt. Η μπαταρία μπορεί να συνδεθεί στις υποδοχές του Arduino Vin και GND όπου τοποθετούνται ο θετικός πόλος και ο αρνητικός αντίστοιχα. Αν τροφοδοτήσουμε με μετασχηματιστή τοποθετούμε το βύσμα στην υποδοχή που υπάρχει, με τον θετικό πόλο στο κέντρο στο αντίστοιχο βύσμα.

Η πλακέτα μπορεί να λειτουργήσει με εξωτερική πηγή από 6 έως 20 Volt. Αν ωστόσο τροφοδοτηθεί με λιγότερα από 7 Volt τα pin εξόδου 5 Volt δεν θα καταφέρουν να εξάγουν τάση 5 Volt. Αν από την άλλη δώσουμε πάνω από 12 Volt θα υπερθερμανθεί ο σταθεροποιητής τάσης στην πλακέτα και ενδεχόμενος να καταστραφεί. Συνεπώς μια ιδανική τάση είναι τα 9 Volt.

Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας είναι οι εξής:

- **VIN:** ακροδέκτης για μη σταθεροποιημένη τάση. Συνήθως εδώ συνδέεται μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.
- **5V:** ακροδέκτης σταθεροποιημένης τάσης 5 Volt. Χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή ή άλλων ηλεκτρονικών στοιχείων.
- **3V3:** το ολοκληρωμένο κύκλωμα FTDI που βρίσκεται στην πλακέτα του Arduino παράγει τάση των 3.3V με μέγιστο ρεύμα 50mA.
- **GND:** ακροδέκτες γείωσης

4.8. Επικοινωνία

Το Arduino έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί με H/Y, ένα άλλο Arduino ή άλλους μικροελεγκτές. Ο ATmega 328P παρέχει σειριακή επικοινωνία ΥiL(κατηγορία ψηφιακών κυκλωμάτων κατασκευασμένα από διπολικά τρανζίστορ και αντιστάσεις.) στα 5 Volt τύπου UART(που μεταφράζει δεδομένα μεταξύ παράλληλης και σειριακής μορφής.), η οποία είναι διαθέσιμη από τους ακροδέκτες

RX 0 (λήψη) και TX 1 (εκπομπή) του. Επιπλέον είναι ενσωματωμένο ένα FTDI(κύκλωμα υπεύθυνο μετατροπή RS-232 ή TTL σειριακή μετάδοση σημάτων σε USB.) FT232RL IC το οποίο παρέχει σειριακή επικοινωνία με H/Y για προγραμματισμό μέσω της θύρας USB με την βοήθεια των ανάλογων FTDI drivers. Οι drivers αυτοί περιλαμβάνονται στο software για τον Arduino και παρέχουν μια virtual port (ιδεατή θύρα) επικοινωνίας στον H/Y για τους σκοπούς της επικοινωνίας.

4.9 Αυτόματη software επαναφορά

Αντί να απαιτεί το πάτημα του κουμπιού επαναφοράς (reset) πριν από την αποστολή κώδικα, το Arduino έχει σχεδιαστεί με τρόπο που να επιτρέπει την επαναφορά μέσω λογισμικού (software reset) ενώ είναι συνδεδεμένο σε έναν H/Y. Μία από τις γραμμές ελέγχου ροής υλικού του FT232RL συνδέεται με την reset γραμμή του ATmega328P μέσω ενός πυκνωτή 100 nF. Όταν αυτή η γραμμή είναι σε χρήση (χαμηλή), η γραμμή επαναφοράς «πέφτει» για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να προκαλέσει επαναφορά στο τσιπ. Το λογισμικό Arduino χρησιμοποιεί αυτή την δυνατότητα για να μας επιτραπεί να προσθέσουμε κώδικα πατώντας απλά το κουμπί upload στο περιβάλλον ανάπτυξης. Αυτό σημαίνει ότι ο bootloader μπορεί να έχει μικρότερο χρόνο εκκίνησης, όπως μπορεί και η γραμμή ελέγχου ροής υλικού να είναι συντονισμένη με την έναρξη της μεταφόρτωσης (upload).

Είναι προγραμματισμένο να αγνοεί ακατάλληλα δεδομένα (δηλαδή οτιδήποτε εκτός από την αποστολή νέου κώδικα) και θα παρακολουθήσει τα πρώτα byte δεδομένων που του αποστέλλονται και μετά ανοίγει την σύνδεση. Το Arduino περιέχει ένα trace (ίχνος χαλκού) που μπορεί να κοπεί για να απενεργοποιηθεί η λειτουργία αυτόματης επαναφοράς. Οι ακροδέκτες του ίχνους (χαλκού) πρέπει να είναι συγκολλημένοι για να την απενεργοποιήσουμε. Είναι η ένδειξη «RESET-EL». Επίσης είμαστε σε θέση να ακυρώσουμε την επιλογή αυτόματης επαναφοράς με τη σύνδεση ενός 110 ohm αντιστάτη μεταξύ της τροφοδοσίας των 5V και της γραμμής επαναφοράς (reset pin).

4.10 USB προστασία από υπέρταση

Το Arduino διαθέτει μια ασφάλεια που προκαλεί reset και προστατεύει τις θύρες USB του H/Y από τα βραχυκυκλώματα και τις υψηλές τιμές τάσης. Αν και οι

περισσότεροι υπολογιστές παρέχουν τέτοια προστασία εσωτερικά, η ασφάλεια αυτή παρέχει ένα επιπλέον επίπεδο προστασίας. Σε περίπτωση που περισσότερο από 500 mA εφαρμοστούν στη θύρα USB, η ασφάλεια θα διακόψει αυτόματα τη σύνδεση μέχρι το βραχυκύκλωμα ή υπερτάση να σταματήσει.

5 Χρήση Arduino

5.1 Γιατί Arduino

Υπάρχει πληθώρα μικροελεγκτών και αναπτυξιακών στο εμπόριο για να ασχοληθεί κάποιος και να παράγει εφαρμογές. Όλα τα εργαλεία που μας παρέχουν αυτές είναι απλοποιημένα καθώς «κρύβουν» τις δύσκολες λεπτομέρειες της αρχιτεκτονικής και επιτρέπουν τον άμεσο προγραμματισμό του μικροελεγκτή, ακόμη και στον αρχάριο χρήστη προσφέροντας τα πάντα σε ένα και μόνο «πακέτο «έτοιμο για χρήση». Το Arduino διαφέρει γιατί απλοποιεί ιδιαίτερα την διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών με μικροελεγκτές, και παρέχει επιπλέον πλεονεκτήματα που ενδείκνυται για χρήση από δασκάλους, μαθητές, χομπίστες και τα οποία είναι:

- **Χαμηλό κόστος:** οι πλακέτες του Arduino είναι εξαιρετικά φθηνές σε σχέση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Ειδικά δε με τα schematics (σηματικά) που βρίσκονται δωρεάν στο Internet μπορεί να κατασκευάσει οποιοσδήποτε την φθηνότερη εκδοχή ενός Arduino.
- **Τρέχει σε διάφορα λειτουργικά συστήματα:** το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino είναι διαθέσιμο για Windows, Macintosh OSX και για λειτουργικά συστήματα Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.
- **Απλό, ξεκάθαρο προγραμματιστικό περιβάλλον:** το περιβάλλον προγραμματισμού ενός Arduino ενδείκνυται για αρχάριους, αλλά είναι ταυτόχρονα και ευέλικτο και για πιο προχωρημένους χρήστες.

- Ανοιχτού λογισμικού και λογισμικού που επεκτείνεται και παραμετροποιείται:

το

software του Arduino διανέμεται με την μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί διαμέσου βιβλιοθηκών της C++ και της AVR C που είναι για τον προγραμματισμό των Atmel μικροελεγκτών, γλώσσα στην οποία επίσης βασίστηκε το λογισμικό του Arduino. Ομοίως μπορεί να προστεθεί κώδικας AVR-C που έχει ήδη γραφτεί, σε πρόγραμμα για Arduino.

Ανοιχτού υλικού το οποίο μπορεί να επεκταθεί: το Arduino βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328P της Atmel. Τα σχηματικά για τα αναπτυξιακή πλακέτα βρίσκονται υπό την άδεια χρήσης Creative Commons, επιτρέποντας σε σχεδιαστές να κατασκευάσουν το δικό τους, εξελίσσοντας το ήδη υπάρχον χωρίς να έχουν νομικά προβλήματα.

5.2 Το hardware του Arduino

Ο μικροελεγκτής Arduino ενσωματώνει τον επεξεργαστή **ATMEL ATmega328P**, όπως επίσης κι όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για την τροφοδοσία και την διασύνδεση του μικροελεγκτή με H/Y. Τα οποία περιλαμβάνουν **υποσυστήματα μνήμης, εισόδου/εξόδου, γραμμικό ρυθμιστή τάσης, ταλαντωτής κρυστάλλου, bootloader** (μικροκώδικα εκκίνησης υλικού), **προσαρμογέα USB σε FTDI Serial**. Η πλακέτα μπορεί να τροφοδοτηθεί είτε με τροφοδοτικό των 9Volt, είτε απευθείας από την USB θύρα του H/Y.

Τα χαρακτηριστικά εν συντομία:

Μικροελεγκτής	ATmega328P
Τάση Λειτουργίας	5V
Τάση Εισόδου	7-12V
Όρια Τάσης	6-20V

Ψηφιακοί Ακροδέκτες I/O 14 (εκ των οποίων 6 παρέχουν PWM έξοδο) Ψηφιακοί Ακροδέκτες Εισόδου 6 DC ρεύμα ανά I/O Ακροδέκτη 40 mA DC ρεύμα για 3.3V Ακροδέκτη 50 mA.

Μνήμη Flash	32 KB (2 KB χρησιμοποιούνται από τον bootloader)
SRAM	2 KB

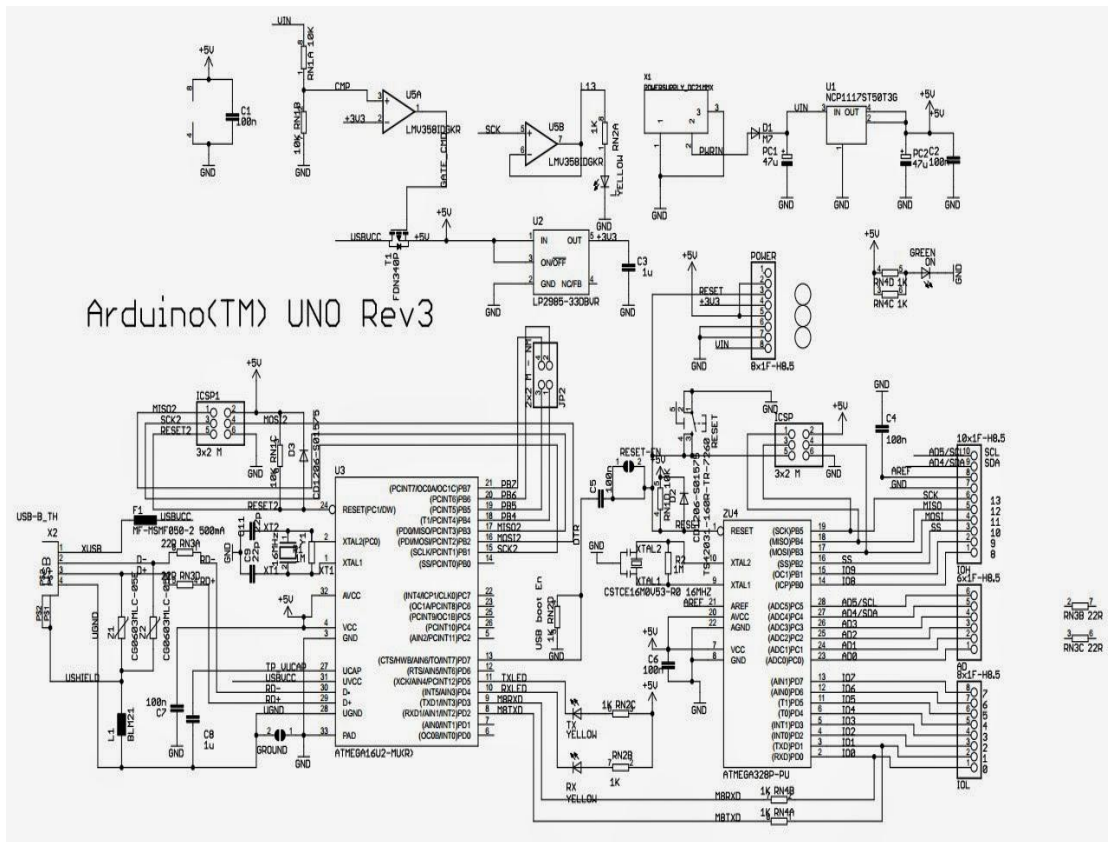
EEPROM	1KB
Ταχύτητα Ρολογιού	16 MHz

PWM → τεχνική μετατροπής αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά μέσω χρήσης τετραγωνικών παλμών που είναι κατάλληλα διαμορφωμένοι.

Flash → μη πτητικό μέσο αποθήκευσης που αναπτύχθηκε από την EEPROM και μπορεί να διαγραφεί και να αναπρογραμματιστεί ηλεκτρικά όπως και η EEPROM.

SRAM → είδος μνήμης ημιαγωγών, όπου η λέξη static (στατική) δείχνει ότι δεν χρειάζεται να ανανεωθεί τακτικά για την αποθήκευση κάθε bit.

5.3. Σχηματικό του Arduino uno



Εικόνα 26 – Σχηματικό Arduino uno με Atmega328P

5.4 Μονάδα απεικόνισης (LCD)

5.4.1 απεικόνιση στις οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD)

Όλοι μας χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή συσκευές που περιέχουν απεικονιστικές μεθόδους με υγρούς κρυστάλλους. Στους φορητούς μας υπολογιστές αλλά και σε οθόνες υπολογιστών γραφείου, στα ψηφιακά ρολόγια, στους φούρνους μικροκυμάτων, στις συσκευές αναπαραγωγής CD και αλλού. Τα LCD όπως συντομογραφικά αναφέρονται, προσφέρουν μερικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες τεχνολογίες απεικόνισης. Είναι για παράδειγμα, αρκετά λεπτότερα,

ελαφρύτερα και καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια από τους παραδοσιακούς καθοδικούς σωλήνες.

Αλλά τι ακριβώς είναι οι υγροί κρύσταλλοι; Η λέξη "υγρός κρύσταλλος" μοιάζει να έχει κάποια αντίφαση. Σκεφτόμαστε έναν κρύσταλλο ως ένα στερεό σκληρό υλικό ενώ ένα υγρό είναι κάτι ρευστό και συνεπώς τελείως διαφορετικό.

5.4.2 Υγροί κρύσταλλοι, φως και ηλεκτρισμός

Υπάρχουν τρεις κοινές καταστάσεις της ύλης. Η στερεή, η υγρή και η αέρια. Ένα υλικό συμπεριφέρεται ως στερεό όταν τα μόριά του έχουν ένα σταθερό προσανατολισμό και συγκεκριμένες θέσεις το ένα ως προς το άλλο. Τα μόρια σ' ένα υγρό μπορούν να προσανατολιστούν προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και να κινηθούν οπουδήποτε μέσα στο υγρό.

Υπάρχουν όμως μερικές ουσίες οι οποίες μπορούν να υπάρχουν σε μια παράξενη κατάσταση που έχει εν μέρει τις ιδιότητες του στερεού και εν μέρει τις ιδιότητες του υγρού. Όταν βρίσκονται σ' αυτή την κατάσταση, τα μόριά τους είναι στραμμένα προς την ίδια διεύθυνση όπως σ' ένα στερεό, αλλά επίσης μετακινούνται σε διαφορετικές θέσεις του υλικού όπως σ' ένα υγρό. Αυτό σημαίνει ότι οι υγροί κρύσταλλοι δεν είναι ούτε στερεά ούτε υγρά. Στην πράξη οι υγροί κρύσταλλοι έχουν μακροσκοπικές ιδιότητες πιο κοντά προς αυτές ενός υγρού. Χρειαζόμαστε ένα ικανό ποσό θερμότητας για ν' αλλάξουμε την κατάσταση μιας κατάλληλης ουσίας από στερεή σε υγρό κρύσταλλο, αλλά χρειαζόμαστε λίγο μόνο παραπάνω θερμότητα για να μετατρέψουμε τον ίδιο υγρό κρύσταλλο σε πραγματικό υγρό. Αυτό εξηγεί γιατί οι υγροί κρύσταλλοι είναι πολύ ευαίσθητοι με την θερμοκρασία και γιατί χρησιμοποιούνται συχνά ως θερμομέτρα και δείκτες ψυχολογικής διάθεσης. Εξηγεί επίσης γιατί η οθόνη ενός φορητού υπολογιστή παρουσιάζει μια παράδοξη εμφάνιση σε πολύ ψυχρό περιβάλλον ή σε μια πολύ ζεστή μέρα στην παραλία!

Υπάρχουν πολλοί τύποι υγρών κρυστάλλων. Μια ουσία υγρού κρυστάλλου μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετικές φάσεις ανάλογα με τη θερμοκρασία και τη φύση του υγρού κρυστάλλου. (Βλέπε και παρακάτω παράθεμα). Στα LCD, χρησιμοποιούμε

σχεδόν αποκλειστικά υγρούς κρυστάλλους με νηματώδη φάση, κι έτσι θ' ασχοληθούμε αποκλειστικά μ' αυτούς.

Ένα χαρακτηριστικό των υγρών κρυστάλλων είναι ότι επηρεάζονται από το ηλεκτρικό ρεύμα. Ένα ιδιαίτερο είδος των νηματοειδών υγρών κρυστάλλων, που μοιάζουν με στριμμένο νήμα (TN) είναι από φυσικού τους στριφτοί. Όταν σ' αυτούς διαβιαστεί ένα ηλεκτρικό ρεύμα, ξεδιπλώνονται κατά διαφορετικό βαθμό, ανάλογα με την ηλεκτρική τάση. Τα LCD χρησιμοποιούν αυτούς ακριβώς τους υγρούς κρυστάλλους, διότι αντιδρούν τελείως προβλέψιμα στο ηλεκτρικό ρεύμα κατά τρόπο ώστε να ελέγχεται η διέλευση του φωτός.

5.4.3 Τύποι Υγρών κρυστάλλων

Τα πιο πολλά μόρια των υγρών κρυστάλλων είναι ραβδόμορφα και διακρίνονται σε θερμοτροπικά και λυοτροπικά.

Οι θερμοτροπικοί υγροί κρύσταλλοι αντιδρούν σε μεταβολές της θερμοκρασίας ή μερικές φορές της πίεσης. Η αντίδραση των λυοτροπικών υγρών κρυστάλλων, που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία καθαριστικών και σαπουνιών, εξαρτάται από τον τύπο του διαλύτη μέσα στον οποίο είναι διαλυμένοι. Οι θερμοτροπικοί υγροί κρύσταλλοι είναι είτε ισοτροπικοί είτε νηματοειδείς. Η ουσιαστική διαφορά τους είναι ότι τα μόρια στους ισοτροπικούς υγρούς κρυστάλλους έχουν τυχαία διάταξη, ενώ στους νηματοειδείς έχουν μια συγκεκριμένη διάταξη.

Ο προσανατολισμός των μορίων στη νηματοειδή φάση βασίζεται στον κατευθυντή. Ο κατευθυντής μπορεί να είναι οτιδήποτε. Από ένα μαγνητικό πεδίο ως μια επιφάνεια που φέρει μικροσκοπικές αυλακώσεις.

Οι σιδηροηλεκτρικοί υγροί κρύσταλλοι (FLC), έχουν μια σπειροειδή νηματοειδή μορφή η οποία επιτρέπει πολύ γρήγορες αποκρίσεις στον προσανατολισμό των μορίων της τάξης του μικροδευτερολέπτου.

5.4.4 Πως είναι φτιαγμένο ένα απλό LCD

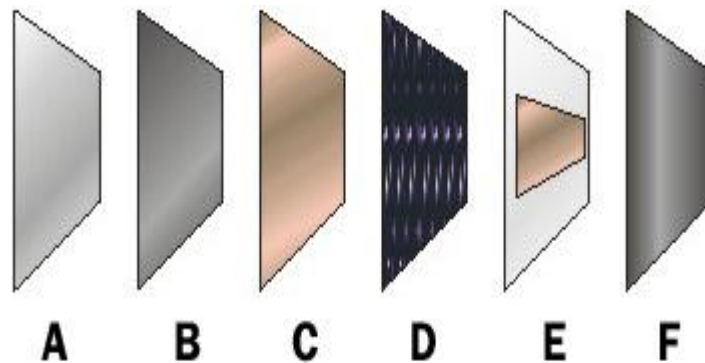
Τέσσερις παράγοντες συνδυάζονται για να κάνουν εφικτή την απεικόνιση με υγρούς κρυστάλλους.

- Το φως μπορεί να πολωθεί
- Οι υγροί κρύσταλλοι μπορούν να επιτρέψουν τη διέλευση και ν' αλλάξουν την πόλωση του φωτός.
- Η δομή των υγρών κρυστάλλων μπορεί να μεταβληθεί με το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Υπάρχουν διαφανή υλικά που είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.

Για να δημιουργήσουμε ένα LCD, παίρνουμε δύο πλάκες από πολωτικό γυαλί. ένα ειδικό πολυμερές που δημιουργεί μικροσκοπικά αυλάκια στην επιφάνεια του γυαλιού, τρίβεται από την πλευρά του γυαλιού που δεν έχει το πολωτικό στρώμα. Τα αυλάκια πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα με την διεύθυνση πόλωσης του πολωτή. Προσθέτουμε τότε μια επικάλυψη νηματοειδών υγρών κρυστάλλων σε ένα από τα φίλτρα. Τα προκατασκευασμένα αυλάκια θα ευθυγραμμίσουν το πρώτο στρώμα των μορίων με τη διεύθυνση του πολωτή. Κάθε διαδοχικό στρώμα από TN μόρια έχει προσανατολισμό που είναι στραμμένος λίγο σε σχέση με τον προσανατολισμό του προηγούμενου στρώματος. Έτσι φθάνουμε σε ένα στρώμα με γωνία 90° σε σχέση με το αρχικό, και τότε προσθέτουμε την άλλη γυάλινη πλάκα με τη διεύθυνση του πολωτή της επίσης σε γωνία 90° σε σχέση με την πρώτη πλάκα. Έτσι το πρώτο και το τελευταίο στρώμα των υγρών κρυστάλλων ταιριάζουν με τις διευθύνσεις πόλωσης των δύο πολωτικών πλακών.

Καθώς το φως συναντάει το πρώτο πολωτικό φίλτρο, πολώνεται. Τα μόρια σε κάθε στρώμα οδηγούν το φως που παραλαμβάνουν στο επόμενο στρώμα. Καθώς το φως περνάει μέσα από τα διαδοχικά στρώματα των υγρών κρυστάλλων αλλάζει επίσης το επίπεδο πόλωσής του ώστε να ταιριάζει με την διεύθυνση κάθε στρώματος. Όταν το φως φτάνει στην άλλη πλευρά των στρωμάτων υγρών κρυστάλλων, το επίπεδο πόλωσής του είναι το ίδιο με την κατεύθυνση των μορίων του τελικού στρώματος. Αν το τελικό στρώμα ταιριάζει με το επίπεδο πόλωσης του δεύτερου πολωτικού φίλτρου, τότε το φως θα περάσει μέσα από το φίλτρο.

Αν εφαρμόσουμε ένα ηλεκτρικό πεδίο στα μόρια των υγρών κρυστάλλων αυτά αποσυστρέφονται. Όταν λοιπόν ευθυγραμμίζονται όλα, αλλάζουν και την γωνία πόλωσης του φωτός που περνάει διαμέσου των μορίων, έτσι ώστε να μην ταιριάζει πια με το επίπεδο πόλωσης της τελικής γυάλινης πλάκας-φίλτρου. Συνεπώς το φως στη περίπτωση αυτή δεν περνάει από την περιοχή του LCD, και η περιοχή αυτή γίνεται πιο σκοτεινή από τις γύρω της περιοχές.



Εικόνα

27- LCD screen

Ένας καθρέφτης (A) στο πίσω μέρος δίνει στο LCD την ανακλαστική ιδιότητα. Στη συνέχεια μια γυάλινη πλάκα (B) μ' ένα πολωτικό στρώμα στο κάτω μέρος της, και ένα συνηθισμένο επίπεδο ηλεκτρόδιο (C) φτιαγμένο από οξείδιο ινδίου-κασσιτέρου. Ένα συνηθισμένο ηλεκτρόδιο καλύπτει όλη την επιφάνεια του LCD. Πάνω από αυτό είναι το στρώμα των υγρών κρυστάλλων (D). Στη συνέχεια έρχεται μια άλλη πλάκα γυαλιού (E) μ' ένα ηλεκτρόδιο σχήματος ορθογώνιου, στο κάτω μέρος της, και πάνω σ' αυτό ένα άλλο πολωτικό φίλτρο (F), σε ορθή γωνία με το πρώτο.

Το ηλεκτρόδιο συνδέεται με μια ηλεκτρική πηγή πχ. μια μπαταρία. Όταν δεν υπάρχει ρεύμα, το φως που έρχεται από το δεξιό (μπροστινό) μέρος του LCD, χτυπάει απλά στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει προς τα πίσω. Όταν όμως η μπαταρία εφαρμόζει τάση στα ηλεκτρόδια, οι υγροί κρύσταλλοι μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων αποσυστρέφονται και εμποδίζουν τη διέλευση του φωτός από αυτή την περιοχή. Αυτό κάνει το LCD να εμφανίζει το ορθογώνιο ηλεκτρόδιο ως μια μαύρη περιοχή.

Το απλό LCD που παρουσιάσαμε απαιτεί μια εξωτερική πηγή φωτισμού. Τα υλικά των υγρών κρυστάλλων δεν εκπέμπουν φως από μόνα τους. Σ' ένα ρολόι χειρός πχ. οι αριθμοί εμφανίζονται εκεί όπου τα μικρά ηλεκτρόδια φορτίζουν τους υγρούς κρυστάλλους και κάνουν τα διάφορα στρώματα να αποσυστρέφονται ούτως ώστε το φως δεν διαδίδεται μέσω των πολωτικών φίλτρων. Οι περισσότερες LCD οθόνες των υπολογιστών, έχουν λάμπες φθορισμού επάνω, στα πλάγια και μερικές φορές πίσω από την οθόνη των υγρών κρυστάλλων. Μια άσπρη επιφάνεια πίσω από το LCD διαχέει το φως ομοιόμορφα ώστε να έχουμε μια ομοιόμορφα φωτισμένη οθόνη. Κατά την πορεία του μέσα από φίλτρα, υγρούς κρυστάλλους και ηλεκτρόδια, αρκετό από το φως (συχνά πάνω από το μισό) απορροφάται και χάνεται.

5.4.5 Χρώμα LCD

Ένα LCD για να μπορεί να εμφανίσει χρώματα πρέπει να διαθέτει τρία υποπίξελ με κόκκινο, πράσινο, και μπλε χρωματικά φίλτρα για να χρωματίζεται κάθε πίξελ.

Όπως εξηγήσαμε παραπάνω, με προσεκτικό έλεγχο και μικρές μεταβολές της τάσης, η ένταση φωτός καθενός υποπίξελ, μπορεί να κυμαίνεται σε 256 διαφορετικές τιμές. Συνδυάζοντας τα υποπίξελ παράγεται μια παλέτα από 16,8 εκατομμύρια χρώματα. (256 αποχρώσεις του κόκκινου X 256 αποχρώσεις του πράσινου X 256 αποχρώσεις του μπλε). Αυτές οι οθόνες χρειάζονται ένα πελώριο αριθμό από τρανζίστορς. Για παράδειγμα μία τυπική οθόνη φορητού υπολογιστή, υποστηρίζει ανάλυση μέχρι 1024X768. Αν πολλαπλασιάσουμε 1024 στήλες επί 768 γραμμές επί 3 υποπίξελ, παίρνουμε 2.359.296 τρανζίστορς χαραγμένα πάνω σε μια πλάκα γυαλιού.

Το μέγεθος της οθόνης περιορίζεται από την ποιότητα που επιβάλλει ο κατασκευαστής κατά τον έλεγχο ποιότητας των οθονών. Για να το θέσουμε πιο απλά, ο κατασκευαστής για να αυξήσει το μέγεθος της οθόνης πρέπει να προσθέσει και άλλα πίξελ και τρανζίστορς. Καθώς αυξάνει ο αριθμός των τρανζίστορς, αυξάνει και η πιθανότητα να βρεθούν αρκετά από αυτά ελαττωματικά επί της οθόνης. Οι κατασκευαστές των οθονών μεγάλου μεγέθους, απορρίπτουν περίπου το 40% των οθονών που βγάζει η γραμμή παραγωγής, ως ελαττωματικές. Το επίπεδο απόρριψης επηρεάζει ευθέως την τιμή της οθόνης, διότι η πώληση των καλών οθονών πρέπει να γίνει σε τέτοια τιμή ώστε να καλυφθεί το κόστος και των απορριφθέντων. Μόνο η

βελτίωση των μεθόδων κατασκευής θα κάνει πιο προσιτές τις οθόνες μεγαλύτερου μεγέθους.

6. Εξαρτήματα και τρόπος λειτουργίας τους

Στο θέμα αυτό θα ασχοληθούμε και θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε τα εξαρτήματα και τα μέρη που αποτελούν το πρακτικό μέρος της εργασίας μας. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, για την υλοποίηση του distance box-wall a robot θα χρησιμοποιήσουμε την γνωστή σε όλους μας πλατφόρμα Arduino η οποία πλατφόρμα αποτελεί και την βάση του πρακτικού μέρους. Επάνω στο Arduino θα “κουμπώσουμε” το αισθητήριο που έχουμε και ένας από τους λόγους που επιλέξαμε να υλοποιήσουμε την εργασία με πλατφόρμα Arduino είναι γιατί είναι απλό και εύκολο στην χρήση του, είναι δηλαδή plug and play λύση. Αισθητήρια θα μετράνε με υπερήχους την απόσταση του αντικείμενου που θέλουμε να μετρήσει και θα εμφανίζει το αποτέλεσμα σε μια lcd οθόνη. Είναι παρόμοιο φαινόμενο με το φαινόμενο Doppler, το οποίο μια πηγή στέλνει κύματα σε ένα αντικείμενο, το κύμα χτυπάει στο αντικείμενο και όταν γυρίζει πίσω και από την διαφορά φάσης και συχνότητας που έχει το αντικείμενο(π.χ ένα κινούμενο αντικείμενο, αυτά που χρησιμοποιεί η τροχαία) μπορούμε να συμπεράνουμε την ταχύτητα και την συχνότητα του αντικείμενου-στόχου. Κάτι παρόμοιο θα κάνουμε εδώ.

Όλο αυτό(δηλαδή η πλακέτα Arduino με το αισθητήριο) θα τα τοποθετήσουμε πάνω σε ένα αυτοκινητάκι το οποίο θα κινείται . Βέβαια το αυτοκινητάκι θα είναι προσαρμόσιμο στην πλακέτα για καλύτερη διευκόλυνση μας και για την αποφυγή τυχόν βλαβών τόσο στην πλακέτα όσο και στον αισθητήρα. Θα μετακινείται το αυτοκινητάκι από μόνο του και θα σταματάει σε μια εκάστοτε τοποθεσία όπου μπροστά από το αυτοκινητάκι θα έχει ένα αντικείμενο σε απόσταση 30cm. Τότε θα σταματάει το αυτοκινητάκι(distance box) καθώς αυτό θα μετράει αυτόματα την απόσταση από το αντικείμενο, την οποία στην συνέχεια θα την εμφανίζει στην lcd οθόνη. Αμέσως θα σταματάει να κινείται όταν θα βρει εμπόδιο στα 30cm και μετά θα κινείται προς τα πίσω για 1 sec. Η επόμενη κίνηση του θα είναι να κινείται μόνο ο

ένας τροχός για 2sec και ο άλλος θα είναι σταματημένος ,έτσι ώστε να γυρίσει το αυτοκινητάκι για να αλλάξει κατεύθυνση με αποτέλεσμα την αποφυγή του εμποδίου. Επιλέγει την κατεύθυνση του φωτός με την χρήση των φωτοαντιστάσεων.Αμέσως μετά τα 2 μοτεράκια ξεκινούν να δουλεύουν ξανά. Το αποτέλεσμα της μέτρησης που θα βγάλει στην οθόνη θα είναι σε μονάδα μέτρησης cm.

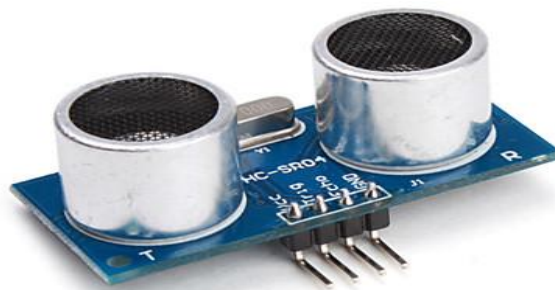
6.1 Σκοπός της πτυχιακής

Σκοπός αυτήν της πτυχιακής είναι η αυτονομία του. Δηλαδή να μετράει αποστάσεις χωρίς κάποιο υλικό (π.χ. κλασικό μέτρο) ,και μόλις φτάσει στην επιθυμητή απόσταση που το προγραμματίσαμε να αποφεύγει το εμπόδιο και από μόνο του να επιλέγει την κατεύθυνση (είτε δεξιά είτε αριστερά κάθε φορά) .

Για τον λόγο της αυτονομίας κατατάσσεται στο τομέα της ρομποτικής.

6.2 Υλικά της πτυχιακής

Παρακάτω φαίνεται ο αισθητήρας Ultrasonic HC-SR04 που χρησιμοποιήσαμε για να μετράμε την απόσταση.



εικόνα 28– αισθητήριο HC-SR04

Στο κύκλωμα υπάρχουν και 2 leds . Το ένα ανάβει (πράσινο) όταν παίρνει τάση η arduino υπο πλακέτα μας, και το άλλο (κίτρινο-πορτοκαλί) όταν βρεθεί ένα εμπόδιο και μπει στην διαδικασία για την αποφυγή του.

Η πλακέτα arduino παίρνει τροφοδοσία από μία 9volt τετράγωνη μπαταρία.



Εικόνα 29- τετράγωνη μπαταρία (τροφοδοσία πλακέτας).



εικόνα 30 – εξωτερική τροφοδοσία

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η εξωτερική τροφοδοσία έτσι ώστε να μπορέσουν να κινηθούν τα μοτέρ. Αυτό μπορεί να αντικατασταθεί με 4 απλές μπαταρίες.



εικόνα 31- Πάνω όψη της πτυχιακής .

Στην παραπάνω εικόνα είναι η τελική όψη της πτυχιακής πριν το βάψιμο .Επίσης φαίνεται η οθόνη lcd καθώς και τα 2 leds (το ένα αριστερά και το άλλο δεξιά).



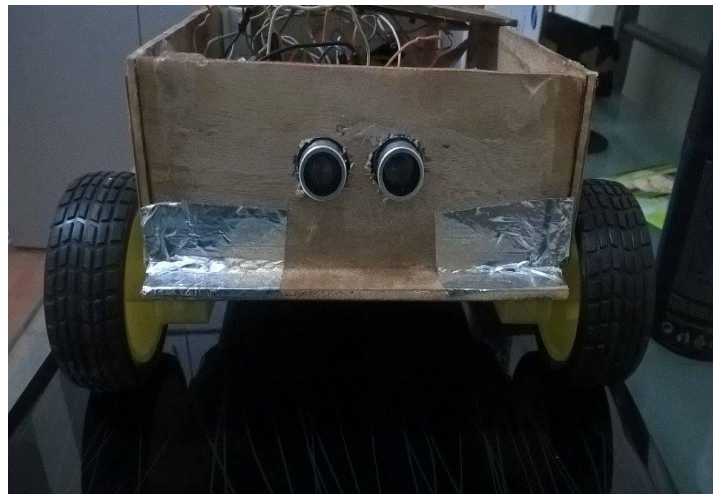
Εικόνα 32– LCD οθόνη

Στην παραπάνω εικόνα είναι εν ώρα λειτουργίας της πτυχιακής.



Εικόνα 33- πλάγια εικόνα πτυχιακής

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται το ποτενσιόμετρο το οποίο ελέγχει την φωτεινότητα της lcd οθόνης (το οποίο είναι συνδεδεμένο στο τρίτο pin της).



εικόνα 34– μπροστινή όψη της πτυχιακής (στα στάδια δημιουργίας της)

Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζεται η μπροστινή πλευρά .Φαίνονται καθαρά τα 2 μωτέρ με τις ρόδες καθώς και το αισθητήριο HC-SR04 .

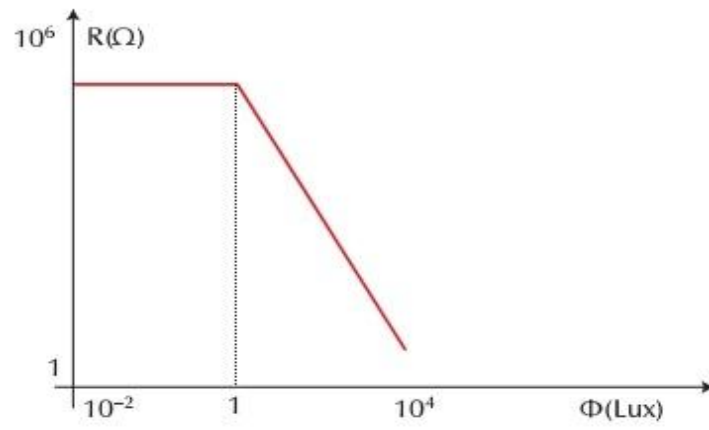


Εικόνα 35 –LDR φωτοαντίσταση

Στις μη επαγγελματικές κατασκευές είναι πιο δημοφιλείς οι LDR φωτοαντιστάσεις γιατί της χειριζόμαστε χωρίς να έχουν προβλήματα. Οι LDR ένα συγκεκριμένο μειονέκτημα ότι η αντίστασή τους εξαρτάται από την θερμοκρασία και ότι η φασματική της ευαισθησία δεν είναι κατάλληλη για τεχνικές εφαρμογές.

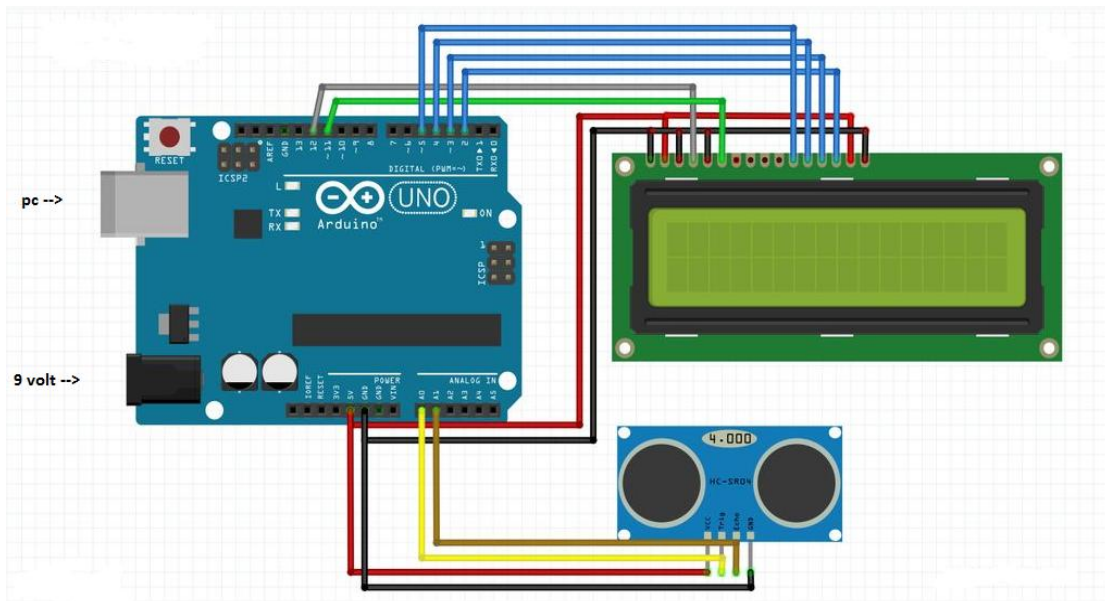
Η χαρακτηριστική της ευαισθησία των LDR είναι πολύ κοντά στην ευαισθησία χρωμάτων του ανθρώπινου ματιού.

Ο άνθρωπος βλέπει καλύτερα το πράσινο, λιγότερο το μπλε και καθόλου το υπέρυθρο.

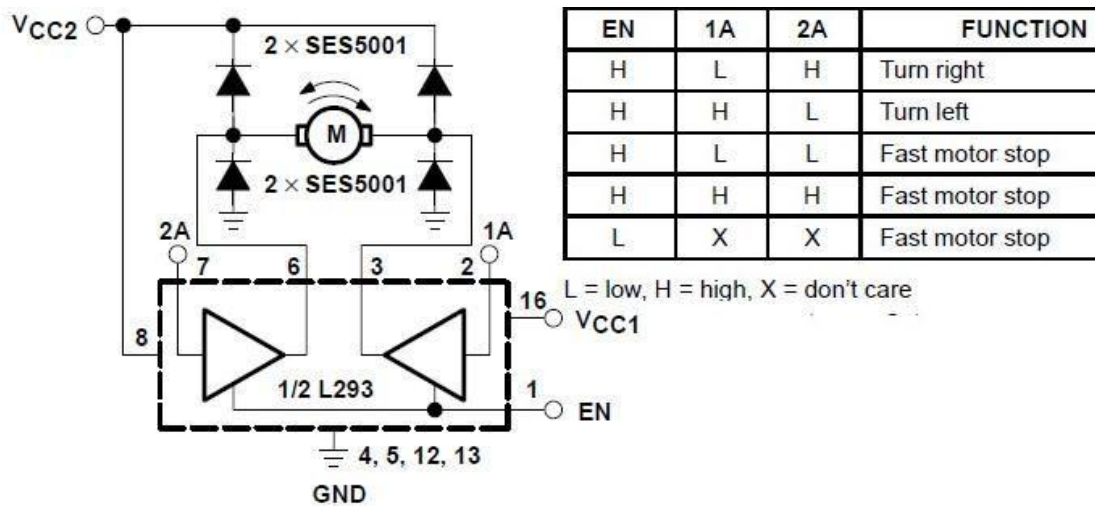


Εικόνα 36 – Μεταβολή της αντίστασης με την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας

6.3. Σχηματικά πτυχιακής



Εικόνα 37– Βασικό σχηματικό της πτυχιακής



Εικόνα 38– L293d για την χρήση των μοτέρ

6.4 Λογισμικό της πτυχιακής

Το λογισμικό αυτής της πτυχιακής είναι απλό στην κατανόηση επειδή χρησιμοποιούμε την πλακέτα arduino. Ορίζουμε εμείς ποιες θα είναι οι είσοδοι στην πλακέτα και ποιες οι εξόδοι. Έτσι γράφουμε τον κώδικα όπως θέλουμε και είναι έτοιμο για χρήση. Παρακάτω είναι το λογισμικό της πτυχιακής χωρίς καμία αλλαγή. Δίπλα από κάποια βασικά σημεία υπάρχουν και σχόλια και εξηγεί τί ακριβώς κάνει σε εκείνη την εντολή.

```
/* Arduino Distance Measure Box - Wall a Robot
```

```
Kyriakos Davakis // Date: 27/11/2015 */
```

```
//Libraries
```

```
#include "Ultrasonic.h"
```

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
//Setup connection with LCD and HC-SR04
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

```
Ultrasonic ultrasonic(A0,A1);
```

```
//Motor A - Motor B
```

```
const int motorPin1 = 9; // Pin 14 of L293
```

```
//Motor A
```

```
const int motorPin2 = 10; // Pin 10 of L293
```

```
const int motorPin3 = 6;
```

```
const int pResistor2 = A2;
```

```
const int pResistor3 = A3;
```

```
int value2;
```

```
int value3;
```

```
void setup() {
```

```
  //Lcd init
```

```
  lcd.begin(16, 2); //16 rows, 2 columns
```

```
  //Set pins as outputs
```

```
  pinMode(motorPin1, OUTPUT);
```

```
  pinMode(motorPin2, OUTPUT);
```

```
  pinMode(motorPin3, OUTPUT);
```

```
  pinMode(13, OUTPUT);
```

```
  pinMode(pResistor2, INPUT);
```

```
  pinMode(pResistor3, INPUT);
```

```
}
```



```

void loop()

{

    digitalWrite(13, LOW);

    digitalWrite(motorPin1, HIGH);

    digitalWrite(motorPin2, LOW);

    digitalWrite(motorPin3, LOW);

    lcd.clear();

    lcd.print(" Ptyxiakh "); // You can change this message.

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("Distance: ");

    lcd.print(ultrasonic.Ranging(CM));

    lcd.print("cm");

    value2 = analogRead(pResistor2);

    value3 = analogRead(pResistor3);

    if( ultrasonic.Ranging(CM)<30)

    {

        if (value2>value3)

        {

```

```
digitalWrite(13, HIGH);  
  
digitalWrite(motorPin1, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin2, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin3, LOW);  
  
delay(1000); //1 sec delay
```

```
digitalWrite(motorPin1, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin2, HIGH);  
  
digitalWrite(motorPin3, HIGH);  
  
delay(1000); //1 sec delay
```

```
digitalWrite(motorPin1, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin2, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin3, LOW);  
  
delay(1000); //1 sec delay
```

```
digitalWrite(motorPin1, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin2, LOW);  
  
digitalWrite(motorPin3, HIGH);  
  
delay(2000); //2 sec delay
```

```
digitalWrite(motorPin1, LOW);

digitalWrite(motorPin2, LOW);

digitalWrite(motorPin3, LOW);

delay(1000); //1 sec delay

}

else

{

    digitalWrite(13, HIGH);

    digitalWrite(motorPin1, LOW);

    digitalWrite(motorPin2, LOW);

    digitalWrite(motorPin3, LOW);

    delay(1000); //1 sec delay

    digitalWrite(motorPin1, LOW);

    digitalWrite(motorPin2, HIGH);

    digitalWrite(motorPin3, HIGH);

    delay(1000); //1 sec delay

    digitalWrite(motorPin1, LOW);
```

```
digitalWrite(motorPin2, LOW);

digitalWrite(motorPin3, LOW);

delay(1000); //1 sec delay

digitalWrite(motorPin1, LOW);

digitalWrite(motorPin2, HIGH);

digitalWrite(motorPin3, LOW);

delay(2000); //2 sec delay

digitalWrite(motorPin1, LOW);

digitalWrite(motorPin2, LOW);

digitalWrite(motorPin3, LOW);

delay(1000); //1 sec delay

}

delay(100); // 0.1sec delay

}

}
```

7. Βιβλιογραφία

Βιβλία:

- [1] Dale Wheat, Arduino Internals, Apress 2011
- [2] Φυσική των ταλαντώσεων και των κυμάτων, H.J. Pain, 1997, ISBN:960-266-001-5
- [3] Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα Τόμος Α, Sedra / Smith, 1994, ISBN: 960-7510-10-0
- [4] Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα Τόμος Β, Sedra / Smith, 1994, ISBN: 960-85334-5-7
- [5] Δομή και λειτουργία Μικροεπεξεργαστών και Μικροελεγκτών, Αθανάσιος Χατζηγκάιδα, 2011, ISBN: 978-960-8143-49-4
- [6] Εισαγωγή στη Ρομποτική Μηχανική & Αυτόματος έλεγχος, John J. Graig, ISBN:978-960-418-160-5

Ιστοσελίδες:

- [7] <http://www.ardumotive.com/>
- [8] <http://www.internetnow.gr/agera/>
- [9] <https://www.adafruit.com/products/50>
- [10] <https://www.arduino.cc/>

Datasheets:

- [11] Datasheet του μικροελεγκτή ATmega328 , Atmega328P
- [12] Datasheet της LCD 2x8
- [13] Datasheet του Sensor HC-SR04
- [14] Datasheet του L293d (ολοκληρωμένο για τα μοτέρ)
- [15] Datasheet των φωτοαντιστάσεων