



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα:

“Ανιχνευτής Εμποδίων”



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :

ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΦΟΙΤΗΤΕΣ :

ΜΗΤΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Α.Μ. 35780  
ΧΕΙΡΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ Α.Μ. 34106

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2013

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο άνθρωπος στην προσπάθεια δημιουργίας τεχνολογικού πολιτισμού από την πρώτη στιγμή αντιλήφθηκε την ανάγκη της έννοιας μέτρησης. Έπρεπε να μετρήσει με κάποιο τρόπο παραδείγματος χάρι το χρόνο, τον όγκο, το μήκος, το βάρος. Μέχρι σήμερα επινοεί και κατασκευάζει μεθόδους και όργανα μέτρησης διαφόρων μεγεθών φυσικών ή τεχνικών για ακριβέστερη μέτρηση.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση ενός ανιχνευτή εμποδίων. Ο ανιχνευτής εμποδίων αποσκοπεί στην βελτίωση της ποιότητας ζωής και της καθημερινότητας των ανθρώπων με προβλήματα όρασης.

Ο ανιχνευτής εμποδίων αποτελείται από μία ράβδο, δύο αισθητήρια τα οποία αφορούν διαφορετικές αποστάσεις. Το ένα αισθητήριο λαμβάνει αποστάσεις από 0 έως 40 cm. Το δεύτερο αισθητήριο αφορά αποστάσεις από 0 έως 140 cm. Τέλος ένα buzzer το οποίο εκπέμπει ηχητική ένδειξη και η τιμή του αλλάζει ανάλογα με την απόσταση την οποία λαμβάνει το αισθητήριο. Όλα τα αναφερόμενα υλικά βρίσκονται συνδεδεμένα επάνω στην πλακέτα arduino.

Ως αποτέλεσμα ήταν η κατασκευή του ανιχνευτή εμποδίων.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θεωρούμε υποχρέωση μας να ευχαριστήσουμε τον Κύριο Μιχαήλ Παπουτσιδάκη και τον Κύριο Μάκη Χατζόπουλο για την πολύτιμη καθοδήγηση τους.

Επιπρόσθετα ,οφείλουμε να αφιερώσουμε την πτυχιακή μας εργασία στους γονείς μας που μας συμπαραστάθηκαν όλα τα χρόνια της φοίτησης μας στο Α.Τ.Ε.Ι Πειραιά.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### Κεφάλαιο 1

1.Ιστορική αναδρομή για κατασκευές ατόμων με προβλήματα όρασης.....	6
1.1.1 Ανανεώσιμες διατάξεις Braille.....	6
1.1.2 Εκτυπωτές Braille.....	7
1.1.3 Εναλλακτικά πληκτρολόγια.....	7
1.1.4 Ηλεκτρονικές συσκευές κατάδειξης.....	8
1.1.5 Μεγεθυντικές συσκευές οθόνης.....	8
1.1.6 Οθόνες Braille.....	9
1.1.7 Οπτικοί Σαρωτές.....	9
1.1.8 Φορητός μεγεθυντικός φακός οθόνης.....	10

### Κεφάλαιο 2

2.1.Ανιχνευτής εμποδίων.....	11
2.1.1Κατασκευή.....	16
2.1.2Λογισμικό.....	18
2.1.3Προβλήματα που αντιμετωπίσαμε.....	20
2.1.4Εξέλιξη ανιχνευτή εμποδίου.....	20

### Κεφάλαιο 3

3.1Εξέλιξη της τεχνολογίας και κατασκευές για άτομα με προβλήματα όρασης.....	21
3.1.2Braille Phone.....	21
3.1.3 Smart Eyes.....	22
3.1.4Λογισμικό για τυφλούς χρήστες.....	23
3.1.5 BrainPort.....	23
3.1.6 Έξυπνα γυαλιά.....	24
3.1.7Αυτοκίνητο για τυφλούς.....	25
3.1.8 B-Touch Mobile Phone.....	25
3.1.9Έξυπνο ρολόι.....	26
3.2.1Βραχιόλι Πλοήγησης.....	26
3.2.2Braille Polaroid Camera.....	27

### Κεφάλαιο 4

4.1.1Μικροελεγκτής.....	28
4.1.2 Διαφορές από τον μικροεπεξεργαστή.....	28
4.1.3Πλεονεκτήματα.....	29

### Κεφάλαιο 5

5.1.1 Αισθητήρια ορισμός αισθητηρίων.....	30
5.1.2Είδη αισθητήρων και ανιχνεύσιμων μορφών.....	31
5.1.3Χαρακτηριστικά αισθητηρίων.....	34

## Κεφάλαιο 6

6.1.1	Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης με επαφή.....	35
6.1.2	Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης από απόσταση.....	35
6.1.3	Αισθητήρες μεταβλητής αντίστασης-ποτενσιόμετρα.....	35
6.1.4	Αισθητήρας κλίσης με ηλεκτρολύτη.....	35
6.1.5	Αισθητήρας κλίσης με φουσαλίδα.....	36
6.1.6	Γραμμικός και στροφικός επαγωγικός αισθητήρας.....	36
6.1.7	Γραμμικά μεταβαλλόμενος διαφορικός μετασχηματιστής.....	36

## Κεφάλαιο 7

7.1.1	Αισθητήρες αφής εισαγωγή.....	37
7.1.2	Εφαρμογές αισθητήρων αφής.....	37
7.1.3	Αισθητήρας αφής με μεμβράνη.....	37
7.1.4	Αισθητήρας τύπου πίνακα.....	38
7.1.5	Αισθητήρας μεταβλητής αντίστασης.....	38
7.1.6	Αισθητήρας κινούμενης ράβδου.....	38
7.1.7	Αισθητήρας φωτοανίχνευσης.....	38
7.1.8	Αισθητήρας αγωγιμότητας ελαστικού.....	39
7.1.9	Πνευματικοί αισθητήρες αφής.....	39
7.2.1	Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες αφής.....	39
7.2.2	Υβριδικοί αισθητήρες αφής.....	39
7.2.3	Αισθητήρες αφής VLSI.....	39
7.2.4	Οπτικοί αισθητήρες αφής.....	40

## Κεφάλαιο 8

8.1.1	Έξυπνοι αισθητήρες και πρότυπα μεταφοράς δεδομένων.....	42
8.1.2	Λειτουργίες στους έξυπνους αισθητήρες.....	45
8.1.3	Πρότυπα έξυπνων αισθητήρων.....	46
	Βιβλιογραφία.....	47

## Κεφάλαιο 1

### 1.1 Ιστορική αναδρομή για κατασκευές ατόμων με προβλήματα όρασης

Εδώ και πολλά χρόνια υπάρχει μεγάλο ποσοστό ανθρώπων με προβλήματα όρασης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το 1990 υπήρχαν περίπου 38 εκατομμύρια τυφλοί το οποίο το μεγαλύτερο ποσοστό διαμένει στην Αφρική και στην Ασία καθώς υπήρχε και 110 εκατομμύρια αριθμός ατόμων με χαμηλή όραση παγκοσμίως. Στην Ελλάδα η εκτίμηση ήταν 21.000 τυφλοί μόνο για το 1990. Αυτό δεν σημαίνει πως είναι ο πραγματικός αριθμός μα ο καταγεγραμμένος. Μπορούμε να αναφέρουμε ότι από τότε μέχρι σήμερα ο αριθμός των τυφλών παγκοσμίως ανέρχεται στα 45 εκατομμύρια από τα οποία τα 270 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως έχουν μειωμένη όραση. Το 2020 υπολογίζεται ότι ο αριθμός των τυφλών παγκοσμίως θα φτάσει στα 75 εκατομμύρια. Η τεχνολογία έχει συμβάλει σε πολύ μεγάλο βαθμό στην βοήθεια και στήριξη των ατόμων με προβλήματα όρασης.

#### 1.1.1 Ανανεώσιμες διατάξεις Braille

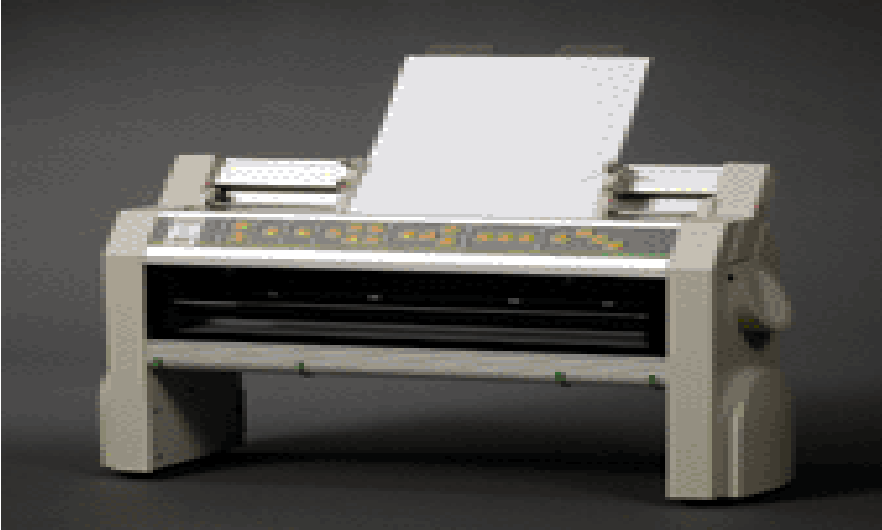
Οι ανανεώσιμες διατάξεις εξόδου Braille επιτρέπουν την ανάγνωση κάθε πληροφορίας διαδοχικών γραμμών κειμένου της οπτικής οθόνης σε πραγματικό χρόνο. Οι ακίδες της πινακίδας Braille ανασηκώνονται ή χαμηλώνουν για να αντιστοιχούν κάθε φορά στα γράμματα που εμφανίζονται στην οθόνη.



Εικόνα 1.1.1

### 1.1.2 Εκτυπωτές Braille

Οι Braille (embossers) εκτυπώνουν σε ειδικό χαρτί χαρακτήρες σε ανάγλυφη μορφή. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να πληκτρολογεί και να διορθώνει ένα κείμενο με κανονικά γράμματα και να παράγει μια εκτύπωση σε ανάγλυφη μορφή.



Εικόνα 1.1.2

### 1.1.3 Εναλλακτικά πληκτρολόγια

Πληκτρολόγια με διαφορετικού μεγέθους πλήκτρα, διαφορετική διάταξη πλήκτρων και πληκτρολόγια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ένα μόνο χέρι.



Εικόνα 1.1.3

### 1.1.4 Ηλεκτρονικές συσκευές κατάδειξης

Επιτρέπουν τον έλεγχο του κέρσορα της οθόνης χωρίς τη χρήση χεριών. Μία κατηγορία συσκευών βασίζεται σε τεχνολογίες υπερήχων ή υπέρυθρων ακτινών και αναγνωρίζουν την κίνηση του ματιού, σήματα των νεύρων ή εγκεφαλικά κύματα.



Εικόνα 1.1.4

### 1.1.5 Μεγεθυντικές συσκευές οθόνης

Διευρύνουν μέρος της οθόνης καθώς ο χρήστης κινεί την εστίαση. Μερικές επιτρέπουν στο χρήστη να μεγεθύνει μια συγκεκριμένη περιοχή της οθόνης.



Εικόνα 1.1.5



### 1.1.6 Οθόνες Braille

Το περιεχόμενο της οθόνης αναγνωρίζεται γραμμή-γραμμή και αναπαρίσταται σε μορφή Braille με τη βοήθεια πλαστικών ή μεταλλικών βελόνων που εγείρονται ανάλογα. Ο χρήστης αναγνωρίζει με τα χέρια του τους χαρακτήρες Braille και στη συνέχεια επιλέγει την ανάγνωση της επόμενης γραμμής.



Εικόνα 1.1.6

### 1.1.7 Οπτικοί Σαρωτές

Συσκευές οπτικής ανάγνωσης χαρακτήρων (OCR) χειρός που «διαβάζουν» ένα δακτυλογραφημένο κείμενο και το μεταφράζουν από γραπτό σε προφορικό λόγο



Εικόνα 1.1.7

### 1.1.8 Φορητός μεγεθυντικός φακός οθόνης

Ο φορητός μεγεθυντικός φακός οθόνης, μπορεί να συνδεθεί είτε με ένα υπολογιστή, είτε με την οθόνη μιας τηλεόρασης παρέχοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να μεγεθύνει και να διαβάσει ένα έντυπο κείμενο. Ο μεγεθυντικός αυτός φακός απευθύνεται σε άτομα με περιορισμένη όραση, που είναι αναγκασμένα να μετακινούνται συχνά. Οι φοιτητές, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη συσκευή, στη διάρκεια μιας διάλεξης για την ανάγνωση των έντυπων σημειώσεων του μαθήματος ή σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση που θα τους βοηθήσει στην ανάγνωση ενός έντυπου κειμένου.



Εικόνα 1.1.8

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Ανιχνευτής εμποδίων

Ο ανιχνευτής εμποδίων αποτελείται από μία ράβδο, δύο αισθητήρια υπερύθρων τα οποία αφορούν διαφορετικές αποστάσεις. Το ένα αισθητήριο λαμβάνει αποστάσεις από 0 έως 40 cm. Το δεύτερο αισθητήριο αφορά αποστάσεις από 0 έως 140 cm. Τέλος ένα buzzer το οποίο εκπέμπει ηχητική ένδειξη και η τιμή δηλαδή η ένταση του ήχου του αλλάζει ανάλογα με την απόσταση την οποία λαμβάνει το αισθητήριο. Αν η απόσταση είναι μεγάλη ο ήχος του είναι πιο χαμηλός ενώ όσο η απόσταση από οποιοδήποτε εμπόδιο μικραίνει ο ήχος του μεγαλώνει. Όλα τα αναφερόμενα υλικά βρίσκονται συνδεδεμένα επάνω στην πλακέτα arduino.

#### 2.1.1 Κατασκευή

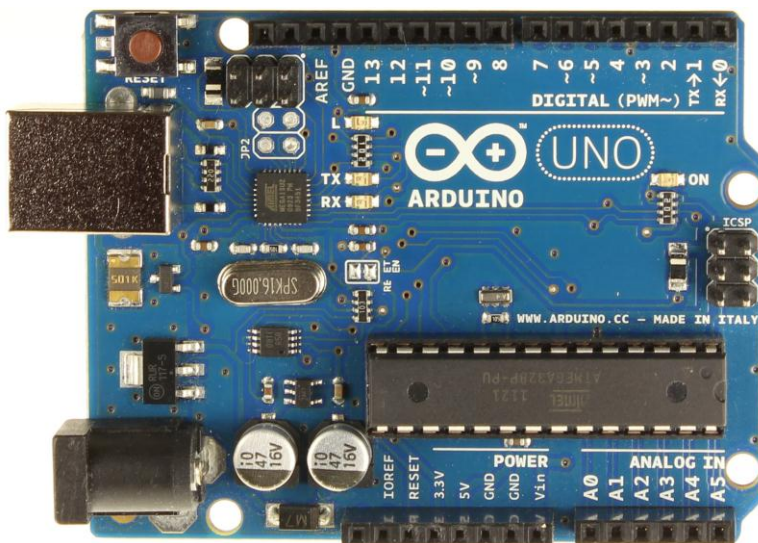
Αναλυτικά η κατασκευή μας αποτελείται από την πλακέτα arduino.

Το arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους εξόδους. Η πλακέτα αυτή μπορεί να προγραμματιστεί σε γλώσσα Wiring. Η γλώσσα Wiring αφορά την C++ με κάποιες μετατροπές.

Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι διαθέσιμα για αυτούς που μπορούν να συναρμολογήσουν το Arduino από μόνοι τους.

Η πλατφόρμα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR. Οι νεότερες εκδόσεις είναι οι ATmega328 και ATmega168 ενώ οι παλαιότερες εκδόσεις έχουν το ATmega8.

Υπάρχουν 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 ένα κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz.



Εικόνα 2.1.1.1

**Τα χαρακτηριστικά του arduino uno**

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Τα αισθητήρια είναι τύπου υπερήχων.  
 Το πρώτο είναι για απόσταση από 0cm έως 40cm.



Εικόνα 2.1.1.2

**Electro-optical Characteristics**

Ta = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5 VDC

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTES
Measuring Distance Range	ΔL		4	—	30	cm	1, 2
Output Terminal Voltage	V <sub>O</sub>	L = 30 cm	0.25	0.4	0.55	V	1, 2
Output Voltage Difference	ΔV <sub>O</sub>	Output change at ΔL (30 cm – 4 cm)	1.95	2.25	2.55	V	1, 2
Average Supply Current	I <sub>CC</sub>	L = 30 cm	—	33	50	mA	1, 2

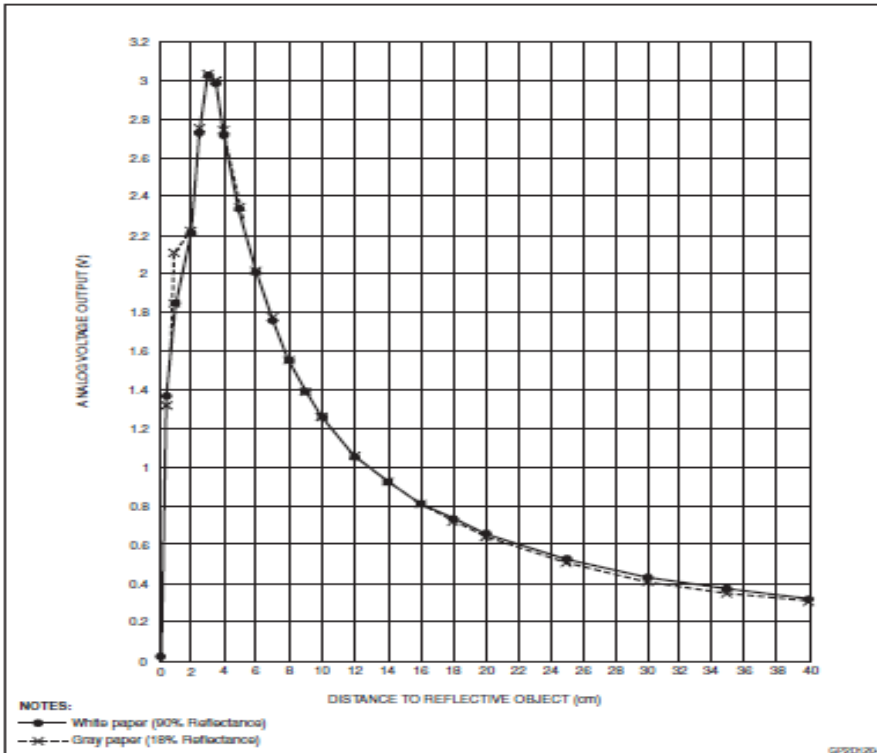


Figure 4. GP2D120 Example of Output Distance Characteristics

Εικόνα 2.1.1.3

Το δεύτερο είναι για απόσταση από 0cm έως 140cm.

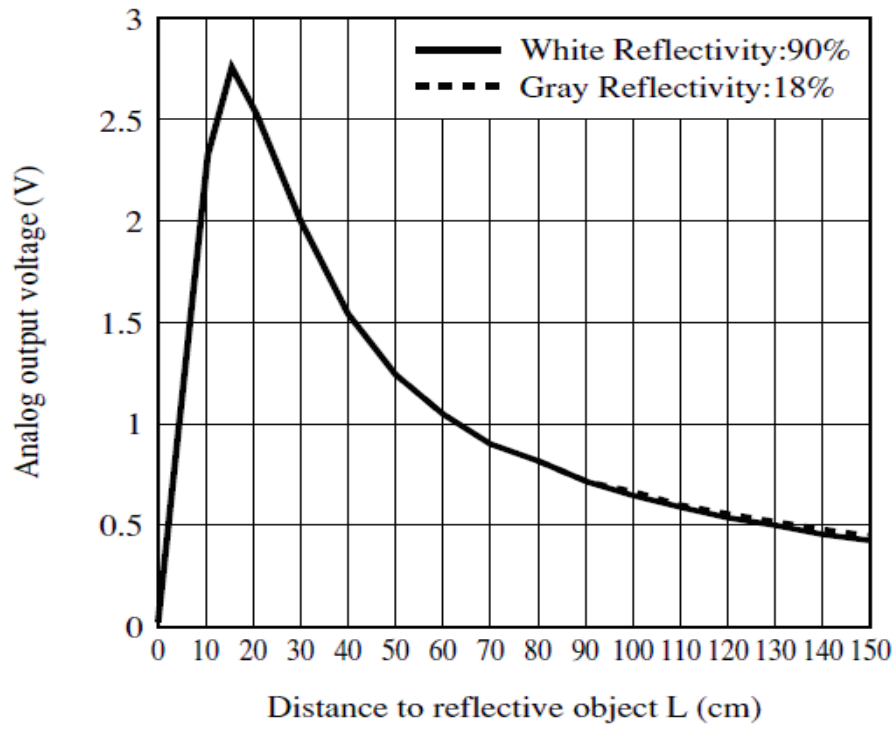


Εικόνα 2.1.1.4

#### ■ Electro-optical Characteristics

( $T_a=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=5\text{V}$ )

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Distance measuring range	$\Delta L$	*2 *3	20	-	150	cm
Output terminal voltage	$V_O$	*2 $L=150\text{cm}$	0.25	0.4	0.55	V
Difference of output voltage	$\Delta V_O$	*2 Output change at $L=150\text{cm}$ to $20\text{cm}$	1.8	2.05	2.3	V
Average dissipation current	$I_{CC}$	-	-	33	50	mA



Εικόνα 2.1.1.5

Το buzzer το οποίο εκπέμπει ηχητική ειδοποίηση.



Εικόνα 2.1.1.6

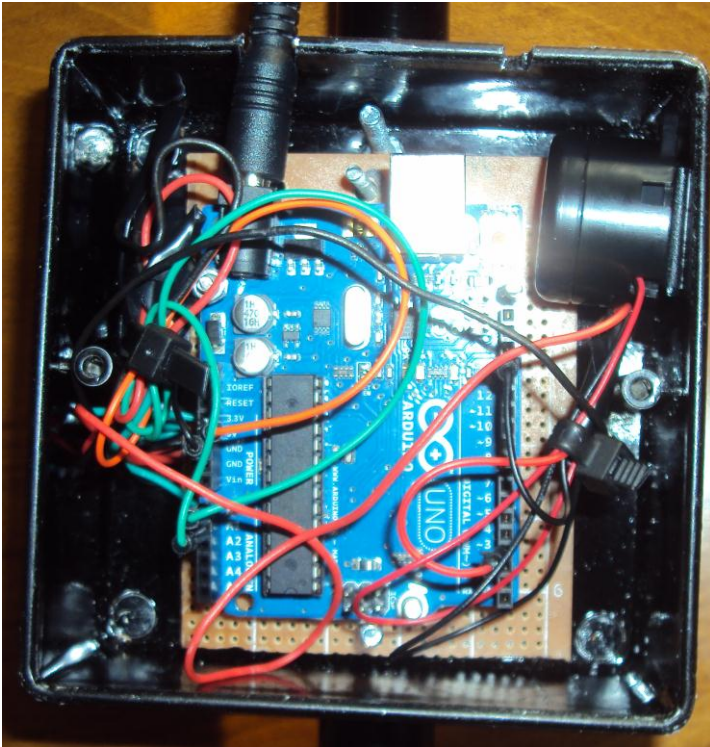
### Συνδεσμολογία.

Όλα τα εξαρτήματα όπως αναφέραμε συνδέονται επάνω στην πλακέτα του arduino.

Το αισθητήριο για την απόσταση από 0 έως 40cm συνδέεται στο pin A1 ενώ το αισθητήριο για την απόσταση από 0cm έως 140cm συνδέεται στο pin A0. Η τροφοδότηση τους είναι 5volt καθώς συνδέονται και στη γείωση. Το Buzzer με τη σειρά του συνδέεται στη γείωση καθώς και στον ακροδέκτη PWM 3.



Εικόνα 2.1.1.7



Εικόνα 2.1.1.8



Εικόνα 2.1.1.9



## 2.1.2 Λογισμικό

### ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

```
int analogPin = A0; //0-140
int analogPin2 = A1; //0-40
float volt;
float volt2;
int buz=3;
```

```
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop()
{
    int val;
    int val2;

    val2 = analogRead(analogPin2);
    volt2 = float(val2) * 0.004882;

    val = analogRead(analogPin);
    volt = float(val) * 0.004882;

    if((volt>=0.6) && (volt<1)){

        Serial.println("makrya");

        analogWrite(buz,255);
    }
```



## ΕΞΗΓΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Στο πρόγραμμα μας αρχικά δηλώνουμε τις μεταβλητές μας A0 και A1 που είναι τα pin που συνδέονται τα αισθητήρια μας πάνω στη πλακέτα arduino. Δηλώνουμε τις μεταβλητές volt και volt2 από τις οποίες παίρνουμε το αποτέλεσμα σε volt των δύο αισθητηρίων μας. Επίσης δηλώνουμε και το pin 3 που συνδέεται το buzzer μας.

Μέσα στην συνάρτηση void setup δεν περιμένουμε να επιστρέψει τίποτα το πρόγραμμα μας και εκτελείται μια φορά κατά την λειτουργία του προγράμματος.

Στη συνάρτηση void loop ελέγχετε κάθε φορά το πρόγραμμα δηλαδή ελέγχονται για το τι τιμές παίρνουν οι μεταβλητές. Μέσα στη void loop σαν δομή ελέγχου χρησιμοποιούμε την if για να συγκρίνουμε τις τιμές και να υπολογίσουμε την απόσταση, από την οποία το buzzer μας παίρνει ανάλογη ηχητική ένδειξη.

### 2.1.3 Προβλήματα που αντιμετωπίσαμε

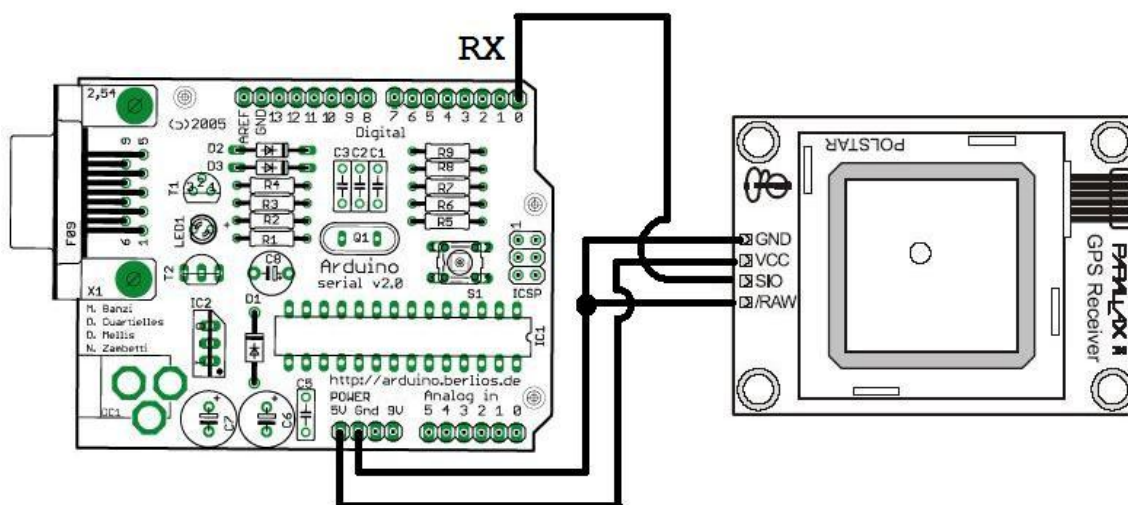
Η παρούσα πτυχιακή εργασία εμπνεύστηκε από ένα άτομο με πραγματικό πρόβλημα όρασης που ανήκει στο πολύ κοντινό μας περιβάλλον. Μέσω της εργασίας αυτής καταλάβαμε την αναγκαιότητα πάνω από όλα της όρασης καθώς και τι μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία σε άτομα που αντιμετωπίζουν τέτοιου είδους προβλήματα. Σαν εργασία δεν ήταν δύσκολη όμως συναντήσαμε διάφορου τύπου προβλήματα όπως στη ρύθμιση των αισθητηρίων.

Από τις γραφικές τους παραστάσεις όπως αναφέρεται και παρακάτω υπήρχε απόκλιση στο πεδίο τιμών. Αυτό συνέβη και στα δύο αισθητήρια. Τα αισθητήρια είναι τύπου υπερύθρων. Για αυτό χρησιμοποιήθηκαν και δύο αισθητήρια για να χωριστούν σε ζώνες το εύρος των τιμών τους.

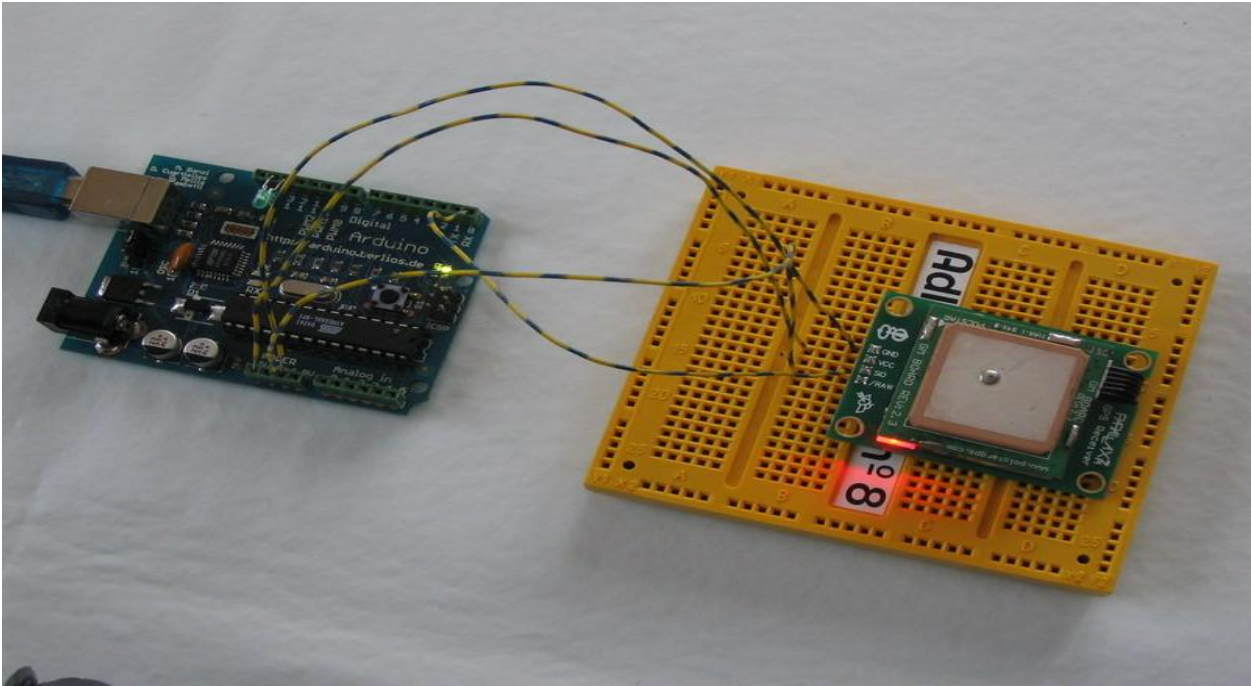
### 2.1.4 Εξέλιξη ανιχνευτή εμποδίου

Ο ανιχνευτής εμποδίων είναι μια κατασκευή που ανιχνεύει εμπόδια και ειδοποιεί τον χρήστη μέσω ηχητικής ένδειξης. Ωστόσο θα μπορούσαμε να επεκτείνουμε την εφαρμογή μας χρησιμοποιώντας μια μονάδα GPS. Συνδέοντας το arduino με το GPS θα μπορεί μέσω του κώδικα να διαβάζει πληροφορίες όπως την ημερομηνία, την ώρα, τον τόπο μέσω δορυφόρου και να πληροφορεί τον χρήστη για το που ακριβώς βρίσκεται. Η μονάδα συνδέεται στο arduino μέσω ενός 4800 bps TTL.

Μόνο τέσσερα καλώδια απαιτούνται για να διαβάσει τα δεδομένα του GPS. Η πληροφορία μπορεί να δίνεται στον χρήστη μέσω συσκευών φωνής όπως είναι τα ακουστικά.



Εικόνα 2.1.4



Εικόνα 2.1.5

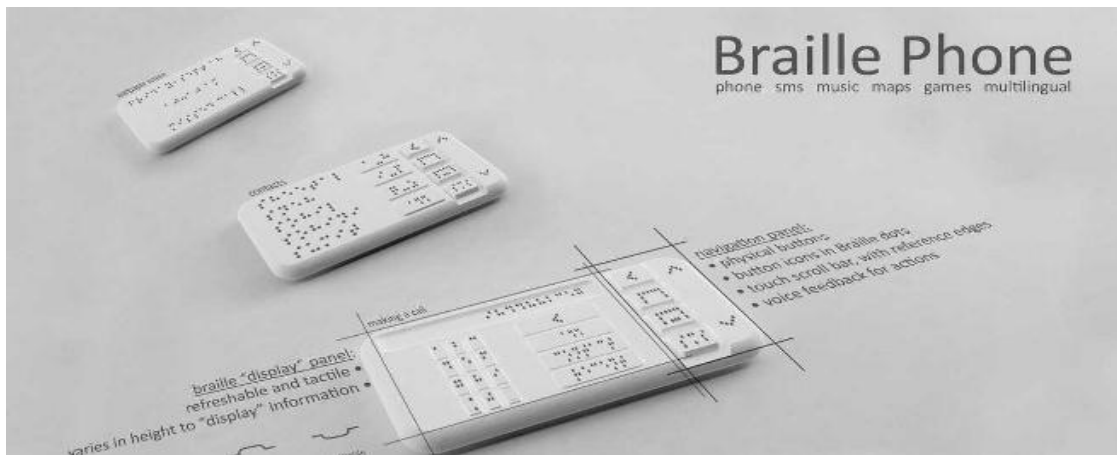
## Κεφάλαιο 3

### 3.1 Εξέλιξη της τεχνολογίας και κατασκευές για άτομα με προβλήματα όρασης

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας πλέον είναι πολλά υποσχόμενη για τα άτομα με προβλήματα όρασης. Πολλές έρευνες και κατασκευές έχουν τεθεί σε εφαρμογή για να διευκολύνουν τους ανθρώπους με προβλήματα όρασης και ας μην είναι ακόμα κάποιες εφαρμογές διαθέσιμες στο εμπόριο. Πολύ χρήσιμες εφαρμογές είναι:

#### 3.1.2 Braille Phone

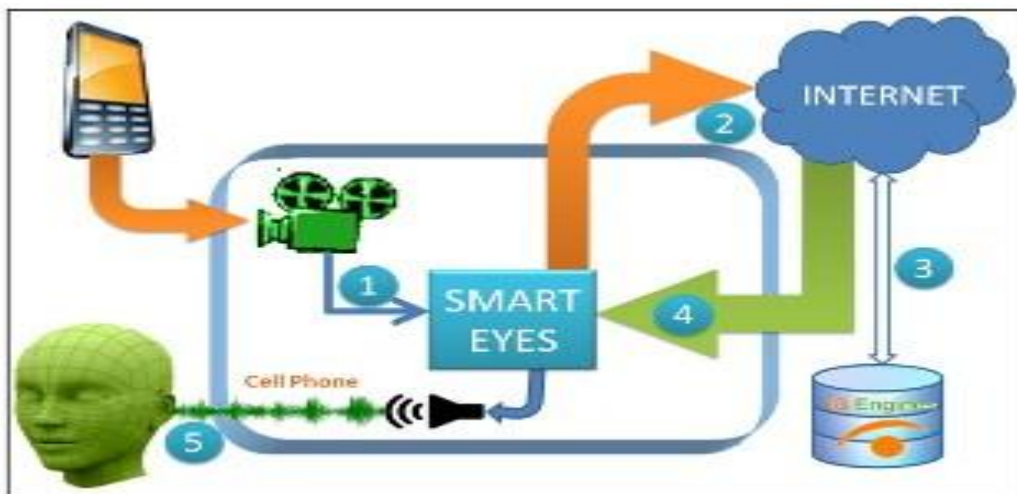
Είναι ένα κινητό τελευταίας τεχνολογίας που την κατασκευή έχει αναλάβει το Ινστιτούτο Τεχνολογιών της Ινδίας. Το πρωτότυπο αυτό smartphone θα διαθέτει ειδική οθόνη αφής με σύστημα Braille, δίνοντας τη δυνατότητα στους τυφλούς να διαβάζουν και να πληκτρολογούν μηνύματα. Η τεχνολογία Shape Memory Alloy της οθόνης, θα μπορεί να μετατρέπει το πλέγμα μικροσκοπικών ακίδων σε μοτίβα του συστήματος Braille, σχηματίζοντας τα κατάλληλα κάθε φορά σύμβολα και αριθμούς.



Εικόνα 3.1.2

### 3.1.3 Smart Eyes

Το SmartEyes αποτελείται από ένα κινητό τηλέφωνο/φορητό υπολογιστή χειρός με δέκτη GPS και ακουστικά, και διαθέτει σύστημα επικοινωνίας με το χρήστη. Έχει ψηφιακούς χάρτες με ειδικές πληροφορίες. Το σύστημα συλλέγει πληροφορίες για την ακριβή θέση του χρήστη μέσω GPS τα επεξεργάζεται και παρέχει στο χρήστη όλες τις απαραίτητες πληροφορίες προσανατολισμού μέσω ηχητικών μηνυμάτων. Επιπλέον έκτακτα ηχητικά μηνύματα προειδοποιούν το χρήστη για την προσέγγισή του σε προεπιλεγμένα από τον ίδιο σημεία όπως στάσεις λεωφορείων και φωτεινούς σηματοδότες. Οι πληροφορίες που παρέχει στον χρήστη του δίνουν την δυνατότητα να δρομολογηθεί από πού και αν είναι στον προορισμό του ακόμα και με μέσα μαζικής μεταφοράς καθώς του δίνει πληροφορίες για διάφορα σημεία ενδιαφέροντος.



Εικόνα 3.1.3

### 3.1.4 Λογισμικό για τυφλούς χρήστες

Ελπίδα σε χρήστες του διαδικτύου που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης χαρίζουν Έλληνες ερευνητές.

Τέσσερις επιστήμονες από τη Θεσσαλονίκη κατασκεύασαν λογισμικό που επιτρέπει σε τυφλούς να μπαίνουν στο διαδίκτυο και να βλέπουν τα πάντα. Μέσα από το λογισμικό αυτό ζωντανεύουν τις ιστοσελίδες του διαδικτύου με την αίσθηση της αφής και της ακοής, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σε ανθρώπους με προβλήματα όρασης να εξερευνούν στον υπολογιστή τους ακόμη και χάρτες.

Το ποντίκι είναι μια συσκευή που δίνει την αίσθηση της αφής. Μετακινώντας ο χρήστης τον κέρσορα αισθάνεται την ανάδραση. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξερευνήσει και έναν χάρτη στο διαδίκτυο, αφού η συσκευή θα του μεταφέρει τις πληροφορίες με την αίσθηση της αφής και θα είναι σαν να τον ακουμπούσε.

### 3.1.5 BrainPort

Το Brainport είναι μια συσκευή που μπορεί να διαβάσει λέξεις, να αναγνωρίσει σχήματα και να περιπλανηθεί παρά το γεγονός ότι ο χρήστης είναι εντελώς τυφλός.

Η συσκευή BrainPort μετατρέπει οπτικές εικόνες σε μια σειρά ηλεκτρικών παλμών που στέλνονται στη γλώσσα. Η διαφορετική ισχύς των ηλεκτρικών παλμών, που γίνονται αντιληπτοί στη γλώσσα, μπορεί να ερμηνευθεί, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να οπτικοποιήσει νοητικά το περιβάλλον του και να πλοηγηθεί ανάμεσα από αντικείμενα. Η συσκευή περιλαμβάνει μια μικροσκοπική βιντεοκάμερα, προσαρμοσμένη σε ένα ζεύγος γυαλιών, τα οποία συνδέονται με ένα πλαστικό το οποίο ο χρήστης τοποθετεί στη γλώσσα του για να διαβάσει τους ηλεκτρικούς παλμούς. Η κάμερα στέλνει σήματα στη γλώσσα και ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τι σημαίνουν τα σήματα και να τα μετατρέψει σε σχήματα.



Εικόνα 3.1.5

### 3.1.6 Έξυπνα γυαλιά

Τα έξυπνα γυαλιά είναι μια επαναστατική μέθοδος πολλά υποσχόμενη. Ερευνητές από το πανεπιστήμιο της Οξφόρδης ανέπτυξαν έξυπνα γυαλιά στα οποία θα τοποθετηθούν μικροσκοπικές κάμερες και μαζί με ένα μικρό υπολογιστή στο μέγεθος κινητού θα μπορούν να προειδοποιούν ανθρώπους με προβλήματα όρασης για τυχόν αντικείμενα που βρίσκονται μπροστά τους. Με αυτό τον τρόπο οι άνθρωποι με προβλήματα όρασης θα μπορούν να κυκλοφορούν σε εμπορικά κέντρα και σταθμούς με μεγαλύτερη ευκολία, αφού πέραν της προειδοποίησης για τυχόν εμπόδια, θα μπορούν να ενημερώνονται για αριθμούς σε πίνακες αναρτήσεων, ακόμα και τις ενδείξεις σε ταμειακές μηχανές.



Εικόνα 3.1.6



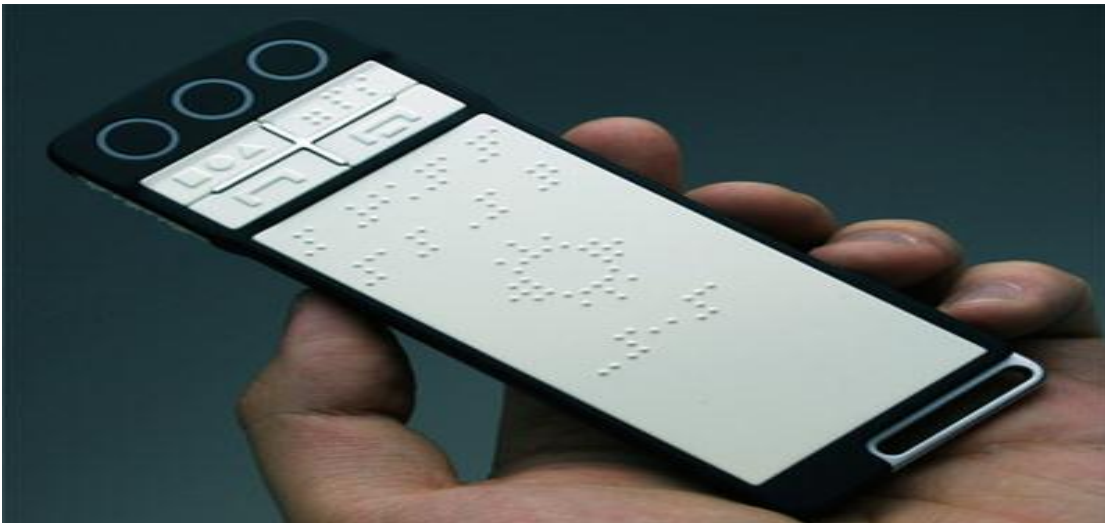
### 3.1.7 Αυτοκίνητο για τυφλούς

Η Google είχε κάνει γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια χρηματοδοτεί την ανάπτυξη τεχνολογίας που θα μετατρέπει ένα συμβατικό αυτοκίνητο σε αυτόνομο. Όπως φαίνεται η ανάπτυξη του συστήματος ολοκληρώθηκε αφού ξεκίνησε τις δοκιμές και μάλιστα με τον πιο εντυπωσιακό τρόπο. Ενσωμάτωσε το σύστημα σε ένα Toyota Prius και έβαλε στη θέση του οδηγού έναν τυφλό.

Το σύστημα περιλαμβάνει κάμερες, ραντάρ και λέιζερ και έχει ενσωματωμένες τοποθεσίες και διαδρομές που επιτρέπουν στο όχημα το οποίο το διαθέτει να κινείται αυτόνομα.

### 3.1.8 B-Touch Mobile Phone

Είναι μια συσκευή με ενσωματωμένη τη γραφή Braille, από την οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διευκολύνει την καθημερινή του ζωή αφού μπορεί να τη χρησιμοποιεί για να μιλά, να διαβάζει, να αναγνωρίζει αντικείμενα.



Εικόνα 3.1.8

### 3.1.9 Έξυπνο ρολόι

Είναι μια συσκευή την οποία μπορεί να φοράει ο χρήστης και να αντιλαμβάνεται την ακριβή ώρα. Διαθέτει 2 δίσκους ο καθένας με μια μικρή ανάγλυφη τελεία, που δείχνουν την ώρα και τα λεπτά.



Εικόνα 3.1.9

### 3.2.1 Βραχιόλι Πλοήγησης

Είναι ένα βραχιόλι πλοήγησης το οποίο μέσω GPS παρέχει ηχητικές οδηγίες στον χρήστη για την πλοήγηση του. Φοριέται στο χέρι του χρήστη και είναι πολύ εύχρηστο για άτομα με πρόβλημα όρασης



Εικόνα 3.2.1

### 3.2.2 Braille Polaroid Camera

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αγγίζοντας ένα αντικείμενο να καταλάβει τι είναι. Το Braille Polaroid Camera λειτουργεί και ως Braille εκτυπωτής δείχνοντας το βασικό σχήμα ενός αντικειμένου σε υφή, έτσι ώστε οι τυφλοί να μπορούν να συλλέγουν αυτά τα σχήματα σε ένα άλμπουμ σαν φωτογραφίες.



Εικόνα 3.2.2

#### 4.1.1 Μικροελεγκτής

Ο μικροελεγκτής είναι ένας τύπος επεξεργαστή ουσιαστικά μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα ελέγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα, ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα.

#### 4.1.2 Διαφορές από τον μικροεπεξεργαστή

Στους σύγχρονους μικροεπεξεργαστές για μη ενσωματωμένα συστήματα παραδείγματος χάρι τους μικροεπεξεργαστές των προσωπικών υπολογιστών δίνεται έμφαση στην υπολογιστική ισχύ. Η ευελιξία ανάπτυξης διάφορων εφαρμογών είναι μεγάλη όπως η λειτουργικότητα του τελικού συστήματος η οποία δεν είναι εξειδικευμένη. Αντίθετα στους μικροεπεξεργαστές για ενσωματωμένα συστήματα – μικροελεγκτές - οι οποίοι έχουν μικρότερες ή μηδαμινές δυνατότητες συνεργασίες με εξωτερικά περιφερειακά αυτού του είδους η ευελιξία είναι περιορισμένη και η υπολογιστική ισχύ. Οι μικροελεγκτές δίνουν έμφαση στο μικρό αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που απαιτείται για τη λειτουργία μιας συσκευής, το χαμηλό κόστος και την εξειδίκευση.

#### 4.1.3 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι:

- **Η αυτονομία.**  
Μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων όπως θύρες και μνήμες επικοινωνίας. Έτσι πολλοί μικροελεγκτές δεν χρειάζονται κανένα άλλο ολοκληρωμένο για να λειτουργήσουν. Η ενσωμάτωση περιφερειακών σημαίνει ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος μεγιστοποιώντας τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
  - **Χαμηλό κόστος**  
Το χαμηλό κόστος είναι αυτό που τους έχει κάνει τόσο διαδεδομένους, δίνει τη δυνατότητα χρήσης τους από διάφορου τύπου χρήστες. Επίσης μπορεί κάποιος να πάρει μεγάλη ποσότητα.
  - **Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές.**  
Το πλεονέκτημα αυτό προκύπτει από το μικρότερο αριθμό και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων καθώς και τις χαμηλές ταχύτητες λειτουργίας.
  - **Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.**  
Υπάρχουν μικροελεγκτές χωρίς μνήμη προγράμματος οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως ROM-less. Αυτοί παρέχουν πάντοτε μια παράλληλη αρτηρία δεδομένων, πάνω στην οποία συνδέονται εξωτερικές μνήμες προγράμματος και RAM. Τέτοιοι τύποι μικροελεγκτών προορίζονται για πιο ισχυρά υπολογιστικά συστήματα ελέγχου με μεγαλύτερες απαιτήσεις μνήμης.  
Μικροελεγκτές με μνήμη ROM η οποία κατασκευάζεται με το λογισμικό της ή γράφεται μόνο μία φορά. Παρέχουν τη δυνατότητα πολύ χαμηλού κόστους όταν αγοράζονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες.  
Μικροελεγκτές με μνήμη FLASH η οποία μπορεί συνήθως να προγραμματιστεί πολλές φορές. Αυτή είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία. Συχνά ο προγραμματισμός της μνήμης μπορεί να γίνει ακόμη και πάνω στο κύκλωμα της ίδιας της ενσωματωμένης εφαρμογής. Αυτοί οι μικροελεγκτές έχουν ουσιαστικά αντικαταστήσει τους παλαιότερους τύπους EPROM που έσβηναν με υπεριώδη ακτινοβολία.  
Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται ένας μικροελεγκτής μπορεί να περιέχει
- Μία ή περισσότερες ασύγχρονες σειριακές θύρες επικοινωνίας.
  - Σύγχρονες σειριακές θύρες επικοινωνίας

- Ολόκληρα υποσυστήματα για την άμεση υποστήριξη από υλικό-λογισμικό των πιο σύνθετων πρωτοκόλλων επικοινωνίας όπως CAN ,HDLC ,ISDN,ADSL.
- Μονάδα άμεσης εκτέλεσης πράξεων κινητής υποδιαστολής η οποία είναι πάντοτε πιο γρήγορη από την ALU του επεξεργαστή .Τέτοιες μονάδες χαρακτηρίζουν τους μικροελεγκτές με δυνατότητες ψηφιακής επεξεργασίας σήματος.
- Περισσότερες από μία εισόδους για μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.
- Μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό σήμα.
- Ελεγκτή οθόνης υγρών κρυστάλλων. Υποσύστημα προγραμματισμού πάνω στο κύκλωμα

Η επιτυχία μιας οικογένειας μικροελεγκτών καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα και την ευχρηστία των σχετικών εργαλείων ανάπτυξης όπως μεταφραστές από γλώσσες υψηλού επιπέδου σε γλώσσα κατανοητή από τον μικροελεγκτή,προγραμματιστές της εσωτερικής μνήμης και εργαλεία εκσφαλμάτωσης. Στους μικροελεγκτές τα εργαλεία αυτά δεν αποτελούνται ποτέ από λογισμικό καθώς δεν υπάρχει τυποποιημένος τρόπος επικοινωνίας με αυτούς. Στον τομέα των εργαλείων ανάπτυξης δραστηριοποιούνται όχι μόνο οι ίδιοι οι κατασκευαστές μικροελεγκτών αλλά και εξειδικευμένες εταιρίες.Η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού των μικροελεγκτών είναι η C, η C++ και οι παραλλαγές τους. Σε τμήματα του λογισμικού όπου απαιτείται ταχύτητα ή μικρό μέγεθος χρησιμοποιούμενης μνήμης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Assembly.

### 5.1.1 Αισθητήρια

#### Ορισμός αισθητηρίων

Ένας αισθητήρας μετατρέπει το φυσικό μέγεθος το οποίο αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή του συστήματος μέτρησης σε πληροφορία ηλεκτρικού μεγέθους.

Ένας αισθητήρας παράγει σήμα εξόδου το οποίο μπορεί να αποτελεί μεταβολή μεγέθους του πλάτους, της συχνότητας, της φάσης, του κύκλου εργασίας

### 5.1.2 Είδη αισθητήρων και ανιχνεύσιμων μορφών

Ενέργεια	Αισθητήρας
Ηλεκτρική	Τάσης, αντίστασης, αγωγιμότητας, χωρητικότητας, φορτίου, ρεύματος
Θερμική	Θερμοκρασίας, ροής θερμότητας, ροής αερίων, θερμικής αγωγιμότητας
Μηχανική	Ροής, πίεσης, μετατόπισης, ταχύτητας, επιτάχυνσης, δύναμης μάζας
Μαγνητική	Μαγνητικού πεδίου, ροής, μαγνητικής διαπερατότητας
Ακτινοβολία	Υπεριώδους, υπερύθρου, μικροκυμάτων, ακτινών X, ακτινών γ
Χημική	Συγκέντρωσης αερίων, υγρασίας, pH, συγκέντρωσης ιόντων, ατμών, οσμών.

### Είδη αισθητήρων

#### Παθητικοί αισθητήρες.

Οι παθητικοί αισθητήρες παράγουν ένα ηλεκτρικό σήμα ως απόκριση σε κάποιο ερέθισμα χωρίς να απαιτούν ηλεκτρική ισχύ, μετατρέποντας την ενέργεια του εισερχόμενου ερεθίσματος στην μορφή του εξερχόμενου σήματος παραδείγματος χάρη τον πιεζοηλεκτρικό αισθητήρα, την φωτοδίοδο.

#### Ενεργοί αισθητήρες.

Οι ενεργοί αισθητήρες προκειμένου να παράγουν το σήμα εξόδου απαιτούν κατανάλωση ενέργειας η οποία προέρχεται από εξωτερική πηγή. Παράδειγμα είναι ο αισθητήρας θερμοκρασίας LM 135 ο οποίος απαιτεί τάση τροφοδοσίας για τη λειτουργία του.

#### Απόλυτοι αισθητήρες.

Απόλυτος χαρακτηρίζεται ο αισθητήρας του οποίου το σήμα παραγωγής αναφέρεται σε μία απόλυτη φυσική κλίμακα που είναι ανεξάρτητη από τις συνθήκες μέτρησης όπως στην περίπτωση μέτρησης της πίεσης με αναφορά το κενό.

#### Σχετικοί αισθητήρες

Σχετικός αισθητήρας χαρακτηρίζεται εκείνος ο οποίος παράγει σήμα που αναφέρεται σε μια ειδική

κλίμακα τιμών όπως στην περίπτωση του μανόμετρου.

### 5.1.3 Χαρακτηριστικά αισθητηρίων

Τα χαρακτηριστικά που εξετάζουμε σε ένα αισθητήρα είναι

- Η συνάρτηση μεταφοράς
- Το εύρος πλήρους κλίμακας εισόδου
- Το εύρος πλήρους κλίμακας εξόδου
- Η ακρίβεια και η ακρίβεια προσέγγισης
- Η βαθμονόμηση
- Η υστέρηση
- Η μη γραμμικότητα
- Η διακριτική ικανότητα
- Η επαναληψιμότητα
- Ο συντελεστής κορεσμού
- Η νεκρή ζώνη
- Η σύνθετη αντίσταση εξόδου
- Η διέγερση
- Η αξιοπιστία
- Το ελάχιστο σήμα κατωφλίου
- Ο χρόνος απόκρισης
- Ο θόρυβος
- Η ολίσθηση
- Ο χρόνος προθέρμανσης

### Συνάρτηση μεταφοράς αισθητήρα

Ένας ιδανικά σχεδιασμένος και κατασκευασμένος αισθητήρας παράγει σήμα εξόδου που αντιπροσωπεύει την αληθινή τιμή του ερεθίσματος. Η συνάρτηση του σήματος εξόδου αποτελεί την ταυτότητα του αισθητήρα ή της μετρητικής διάταξης. Η σχέση εξόδου/εισόδου χαρακτηρίζεται από την αποκαλούμενη συνάρτηση μεταφοράς. Μέσω της συνάρτησης μεταφοράς σχεδιάζονται οι μονάδες προσαρμογής του σήματος. Αυτή η συνάρτηση καθορίζει την εξάρτηση μεταξύ του ηλεκτρικού σήματος  $S$  που παράγεται από τον αισθητήρα και του ερεθίσματος  $s$  που αποτελεί την είσοδο του αισθητήρα.

$$S=f(s)$$

Γραμμική συνάρτηση μεταφοράς

$$S=a+bs$$

Λογαριθμική συνάρτηση μεταφοράς

$$S=a+b \ln s$$

Εκθετική συνάρτηση μεταφοράς

$$S=ae^{ks}$$

όπου  $k$  :σταθερά

Πολυωνμική συνάρτηση μεταφοράς

$$S=a_0+a_1s^k$$

Πολλοί αισθητήρες παρουσιάζουν συνάρτηση μεταφοράς η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως για παράδειγμα η επίδραση της ανίχνευσης θερμικού φαινομένου.

### **Εύρος πλήρους κλίμακας εισόδου**

Το εύρος πλήρους κλίματος εισόδου(Span-Input Full Scale, IFS) ενός αισθητήρα αποτελεί η αλγεβρική διαφοράς της ελάχιστης( $X_{min}$ ) από τη μέγιστη( $X_{max}$ ) τιμή του ερεθίσματος και δίνεται:

$$Span=X_{max}-X_{min}$$

Για παράδειγμα αισθητήρας πίεσης με κλίμακα εισόδου(10,200)<sub>psi</sub> έχει εύρος πλήρους κλίμακας εισόδου  $Span=X_{max}-X_{min}=200-10=190psi$

### **Εύρος πλήρους κλίμακας εξόδου**

Ευρος πλήρους κλίμακας εξόδου, FSO αποτελεί η αλγεβρική διαφορά μεταξύ του μέγιστου ( $Y_{max}$ ) και του ελάχιστου( $Y_{min}$ ) σήματος εξόδου σε όλο το πεδίο εισόδου του ερεθίσματος του αισθητήρα.

### **Η ακρίβεια και η ακρίβεια προσέγγισης**

Η ακρίβεια μιας διεργασίας ελέγχου η οποία μπορεί να περιλαμβάνει τον απλό έλεγχο της στάθμης μέσα σε μία δεξαμενή μέχρι τον έλεγχο της ταχύτητας σωματιδίων σε μια σήραγγα προσδιορίζεται από την ακρίβεια που φέρει ο αισθητήρας του συστήματος. Η ακρίβεια ενός συστήματος προσδιορίζεται από την ακρίβεια που φέρει ο αισθητήρας κατά τη διάρκεια της βαθμονόμησης.

Ως ακρίβεια ενός αισθητήρα ορίζεται η διαφορά που παρουσιάζει το σήμα εξόδου σε σχέση με την πραγματική τιμή. Για το λόγο ότι ποτέ δεν είναι γνωστή η πραγματική τιμή του μεγέθους αποδίδουμε την ακρίβεια μέσω σχετικού σφάλματος με την παρακάτω σχέση.

$$e = (\text{μετρούμενη τιμή} - \text{πραγματική τιμή}) / \text{πραγματική τιμή}$$

### **Ακρίβεια προσέγγισης**

Άμεσα συνδεδεμένο μέγεθος με την ακρίβεια είναι η εκτίμηση του σφάλματος η οποία καλείται αβεβαιότητα(uncertainty). Η έννοια της αβεβαιότητας εμφανίστηκε στην μετρολογία πρόσφατα. Έχει δημιουργηθεί ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μέτρων (International Organization for Standards ISO) ο οποίος καθορίζει τον προσδιορισμό της αβεβαιότητας των μετρήσεων. Η έννοια της αβεβαιότητας συγγέεται με την έννοια του σφάλματος. Το σφάλμα αναφέρεται στην πραγματική διαφορά μεταξύ της μέτρησης και της εικαζόμενης τιμής της ενώ η αβεβαιότητα στρέφεται στο κατά πόσο σωστή είναι η μετρήσιμη τιμή του μεγέθους.

### **Βαθμονόμηση**

Ο όρος βαθμονόμηση καλιμπράρισμα (calibration) χρησιμοποιείται από τη μετρολογία για την απόδοση της ακρίβειας των φυσικών προτύπων σε σχέση με τον αισθητήρα ή τον μορφομετατροπέα που μετρά το μέγεθος. Οι διαδικασίες της βαθμονόμησης μπορούν να ελέγξουν την κατάσταση ενός αισθητήρα ,ενός μορφομετατροπέα ή ενός μετρητικού συστήματος ώστε να εξασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία του στοιχείου και την αξιοπιστία των μετρήσεων. Η διαδικασία της βαθμονόμησης απαιτεί ακριβή έλεγχο των παραμέτρων στους οποίους ο προς πιστοποίηση αισθητήρας ή μορφομετατροπέας θα πιστοποιηθεί. Το πιστοποιητικό βαθμονόμησης που συνοδεύει κάθε αισθητήρα ή όργανο πιστοποιεί ότι το στοιχείο λειτουργεί σωστά και μετρά κανονικά. Στη μετρολογία διακρίνουμε δύο τύπους



βαθμονόμησης, τη στατική και τη δυναμική. Κατά τη στατική βαθμονόμηση οι τιμές εισόδου-ερεθίσματα δεν μεταβάλλονται με το χρόνο. Αντίθετα στη δυναμική βαθμονόμηση οι τιμές εισόδου-ερεθίσματα μεταβάλλονται στο χρόνο.

## **Υστέρηση**

Μερικοί αισθητήρες δεν επιστρέφουν την ίδια τιμή του σήματος εξόδου όταν το ερέθισμα εισόδου υπόκειται σε παλινδρόμηση μεταξύ δύο σημείων του μεγέθους. Το φαινόμενο αυτό ορίζεται ως υστέρηση(hysteresis) και δεν είναι σταθερό. Αυτό σημαίνει ότι με τη συνεχή χρήση ενός αισθητήρα στο χρόνο το φυσικό του υλικό μπορεί να αλλοιωθεί και να παρουσιάσει μεγαλύτερο βαθμό υστέρησης. Για το λόγο αυτό απαιτείται σε τακτά χρονικά διαστήματα ο έλεγχος του στοιχείου. Για παράδειγμα αναφέρουμε τον γραμμικό διαφορικό μετατροπέα LVDT (variable inductance displacement transducer) και τον περιστροφικό διαφορικό μετατροπέα RVDT(rotary differencial transformer).Συνήθως μεγάλο βαθμό υστέρησης παρουσιάζουν στοιχεία που φέρουν μαγνήτες ή ηλεκτρομαγνήτες. Ειδικότερα μετρικές διατάξεις οι οποίες φέρουν μηχανικά στοιχεία με μεταβολή του μήκους τους όπως ελατήρια το φαινόμενο της μεταβολής της υστέρησης είναι μεγαλύτερο. Επίσης η οξείδωση στα μηχανικά στοιχεία συντελεί στην αύξηση του μεγέθους. Για τη μείωση του βαθμού υστέρησης απαιτείται η συνεχή λίπανση και η μηχανική συντήρηση των μηχανικών τμημάτων της μετρητικής διάταξης.

## **Μη γραμμικότητα**

Όταν οι τιμές εξόδου ενός αισθητήρα ή ενός μορφομετροπέα παρουσιάζουν απόκλιση από τη γραμμικότητα του τότε μιλάμε για σφάλμα μη γραμμικότητας. Για την γραμμικοποίηση της εξόδου του στοιχείου εφαρμόζουμε μαθηματικές διορθώσεις με λογισμική εφαρμογή.

## **Διακριτική ικανότητα**

Ως διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα ορίζεται η μικρότερη ανιχνεύσιμη μεταβολή του μετρήσιμου μεγέθους.

## **Επαναληψιμότητα**

Σφάλμα επαναληψιμότητας καλείται το σφάλμα που παρουσιάζει ένας αισθητήρας όταν για ίδιο ερέθισμα δεν παράγει ίδιο σήμα εξόδου.

## **Συντελεστής κορεσμού**

Απεικονίζεται στο σημείο στο οποίο ο αισθητήρας μετά από μία τιμή του ερεθίσματος παρουσιάζει στην έξοδο του κατάσταση κορεσμού. Για παράδειγμα ένας αισθητήρας θερμοκρασίας ο οποίος δίνει πλάτος σήματος εξόδου 100mV στο ανώτατο επίπεδο της ανίχνευσης του και αυξηθεί η θερμοκρασία το πλάτος σήματος εξόδου παραμένει 100mV.

## **Νεκρή ζώνη**

Νεκρή ζώνη χαρακτηρίζεται η μη δυνατότητα ανίχνευσης του ερεθίσματος ενός αισθητήρα για το οποίο το στοιχείο δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή στην έξοδο του.

## **Σύνθετη αντίσταση εξόδου του αισθητήρα**

Σύνθετη αντίσταση εξόδου του αισθητήρα(output impedance- $Z_{out}$ ) πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στην αντίσταση εισόδου του μετρητικού συστήματος προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη μεταφορά ισχύος του σήματος του στο ηλεκτρονικό κύκλωμα μέτρησης.

### **Διέγερση**

Διέγερση(excitation) χαρακτηρίζεται το δυναμικό τάσης ή η σταθερή ένταση ρεύματος που απαιτείται για τη λειτουργία ενός ενεργού αισθητήρα.Τυπικές τιμές τάσης πόλωσης ή διέγερσης δίνονται τα 3,3,5,10, και 12 volt .Τυπικές τιμές διέγερσης ρεύματος διέγερσης δίνονται τα 50 $\mu$ A,100 $\mu$ A,200 $\mu$ A και 1mA.

### **Αξιοπιστία**

Αξιοπιστία(Reliability) καλείται η ικανότητα που έχει ένας αισθητήρας να εργάζεται χωρίς σφάλματα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

### **Ελάχιστο σήμα κατωφλίου**

Ως ελάχιστο σήμα κατωφλίου(threshold) ενός αισθητήρα καλούμε εκείνη την τιμή του ερεθίσματος εισόδου που απαιτείται από τον αισθητήρα ώστε να ανιχνεύσει το ερέθισμα και να αποκριθεί σε αυτό.

### **Ο χρόνος απόκρισης**

Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος του αισθητήρα.

### **Ο θόρυβος**

Όλοι οι αισθητήρες παράγουν κάποιο θόρυβο παράλληλα με το σήμα εξόδου.Συχνές πηγές θορύβου είναι ο θερμικός θόρυβος των στοιχείων.Το φάσμα του θορύβου ποικίλει από αισθητήρα σε αισθητήρα.

### **Ολίσθηση**

Η ολίσθηση είναι ένα σύνθετο φαινόμενο του οποίου τα αποτελέσματα είναι η αλλαγή στην τιμή της ευαισθησίας του αισθητήρα.Η ολίσθηση οδηγούν οι μεταβολές των περιβαλλοντικών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η πίεση και η υγρασία που επιδρούν στα επιμέρους τμήματα του μετρητικού συστήματος ή του αισθητήρα.Μηδενική ολίσθηση(zero drift) έχουμε όταν μεταβάλλεται η θέση ηρεμίας του οργάνου.Τα αναλογικά πολύμετρα στη θέση του δείκτη φέρουν κοχλία ώστε να μηδενίζουν το σφάλμα της ολίσθησης.

### **Χρόνος προθέρμανσης**

Ο χρόνος προθέρμανσης(warm-up time) είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε ο αισθητήρας να λειτουργήσει κανονικά και να αποκριθεί στο ερέθισμα.

## **Κεφάλαιο 6**

### **6.1 .1Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης με επαφή**

Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης με επαφή καλούνται εκείνοι οι αισθητήρες που συνδέονται μηχανικά βρίσκονται σε επαφή με το αντικείμενο τη μετατόπιση του οποίου επιθυμούμε είτε να ανιχνεύσουμε είτε να μετρήσουμε. Παραδείγματα τέτοιων αισθητήρων είναι οι τερματικοί διακόπτες, οι αισθητήρες μεταβλητής αντίστασης και οι αισθητήρες κλίσης.

### **6.1.2Αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης από απόσταση**

Είναι εκείνοι οι αισθητήρες που δεν συνδέονται μηχανικά δεν βρίσκονται σε επαφή με το αντικείμενο του οποίου τη μετατόπιση επιθυμούμε είτε να ανιχνεύσουμε είτε να μετρήσουμε αλλά σε κάποια απόσταση από αυτό. Παραδείγματα τέτοιων αισθητήρων είναι: οι αισθητήρες μαγνητικής ροής, οι χωρητικοί αισθητήρες, οι αισθητήρες προσέγγισης, οι φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες και οι αισθητήρες λέιζερ.

### **6.1.3Αισθητήρες μεταβλητής αντίστασης-ποτενσιόμετρα**

Τα ποτενσιόμετρα ανάλογα με την κατασκευή τους μετρούν τη γραμμική μετατόπιση και την γωνιακή μετατόπιση. Επίσης τα ποτενσιόμετρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναφέρουν την απόλυτη θέση ενός αντικειμένου με αναφορά σε κάποιο σύστημα συντεταγμένων. Η χρήση τους απαιτεί την επαφή του οργάνου με το αντικείμενο. Τα ποτενσιόμετρα αποτελούνται από ένα κινητό αγωγίμο βραχίονα που καλείται δρομέας και είναι η μεσαία λήψη του ποτενσιομέτρου ο οποίος μπορεί να μετακινηθεί πάνω σε ένα στοιχείο αντίστασης. Το στοιχείο της αντίστασης διαιρείται ηλεκτρικά στο σημείο επαφής του με το βραχίονα δηλαδή της μεσαίας λήψης και έτσι δημιουργείται ένας διαιρέτης τάσης. Από τη σχέση ανάμεσα στην τάση και τη σχέση του αντικειμένου στην αρχική και τελική θέση του πριν και μετά τη μετακίνηση αντίστοιχα εξάγεται η μέτρηση για τη γραμμική ή τη γωνιακή μετατόπιση.

### **6.1.4Αισθητήρας κλίσης με ηλεκτρολύτη**

Οι αισθητήρες κλίσης με ηλεκτρολύτη αναφέρουν τη μετατόπιση ή και την απόλυτη θέση ενός αντικειμένου με αναφορά σε κάποιο σύστημα συντεταγμένων. Στην τυπική του μορφή ένας αισθητήρας κλίσης με ηλεκτρολύτη αποτελείται από μια σωληνοειδή κάψουλα υπό γωνία στην οποία καταλήγουν τρία ηλεκτρόδια-ηλεκτρικές επαφές.

### **6 .1.5Αισθητήρας κλίσης με φυσαλίδα**

Οι αισθητήρες κλίσης με φυσαλίδα αναφέρουν τη μετατόπιση ή και την απόλυτη θέση ενός αντικειμένου με αναφορά σε κάποιο σύστημα συντεταγμένων. Στην τυπική του μορφή ένας αισθητήρας κλίσης με φυσαλίδα αποτελείται από μια διαφανή ημισφαιρική κάψουλα που περιέχει κάποιο υγρό και μια φυσαλίδα αέρα. Στην κορυφή της κάψουλας υπάρχει μια φωτοδίοδος εκπομπής LED. Στη βάση της διάταξης υπάρχει ένας πίνακας από φωτοευαίσθητες επαφές P-N. Όταν η διάταξη βρεθεί υπό κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο, η φυσαλίδα αέρα τείνει να βρίσκεται πάντα στην κορυφή της διαφανούς κάψουλας.

Όταν ο αισθητήρας είναι σε οριζόντια θέση και σε ηρεμία το αποτύπωμα της φωτεινής ακτινοβολίας που διαπερνά τη φυσαλίδα στα στοιχεία του πίνακα με τις φωτοευαίσθητες επαφές είναι κυκλικό και άρα η φωτεινή ακτινοβολία είναι ισοκατανομημένη στα στοιχεία του πίνακα. Σε κάθε άλλη περίπτωση κλίσης ή μετακίνησης του αισθητήρα, προκαλεί μετακίνηση της φυσαλίδας με αποτέλεσμα το αποτύπωμα της

φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια του πίνακα P-N να γίνεται ελαφρώς ελλειπτικό και έτσι να έχουμε διαφορετική κατανομή της φωτεινής ακτινοβολίας στα στοιχεία του πίνακα με τις φωτοευαίσθητες επιφάνειες.

#### **6.1.6 Γραμμικός και στροφικός επαγωγικός αισθητήρας**

Εκτός από τη χρήση μεθόδου στοιχείων αντίστασης για τη μέτρηση της μετατόπισης ή της θέσης χρησιμοποιούνται συχνά μέθοδοι ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής που μπορούν να προσδιορίσουν την θέση και τη μετατόπιση κάποιου αντικειμένου.

Η αρχή λειτουργίας των μεθόδων ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής βασίζεται στη σύζευξη μαγνητικής ροής μεταξύ δύο αγωγών η οποία αλλάζει από την μετακίνηση κάποιου αντικειμένου και η οποία μπορεί να αναφέρει την αντίστοιχη μεταβολή στην τάση εξόδου του κυκλώματος του αισθητήρα. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο αξιοποιούν την μεταβολή ροής που προκαλείται από τη μετακίνηση.

#### **6.1.7 Γραμμικά μεταβαλλόμενος διαφορικός μετασχηματιστής**

Οι αισθητήρες μεταβλητών διαφορικών μετασχηματιστών παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα τα περισσότερα εκ των οποίων πηγάζουν από την αρχή λειτουργίας τους και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή τους.

### 7.1.1 Αισθητήρες αφής εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η έρευνα που σχετίζεται με τη δημιουργία αισθητήρων που μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα ερεθίσματα από το περιβάλλον αντίστοιχα με αυτά που δέχεται ένα ανθρώπινο δάκτυλο.

Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να γίνει η δημιουργία αίσθηση της αφής σε ένα ρομποτικό μηχανισμό.

Οι αισθητήρες αφής τοποθετούνται στο εσωτερικό των δακτύλων ενός τεχνητού χεριού ή μιας αρπάγης. Όταν έλθουν σε επαφή με ένα αντικείμενο και ενώ τα δάκτυλα το πιέζουν δίνουν πληροφορίες οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν είτε για την απεικόνιση του αντικειμένου είτε για τη συγκράτηση και τον ασφαλή χειρισμό του. Στην κατεύθυνση αυτή τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί αρκετοί αισθητήρες αφής. Με τη βοήθεια των αισθητήρων αυτών ένα μηχανικό χέρι έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει εργασίες αντίστοιχες με αυτές του ανθρώπινου χεριού.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές των αισθητήρων αφής σε τομείς της βιομηχανίας και της ιατρικής. Οι αισθητήρες αφής αποτελούν μια ειδική κατηγορία μετατροπέων δύναμης.

Για την κατασκευή των αισθητήρων αφής υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και τεχνικές ανάλογα με το περιβάλλον της εφαρμογής που θα χρησιμοποιηθούν.

### 7.1.2 Εφαρμογές αισθητήρων αφής

Οι αισθητήρες αφής χρησιμοποιούνται σε πλήθος ρομποτικών εφαρμογών μερικές από τις οποίες είναι:

- Συγκόλληση τόξου όπου αντιμετωπίζονται προβλήματα σχετικά με την κανονικότητα των υπό συγκόλληση επιφανειών.
- Εξέταση επιφάνειας αντικειμένου μέσω απεικόνισης του σχήματος του αντικειμένου.
- Μέτρηση επιφάνειας αντικειμένου.
- Συγκράτηση αντικειμένων από ρομπότ.
- Δημιουργία τεχνητών μελών.
- Δημιουργία τεχνητού δέρματος.

### 7.1.3 Αισθητήρας αφής με μεμβράνη

Ο ποιά απλός αισθητήρας αφής αποτελείται από δύο αγώγιμες μεμβράνες οι οποίες διαχωρίζονται από μονωτικό με κενά μεταξύ των δύο μεμβρανών. Η μία μεμβράνη συνδέεται με το κοινό σημείο αναφοράς του κυκλώματος ενώ η άλλη με μια αντίσταση pull-up.

Όταν σε κάποιο σημείο ασκηθεί φόρτιση πάνω στις μεμβράνες έχουμε ένωση στην περιοχή των κενών σημείων του διαχωριστικού των δύο μεμβρανών με αποτέλεσμα το κλείσιμο ενός κυκλώματος για την παραγωγή κατάλληλου σήματος.

Για τη δημιουργία ενός πίνακα αισθητήρα επαφής η μεμβράνη χωρίζεται με κενά σε διάταξη γραμμών και στηλών. Από τον πίνακα που δημιουργείται μέσω κατάλληλου κυκλώματος πολυπλέκτη μπορούμε να ανιχνεύσουμε το σημείο στο οποίο ασκήθηκε φόρτιση πάνω στη μεμβράνη. Οι αισθητήρες αφής χαρακτηρίζονται υπερευαίσθητοι στην παρουσία προσμίξεων στις επαφές τους προκαλώντας αστάθεια στη λειτουργία τους.

#### **7.1.4 Αισθητήρας τύπου πίνακα**

Οι αισθητήρες αφής τύπου πίνακα βασίζονται σε μετρήσεις που πραγματοποιούν μετατροπείς δύναμης . Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι σχεδιασμού αισθητηρίων τύπου πίνακα

- Μεταβλητής αντίστασης
- Μεταβλητής χωρητικότητας
- Οπτικοί αισθητήρες

#### **7.1.5 Αισθητήρας μεταβλητής αντίστασης**

Για την ανάπτυξη αισθητήρων μεταβλητής αντίστασης χρησιμοποιούνται δυναμικές αντιστάσεις (force sensitive resistors FSR). Οι δυναμικές αντιστάσεις είναι διατάξεις που κατασκευάζονται από υλικά των οποίων η ηλεκτρική αντίσταση μεταβάλλεται με την εφαρμοζόμενη δύναμη επάνω σε αυτά.

Μία δυναμική αντίσταση αποτελείται από μια τυπωμένη αγώγιμη επιφάνεια, ένα διαχωριστικό υλικό όπως σιλικόνη και από ένα τυπωμένο φιλμ με αγώγιμες γραμμώσεις.

#### **7.1.6 Αισθητήρας κινούμενης ράβδου**

Ο αισθητήρας κινούμενης ράβδου αποτελείται από ένα πίνακα κινούμενων ράβδων. Από το σώμα του αισθητήρα 16 ράβδοι μπορούν να μετατοπιστούν κάθετα. Ο ρομποτικός καρπός στον οποίο προσαρμόζεται το αισθητήριο μετακινείται προς τα κάτω αλλά και παράλληλα προς την επιφάνεια εργασίας. Έτσι το αισθητήριο μετακινείται ώσπου να φτάσει πάνω από το αντικείμενο και στη συνέχεια μετατοπίζεται κάθετα προς αυτό. Η κάθετη μετατόπιση διαρκεί μέχρι η απόσταση του σώματος του να γίνει ίση με το φυσικό μήκος μιας ράβδου.

Οι ράβδοι θα έχουν μετακινηθεί τότε ανάλογα με το σχήμα του αντικειμένου. Οι ράβδοι διασυνδέονται με διακόπτες από τους οποίους μπορούμε να έχουμε μια δισδιάστατη απεικόνιση του αντικειμένου.

#### **7.1.7 Αισθητήρας φωτοανίχνευσης**

Στην περίπτωση ενός αισθητήρα φωτοανίχνευσης η επιφάνεια του καλύπτεται από ένα ελαστικό μέσο το οποίο προχωρά και στο εσωτερικό της κατασκευής. Στο πίσω μέρος του αισθητηρίου συνδέεται ένας φωτοεκπομπός και ένας φωτοδέκτης. Όταν το αντικείμενο έρθει σε επαφή με το στοιχείο του αισθητήρα πιέζεται το ελαστικό υλικό προχωρά στο εσωτερικό του ανοίγματος και διακόπτει την φωτεινή δέσμη. Με τον τρόπο αυτό συλλέγονται πληροφορίες για τη δημιουργία μιας δισδιάστατης απεικόνισης του αντικειμένου.

#### **7.1.8 Αισθητήρας αγώγιμου ελαστικού**

Αποτελούνται από στοιχεία μεταβλητής αντίστασης. Ο αισθητήρας αποτελείται από δύο ελαστικά φύλλα και ένα κύκλωμα. Το πρώτο ελαστικό φύλλο χρησιμοποιείται για την προστασία του αισθητήρα. Το δεύτερο περιέχει αγώγιμο υλικό ώστε να είναι και αυτό αγώγιμο. Το κύκλωμα αποτελείται από ένα σύνολο ζευγών ομόκεντρων κύκλων. Οι εξωτερικοί παρουσιάζουν βραχυκύκλωμα κατακόρυφα ενώ οι εσωτερικοί βραχυκυκλώνονται οριζόντια μέσω διόδων.

Σε κάθε στήλη συνδέεται μια πηγή 5V μέσω αντίστασης. Καθώς το αντικείμενο πιέζει το αισθητήριο το αγώγιμο υλικό βραχυκυκλώνει ένα ή περισσότερα ζεύγη ομόκεντρων κύκλων ενώνοντας τις αντίστοιχες σειρές και στήλες.

Κατάλληλο ηλεκτρικό κύκλωμα μετατρέπει τις επαφές αυτές σε αναλογικό σήμα το οποίο στη συνέχεια υφίσταται επεξεργασία βάση αλγορίθμου ώστε τελικά να έχουμε μια δισδιάστατη απεικόνιση του αντικειμένου.

### **7.1.9 Πνευματικοί αισθητήρες αφής**

Ένας πνευματικός αισθητήρας αφής περιλαμβάνει 100 περίπου πνευματικούς διακόπτες στα δάκτυλα μιας αρπάγης. Οι διακόπτες καλύπτονται με λεπτό στρώμα ελαστικού υλικού δημιουργώντας έτσι τεχνητό δέρμα. Τα στοιχεία αποτελούνται από ηλεκτρόδια τα οποία καλύπτονται από λεπτό μεταλλικό φύλλο.

### **7.2.1 Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες αφής**

Οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες βασίζονται στην ιδιότητα που παρουσιάζουν κάποια υλικά να εμφανίζουν μια διαφορά δυναμικού στα άκρα τους όταν η δομή τους παραμορφώνεται. Τέτοια υλικά είναι PVF<sub>2</sub> ή PVDF. Το λεπτό στρώμα PVDF συνδέεται στη μία πλευρά με μια επιφάνεια από ηλεκτρόδιο. Έτσι όταν στο υλικό ασκηθεί πίεση το φορτίο που αναπτύσσεται μεταφέρεται από τα αντίστοιχα στοιχεία. Τα αισθητήρια αυτά μπορούν να ανιχνεύσουν πίεση αλλά και στρέψη. Τα πιεζοηλεκτρικά υλικά εμφανίζουν διαφορά δυναμικού όταν έχουμε μεταβολή στη θερμοκρασία τους δίνοντας το πλεονέκτημα να ανιχνεύσουν τη διαφορά θερμοκρασίας που παρουσιάζει το αντικείμενο που κρατά η αρπάγη.

### **7.2.2 Υβριδικοί αισθητήρες αφής**

Ένας υβριδικός αισθητήρας αφής αποτελείται από ένα πίνακα πιεζοηλεκτρικών στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά είναι τοποθετημένα πάνω σε υλικό PVDF και υπάρχει μη αγώγιμο ελαστικό υλικό που προστατεύει το αισθητήριο αλλά εξασφαλίζει την ενδοτικότητα του. Ο κάθε πιεζοηλεκτρικός κρύσταλλος παράγει μία παλμοσειρά ακουστικής συχνότητας. Καθώς το σήμα διασχίζει το ελαστικό κάλυμμα ανακλάται στην εξωτερική του επιφάνεια.

Το πάχος της διαδρομής απεικονίζεται με τη μέτρηση του χρόνου διαδρομής του σήματος. Όταν ένα αντικείμενο πιέζει το αισθητήριο ο χρόνος αυτός μειώνεται. Με το αισθητήριο αυτό προκύπτουν πληροφορίες σχετικές με το σχήμα, το μέγεθος ή τον προσανατολισμό του αντικειμένου.

### **7.2.3 Αισθητήρες αφής VLSI**

Σε έναν αισθητήρα αφής τεχνολογίας VLSI το πάνω μέρος της δομής του καλύπτεται από λεπτό φύλλο μονωτικού μέσα στο οποίο έχουν χαραχθεί ένα σύνολο μικρών οπών. Στο εσωτερικό του μονωτικού βρίσκονται ηλεκτρόδια ενώ το αισθητήριο καλύπτεται από ένα αγώγιμο ελαστικό υλικό.

Όταν ασκηθεί εξωτερικά πίεση το αγώγιμο υλικό έρχεται σε επαφή με τα ηλεκτρόδια μέσω των οπών κάνοντας δυνατή την ανίχνευση του σημείου στο οποίο δέχτηκε την επαφή.

#### 7.2.4 Οπτικοί αισθητήρες αφής

Κατασκευαστικά ένας οπτικός αισθητήρας αφής αποτελείται από ένα λεπτό φύλλο ενδοτικού υλικού και ένα κομμάτι διάφανου συνθετικού υλικού.

Καθώς το φως εισέρχεται από την αριστερή πλευρά του υλικού εάν στο αισθητήριο δεν ασκείται καμία πίεση το φως υφίσταται διαδοχικές ανακλάσεις στην επιφάνεια υλικού-αέρα οπότε στην περιοχή του στοιχείου CCD φτάνει μικρή ποσότητα ακτινοβολίας. Όταν όμως ένα αντικείμενο ακουμπήσει στο αισθητήριο το διαφανές υλικό έρχεται σε επαφή με την εξωτερική μεμβράνη. Το φως τώρα που θα ανακλαστεί στην επιφάνεια επαφής θα έχει διαφορετική γωνία ανάκλασης με αποτέλεσμα να ανιχνεύεται από το στοιχείο CCD.

Τεχνικές ανάλυσης και επεξεργασίας του αντικειμένου μπορούν να δώσουν πληροφορίες για το μέγεθος του αντικειμένου, την επιφάνεια του ή τον προσανατολισμό του.



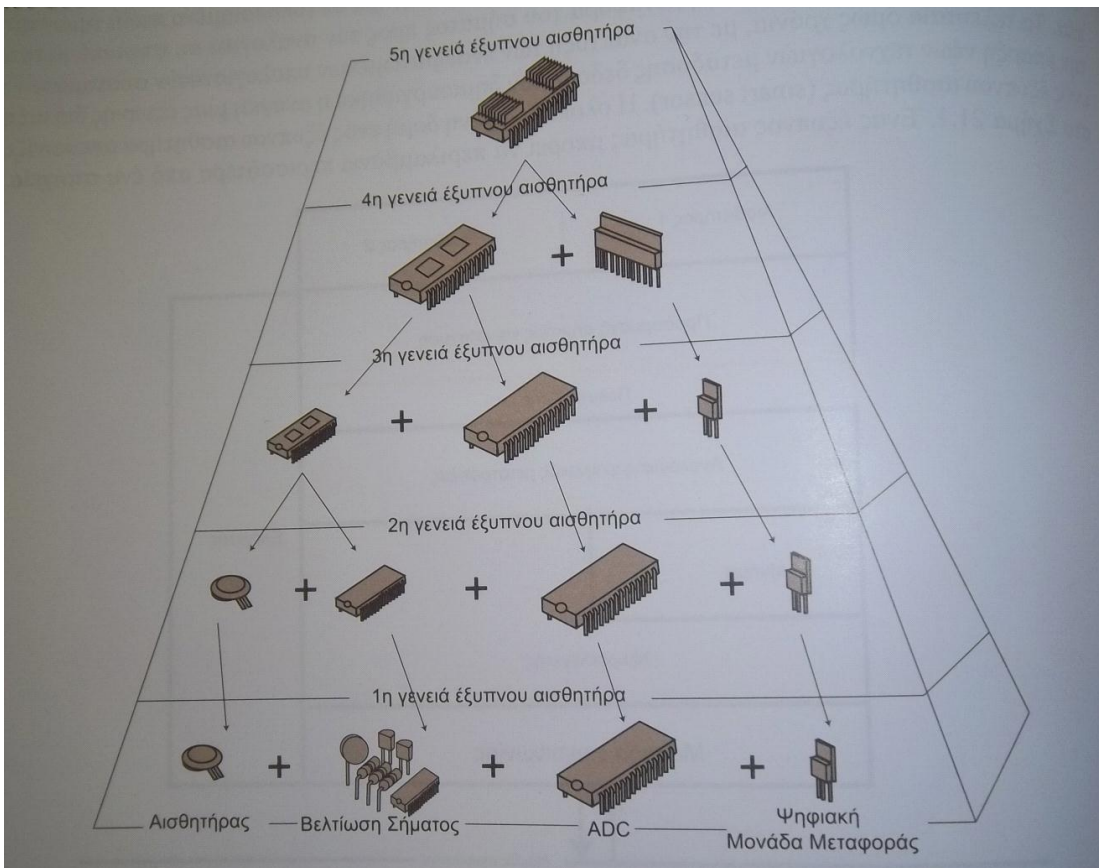
## Κεφάλαιο

### 8.1.1 Εισαγωγή στους έξυπνους αισθητήρες.

Ένα σύστημα μέτρησης αποτελεί μια διάταξη που περιλαμβάνει : αισθητήρα, μονάδα προσαρμογής σήματος, αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα ,υπολογιστική μονάδα για απεικόνιση, επεξεργασία και καταγραφή των μετρήσεων. Σε συστήματα τα οποία είναι απομακρυσμένα από το σημείο λήψης της μέτρησης, μονάδες μεταδοτών μετατρέπουν το σήμα του αισθητήρα σε τυποποιημένα πεδία τιμών τάσης ή ρεύματος(0-10V,4-20m A) για τη μεταφορά του σήματος προς τον αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα. Τα τελευταία όμως χρόνια με την ανάπτυξη των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων και την ύπαρξη νέων τεχνολογιών μετάδοσης δεδομένων δημιουργήθηκε η ανάγκη μιας έξυπνης διάταξης ή ενός έξυπνου αισθητήρα(smart sensor).Ένας έξυπνος αισθητήρας μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα από ένα στοιχεία αισθητήρων για τη μέτρηση διαφορετικών φυσικών μεγεθών. Στην περίπτωση αυτή η διάταξη περιλαμβάνει εκτός των μονάδων προσαρμογής σήματος και έναν αναλογικό πολυπλέκτη για τη μεταβίβαση των αναλογικών σημάτων στον αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα του έξυπνου αισθητήρα. Επίσης ένας ολοκληρωμένος έξυπνος αισθητήρας περιλαμβάνει : μονάδα επικοινωνίας πρωτοκόλλου σύνδεσης με το δίκτυο στο οποίο αποστέλλει και λαμβάνει δεδομένα μέσω καταχωρητών διευθυνσιοδοτήσεων και δεδομένων, μονάδες συγχρονισμού ψηφιακού ρολογιού ,ψηφιακά φίλτρα ,μονάδες διαχείρισης ενέργειας, διάταξη αντιστάθμισης και ελέγχου για αυτόματη βαθμονόμηση (auto-calibration) και ένα πλήθος από άλλες διατάξεις βάση των απαιτήσεων για την οποία κατασκευάζεται ο ολοκληρωμένος έξυπνος αισθητήρας.

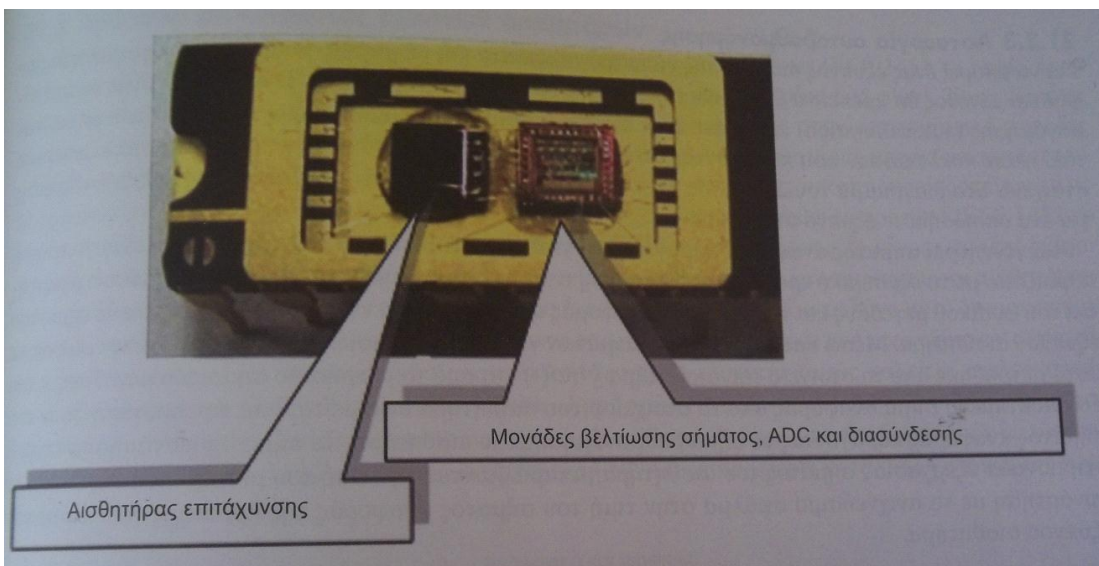
Πολλές φορές ένας έξυπνος αισθητήρας περιλαμβάνει και μονάδες εξόδου για τον έλεγχο ενεργοποιητών.

Η υβριδική ολοκλήρωση των μονάδων ενός έξυπνου αισθητήρα επιτυγχάνεται είτε για το σύνολο των μονάδων είτε για μερικές από αυτές. Οι μέθοδοι υβριδικού σχεδιασμού διατάξεων έξυπνων αισθητήρων έχουν εξελιχθεί παρουσιάζοντας στο χρόνο διατάξεις με μικρό, μεσαίο και μεγάλο βαθμό ολοκλήρωσης. Η εξέλιξη των έξυπνων αισθητήρων περιλαμβάνει την εμφάνιση πέντε γενεών κατά τις οποίες σε κάθε γενιά ολοκληρώνεται και ένα σύνολο βαθμίδων. Αρχίζοντας από την πρώτη γενιά των έξυπνων αισθητήρων κάθε μονάδα του κατασκευαζόταν από διακριτά στοιχεία. Στη δεύτερη γενιά η βαθμίδα εξέλιξης των έξυπνων αισθητήρων ολοκληρώνεται σε μορφή IC. Όταν η ολοκλήρωση ενός έξυπνου αισθητήρα συγκεντρώνει όλες τις μονάδες του (αισθητήρας μονάδας βελτίωσης σήματος, αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα και ψηφιακή μονάδα μεταφοράς δεδομένων) σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα τότε έχουμε έναν ολοκληρωμένο έξυπνο αισθητήρα 5<sup>ης</sup> γενιάς.



Εικόνα 8.1.1

Οι διατάξεις έξυπνων αισθητήρων που χαρακτηρίζονται από πλήρη ενσωμάτωση ενός συστήματος μέτρησης και ελέγχου στο μοντέλο τους καλούνται και σύστημα ολοκληρωμένης μορφής (System on Chip, SoC). Στο σχήμα 21.3 απεικονίζεται ένας ολοκληρωμένος έξυπνος αισθητήρας επιτάχυνσης τύπου SoC.



Εικόνα 8.1.2

### **8.1.2 Λειτουργίες στους έξυπνους αισθητήρες**

Η λειτουργία ενός έξυπνου αισθητήρα δεν περιλαμβάνει μόνο τη μέτρηση του φυσικού μεγέθους και των διεργασιών μετάδοσης του προς τον ελεγκτή του συστήματος, αλλά περιλαμβάνει επίσης και ένα σύνολο επιπλέον ενεργειών που καλείται να εκτελεί ο έξυπνος αισθητήρας σε πραγματικό χρόνο κατά τη λειτουργία του. Οι σημαντικότερες διεργασίες που εκτελούνται, εκτός της μέτρησης από ένα έξυπνο αισθητήρα είναι οι λειτουργίες:

- ελέγχου διέγερσης
- προσαρμογής σήματος
- αυτοβαθμονόμησης
- επιτήρησης-παρακολούθησης.

#### **Λειτουργία ελέγχου διέγερσης**

Κατά τη λειτουργία ελέγχου διέγερσης(sensor excitation) ο μικροϋπολογιστής του έξυπνου αισθητήρα ελέγχει την πηγή διέγερσης από την οποία τροφοδοτείται ο ενεργός αισθητήρας του συστήματος .Ο έλεγχος μπορεί να μεταβάλλει την τάση της πηγής διέγερσης με σκοπό την αντιστάθμιση της από μεταβολές που μπορεί να προέρχονται λόγω διακυμάνσεων της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται ο αισθητήρας.

#### **Λειτουργία προσαρμογής σήματος**

Το σήμα που παράγεται από τη μεταβολή του φυσικού μεγέθους στο στοιχείο του αισθητήρα είναι της τάξης των mV ή ακόμη και των  $\mu V$ . Αυτό το ασθενές σήμα θα πρέπει πριν τη μετατροπή του από αναλογική σε ψηφιακή μορφή να προσαρμοστεί κατάλληλα ώστε να αναγνωστεί πλήρως από τον μετατροπέα μειώνοντας τον παράγοντα σφαλμάτων κατά την απόκτηση του σήματος. Κατά τη λειτουργία της προσαρμογής του σήματος(signal condition) οι σημαντικότερες ενέργειες που γίνονται στο αποκτημένο σήμα του στοιχείου του αισθητήρα είναι:

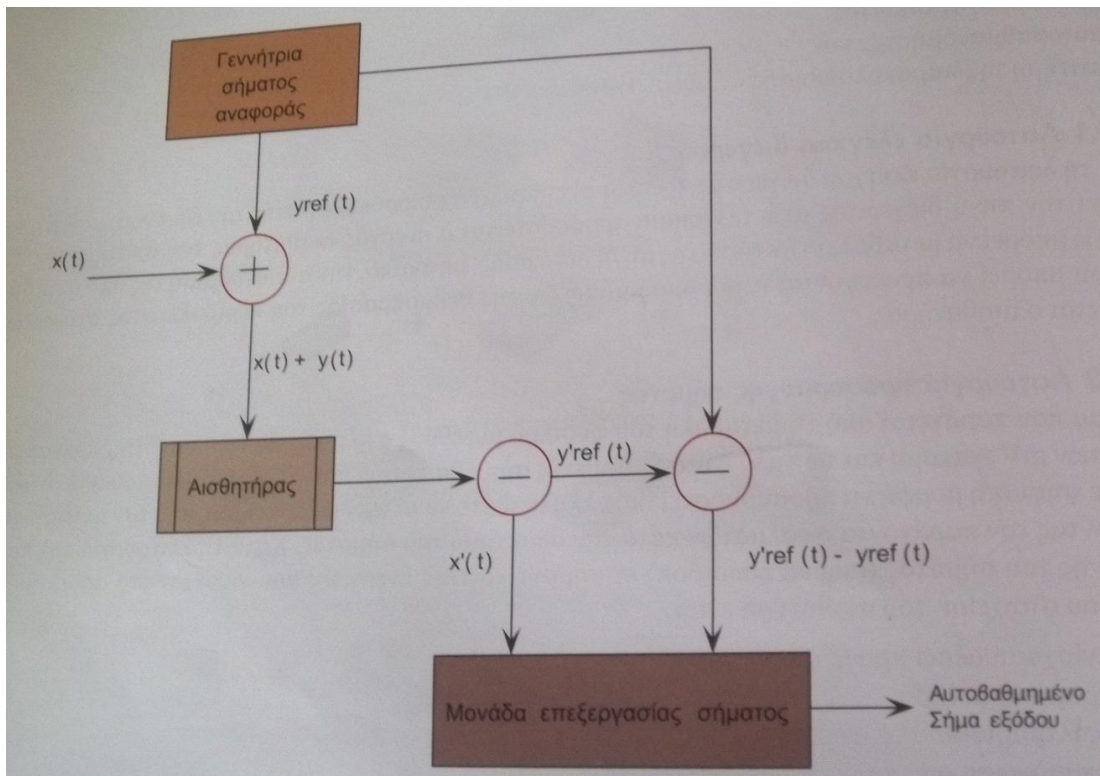
- η ενίσχυση μέσω προγραμματιζόμενου ενισχυτή κέρδους,
- η γραμμικοποίηση
- το φιλτράρισμα από ανεπιθύμητα σήματα
- η απομόνωση από τα επόμενα κυκλώματα.

## **Λειτουργία αυτοβαθμονόμησης**

Για να μπορεί ένας έξυπνος αισθητήρας να μετρά αξιόπιστα και με μεγάλο βαθμό επαναληψιμότητας το φυσικό μέγεθος θα πρέπει να βαθμονομείται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η διαδικασία της αυτοβαθμονόμησης (autocalibration) επιτρέπει στον έξυπνο αισθητήρα να βαθμονομεί την έξοδο του μέσω κατάλληλων κυκλωμάτων που περιέχονται στο ίδιο δίχως να απαιτούνται εξωτερικά στοιχεία. Μια γεννήτρια σήματος αναφοράς παράγει τάση  $y_{ref}(t)$  η οποία μέσω ενός κατάλληλου ενεργοποιητή αθροίζεται με το εξωτερικό ερέθισμα του αισθητήρα  $x(t)$ . Ο αισθητήρας παράγει σήμα εξόδου συναρτήσει του φυσικού μεγέθους και του σήματος αναφοράς από πρότυπη γεννήτρια που φέρει το σύστημα του έξυπνου αισθητήρα. Μέσω κατάλληλων κυκλωμάτων γίνεται διαχωρισμός του σήματος αναφοράς όπως αυτό μετρήθηκε από το στοιχείο του αισθητήρα  $y_{ref}(t)$  και από το μετρήσιμο σήμα του μεγέθους  $x'(t)$ . Το αποκτημένο σήμα αναφοράς από το στοιχείο του αισθητήρα αφαιρείται από την πρότυπη τιμή του σήματος αναφοράς παράγοντας το σήμα βαθμονόμησης του αισθητήρα. Το σήμα βαθμονόμησης επιδρά στη μονάδα επεξεργασίας σήματος του αισθητήρα μεταβάλλοντας την τιμή του μετρήσιμου μεγέθους σε συνάρτηση με το ανιχνεύσιμο σφάλμα στη τιμή του σήματος αναφοράς της πρότυπης γεννήτριας του έξυπνου αισθητήρα.

## **Λειτουργία επιτήρησης-παρακολούθησης**

Στη λειτουργία επιτήρησης (monitoring) μια εσωτερική μονάδα ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα για ανίχνευση εσωτερικών βλαβών ή δυσλειτουργιών των κυκλωμάτων του έξυπνου αισθητήρα. Στην ύπαρξη κάποιας δυσλειτουργίας η μονάδα παράγει πληροφορία ένδειξης πιθανής βλάβης περιορίζοντας ή απενεργοποιώντας την λειτουργία του έξυπνου αισθητήρα. Το σήμα δυσλειτουργίας μέσω της ψηφιακής μονάδας επικοινωνίας αποστέλλεται στο σταθμό βάσης του συστήματος. Αυτή η τεχνολογία των έξυπνων αισθητήρων βελτιστοποιεί τη διαδικασία εγκατάστασης και βαθμονόμησης του αισθητήρα.



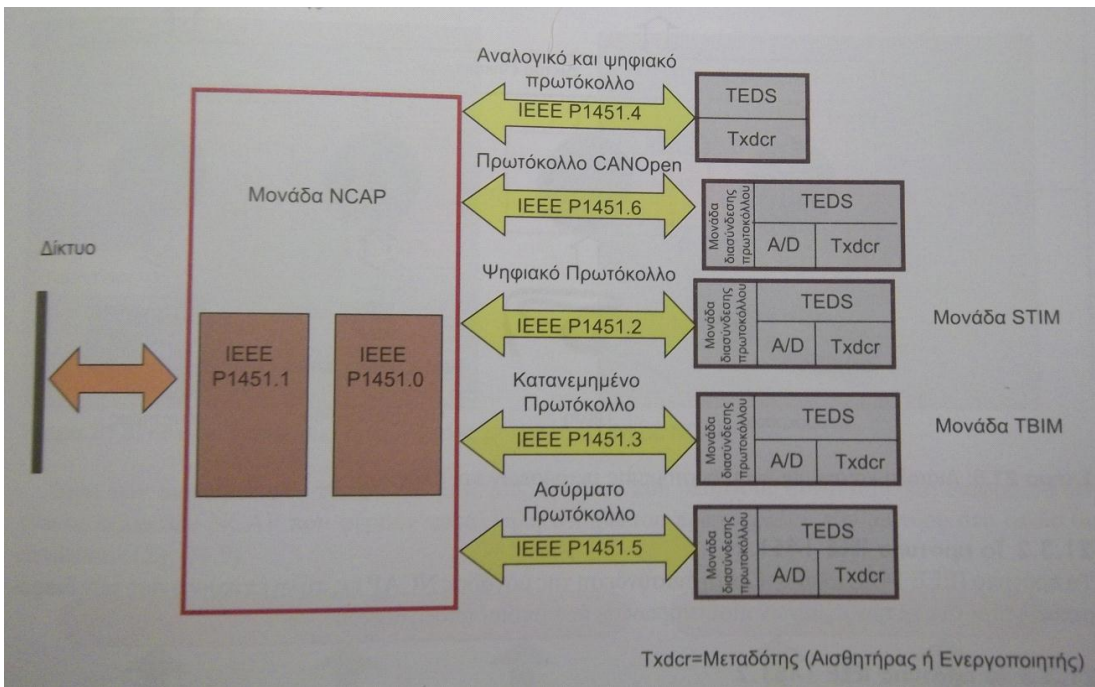
Εικόνα 8.1.2

### 8.1.3 Πρότυπα έξυπνων αισθητήρων

Οι έξυπνοι αισθητήρες χρησιμοποιούν για τη διασύνδεση τους το πρότυπο IEEE 1415 το οποίο δίνει στους αισθητήρες την ιδιότητα της άμεσης εγκατάστασης και χρήσης (plug and play). Ένας έξυπνος αισθητήρας μπορεί να μετρά διαφορετικά φυσικά μεγέθη εφαρμόζοντας στην αρχιτεκτονική μονάδες πολυπλεξίας για πολλαπλούς αισθητήρες. Κατά συνέπεια ο έξυπνος αισθητήρας μπορεί να χαρακτηριστεί και ως μια ολοκληρωμένη περιφερειακή διάταξη ενός συστήματος απόκτησης δεδομένων (data acquisition).

Για τη διασύνδεση των έξυπνων αισθητήρων έχει δημιουργηθεί το πρότυπο IEEE 1451 το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο από υποπρότυπα πρωτοκόλλων διασύνδεσης. Ο λόγος ύπαρξης διαφορετικών υποπροτύπων είναι η διαφορετική τεχνολογία επικοινωνίας που χρησιμοποιούν οι αισθητήρες με το σύστημα απόκτησης δεδομένων για το οποίο έχουν δημιουργηθεί.

Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένας ελεγκτής δικτύου που φέρει ως πύλη σε επικοινωνία τους διαφορετικούς έξυπνους αισθητήρες με ένα οποιοδήποτε κύριο δίκτυο μέσω διασύνδεσης. Ο ελεγκτής αυτός καλείται επεξεργαστής δικτυακής εφαρμογής, NCAP (Network Capable Application Processor, NCAP). Στο διάγραμμα του σχήματος παρουσιάζονται τα υποπρότυπα των έξυπνων αισθητήρων τα οποία μπορούν να διασυνδεθούν σε ένα οποιοδήποτε δίκτυο μέσω ενός ελεγκτή NCAP ο οποίος φέρει κατάλληλη στοιβία του πρωτοκόλλου δικτύου σύνδεσης.



Εικόνα 8.1.3

Ένα σύστημα μετρήσεων και ελέγχου προτύπου IEEE 1451 καλείται και κατακεντρωμένο σύστημα μετρήσεων και ελέγχου (Distributed Measurement and Control , DMC) για το λόγο ότι οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές και οι ελεγκτές του συστήματος διασυνδέονται μεταξύ τους σε ένα κοινό σύστημα διαύλου.

Στο κατακεντρωμένο σύστημα μέσω πύλης δικτύου μπορεί να διασυνδεθούν τοπικά δίκτυα επεξεργασίας δεδομένων καθώς και απομακρυσμένοι χρήστες μέσω επικοινωνίας διαδικτύου.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου  
Κωνσταντίνος Καλοβρέκτης  
Νικόλαος Κατέβας  
Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
- [2] Μικροεπεξεργαστές  
Θεωρία Και Εφαρμογές  
Δεύτερη Έκδοση Gilmore  
Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
- [3] <http://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [4] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%8D%CF%86%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7>
- [5] [http://www.opthalmica.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=471%253Aam-j-opthalmol-2012-feb1532370-378e2-epub-2011-sep-14&catid=113%253A--2012&lang=el](http://www.opthalmica.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=471%253Aam-j-opthalmol-2012-feb1532370-378e2-epub-2011-sep-14&catid=113%253A--2012&lang=el)
- [6] <http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/196124/optika-voithimata-gia-tuflous/>
- [7] [http://www.e-yliko.gr/htmls/amea/amea\\_tools .aspx](http://www.e-yliko.gr/htmls/amea/amea_tools .aspx)
- [8] <http://www.iefimerida.gr/node/101583#ixzz2k9jADzEb>
- [9] <http://news.disabled.gr/?p=29565>
- [10] <http://www.arduino.cc/>