
**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

**Πτυχιακή εργασία
«Έξυπνοι Αισθητήρες»**

Εισηγητής: Κορνήλιος Νικόλαος
Σπουδάστρια: Ζήση Θεοδοσία
Ηράκλειο 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη και η εξέλιξη της Μικροηλεκτρονικής είναι ραγδαία. Υποδομές που χρησιμοποιούνταν χθες έγιναν παρελθόν ξαφνικά και χρησιμοποιήθηκαν για να εξελιχθούν οι λεγόμενοι έξυπνοι αισθητήρες.

Σε αυτή την πτυχιακή αφού γίνει μια σύντομη αναφορά στην εξέλιξη των έξυπνων αισθητήρων παρουσιάζεται, τι είναι ένας έξυπνος αισθητήρας, πως εκτελούνται οι διαδικασίες επεξεργασίας δεδομένων, η λειτουργία αυτόματης βαθμονόμησης και αντιστάθμισης, η εκτέλεση λογικών πράξεων, η επικοινωνία με άλλες συσκευές ή διατάξεις. Δίνονται παραδείγματα. Γενικά προβάλλεται το αντικείμενο σε όλες του τις διαστάσεις όπως επίσης και οι προοπτικές του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	8
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	8
2.2. ΣΤΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	9
2.2.1. ΠΙΣΤΟΤΗΤΑ	9
2.2.2. ΑΚΡΙΒΕΙΑ, ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ	10
2.2.3. ΑΝΟΧΗ	10
2.2.4. ΕΥΡΟΣ	11
2.2.5. ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ	11
2.2.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	11
2.2.7. ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ	11
2.2.8. ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ	12
2.2.9. ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	12
2.3. ΥΣΤΕΡΗΣΗ	13
2.3.1. ΝΕΚΡΗ ΖΩΝΗ	13
2.3.2. ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	13
2.4. ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	15
3.1. ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	19
3.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	24
3.2.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1	24
3.2.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2	25
3.3. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΓΙΑ ΕΞΥΠΝΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ	27
3.3.1 ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	28

3.3.2 ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ:	29
3.3.3 ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	29
3.3.3.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΙΕΕΕ 1451	29
3.4. ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	36
3.4.1 ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	39
3.4.1.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ HOMERF	40
3.4.1.2 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ BLUETOOTH	41
3.4.1.3 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ IRDA	41
3.4.1.4 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ZIGBEE	41
3.4.1.5 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ RFID	42
3.5. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	45
3.5.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ CEBUS	45
3.5.2 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ LON TALK™	46
3.5.3 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	47
3.6. ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	47
3.7. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	50
3.7.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	50
3.8. ΤΑ ΣΗΜΕΡΙΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ	51
3.8.1 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ	51
3.8.2 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΉΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	52
3.8.3 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ	55
4.1 ΟΙ ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	55
4.2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	58
4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	72

ΕΙΚΟΝΕΣ

<u>Εικόνα 4.1:</u> Smart Dust. Πολλοί αισθητήρες που επικοινωνούν με ένα σταθμό βάσης.....	55
<u>Εικόνα 4.2:</u> WSN για την έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων σε αγωγούς.....	57
<u>Εικόνα 4.3:</u> Σύστημα εντοπισμού που αναπτύχθηκε στο Berkley.....	58
<u>Εικόνα 4.4:</u> Το πρωτότυπο έξυπνου αισθητήρα που κατασκεύασε η Intel είναι δομημένο σε στρώματα, ώστε με κατάλληλο συνδυασμό εξαρτημάτων να προκύπτει η επιδιωκόμενη λειτουργικότητα.....	59
<u>Εικόνα 4.5:</u> Ο κόκκος Mica που φαίνεται εδώ πάνω σε ένα ρομποκόκκο χρησιμοποιείται ήδη σε 500 ερευνητικά προγράμματα. Χρησιμοποιώντας κόκκους με δυνατότητα αυτοκίνησης, τα ευφυή δίκτυα μπορούν να λειτουργούν μηχανές, να ρυθμίζουν το περιβάλλον και να αλλάζουν τη θέση των αισθητήρων.....	60

ΣΧΗΜΑΤΑ

<u>Σχήμα 2.1:</u> Χαρακτηριστικά εξόδου αισθητήρα.....	12
<u>Σχήμα 2.2:</u> Νεκρή ζώνη.....	13
<u>Σχήμα 3.3:</u> Παραστατικό διάγραμμα ενός αισθητήρα 2ης γενιάς.....	16
<u>Σχήμα 3.4:</u> Λειτουργικό διάγραμμα αισθητήρα 3ης γενιάς.....	17
<u>Σχήμα 3.5:</u> Λειτουργικό διάγραμμα αισθητήρα 4ης γενιάς.....	17
<u>Σχήμα 3.6:</u> Αισθητήρας 5ης γενιάς που έχει κατασκευαστεί με τεχνολογία VLSI.....	18
<u>Σχήμα 3.7:</u> Ταξινόμηση διατάξεων αισθητήρων σε σχέση με τον τρόπο κατασκευής τους: (α) Σύστημα αισθητήρα με διακριτά κυκλώματα προεπεξεργασίας και επεξεργασίας, (β) Ολοκληρωμένος αισθητήρας και (γ) Έξυπνος αισθητήρας.....	19
<u>Σχήμα 3.8:</u> Το γενικό διάγραμμα της διαδικασίας αυτοβαθμονόμησης σε έναν έξυπνο αισθητήρα.....	21
<u>Σχήμα 3.9:</u> Η ρύθμιση της συνάρτησης μεταφοράς διατάξεων του έξυπνου αισθητήρα κατά τη διαδικασία της αυτοβαθμονόμησης.	22

<u>Σχήμα 3.10</u> : Παράδειγμα διάταξης αυτοβαθμονόμησης σε ένα αισθητήρα Hall.....	23
<u>Σχήμα 3.11</u> : Λειτουργικό διάγραμμα έξυπνου χωρητικού αισθητήρα πίεσης.....	25
<u>Σχήμα 3.12</u> : Η κατασκευή του ολοκληρωμένου κυκλώματος του έξυπνου χωρητικού αισθητήρα πίεσης.....	25
<u>Σχήμα 3.13</u> : Ο ταλαντωτής τύπου δακτυλίου που χρησιμοποιείται στον έξυπνο αισθητήρα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης αερίου στον ατμοσφαιρικό αέρα.....	26
<u>Σχήμα 3.14</u> : Λειτουργικό διάγραμμα έξυπνου αισθητήρα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης αερίου στον ατμοσφαιρικό αέρα.	27
<u>Σχήμα 3.15</u> : Μετάδοση δεδομένων με παράλληλη επικοινωνία	28
<u>Σχήμα 3.16</u> : Μετάδοση δεδομένων με σειριακή επικοινωνία.....	29
<u>Σχήμα 3.17</u> : Τα υπό-πρότυπα που ανήκουν στο πρότυπο IEEE 1451.....	30
<u>Σχήμα 3.18</u> : Η δυνατότητα σύνδεσης του ίδιου STIM σε οποιοδήποτε δίκτυο (Ethernet LonWorks κλπ.) μέσω του κατάλληλου NCAP.	32
<u>Σχήμα 3.19</u> : Το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος που σχεδιάζεται σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 1451.2.....	33
<u>Σχήμα 3.20</u> : Το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος που σχεδιάζεται σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 1451.3.....	34
<u>Σχήμα 3.21</u> : Το γενικό διάγραμμα ενός κατανεμημένου συστήματος μέτρησης και ελέγχου .	36
<u>Σχήμα 3.22</u> : Ένα κατανεμημένο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων.....	37
<u>Σχήμα 3.23</u> : Τεχνικές ασύρματης επικοινωνίας σε ασύρματα δίκτυα.....	38
<u>Σχήμα 3.24</u> : Παράδειγμα Cebus Τοπολογία.....	46
<u>Σχήμα 3.25</u> : Απλό Νευρωνικό Δίκτυο	49

ΠΙΝΑΚΑΣ

<u>Πίνακας 3.1</u> : Οι ζώνες συχνοτήτων ISM.....	39
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή δημιουργία και εισαγωγή στη ζωή μας νέων τεχνολογιών, μερικές από τις οποίες αποδεικνύονται περισσότερο από χρήσιμες. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει και η τεχνολογία των κόμβων – αισθητήρων. Πρόκειται για μικρούς πομποδέκτες οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον, να τις επεξεργάζονται αλλά και να δημιουργούν μεταξύ τους ένα δυναμικό δίκτυο μέσω του οποίου μπορούν να ανταλλάσσουν τις πληροφορίες αυτές, επικοινωνώντας ασύρματα.

Οι αισθητήρες συνήθως χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες μαζί και διασκορπίζονται κοντά στο φαινόμενο το οποίο θέλουμε να παρατηρήσουμε συλλέγοντας δεδομένα. Όπως προαναφέρθηκε, όλοι οι κόμβοι έχουν πομπούς και δέκτες για επικοινωνία και το δίκτυο το οποίο δημιουργείται μεταξύ τους είναι δυναμικό, δηλαδή οι θέσεις τους δεν είναι προκαθορισμένες αλλά τυχαίες και δυνατόν να αλλάζουν. Τα δεδομένα τα οποία μπορούν να συλλέγουν ποικίλλουν, και κατά συνέπεια είναι πάρα πολλές και οι δυνατές εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής.

Για παράδειγμα, οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να φανούν πολύ χρήσιμοι σε τομείς όπως η υγεία, ο στρατός, η μετεωρολογία, η ασφάλεια κλπ. Θα μπορούσαν να δίνουν σημαντικότερες πληροφορίες σε έναν γιατρό για κάποιον ασθενή, εφόσον τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο. Επίσης είναι δυνατόν να ανιχνεύουν διάφορες χημικές ουσίες στον αέρα ή στο νερό ή ακόμα και να ανιχνεύουν επίπεδα μόλυνσης στην ατμόσφαιρα. Γενικότερα η δυνατότητά τους τόσο να συλλέγουν δεδομένα όσο και να επικοινωνούν μεταξύ τους, τους κάνει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο σε πάρα πολλές περιπτώσεις.

Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό των αισθητήρων αυτών, είναι οι περιορισμένες δυνατότητες τι οποίες έχουν όσον αφορά την ισχύ την οποία μπορούν να καταναλώνουν. Οι πηγές οι οποίες ενσωματώνονται μέσα στους αισθητήρες δεν είναι δυνατό να είναι πολύ ισχυρές, με αποτέλεσμα τελικά στα δίκτυα αυτά πρωταρχικός στόχος να είναι η επίτευξη της κατανάλωσης όσο το δυνατόν λιγότερης ενέργειας, στόχος ακόμα σημαντικότερος και από την ποιότητα των υπηρεσιών του δικτύου, καθώς σχετίζεται άμεσα με τη βιωσιμότητά του.

Αισθητήρας (sensor) είναι μία διάταξη που χρησιμοποιείται για την μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους. Μετατρέπει το φυσικό μέγεθος που μετρείται (*μετρούμενο μέγεθος*) σε *ηλεκτρικό σήμα*. Διευκρινίζεται ότι η γενική έκφραση «ηλεκτρικό σήμα εξόδου» ενός αισθητήρα είναι,

είτε η τάση(αν ο αισθητήρας μετατρέπει το μετρούμενο μέγεθος σε τάση), είτε το ρεύμα (αν ο αισθητήρας μετατρέπει το μετρούμενο μέγεθος σε ρεύμα).

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία μελετώνται οι «έξυπνοι αισθητήρες», η χρήση των οποίων είναι εκτεταμένη στη σημερινή εποχή.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στους αισθητήρες. Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει τα στατικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων.

Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο, το οποίο περιγράφει την ορολογία που χρησιμοποιείται στο πεδίο των «έξυπνων αισθητήρων». Ορίζει λεπτομερώς *τι εννοείται* λέγοντας «έξυπνος αισθητήρας», τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του, παραδείγματα σχεδιασμού έξυπνων αισθητήρων, τον ορισμό της επικοινωνίας του έξυπνου αισθητήρα με άλλες συσκευές και τα πρότυπα επικοινωνίας. Αναφέρονται εξίσου τα ασύρματα, βιομηχανικά και νευρωνικά δίκτυα των έξυπνων αισθητήρων.

Οι επιπτώσεις των έξυπνων αισθητήρων και των προτύπων τους, καθώς και το κόστος αναφέρονται στο ίδιο κεφάλαιο ενώ ακολουθούν οι καινοτομίες και οι προκλήσεις της μελλοντικής εξέλιξης τους.

Στη συνέχεια ακολουθεί το τέταρτο κεφάλαιο, στο οποίο περιγράφονται οι εφαρμογές των έξυπνων αισθητήρων σε διάφορους τομείς και η χρήση τους.

Τέλος, ακολουθεί ο επίλογος της εργασίας και η βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

2.1.ΓΕΝΙΚΑ

Η σημασία των αισθητήρων για τον άνθρωπο είναι σχεδόν αυτονόητη. Οι πρώτοι αισθητήρες εμφανίζονται μαζί με τα έμβρυα όντα και αποτελούν όργανα τους.

Το μάτι και το αυτί είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα, το πρώτο ανιχνεύει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και το δεύτερο τα ακουστικά κύματα. Αργότερα ο άνθρωπος συνειδητοποιεί ότι χρειάζεται όργανα μέτρησης για να λύσει τα καθημερινά του προβλήματα, όπως τη μέτρηση του βάρους, του μήκους αλλά και τα διάφορα φυσικά φαινόμενα όπως τη θερμοκρασία. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το πρώτο θερμόμετρο εμφανίστηκε το 1585, ενώ το βαρόμετρο το 1643¹.

Οι πρώτοι αισθητήρες και όργανα μέτρησης είναι μηχανικά. Η αρχή λειτουργίας του πρώτου θερμομέτρου βασίζεται στη μεταβολή των διαστάσεων των σωμάτων με την θερμοκρασία, ενώ του βαρομέτρου στην μεταβολή της στάθμης ενός ρευστού ανάλογα με την ασκούμενη σε αυτό πίεση. Η συστηματική μελέτη του ηλεκτρισμού οδήγησε στην ανάπτυξη νέων αισθητήρων - ηλεκτρικών -, η έξοδος των οποίων ήταν ένα αναλογικό σήμα. Η ανάπτυξη των ημιαγωγών είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αισθητήρων ημιαγωγών αλλά και ψηφιακών οργάνων μέτρησης.

Για να συνειδητοποιήσει κανείς τη ραγδαία εξέλιξη στον τομέα των αισθητήρων, αρκεί να θυμηθεί ότι τα αυτοκίνητα παραγωγής της δεκαετίας του '60 και του '70, περιελάμβαναν δύο μόνο απλούς ηλεκτρικούς αισθητήρες, ένα για την μέτρηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού και ένα δεύτερο για την μέτρηση της στάθμης του καυσίμου. Τα σύγχρονα αυτοκίνητα διαθέτουν πολλαπλάσιους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την:

- Μέτρηση της πίεσης των ελαστικών,
- Μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα εισαγωγής,
- Ανίχνευση βροχής,

¹ Φλόκα Αθ., Αποστόλου. Μαθήματα Μετεωρολογίας και κλιματολογίας , Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1992

- Μέτρηση της φωτεινότητας του περιβάλλοντος,
- Ανάγκη ενεργοποίησης των ζωνών ασφαλείας και των αερόσακων,
- Ανάγκη ενεργοποίησης του συστήματος αντιμπλοκαρίσματος των τροχών και για πληθώρα άλλων αναγκών για τις οποίες δεν μπορούμε να επεκταθούμε εδώ.

Σημαντική ώθηση στην εξέλιξη των αισθητήρων έδωσε η ανάγκη αντιμετώπισης των προβλημάτων της σύγχρονης έρευνας στις θετικές επιστήμες καθώς και της εξέλιξης της τεχνολογίας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στη διαστημική τεχνολογία και στη Φυσική των Σωματιδίων. Οι μελλοντικοί εξελιγμένοι αισθητήρες αναμένεται ότι θα προκύψουν από την έρευνα στη νανοτεχνολογία και τη βιοτεχνολογία².

2.2. ΣΤΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Τα στατικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων αναφέρονται στην κατάσταση κατά την οποία έχει επέλθει ισορροπία μεταξύ αισθητήρα και μετρούμενου μεγέθους. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο πρέπει το μετρούμενο μέγεθος είτε να είναι σταθερό, είτε να μεταβάλλεται πολύ αργά σε σχέση με τη δυνατότητα του αισθητήρα να αντιληφθεί τη μεταβολή αυτή.

2.2.1. ΠΙΣΤΟΤΗΤΑ

Με τον όρο πιστότητα αποδίδεται ο αγγλικός όρος *accuracy*. Η πιστότητα δε σχετίζεται με τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων με τον οποίο μπορεί να γίνει η μέτρηση, αλλά με το κατά πόσο το αποτέλεσμα που δίνει ο αισθητήρας πλησιάζει την φυσική πραγματικότητα, μέσα σε ένα λογικό εύρος τιμών³.

Η πιστότητα δίνεται συνήθως ως ποσοστό επί του εύρους λειτουργίας του αισθητήρα. Αν, για παράδειγμα, ένας αισθητήρας πίεσης, περιοχής λειτουργίας 0 - 10 bar έχει πιστότητα $\pm 1.0\%$ της πλήρους κλίμακας, τότε η μέγιστη αβεβαιότητα του αισθητήρα θα είναι ίση με 0,1 bar. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο αισθητήρας δίνει ως αποτέλεσμα 1 bar, τότε η μέγιστη αναμενόμενη

² Gardner, J.W.,(2000), Μικροαισθητήρες – Αρχές και Εφαρμογές. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα

³ Logan, L., (1997), *Are you on the right bus-sensors*

αβεβαιότητα θα είναι ίση με το 10% της τιμής αυτής. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει το εύρος λειτουργίας των αισθητήρων να είναι όσο το δυνατόν εγγύτερα στο εύρος των μετρούμενων τιμών, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή πιστότητα των μετρήσεων. Αν δηλαδή έχουμε μία εφαρμογή στην οποία οι πιέσεις μεταβάλλονται στο διάστημα 0 - 1 bar είναι λάθος να επιλέξουμε αισθητήρα περιοχής λειτουργίας 0 - 10 bar.

2.2.2.ΑΚΡΙΒΕΙΑ, ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ

Αν πάρουμε μεγάλο αριθμό μετρήσεων από έναν ακριβή αισθητήρα, τότε η μεταξύ τους διασπορά θα είναι μικρή. Η ακρίβεια τον βαθμό ελευθερίας του αισθητήρα από τυχαία σφάλματα. Η ακρίβεια συγχέεται συχνά με την πιστότητα. Η μεγάλη ακρίβεια δεν σημαίνει κατ' ανάγκην και μεγάλη πιστότητα. Ένας ακριβής αισθητήρας μπορεί να έχει κακή πιστότητα.

Κακής πιστότητας μετρήσεις από έναν ακριβή αισθητήρα, σημαίνει ότι οι μετρήσεις έχουν συστηματικό σφάλμα, γεγονός το οποίο μπορεί να διορθωθεί με βαθμονόμηση του αισθητήρα.

Η επαναληψιμότητα μίας συσκευής είναι ο βαθμός στον οποίο αυτή παράγει το ίδιο αποτέλεσμα, όταν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές τροφοδοτείται με ακριβώς την ίδια είσοδο. Στα αγγλικά αποδίδεται με τη λέξη «precision», η οποία συχνά συγχέεται με την καθημερινή έννοια της ακρίβειας (accuracy). Εντούτοις, στην ορολογία των συστημάτων μέτρησης ένας αισθητήρας μπορεί να έχει υψηλή επαναληψιμότητα και να δίνει παρόμοια έξοδο όταν μετρά πολλές φορές μία συγκεκριμένη είσοδο, αλλά, εάν υπάρχει σημαντικό σφάλμα στην έξοδο τότε η έξοδος δεν είναι ακριβής.

2.2.3.ΑΝΟΧΗ

Η ανοχή συνδέεται στενά με την πιστότητα και ορίζει το μέγιστο αναμενόμενο σφάλμα μίας μέτρησης. Δεν πρόκειται για στατικό χαρακτηριστικό ενός αισθητήρα, αλλά το αναφέρουμε, γιατί πολλές φορές η πιστότητα δίνεται ως ανοχή.

2.2.4.ΕΥΡΟΣ

Με τον όρο εύρος αναφερόμαστε στην ελάχιστη και την μέγιστη τιμή του φυσικού μεγέθους που μπορεί να μετρήσει ένας αισθητήρας.

2.2.5.ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

Η βαθμονόμηση (calibration) είναι η διαδικασία καθορισμού της *συνάρτησης μεταφοράς* ενός αισθητήρα ή γενικότερα ενός συστήματος μέτρησης. Η γνώση της *συνάρτησης μεταφοράς* του αισθητήρα είναι απαραίτητη κατά τη διαδικασία των μετρήσεων, έτσι ώστε μετρώντας την τιμή του ηλεκτρικού σήματος εξόδου που παράγει ο αισθητήρας να υπολογίζεται μέσω της *συνάρτησης μεταφοράς* και η αντίστοιχη τιμή του μετρούμενου μεγέθους. Κατά τη διαδικασία της βαθμονόμησης εφαρμόζονται γνωστές τιμές του μετρούμενου φυσικού μεγέθους στον αισθητήρα και μετρώνται οι αντίστοιχες τιμές του ηλεκτρικού σήματος εξόδου του. Η ακρίβεια με την οποία έχει καθοριστεί η *συνάρτηση μεταφοράς* του αισθητήρα επηρεάζει σημαντικά την ακρίβεια των μετρήσεων, που λαμβάνονται κατά τη χρήση του αισθητήρα σε ένα σύστημα μέτρησης.

2.2.6.ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ

Ως συστηματικό σφάλμα (bias) είναι ένα σταθερό σφάλμα, το ίδιο για όλο το εύρος του αισθητήρα, το οποίο συνήθως μπορεί να μηδενιστεί μέσω βαθμονόμησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συστηματικού σφάλματος εμφανίζεται στις οικιακές ζυγαριές, οι οποίες μπορεί να δείχνουν μη μηδενική ένδειξη ακόμη και χωρίς φορτίο. Αυτή η μη μηδενική ένδειξη αποτελεί το συστηματικό σφάλμα το οποίο πρέπει να αφαιρέσουμε από την ένδειξη που παίρνουμε κατά τη μέτρηση ώστε να προκύψει η πραγματική τιμή.

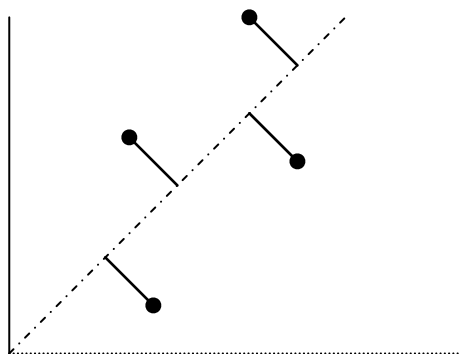
2.2.7.ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ

Είναι γενικά επιθυμητό η απόκριση ενός αισθητήρα να μεταβάλλεται γραμμικά με το μετρούμενο μέγεθος. Τα σημεία του Σχήματος 1.1 απεικονίζουν την σχέση μεταξύ σήματος εισόδου (οριζόντιος άξονας) και εξόδου (κατακόρυφος άξονας) ενός αισθητήρα. Η γραμμή μεταξύ των

σημείων χαράσσεται εφαρμόζοντας την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Η μή-γραμμικότητα εκφράζεται ως η μέγιστη απόκλιση μεταξύ των σημείων και της γραμμής. Η μή-γραμμικότητα εκφράζεται συνήθως ως η απόκλιση του εύρους του αισθητήρα.

2.2.8.ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πρόκειται για το λόγο της μεταβολής στην ένδειξη του αισθητήρα, προς τη μεταβολή του φυσικού μεγέθους που την προκάλεσε. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι η ευαισθησία ισούται με την εφαπτομένη της γραφικής παράστασης του Σχήματος 2.1.



Σχήμα 2.1 Χαρακτηριστικά εξόδου αισθητήρα

2.2.9.ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ

Η βαθμονόμηση και τα χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα ισχύουν όταν αυτό λειτουργεί εντός συγκεκριμένου εύρους περιβαλλοντικών συνθηκών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η σχετική υγρασία κλπ. Το εύρος καθορίζεται από τον κατασκευαστή του αισθητήρα.

Μεταβολή κάποιας από τις παραμέτρους αυτές ενδέχεται να μεταβάλλει κάποιο από τα στατικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα. Η μεταβολή αυτή ορίζεται ως ευαισθησία στη διαταραχή.

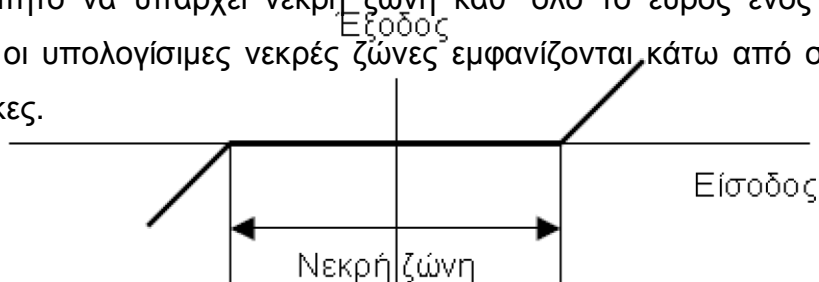
2.3.ΥΣΤΕΡΗΣΗ

Η υστέρηση εκφράζεται μέσω της μέγιστης υστέρησης εισόδου και της μέγιστης υστέρησης εξόδου.

2.3.1.ΝΕΚΡΗ ΖΩΝΗ

Νεκρή ζώνη (dead-zone, dead-band), αποκαλείται η περιοχή μετρήσεων(συνήθως γύρω από το μηδέν) για την οποία ο αισθητήρας δεν αποκρίνεται στις μεταβολές της μετρούμενης ποσότητας.

Το σχήμα 2.2 δείχνει τα χαρακτηριστικά μίας νεκρής ζώνης. Δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει νεκρή ζώνη καθ' όλο το εύρος ενός οργάνου και συχνά οι υπολογίσιμες νεκρές ζώνες εμφανίζονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.



Σχήμα 2.2 Νεκρή ζώνη

2.3.2.ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Ως διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα ορίζεται η απαιτούμενη ελάχιστη μεταβολή του σήματος εισόδου, ώστε να προκληθεί μεταβολή στο σήμα εξόδου του αισθητήρα.

2.4. ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Εκτός από τα στατικά χαρακτηριστικά τα οποία αναφέρονται στην περίπτωση όπου έχει επέλθει ισορροπία μεταξύ σήματος εισόδου και αισθητήρα (δηλαδή όταν πλέον τα σήματα εισόδου-εξόδου δεν μεταβάλλονται με τον χρόνο) κάθε αισθητήρας διαθέτει και δυναμικά χαρακτηριστικά.

Τα δυναμικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα προσδιορίζονται εξετάζοντας την απόκριση του σε διάφορες κυματομορφές του σήματος εισόδου. Αυτές μπορεί να είναι κυματομορφές ώθησης, βήματος, γραμμικές, ημιτονοειδείς ή θορύβου.

Η απόκριση ενός αισθητήρα σε ένα μεταβαλλόμενο σήμα εισόδου είναι διαφορετική από την απόκριση του σε ένα σταθερό ή αργά μεταβαλλόμενο σήμα εισόδου.

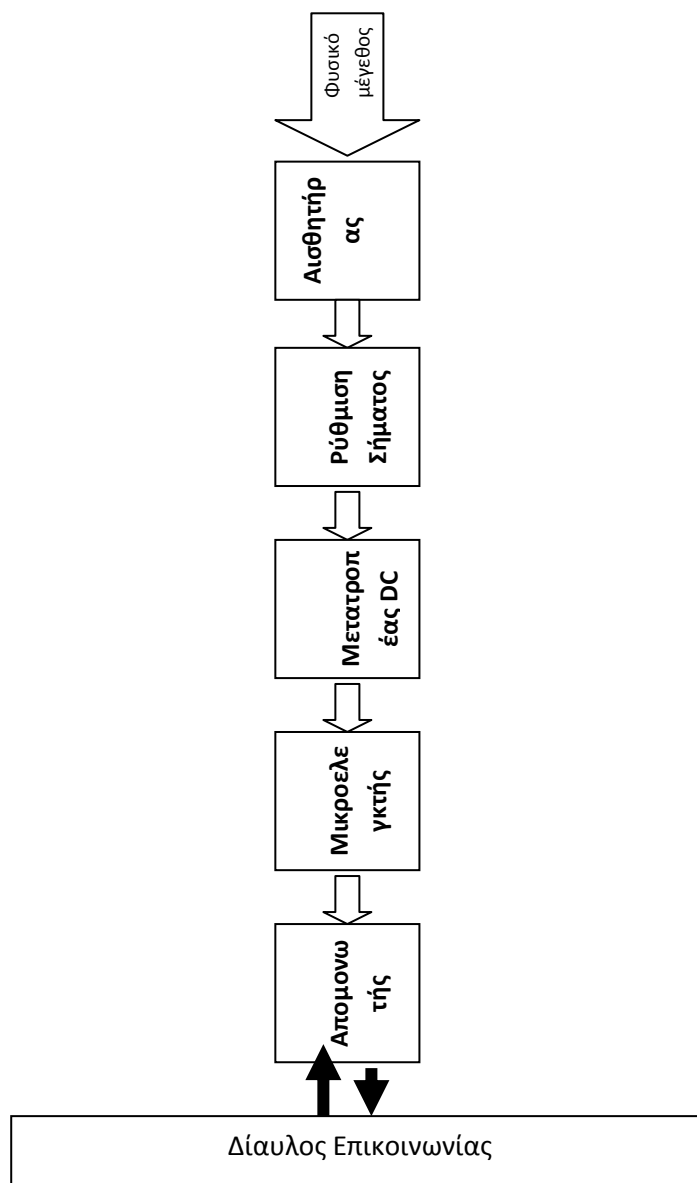
Η απόκριση χαρακτηρίζεται από μια δυναμική συμπεριφορά που δε μπορεί να περιγράψει ικανοποιητικά από τα στατικά χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι λόγοι αυτής της διαφοροποίησης είναι ότι οι αισθητήρες περιλαμβάνουν στοιχεία που συσσωρεύουν ενέργεια όπως μάζες, πυκνωτές, επαγωγικά ή θερμικά στοιχεία κ. ά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Ο «έξυπνος αισθητήρας (smart sensor)» είναι μια διάταξη η οποία περιέχει τουλάχιστον ένα αισθητήριο στοιχείο και ένα κύκλωμα επεξεργασίας σήματος. Ο όρος έξυπνος (smart) διατηρείται για να δηλώσει την επιμέρους ή την ολοκληρωτική ενσωμάτωση της κύριας μονάδας επεξεργασίας, η οποία προσθέτει ευφυΐα.

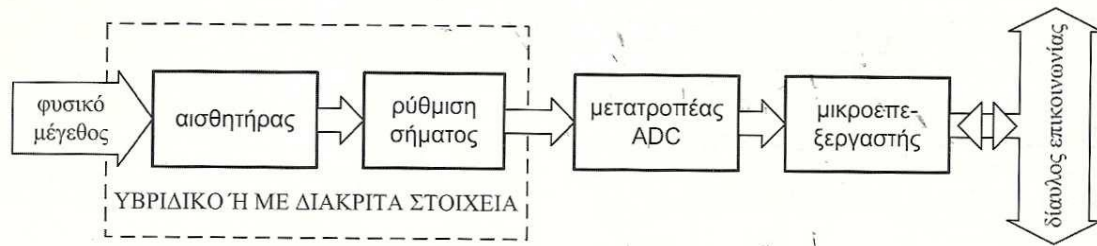
Από την άλλη, ο ορισμός που προτάθηκε από τους Breckenbridge και Husson λαμβάνει κατά κάποιο τρόπο υπόψη την δουλειά, που έχει γίνει στην τεχνητή νοημοσύνη και έχει ως εξής : «Ο έξυπνος αισθητήρας από μόνος του έχει μία λειτουργία επεξεργασίας δεδομένων, όπως και μία λειτουργία αυτόματης βαθμονόμησης ή αυτόματης αντιστάθμισης, κατά την οποία ο αισθητήρας ανιχνεύει και εξαλείφει τις μη κανονικές ή τις ακραίες τιμές.

Ενσωματώνει έναν αλγόριθμο, ο οποίος είναι δυνατό να τροποποιηθεί και να έχει ένα συγκεκριμένο βαθμό λειτουργιών μνήμης». Οι μέθοδοι σχεδιασμού διατάξεων αισθητήρων έχουν εξελιχθεί χρονικά σε διάφορα στάδια. Οι αισθητήρες «1ης γενιάς» συνδέονται με στοιχειώδη (ή καθόλου) ηλεκτρονικά κυκλώματα ενίσχυσης και επεξεργασίας του σήματος τους, ενώ οι αισθητήρες «2ης γενιάς» αποτελούν τμήμα αναλογικών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων στα οποία η ρύθμιση και η επεξεργασία του σήματος του αισθητήρα γίνεται μακριά από τον αισθητήρα, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 3.3 : Παραστατικό διάγραμμα ενός αισθητήρα 2ης γενιάς.

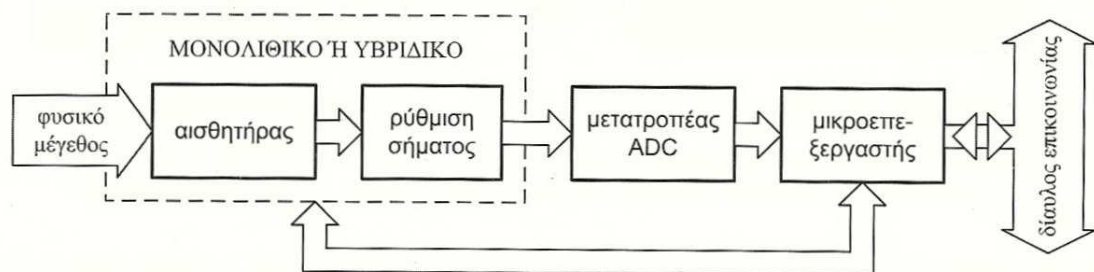
Στους αισθητήρες «3ης γενιάς», ο αισθητήρας και η μονάδα ρύθμισης του σήματος του αισθητήρα αποτελούνται, είτε από διακριτά στοιχεία ολοκληρωμένα κυκλώματα και παθητικά στοιχεία) στο ίδιο άρθρωμα (module), είτε κατασκευάζονται σε υβριδικά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Η μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και η επεξεργασία των μετρήσεων γίνονται από μετατροπέα A/D και μικροεπεξεργαστή, που βρίσκονται εκτός της διάταξης του αισθητήρα. Το λειτουργικό διάγραμμα ενός αισθητήρα «3ης γενιάς» φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα



Σχήμα3. 4 Λειτουργικό διάγραμμα αισθητήρα 3ης γενιάς

Στους αισθητήρες «4ης γενιάς», ο αισθητήρας και τα κυκλώματα ρύθμισης του σήματος του αισθητήρα κατασκευάζονται στο ίδιο μονολιθικό ή υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα, ενώ ο μετατροπέας A/D και τα ψηφιακά κυκλώματα επεξεργασίας και επικοινωνίας υλοποιούνται με διακριτά στοιχεία και βρίσκονται εκτός της διάταξης του αισθητήρα. Η διάταξη του αισθητήρα παράγει αναλογική έξοδο και μπορεί να έχει αμφίδρομη διασύνδεση με το μικροεπεξεργαστή, καθώς και δυνατότητες αυτοελέγχου (self-testing).

Το λειτουργικό διάγραμμα ενός αισθητήρα «4ης γενιάς» παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα

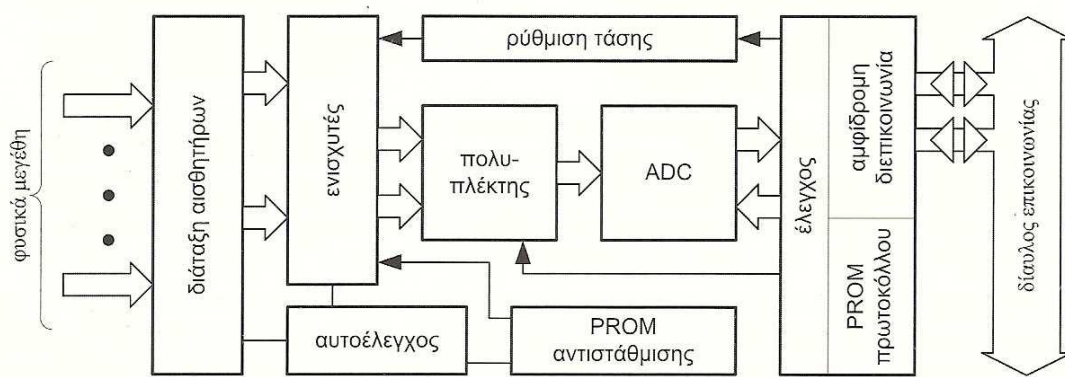


Σχήμα 3.5 : Λειτουργικό διάγραμμα αισθητήρα 4ης γενιάς.

Στους αισθητήρες «5ης γενιάς», ο μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό βρίσκεται στο ίδιο μονολιθικό ή υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα με τον αισθητήρα και το ρυθμιστή του σήματος του αισθητήρα. Ανάλογα με τη σχεδίαση τους, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να παράγουν ψηφιακή έξοδο με δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας με μικροελεγκτή ή Η/Υ ή να υποστηρίζουν το κατάλληλο πρωτόκολλο για την επικοινωνία με το σύστημα υποδοχής (πχ. Η/Υ, μικροελεγκτής, κλπ.) μέσω συστήματος διαύλου πεδίου (CAN, Foundation Fieldbus κλπ.) ή μέσω ασύρματου δικτύου.

Επίσης, περιλαμβάνουν δυνατότητες: (α) μέτρησης σημάτων από πολλούς αισθητήρες, (β) αυτοελέγχου (ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων των μετρήσεων) και (γ) αντιστάθμισης παραγόντων που επηρεάζουν τη λειτουργία του αισθητήρα (πχ. θερμοκρασία, υγρασία, κλπ). Όλες οι παραπάνω λειτουργίες υλοποιούνται με κυκλώματα που αποτελούν τις διατάξεις ρύθμισης και επεξεργασίας του σήματος του αισθητήρα και κατασκευάζονται στο ίδιο μονολιθικό ή υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα με τον αισθητήρα.

Το λειτουργικό διάγραμμα ενός αισθητήρα «5ης γενιάς» φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα



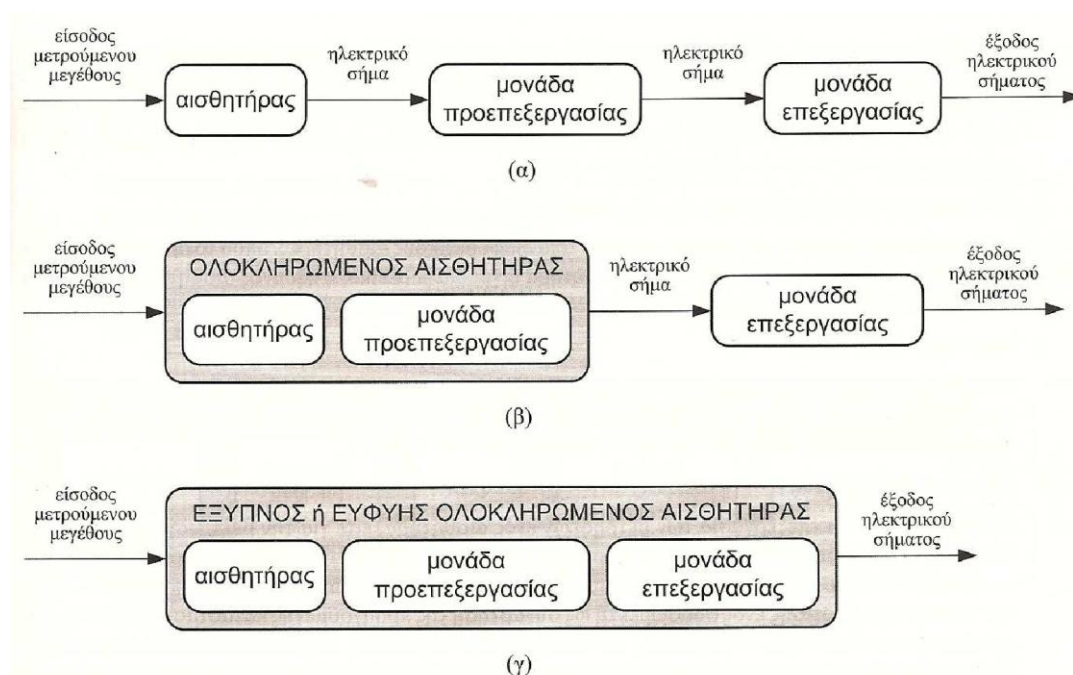
Σχήμα 3.6 Αισθητήρας 5ης γενιάς που έχει κατασκευαστεί με τεχνολογία VLSI

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι διατάξεις μέτρησης με αισθητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε σχέση με τον τρόπο κατασκευής τους, στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Ο αισθητήρας, η μονάδα προεπεξεργασίας, που πραγματοποιεί τη ρύθμιση του σήματος του αισθητήρα (πχ. ενίσχυση, φιλτράρισμα κλπ.) και η μονάδα επεξεργασίας, που υπολογίζει το μετρούμενο μέγεθος σύμφωνα με τις μετρήσεις που παρέχει ο αισθητήρας αποτελούνται από διακριτά κυκλώματα, Σχήμα 3.7(α). Όλοι οι αισθητήρες «1ης και 2ης γενιάς», καθώς και μερικοί από τους αισθητήρες «3ης γενιάς» ανήκουν σε αυτή την κατηγορία.
2. Ο αισθητήρας και η μονάδα προεπεξεργασίας κατασκευάζονται πάνω στο ίδιο μονολιθικό ή υβριδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα και αποτελούν έναν ολοκληρωμένο αισθητήρα, Σχήμα 3.7(β). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν

μερικοί από τους αισθητήρες «3ης γενιάς» και όλοι οι αισθητήρες «4ης γενιάς».

3. Τόσο ο αισθητήρας, όσο και οι μονάδες προεπεξεργασίας και επεξεργασίας περιλαμβάνονται στο ίδιο υβριδικό ή μονολιθικό ολοκληρωμένο κύκλωμα και αποτελούν έναν έξυπνο ή ευφυή ολοκληρωμένο αισθητήρα (smart sensor),



Σχήμα 3.7 : Ταξινόμηση διατάξεων αισθητήρων σε σχέση με τον τρόπο κατασκευής τους: (α) Σύστημα αισθητήρα με διακριτά κυκλώματα προεπεξεργασίας και επεξεργασίας, (β) Ολοκληρωμένος αισθητήρας και (γ) Έξυπνος αισθητήρας.

3.1. ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Σε έναν έξυπνο αισθητήρα, εκτός από τον υπολογισμό του μετρούμενου μεγέθους, η μονάδα επεξεργασίας πραγματοποιεί λειτουργίες, όπως αυτοέλεγχο, πολυανίχνευση, αυτόματη βαθμονόμηση (auto-calibration), επικοινωνία με αναλογικούς και ψηφιακούς διαύλους επικοινωνίας (πχ. 4-20 mA, RS232, κλπ.), έλεγχο ενεργοποιητών κλπ. Ανάλογα με την εφαρμογή, η έξοδος ενός έξυπνου αισθητήρα μπορεί να είναι αναλογική ή ψηφιακή.

Έτσι, ο αισθητήρας μετασχηματίζεται από ένα απλό παθητικό εξάρτημα σε ένα ολοκληρωμένο περιφερειακό υποσύστημα μιας διάταξης μέτρησης και ελέγχου.

Η ανάπτυξη των έξυπνων αισθητήρων συμβάλλει στη μείωση του μεγέθους και του κόστους των συστημάτων μέτρησης, καθώς η ρύθμιση και η επεξεργασία του σήματος του αισθητήρα γίνονται εσωτερικά σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, χωρίς να απαιτούνται εξωτερικές ηλεκτρονικές διατάξεις και καλωδιώσεις.

Επιπλέον σημαντικές λειτουργίες που εκτελούνται σε μία διάταξη έξυπνου αισθητήρα είναι οι ακόλουθες:

α. Έλεγχος της διέγερσης του αισθητήρα (sensor excitation): Παράδειγμα εφαρμογής αυτής της λειτουργίας είναι η μεταβολή της τάσης τροφοδοσίας μιας «γέφυρας Wheatstone», η οποία αποτελείται από ημιαγωγούς πιεζοαντιστάτες, με σκοπό την αντιστάθμιση της μεταβολής της ευαισθησίας τους με τη θερμοκρασία. Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις είναι επιθυμητό να διακόπτεται η παροχή τροφοδοσίας στον αισθητήρα για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (πχ. όταν η διάταξη μέτρησης τροφοδοτείται από συσσωρευτή).

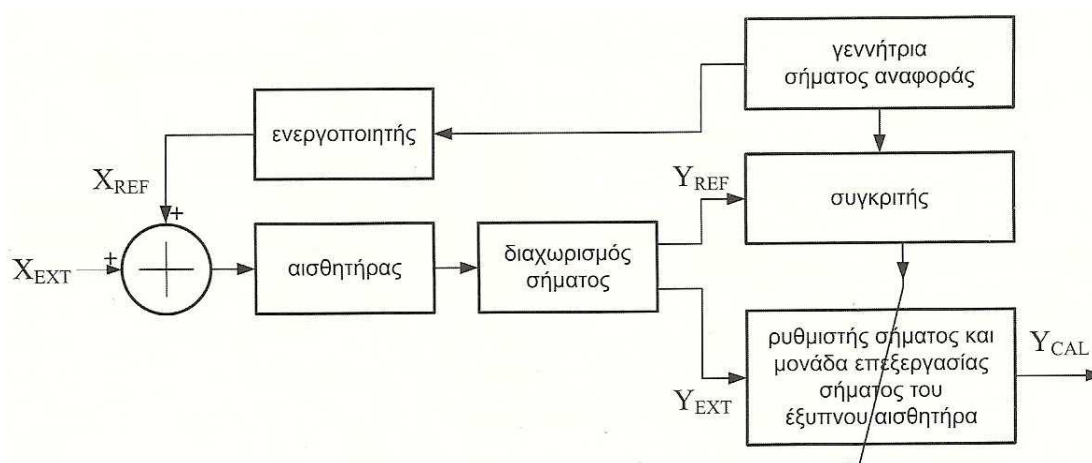
β. Ενίσχυση του σήματος που παράγει ο αισθητήρας: Στην περίπτωση πολλών αναλογικών εισόδων από διαφορετικούς αισθητήρες, όπου το απαιτούμενο κέρδος για την ενίσχυση του σήματος κάθε αισθητήρα είναι διαφορετικό, ο έξυπνος αισθητήρας μπορεί να περιλαμβάνει αναλογικό πολυπλέκτη και ενισχυτή προγραμματιζόμενου κέρδους.

γ. Μετατροπή A/D: Ο μετατροπέας απόκτησης δεδομένων σε ψηφιακό(A/D) αποτελεί βασική μονάδα των ψηφιακών συστημάτων και χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ψηφιακής αναπαράστασης της επιθυμητής στιγμιαίας τιμής ενός αναλογικού σήματος εισόδου (τάση ή ρεύμα), ώστε να είναι κατάλληλη για περαιτέρω ψηφιακή επεξεργασία. Συγκρίνει το αναλογικό σήμα εισόδου με ένα αναλογικό σήμα αναφοράς (τάση ή ρεύμα) και η ψηφιακή λέξη που παράγεται εκφράζει το ποσοστό της τιμής του σήματος εισόδου ως προς το σήμα αναφοράς. Επιτρέπει επίσης την εφαρμογή αλγορίθμων ψηφιακής επεξεργασίας σήματος μέτρησης μέσα στο ολοκληρωμένο κύκλωμα του έξυπνου αισθητήρα. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η διασύνδεση του έξυπνου αισθητήρα με ψηφιακά συστήματα συλλογής δεδομένων και με συστήματα διαύλου πεδίου.

δ. Επεξεργασία σήματος: Για την βελτίωση της ποιότητας των μετρήσεων (πχ. φιλτράρισμα, αύξηση γραμμικότητας, αντιστάθμιση θερμοκρασίας κλπ.) ή για τον υπολογισμό ενός μεγέθους ως συνάρτηση των μετρήσεων διαφορετικών αισθητήρων, απαιτείται επεξεργασία των μετρήσεων του αισθητήρα. Σε έναν έξυπνο αισθητήρα η διαδικασία της επεξεργασίας σήματος μπορεί να υλοποιείται με αναλογικά ή ψηφιακά κυκλώματα, περιλαμβάνοντας επίσης τις παρακάτω σημαντικές λειτουργίες:

- **Αυτόματη βαθμονόμηση:** Η διαδικασία της βαθμονόμησης του αισθητήρα πραγματοποιείται από κατάλληλα αναλογικά ή ψηφιακά κυκλώματα, που έχουν κατασκευαστεί μέσα στο ολοκληρωμένο κύκλωμα του έξυπνου αισθητήρα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται αυτόματη βαθμονόμηση (auto-calibration).

Η δυνατότητα αυτή συμβάλλει στην ταχύτερη βαθμονόμηση των έξυπνων αισθητήρων κατά τη βιομηχανική και με χαμηλότερο κόστος παραγωγή τους. Ο έξυπνο αισθητήρας μπορεί να εφαρμόσει αυτή τη διαδικασία σε ένα σύστημα μέτρησης σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να μειώσει την επίδραση της ολίσθησης των χαρακτηριστικών λειτουργίας του πάνω στην ακρίβεια των μετρήσεων. Το γενικό διάγραμμα της διαδικασίας αυτόματης βαθμονόμησης σε έναν έξυπνο αισθητήρα φαίνεται στο Σχήμα 3.8

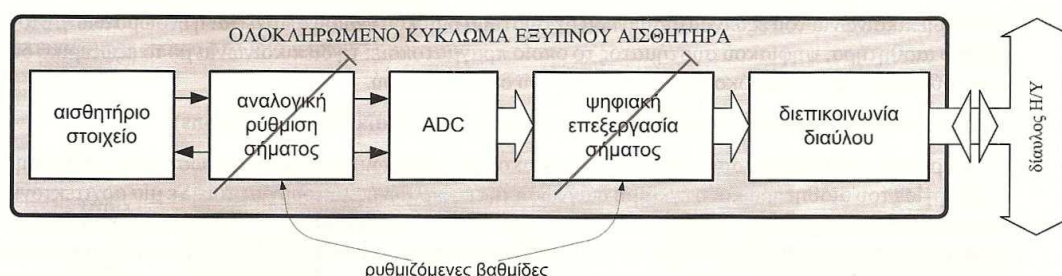


Σχήμα 3.8 Το γενικό διάγραμμα της διαδικασίας αυτοβαθμονόμησης σε έναν έξυπνο αισθητήρα.

Το σήμα βαθμονόμησης X_{REF} , που παράγεται εσωτερικά στο ολοκληρωμένο κύκλωμα του έξυπνου αισθητήρα με τη βοήθεια ενός ενεργοποιητή χρησιμοποιείται ως διέγερση του αισθητήρα ταυτόχρονα με την εξωτερική διέγερση X_{EXT} , που μετράται από τον έξυπνο αισθητήρα. Η

απόκριση που οφείλεται στην εσωτερικά παραγόμενη διέγερση YREF, διαχωρίζεται από την απόκριση YEXT, η οποία οφείλεται στη μετρούμενη διέγερση XEXT. Στη συνέχεια, το παραγόμενο σήμα YREF συγκρίνεται με γνωστό σήμα αναφοράς.

Το αποτέλεσμα της σύγκρισης χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της συνάρτησης μεταφοράς του ρυθμιστή σήματος και της μονάδας επεξεργασίας σήματος του έξυπνου αισθητήρα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα του Σχήματος έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή από τον έξυπνο αισθητήρα του διορθωμένου σήματος μέτρησης YCAL, όταν η αντίστοιχη απόκριση λόγω του μετρούμενου μεγέθους XEXT, είναι η YEXT.

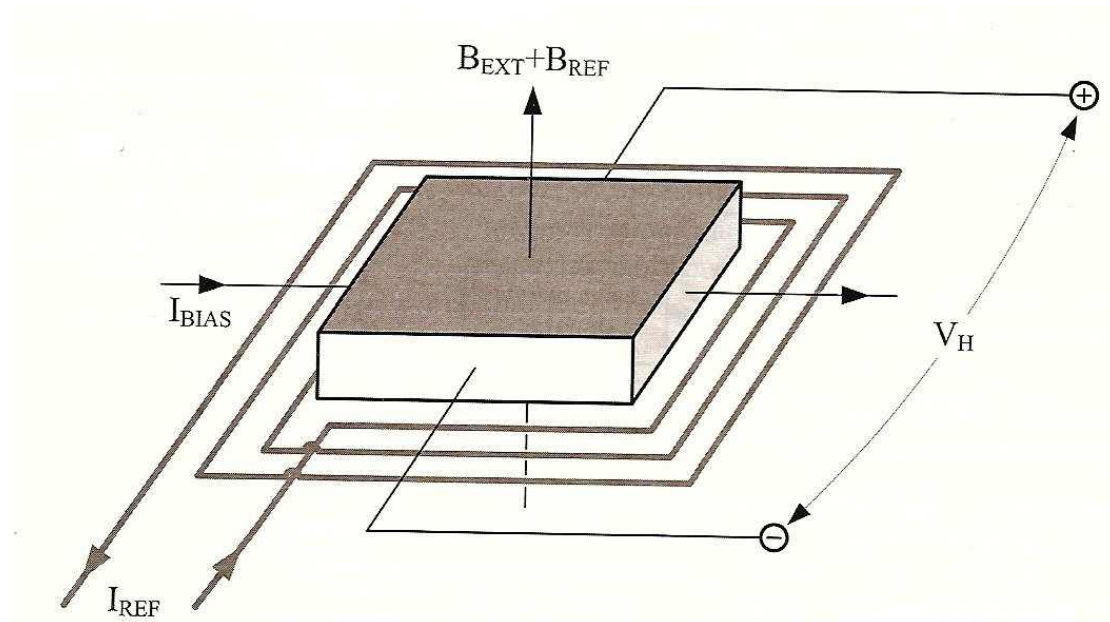


Σχήμα 3.9 Η ρύθμιση της συνάρτησης μεταφοράς διατάξεων του έξυπνου αισθητήρα κατά τη διαδικασία της αυτοβαθμονόμησης.

Ένα παράδειγμα διάταξης αυτοβαθμονόμησης ενός αισθητήρα Hall του οποίου η ευαισθησία μεταβάλλεται (πχ. λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του.

Χρησιμοποιείται μια περιέλιξη, η οποία έχει κατασκευαστεί μέσα στο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Κατά τη διαδικασία της αυτοβαθμονόμησης, η περιέλιξη αυτή διαρρέεται από καθορισμένο ρεύμα IREF το οποίο προκαλεί την ανάπτυξη ενός μαγνητικού πεδίου με μαγνητική επαγωγή.

Το ρεύμα IREF είναι διαμορφωμένο (πχ. παλμικό) σε συχνότητα διαφορετική από αυτή του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου που μετρείται από τον αισθητήρα BEXT, ώστε η απόκριση του αισθητήρα λόγω του πεδίου BREF να μπορεί να διαχωριστεί από την αντίστοιχη απόκριση του λόγω του πεδίου BEXT. Η τιμή της τάσης εξόδου του αισθητήρα λόγω του πεδίου BREF χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση του κέρδους των διατάξεων ενίσχυσης του αισθητήρα



Σχήμα 3.10 : Παράδειγμα διάταξης αυτοβαθμονόμησης σε έναν αισθητήρα Hall

- Μείωση της ευαισθησίας σε δευτερεύοντα φυσικά μεγέθη: Η έξοδος ενός αισθητήρα συνήθως επηρεάζεται και από δευτερεύουσες παραμέτρους, εκτός από το φυσικό μέγεθος που μετράει ο αισθητήρας. Για παράδειγμα, η τάση εξόδου ενός αισθητήρα Hall, εκτός από το μετρούμενο μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται και με τη θερμοκρασία, η οποία αποτελεί τη δευτερεύουσα παράμετρο. Για να αυξηθεί η ακρίβεια των μετρήσεων, η ευαισθησία του συστήματος μέτρησης σε δευτερεύουσες παραμέτρους πρέπει να μειωθεί σε αποδεκτά επίπεδα και η διαδικασία αυτή ονομάζεται «cross sensitivity correction»

ε. Επικοινωνία με σύστημα διαύλου πεδίου: Για τη διεπικοινωνία του έξυπνου αισθητήρα με σύστημα διαύλου πεδίου απαιτείται η ενσωμάτωση στον έξυπνο αισθητήρα ψηφιακού συστήματος, το οποίο πραγματοποιεί τη διεπικοινωνία με το εξωτερικό δίκτυο σύμφωνα με το πρωτόκολλο λειτουργίας του δικτύου αυτού.

ζ. Λειτουργίες παρακολούθησης (monitoring) και διάγνωσης (diagnostic functions): Σε εφαρμογές συστημάτων ασφαλείας (πχ. Αερόσακοι αυτοκινήτων) απαιτείται η γνώση της κατάστασης λειτουργίας του αισθητήρα και η έγκαιρη διάγνωση της εσφαλμένης λειτουργίας του. Σε μία αρχιτεκτονική έξυπνου αισθητήρα αυτή η απαίτηση υλοποιείται από το ίδιο το σύστημα του έξυπνου αισθητήρα με μετρήσεις εσωτερικών σημάτων αναφοράς, καθώς και

με την εφαρμογή εσωτερικών λειτουργιών ελέγχου (πχ. watchdog timer). Στη συνέχεια, η πληροφορία σχετικά με την κατάσταση λειτουργίας του έξυπνου αισθητήρα μεταδίδεται από τον έξυπνο αισθητήρα σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου του συστήματος μέτρησης.

3.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

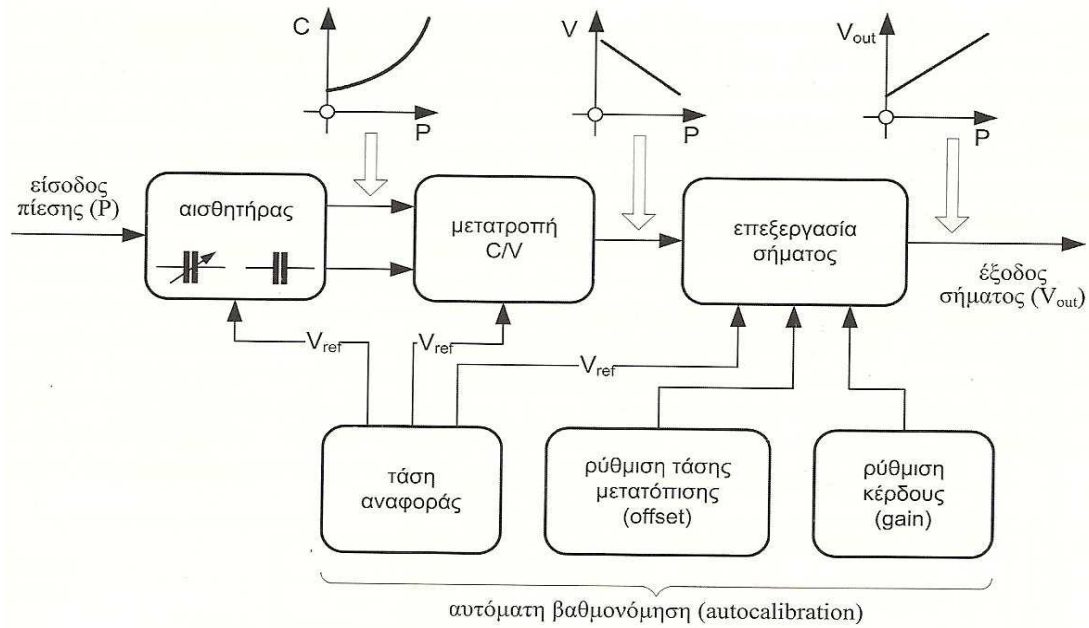
3.2.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Το γενικό διάγραμμα ενός έξυπνου χωρητικού αισθητήρα μέτρησης πίεσης φαίνεται στο Σχήμα 3.11. Η χωρητικότητα του αισθητήρα μεταβάλλεται με την μετρούμενη πίεση με μια μη-γραμμική σχέση.

Οι διατάξεις μετατροπής της χωρητικότητας του αισθητήρα σε τάση (μετατροπή C/V) και επεξεργασίας σήματος κατασκευάζονται στο ίδιο ολοκληρωμένο κύκλωμα με τον αισθητήρα και σχεδιάζονται έτσι ώστε, η τάση εξόδου που παράγεται να μεταβάλλεται γραμμικά σε σχέση με τη μετρούμενη πίεση με ρυθμιζόμενες τιμές τάσης μετατόπισης (offset) και κέρδους (gain).

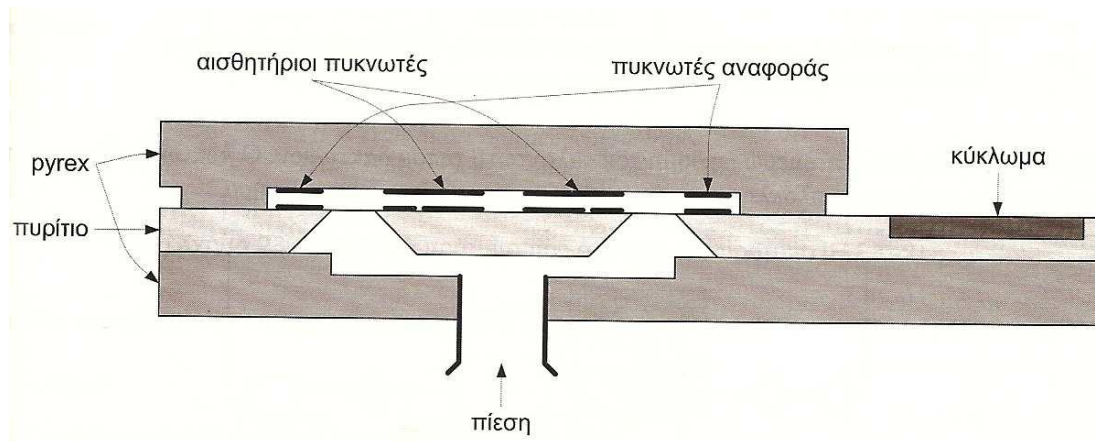
Στο ίδιο ολοκληρωμένο κύκλωμα κατασκευάζεται και η διάταξη παραγωγής της τάσης αναφοράς V_{ref} , που απαιτείται για την τροφοδοσία των υποσυστημάτων του έξυπνου αισθητήρα.

Για την αντιστάθμιση της μεταβολής της ευαισθησίας του χωρητικού αισθητήρα με τη θερμοκρασία και επομένως για την αύξηση της ακρίβειας των μετρήσεων, η τάση αναφοράς που παράγεται μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία.



Σχήμα 3.11 Λειτουργικό διάγραμμα έξυπνου χωρητικού αισθητήρα πίεσης

Η κατασκευή του ολοκληρωμένου κυκλώματος του έξυπνου χωρητικού αισθητήρα πίεσης παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.12. Τόσο οι αισθητήριοι πυκνωτές, όσο και τα ηλεκτρονικά κυκλώματα του έξυπνου αισθητήρα κατασκευάζονται επάνω στο ίδιο στρώμα πυριτίου.



Σχήμα 3.12 Η κατασκευή του ολοκληρωμένου κυκλώματος του έξυπνου χωρητικού αισθητήρα πίεσης.

3.2.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2

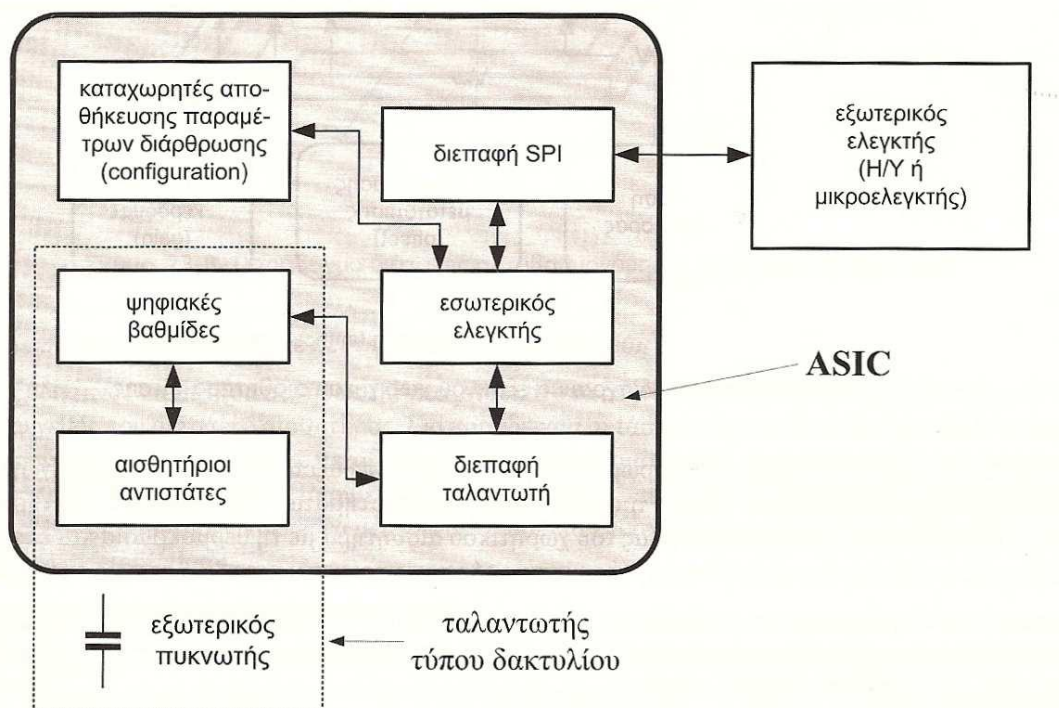
Το γενικό διάγραμμα ενός έξυπνου αισθητήρα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης κάποιου αερίου στον ατμοσφαιρικό αέρα φαίνεται στο Σχήμα 3.13.

Η λειτουργία του αισθητήρα στηρίζεται στην αύξηση της ωμικής αντίστασης του ενεργού υλικού που χρησιμοποιείται, ανάλογα με τη συγκέντρωση του αερίου.

Ο τύπος του ενεργού υλικού που χρησιμοποιείται καθορίζεται κατά την κατασκευή του ολοκληρωμένου κυκλώματος και εξαρτάται από το αέριο που πρόκειται να ανιχνευθεί (πχ. χρησιμοποιείται SnO₂ για την ανίχνευση CO, ενεργό υλικό από WO₃ για την ανίχνευση N₂O κλπ.).

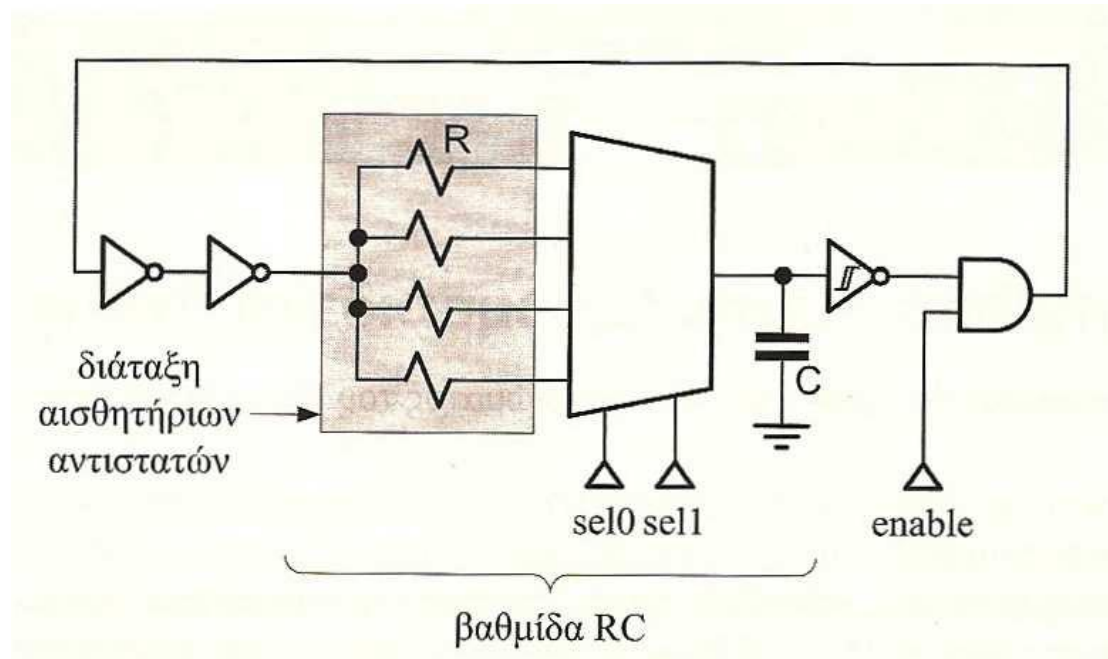
Ένας ταλαντωτής τύπου δακτυλίου (ring oscillator) χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός τετραγωνικού σήματος εξόδου με περίοδο ανάλογη της αντίστασης του ενεργού υλικού και επομένως της συγκέντρωσης του αερίου.

Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτείται μετατροπέας A/D για τη μετατροπή της εξόδου του αισθητήρα σε ψηφιακό σήμα. Η περίοδος του τετραγωνικού σήματος μετράται με κατάλληλα ψηφιακά κυκλώματα, μετατρέπεται σε ψηφιακό αριθμό των 8 bit και μεταδίδεται σε έναν εξωτερικό ελεγκτή (H/Y ή μικροελεγκτή), μέσω ενός διαύλου επικοινωνίας, που λειτουργεί σύμφωνα με το πρωτόκολλο Serial Protocol Interface (SPI) για περαιτέρω επεξεργασία και αποθήκευση.



Σχήμα 3.13 : Ο ταλαντωτής τύπου δακτυλίου που χρησιμοποιείται στον έξυπνο αισθητήρα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης αερίου στον ατμοσφαιρικό αέρα.

Στο Σχήμα 3.14 φαίνεται λεπτομερώς η δομή του ταλαντωτή τύπου δακτυλίου. Ο πυκνωτής C τοποθετείται εξωτερικά από το χρήστη του ολοκληρωμένου κυκλώματος του έξυπνου αισθητήρα.



Σχήμα 3.14 Λειτουργικό διάγραμμα έξυπνου αισθητήρα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης αερίου στον ατμοσφαιρικό αέρα.

3.3. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΓΙΑ ΕΞΥΠΝΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ

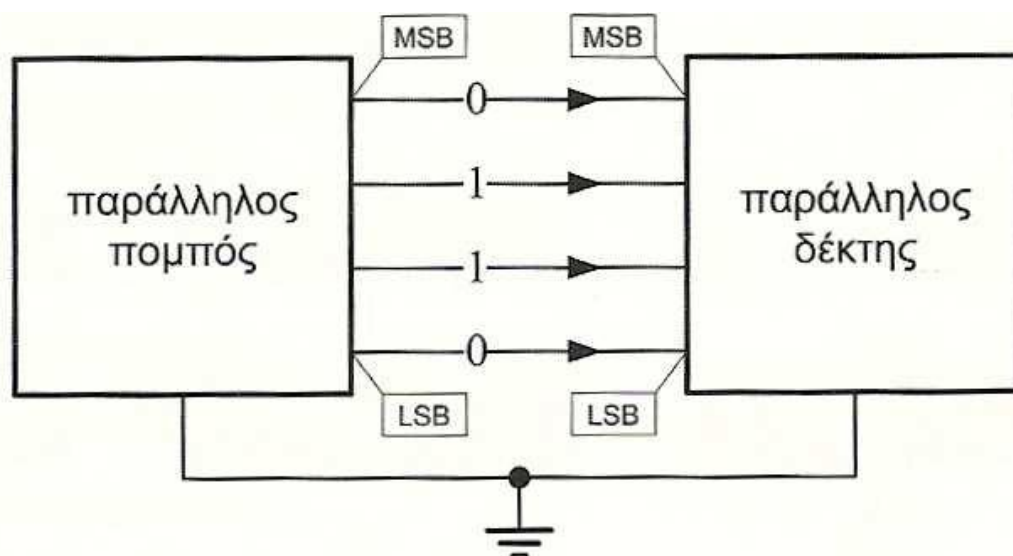
Η πληροφορία, η οποία προκύπτει από τη μέτρηση που λαμβάνεται από ένα σύστημα μέτρησης πρέπει να μεταφερθεί σε μία άλλη συσκευή για περαιτέρω επεξεργασία. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η διασύνδεση των μονάδων που επικοινωνούν δεν μπορεί να γίνει με απλή καλωδίωση από την οποία διέρχονται τα αναλογικά σήματα μέτρησης. Αντίθετα αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται μέσω των συστημάτων διεπικοινωνίας που είναι διαθέσιμα για τα συστήματα μέτρησης, στα οποία η λειτουργία τους βασίζεται σε κατάλληλες μεθόδους μετάδοσης της πληροφορίας των μετρήσεων. Σε πολλές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα σε αυτοματισμούς σε κτίρια («έξυπνα κτίρια»), η πληροφορία που συλλέγεται από τα συστήματα μετρήσεων πρέπει να μεταδίδεται σε απομακρυσμένα συστήματα

επεξεργασίας των μετρήσεων.

Αυτή η διαδικασία ονομάζεται τηλεμετρία (telemetry). Εκτός από τις εφαρμογές της τηλεμετρίας, η δυνατότητα διεπικοινωνίας των διατάξεων μέτρησης είναι επίσης απαραίτητη για την ανάπτυξη συστημάτων μέτρησης και ελέγχου, τα οποία αποτελούνται από δίκτυα, αποτελούμενα από αισθητήρες, ενεργοποιητές και ελεγκτές. Τα δίκτυα αυτά ονομάζονται και συστήματα διαύλου πεδίου και χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές.

3.3.1 ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Κατά την παράλληλη επικοινωνία (parallel communication) διατίθενται τόσες γραμμές διασύνδεσης, όσα και τα bits της ψηφιακής λέξης που μεταδίδεται και επιπλέον μια γραμμή γείωσης, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 3.15. Πρακτικά απαιτούνται επιπλέον μερικές γραμμές ελέγχου της ροής των δεδομένων.



Σχήμα 3.15 Μετάδοση δεδομένων με παράλληλη επικοινωνία

Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου επικοινωνίας είναι, ότι η απόσταση πομπού – δέκτη δεν μπορεί να είναι μεγάλη και η διασύνδεση απαιτεί πολλές γραμμές.

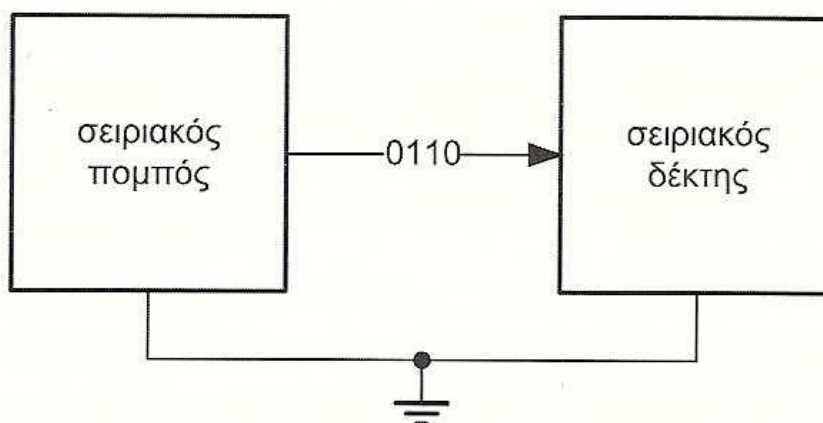
Έχει όμως το πλεονέκτημα της υψηλής ταχύτητας μετάδοσης, διότι όλα τα bits που συνθέτουν την ψηφιακή λέξη που αποστέλλεται, μεταδίδονται

ταυτόχρονα. Παράδειγμα εφαρμογής της παράλληλης επικοινωνίας είναι η διασύνδεση του Η/Υ με έναν εκτυπωτή.

3.3.2 ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ:

Η σειριακή επικοινωνία (serial communication) χρησιμοποιείται ευρύτατα και είναι διαθέσιμη, τόσο για τους υπολογιστές, όσο για τις συσκευές μέτρησης (πχ για καταγραφή δεδομένων), όπως φαίνεται στο σχήμα 3.16

Η αποστολή της πληροφορίας γίνεται ανά 1bit (σειριακά), μέχρι να συμπληρωθεί η μετάδοση ολόκληρου του byte, που αποστέλλεται. Είναι πιο αργή από την παράλληλη επικοινωνία, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μετάδοση δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις



Σχήμα 3.16 Μετάδοση δεδομένων με σειριακή επικοινωνία

3.3.3 ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

3.3.3.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΙΕΕΕ 1451

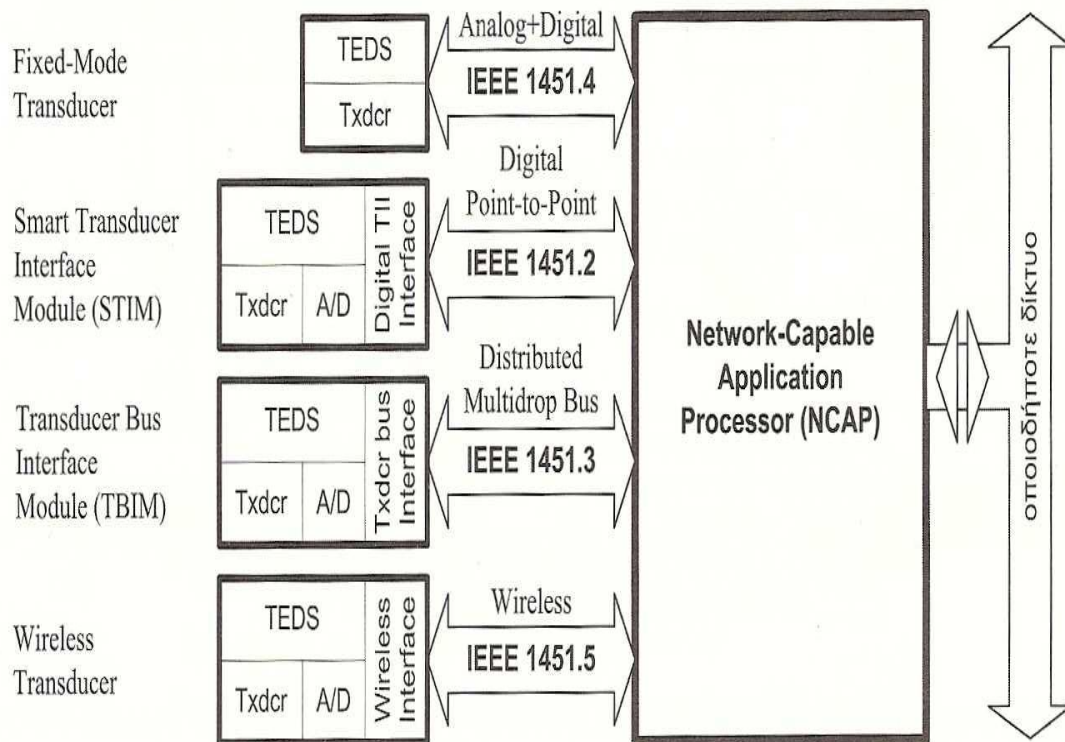
Λόγω του μεγάλου αριθμού διαθέσιμων πρωτοκόλλων διαύλων πεδίου και ασύρματων δικτύων η σχεδίαση έξυπνων αισθητήρων με δυνατότητα σύνδεσης σε τέτοια δίκτυα καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη, διότι κάθε έξυπνος αισθητήρας μπορεί να είναι συμβατός μόνο με το συγκεκριμένο δίκτυο για το οποίο έχει αρχικά σχεδιαστεί χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα υποστήριξης νέων τεχνολογιών δικτύων αισθητήρων.

Έτσι, έχει αναπτυχθεί το πρότυπο IEEE 1451, το οποίο είναι ένα

σύνολο υποπροτύπων που καθορίζουν τη διεπικοινωνία έξυπνων αισθητήρων (Smart Transducer Interface, STI) με τα συστήματα διαύλων επικοινωνίας ανεξάρτητα από το πρωτόκολλο του διαύλου που χρησιμοποιείται.

Ο σκοπός των προτύπων είναι ο διαχωρισμός του σχεδιασμού του αισθητήρα από τον ελεγκτή δικτύου (network controller), ο οποίος υλοποιεί τη διεπικοινωνία με το επιθυμητό σύστημα διαύλου.

Στο Σχήμα 3.17 παρουσιάζονται τα διάφορα υποπρότυπα από τα οποία αποτελείται το πρότυπο IEEE 1451. Στο πρότυπο IEEE 1451 η διάταξη του αισθητήρα ονομάζεται Άρθρωμα Διεπαφής Έξυπνου Μετατροπέα (Smart Transducer Interface Module - STIM) και ο ελεγκτής δικτύου (network controller) ονομάζεται Επεξεργαστής Εφαρμογών δικτυακών δυνατοτήτων (Network Capable Application Processor - NCAP)



TII = Transducer Independent Interface
TxdcR = Μετατροπέας (Αισθητήρας ή Ενεργοποιητής)
TEDS = Transducer Electronic Data Sheet

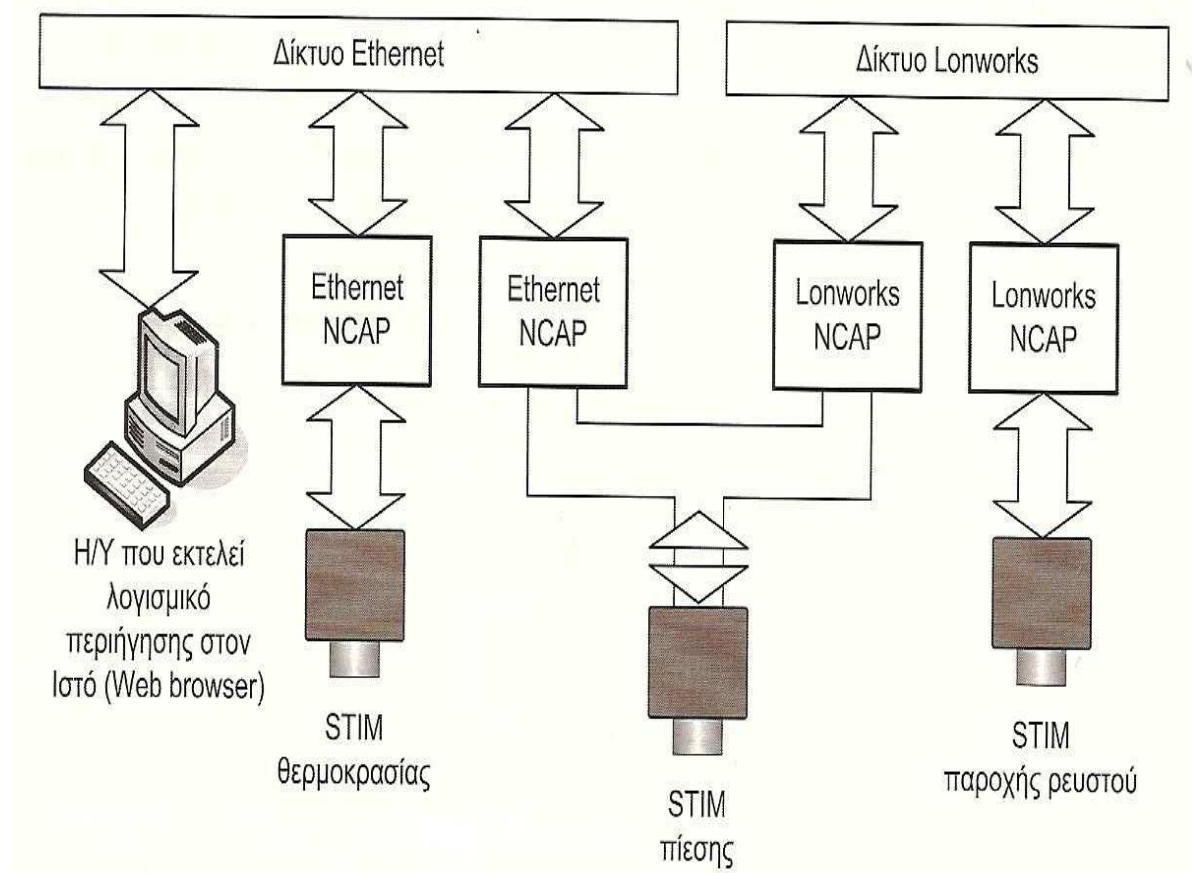
Σχήμα 3.17 : Τα υπό-πρότυπα που ανήκουν στο πρότυπο IEEE 1451.

Παρακάτω υπάρχει η περιγραφή των υποπροτύπων του IEEE 1451

IEEE 1451.0: Καθορίζει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των διαδικασιών ελέγχου και διαχείρισης των δομικών στοιχείων των συστημάτων έξυπνων αισθητήρων, οι οποίες είναι κοινές σε όλα τα υποπρότυπα του IEEE 1451 με στόχο να διευκολύνεται η διαλειτουργικότητα των αναπτυσσόμενων εφαρμογών μεταξύ αυτών των υποπροτύπων.

IEEE 1451.1: Καθορίζει το γενικό μοντέλο λειτουργίας των διεπαφών, που πρέπει να αναπτύσσονται στον NCAP για τη διασύνδεση του με τη διάταξη του αισθητήρα και με το δίκτυο.

IEEE 1451.2: Καθορίζει τη διεπικοινωνία μεταξύ της διάταξης του αισθητήρα (STIM) και του ελεγκτή δικτύου (NCAP). Ο κατασκευαστής του έξυπνου αισθητήρα πρέπει να υλοποιήσει μόνο το τμήμα STIM του προτύπου IEEE 1451.2 και στη συνέχεια επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος για τη διασύνδεση με το επιθυμητό δίκτυο. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται σημαντικά ο χρόνος ανάπτυξης του έξυπνου αισθητήρα, ενώ ταυτόχρονα ο ίδιος έξυπνος αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικούς τύπους δικτύου, συνδέοντας τον με τον κατάλληλο NCAP κάθε φορά χωρίς να απαιτείται επανασχεδίαση ενός τμήματος του έξυπνου αισθητήρα και επανακατασκευή του έξυπνου αισθητήρα. Ένα παράδειγμα τέτοιου δικτύου φαίνεται στο Σχήμα 3.18



Σχήμα 3.18 : Η δυνατότητα σύνδεσης του ίδιου STIM σε οποιοδήποτε δίκτυο (Ethernet LonWorks κλπ.) μέσω του κατάλληλου NCAP.

Το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος, που σχεδιάζεται σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 1451.2 φαίνεται στο Σχήμα 3.19 Ένα STIM μπορεί να αποτελείται από 1 έως 255 αισθητήρες και ενεργοποιητές που ονομάζονται κανάλια (channels).

Περιλαμβάνει το υλικό λογισμικό (firmware) που απαιτείται για την επικοινωνία με τον NCAP μέσω ενός διαύλου επικοινωνίας, ο οποίος ονομάζεται Ανεξάρτητη Διεπαφή Μετατροπέα (Transducer Independent Interface - TII).

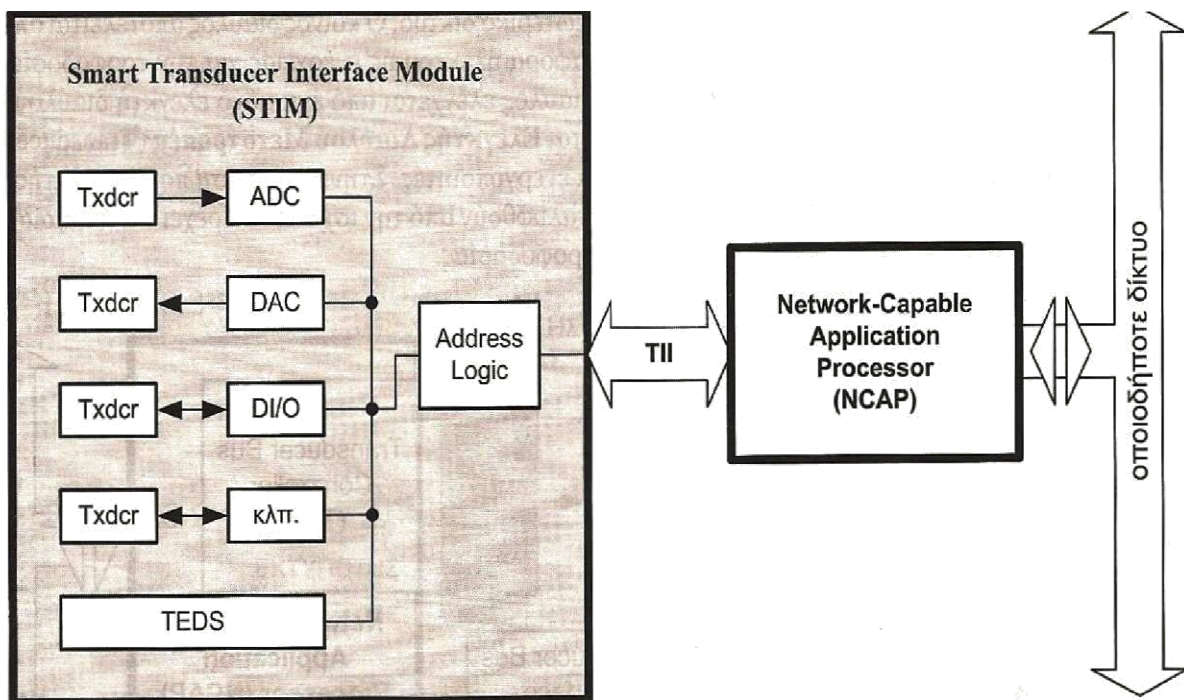
Επίσης, το STIM περιέχει τα Ηλεκτρονικά Φύλλα Δεδομένων Μετατροπέα (Transducer Electronic Data Sheets - TED) στα οποία αποθηκεύονται πληροφορίες που χρησιμοποιούνται από τον NCAP (πχ. τύποι αισθητήρων, ονομασία του κατασκευαστή, σειριακοί αριθμοί ταυτοποίησης, παράμετροι βαθμονόμησης αισθητήρων κλπ.), ώστε να

γνωρίζει τις παραμέτρους λειτουργίας του STIM με το οποίο έχει συνδεθεί και (των καναλιών που αυτό το STIM περιέχει). Η σύνδεση του STIM στον NCAP είναι τύπου «plug and play».

Ο NCAP λειτουργεί ως γέφυρα που συνδέει το επιθυμητό δίκτυο με το TII και το STIM. Το TII είναι ένα σειριακό πρωτόκολλο επικοινωνίας με σύγχρονη, ημιαμφίδρομη (half-duplex) μετάδοση δεδομένων και λειτουργεί με ονομαστική τάση 5V. Υποστηρίζει μόνο ένα ζεύγος NCAP-STIM, όπου ο NCAP λειτουργεί ως master και ο STIM ως slave.

Τόσο ο NCAP, όσο και το STIM υποστηρίζουν λειτουργία τύπου τοποθέτησης ή αφαίρεσης εν θερμώ (hot-insertion ή removal), η λειτουργία αυτή ονομάζεται και εναλλαγή εν θερμώ, (hot-swapping).

Το TII λειτουργεί ως σύστημα με χάρτη μνήμης (memory-mapped) και ο NCAP στέλνει εντολές στον STIM γράφοντας στο δίαυλο TII τη διεύθυνση που αντιστοιχεί στην επιθυμητή λειτουργία (πχ. διάβασμα από αισθητήρα, εντολή σε ενεργοποιητή κλπ.).



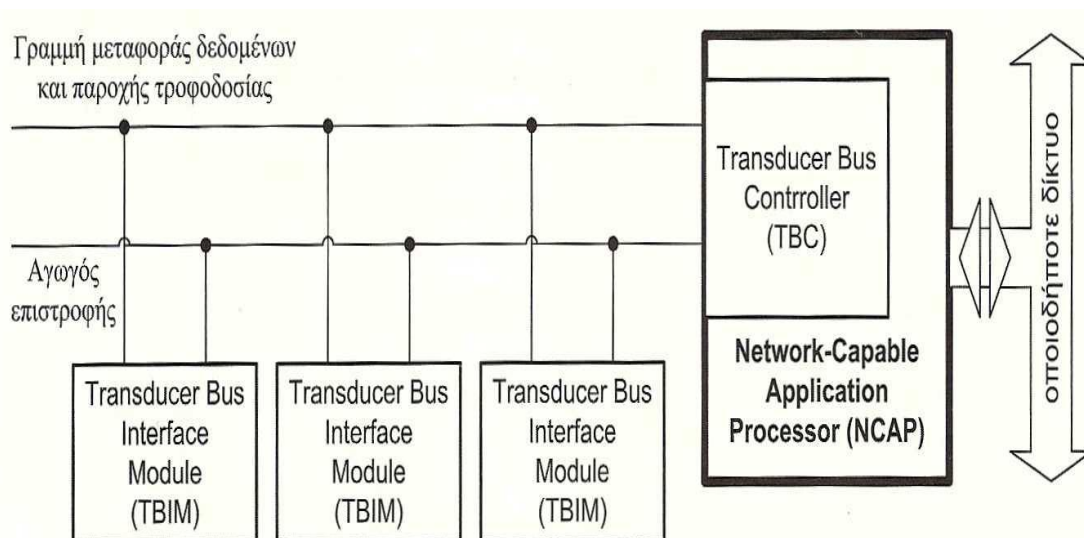
TII = Transducer Independent Interface

Txdcr = Μετατροπέας (Αισθητήρας ή Ενεργοποιητής)

TEDS = Transducer Electronic Data Sheet

Σχήμα 3.19 . Το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος που σχεδιάζεται σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 1451.2

IEEE 1451.3: Αποτελεί επέκταση του προτύπου IEEE 1451.2 με σκοπό τον έλεγχο πολλών αισθητήρων από έναν NCAP, μέσω ενός κοινού διαύλου στον οποίο συνδέονται. Το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος που σχεδιάζεται σύμφωνα με αυτό το πρότυπο φαίνεται στο Σχήμα 3.20



Σχήμα 3.20 Το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος που σχεδιάζεται σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 1451.3

Αποτελείται από τα Αρθρώματα Διεπαφής Διαύλου Μετατροπέα (Transducer Bus Interface Modules - TBIM), τα οποία συνδέονται σε έναν κοινό δίαυλο και τον NCAP, ο οποίος συνδέει αυτόν τον κοινό δίαυλο με το επιθυμητό εξωτερικό δίκτυο. Ο κοινός δίαυλος αποτελείται από μία γραμμή σύνδεσης που χρησιμοποιείται τόσο για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδοσία των TBIM, όσο και για τη μεταφορά δεδομένων.

Ο κοινός δίαυλος ελέγχεται από ένα μόνο ελεγκτή διαύλου (bus controller), ο οποίος υλοποιείται στον NCAP και ονομάζεται Ελεγκτής Διαύλου Μετατροπέα (Transducer Bus Controller - TBC). Κάθε TBIM περιέχει αισθητήρες και ενεργοποιητές. Στην περίπτωση που οι απαιτήσεις ισχύος ενός αισθητήρα είναι υψηλές και δεν μπορούν να καλυφθούν από την ισχύ που παρέχει ο κοινός δίαυλος, τότε ο αισθητήρας τροφοδοτείται από εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.

IEEE 1451.4: Έχει σκοπό τον καθορισμό ενός προτύπου διεπικοινωνίας με δυνατότητα τόσο αναλογικής, όσο και ψηφιακής λειτουργίας (Mixed-Mode Interface) μεταξύ του NCAP και κόμβων, που αποτελούνται από αναλογικούς

αισθητήρες ή και ενεργοποιητές και TEDS. Για την επικοινωνία του αναλογικού αισθητήρα (ή ενεργοποιητή) με τον NCAP χρησιμοποιείται η αναλογική λειτουργία της γραμμής επικοινωνίας, ενώ για την επικοινωνία των αντίστοιχων TEDS με τον NCAP χρησιμοποιείται η ψηφιακή λειτουργία της ίδιας γραμμής επικοινωνίας.

Ένα μόνο είδος λειτουργίας (αναλογική ή ψηφιακή) μπορεί να εκτελείται σε κάθε χρονική στιγμή. Με τη μέθοδο αυτή μειώνεται το κόστος των απαιτούμενων καλωδιώσεων διασύνδεσης.

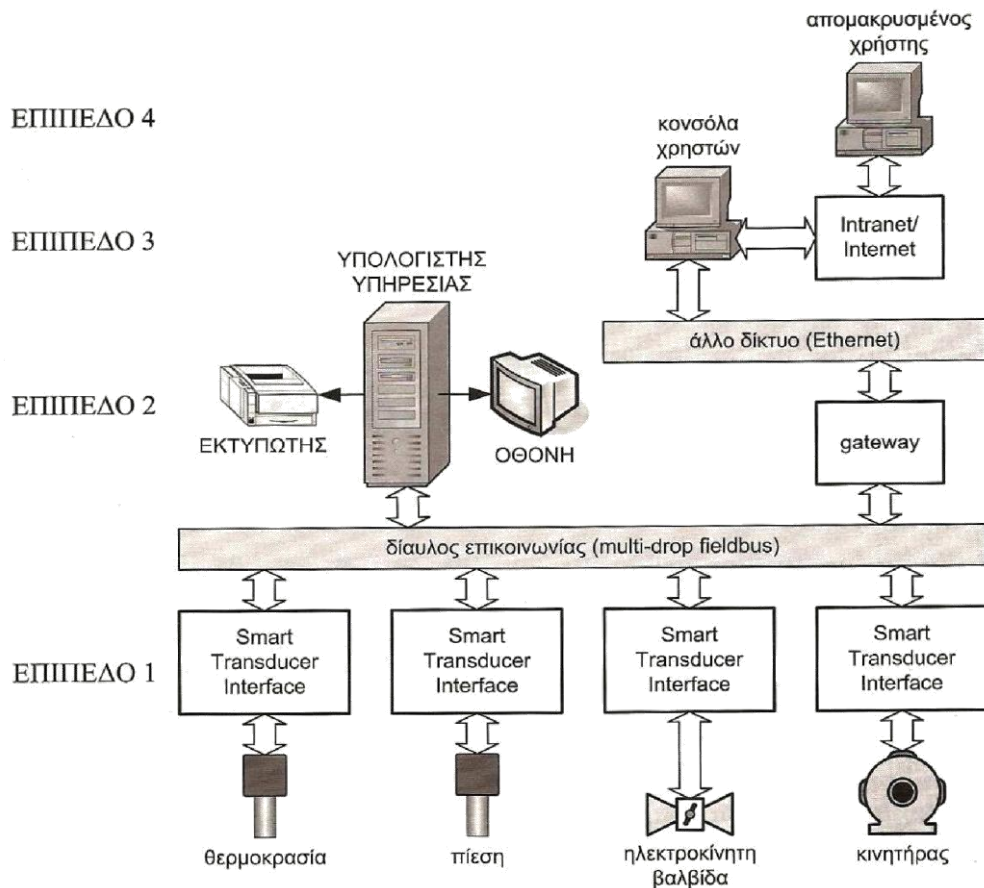
IEEE 1451.5: Έχει σκοπό τον καθορισμό ενός προτύπου διεπικοινωνίας για την ασύρματη διασύνδεση αισθητήρων (που περιλαμβάνουν TEDS) με τον NCAP, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα ασύρματης επικοινωνίας, όπως το 802.11(Wi-Fi), το 802.15.1 (Bluetooth) και το 802.15.4 (ZigBee).

Η σχεδίαση έξυπνων αισθητήρων με βάση το πρότυπο IEEE 1451 επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών κατανεμημένων συστημάτων μέτρησης και ελέγχου (Distributed Measurement and Control, DMC), όπως το σύστημα που φαίνεται στο Σχήμα 3.21 Στο πρώτο επίπεδο του συστήματος οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές σχεδιάζονται σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 1451 και συνδέονται σε έναν κοινό δίαυλο επικοινωνίας (πχ. Foundation Fieldbus, CAN κλπ.).

Ένας Η/Υ ή ένα σύστημα βασισμένο σε μικροελεγκτή ελέγχει τη λειτουργία των αισθητήρων και των ενεργοποιητών (επίπεδο 2) μέσω αυτού του κοινού διαύλου επικοινωνίας⁴

Στον ίδιο δίαυλο μπορεί να συνδέεται επίσης κάποιο τοπικό δίκτυο (επίπεδο 3) μέσω κατάλληλης πύλης δικτύου (gateway), καθώς και απομακρυσμένοι χρήστες (επίπεδο 4) μέσω δικτύου Internet ή Intranet το οποίο συνδέεται στο τοπικό δίκτυο του προηγούμενου επιπέδου.

⁴ Καλαϊτζάκης, Κ και Κουτρούλης, Ε.,(2010) Ηλεκτρικές Μετρήσεις και Αισθητήρες. Αθήνα. Εκδόσεις : Κλειδάριθμος ΕΠΕ



Σχήμα 3.21 Το γενικό διάγραμμα ενός κατακεντρωμένου συστήματος μέτρησης και ελέγχου.

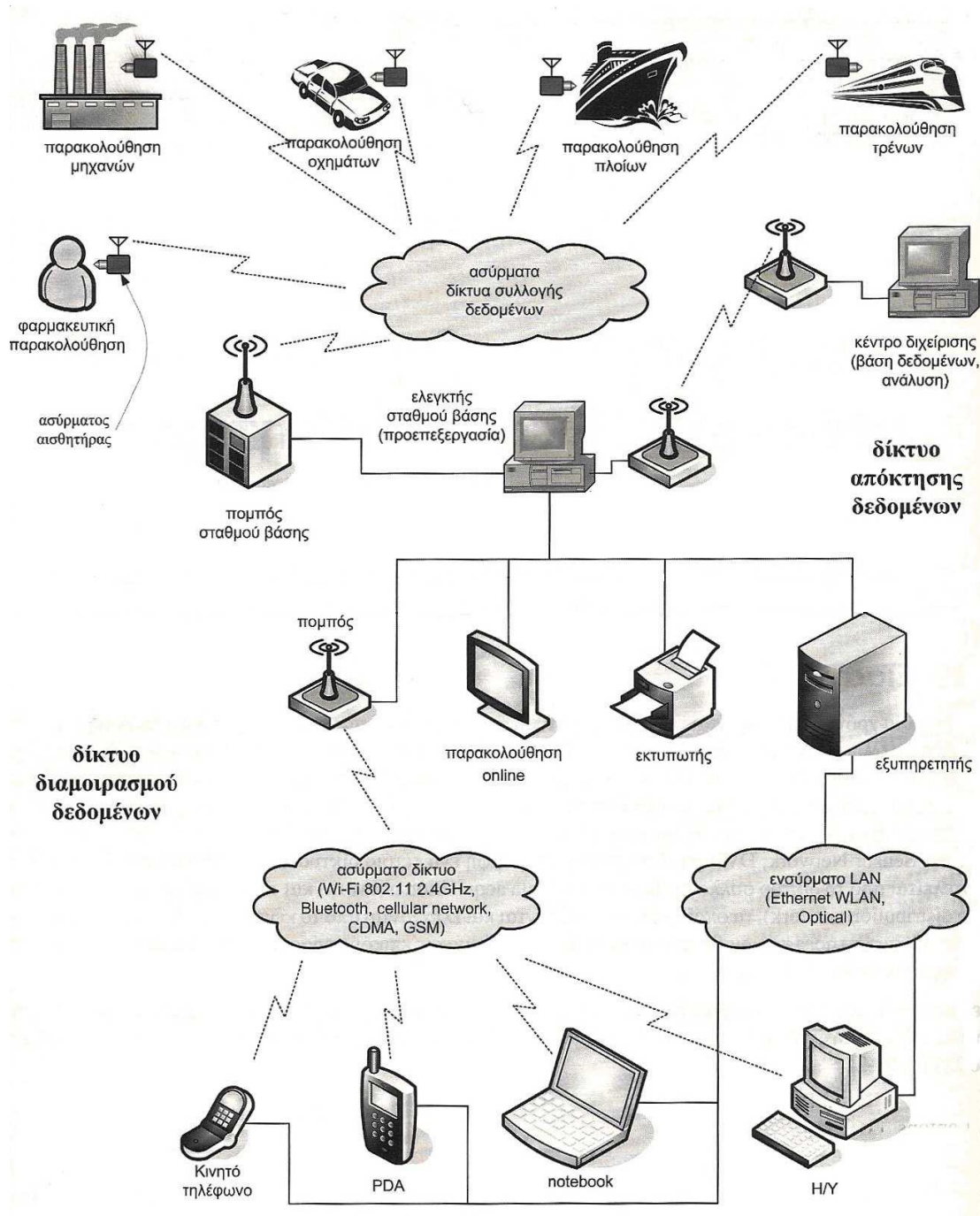
3.4. ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται τεράστια ανάπτυξη στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών και στα Ασύρματα Τοπικά δίκτυα (Wireless Local Area Networks, WLANs). Από το 1997 μέχρι σήμερα έχουν υιοθετηθεί μια σειρά προτύπων, που καθορίζουν τα πρωτόκολλα επικοινωνιών, δίνοντας ώθηση στην ανάπτυξη εφαρμογών ασύρματων δικτύων. Έτσι, οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε μεγάλη γεωγραφική έκταση μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους ασύρματα, σχηματίζοντας ένα κατακεντρωμένο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Distributed Wireless Sensor Network, DWSN).

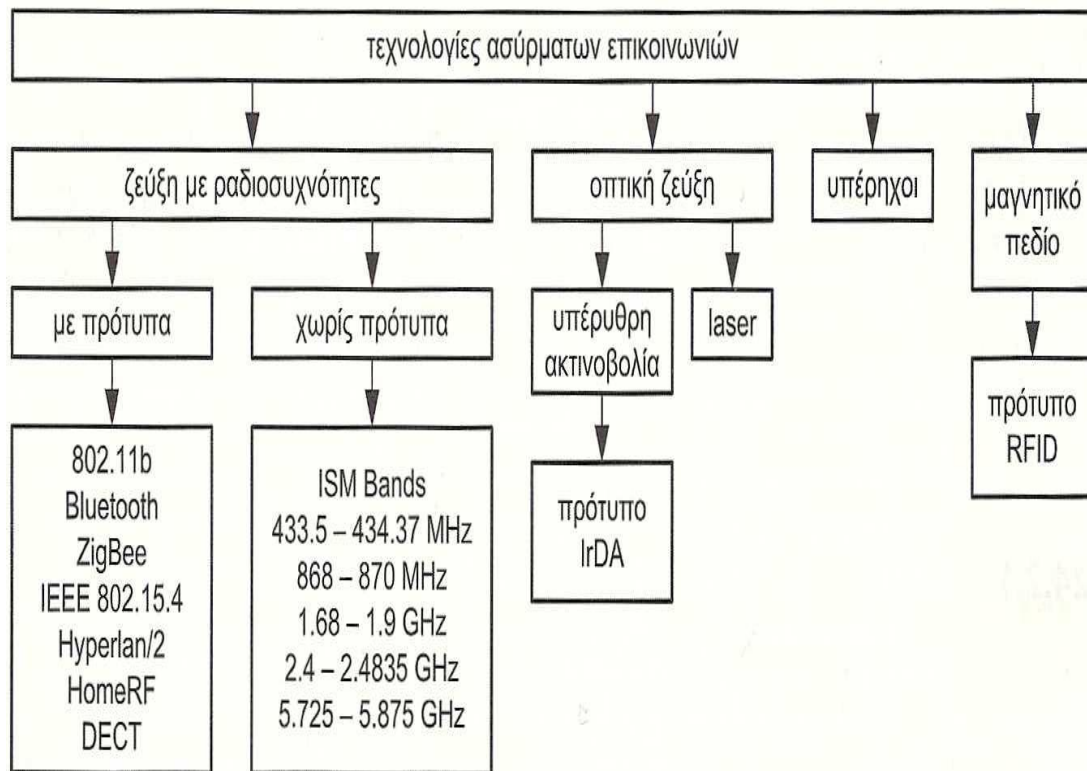
Στη γενική του μορφή ένα τέτοιο δίκτυο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.23. Αποτελείται από το δίκτυο συλλογής δεδομένων (data acquisition network) και το δίκτυο διανομής δεδομένων (data distribution network), τα οποία παρακολουθούνται και ελέγχονται από το κέντρο διαχείρισης (management center).

Οι αισθητήρες που διαθέτουν τη δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας

αναφέρονται ως «ασύρματοι αισθητήρες» (wireless sensors). Η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων σε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων υλοποιείται χρησιμοποιώντας RF (radio frequency), οπτική ζεύξη (πχ. υπέρυθρη), ζεύξη με υπερήχους και μαγνητική ζεύξη, όπως φαίνεται παραστατικά στο Σχήμα 3.22.



Σχήμα 3.22 Ένα κατακεντρωμένο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων



Σχήμα 3.23 Τεχνικές ασύρματης επικοινωνίας σε ασύρματα δίκτυα

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι ζώνες συχνοτήτων που είναι διαθέσιμες για βιομηχανικές, επιστημονικές και ιατρικές εφαρμογές (Industrial, Scientific and Medical bands, ISM). Στις περισσότερες χώρες, οι ζώνες αυτές είναι ελεύθερες για χρήση χωρίς να απαιτείται κάποια ειδική άδεια και χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε εφαρμογές WLAN.

Περιοχή συχνοτήτων	Κεντρική συχνότητα
6.765...6.795 MHz	6.780 MHz
13.553....13.567 MHz	13.560 MHz
26.957....27.283 MHz	27.120 MHz
40.66...40.70 MHz	40.68 MHz
433.05...434.79 MHz	433.92 MHz
868...870 MHz	869 MHz
902...928 MHz	915 MHz
2.400...2.500 GHz	2.450 GHz
5.725...5.875 GHz	5.800 GHz

Πίνακας 3.1: Οι ζώνες συχνοτήτων ISM

Η οπτική ζεύξη με υπέρυθρη ακτινοβολία έχει τα πλεονεκτήματα του χαμηλού κόστους και της ανοχής σε παρεμβολές από ηλεκτρικά σήματα και χρησιμοποιείται ευρύτατα στην επικοινωνία υπολογιστικών συστημάτων (πχ. Laptops, PCs κλπ.) με περιφερειακές συσκευές.

Σε εφαρμογές τηλεμετρίας η ασύρματη μετάδοση των δεδομένων που παράγονται από τα συστήματα μετρήσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM (Global System for Mobile Communications) χρησιμοποιώντας GSM μόντεμ ή GPRS (General Packet Radio Service) μόντεμ.

3.4.1 ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Τα Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα (Wireless Personal Area Networks, WPANs) είναι δίκτυα χωρίς προκαθορισμένη δικτυακή υποδομή, όπου οι κόμβοι του δικτύου επικοινωνούν μεταξύ τους σε ακτίνα, συνήθως της τάξης των αρκετών μέτρων.

Οι ασύρματοι αισθητήρες μπορούν να λειτουργούν ως κόμβοι τέτοιων δικτύων αρκεί να διαθέτουν την κατάλληλη διεπαφή, σύμφωνα με το

αντίστοιχο πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του δικτύου. Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των σημαντικότερων τυποποιημένων προτύπων ασύρματης επικοινωνίας, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την ανάπτυξη Ασύρματων Προσωπικών Δικτύων, περιγράφονται στη συνέχεια:

Πρότυπο IEEE 802.11: Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα τα οποία είναι συμβατά με το πρότυπο IEEE 802.11 ονομάζονται και δίκτυα Wi-Fi (Wireless Fidelity). Συχνά χρησιμοποιούνται και για τη διασύνδεση με το Internet. Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα σημεία πρόσβασης (Access Points, AP) που ενώνουν το ασύρματο δίκτυο με ένα ενσύρματο δίκτυο.

Σε ένα ασύρματο δίκτυο που ακολουθεί το πρότυπο IEEE 802.11, οι σταθμοί (πχ. laptops, PCs, κλπ.) μπορούν να επικοινωνούν, είτε μεταξύ τους, είτε με το AP. Ένα Basic Service Set (BSS) αποτελείται από μία ομάδα σταθμών που επικοινωνούν μεταξύ τους και ένας σταθμός σε ένα BSS μπορεί να επικοινωνεί με οποιονδήποτε άλλο σταθμό στο ίδιο BSS.

Τα δίκτυα που βασίζονται στο πρότυπο IEEE 802.11 χρησιμοποιούν την ζώνη συχνοτήτων UNII (Unlicensed National Information Infrastructure) των 5 GHz με μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων τα 54 Mbps και μέγιστη απόσταση επικοινωνίας 15 m.

Αυτά που βασίζονται στο πρότυπο IEEE 802.11 λειτουργούν στην ISM ζώνη 2.4 - 2.4835 GHz με μέγιστη ταχύτητα 11 Mbps και μέγιστη απόσταση επικοινωνίας 45 m . Το πρότυπο IEEE 802.11 αποτελεί επέκταση των προτύπων 802.11a και 802.11b και λειτουργεί στην ISM ζώνη 2.4 - 2.4835 GHz με μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων 54 Mbps και μέγιστη απόσταση επικοινωνίας 45 m.

3.4.1.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ HOMERF

Το πρότυπο HomeRF είχε αρχικά σχεδιαστεί για οικιακές εφαρμογές. Υποστηρίζει τη μετάδοση δεδομένων και φωνής και μπορεί να διασυνδεθεί τόσο με το Internet, όσο και με ένα δίκτυο τηλεφωνίας.

Βασίζεται στην ασύρματη RF επικοινωνία στην ISM περιοχή συχνοτήτων των 2.45 GHz με μέγιστη απόσταση επικοινωνίας τα 50 m. Ένα

δίκτυο HomeRF μπορεί να περιλαμβάνει έως 127 κόμβους και η μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι 10 Mbps. Από το 2003 η περαιτέρω ανάπτυξη του προτύπου HomeRF έχει διακοπεί.

3.4.1.2 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ BLUETOOTH

Το πρότυπο Bluetooth (IEEE 802.15.1) άρχισε να χρησιμοποιείται το 1998 και με στόχο την ασύρματη RF επικοινωνία ηλεκτρονικών συσκευών (πχ. PCs, laptops, εκτυπωτές, κ.λ.π.) μεταξύ τους και με το Internet. Στο πρότυπο Bluetooth η ασύρματη RF επικοινωνία πραγματοποιείται στην ISM περιοχή συχνοτήτων των 2.45 GHz (χρησιμοποιούνται οι συχνότητες 2.402 - 2.480 GHz).

Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι έως 1 Mbit/s για το Bluetooth 1.0 και 3 Mbit/s για το Bluetooth 2.0. Η μέγιστη απόσταση των συσκευών που επικοινωνούν κυμαίνεται από 1 m έως 100m. Κάθε συσκευή μπορεί να είναι ο «master» και να επικοινωνεί με έως 7 (slaves). Ο «master» και οι slaves αποτελούν ένα δίκτυο που ονομάζεται «piconet». Διαφορετικά piconets μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με γέφυρες (bridges).

3.4.1.3 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ IRDA

Το πρότυπο Infrared Data Association (IrDA) είναι τεχνολογίας WPAN και χρησιμοποιείται για την ασύρματη επικοινωνία και τη δικτυακή σύνδεση συσκευών με υπέρυθρη ακτινοβολία. Η μέγιστη απόσταση επικοινωνίας είναι 1m (στην έκδοση χαμηλής ισχύος η μέγιστη απόσταση είναι 0.1m) και ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων κυμαίνεται από 2.4 kbit/s έως 16 Mbit/s.

3.4.1.4 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ZIGBEE

Το πρότυπο ZigBee (IEEE 802.15.4) επιτρέπει την ασύρματη, δικτυακή επικοινωνία συσκευών και σε αντίθεση με τα πρότυπα Bluetooth και Wi-Fi χαρακτηρίζεται από το χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και το χαμηλό κόστος.

Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιείται ευρύτατα σε αυτοματισμούς και εφαρμογές ελέγχου από απόσταση (πχ. ιατρικές συσκευές, αυτοματισμούς κτιρίων και κατοικιών, συστήματα συναγερμού, κλπ).

Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε οι κόμβοι του δικτύου να λειτουργούν με μπαταρία επειδή η κατανάλωση ενέργειας είναι χαμηλή, η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι αρκετά μεγάλη (1 με 2 χρόνια).

Η απόσταση μετάδοσης για κάθε κόμβο κυμαίνεται από 10 m έως 75 m , ανάλογα με την ισχύ του πομπού. Η RF επικοινωνία μεταξύ των κόμβων του δικτύου γίνεται στις ISM περιοχές των (2.45 GHz και 915 MHz στις ΗΠΑ ή 869 MHz στην Ευρώπη και στην Ιαπωνία). Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι >kbps για μετάδοση στα 2.45 GHz, 40 kbps για μετάδοση στα 915 MHz και 20 kbps για μετάδοση στα 869MHz.

3.4.1.5 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ RFID

Τα συστήματα RFID (Radio Frequency Identification) αναπτύχθηκαν αρχικά ως εναλλακτική λύση στο σύστημα γραμμωτού κώδικα (barcode) και χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε εφαρμογές ασύρματης ηλεκτρονικής ταυτοποίησης, όπως σε συσκευασίες προϊόντων, σε ταυτότητες και διαβατήρια, σε πιστωτικές κάρτες, στον έλεγχο βιβλίων μιας βιβλιοθήκης, στον έλεγχο της διάβασης από διόδια κλπ. Επίσης, το πρότυπο RFID χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με αισθητήρες που κατασκευάζονται σε ολοκληρωμένα κυκλώματα για την ανάπτυξη ασύρματων δικτύων αισθητήρων.

Ένα σύστημα μεταφοράς πληροφορίας σύμφωνα με το πρότυπο RFID αποτελείται από μία ή περισσότερες ετικέτες (tags) που τοποθετούνται στα αντικείμενα και αποθηκεύουν τη χρήσιμη πληροφορία, η οποία σχετίζεται με κείμενο που φέρει την ετικέτα (πχ. κωδικό αναγνώρισης, μετρήσεις από αισθητήρες κλπ.), καθώς και μία ή περισσότερες σταθερές ή κινητές συσκευές ασύρματης εγγραφής ή ανάγνωσης της πληροφορίας που αποθηκεύεται στις ετικέτες, οι οποίες ονομάζονται αναγνώστες (readers).

Κάθε ετικέτα έχει ένα μοναδικό κωδικό ανάγνωσης, ώστε να μπορεί ο αναγνώστης να τη διακρίνει από τις υπόλοιπες ετικέτες του συστήματος. Μια ετικέτα περιλαμβάνει μία διάταξη εκπομπής ή λήψης των δεδομένων και ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα για την αποθήκευση των πληροφοριών και τον έλεγχο της επικοινωνίας της ετικέτας με έναν ή περισσότερους αναγνώστες.

Στις παθητικές ετικέτες η ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία των

ηλεκτρονικών κυκλωμάτων τους συλλέγετε μαγνητική ή χωρητική σύζευξη της ετικέτας και του αναγνώστη, είτε μέσω των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπει ο αναγνώστης τα οποία διαδίδονται στο χώρο μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας. Στις ενεργές ετικέτες η ενέργεια αυτή παρέχεται από συσσωρευτή, οπότε οι ενεργές ετικέτες έχουν τη δυνατότητα να ξεκινούν την επικοινωνία τους με τον αναγνώστη.

Οι ημι-παθητικές ετικέτες τροφοδοτούνται από συσσωρευτή, αλλά μπορούν να επικοινωνούν με τον αναγνώστη μόνο όταν τους ζητηθεί από αυτόν, ενώ κατά το υπόλοιπο διάστημα παραμένουν ανενεργές, εξοικονομώντας έτσι την ενέργεια του συσσωρευτή. Κάθε αναγνώστης μπορεί να επικοινωνεί με όσες ετικέτες βρίσκονται μέσα στην περιοχή εμβέλειας του με σκοπό την εγγραφή ή και ανάγνωση δεδομένων.

Η πληροφορία που λαμβάνεται από τον αναγνώστη μεταφέρεται στη συνέχεια σε μία κεντρική μονάδα (πχ. Η/Υ) για περαιτέρω επεξεργασία. Η επικοινωνία μεταξύ ετικετών και αναγνώστων για τη μεταφορά της πληροφορίας πραγματοποιείται, είτε με αμφίδρομη μετάδοση, είτε με ημιαμφίδρομη μετάδοση (half-duplex). Τόσο η μεταφορά των δεδομένων, όσο και η μεταφορά ενέργειας από τον αναγνώστη στην ετικέτα πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας τις ίδιες διατάξεις εκπομπής ή λήψης.

Η μεταφορά των δεδομένων από τον αναγνώστη στην ετικέτα και αντίστροφα, υλοποιείται με μία από τις παρακάτω μεθόδους :

1. Μέσω μαγνητικής σύζευξης της ετικέτας και του αναγνώστη, όπου οι διατάξεις εκπομπής ή λήψης είναι πηνία με μαγνητική σύζευξη μεταξύ τους.
2. Μέσω χωρητικής σύζευξης της ετικέτας και του αναγνώστη, όπου οι διατάξεις εκπομπής ή λήψης είναι αγώγιμες επιφάνειες που αποτελούν τους οπλισμούς πυκνωτών.
3. Μέσω της διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπει είτε ο πομπός του αναγνώστη, είτε ο πομπός της ετικέτας, ανάλογα με την κατεύθυνση μεταφοράς της πληροφορίας.
4. Μέσω των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπει ο αναγνώστης

και τα οποία διαδίδονται στο χώρο μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας και στη συνέχεια ανακλώνται στην ετικέτα (οι διατάξεις εκπομπής ή λήψης είναι κεραίες). Στην περίπτωση αυτή η ετικέτα δεν διαθέτει πομπό μετάδοσης των δεδομένων, οπότε δεν μπορεί να ξεκινήσει η ίδια την επικοινωνία με τον αναγνώστη.

Για να αποστείλει πληροφορία η ετικέτα προς τον αναγνώστη μεταβάλλει την αντίσταση φορτίου της κεραίας της, οπότε μεταβάλλεται (διαμορφώνεται) ανάλογα με τη μεταδιδόμενη πληροφορία η ποσότητα της ισχύος που ανακλάται στην ετικέτα και στη συνέχεια φτάνει στον αναγνώστη (backscattering).

Η συχνότητα που χρησιμοποιείται για την ασύρματη επικοινωνία μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας σε ένα σύστημα RFID εξαρτάται από τον τρόπο μεταφοράς των δεδομένων μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας (μαγνητική, χωρητική ή ηλεκτρομαγνητική σύζευξη).

Οι συχνότητες επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται συνήθως στα συστήματα RFID είναι η περιοχή των 120 - 140 kHz (περιοχή Low Frequency, LF), τα 13.56 MHz (περιοχή High Frequency, HF), η περιοχή των 868 - 928 MHz (περιοχή Ultra High Frequency, UHF), τα 2.45 GHz και τα 5.8 GHz .

Η μέγιστη δυνατή απόσταση επικοινωνίας μεταξύ ετικέτας και αναγνώστη φτάνει, ανάλογα με τη συχνότητα ασύρματης επικοινωνίας, έως περισσότερο από 100m.

Για τη μεταφορά των δεδομένων μεταξύ ετικέτας και αναγνώστη χρησιμοποιείται κατάλληλη διαμόρφωση του σήματος εκπομπής, όπως για παράδειγμα, «διαμόρφωση Μετατόπισης Πλάτους» (Amplitude Shift Keying - ASK), «διαμόρφωση Μετατόπισης Συχνότητας» (Frequency Shift Keying - FSK) ή «διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης» (Phase Shift Keying - PSK).

Για την αξιόπιστη επικοινωνία πολλών ετικετών με έναν αναγνώστη χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι αποφυγής σύγκρουσης, όπως και στα συμβατικά δίκτυα επικοινωνίας (πχ. των Η/Υ). Για την ασφάλεια κατά τη μετάδοση της πληροφορίας χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι κωδικοποίησης και κρυπτογράφησης. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας των συστημάτων RFID καθορίζονται από πρότυπα που αναπτύσσονται από διεθνείς

οργανισμούς τυποποίησης (πχ. ISO, IEC, κλπ.).

Στις εφαρμογές του προτύπου RFID στην ανάπτυξη ασύρματων δικτύων αισθητήρων, κάθε ετικέτα περιλαμβάνει, επιπλέον, αισθητήρα και μετατροπέα A/D. Για παράδειγμα, για τη μέτρηση και επιτήρηση των συνθηκών αποθήκευσης ή μεταφοράς ευπαθών προϊόντων αναπτύσσεται ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων με την τοποθέτηση μιας ετικέτας, που περιλαμβάνει αισθητήρα (πχ. θερμοκρασίας, υγρασίας, επιτάχυνσης, κλπ.) σε κάθε αντικείμενο που αποθηκεύεται ή μεταφέρεται.

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων μπορεί να αναπτυχθεί επίσης, χρησιμοποιώντας τους αναγνώστες πολλών ανεξάρτητων συστημάτων RFID ως κόμβους ενός ασύρματου δικτύου. Στην περίπτωση αυτή, κάθε αναγνώστης συλλέγει δεδομένα από ετικέτες διάσπαρτες σε μια γεωγραφική έκταση οι οποίες περιλαμβάνουν αισθητήρες, και τα προωθεί μέσω του ασύρματου δικτύου σε μία κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

3.5. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ – ΠΡΟΤΥΠΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

3.5.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ CEBUS

Ο ηλεκτρονικός καταναλωτής διαύλου εισήχθη από την ομάδα ηλεκτρονικών καταναλωτών από τον Όμιλο Ηλεκτρονικών Βιομηχανίας (EIA).

Ο CEBus προβλέπει μαζί δεδομένα και κανάλια ελέγχου και χειρίζεται κατ' ανώτατο όριο 10 Kbps. Αυτό έχει αυξανόμενη αποδοχή στον κλάδο της βιομηχανίας.⁵

Το Σχήμα 3.24 απεικονίζει ένα τυπικό Cebus δίκτυο με τρία μέσα ενημέρωσης, τα οποία είναι διασυνδεδεμένα με δρομολογητές. Συσκευές και αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυο του Cebus. Το συγκεκριμένο σύμπλεγμα απεικονίζεται στο σχήμα και είναι υπεύθυνο για την οργάνωση μιας εφαρμογής, όπως του φωτισμού ή της διαχείρισης της ενέργειας .

⁵ Randy F. Understanding smart sensors



Σχήμα 3,24 : Παράδειγμα Cebus Τοπολογία

3.5.2 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ LON TALK™

Το πρωτόκολλο LonTalk εφευρέθηκε από το Echelon και αποτελεί το αντικείμενο πολυάριθμων διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που σχετίζονται με καινοτόμα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες του. Το LonTalk είναι καταχωρημένο με την επωνυμία Echelon για το υποκείμενο πρωτόκολλο της πλατφόρμας LonWorks.

Είναι γνωστό σήμερα από την αριθμητική ονομασιών, οι οποίες αποδίδονται από τα πρότυπα φορέων που έχουν υιοθετήσει το πρωτόκολλο. Η αποδοχή του πρωτοκόλλου LonTalk ως πρότυπο ANSI ενισχύθηκε επιπλέον ως πρότυπο σε διάφορες βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων, το IEEE 1473-L (σε ελέγχους αμαξοστοιχίας).

Πιο πρόσφατα το 2005 η Ευρωπαϊκή Κοινότητα χορήγησε το LonWorks, το οποίο βασίζεται στο EN-14908 πρότυπο για τον αυτοματισμό κτιρίου. Η διαθεσιμότητα των πλήρων OSI επιπέδων και η λειτουργικότητα του είναι οι λόγοι, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για το περιβάλλον του αυτοματισμού του σπιτιού. Επίσης σημαντικά χαρακτηριστικά ιδίως για πρόσθετο εξοπλισμό είναι η απλότητα και η ευκολία εγκατάστασης. Η ευρεία αποδοχή σε άλλες αγορές μπορεί επίσης να κατευθύνει την καμπύλη γνώσης

για την μείωση του κόστους, που αυτή απαιτεί στην αγορά.⁶

3.5.3 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Σε ορισμένες περιπτώσεις το πρωτόκολλο είναι ένα αυτόνομο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Για παράδειγμα, το «Lin Πρωτόκολλο Πυριτίου» το οποίο επιταχύνει τη διανομή πληροφοριών στο πλαίσιο των αυτοκινήτων PIC16C432 και PIC16C433, ενσωματωμένο σε ένα μικροελεγκτή.

Το πρωτόκολλο Lin(Local Interconnect Network) είναι χαμηλού κόστους, μικρών αποστάσεων και χαμηλής ταχύτητας δικτύου η οποία είναι σχεδιασμένη κάτω από μία CAN πλατφόρμα, η οποία αποσκοπεί στο να αντιμετωπίσει την αυξανόμενη ζήτηση μεταξύ των πελατών της αυτοκινητοβιομηχανίας για νέα χαρακτηριστικά, υψηλές επιδόσεις και μια βελτιωμένη εμπειρία ασφαλέστερης οδήγησης.

Με μια νέα αρχιτεκτονική οι συσκευές προσφέρουν υψηλές επιδόσεις με 2K της μνήμης OTP προγράμματος, 128 bytes δεδομένων μνήμης RAM και απαιτούνται μόνο 35 ισχυρές οδηγίες του κύκλου σε κάθε 14 bit επίπεδο του προγράμματος.

Μελλοντικά οι νέες συσκευές θα παρέχουν αποτελεσματική διασύνδεση με το αναλογικό κόσμο με ένα 8-bit A/D μετατροπέα στο πρόγραμμα.

3.6. ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Παραδοσιακά, ο όρος *νευρωνικό δίκτυο* είχε χρησιμοποιηθεί για να αναφερθεί σε ένα δίκτυο ή κύκλωμα των βιολογικών νευρώνων. Η σύγχρονη χρήση του όρου αναφέρεται συχνά σε τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, τα οποία αποτελούνται από τεχνητές νευρώνων ή κόμβους. Έτσι, ο όρος έχει δύο διαφορετικές χρήσεις:

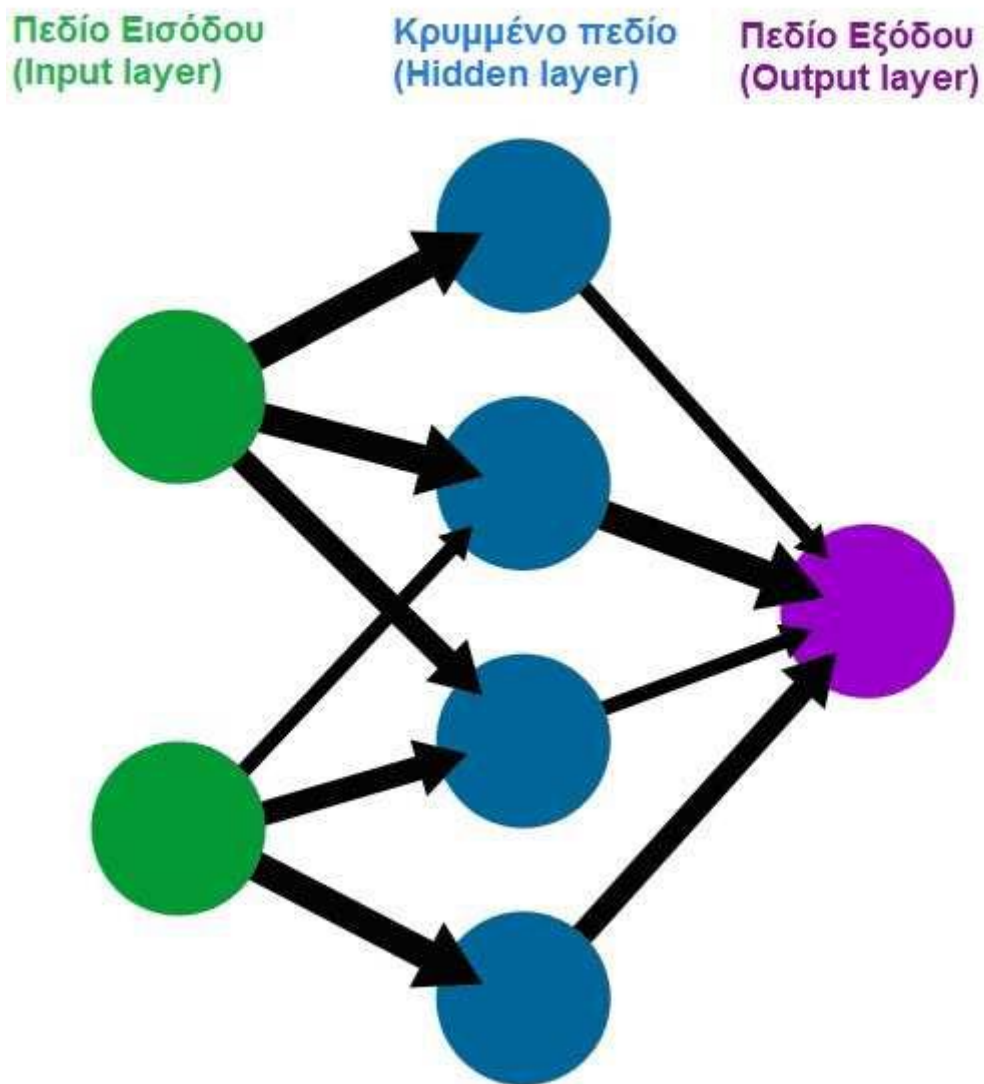
1. Τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα που αποτελούνται από πραγματικούς βιολογικούς νευρώνες, που συνδέονται λειτουργικά μέσα στο περιφερειακό

⁶ Randy F. Understanding smart sensors

νευρικό σύστημα και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Στον τομέα των νεύρο-επιστημών, που συχνά εντοπίζονται ως ομάδες των νευρώνων που εκτελούν μια συγκεκριμένη φυσιολογική λειτουργία σε εργαστηριακή ανάλυση.

2. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα που αποτελούνται από διασύνδεση τεχνητών νευρώνων (προγραμματισμός κατασκευών, ο οποίος μιμείται τις ιδιότητες των βιολογικών νευρώνων). Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν είτε να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση των βιολογικών νευρωνικών δικτύων ή για την επίλυση των προβλημάτων τεχνητής νοημοσύνης χωρίς να δημιουργεί κατ' ανάγκη ένα μοντέλο πραγματικού βιολογικού συστήματος. Το πραγματικό, βιολογικό νευρικό σύστημα είναι εξαιρετικά περίπλοκο και περιλαμβάνει ορισμένα χαρακτηριστικά που μπορεί να φαίνονται περιττά στηριζόμενα στην κατανόηση των τεχνητών δικτύων. Μία σειρά Νευρωνικών Δικτύων (ANN: Artificial Neural Network) είναι ένα παράδειγμα επεξεργασίας των πληροφοριών, που είναι εμπνευσμένο από τον βιολογικό τρόπο του νευρικού συστήματος, όπως ο εγκέφαλος για να επεξεργάζεται τις πληροφορίες. Το βασικό στοιχείο αυτού του προτύπου είναι η νέα δομή του συστήματος επεξεργασίας των πληροφοριών. Αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό διασυνδεδεμένων στοιχείων επεξεργασίας (νευρώνες) που εργάζονται αρμονικά για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων.

Οι ANN, όπως και οι άνθρωποι μαθαίνουν από το παράδειγμα. Μια ANN έχει διαμορφωθεί για μια συγκεκριμένη εφαρμογή, όπως η αναγνώριση προτύπων ή ταξινόμηση δεδομένων μέσα από μια διαδικασία εκμάθησης. Η μάθηση μέσα σε βιολογικά συστήματα προϋποθέτει ρυθμίσεις για τις συνοπτικές συνδέσεις, οι οποίες υπάρχουν μεταξύ των νευρώνων.



Σχήμα3.25 : Απλό Νευρωνικό Δίκτυο

Ένα νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο νευρώνων, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με ορισμένο τρόπο. Ωστόσο, το κρυμμένο πεδίο δεν απαιτείται και μπορεί να υπάρχει περισσότερο από ένα.

Επίσης, ο αριθμός των νευρώνων δεν πρέπει να είναι ο ίδιος σε κάθε πεδίο. Τα νευρωνικά δίκτυα είναι χρήσιμα σε συστήματα που είναι δύσκολο να προσδιοριστούν. Έχουν το επιπλέον πλεονέκτημα να είναι σε θέση να λειτουργούν σε ένα περιβάλλον υψηλού θορύβου. Πολύπλοκα ή πολυάριθμα πρότυπα εισόδου είναι προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα νευρωνικά

δίκτυα⁷.

Ολοκληρώνοντας, ένα άλλο παράδειγμα μίας ενδεχόμενης εφαρμογής για ένα νευρωνικό δίκτυο είναι ο έλεγχος του συστήματος έγχυσης καυσίμου του αυτοκινήτου. Η παραγωγή οχημάτων ανταποκρίνεται στις τρέχουσες ρυθμίσεις των εκπομπών, χρησιμοποιώντας τη βαθμονόμηση και τους πίνακες αναζήτησης ωστόσο, οι ρυθμίσεις εκπομπών για το 2005 έχουν περαιτέρω μειώσεις των υδρογονανθράκων (HC), των οξειδίων αζώτου και των μονοξειδίων του άνθρακα(CO), τα οποία μπορούν να απαιτήσουν τη λειτουργία προσέγγισης, τη μάθηση και την προσαρμοστική ικανότητα των νευρωνικών δικτύων. Με τη χρήση νευρωνικών δικτύων ελέγχου, η στοιχειομετρική αναλογία αέρα καυσίμου μπορεί να διατηρηθεί σε ολόκληρη την διάρκεια της ζωής του οχήματος, ακόμη και αν η δυναμική του κινητήρα αλλάξει.

3.7. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

3.7.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι έξυπνοι αισθητήρες αποτελούν συνδυασμό μικροεπεξεργαστών, χρησιμοποιώντας λειτουργικά συστήματα, που τους δίνουν τη δυνατότητα να συνδέονται με άλλους αισθητήρες και να πραγματοποιούν τις μετρήσεις με ασυνεχή τρόπο.

Οι έξυπνοι αισθητήρες χρησιμοποιώντας ειδικούς αλγόριθμους μπορούν να οργανωθούν μόνοι τους μέσα σε έξυπνα δίκτυα, με την χαμηλότερη κατανάλωση ρεύματος, πραγματοποιώντας διάφορες λειτουργίες. Είναι αρκετά φτηνοί, αλλά και αρκετά ευαίσθητοι.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά δεκάδες ή και εκατοντάδες, δημιουργώντας ένα νέο είδος επιστημονικού οργάνου μέτρησης και καταγραφής. Ταυτόχρονα, είναι αρκετά έξυπνοι ώστε να βρίσκουν αυτόματα τον «σύντομο δρόμο» επικοινωνίας με άλλους αισθητήρες. Έτσι μεταδίδουν

⁷ Wright,M.,(1996), *Neural Networks Tackle Real-World Problems*, 1996

τις πληροφορίες που συλλέγουν, μέχρι εκείνες να φτάσουν σε κάποιο σταθμό εργασίας συνδεδεμένο με το Internet και να υποβληθούν σε επεξεργασία⁸.

3.8. ΤΑ ΣΗΜΕΡΙΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ

Σήμερα, τα πληροφοριακά συστήματα επεξεργασίας στοιχείων χρειάζονται αισθητήρες για να αποκτήσουν τις φυσικές, μηχανικές και χημικές πληροφορίες, ώστε να είναι σε θέση να λειτουργήσουν. Για την εκτεταμένη χρήση των αισθητήρων σε βιομηχανικά εργαλεία παραγωγής και των προτιμήσεων των καταναλωτών, όπως τα ευφυή αυτοκίνητα και τα έξυπνα σπίτια, η αξιοπιστία των αισθητήρων πρέπει να βελτιωθεί και να μειωθεί το κόστος δραματικά. Η βελτίωση της αξιοπιστίας, σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους, μπορεί να επιτευχθεί μόνο με έξυπνα συστήματα αισθητήρων. Εξελίξεις στην ενσωμάτωση των αισθητήρων με ηλεκτρονικά κυκλώματα για την παραγωγή έξυπνων αισθητήρων και των ευφυών συστημάτων αισθητήρων αυξάνονται ως έρευνα στον τομέα αυτό, ο οποίος εξακολουθεί να επεκτείνεται. Μέσα σε αυτό το περιβάλλον, στην Ελλάδα έχει αναπτυχθεί πλέον μια μικρή κοινότητα βιομηχανιών και ερευνητικών κέντρων, τα οποία: 1)σχεδιάζουν, 2)αναπτύσσουν και 3)εξάγουν τέτοια τεχνολογία σε όλο τον κόσμο, παίζοντας όλο και πιο σημαντικό ρόλο. Η τεχνολογία αυτή στηρίζεται στην ύπαρξη και κατασκευή κυκλωμάτων με τσιπάκια και στη χρήση των έξυπνων αισθητήρων και στο μέλλον τους.⁹

3.8.1 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ

Στον τομέα λοιπόν των έξυπνων συστημάτων, μεταξύ άλλων παρουσιάστηκε η κατασκευή ενός μικροκυκλώματος που θα χρησιμοποιηθεί στην ανίχνευση της πίεσης των ματιών για εφαρμογές στην οφθαλμολογία, καθώς και υπέρ-ακριβείς αισθητήρες ανίχνευσης αερίων, όπως το μεθάνιο, το αιθάνιο, το οξειδίο του αζώτου κ.ά., που αναμένεται να βρουν εφαρμογή σε συστήματα ασφαλείας στη βιομηχανία, καθώς και συστήματα ελέγχου της μόλυνσης του ατμοσφαιρικού αέρα. «Δεν προχωράει μόνο η έρευνα με πολύ γρήγορους ρυθμούς αλλά και η υιοθέτηση των καινοτομιών αυτών από τη

⁸ Ιστοσελίδα : www.rizospastis.gr// (05-07-2010)

⁹ Ιστοσελίδα : www.rizospastis.gr// (05-07-2010)

βιομηχανία»¹⁰.

3.8.2 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Η εξελισσόμενη νανοτεχνολογία υπόσχεται νέα εποχή στο σχεδιασμό και την κατασκευή αισθητήρων αξιόπιστων και σε μεγέθη της τάξεως μερικών νανομέτρων.

Η βιοσυμβατότητα είναι ένα άλλο κεφάλαιο προς μελέτη αφού πολλοί αισθητήρες εμφυτεύονται στο ανθρώπινο σώμα σε συνάρτηση με ένα άλλο βασικό κεφάλαιο των ασύρματων αισθητήρων, την ενεργειακή κατανάλωση και το χρόνο ζωής.

Στις αρχές του 21ου αιώνα, το διαδίκτυο και οι τεχνολογίες ασύρματων επικοινωνιών διευκολύνουν την άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες ξεπερνώντας φραγμούς απόστασης και χρόνου. Σε αυτήν τη νέα εποχή συστήματα αισθητήρων από τα γνωστά μας μικρόφωνα ως τις «έξυπνες» κεραίες και από τα μικροεπιταχυνόμετρα και τους βιοαισθητήρες ως τις κάμερες απεικόνισης αρχίζουν να έχουν σημαντική απήχηση τόσο στη βιομηχανία, όσο και στην καθημερινή μας ζωή.

Στο μέλλον, η ενσωμάτωση των έξυπνων αισθητήρων στις τηλεπικοινωνίες και την πληροφορική θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο σε πληθώρα σημαντικών εφαρμογών, όπως η παρακολούθηση του περιβάλλοντος, η δημόσια ασφάλεια και η διάσωση, ο έλεγχος των υποδομών και των κατασκευών, η ιατρική και η βιολογία.¹¹

Το 2020 θα γνωρίζουμε και θα μπορούμε ανά πάσα στιγμή να εντοπίσουμε όλα τα υπάρχοντα μας, που κοστίζουν πάνω από μερικά ευρώ. Η κλοπή του αυτοκινήτου μας θα είναι κάτι το ασυνήθιστο, καθώς κάθε τι πολύτιμο που φεύγει από το χώρο μας θα ελέγχεται κατά την έξοδό του και ειδοποιώντας μας στο κινητό τηλέφωνο.

Επίσης, το σπίτι και το γραφείο θα αντιλαμβάνονται την παρουσία μας, ακόμη και την πορεία μας από δωμάτιο σε δωμάτιο. Ο φωτισμός, η θέρμανση

¹⁰ Ιστοσελίδα : www.rizospastis.gr// (05-07-2010)

¹¹ Ιστοσελίδα : www.smartprint.media (2010)

και οι άλλες ανέσεις θα ρυθμίζονται αναλόγως. Εάν φάχνουμε για ένα δωμάτιο συσκέψεων, θα γνωρίζουμε το κοντινότερο που είναι διαθέσιμο.

Το 2020, ένα ίχνος έξυπνης σκόνης σε κάθε ένα από τα δάχτυλα μας θα διαβιβάζει συνεχώς την κίνηση των άκρων στον υπολογιστή μας, ο οποίος θα καταλαβαίνει όταν δακτυλογραφούμε, δείχνουμε, χειρονομούμε ή παίζουμε κιθάρα στον αέρα. Τα νήπια δεν θα κινδυνεύουν να πνιγούν, χωρίς να στέλνεται ένα μήνυμα συναγερμού στους γονείς τους.

Από την άλλη το αυτοκίνητό μας θα γνωρίζει με ακρίβεια την κίνηση στον αγαπημένο μας δρόμο για το σπίτι, θα μπορεί να μας προτείνει εναλλακτικές και πιο σύντομες διαδρομές και θα μας ενημερώνει για το πόση ώρα θα μας πάρει όπως και θα πληροφορεί τον ή τη σύζυγό μας αν το επιθυμούμε.

Στο μέλλον λοιπόν οποιοδήποτε χρήσιμο αντικείμενο θα ενσωματώνει ένα σύνολο αισθητήρων για να μας ενημερώνει, (π.χ. αν η πίεση του δεξιού λάστιχου είναι χαμηλή, αν η γέφυρα που βρίσκεται μπροστά μας είναι εκτός λειτουργίας, αν το γάλα στο ψυγείο έχει χαλάσει). Το 2020, δε θα υπάρχουν απρόβλεπτες ασθένειες.

Μοσχεύματα αισθητήρων θα ελέγχουν όλα τα σημαντικά συστήματα στο ανθρώπινο σώμα και θα παρέχουν έγκαιρες προειδοποιήσεις για μια επικείμενη γρίπη ή θα σώζουν τη ζωή μας αναγνωρίζοντας τα πρώτα στάδια του καρκίνου. *Έτσι μικροσκοπικοί αισθητήρες θα βρίσκονται παντού και θα αισθάνονται ουσιαστικά τα πάντα.* Παίρνοντας ενέργεια από δωρεάν πηγές όπως το φως του ήλιου, μικρές δονήσεις, θερμικές εναλλαγές και παρασιτικές ραδιοσυχνότητες, αυτοί οι αισθητήριοι κόκκοι θα είναι αθάνατες, αυτάρκειες υπολογιστικές μηχανές με αισθήσεις και αντίληψη και με δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας.

Επομένως, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι μια ανερχόμενη τεχνολογία με στόχο την παρακολούθηση και τον έλεγχο του φυσικού κόσμου χρησιμοποιώντας μια διάταξη πυκνής κατανομής αισθητήριων κόμβων με δυνατότητες τοπικής επεξεργασίας της πληροφορίας και της ασύρματης επικοινωνίας. Είναι μια τεχνολογία που θα μπορούσε να αποδειχθεί τόσο σημαντική όσο το διαδίκτυο, γιατί ακριβώς όπως το διαδίκτυο επιτρέπει στους

υπολογιστές να ανακαλύψουν την ψηφιακή πληροφορία οπουδήποτε και αν είναι αποθηκευμένη, έτσι και τα δίκτυα αισθητήρων θα επεκτείνουν τη δυνατότητα των ανθρώπων να αλληλεπιδρούν με το φυσικό κόσμο¹².

3.8.3 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Το μέλλον του διαδικτύου αναφέρεται στα ακόλουθα:

1. «Sensing everywhere», δηλαδή δυνατότητα τοποθέτησης αισθητήρων παντού.
2. «Integrating Radio in Silicon Everywhere», δηλαδή σύνδεση παντού και πάντα.
3. Χαμηλού κόστους ασύρματη σύνδεση: Χιλιάδες μικροσκοπικοί αισθητήρες με δυνατότητα επικοινωνίας, που θα ενσωματώνονται σε δρόμους, αγροκτήματα, νοσοκομεία, εργοστάσια, κτίρια γραφείων, ενδύματα, πισίνες, κρεβάτια μωρών, οχήματα, ακόμη και σε ιατρικούς επιδέσμους.
4. Μια πανταχού παρούσα υπολογιστική ισχύς στην οποία οι ενδιαφερόμενοι σε όλο τον κόσμο θα μπορούν να έχουν πρόσβαση μέσω του διαδικτύου.¹³
5. Σε κλειό Έξυπνων Αισθητήρων: Σε 50 χρόνια κάθε Βρετανός θα παρακολουθείται από 1.000.000 συσκευές. Μελλοντικά θα μπορούμε να καταγράφουμε ολόκληρη τη ζωή του ατόμου από την γέννηση μέχρι τον θάνατο, χάρη στην ύπαρξη ευρύτατου δικτύου «έξυπνων αισθητήρων», υποστηρίζει ο Μάρτιν Σάντλερ, ειδικός επιστήμονας της εταιρείας ηλεκτρονικών υπολογιστών. Μέχρι το 2057, εξηγεί ο Βρετανός επιστήμονας θα υπάρχουν τουλάχιστον ένα εκατομμύριο συσκευές παρακολούθησης για κάθε κάτοικο της Βρετανίας. Οι προβλεπόμενες εξελίξεις στην ικανότητα αποθήκευσης δεδομένων και τις απεικονιστικές δυνατότητες των μηχανών λήψης σε συνδυασμό με το διαρκώς μειούμενο κόστος τους, θα επιτρέψει την έκρηξη των παρακολουθήσεων.

¹² Ιστοσελίδα : www.smartprint.media (2010)

¹³ Ιστοσελίδα : www.Artemis.Cslab.gr/ (2010)

Ήδη ζούμε σ' έναν κόσμο περικυκλωμένοι από αισθητήρες και μηχανές καταγραφής ήχου και εικόνας. Ανάμεσα στις συχνότερα χρησιμοποιούμενες είναι οι κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, οι διάφορες συσκευές παρακολούθησης άγριων ζώων, οι φωτογραφικές μηχανές των κινητών τηλεφώνων και οι συσκευές εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου¹⁴.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

4.1 ΟΙ ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Την τελευταία δεκαετία η ελαχιστοποίηση μεγέθους και κόστους που επέφερε η τεχνολογία ημιαγωγών κατέστησε δυνατή τη δημιουργία υπολογιστών μικρότερων από το κεφάλι μιας καρφίτσας με τεράστια υπολογιστική ισχύ και με κόστος που τους καθιστά αναλώσιμους.

Ταυτόχρονες εξελίξεις στον τομέα των ασυρμάτων επικοινωνιών ,σχεδίασης αισθητήρων και αποθήκευσης ενέργειας οδήγησαν στην υλοποίηση των WSN (Wireless Sensor Networks). Τα βασικά στοιχεία αυτών των δικτύων είναι ολοκληρωμένοι μικροαισθητήρες σε μέγεθος μερικών χιλιοστών με δυνατότητες επεξεργασίας και ασύρματης εκπομπής δεδομένων

Ήδη σε μεγάλο εύρος εφαρμογών έχει προταθεί και υλοποιηθεί και αναμένετε να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στη καθημερινή μας ζωή.

Μια από τις πρώτες εφαρμογές που αναπτύχθηκε από το πανεπιστήμιο του Berkley υπό τη χρηματοδότηση του DAPRA με υλοποίηση Ασύρματου δικτύου Αισθητήρων μεγάλης κλίμακας και ονομάστηκε Smart Dust (έξυπνη σκόνη).



Εικόνα 4.1: Smart Dust. Πολλοί αισθητήρες που επικοινωνούν με ένα σταθμό βάσης.

¹⁴ **Ιστοσελίδα : Άρθρο από εφημερίδα «Καθημερινή» (3-07-2010)**

Στόχος του προγράμματος αυτού ήταν η δημιουργία μιας αυτόνομης πλατφόρμας σε χιλιομετρική κλίμακα αισθητήρων και επικοινωνιών για μαζικά διανεμημένα δίκτυα αισθητήρων .Το Smart Dust προοριζόταν αρχικά για τη εξ' αποστάσεως παρακολούθηση εχθρικών στρατευμάτων από το στρατό μέσω χιλιάδων ασύρματων μικροαισθητήρων «motes» διασκορπισμένων στο πεδίο της μάχης.

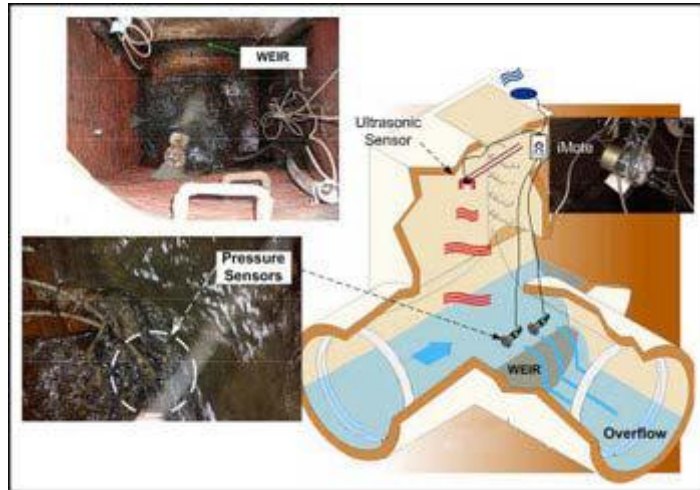
Εκτός από τις στρατιωτικές εφαρμογές το Smart Dust βρήκε πληθώρα εφαρμογών όπως για παρακολούθηση των ατμοσφαιρικών και καιρικών συνθηκών. Αξιοσημείωτο είναι η βιοτεχνολογική προσέγγιση τις ιδέας με motes από χημικά συστατικά αντί για ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Ένα βασικό συστατικό των WSN είναι το μικρό, ανοικτού κώδικα ,ενεργειακά αυτόνομου λειτουργικού συστήματος γνωστού ως Tiny Micro threading Operating System ή TinyOS που αναπτύχθηκε στα εργαστήρια του πανεπιστημίου του Berkley.

Το λειτουργικό αυτό προσφέρει το βασικό πλαίσιο και αναπτυξιακό περιβάλλον για τα WSN και λειτουργεί σε συνάρτηση με τη ισχύ το μέγεθος και το κόστος. Το TinyOS ελέγχει τόσο τον εξοπλισμό όσο και το δίκτυο, κάνοντας ταυτόχρονα μετρήσεις ,αποφάσεις δρομολογήσεις και έλεγχο και εξοικονόμηση ενέργειας.

Σήμερα οι εφαρμογές των WSN χωρίζονται σε 3 κατηγορίες ων ακολούθως

1. Εφαρμογές που αφορούν την παρακολούθηση του περιβάλλοντος (εσωτερικού, εξωτερικού ,αστικού ή υπαίθριου).
2. Παρακολούθηση αντικειμένων(μηχανών και κτιρίων)
3. Παρατήρηση της αλληλεπίδρασης και της σχέσης μεταξύ αντικειμένων και περιβάλλοντος.



Εικόνα 4.2: WSN για την έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων σε αγωγούς

Για παράδειγμα πολυεθνικές εταιρίες όπως η British Petroleum συνειδητοποίησαν τις τεράστιες προοπτικές των WSN τεχνολογιών και έχουν επενδύσει στην ανάπτυξη τους σε μεγάλη κλίμακα. Σε μια πειραματική εφαρμογή μετρούσαν κατά τη διάρκεια των γεωτρήσεων τους τις μη φυσιολογικές δονήσεις και προειδοποιούν του μηχανικούς για πιθανή επερχόμενη βλάβη του εξοπλισμού BP στοχεύει στη χρήση των WSN για την εξ' αποστάσεως παρακολούθηση του επιπέδου πληρότητας των δεξαμενών υγραερίου.

Με τη χρήση υπερηχητικού αισθητήρα στον πάτο της δεξαμενής μετράτε η πληρότητα και εν συνεχεία εκπέμπετε μέσω δορυφόρου χαμηλής τροχιάς σε ένα σταθμό βάσης με αποτέλεσμα να ενημερώνονται οι πελάτες πριν να τελειώσουν τα αποθέματα τους.

Το να επιτύχεις τέτοιου είδους κάλυψη με ενσύρματα μέσα δεν θα ήταν απλά μη συμφέρον οικονομικά και δύσκολο να υλοποιηθεί αλλά ανέφικτο. Το πανεπιστήμιο του Princeton έχει εφαρμόσει ένα άλλο το «Zebranet» με το οποίο παρακολουθείται η μετανάστευση, η συνύπαρξη με άλλα είδη και η νυχτερινή συμπεριφορά των πληθυσμών ζέμπρας στην Αφρική. Αυτό το εγχείρημα κατέστη δυνατό μόνο μέσω ενός Ad hoc WSN με το κατάλληλο εύρος ζώνης και ισχύ επεξεργασίας.



Εικόνα 4.3: Σύστημα εντοπισμού που αναπτύχθηκε στο Berkley

Το σύστημα εντοπισμού που χρησιμοποιήθηκε από το Berkley στην εξέλιξη του smart dust. Ενώ η τεχνολογία ασύρματων δικτύων συνεχίζει να εξελίσσεται και να βρίσκει εφαρμογές σε όλο και ευρύτερο πεδίο η πρόκληση βρίσκεται στην ανάπτυξη των λεγόμενων προσωπικών δικτύων τα οποία αφορούν την τηλεϊατρική παρακολούθηση του ανθρώπινου σώματος. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από ένα πολύπλοκο εσωτερικό περιβάλλον το οποίο αποκρίνεται και επιδρά με το εξωτερικό περιβάλλον. Με τοποθέτηση των αισθητήρων πάνω στο σώμα ή και χειρουργικά μέσα σε αυτό επιτυγχάνεται η τηλεϊατρική παρακολούθηση του ανθρώπινου οργανισμού μέσω του ασύρματου δικτύου. Επί της ουσίας το περιβάλλον ανθρώπινου σώματος είναι μικρής κλίμακας και απαιτεί διάφορους τύπους παρακολούθησης και συχνοτήτων το οποίο καθιστά τα προσωπικά δίκτυα διαφορετικά από τα άλλα WSN. Αυτές οι απαιτήσεις οδηγούν στην ανάπτυξη των γνωστών wireless Body Sensor Area Network(BSN) ή patient Personal Area Network.

4.2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Ένας έξυπνος αισθητήρας αποτελεί ένα ηλεκτρονικό μέσο παρακολούθησης αλλά και κατανόησης, κινήσεων ατμοσφαιρικών αλλαγών, αλλά και πολλών φαινομένων σε σχέση με τη θερμοκρασία, τις φυσικές αλλαγές και γενικά έχει πολλές εφαρμογές σ' όλες τις εκφάνσεις της καθημερινότητας του μέσου ανθρώπου.

Οι αισθητήρες αρχικά αναπτύχθηκαν για τις βιομηχανίες, ως μέσο ελέγχου της παραγωγικότητας, των εσωτερικών δράσεων και γενικά ως μέσο

μελέτης της λειτουργίας μιας βιομηχανικής μονάδας. Οι έξυπνοι αισθητήρες σήμερα βρίσκουν εφαρμογές σε πολλούς τομείς της ζωής του ανθρώπου. Συγκεκριμένα για παράδειγμα σε σχολεία της πόλης Οζάκα στην Ιαπωνία, τοποθετήθηκαν έξυπνοι αισθητήρες στα ρούχα και στα προσωπικά είδη των μαθητών, προκειμένου η διεύθυνση του σχολείου να ελέγχει τις κινήσεις τους, μειώνοντας τις πιθανότητες κινδύνου για τους μικρούς μαθητές.

Ο παιχνιδότοπος Legoland στη Δανία, αποφάσισε να πράξει το ίδιο προκειμένου να ελέγχει τα παιδιά τα οποία παίζουν σ' αυτόν. Στη Εικόνα παρουσιάζουμε τη μορφή που έχει ένας έξυπνος αισθητήρας.



Εικόνα 4.4: Το πρωτότυπο έξυπνου αισθητήρα που κατασκεύασε η Intel είναι δομημένο σε στρώματα, ώστε με κατάλληλο συνδυασμό εξαρτημάτων να προκύπτει η επιδιωκόμενη λειτουργικότητα

Οι έξυπνοι αισθητήρες είναι μικροσκοπικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, με πηγή ενέργειας που μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε και να ελέγχουν σε συνδυασμό ως ένα δίκτυο υπολογιστών κινήσεις ανθρώπων ή φαινόμενων. Η συγκεκριμένη κατηγορία μικροηλεκτρονικών συσκευών βοηθά την εύκολη συμβολή μικροηλεκτρονικών συσκευών στη καθημερινότητα των ανθρώπων.

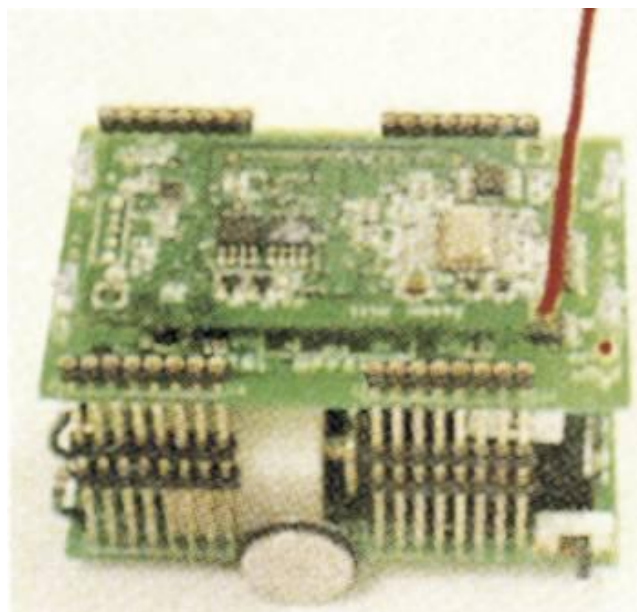
Οι έξυπνοι αισθητήρες είναι μικροσκοπικοί σε μέγεθος σε σχέση με τους συμβατικούς υπολογιστές και αποτελούν ένα συνδυασμό μικροεπεξεργαστών, ραδιοπομπών, αισθητήρων και πηγών ενέργειας (μπαταριών) που δημιουργεί αυτόνομους κόμβους. Οι έξυπνοι αισθητήρες χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα TinyOS, το οποίο δίνει τη δυνατότητα

να συνδέονται με άλλες συσκευές και να προβαίνουν σε μετρήσεις με ασυνεχή τρόπο.

Οι έξυπνοι αισθητήρες μέσα από τη χρήση ειδικών αλγόριθμων επιτρέπουν την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ρεύματος ενώ συνάμα μπορούν να αυτοοργανώνονται σε ευφυή δίκτυα διασκορπισμένα στο χώρο και ικανά να πραγματοποιούν λειτουργίες που δε θα μπορούσε να καταφέρει κανένα συνηθισμένο υπολογιστικό σύστημα.

Οι έξυπνοι αισθητήρες είναι ευαίσθητοι και μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά δεκάδες ή εκατοντάδες προκειμένου μέσα από το συνδυασμό τους να δημιουργήσουν ένα ισχυρό επιστημονικό όργανο μέτρησης. Επιπροσθέτως έχουν την ικανότητα να βρίσκουν αυτόματα τον καλύτερο και οικονομικότερο τρόπο να επικοινωνούν μ' άλλες συσκευές και να μεταδίδουν πληροφορίες οι οποίες μέσω κάποιου κοντινού σταθμού υπόκεινται σε επεξεργασία.

Η τελευταία εξέλιξη είναι η δημιουργία της TinyDB, λογισμικού που επιτρέπει στο ευφυές δίκτυο αισθητήρων να συμπεριφέρεται σαν βάση δεδομένων, κρύβοντας την πολυπλοκότητά του από το χρήστη και δίνοντας απλές απαντήσεις στις ερωτήσεις του.



Εικόνα 4.5: Ο κόκκος Mica που φαίνεται εδώ πάνω σε ένα ρομποκόκκο χρησιμοποιείται ήδη σε 500 ερευνητικά προγράμματα. Χρησιμοποιώντας κόκκους με δυνατότητα αυτοκίνησης, τα ευφυή δίκτυα μπορούν να λειτουργούν μηχανές, να ρυθμίζουν το περιβάλλον και να αλλάζουν τη θέση των αισθητήρων

Οι έξυπνοι αισθητήρες εστιάζουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους. Λειτουργούν μόνο όταν έχουν να παράγουν έργο, προκειμένου οι μπαταρίες τους να διαρκούν περισσότερο. Οι έξυπνοι αισθητήρες μπορούν να αποκτήσουν και τη δυνατότητα αυτόνομης κίνησης στο χώρο. Οι έξυπνοι αισθητήρες έχουν αρκετές εφαρμογές στη καθημερινότητα του μέσου ανθρώπου αλλά και σε τομείς προστασίας του περιβάλλοντος.

Μελλοντικά, θα είναι εφικτό να καταγράφεται ολόκληρη η ζωή του ατόμου από τη γέννηση μέχρι τον θάνατο, χάρη στην ύπαρξη ευρύτατου δικτύου «έξυπνων αισθητήρων». Μέχρι το 2057, θα υπάρχουν τουλάχιστον ένα εκατομμύριο συσκευές παρακολούθησης για κάθε κάτοικο της Ευρώπης. Οι προβλεπόμενες εξελίξεις στην ικανότητα αποθήκευσης δεδομένων και τις απεικονιστικές δυνατότητες των μηχανών λήψης σε συνδυασμό με το διαρκώς μειούμενο κόστος τους θα επιτρέψει την έκρηξη των παρακολουθήσεων. Και ο τεράστιος όγκος των προσωπικών δεδομένων, που είναι δυνατόν να συλλέγουν -και να χρησιμοποιηθούν κατά το δοκούν- θα γεννήσει πληθώρα ηθικών διλημάτων.

Ήδη ο κόσμος ζει σ' έναν κόσμο περικυκλωμένος από αισθητήρες και μηχανές καταγραφής ήχου και εικόνας, εξηγεί ο καθηγητής Σάντλερ. Ανάμεσα στις συχνότερα χρησιμοποιούμενες είναι οι κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, οι διάφορες συσκευές παρακολούθησης άγριων ζώων, οι φωτογραφικές μηχανές των κινητών τηλεφώνων και οι συσκευές εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2002 υπολόγισε ότι λειτουργούσαν στη Βρετανία 4,2 εκατομμύρια τέτοιες κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, μία δηλαδή ανά 14 κατοίκους.

Ο μέσος Ευρωπαίος που κυκλοφορεί αποτελεί αντικείμενό τους περίπου 300 φορές την ημέρα. Όμως ο αριθμός τους θα αυξηθεί κατακόρυφα. «Αν κανείς προσπαθήσει να οραματιστεί πώς θα είναι ο κόσμος σε 50 χρόνια από σήμερα, θα πρέπει να γνωρίζει ότι κάθε Ευρωπαίος θα έχει εστραμμένους πάνω του περί το ένα εκατομμύριο αισθητήρες. Και αυτός είναι ένας πολύ συντηρητικός υπολογισμός. «Σύμφωνα με πιο ακραίους υπολογισμούς θα λειτουργούν 20 εκατομμύρια αισθητήρες ανά άτομο».

Ήδη ερευνητές στη Microsoft, Hewlett Packard και MIT κατασκεύασαν

συσκευές που μπορούν να καταγράφουν κάθε κίνησή. Τελικά αν κανείς συνυπολογίσει την πρόοδο στην τεχνολογία και την κατασκευαστική τεχνική είναι εύκολο να αντιληφθεί ότι τελικώς θα μπορεί να παρακολουθεί ο μέσος άνθρωπος ότι και όποτε θέλει. Πάρα πολλές από τις εφαρμογές θα είναι ακίνδυνες και δεν θα έχουν δόλιους σκοπούς. «Το 2057 το οδικό δίκτυο, τα ποτάμια και οι ακτές, τα αγροκτήματα, οι επιχειρήσεις, οι κατοικίες, οι γειτονιές ακόμα και το σώμα μας θα είναι γεμάτο με αισθητήρες.

4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Έξυπνο Σπίτι (Smart Home). Ο Αυτοματισμός στη ζωή μας

Το σύνολο των αυτοματισμών που επιτρέπουν την εξελιγμένη κεντρική διαχείριση και τον τεχνολογικά προηγμένο έλεγχο κτιριακών συστημάτων, είτε μιλάμε για μια κατοικία, είτε για έναν επαγγελματικό χώρο, ονομάζεται συνήθως «έξυπνο σπίτι» «έξυπνο κτίριο» ή αλλιώς «*smart home*».

Τι εννοούμε όμως, όταν λέμε ότι ένα σπίτι διαθέτει δείκτη νοημοσύνης; Κυρίως αυτό σημαίνει, ότι χρησιμοποιώντας την τελευταία λέξη της τεχνολογίας σε διάφορα λειτουργικά συστήματα στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, η διαχείριση γίνεται όσο το δυνατόν πιο αυτοματοποιημένη και βασίζεται σε αρχές αυτοματισμού, τηλεχειρισμού, χρονοπρογραμματισμού, οπτικοποίησης κ.τ.λ.

Τα «έξυπνα κτίρια» αναλαμβάνουν από μόνα τους πρωτοβουλίες, όπως να ρυθμίσουν την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου, να κλείσουν την κεντρική θέρμανση ή τον κλιματισμό όταν έχει ξεχαστεί ανοιχτό κάποιο παράθυρο, να ανεβάσουν μόνα τους τις τέντες όταν φυσάει πολύ, να προσομοιώσουν κάποια λειτουργία στο κτίριο π.χ. ανοιγοκλείνοντας τα φώτα και τα ρολά, ώστε να αποθαρρύνουν τους διαρρήκτες κατά την απουσία των ιδιοκτητών ή απλά να τους ενημερώσουν για την κατάσταση του κτιρίου μέσω κινητού τηλεφώνου ή Internet όσο αυτοί βρίσκονται μακριά.

Το γεγονός είναι, ότι η ποιότητα φωτισμού, η σκίαση, η θερμική άνεση, το υγιές περιβάλλον, οι τηλεχειρισμοί, ο κλιματισμός, η πισίνα, τα ρολά, τα ηχητικά συστήματα, το τηλεφωνικό δίκτυο αποτελούν βασικά συστατικά του

ίδιου οικιακού συστήματος. Ζητούμενο είναι πάντα η εξασφάλιση υγιεινής και ευχάριστης διαβίωσης.

Ένα «έξυπνο σπίτι» μας επιτρέπει, όταν είμαστε μέσα να ενεργούμε εύκολα, χωρίς να πηγαινοερχόμαστε στους χώρους για να προσαρμόσουμε κάποια λειτουργία. Όλα τα συστήματα μπορούν να ελέγχονται εύκολα από μια οθόνη αφής, έναν απλό διακόπτη τοίχου ή ένα τηλεχειριστήριο. Ένα κτίριο με δείκτη νοημοσύνης επιτρέπει να ελέγχονται οι λειτουργίες του από μακριά μέσω τηλεφώνου ή διαδικτύου, τόσο εύκολα σαν να είμαστε εκεί. Σίγουρα αυτή η δυνατότητα δεν ανήκει πλέον στη σφαίρα της φαντασίας, αλλά ανήκει στην καθημερινότητα μας.

Συχνά αναφερόμαστε σε μία αυτόματη συσκευή, π.χ. μια φωτογραφική μηχανή που μπορεί να επιλέγει μόνη της τον χρόνο έκθεσης και το διάφραγμα χωρίς να χρειάζεται ρύθμιση από τον χρήστη.

Γενικά, ονομάζουμε «αυτόματες» αυτές τις συσκευές που εκτελούν τις αναμενόμενες λειτουργίες «από μόνες τους», δηλαδή χωρίς την καταβολή ανθρώπινης προσπάθειας.

Ο αυτοματισμός είναι το πεδίο της επιστήμης και της τεχνολογίας, που ασχολείται με αυτά ακριβώς τα φαινόμενα. Ασχολείται ουσιαστικά με την επιβολή μιας επιθυμητής συμπεριφοράς στα φαινόμενα. Το αντικείμενο του αυτοματισμού είναι γενικό και πολύπλευρο.

Εφαρμογές υπάρχουν πολυάριθμες στην καθημερινή ζωή και στη βιομηχανία. Πρόκειται μάλιστα για ένα από τα πιο ιστορικά πεδία της επιστήμης, διότι η ανάπτυξη του συνοδεύει την εξέλιξη όλων των άλλων τεχνολογιών.

Ο αυτοματισμός στην καθημερινή ζωή έχει σκοπό να κάνει τη ζωή των ανθρώπων πιο εύκολη. Με την βοήθεια των ειδικών μπορείτε κι εσείς να εγκαταστήσετε αυτοματοποιημένες εφαρμογές «έξυπνου κτιρίου» κερδίζοντας σε άνεση, χρόνο και χρήμα.

Τρεις είναι οι βασικοί παράγοντες που ωθούν όλο και περισσότερους κατασκευαστές, αλλά και ιδιοκτήτες να υιοθετούν τις αρχές λειτουργίας του «έξυπνου κτιρίου» και τις νέες τεχνολογίες αυτοματοποίησης, που διαρκώς γίνονται διαθέσιμες στην αγορά:

α) Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου δημιουργεί μεγαλύτερες ανάγκες για

άνετες, ποιοτικές συνθήκες διαβίωσης στους χώρους εργασίας και κατοικίας.

β) Οι ιδιαίτερες ανάγκες που έχουν ομάδες πληθυσμού, π.χ. άτομα με νοητικά και κινητικά προβλήματα, ηλικιωμένοι.

γ) Η ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών και η ανησυχία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου δημιουργεί την ανάγκη για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθολογική διαχείριση κάθε κτιριακού συστήματος.

Η ανάγκη για περισσότερη άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη στα σύγχρονα κτίρια. Ειδικά στη βιομηχανία, η εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση πόρων και αντίστοιχη αύξηση της παραγωγικότητας.

Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιοι συντηρητικοί υπολογισμοί των οικονομιών που επιτυγχάνονται:

- » Αύξηση παραγωγής κατά 5 - 35%
- » Μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 10 - 35%
- » Αύξηση του χρόνου ζωής των μηχανών κατά 10 - 25%
- » Μείωση σπατάλης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 15 - 40%
- » Μείωση εξόδων συντήρησης μηχανημάτων κατά 10 - 20%

Για παράδειγμα, μια κατοικία 120m² η κατασκευή ενός συστήματος «έξυπνου σπιτιού» που καλύπτει είκοσι φωτιστικά σημεία εκ των οποίων τα τέσσερα είναι ρυθμιζόμενα (dimmable), οκτώ ηλεκτρικά ρολά και διαχειρίζεται την θέρμανση, το κόστος του αυτοματισμού όπου περιλαμβάνει τα υλικά instabus EIB και τον προγραμματισμό ανέρχεται στα 3000 Euro (με χρήση συμβατικών διακοπών για ελαχιστοποίηση του κόστους). Είναι φανερό με συντηρητικούς υπολογισμούς ότι ο ιδιοκτήτης του κτιρίου θα κάνει απόσβεση του συστήματος στα επόμενα ένα με δύο χρόνια.

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος «έξυπνου κτιρίου» δεν είναι μια απλή υπόθεση, ειδικά επειδή ο συγκεκριμένος τομέας βρίσκεται σε τροχιά ανάπτυξης και συνεχώς κυκλοφορούν νέα συστήματα και νέες εφαρμογές, που μόνο κάποιος ειδικός απόλυτα εξοικειωμένος με τη φιλοσοφία του αυτοματισμού και της τεχνολογίας μπορεί να γνωρίζει.

Πριν από την εγκατάσταση ενός συστήματος είναι απαραίτητο για τον ιδιοκτήτη ή μελλοντικό χρήστη του κτιρίου να συνεργαστεί στενά με τον σχεδιαστή της ηλεκτρικής εγκατάστασης, ώστε να καταγραφούν οι ιδιαίτερες

ανάγκες και επιθυμίες ως προς τις παροχές αυτοματοποίησης που θα έκαναν πιο εύκολη τη ζωή του.

Είναι χρήσιμο να προσδιοριστούν για κάθε χώρο ξεχωριστά οι επιθυμητές, αυτοματοποιημένες και μη λειτουργίες, που αφορούν τον φωτισμό, τη θέρμανση, τον αερισμό, τον κλιματισμό, τη διαχείριση ηλεκτρικών φορτίων, τη χρήση κινούμενων ρολών, το πότισμα κήπου, τη σήμανση εγκαταστάσεων κ.ά. Θα πρέπει να προσδιοριστεί ο επιθυμητός βαθμός αυτοματοποίησης (και τηλεχειρισμού) κάθε

συστήματος και να εξεταστεί κατά πόσο υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές λύσεις για να πραγματοποιηθεί κάθε εφαρμογή.

Στην τελική απόφαση εφαρμογής πρέπει να συνυπολογισθούν η επιλογή και η αξιοπιστία του κατασκευαστή των υλικών (υλικά από επώνυμες εταιρείες και όχι αναμφίβολες «πατέντες»), το σύστημα αυτοματισμού, το κόστος προμήθειας των υλικών, το κόστος συντήρησης, η δυναμική των υλικών στη αγορά, η επιλογή του σχεδιαστή, η εμπειρία από αντίστοιχες εφαρμογές σε άλλες κτιριακές εφαρμογές.

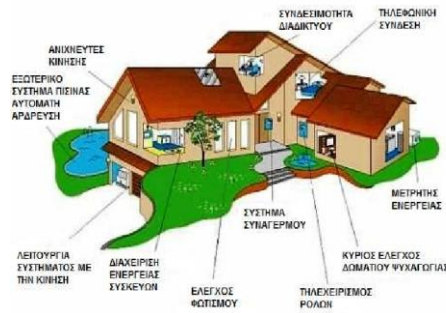
Είναι επίσης σημαντικό να εξεταστούν οι δυνατότητες επέκτασης και προσαρμογής της εγκατάστασης σε μελλοντικές ανάγκες και εφαρμογές, ειδικά τη στιγμή που η συγκεκριμένη αγορά συνεχώς αναπτύσσεται και οι τεχνολογικές εξελίξεις τρέχουν.

• Πώς μπορεί ένα «Smart Home» να βοηθήσει άτομα με ειδικές ανάγκες και τους ηλικιωμένους;

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να βοηθήσει άτομα με ειδικές ανάγκες και τους ηλικιωμένους να διάγουν ασφαλή και ανεξάρτητη ζωή στα ίδια τους τα σπίτια.

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να:

- Παρέχει ένα περιβάλλον που παρακολουθείται συνεχώς για να εξασφαλιστεί ο ιδιοκτήτης και να είναι ασφαλής (παρακολούθηση δραστηριότητα)
- Παρέχει ένα ασφαλές και σίγουρο περιβάλλον (προειδοποιεί τον ιδιοκτήτη του τις δυνητικά επικίνδυνες δραστηριότητες)
- Διευκολύνει την αποκατάσταση των νοικοκυριών (με την επίδοση των οπτικοαουστικών μέσων)



Το «Έξυπνο Σπίτι»

Εφαρμογές στα έντυπα

Έξυπνες κάρτες: Ονομάζουμε τις κάρτες με τσιπ-κύκλωμα. Περιλαμβάνουν επάνω τους μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας και γίνονται ορισμένες λειτουργίες με τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα μέσα στην μονάδα

Έξυπνες ετικέτες: Η έξυπνη ετικέτα είναι ένα επίπεδο υπόστρωμα και έχει ηλεκτρονικές δυνατότητες. Οι περισσότερες έξυπνες ετικέτες είναι επίπεδες, γιατί με τοποθετηθούν σε αυτόν τον τρόπο μειώνεται το κόστος κατασκευής και μπορούν να δύσκολα σημεία. Μερικές φορές οι άνθρωποι περιορίζουν την χρήση του όρου της ευφυούς συσκευασίας μόνο στα ηλεκτρονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Αποτελείται από ηλεκτρονικά στοιχεία, που περιλαμβάνουν έναν μοναδικό αριθμό που αποκωδικοποιείται ψηφιακά και επιτρέπουν να διαβαστεί ο αριθμός από απόσταση. Οι ετικέτες μπορούν να είναι μόνο ανάγνωσης ή ανάγνωσης και αποθήκευσης.

Έξυπνο video: Στις μέρες μας ένας τεράστιος όγκος από video καταγράφεται, αλλά λόγω έλλειψης χρόνου ποτέ δεν παρακολουθείται ή επισκοπείται. Ως εκ τούτου, συμβάντα και δραστηριότητες διαφεύγουν και η ύποπτη συμπεριφορά δεν γίνεται αντιληπτή έγκαιρα για να προληφθούν τα περιστατικά. Αυτό έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη του Έξυπνου Video (Intelligent Video).

Ως Έξυπνο Video ορίζεται κάθε λύση όπου το σύστημα επιτήρησης εκτελεί αυτόματα μια ανάλυση του βιντεοσκοπούμενου χώρου. Οι εφαρμογές εκτείνονται από μαθηματική ανάλυση, όπως την ανίχνευση κίνησης και ήχου ή θορύβου, έως πιο προηγμένα συστήματα, συμπεριλαμβανομένων την ανίχνευση της παραβίασης της κάμερας, την καταμέτρηση ανθρώπων, την εικονική περιγραφή και την αναγνώριση αριθμών κυκλοφορίας οχημάτων.

- Τι είναι το Έξυπνο Video

Το Έξυπνο Video αποσκοπεί στη μείωση του τεράστιου όγκου πληροφοριών που περιέχονται στη βιντεοσκόπηση κάνοντας έτσι πιο επιδεκτικό για τα συστήματα και τους ανθρώπους. Η κατασκευή αυτού του είδους μαθηματικής ανάλυσης στις δικτυακές κάμερες έχει μείζοντα πλεονεκτήματα, όπως ένα πιο αξιόπιστο και ευέλικτο σύστημα επιτήρησης και δραστηκής μείωσης του φόρτου εργασίας του προσωπικού.

Η έξυπνη δικτυακή κάμερα ποτέ δεν είναι αδρανής, αλλά υποστηρίζει τον χειριστή ή επιτηρητή 24 ώρες την ημέρα για 7 ημέρες την εβδομάδα. Είναι μόνιμα σε επαγρύπνηση, περιμένοντας το ερέθισμα για να αρχίσει την καταγραφή ή την αποστολή ειδοποίησης στον χειριστή ή επιτηρητή. Επιπρόσθετα, τα Συστήματα Έξυπνης Εικονοσκόπησης μπορούν να εξάγουν εικονοσκόπηση και πληροφορίες από την εικονορροή του Συστήματος Επιτήρησης και να ενσωματώσουν αυτές τις πληροφορίες σε άλλες εφαρμογές, όπως συστήματα διαχείρισης λιανικών πωλήσεων ή συστήματα ελέγχου πρόσβασης, δημιουργώντας έτσι νέα οφέλη και ανοίγοντας νέες επιχειρηματικές προοπτικές.

Η «ευφυΐα» στις εφαρμογές έξυπνης εικονοσκόπησης σχεδιάζει την ανάλυση των βιντεοσκοποούμενων εικόνων και την αυτοματοποιημένη χρήση των συνακόλουθων δεδομένων. Τα οφέλη των έξυπνων συστημάτων εικονοσκόπησης είναι πολυάριθμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως όλες οι καινοτόμες τεχνολογίες, έτσι και τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μαζί με τις νέες ευκαιρίες που φέρνουν μπορούν να δημιουργήσουν και σημαντικά προβλήματα στην κοινωνία. Ο έλεγχος μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου αισθητήριων καμερών μπορεί πχ. να παράσχει μεγαλύτερη ασφάλεια, αλλά με κόστος την παρέμβαση στην προσωπική μας ζωή. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης τέτοιων δικτύων ως μέσω ελέγχου για αντικοινωνικές πράξεις, αλλά και ως μέσω παρακολούθησης για το πού βρισκόμαστε και τι κάνουμε ανά πάσα στιγμή.¹⁵

Μπορούμε να πούμε με σιγουριά, ότι τα δίκτυα αισθητήρων θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο βλέπουμε και χρησιμοποιούμε τους δημόσιους χώρους καθώς και στην μορφή που θέλουμε να δώσουμε στο περιβάλλον της καθημερινής μας ζωής. Αυτά τα ζητήματα θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με διάλογο και δημόσιο προβληματισμό, αλλά και μέσα από την εκπαίδευση των φοιτητών τόσο σε σχετικά τεχνικά αντικείμενα, όσο και σε θέματα που άπτονται των κοινωνικών επιστημών, της δημόσιας πολιτικής, ακόμα και της φιλοσοφίας της επιστήμης.¹⁶

Βιομηχανικά πρότυπα για έξυπνους αισθητήρες, συμπεριλαμβάνουν το IEEE 1451 και άλλα, τα οποία έχουν εισαχθεί για τον έλεγχο των εφαρμογών και θα πρέπει να επιτύχουν ότι έχουν οραματιστεί οι αρχιτέκτονες : δηλαδή, α) τη μείωση των εμποδίων για την αποδοχή και β) την επιτάχυνση της ανάπτυξης και της χρήσης των νέων έξυπνων αισθητήρων σε υφιστάμενα και προηγμένα συστήματα. Μερικές από τις δυνατότητες που το IEEE 1451 πρότυπο έχει επιτρέψει, έχουν ήδη αποδειχθεί. Άλλες πάλι δυνατότητες προτείνονται και αναπτύσσονται από εταιρίες μαζί με ένα όραμα για το μέλλον.

Γνωρίζουμε, ότι η τεχνολογία σήμερα προοδεύει ραγδαία και οι εξελίξεις τρέχουν πέρα από κάθε προσδοκία, προχωρώντας στην δημιουργία και την κατασκευή των λεγομένων «μικροαισθητήρων» και «έξυπνων

¹⁵ Ιστοσελίδα : www.enthesis.net. «Αισθητήρες όλου του κόσμου, ενωθείτε»

¹⁶ Ιστοσελίδα : www.enthesis.net. «Αισθητήρες όλου του κόσμου, ενωθείτε»

αισθητήρων», όπως παρουσιάσαμε παραπάνω και τα τεράστια οφέλη που προκύπτουν από αυτές τις διατάξεις.

Οι περίπλοκες συσκευές που υπάρχουν σήμερα σε χώρους εργασίας, στα σπίτια καθώς και σε άλλους τομείς περιλαμβάνουν τεχνολογίες, οι οποίες μόλις πριν από κάμποσα χρόνια αποτελούσαν την πραγματικότητα στις εργαστηριακές εφευρέσεις. Το κύριο αίτιο φυσικά για την ύπαρξη, την ραγδαία ανάπτυξη και διαθεσιμότητα αυτού του εξοπλισμού είναι η εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής, των υπολογιστών και μικροεπεξεργαστών σε συνδυασμό πάντα με τα σημερινά υψηλής τεχνολογίας συστήματα μέτρησης. Εντούτοις, πρέπει φυσικά να σημειώσουμε, ότι η λειτουργία τέτοιων συστημάτων θα ήταν πολύ φτωχή, εάν τα προγράμματα του υπολογιστή που λαμβάνουν αποφάσεις δεν τροφοδοτούνταν από κατάλληλη, σύγχρονη και υψηλού επιπέδου πληροφορία.

Εφόσον αυτή η πληροφορία συλλέγεται από τους αισθητήρες, ρυθμίζεται να έχει την κατάλληλη μορφή και στη συνέχεια παρέχεται στο σύστημα του Η/Υ, όπου εκεί αξιοποιείται και δημιουργεί μία κατάλληλη απόκριση. Όλα τα στοιχεία μίας διάταξης αισθητήρα θα πρέπει να παρέχουν το απαιτούμενο επίπεδο απόδοσης.

Η γρήγορη ανάπτυξη, τα μικροσυστήματα και η μικροηλεκτρονική σε ένα σύνολο προάγουν περαιτέρω ανάπτυξη των διαφορετικών ψηφιακών και σχεδόν ψηφιακών έξυπνων αισθητήρων και μετατροπών. Σήμερα, υπάρχουν αισθητήρες συχνότητας χρονικών περιοχών ουσιαστικά για οποιαδήποτε μορφή φυσικών και χημικών, ηλεκτρικών και μη ηλεκτρικών ποσοτήτων. Αυτές οι συσκευές λειτουργούν στα ευρέα φάσματα συχνότητας: από διάφορα εκατοστά μέρη του Hz μέχρι διάφορα MHz.

Η επέκτασή τους, οι «ευφυείς» ικανότητες συμπεριλαμβανομένης της ευφυούς επεξεργασίας σήματος επισημαίνονται. Η διαδικασία της μικρογράφησης ωθεί τη δημιουργία πολυδιαυλικού πολλών χρήσεων έξυπνων αισθητήρων και σειρών αισθητήρων.

Συνοψίζοντας, έχουμε τα εξής :

1. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν το δυναμικό να επηρεάσουν την κοινωνία σε πολλά επίπεδα.
2. Η καινοτόμα αυτή νέα τεχνολογία θα βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς.
3. Πολλοί τομείς έρευνας αυτή τη στιγμή διερευνούν για τη βέλτιστη καθώς και μέγιστη υλοποίηση τέτοιων συστημάτων.
4. Οι ήδη υπάρχουσες εφαρμογές των αυτοοργανωμένων δικτύων έχουν ωφελήσει πολλαπλώς την κοινωνία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Gardner, J.W.,(2000),Μικροαισθητήρες – Αρχές και Εφαρμογές. Θεσσαλονίκη,Εκδόσεις Τζιόλα
2. Logan,L.,(1997), Are you on the right bus-sensors
3. Morris A.S, Principles of Measurement and instrumentation , Prentice Hall, New York, 1993
4. Randy F. Understanding smart sensors
5. Wright,M.,(1996), Neural Networks Tackle Real-World Problems, 1996 Αθήνα. Εκδόσεις : Κλειδάριθμος ΕΠΕ
6. Ιστοσελίδα : www.Artemis.Cslab.gr// (2010)
7. Ιστοσελίδα : www.enthesis.net. «Αισθητήρες όλου του κόσμου, ενωθείτε»
8. Ιστοσελίδα : www.rizospastis.gr// (05-07-2010)
9. Ιστοσελίδα : www.smartprint.media (2010)
10. Ιστοσελίδα : Άρθρο από εφημερίδα «Καθημερινή» (3-07-2010)
11. Καλαϊτζάκης, Κ και Κουτρούλης, Ε 2010 Ηλεκτρικές Μετρήσεις και Αισθητήρες.
12. Φλόκα Αθ., Αποστόλου. Μαθήματα Μετεωρολογίας και κλιματολογίας , Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1992
13. Elgar, P. 2000 Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου. Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Τζιόλα