
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Αυτοματισμού

Πτυχιακή εργασία

Θέμα :
**Χρήση ασύρματου δικτύου αισθητήρων για των
έλεγχο σύγχρονης κατοικίας**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΡΟΣΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ : Τσάμης Γιώργος

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1

Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων

- 1.1 Ιδιότητες Των WSN
- 1.2 Διαφοροποίηση Των WSN Σε σχέση Με Τα Υπόλοιπα Δίκτυα
- 1.3 Κατηγορίες WSN
- 1.4 Τεχνικές Προκλήσεις WSN
- 1.5 Εφαρμογές WSN

Κεφάλαιο 2

Πρότυπα Επικοινωνίας

- 2.1 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας Που Χρησιμοποιούνται Στα WSN
- 2.2 Ανάλυση του Προτύπου IEE 802.15.4(Zigbee)
- 2.3 Συσκευές Λειτουργίας
- 2.4 Τοπολογία Δικτύου
- 2.5 Φυσικό Επίπεδο (PHY)
 - 2.5.1 Το MAC Υποεπίπεδο

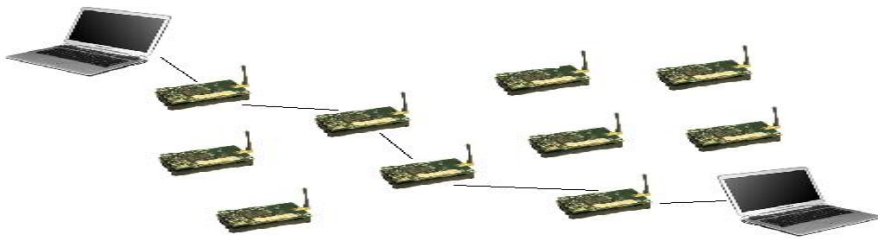
Κεφάλαιο 3

Έξυπνο Σπίτι

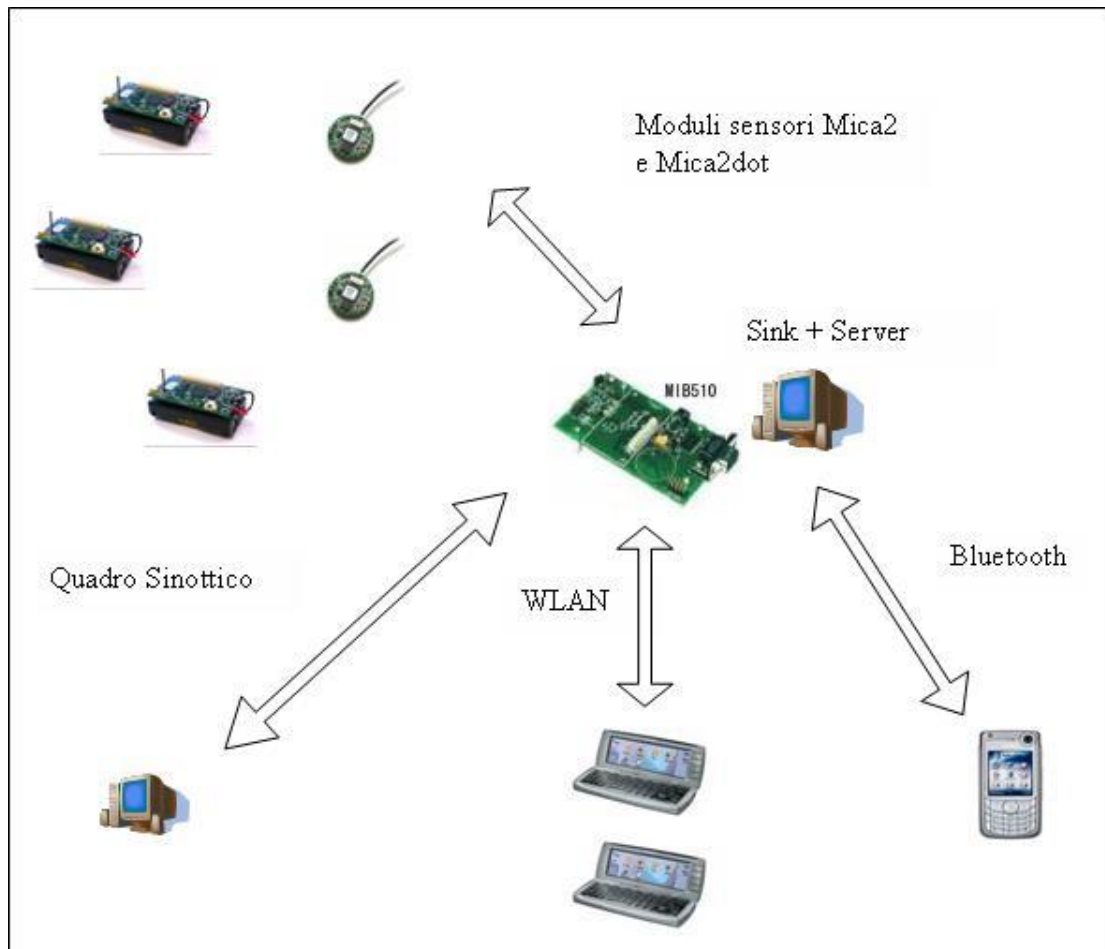
- 3.1 Βασικές Λειτουργίες Έξυπνου Σπιτιού
- 3.2 Πρότυπα/Τεχνολογία
- 3.3 Εγκατάσταση
- 3.4 Μελλοντικές Επεκτάσεις Σε Υπάρχουσες Κατοικίες

Κεφάλαιο 1

Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων



1.1 Γενικά για τα WSN



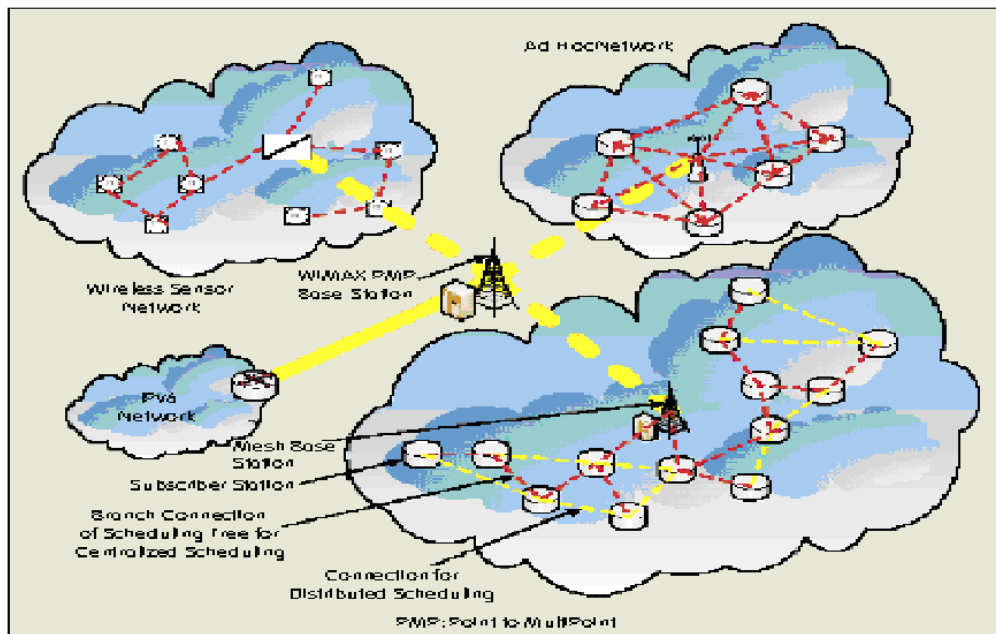
Η πρόοδος στις ασύρματες επικοινωνίες, στα VLSI κυκλώματα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, στον ενσωματωμένο υπολογισμό και κυρίως στην τεχνολογία των MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) συνέβαλε στην υλοποίηση μικρού μεγέθους, ενεργειακά αυτόνομων, πολύ-διεργασιακών κόμβων-αισθητήρων (smart sensors), χαμηλής ισχύος και κόστους, ικανών να παρατηρούν και να αντιδρούν σε μεταβολές φυσικών φαινομένων του περιβάλλοντος. Οι κόμβοι αυτοί διαθέτουν παράλληλα τη δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας.

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN) αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό τέτοιων ενεργειακά αυτόνομων κόμβων, πυκνά τοποθετημένων στην προς παρατήρηση περιοχή (sensing field), διαθέτοντας ικανότητες αίσθησης και ενεργοποίησης (sensing and actuation) καθώς και επεξεργασίας πληροφοριών.

- Βασικές ιδιότητες των WSN :
 - δυνατότητα αυτό-οργάνωσης,
 - επικοινωνία περιορισμένου βεληνεκούς και multi-hop δρομολόγηση,
 - πυκνή τοποθέτηση των κόμβων και συνεργατική προσπάθεια ,
 - συχνά μεταβαλλόμενη τοπολογία λόγω εξασθένησης του σήματος και αποτυχίας των κόμβων ,
 - περιορισμοί στην ενέργεια, την ισχύ εκπομπής, την μνήμη και την υπολογιστική δυνατότητα,
 - πιθανότατα έλλειψη γενικού identification των κόμβων λόγω υψηλού overhead και μεγάλου αριθμού κόμβων.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται ουσιώδεις έννοιες που σχετίζονται με τη λειτουργία των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, η κατανόηση των οποίων κρίθηκε απαραίτητη για την διεξαγωγή της συγκεκριμένης εργασίας.

1.2 Διαφορές WSN και λοιπών δικτύων.



Παρόλο που τα WSN αποτελούν δίκτυα υπολογιστικών συσκευών, διαφέρουν από τα παραδοσιακά δίκτυα δεδομένων για τους εξής λόγους (Πίνακας 1.2.):

α) Παρουσιάζουν σε σχέση με τα κλασικά δίκτυα σημαντικούς περιορισμούς στην υπολογιστική ισχύ, στην ενέργεια, την αποθήκευση και το εύρος ζώνης. Στα παραδοσιακά ασύρματα δίκτυα οι λειτουργίες της δρομολόγησης και της διαχείρισης κινητικότητας εκτελούνται με σκοπό τη βελτιστοποίηση του QoS και της αποτελεσματικότητας του εύρους ζώνης· η κατανάλωση ενέργειας συνιστά δευτερεύουσα απαίτηση, καθώς η πηγή ενέργειας μπορεί να αντικατασταθεί ή να επαναφορτιστεί οποιαδήποτε στιγμή. Ωστόσο, τα WSN αποτελούνται από κόμβους που έχουν σχεδιαστεί για εφαρμογή σε περιβάλλον λειτουργίας χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Συνεπώς, μια παρεχόμενη υπηρεσία της δρομολόγησης αποτελεί η βελτιστοποίηση της χρήσης της ενέργειας, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής του δικτύου

β) Στα παραδοσιακά δίκτυα οι χρήστες συνδέονται με ένα κόμβο (ή ένα σύνολο κόμβων) και απαιτούν κάποια υπηρεσία από κάποιο άλλο κόμβο. Αυτό το επικοινωνιακό μοντέλο μεταξύ δύο οντοτήτων αποτελεί την πλειοψηφία της συνήθους κίνησης δικτύου και το δίκτυο συνιστά ένα μέσο για τη σύνδεσή τους. Αλλά και το μοντέλο αλληλεπίδρασης είναι ευθύ, από την άποψη πως ο χρήστης αλληλεπιδρά άμεσα με το χρήση ή την υπηρεσία στο άλλο άκρο επικοινωνίας.

Από την άλλη πλευρά, τα WSN προσεγγίζουν περισσότερο κατακεντρωμένα συστήματα, παρά τα τυπικά δίκτυα. Οι κόμβοι συνεργάζονται για την παραγωγή των αποτελεσμάτων, ενώ ο χρήστης σπάνια ενδιαφέρεται για τα αποτελέσματα μεμονωμένων κόμβων. Αντιθέτως, αναζητά παραμέτρους μιας συνολικής, δυναμικής φυσικής διαδικασίας.

Συνεπώς, δεν υπάρχουν σαφείς κόμβοι-πηγές ή προορισμοί βασιζόμενοι στις επιθυμίες του χρήστη, μόνο οι χρήστες και το συνολικό δίκτυο. Κατά συνέπεια, το δίκτυο δεν παρέχει σύνδεση μεταξύ διαφορετικών τμημάτων, αλλά υπηρεσίες πληροφοριών στους χρήστες.

γ) Συνήθως οι κόμβοι ενός WSN είναι στατικοί μετά την τοποθέτησή τους, με εξαίρεση πιθανότητα ένα μικρό αριθμό κινούμενων κόμβων .

δ) Οι κόμβοι ενός WSN αποστέλλουν δεδομένα χαμηλού ρυθμού, με εμφανές το φαινόμενο του πλεονασμού .

	WSN	Ασύρματα Ad Hoc Δίκτυα
Αριθμός Κόμβων	Μεγάλος: εκατοντάδες έως χιλιάδες κόμβοι ή και περισσότεροι	Μικρός μέχρι μέσος
Πυκνότητα Κόμβων	Υψηλή	Σχετικά χαμηλή
Πλεονασμός Δεδομένων	Υψηλός	Περιορισμένος
Τροφοδότηση Ισχύος	Μη επαναφορτιζόμενη λειτουργία, αναντικατάστατες μπαταρίες	Επαναφορτιζόμενη λειτουργία και /η αντικατάσταση μπαταριών
Ρυθμός Δεδομένων	Χαμηλός: 1-100 kbps	Υψηλός
Κινητικότητα των Κόμβων	Χαμηλή	Πιθανότητα υψηλή κινητικότητα
Κατεύθυνση της Ροής Δεδομένων	Κυρίως μονοκατευθυντήρια ροή: ασύρματοι κόμβοι ⇒ sink	Δικατευθυντήρια: από άκρο σε άκρο
Πρωώθηση πακέτων	Πολλοί κόμβοι σε έναν: κατεύθυνση προσανατολισμένη στα δεδομένα (data centric)	Από άκρο σε άκρο :κατεύθυνση προσανατολισμένη στη διεύθυνση(address centric)
Φύση Αίτησης	Βασισμένη στην κατάσταση (attribute based)	Βασισμένη στον κόμβο
Μετάδοση Αιτήσεων	Πολύ-εκπομπή (broadcast)	Πολύ-εκπομπή ή hop by hop
Διευθυνσιοδότηση	Έλλειψη γενικού (identification)	Χρήση γενικού identification (global id)
Ενεργό Duty Cycle	Χαμηλό έως και 1%	Υψηλό

Πίνακας 1.2 : Διαφοροποίηση των WSN από τα ad hoc WN

1.3 Κατηγοριοποίηση WSN

Η σχεδίαση των WSN είναι προσανατολισμένη στην εφαρμογή που εξυπηρετούν . Σύμφωνα συνεπώς με την εφαρμογή που υποστηρίζεται, τα

WSN διακρίνονται σε υπέργεια, υπόγεια, υποθαλάσσια, multi-media, και κινούμενα. Υπάρχουν ωστόσο γενικότερα κριτήρια, με τα οποία μπορούν τα WSN να ταξινομηθούν (Πίνακας 1.3.).

Σύμφωνα με την απόσταση των κόμβων από το σταθμό βάσης, τα WSN διακρίνονται σε single-hop (γνωστά και ως nonpropagating) ή multi-hop (propagating) συστήματα.

Στην πρώτη περίπτωση, κατάλληλη για μικρές sensing περιοχές, όλοι οι κόμβοι αποστέλλουν τα δεδομένα απευθείας στο σταθμό βάσης, προσδίδοντας στο δίκτυο απλούστερη δομή και έλεγχο, σε αντίθεση με την multi-hop επικοινωνία, όπου κάποιοι κόμβοι μπορούν να μεταδώσουν τα δεδομένα τους στο σταθμό βάσης μόνο μέσω ενδιάμεσων κόμβων, οι οποίοι εκτελούν τη λειτουργία της δρομολόγησης αλλά και της συγκέντρωσης δεδομένων (data aggregation/fusion). Τα multi-hop δίκτυα είναι κατάλληλα για μεγάλο εύρος εφαρμογών, με το κόστος της υψηλότερης πολυπλοκότητας.

Βασιζόμενοι στην πυκνότητα των κόμβων και την εξάρτηση των δεδομένων, μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τα WSN σε aggregating και nonaggregating. Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται σε δίκτυα, στα οποία οι κόμβοι αποστέλλουν τα δεδομένα τους στον προορισμό χωρίς να τα επεξεργαστούν, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλό υπολογιστικό φόρτο στους ενδιάμεσους κόμβους και υψηλή ακρίβεια στο δίκτυο. Ωστόσο, πιθανή επέκταση του δικτύου ενδέχεται να επιφέρει απαγορευτική αύξηση της κίνησης του δικτύου, των συγκρούσεων και τελικά της καθυστέρησης. Κατά συνέπεια τα συγκεκριμένα συστήματα είναι κατάλληλα για δίκτυα με χαμηλή πυκνότητα κόμβων ή/και στα οποία απαιτείται υψηλή ακρίβεια από τους χρήστες. Από την άλλη πλευρά, σε δίκτυα με πυκνή κατανομή, κάθε κόμβος βρίσκεται συνήθως πλησιέστερα στους γειτονικούς του, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πλεονασμού δεδομένων. Έτσι απαιτείται υλοποίηση συνεργατικών λειτουργιών συγκέντρωσης δεδομένων για τον περιορισμό του φαινομένου αυτού. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η συμφόρηση του δικτύου

και εξοικονομείται ενέργεια, ενώ παράλληλα αυξάνονται οι εκτελούμενοι υπολογισμοί, αυξάνοντας τις απαιτήσεις μνήμης. Ενδείκνυται κατά συνέπεια αυτή η κατηγορία για WSN μεγάλης κλίμακας, με πυκνή τοποθέτηση κόμβων.

Τα WSN μπορούν να διακριθούν επίσης σε ντετερμινιστικά ή δυναμικά. Στα ντετερμινιστικά συστήματα η θέση των κόμβων είναι σταθερή ή προσχεδιασμένη, με αποτέλεσμα απλούστερο έλεγχο και εφαρμογή του συστήματος. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις η θέση των κόμβων είναι άγνωστη. Συνεπώς, οι κόμβοι οφείλουν να λειτουργούν με δυναμικό και καταναμημένο τρόπο, που παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία και επεκτασιμότητα, αλλά απαιτεί πολυπλοκότερους αλγορίθμους ελέγχου.

Τέλος, αναφορικά με την προσέγγιση του ελέγχου, τα WSN ταξινομούνται σε αυτοπροσδιορίσιμα και μη, μια ιδιότητα που θα αναπτυχθεί σε επόμενη ενότητα.

Παράγοντες ταξινόμησης	Κατηγορίες WSN
Απόσταση απο το σταθμό βάσης / κέντρο επεξεργασίας	Single hop ή Multi hop
Εξάρτηση δεδομένων	Agreggating ή non Agreggating
Κατανομή κόμβων	Ντετερμινιστικά ή δυναμικά
Προσέγγιση ελέγχου	Non self-configurable ή self-configurable
Εφαρμογή	Πολυάριθμες κατηγορίες

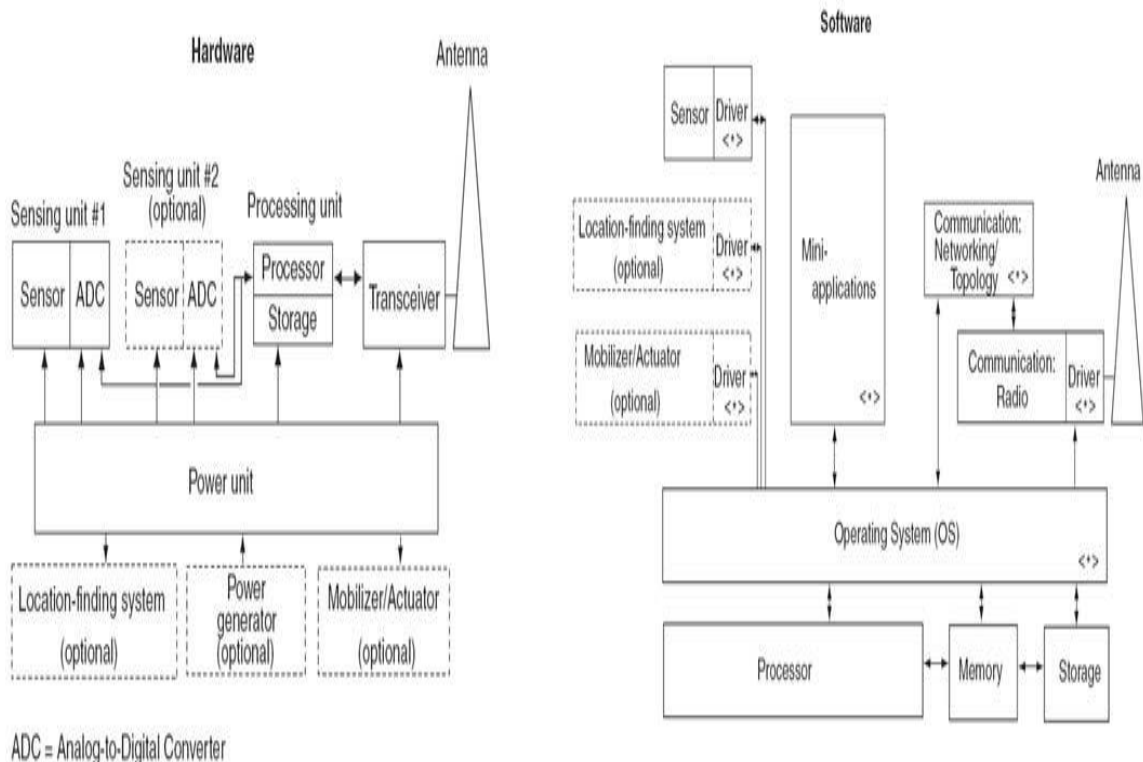
Πίνακας 1.3: Γενικότερα κριτήρια ταξινόμησης WSN

➤ **Χαρακτηριστικά WSN**

- **Ασύρματος κόμβος (Hardware και Software)**

Η κύρια software αρχιτεκτονική ενός ασύρματου κόμβου (Εικόνα 1.3.1) απαρτίζεται από τα εξής υποσυστήματα: α) μικροκώδικας λειτουργικού συστήματος (επονομαζόμενος επίσης middleware). Σκοπός του λειτουργικού συστήματος είναι η παροχή αφαιρετικότητας μεταξύ του software και της λειτουργικότητας του επιπέδου μηχανής του μικροεπεξεργαστή. Ενδείκνυται η χρήση open-source, ειδικά σχεδιασμένων για WSN λειτουργικών συστημάτων, τα οποία συνήθως χρησιμοποιούν αρχιτεκτονική που επιτρέπει ταχεία εφαρμογή και ελαχιστοποίηση του μεγέθους του κώδικα. β) drivers αισθητήρων: αποτελούν τμήματα software που διαχειρίζονται βασικές λειτουργίες των πομποδεκτών των κόμβων γ) επεξεργαστές επικοινωνίας : φροντίζουν για τις λειτουργίες επικοινωνίας, όπως δρομολόγηση, ενταμίευση και προώθηση πακέτων, διατήρηση της τοπολογίας και έλεγχος πρόσβασης στο μέσο, κρυπτογράφηση (encryption) και Forward Error Correction (FEC) δ) drivers επικοινωνίας: αναφέρονται στην κωδικοποίηση και το φυσικό επίπεδο, διαχειρίζονται τις λεπτομέρειες που αφορούν το μέσο μετάδοσης, συμπεριλαμβανομένου του χρονισμού και συγχρονισμού, την κωδικοποίηση σήματος και τη διαμόρφωση και ε) μικρές εφαρμογές επεξεργασίας δεδομένων: πρόκειται για βασικές εφαρμογές που υποστηρίζονται στο επίπεδο του κόμβου για in-network επεξεργασία.

Στη βασική hardware αρχιτεκτονική ενός κόμβου (Εικόνα 1.3.1) περιλαμβάνονται τα παρακάτω υποσυστήματα: α) υποσύστημα αισθητήρων και ενεργοποίησης, β) υποσύστημα επεξεργασίας, γ) υποσύστημα επικοινωνιών και δ) υποσύστημα τροφοδοσίας. Η έννοια της κάθε μονάδας, αλλά και επιπρόσθετα χαρακτηριστικά ενός WSN αναπτύσσονται στις επόμενες υποενότητες.



Εικόνα 1.3.1 : Βασική αρχιτεκτονική ασύρματου κόμβου

▪ Ικανότητα αίσθησης (Sensing)

Η λειτουργία της αίσθησης εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής, υπάρχουν ωστόσο κάποιες γενικές λειτουργίες που εκτελεί ο κόμβος:

- ✓ Καθορισμός σε μια δεδομένη τοποθεσία της τιμής μιας παραμέτρου (π.χ. θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, ποσότητα φωτός και σχετική υγρασία σε ένα σύνολο θέσεων μέσω διαφορετικών αισθητήρων, καθένας με διαφορετικό ρυθμό δειγματοληψίας και δυναμική περιοχή τιμών)
- ✓ Αντίληψη γεγονότων και εκτίμηση παραμέτρων τους (π.χ. ανίχνευση διέλευσης οχήματος από διασταύρωση και εκτίμηση της ταχύτητας και κατεύθυνσής του)
- ✓ Ανίχνευση αντικειμένου (π.χ. ανίχνευση εισβολής στην παρατηρούμενη από το δίκτυο περιοχή) και πιθανότατα

κατηγοριοποίηση αντικειμένου (π.χ. αναγνώριση του είδους ενός οχήματος) Επιπλέον, τα WSN μπορούν να χαρακτηριστούν ανάλογα με τη συγκέντρωση των απαιτούμενων από την εφαρμογή δεδομένων ως:

- ✓ Συνεχή (όταν οι κόμβοι συλλέγουν αδιαλείπτως δεδομένα)
- ✓ Reactive, (όταν αποκρίνονται στην απαίτηση ενός παρατηρητή ή συλλέγουν δεδομένα που αφορούν συγκεκριμένα γεγονότα)
- ✓ Περιοδικά (όταν συλλέγουν δεδομένα σύμφωνα με συνθήκες καθοριζόμενες από την εφαρμογή). Ορισμένες από τις παραπάνω προσεγγίσεις ενδέχεται να συνυπάρχουν στο δίκτυο. Το μοντέλο αυτό ονομάζεται υβριδικό.

Επίσης, ανάλογα με τη δυνατότητα αίσθησης που διαθέτουν οι αισθητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- ✓ Παθητικές συσκευές (μέτρηση σεισμικών δονήσεων, υγρασίας, θερμοκρασίας, ακουστικών κυμάτων), συνήθως χαμηλής ενέργειας,
- ✓ Ενεργητικές (ραντάρ, σόναρ), που τείνουν να είναι υψηλής ενέργειας συστήματα.

Η έννοια της αίσθησης αναφέρεται σε όρους όπως η έκθεση (exposure) (χρόνος έκθεσης και απόσταση του κόμβου από το φαινόμενο), η προσαρμογή (calibration) και η κάλυψη (sensing coverage). Οι έρευνες επικεντρώνονται αναφορικά με το πρόβλημα της κάλυψης στην κατανάλωση ενέργειας, είτε με εύρεση του ελάχιστου αριθμού ενεργών κόμβων για την κάλυψη μιας περιοχής, είτε με προτάσεις τοποθέτησης των κόμβων για κατανεμημένη ανίχνευση σε μεγάλης κλίμακας WSN.

Η συνεχής παραμονή των κόμβων σε ενεργή κατάσταση κρίνεται συνήθως μη αποδοτική, κάτι βέβαια που καθορίζεται από τις απαιτήσεις κάλυψης του φαινομένου. Συνίσταται ωστόσο η ύπαρξη πλεονασμού (redundancy), δηλαδή η ύπαρξη επικαλύψεων στην sensor coverage ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια στην επικοινωνία.

▪ **Επεξεργασία δεδομένων**

Η μνήμη και ο επεξεργαστής ενός ασύρματου κόμβου διαμορφώνουν την υπολογιστική του μονάδα, που είναι προγραμματιζόμενη και εκτελεί βασικούς υπολογισμούς επεξεργασίας σήματος και πιθανότατα διεργασίες συσχέτισης δεδομένων, όπως είναι η διεργασία data fusion (συνδυασμός ενός ή περισσότερων πακέτων δεδομένων που έχουν ληφθεί από διαφορετικούς αισθητήρες για τη δημιουργία ενός μοναδικού πακέτου), η οποία οδηγεί στη μείωση της μεταδιδόμενης ποσότητας δεδομένων και συνεπώς της καταναλισκόμενης ενέργειας. Άλλες πιθανές διεργασίες συνιστούν η συμπίεση δεδομένων και η επεξεργασία ασφάλειας.

Σε κάποια δίκτυα εφαρμόζεται επεξεργασία των δεδομένων από τον κάθε κόμβο (in-network computation), σε αντίθεση με την ιεραρχική αρχιτεκτονική επεξεργασίας που υλοποιείται σε άλλα. Στην πρώτη περίπτωση οι κόμβοι διεξάγουν υπολογισμούς τοπικά και αποστέλλουν ένα υποσύνολο των διατιθέμενων δεδομένων ή/και των επεξεργασμένων πληροφοριών, ενώ στη δεύτερη η επεξεργασία υλοποιείται σε διαδοχικά επίπεδα, έως ότου η πληροφορία που αφορά τα γεγονότα ενδιαφέροντος καταφθάσει στο κατάλληλο σημείο διαχείρισης ή σημείο απόφασης.

- **Επικοινωνία**

Σε ένα WSN η επικοινωνία μπορεί να διακριθεί ως α) **επικοινωνία υποδομής** και β) **επικοινωνία εφαρμογών**. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στην επικοινωνία που απαιτείται για τον καθορισμό (configuration), τη διατήρηση και τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του δικτύου, του οποίου η τοπολογία και ο προσδιορισμός ενδέχεται να μεταβάλλονται συχνά, δεδομένου ενός εχθρικού περιβάλλοντος, μεγάλου φόρτου εργασιών και ροπή των κόμβων σε αποτυχία. Σε ένα στατικό WSN απαιτείται μια αρχική προεργασία για τη δημιουργία του δικτύου και η επιπρόσθετη επικοινωνία κρίνεται αναγκαία για την υλοποίηση του επαναπροσδιορισμού του. Στην περίπτωση κινούμενων κόμβων, είναι απαραίτητη η επικοινωνία για την εύρεση των διαδρομών επικοινωνίας και τον επαναπροσδιορισμό του δικτύου.

Μπορούμε επίσης να διακρίνουμε τις εξής μορφές επικοινωνίας σε ένα WSN (εικόνα 1.3.2):

α) άμεση σύνδεση (direct connected WSN): λόγω του μεγάλου αριθμού των κόμβων και του πιθανότητα περιορισμένου εύρους μετάδοσης κάθε κόμβου εξαιτίας ενεργειακών περιορισμών, είναι γενικά ασύμφορη, έως και αδύνατη σε κάποιες περιπτώσεις η άμεση επικοινωνία κάθε κόμβου με το data sink. Συνεπώς αυτή η μορφή επικοινωνίας δεν ενδείκνυται για WSN ευρείας κλίμακας.



β) peer-to-peer multi-hop επικοινωνία: η multi-hop μετάδοση για μικρές αποστάσεις οδηγεί σε μικρότερη κατανάλωση ισχύος, συγκρινόμενη με την αντίστοιχη για μια large-hop μετάδοση μεταξύ ενός ζεύγους αποστολέα-παραλήπτη, καθώς η μέση ισχύς του ληφθέντος σήματος είναι αντιστρόφως ανάλογης της νιοστής δύναμης της απόστασης

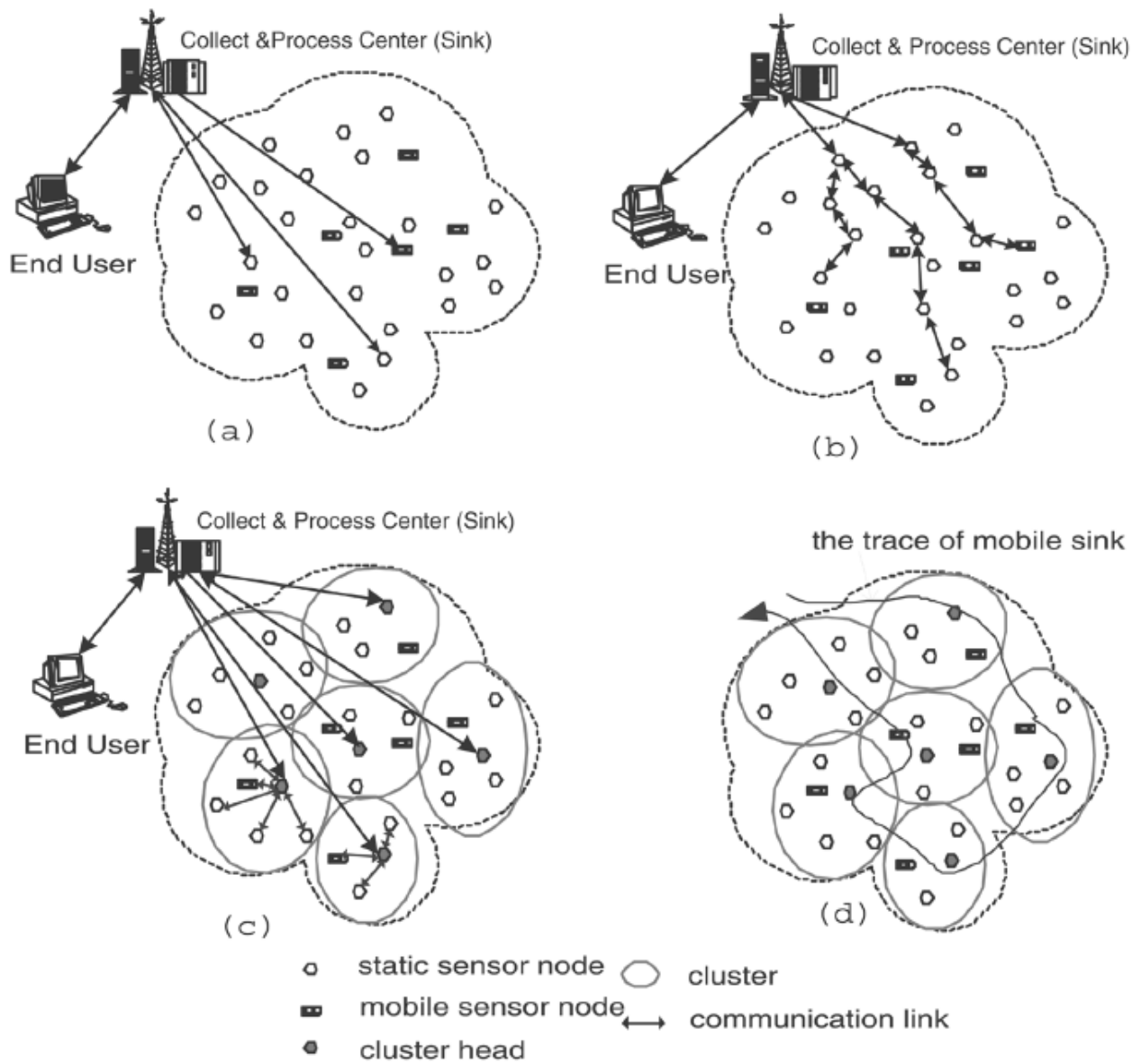
γ) επίπεδη ad hoc multi-hop επικοινωνία: στην περίπτωση αυτή κάποιοι κόμβοι διαθέτουν ικανότητα δρομολόγησης πακέτων, εκτός από αυτήν της αίσθησης και αποστολής των δικών τους δεδομένων. Αν και η μορφή αυτή παρέχει επικοινωνία και εξοικονόμηση ενέργειας, οι κόμβοι που βρίσκονται πιο κοντά στο data sink είναι υπεύθυνοι για τη δρομολόγηση προς αυτό των πακέτων των υπόλοιπων κόμβων, με αποτέλεσμα, αν το δίκτυο είναι μεγάλης κλίμακας, την ανομοιόμορφη κατανάλωση της ενέργειάς τους σε σχέση με τους υπόλοιπους κόμβους και τελικά την αποσύνδεση του δικτύου.

δ) cluster-based multi-hop επικοινωνία: σε ένα τέτοιο σύστημα οι κόμβοι συνθέτουν clusters και τίθεται σύμφωνα με ορισμένους κανόνες ένας επικεφαλής για κάθε cluster. Υπάρχει ωστόσο και ιεραρχικό clustering, στο οποίο οι cluster heads χαμηλότερου επιπέδου επικοινωνούν με τους cluster heads υψηλότερου επιπέδου. Τοπικό data fusion και στα cluster heads συμβάλει στην μείωση της συνολικής αποστελλόμενης στο data sink πληροφορίας, με επακόλουθη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Το σύστημα μειονεκτεί στο γεγονός πως η επικοινωνία υποβαστάζεται κυρίως στους cluster heads, με αποτέλεσμα την ασύμμετρη μείωση των ενεργειακών τους αποθεμάτων σε σχέση με τους υπόλοιπους κόμβους και τον αυξημένο

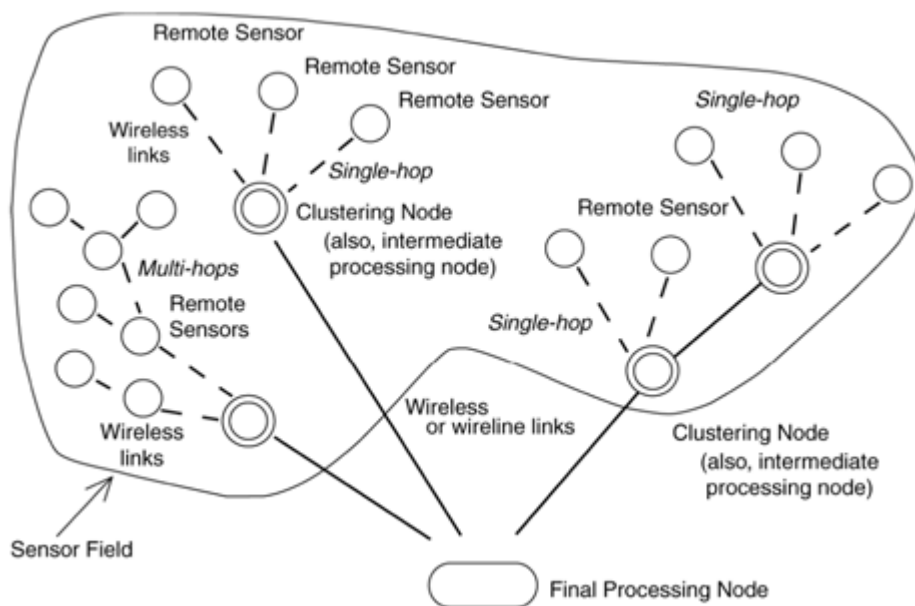
φόρτο των cluster heads ανώτερων επιπέδων. Μια υβριδική διάταξη WSN παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.3.3.

Ότι αφορά στην παράδοση των δεδομένων που απαιτούνται αυτή μπορεί να ταξινομηθεί στις παρακάτω ομάδες:

-  συνεχής (οι κόμβοι συλλέγουν και αποστέλλουν αδιαλείπτως δεδομένα σε ένα παρατηρητή
-  μετά από αίτηση (on demand) (οι κόμβοι αποστέλλουν δεδομένα ύστερα από αίτηση ενός παρατηρητή). Επιπροσθέτως, ένα WSN καλείται καθοδγούμενο από γεγονότα όταν αποστέλλονται από τους κόμβους δεδομένα που αφορούν συμβάντα του περιβάλλοντος αι προγραμματισμένο όταν τα δεδομένα αποστέλλονται βάσει συνθηκών καθορισμένων από την εφαρμογή.



Εικόνα 1.3.2. : (a) άμεση σύνδεση (direct connected WSN) , (b) flat and hoc multi-hop, (c) cluster based mode, (d) with mobile sink.



Εικόνα 1.3.3 :Υβριδική αρχιτεκτονική επικοινωνίας ενός WSN.

▪ Συντήρηση

Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται στα WSN τα οποία διαθέτουν τη δυνατότητα αυτοπροσδιορισμού, αυτοπροστασίας και επαναφοράς χωρίς σημαντική συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα. Η λειτουργία αυτή προσφέρει ανίχνευση αποτυχιών ή μείωσης της απόδοσης του δικτύου, εκκινεί διαδικασίες διάγνωσης και επανορθώνει προβληματικές λειτουργίες. Η ανίχνευση αλλαγών στην κατάσταση του δικτύου παρέχει ευελιξία, σθεναρότητα, ανεξαρτησία και δυνατότητα βελτιστοποίησης της συμπεριφοράς του δικτύου. Διακρίνουμε τους εξής τύπους συντήρησης:

✂️ corrective

✂️ adaptive (το σύστημα προσαρμόζεται στις μεταβολές). κόμβων σε συγκεκριμένες θέσεις για υψηλές, σε αντίθεση με την τυχαία τοποθέτηση, όπου μπορεί να ρυθμιστεί σε περιοχές. Καθίσταται συνεπώς εμφανές από την παραπάνω το σύστημα προσαρμόζεται στις μεταβολές).

⌘⌘⌘👉 preventive (το σύστημα οφείλει να μάθει να αναμένει την επίδραση αυτών των αλλαγών). ην επίδραση αυτών των αλλαγών)

⌘❖👉 proactive (το σύστημα οφείλει να μάθει να επεμβαίνει ώστε να απόφευχθουν αρνητικά συμβάντα). Ένα παράδειγμα συντήρησης αφορά την πυκνότητα των κόμβων του δικτύου. Σε περίπτωση υψηλής απαιτούμενης πυκνότητας κόμβων είναι δυνατή η παροδική απενεργοποίηση ορισμένων κόμβων

Σύμφωνα με μια κατηγοριοποίηση των WSN, αυτά διακρίνονται σε δομημένα και μη. Ένα μη δομημένο WSN αποτελείται από ένα πυκνό σύνολο κόμβων, οι οποίοι ενδέχεται να είναι τυχαία τοποθετημένοι στο πεδίο αίσθησης. Έπειτα από τη στιγμή εγκατάστασής τους, το δίκτυο εκτελεί τις λειτουργίες της επιτήρησης και της αναφοράς δεδομένων χωρίς καμία παρέμβαση. Σε ένα δομημένο WSN, το σύνολο των κόμβων ή μόνο κάποιοι από αυτούς τοποθετούνται με προσχεδιασμένο τρόπο. Η τελευταία δομή πλεονεκτεί έναντι της πρώτης σε συντήρηση και κόστος διαχείρισης.

Επιπλέον, είναι δυνατή η χρήση λιγότερων κόμβων σε συγκεκριμένες θέσεις για δεδομένη περιοχή κάλυψης, σε αντίθεση με την τυχαία τοποθέτηση, όπου μπορεί να εμφανιστούν ακάλυπτες περιοχές. Καθίσταται συνεπώς εμφανές από την παραπάνω ταξινόμηση, πως η τυχαία τοποθέτηση των κόμβων δεν επιτρέπει την εκ των προτέρων γνώση της θέσης τους. Το πρόβλημα καθορισμού της ονομάζεται localization. Υπάρχουσες μέθοδοι αποτελούν το σύστημα GPS, οι beacon κόμβοι, localization βάσει εγγύτητας αλλά και μια σειρά αλγορίθμων όπως αυτός του Moore.

- **Συγχρονισμός**

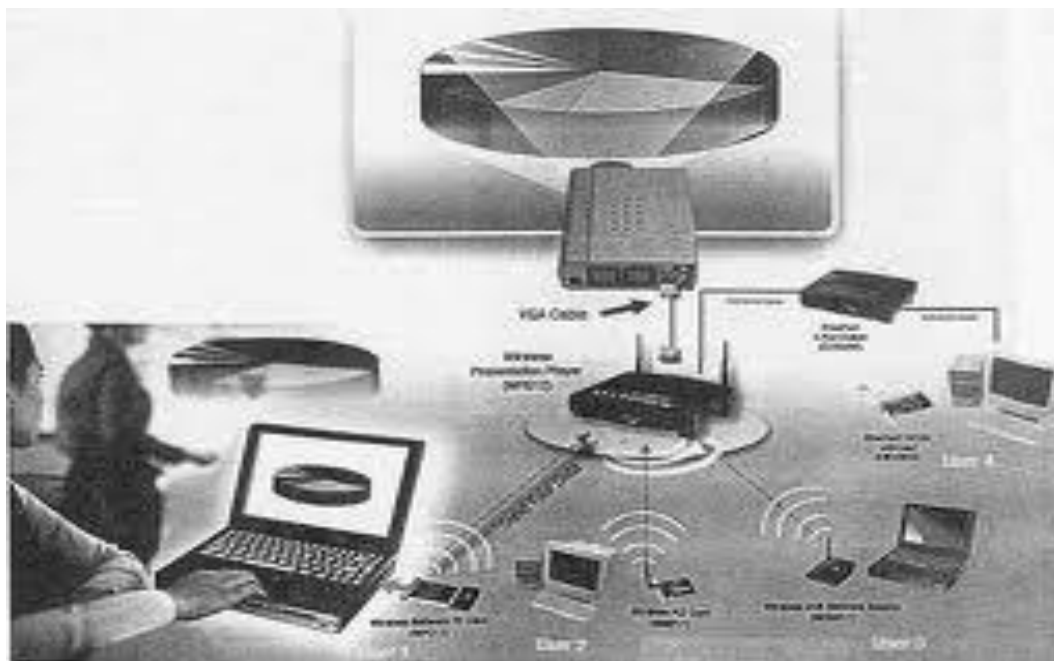
Για την υποστήριξη χρονικά συσχετισμένων δεδομένων από διαφορετικούς κόμβους του δικτύου, απαιτείται η διατήρηση μεθόδου συντονισμού μεγάλης ακρίβειας. Στη βιβλιογραφία προτείνεται μια σειρά από μεθοδολογίες άμεσου ή έμμεσου συγχρονισμού.

Πιθανές διαφορές στο χρονισμό των κόμβων καθιστούν αναξιόπιστο το συσχετισμό των δεδομένων, προσβάλλοντας έτσι και τη συνολική αξιοπιστία του δικτύου.

- **Ασφάλεια**

Κάθε κόμβος εκτελεί πολύπλοκους αλγορίθμους αυθεντικοποίησης και κρυπτογράφησης.

Λόγω της ευκολίας υποκλοπής και παρεμβολών του ασύρματου καναλιού μετάδοσης, ο μόνος τρόπος να διατηρηθούν τα δεδομένα αναλλοίωτα είναι με την κρυπτογράφηση καθ' εκπομπής, αλλά και την υιοθέτηση τεχνικών κατά την κατασκευή τους, που εξασφαλίζουν αντοχή στη φυσική παραβίαση των κόμβων (tamper resilience).



Οι τεχνικές προκλήσεις που παρουσιάζονται στα WSN καθώς και οι προτεινόμενες προσεγγίσεις παρατίθενται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 1.4.

Τεχνικές Προκλήσεις Και Απαιτήσεις	Κατεύθυνση Και Αντικείμενο Σχεδιασμού
Μαζική και τυχαία τοποθέτηση Κόμβων	Ασύρματος κόμβος μικρός και χαμηλού κόστους επεκτάσιμη και ευέλικτη αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων
Πλεονασμός δεδομένων	Κεντρική επεξεργασία και data fusion
Ad Hoc αρχιτεκτονική και λειτουργία χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση	Self-configuration
Δυναμικό περιβάλλον	Προσαρμοστικότητα
Ασύρματο μέσο επιρρεπές σε σφάλματα	Αξιοπιστία και Ανοχή σφαλμάτων
Ποικιλία εφαρμογών	Σχεδιασμός προσαρμοσμένος στην εφαρμογή
Απαιτήσει QoS	Σχεδιασμός QoS με περιορισμένους πόρους localization, data centric, δρομολόγηση, attribute based ,ονοματοδοσία
Περιορισμένοι Πόροι	Σχεδιασμός ενεργειακά αποδοτικό
Ασφάλεια και Ιδιωτική λειτουργία	Προστασία

Πίνακας 1.4: Σύνοψη τεχνικών προκλήσεων WSN και αντίστοιχων προσεγγίσεων.

1.5. Εφαρμογές WSN



Τα WSN είναι ικανά για την παρατήρηση ενός ευρέος φάσματος φυσικών συνθηκών όπως θερμοκρασία, υγρασία, φως, πίεση, κίνηση αντικειμένου, σύνθεση εδάφους, επίπεδο θορύβου, παρουσία και χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου αντικειμένου όπως βάρος, μέγεθος, ταχύτητα, κατεύθυνση. Επίσης, η λειτουργία τους είναι δυνατή σε κάθε είδος περιβάλλοντος (π.χ. πεδίο μάχης, βαθύς ωκεανός). Τέλος, χάρη στην ευελιξία, την αξιοπιστία, την ευκολία εφαρμογής και τη δυνατότητα αυτό-οργάνωσης των WSN, οι υπάρχουσες εφαρμογές τους ποικίλλουν .

Οι εφαρμογές των WSN μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες, αυτές της επίβλεψης (monitoring) και της ανίχνευσης (tracking) (Εικόνα 1.5). Ενδεικτικά, ορισμένες εφαρμογές αναφέρονται ακολούθως:

1. Επίβλεψη και ανίχνευση περιβαλλοντικών συνθηκών: επίβλεψη οικοσυστήματος και καταγραφή βιοποικιλότητας, καταγραφή σύστασης εδάφους, ανακάλυψη ορυκτών, γεωφυσική μελέτη, τοπικός έλεγχος κλιματικών συνθηκών (π.χ. θερμοκρασίας, υγρασίας) σε μεγάλα κτήρια για τη διασφάλιση υγιούς και ευχάριστου περιβάλλοντος εργασίας

2. Επιχειρήσεις disaster relief σε επείγουσες καταστάσεις και περιοχές καταστροφής: εντοπισμός θυμάτων, ενδεχόμενων κινδύνων, βυθισμένων πλοίων και πιθανότατα διαρροών τοξικών ουσιών ή καυσίμων στον περιβάλλοντα από το πλοίο θαλάσσιο χώρο, ανίχνευση πλημμύρας και φωτιάς (π.χ. ρίψη κόμβων από αεροσκάφος σε δασική πυρκαγιά, όπου κάθε κόμβος μετρά θερμοκρασία και τελικά παράγεται ένας “temperature map”)

3. Ιατρική και Υγιεινή: επίβλεψη εξάπλωσης ιού σε προσβεβλημένη από τον ιό περιοχή (χαρακτηριστικά πληθυσμού που έχει προσβληθεί, καταγραφή περιβαλλοντικών συνθηκών που ευνοούν την επώαση-εξάπλωση του ιού), χρήση στην εντατική ή μετεγχειρητική περίοδο, απομακρυσμένη κατ’ οίκον παρακολούθηση σε περιπτώσεις χρόνιων παθήσεων ή ηλικιωμένων

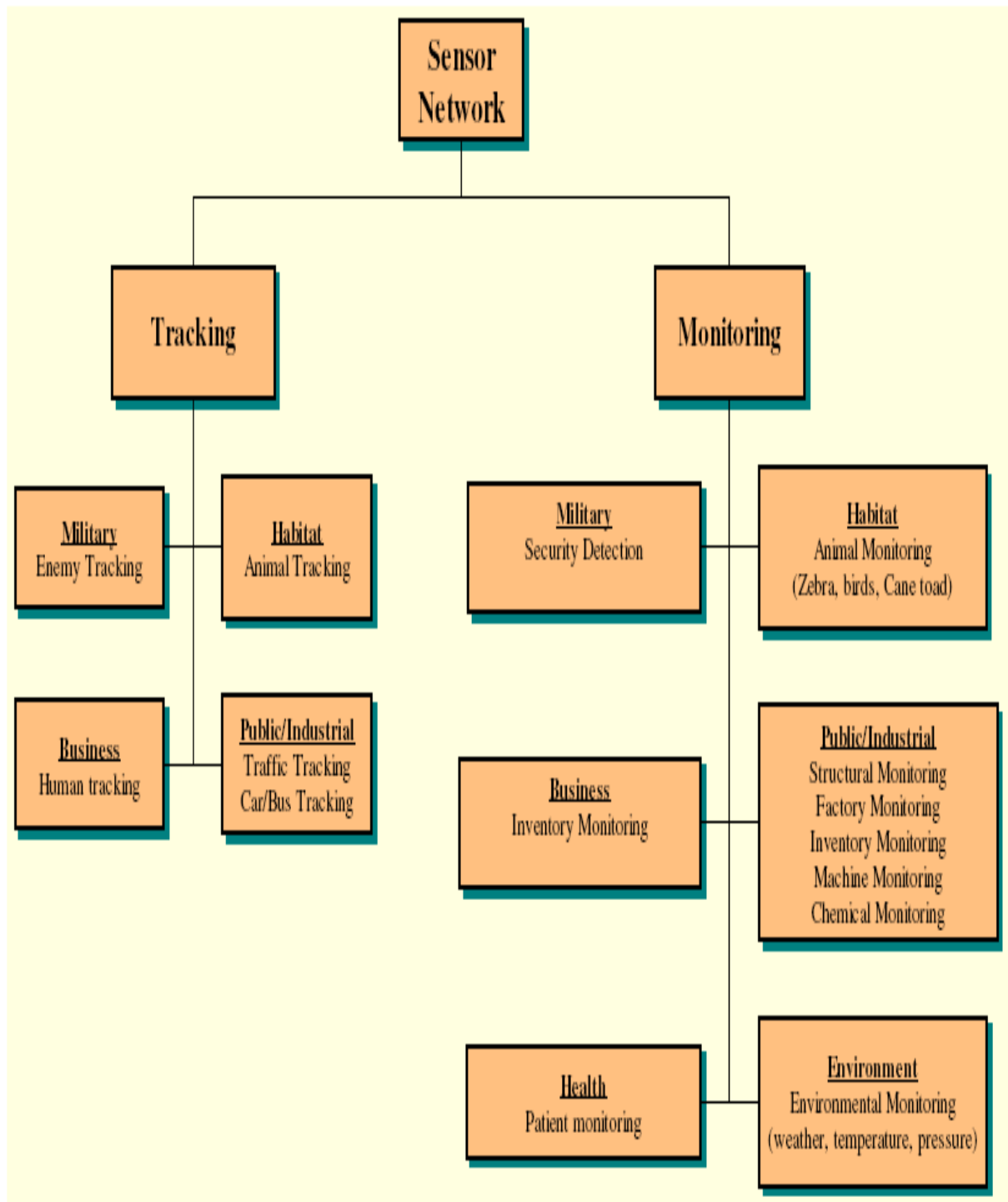
4. Έξυπνα κτήρια: μείωση της σπατάλης σε ενέργεια με τον έλεγχο των συνθηκών στο εσωτερικό τους (υγρασία, κλιματισμός (HVAC)), καταγραφή μηχανικής τάσης σε μετασεισμική περίοδο, smart space, ενσωμάτωση δηλαδή ασύρματων αισθητήρων σε συσκευές ώστε να δημιουργηθεί ένα αυτόνομο έξυπνο δίκτυο (καταγραφή π.χ. λίστας με ψώνια από ένα έξυπνο ψυγείο σύμφωνα με τις ελλείψεις σε αυτό αλλά και του διαιτολογίου που έχει υποδείξει ο γιατρός)

5. Επιτήρηση μηχανών και προληπτική συντήρηση: ενσωματωμένες sensing/control λειτουργίες σε μέρη που πριν δεν ήταν δυνατόν (καλώδια κλπ), καταγραφή πίεσης ελαστικών

6. Γεωργία ακριβείας: ρίψη στις φυτείες λιπασμάτων/εντομοκτόνων/νερού όποτε, όπου και σε όση ποσότητα κρίνεται αναγκαίο

7. Logistics: εξοπλισμός κιβωτίων-δεμάτων με κόμβους αισθητήρων, συνεχής καταγραφή θέσης-κατάστασης

8. Τηλεματική: παροχή καλύτερου ελέγχου κυκλοφορίας οχημάτων, έξυπνες λεωφόροι



Εικόνα 1.5. : Εφαρμογές WSN

Κεφάλαιο 2

Πρότυπα Επικοινωνίας



2.1 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Στην παρούσα ενότητα αναφέρονται συνοπτικά ορισμένα πρότυπα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στα WSN. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο πρωτόκολλο IEEE 802.15.4, μέσω του οποίου διεξήχθη η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων του WSN, που υλοποιήθηκε για τα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, αλλά και του Zigbee πρωτοκόλλου, που καθορίζει τα ανώτερα επίπεδα της στοίβας των πρωτοκόλλων, σχεδιασμένο για την υποστήριξη των κατώτερων στρωμάτων που καθορίζονται από το IEEE 802.15.4.

- **WirelessHart**

Το WirelessHart standard παρέχει ένα πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας για μετρήσεις διεργασιών και εφαρμογές ελέγχου στηρίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4 για λειτουργία χαμηλής ισχύος 2.4GHz και είναι συμβατό με όλες τις υπάρχουσες συσκευές, εργαλεία, συστήματα. Διαθέτει αξιοπιστία, ασφάλεια και ενεργειακή αποδοτικότητα

- **6LoWPAN**

Επιτρέπει την IPv6 επικοινωνία πακέτων σε ένα IEEE 802.15.4 δίκτυο. Το πρότυπο αυτό παρέχει όλα τα πλεονεκτήματα της IP επικοινωνίας και διαχείρισης. Δεδομένου πως το μέγεθος των IP πακέτων είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός IEEE 802.15.4 πλαισίου, χρησιμοποιείται ένα επίπεδο προσαρμογής.

- **IEEE 802.15.3**

Αποτελεί ένα standard φυσικού επιπέδου και MAC υποεπιπέδου για δεδομένα ψηλού ρυθμού σε ένα WPAN. Υποστηρίζει πραγματικού χρόνου ροή δεδομένων video και μουσικής. Λειτουργεί στα 2.4 GHz, με ταχύτητες δεδομένων που κυμαίνονται από 11 έως 55 Mbps.

- **Wibree**

Το wibree συνιστά τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας, σχεδιασμένη για χαμηλή κατανάλωση ισχύος μετάδοση περιορισμένου βεληνεκούς και χαμηλού κόστους συσκευές. Επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ μικρών συσκευών τροφοδοτούμενων με μπαταρία και Bluetooth συσκευών. Λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων 2.4 GHz, παρέχοντας ρυθμό δεδομένων 1Mbps για αποστάσεις 5-10m.

- **IEEE 802.15**

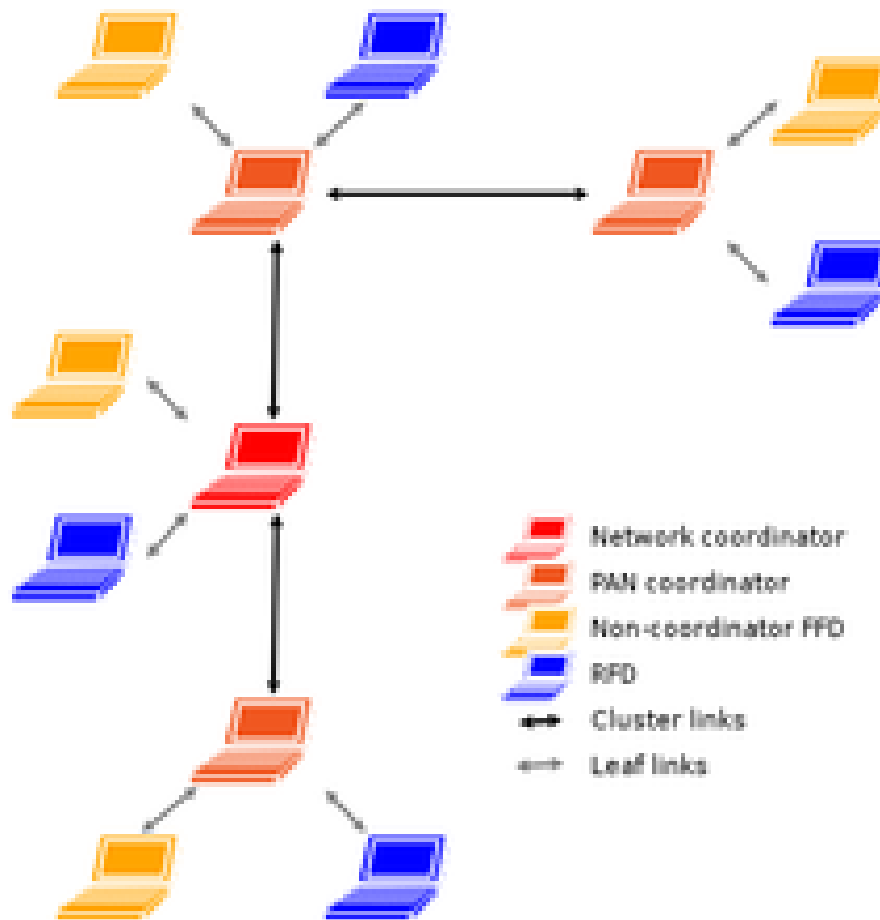
Το IEEE 802.15 αποτελεί την 15η ομάδα εργασίας του IEEE 802 η οποία εξειδικεύεται στα WPANs. Τα κυριότερα έργα της ομάδας εργασίας είναι το 802.15.1 ή όπως είναι πιο γνωστό ως Bluetooth, και το 802.15.4 ή Zigbee. Τα δύο αυτά πρωτόκολλα είναι προσανατολισμένα για διαφορετικές εφαρμογές. Στον πίνακα που ακολουθεί έχουν συμπεριληφθεί οι κυριότερες ασύρματες τεχνολογίες για τα δίκτυα WPAN και μπορεί να γίνει μια ενδεικτική σύγκριση μεταξύ των χαρακτηριστικών τους.

Το Zigbee ανήκει στην κατηγορία των χαμηλής ταχύτητας ασύρματων δικτύων καθώς η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων μπορεί να φτάσει έως τα 250Kbps. Η τεχνολογία που χρησιμοποιεί παρομοιάζεται με αυτή του Bluetooth, αλλά θεωρείται συμπληρωματική αυτής. Ουσιαστικά όμως πρόκειται για δύο διαφορετικές τεχνολογίες που είναι προσανατολισμένες σε διαφορετικές εφαρμογές.

Το πρωτόκολλο 802.15.4 είναι προσανατολισμένο στον έλεγχο και την αυτοματοποίηση, ενώ το 802.15.1 επικεντρώνεται στη διασύνδεση μεταξύ φορητών συσκευών όπως οι φορητοί υπολογιστές, τα κινητά τηλέφωνα και γενικότερα λειτουργεί σαν αντικατάσταση μια καλωδιακής σύνδεσης μεταξύ περιφερειακών. Το Zigbee χρησιμοποιεί χαμηλά επίπεδα ενέργειας για τη μετάδοση της πληροφορίας και αποστέλλει τα δεδομένα σε μικρά πακέτα, ενώ το Bluetooth έχει υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης, υψηλότερες απαιτήσεις σε ισχύ και μεταδίδει την πληροφορία σε μεγαλύτερα πακέτα. Τα δίκτυα με το πρωτόκολλο Zigbee μπορούν να υποστηρίξουν μεγάλο αριθμό συσκευών και μεγαλύτερες αποστάσεις σε σύγκριση με το Bluetooth. Λόγω αυτών των λειτουργικών διαφορών, οι τεχνολογίες αυτές δεν έχουν τη δυνατότητα να επεκταθούν σε άλλες εφαρμογές.

Για παράδειγμα, μια συσκευή που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Bluetooth είναι αναγκαίο να επαναφορτίζεται συχνά, ενώ μια συσκευή με το πρωτόκολλο Zigbee μπορεί να λειτουργήσει για μήνες χωρίς την αντικατάσταση των μπαταριών. Επιπλέον, το Zigbee έχει πολύ χαμηλούς χρόνους απόκρισης και είναι ιδανικό για χρήση σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπου χρειάζεται άμεση δράση, σε αντίθεση με το Bluetooth για το οποίο απαιτούνται μεγαλύτεροι χρόνοι για τη δημιουργία της ζεύξης. Επομένως, η χρήση των δύο αυτών πρωτοκόλλων μπορεί να είναι παράλληλη σε ένα WPAN εφόσον προσανατολίζονται σε διαφορετικές εφαρμογές το κάθε ένα.

-
- IEEE 802.15.4 (2003) διαφορές με το IEEE 802.15.4 (2006)



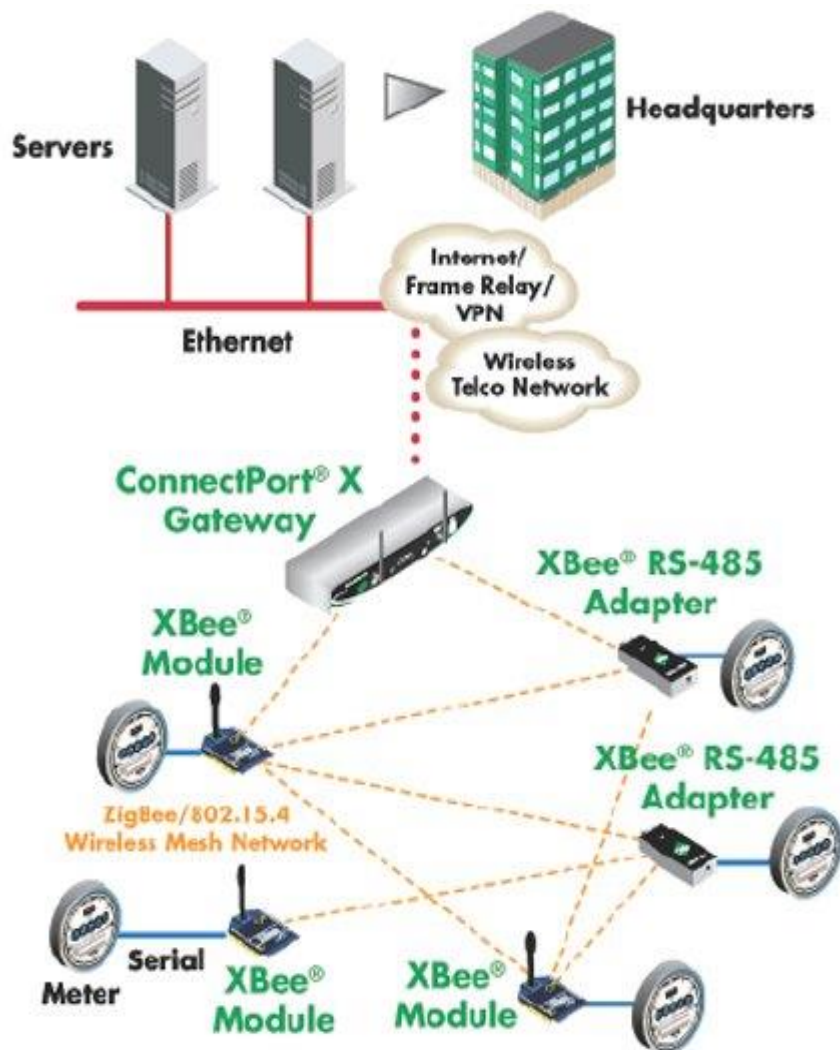
- Η 2006 έκδοση βελτιώνει την ταχύτητα αποστολής δεδομένων στις 868/915 MHz μπάντες στα 100 και 250 kbit/s (από 20 και 40 kbit/s)
- Προσδιορίζει 4 φυσικά επίπεδα ανάλογος την τεχνική διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται (3 σε DSSS και 1 σε PSSS)

Τα χαρακτηριστικά ασύρματων πρωτοκόλλων για δίκτυα WPAN φαίνονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα. :

	ZigBee	802.11 (Wi-Fi)	Bluetooth	UWB	Wireless USB	IR Wireless
Data Rate	20, 40, και 250 Kbps	11 & 54 Mbps	1 Mbps	100-500 Mbps	62.5 Kbps	20-40 Kbps 115 Kbps 4 & 16 Mbps
Εμβέλεια	10-100 μέτρα	50-100 μέτρα	10 μέτρα	<10 μέτρα	10 μέτρα	<10 μέτρα (οπτική επαφή)
Τοπολογία δικτύου	Ad-hoc, peer to peer, star, ή mesh	Point to hub	Ad-hoc, πολύ μικρά δίκτυα	Point to point	Point to point	Point to point
Συχνότητα λειτουργίας	868 MHz (Ευρώπη) 900-928 MHz (B.A.), 2.4 GHz (παγκόσμια)	2.4 και 5 GHz	2.4 GHz	3.1-10.6 GHz	2.4 GHz	800-900 nm
Πολυπλοκότητα	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή
Κατανάλωση ισχύος	Πολύ χαμηλή (στόχος η χαμηλή κατανάλωση)	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ασφάλεια	128 AES και application layer security		64, 128bit encryption			
Άλλες πληροφορίες	Οι συσκευές μπορούν να ενταχθούν στο δίκτυο σε λιγότερο από 30ms	Οι συσκευές συνδέονται σε 3-5 sec	Η σύνδεση μια συσκευής απαιτεί έως 10 sec			
Τυπικές εφαρμογές	Βιομηχανικός έλεγχος, δίκτυα αισθητήρων, αυτοματισμοί κτιρίων, οικιακοί αυτοματισμοί, παιχνίδια	Wireless LAN, ευρυζωνική σύνδεση στο Internet	Ασύρματα δίκτυα μεταξύ συσκευών όπως τηλέφωνα, PDA, laptops, ακουστικά	Μετάδοση βίντεο, υπηρεσίες οικιακής ψυχαγωγίας	Σύνδεση περιφερειακών υπολογιστών	Τηλεχειρισμοί, PC, PDA, τηλέφωνα

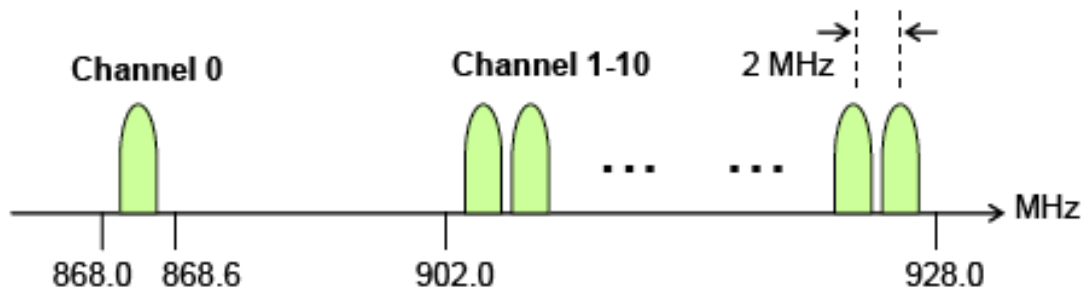
Πίνακας 2.1.

2.2 Πρότυπο ΙΕΕΕ 802.15.4 (Zigbee)

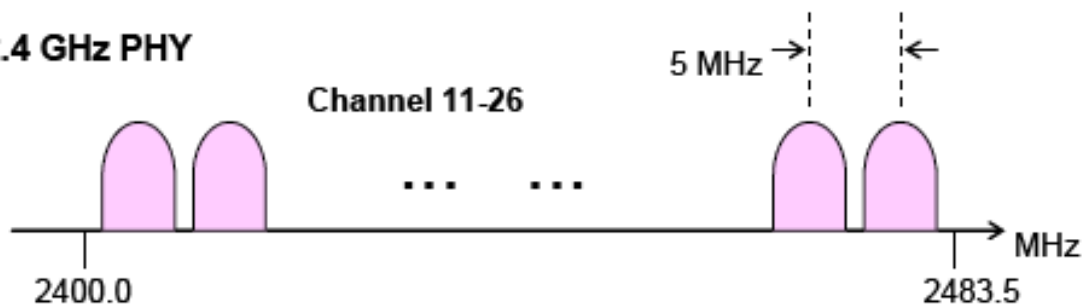


Σύμφωνα με τον πίνακα που παρατίθεται, η ταχύτητες που υποστηρίζει το Zigbee περιορίζονται στα 250Kbps για τη συχνότητα των 2,4GHz παγκοσμίως, στα 20Kbps για τη συχνότητα των 868MHz στην Ευρώπη και τα 40Kbps στη συχνότητα των 915MHz στη Β. Αμερική και την Αυστραλία.

868/915 MHz PHY



2.4 GHz PHY

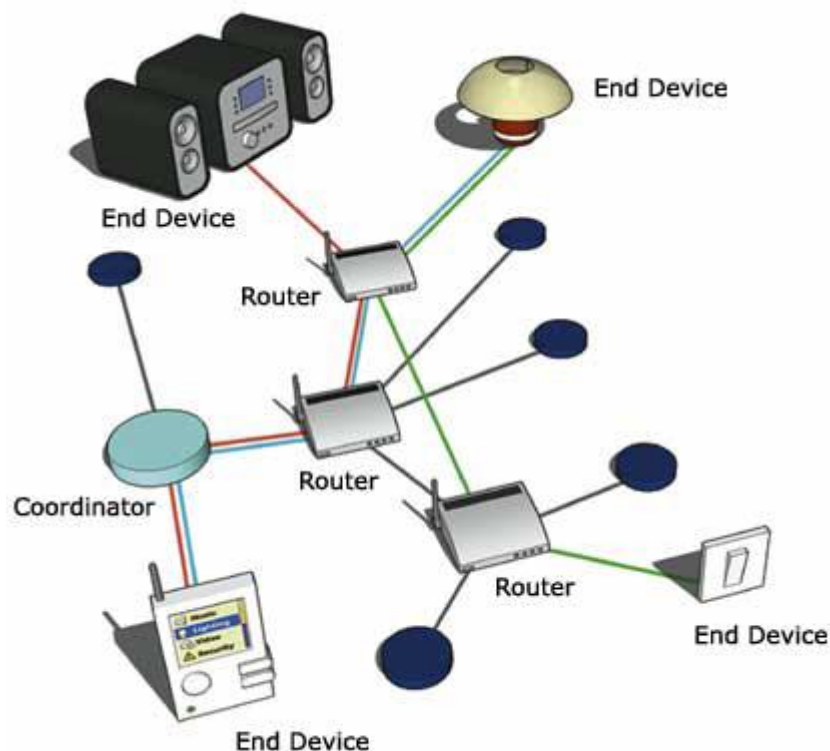


Εικόνα 2.2.1: Η δομή του καναλιού για το πρωτόκολλο IEEE 802.15.4

Το πρωτόκολλο αυτό δημιουργήθηκε από έναν οργανισμό γνωστό ως Zigbee Alliance που αποτελείται από μεγάλες εταιρίες και βιομηχανίες του χώρου που υποστηρίζουν αυτό το πρωτόκολλο. Το Zigbee είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα πλήθος συσκευών στο σπίτι ή το γραφείο, για παράδειγμα σε φωτισμούς, διακόπτες, εισόδους και ηλεκτρικές συσκευές. Αυτές οι συσκευές μπορούν να αλληλεπιδράσουν χωρίς την χρήση καλωδιώσεων και μπορούν να ελεγχθούν από μία και μόνη συσκευή η οποία μπορεί να είναι ένα κινητό τηλέφωνο ή ένα τηλεχειριστήριο.

Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία που εισάγει δεν είναι επαναστατική, προχωράει ένα βήμα παραπέρα από τις παραδοσιακές ασύρματες επικοινωνίες όπως ο απλός τηλεχειρισμός για το άνοιγμα της γκαραζόπορτας ή το άναμμα του φωτισμού. Το σημείο που διαφοροποιείται από αυτές τις εφαρμογές είναι το γεγονός ότι το πρωτόκολλο 802.15.4 επιτρέπει την επικοινωνία δύο δρόμων μεταξύ όλων των συσκευών στις οποίες ενσωματώνεται, δηλαδή τα φώτα, τους διακόπτες, τους θερμοστάτες, τον κλιματισμό και λοιπά. Μπορεί να καλύψει μεγάλους χώρους, λόγω της

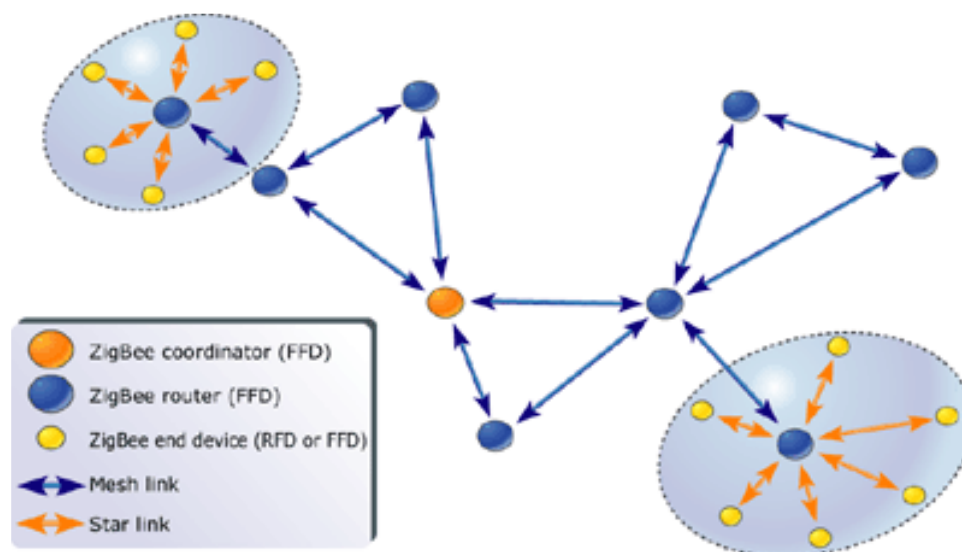
αυξημένης εμβέλειάς του και μπορεί να διαχειριστεί πολλούς αισθητήρες που εκτελούν διαφορετικές εργασίες ταυτόχρονα.



Εικόνα 2.2.2

Το Zigbee έχει σχεδιαστεί για να μεταδίδει δεδομένα σε χαμηλές ταχύτητες και έτσι είναι λιγότερο ενεργοβόρο. Ανάλογα με την εφαρμογή και τον τύπο της μπαταρίας που θα χρησιμοποιηθεί, η αυτονομία ενός συστήματος με ασύρματη δικτύωση που κάνει χρήση αυτού του πρωτοκόλλου μπορεί να φτάσει ακόμη και τα 10 χρόνια. Ένα δίκτυο βασισμένο στο Zigbee χρησιμοποιεί ψηφιακούς πομπούς για να επικοινωνήσει μεταξύ των διαφορετικών συσκευών που βρίσκονται διάσπαρτες στον χώρο. Μία από τις συσκευές πρέπει να λειτουργεί ως συντονιστής (coordinator) για να γνωρίζει όλους τους κόμβους του δικτύου και να διαχειρίζεται την πληροφορία που ανταλλάσσεται μεταξύ των κόμβων και του δικτύου συνολικά. Σε ένα δίκτυο

Zigbee εκτός από τον συντονιστή, άλλες συσκευές δρουν ως δρομολογητές και άλλες ως οι συσκευές που αλληλεπιδρούν με τον φυσικό κόσμο.



Εικόνα 2.2.3

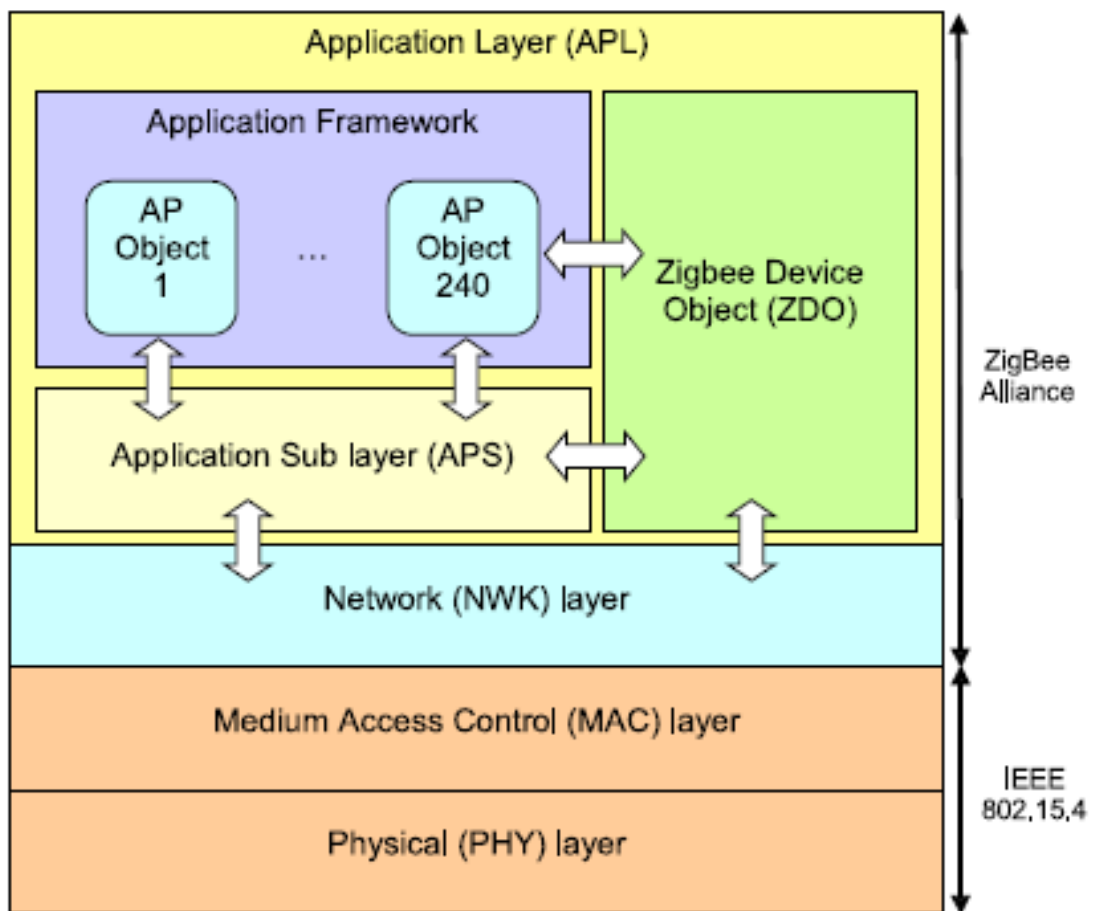
Στην εικόνα 2.2.3 παρουσιάζεται σχηματικά ένα δίκτυο Zigbee όπου ο συντονιστής μπορεί να διαχειριστεί ένα δίκτυο από αναμεταδότες και τερματικές συσκευές που μπορεί να έχουν συνδεθεί μεταξύ τους σε διάφορες τοπολογίες. Η τοπολογία σε μορφή αστέρα είναι χρήσιμη όταν πολλές συσκευές βρίσκονται στον ίδιο χώρο και συνδέονται με ένα δρομολογητή, ενώ η τοπολογία σε μορφή πλέγματος είναι χρήσιμη σε περιπτώσεις που χρειάζεται η παράκαμψη ενός κόμβου ή η αλλαγή του δρόμου επικοινωνίας. Τα δίκτυα Zigbee μπορούν να λειτουργήσουν είτε σε λειτουργία περιοδικής εκπομπής ενός σήματος συντονισμού, είτε σε λειτουργία μη εκπομπής.

Στην πρώτη περίπτωση ένα σήμα αποστέλλεται περιοδικά από το συντονιστή, το οποίο σαν επακόλουθο έχει να «ξυπνά» όλες τις συσκευές του δικτύου οι οποίες πρέπει να ενημερώσουν τον συντονιστή αν έχουν κάποιο μήνυμα να αποστείλουν. Εάν όχι, τότε η κάθε συσκευή επιστρέφει σε κατάσταση αναμονής. Στην άλλη περίπτωση, όταν δεν υπάρχει αυτή η περιοδική εκπομπή του σήματος από τον συντονιστή, το δίκτυο το οποίο δημιουργείται είναι λιγότερο συντονισμένο, καθώς η κάθε τερματική συσκευή εκπέμπει ένα σήμα το οποίο θα πρέπει να φτάσει στο συντονιστή περνώντας από όλους τους ενδιάμεσους κόμβους του δικτύου. Σε αυτή την περίπτωση, ο συντονιστής θα πρέπει να είναι συνεχώς σε λειτουργία για να είναι έτοιμος σε

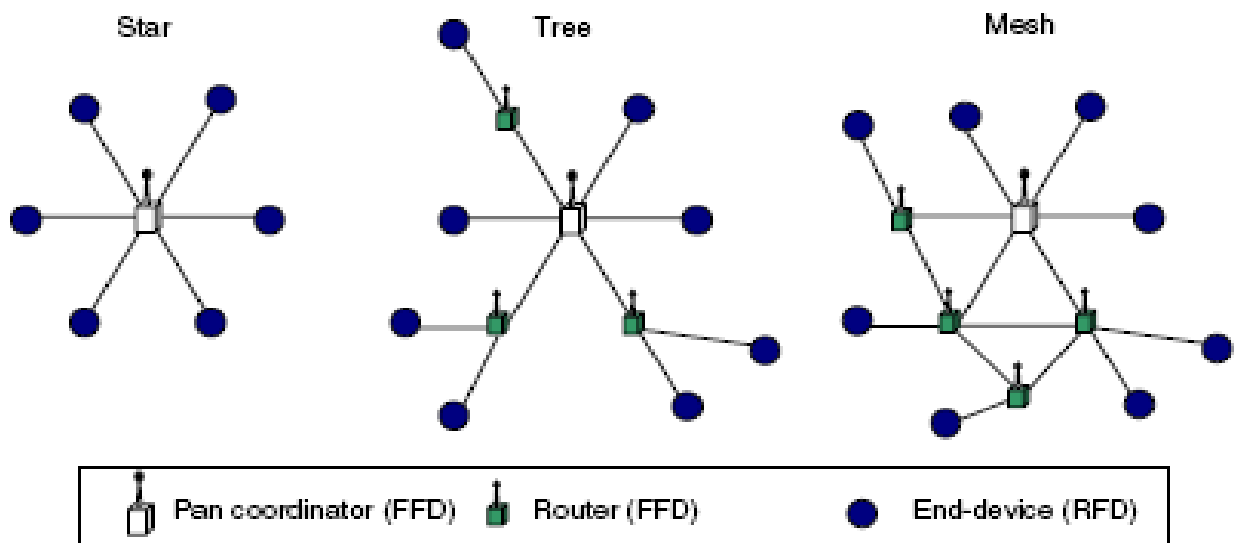
κάθε σήμα που μπορεί να ληφθεί, καταναλώνοντας έτσι μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Σε κάθε περίπτωση όμως, ένα δίκτυο αποτελούμενο από συσκευές που ενσωματώνουν το πρωτόκολλο IEEE802.15.4 διατηρεί την κατανάλωση ισχύος σε χαμηλά επίπεδα διότι η πλειοψηφία των συσκευών του δικτύου παραμένουν ανενεργές για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Το πρότυπο Zigbee καθορίζει τα υψηλότερα επίπεδα της στοίβας πρωτοκόλλων (Εικόνα 2.2.4). Το πρωτόκολλο δικτύου είναι υπεύθυνο για την οργάνωση και παροχή δρομολόγησης σε ένα multi-hop δίκτυο βασισμένο στη λειτουργία του προτύπου IEEE 802.15.4, ενώ το επίπεδο εφαρμογών (APL) προσφέρει μια δομή για ανάπτυξη και επικοινωνία κατανεμημένων εφαρμογών. Το APL αποτελείται από το Framework εφαρμογών, τα Zigbee αντικείμενα συσκευών (Device Objects-ZDO) και το υποεπίπεδο εφαρμογών. Το Framework εφαρμογών διαθέτει μέχρι 240 αντικείμενα εφαρμογών, δηλαδή οντότητες εφαρμογών καθορισμένες από το χρήστη, που αποτελούν μέρος της Zigbee εφαρμογής. Τα Zigbee αντικείμενα συσκευών προσφέρουν υπηρεσίες που επιτρέπουν στα αντικείμενα εφαρμογών να οργανωθούν σε κατανεμημένη εφαρμογή. Το υποεπίπεδο εφαρμογών παρέχει μια διεπαφή των αντικειμένων συσκευών και των αντικειμένων εφαρμογών με τις υπηρεσίες δεδομένων και ασφάλειας.

Επιπλέον, το πρωτόκολλο Zigbee προσδιορίζει τρεις τύπους συσκευών: α) μια Zigbee end device αντιστοιχεί σε μια IEEE FFD ή RFD, που λειτουργεί σαν απλή συσκευή, β) ένας Zigbee router αποτελεί μια FFD με δυνατότητα δρομολόγησης. Ένας Zigbeecoordinator, ο μοναδικός στο δίκτυο, συνιστά μια FFD που διαχειρίζεται όλο το δίκτυο. Εκτός από την τοπολογία αστέρα, το Zigbee επίπεδο δικτύου υποστηρίζει πιο πολύπλοκες τοπολογίες, όπως tree και mesh. Οι πιθανές τοπολογίες του δικτύου παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.2.5.



Εικόνα 2.2.4: Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων IEEE 802.15.4 και Zigbee



Εικόνα 2.2.5 : Τοπολογίες δικτύου σύμφωνα με το Zigbee πρότυπο

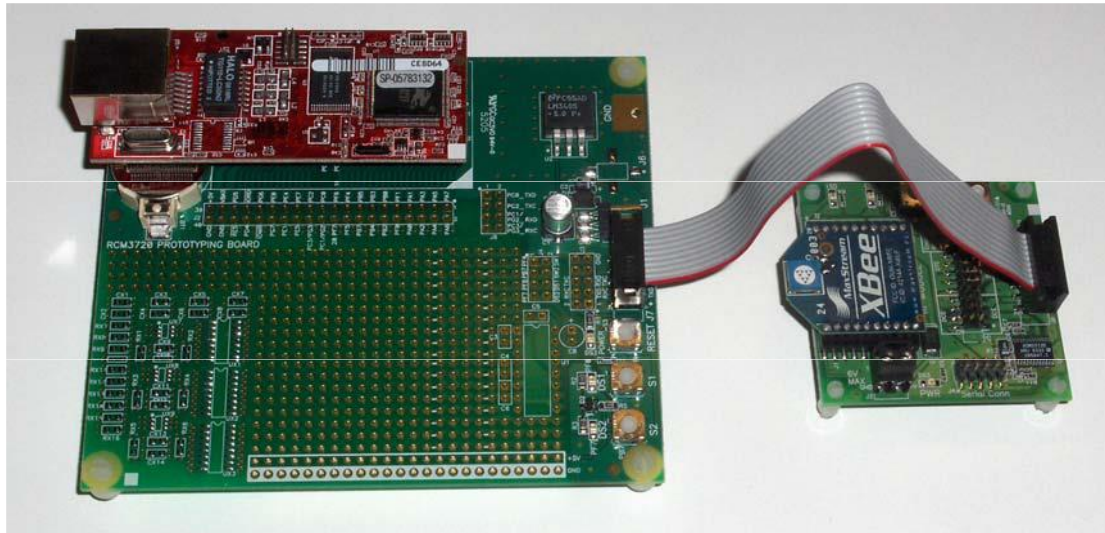
➤ Υλοποίηση

Για την υλοποίηση της ασύρματης μετάδοσης βιολογικών δεδομένων με το πρωτόκολλο IEEE 802.15.4, επιλέχθηκε ένα kit της εταιρία Rabbit Semiconductors. Το συγκεκριμένο kit αποτελείται το application kit της εταιρίας για εφαρμογές που χρησιμοποιούν το Zigbee. Ακολούθως θα γίνει περιγραφή του kit στο οποίο έγινε η υλοποίηση, θα γίνει αναλυτική περιγραφή της διαμόρφωσης του πακέτου που αποστέλλει το υλικό μέσω των μόντεμ Zigbee και τέλος θα γίνει αναφορά στον κώδικα που περιγράφει την λήψη και μετάδοση των βιολογικών δεδομένων από το kit.

➤ Rabbit Zigbee application kit

Το ZigBee/802.15.4 Application Kit (της Rabbit Semiconductors), χρησιμοποιεί ένα XBee RF μόντεμ. Το μόντεμ είναι ενσωματωμένο σε μια ξεχωριστή υπομονάδα του συστήματος, η οποία είναι συνδεδεμένη με το prototyping board με σειριακή σύνδεση RS-232, η οποία επιτρέπει έλεγχο ροής. Το kit περιλαμβάνει το prototyping board, όπου συνδέονται όλες οι υπομονάδες που αποτελούν το kit, μια υπομονάδα όπου είναι τοποθετημένος ο επεξεργαστής ο οποίος συνδέεται μέσω σειριακού καλωδίου στον υπολογιστή για τη μεταφορά του προγράμματος, και από τρεις υπομονάδες οι

οποίες ενσωματώνουν τα Zigbee μόντεμς και έχουν δυνατότητα να συνδεθούν με σειριακό ή RS-232 interface. Το ένα από τα ασύρματα μόντεμ μπορεί να δρα ως συντονιστής και τα άλλα δύο ως «θυγατρικά» του. Η μέγιστη απόσταση που μπορούν να τοποθετηθούν μεταξύ τους οι υπομονάδες είναι τα 30 περίπου μέτρα.



Εικόνα 2.2.6

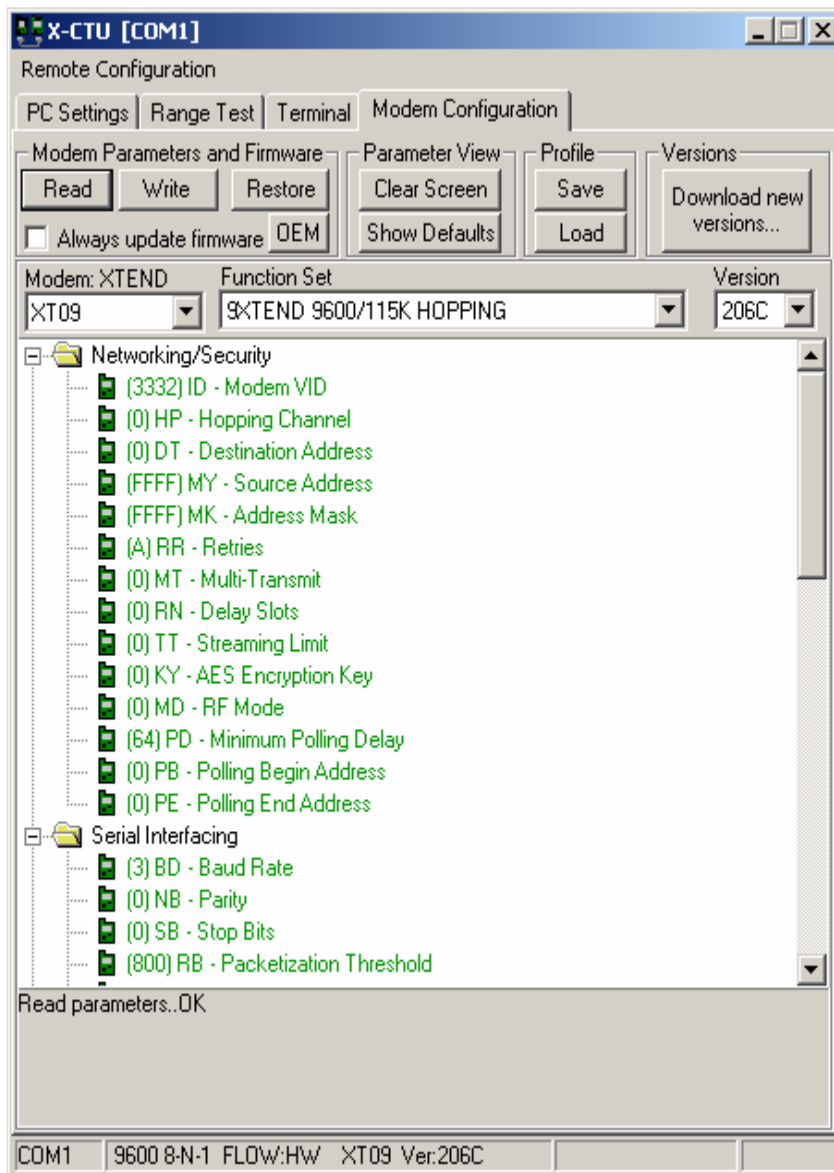
Στην εικόνα 2.2.6 παρουσιάζεται μια ενδεικτική φωτογραφία του application kit στο οποίο πάνω στο prototyping board είναι τοποθετημένη η υπομονάδα του επεξεργαστή (RabbitCore 3700), στην εικόνα έχει σκούρο ερυθρό χρώμα, ενώ είναι συνδεδεμένη στη σειριακή θύρα η υπομονάδα του Zigbee που δρα ως συντονιστής. Στην περιοχή του prototyping board που εμφανίζεται κενή, μπορεί να τοποθετηθεί ένα πρωτότυπο κύκλωμα ή να τοποθετηθεί κάποια άλλη υπομονάδα, για παράδειγμα μια οθόνη υγρών κρυστάλλων ή ένα πληκτρολόγιο.

Η υπομονάδα που περιλαμβάνει τον επεξεργαστή βασίζεται στον επεξεργαστή Rabbit 3000. Ο επεξεργαστής αυτός έχει τάση λειτουργίας 1,8 ~ 3,6V και σ χνότητα λειτουργίας έως τα 54 MHz. Υποστηρίζει 6 σειριακές θύρες και έχει χαμηλή καταν λωση ισχύος.

Ο προγραμματισμός του επεξεργαστή γίνεται στη γλώσσα προγραμματισμού που έχει αναπτύξει η εταιρία και είναι μια παραλλαγή της C η οποία επιτρέπει την ταυτόχρονη εισαγωγή στον κώδικα εντολών της C, που υποστηρίζονται από τις παρεχόμενες βιβλιοθήκες, και κώδικα μηχανής, δίνοντας έτσι στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να συνθέσει σε μικρό χρονικό διάστημα έναν αποδοτικό κώδικα, αλλά παράλληλα του δίνει τη δυνατότητα να επέμβει σε χαμηλότερο επίπεδο στις εντολές που θα εκτελέσει ο επεξεργαστής.

Το μόντεμ που είναι τοποθετημένο στις υπομονάδες ασύρματης μετάδοσης έχει τάση λειτουργίας 2,8~3,4V, εμβέλεια 30 μέτρα σε εσωτερικό και 100 σε εξωτερικό χώρο με οπτική επαφή μεταξύ των μόντεμ, ταχύτητα ασύρματης μετάδοσης τα 250Kbps και ταχύτητα της σειριακής θύρα από 1200~115200 Kbps. Κατά την εκπομπή το ρεύμα που καταναλώνει είναι 45mA, κατά τη λήψη 50mA και κατά την κατάσταση ηρεμίας < 10mA. Περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες τόσο για τον επεξεργαστή, όσο και για τα μόντεμ μπορούν να βρεθούν στο παράρτημα. Για την παραμετροποίηση των μόντεμ, παρέχεται μία εφαρμογή που δίνει πρόσβαση στις παραμέτρους του μόντεμ. Με τη χρήση του X-CTU μπορεί ο τελικός χρήστης να αλλάξει το firmware του κάθε μόντεμ ούτως ώστε να εκτελεί τη λειτουργία που επιθυμεί. Μέσω αυτής της εφαρμογής καθορίζεται το κανάλι λειτουργίας του Zigbee, παράμετροι που αφορούν την τάση των εισόδων και των εξόδων, καθώς και παράμετροι που καθορίζουν αν το μόντεμ που είναι τοποθετημένο στην υπομονάδα θα λειτουργεί ως συντονιστής ή ως τερματικός εξοπλισμός.

Τα μόντεμ XBee μπορούν να λειτουργήσουν είτε σε τοπολογία δικτύου πολλών κόμβων, είτε σε peer-to-peer. Στην εικόνα 2.2.7 παρατίθεται η καρτέλα του προγράμματος X-CTU στην οποία μπορεί να γίνει ο καθορισμός αυτών των παραμέτρων.

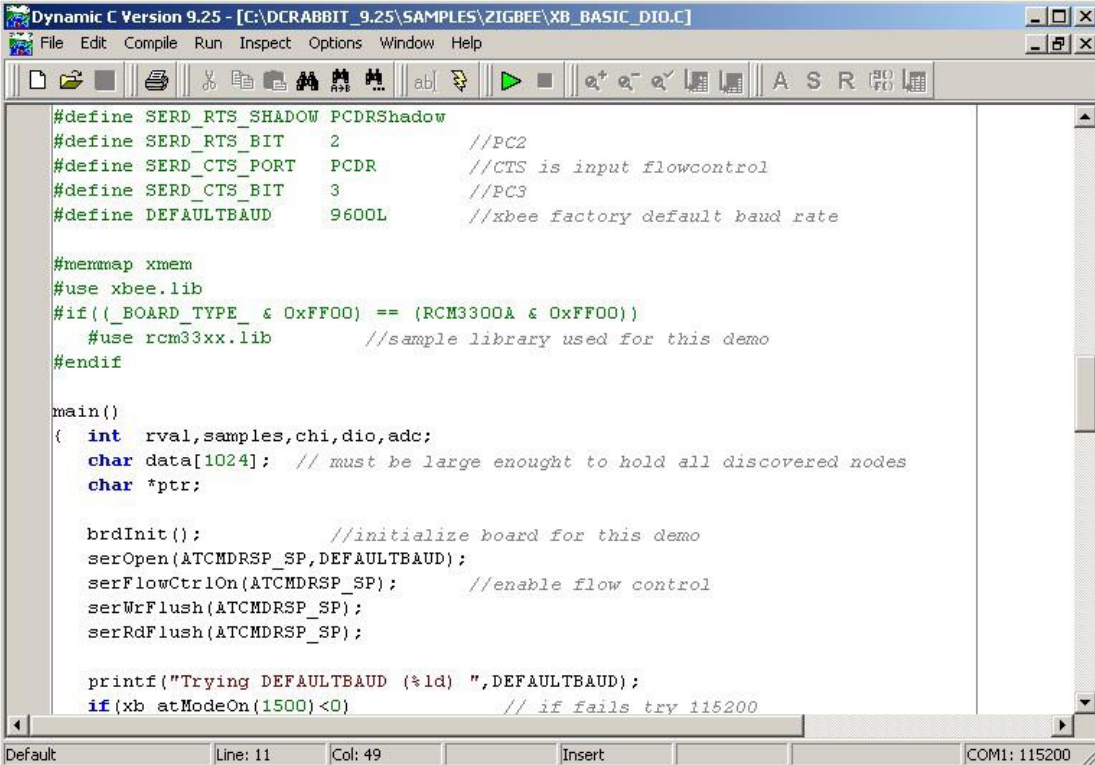


Εικόνα 2.2.7

Το περιβάλλον του στο οποίο γίνεται η σύνταξη του κώδικα παρέχεται από την Rabbit και έχει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για τη σύνταξη και αποσφαλματοποίηση του κώδικα. Για να μπορέσει να εκτελεστεί ένας κώδικας που έχει γραφεί στο περιβάλλον της Dynamic-C πρέπει να μεταφραστεί και στη συνέχεια να φορτωθεί στη flash μνήμη του επεξεργαστή. Αυτό απαιτεί τη σύνδεση του επεξεργαστή με τον υπολογιστή μέσω ενός σειριακού καλωδίου. Εφόσον το πρόγραμμα μεταφερθεί στη μνήμη του επεξεργαστή, τότε μπορεί να εκτελείται χωρίς να είναι συνδεδεμένο σε κάποιον υπολογιστή.

Βέβαια, λόγω της απουσίας κάποιο υποσυστήματος οθόνης στο kit, για την ανάγνωση τυχόν μηνυμάτων που περιέχονται στον κώδικα και έχουν

σκοπό να εμφανίζονται στην οθόνη, θα πρέπει να είναι συνδεδεμένο το kit με τον υπολογιστή και να γίνει η εκτέλεση του προγράμματος μέσω του περιβάλλοντος της Dynamic-C, στην οποία θα εμφανίζονται στο παράθυρο εξόδου τα αποτελέσματα. Επίσης, για την αποσφαλματοποίηση του κώδικα, απαιτείται η εκτέλεση του κώδικα μέσω του περιβάλλοντος της Dynamic-C. Στην εικόνα 2.2.8 φαίνεται η μορφή που έχει το περιβάλλον προγραμματισμού.



```
#define SERD_RTS_SHADOW PCDRShadow
#define SERD_RTS_BIT 2 //PC2
#define SERD_CTS_PORT PCDR //CTS is input flowcontrol
#define SERD_CTS_BIT 3 //PC3
#define DEFAULTBAUD 9600L //xbee factory default baud rate

#memmap xmem
#use xbee.lib
#if((_BOARD_TYPE_ & 0xFF00) == (RCM3300A & 0xFF00))
    #use rcm33xx.lib //sample library used for this demo
#endif

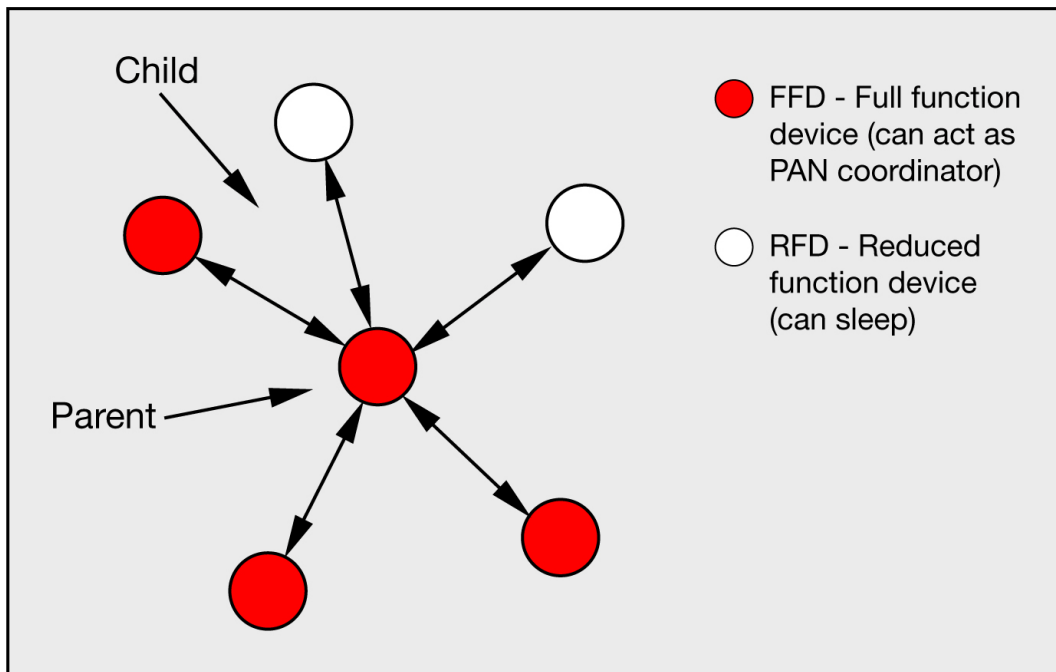
main()
{
    int rval,samples,chi,dio,adc;
    char data[1024]; // must be large enough to hold all discovered nodes
    char *ptr;

    brdInit(); //initialize board for this demo
    serOpen(ATCMDRSP_SP,DEFAULTBAUD);
    serFlowCtrlOn(ATCMDRSP_SP); //enable flow control
    serWrFlush(ATCMDRSP_SP);
    serRdFlush(ATCMDRSP_SP);

    printf("Trying DEFAULTBAUD (%ld) ",DEFAULTBAUD);
    if(xb atModeOn(1500)<0) // if fails try 115200
```

Εικόνα 2.2.8

2.3 Συσσκευές



Σε ένα LR-WPAN συμμετέχουν δύο είδη συσκευών:

- συσκευή πλήρους λειτουργίας (Full-Function Device-**FFD**)
- συσκευή περιορισμένης λειτουργίας (Reduced-Function Device-**RFD**).

Μια FFD μπορεί να βρίσκεται σε μια από τρεις καταστάσεις, λειτουργώντας ως:

- ✓ συντονιστής δικτύου προσωπικού χώρου (PAN coordinator),
- ✓ συντονιστής (coordinator) ή
- ✓ απλή συσκευή (end device).

Μια FFD μπορεί να επικοινωνήσει με μια RFD ή με άλλες FFD, ενώ μια RFD είναι δυνατόν να επικοινωνήσει μόνο με μια FFD.

Μια RFD είναι κατάλληλη για πολύ απλές εφαρμογές,

- ✓ όπου δεν απαιτείται η αποστολή μεγάλου αριθμού πακέτων
- ✓ και μπορούν να επικοινωνήσουν μόνο με μια FFD κάθε φορά.

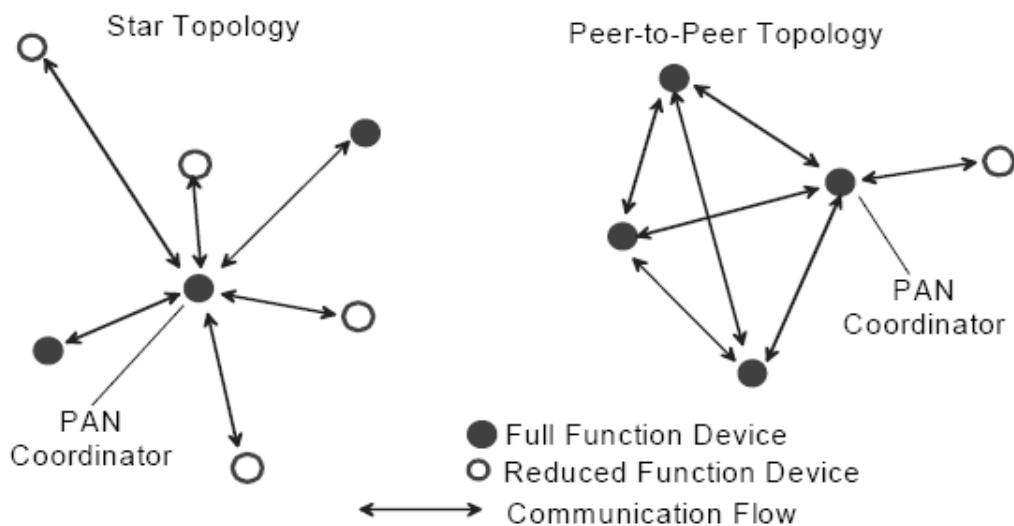
Συνεπώς, η RFD μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαθέτοντας ελάχιστους πόρους και μικρή χωρητικότητα μνήμης.

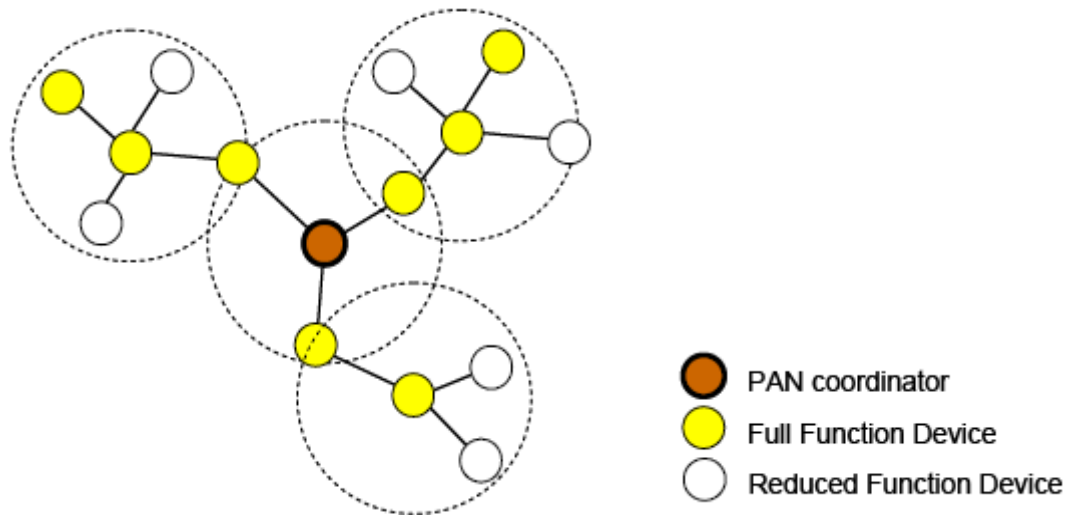
Επίσης, σε ένα IEEE 802.15.4 δίκτυο μια συσκευή έχει τη δυνατότητα χρήσης είτε μιας 64-bit IEEE διεύθυνσης, ή μιας 16-bit σύντομης διεύθυνσης, που εκχωρείται κατά της την association διαδικασία και ένα μεμονωμένο IEEE 802.15.4 δίκτυο δύναται να φιλοξενήσει μέχρι 65535 (216-1) συσκευές (η διεύθυνση 0xFFFF δεσμεύεται για broadcast)

2.4 Τοπολογία

Το πρωτόκολλο IEEE 802.15.4 υποστηρίζει δύο βασικές τοπολογίες:

- τοπολογία αστέρα και
- peer-to-peer τοπολογία (εικόνα 2.4.1).





Εικόνα 2.4.1 :Star, Peer- to Peer και Cluster Tree παραδείγματα τοπολογιών σε ένα IEEE 802.15.4 δίκτυο.

Στη τοπολογία αστέρα, αφού ενεργοποιηθεί για πρώτη φορά η FFD, μπορεί να εγκαθιδρύσει το δίκτυό της και να λειτουργεί ως PAN coordinator. Όλα τα δίκτυα αστέρα λειτουργούν ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα σε τρέχουσα λειτουργία δίκτυα αστέρα. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή ενός PAN Identifier, που δε χρησιμοποιείται από κανένα άλλο δίκτυο εντός της περιοχής εκπομπής. Όταν ο PAN Identifier επιλεγθεί, ο PAN coordinator μπορεί να επιτρέψει την είσοδο άλλων συσκευών (FFD και RFD) στο δίκτυό του.

Από την άλλη πλευρά, στην peer-to-peer τοπολογία, κάθε συσκευή έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με κάθε άλλη που περιλαμβάνεται στη σφαίρα επιρροής της. Μια συσκευή ορίζεται ως PAN coordinator, καθώς μπορεί για παράδειγμα να αποτελεί την πρώτη συσκευή που επικοινωνεί στο δίκτυο. Τέλος, μπορούν να εξαχθούν από την peer-to-peer δομή επιπρόσθετες τοπολογίες, όπως η cluster tree μορφή, στην οποία οι περισσότερες συσκευές είναι FFD, καθεμία από τις οποίες μπορεί να λειτουργήσει ως coordinator, παρέχοντας υπηρεσίες συγχρονισμού σε άλλες συσκευές ή coordinators. Μόνο ένας από τους coordinators διαθέτει τη λειτουργία του PAN coordinator, που μπορεί να κατέχει περισσότερους υπολογιστικούς πόρους από οποιαδήποτε άλλη συσκευή στο PAN.

2.5 Φυσικό Επίπεδο

Το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για τις παρακάτω λειτουργίες:

- Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του transceiver. Θέτει τον transceiver σε μία από τις τρεις καταστάσεις, δηλαδή εκπομπή, λήψη ή sleeping
- Ανίχνευση ενέργειας (Energy Detection, ED) στο τρέχον κανάλι: είναι μια ένδειξη της ισχύος του λαμβανόμενου σήματος
- Ένδειξη ποιότητας ζεύξης (Link Quality Indication, LQI) για τα ληφθέντα πακέτα: η μέτρηση LQI πραγματοποιείται για κάθε ληφθέν πακέτο. Το φυσικό επίπεδο χρησιμοποιεί το ED του λήπτη, ένα ποσοστό σήματος προς θόρυβο, ή ένα συνδυασμό αυτών για τη μέτρηση της ισχύος ή/και της ποιότητας μιας ζεύξης, μέσω της οποίας λαμβάνεται ένα πακέτο
- Clear Channel Assessment-CCA για πολλαπλή πρόσβαση με ανίχνευση φέροντος σήματος και εντοπισμό συγκρούσεων (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA): το φυσικό επίπεδο εκτελεί CCA χρησιμοποιώντας ED, ανίχνευση φέροντος σήματος ή συνδυασμό και των δύο. Σε κατάσταση ED (Energy Detection mode), το μέσο θεωρείται κατειλημμένο αν ανιχνευθεί επίπεδο ενέργειας πάνω από ένα προκαθορισμένο κατώφλι. Σε κατάσταση CS (Carrier Sense mode), το μέσο θεωρείται κατειλημμένο αν ανιχνευθεί σήμα με τη διαμόρφωση και τα spreading χαρακτηριστικά του προτύπου 802.15.4. Στη συνδυασμένη κατάσταση, αμφότερες οι προαναφερθείσες συνθήκες απαιτείται να συνυπάρχουν ώστε να διαπιστώσουμε ότι το μέσο είναι κατειλημμένο
- Επιλογή συχνότητας καναλιού: οι ασύρματες ζεύξεις υπό το 802.15.4 πρότυπο μπορούν να λειτουργήσουν σε 27 διαφορετικά κανάλια. Έτσι, το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη μετάθεση του πομποδέκτη σε ένα συγκεκριμένο κανάλι όταν λάβει αίτημα από το MAC υπό-επίπεδο
- Αποστολή και λήψη δεδομένων: αυτή είναι η βασική λειτουργία του φυσικού επιπέδου. Για το σκοπό αυτό εφαρμόζεται διαμόρφωση και spreading τεχνικές. Στον Πίνακα 2.5 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά κάθε ζώνης συχνοτήτων καθώς και τα είδη διαμορφώσεων που εφαρμόζονται.

	2450 MHz	915MHz	868MHz
Ταχύτητα δεδομένων	250 Kbps	40 Kbps	20 Kbps
Αριθμός καναλιού	16	10	1
Διαμόρφωση	O-QPSK	BPSK	BPSK
Chip ακολουθία ψευδοθορύβου	32	15	15
Bit ανα σύμβολο	4	1	1
Περίοδος συμβόλων	16 μs	24 μs	49 μs

Πίνακας 2.5: Βασικές παράμετροι κάθε ζώνης συχνότητων.

2.5.1 Το MAC Υπό-επίπεδο

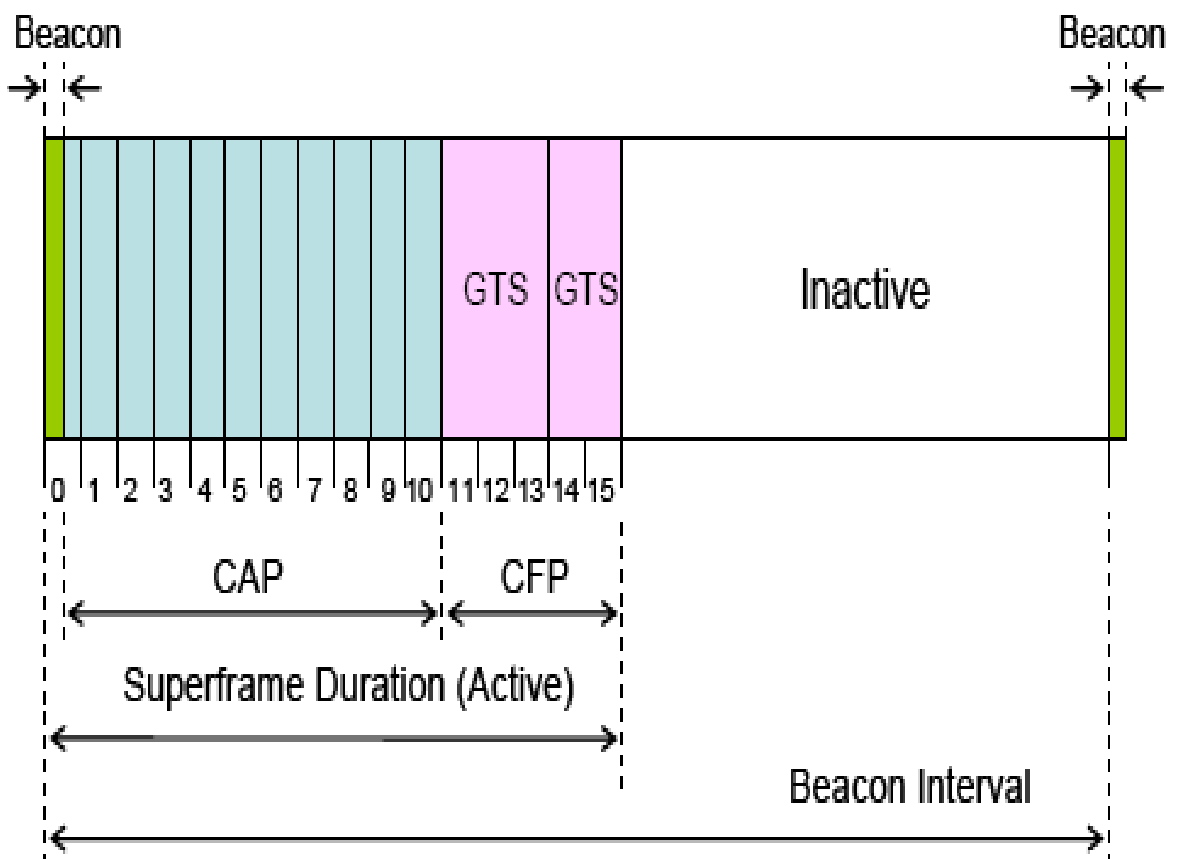
Το MAC υπό-επίπεδο παρέχει στο δίκτυο τις εξής βασικές υπηρεσίες:

- Παραγωγή beacons δικτύου αν η συσκευή είναι PAN coordinator και συγχρονισμός των συσκευών μέσω των beacons: ένας PAN coordinator μπορεί να λειτουργεί είτε σε beacon-enabled mode ή σε non-beacon-enabled mode.
 - Στην πρώτη περίπτωση, αποστέλλει ένα beacon, με σκοπό το συγχρονισμό της επικοινωνίας, τον καθορισμό της δομής του superframe και την αποστολή πληροφοριών ελέγχου στο PAN. Το superframe (Εικόνα 1.2.7.3.1) αποτελείται από ένα ενεργό και ένα ανενεργό τμήμα (όπου ο PAN coordinator μπορεί να βρίσκεται σε κατάσταση sleep, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας). Το ενεργό μέλος υποδιαιρείται σε σχισμές σταθερού μήκους. Περιλαμβάνει επίσης μια περίοδο ανταγωνισμού πρόσβασης (Contention Access Period-CAP), όπου οι κόμβοι ανταγωνίζονται για την πρόσβαση στο μέσο χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο slotted CSMA-CA, και μια περίοδο

πρόσβασης χωρίς ανταγωνισμό (Contention Free Period-CFP), όπου οι κόμβοι μεταδίδουν τα δεδομένα τους χωρίς διαμάχη σε εγγυημένες χρονικές σχισμές (Guaranteed Time Slots-GTS), οι οποίες διατίθενται και διαχειρίζονται από τον PAN coordinator. Όταν μια συσκευή επιθυμεί να αποστείλει δεδομένα χωρίς GTS, αναμένει για την λήψη beacon ώστε να συγχρονιστεί και στη συνέχεια ανταγωνίζεται για την πρόσβαση στο μέσο. Από την άλλη πλευρά, η επικοινωνία του coordinator με μια end device είναι έμμεση. Ο coordinator αποθηκεύει το μήνυμα και ανακοινώνει επικείμενη παράδοσή του στο beacon. Η κατάσταση των end devices εναλλάσσεται μεταξύ sleep mode, όπου βρίσκονται και τον περισσότερο χρόνο, και αφύπνιση για να ελέγξουν αν έχουν λάβει κάποιο μήνυμα από τον coordinator αναμένοντας το beacon. Σε περίπτωση που κάποιο μήνυμα που απευθύνεται σε αυτούς είναι διαθέσιμο, το διεκδικούν κατά την CAP περίοδο. Επιπλέον, όταν κάποιος coordinator επιθυμεί να επικοινωνήσει με άλλο coordinator, οφείλει να συγχρονιστεί με το beacon του και να λειτουργήσει ως end device.

- Σε non-beacon-enabled mode χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο unslotted CSMA-CA. Ο PAN Coordinator δεν αποστέλλει beacon και είναι πάντα σε ετοιμότητα να λάβει δεδομένα από μια end device, ενώ για τη μεταφορά μηνυμάτων σε αντίθετη κατεύθυνση η end device αναμένει για μια σειρά περιόδων υπαναχώρησης, προτού αφουγκραστεί το κανάλι. Η επικοινωνία μεταξύ coordinators είναι πιο απλή, δεδομένου πως οι κόμβοι αυτοί παραμένουν πάντα ενεργοί

- Παροχή δυνατότητας αυτό-οργάνωσης με λειτουργίες συσχέτισης (association) και αποσυσχέτισης (disassociation): η ύπαρξη αυτών των λειτουργιών επιτρέπει όχι μόνο την αυτόματη δημιουργία μιας τοπολογίας αστέρα, αλλά και ενός ομότιμου (peer-to-peer) δικτύου με δυνατότητα αυτό-οργάνωσης. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας συσχέτισης, εκτελούνται διάφορες λειτουργίες όπως επιλογή του καναλιού και του ID (Identifier) για το PAN, επιλογή για beacon-enabled ή non-beacon-enabled mode, ανάθεση μιας 16-bit διεύθυνσης σε μια συσκευή, ενεργοποίηση της επιλογής επέκτασης του χρόνου ζωής της μπαταρίας (Battery Life Extension option) και πολλών άλλων επιλογών.



Εικόνα 2.5.1: Δομή Mac superframe

Κεφάλαιο 3

Smart Home

ΕΛΕΓΞΤΕ ΟΛΟ ΤΟ ΣΠΙΤΙ



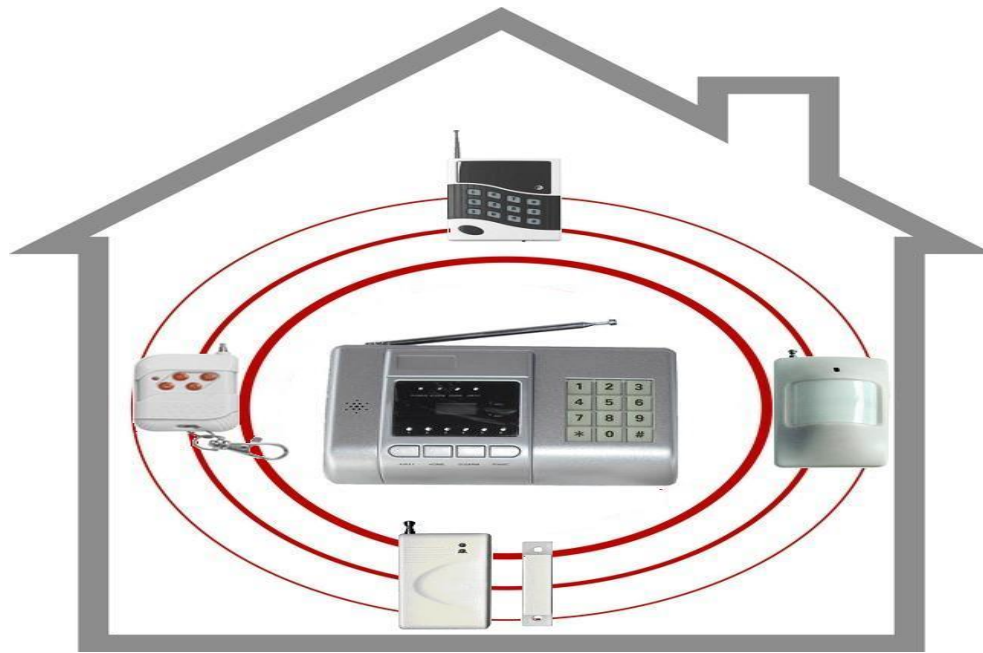
3.1. Βασικές Λειτουργίες

Οι αυτοματισμοί που αφορούν την κεντρική διαχείριση διαφόρων συστημάτων μιας κατοικίας ονομάζονται συνήθως έξυπνο σπίτι. Το έξυπνο σπίτι ελέγχει τις εγκαταστάσεις μια κατοικίας με στόχο την ομαδοποίηση κάποιων λειτουργιών και την αυτοματοποίηση κάποιων άλλων. Το έξυπνο σπίτι χαρακτηρίζεται από την ολοκλήρωση των υπηρεσιών του, δηλαδή χρησιμοποιεί τα ίδια περιφερειακά για πολλές χρήσεις (π.χ., τα αισθητήρια του συναγερμού χρησιμοποιούνται και για τον έλεγχο του φωτισμού, οι οθόνες των τηλεοράσεων για να δέχονται και την εικόνα της θυροτηλεόρασης, το τηλέφωνο για να μας στέλνει μήνυμα ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα ή ότι κάποιος βρίσκεται μπροστά στην εξώπορτα κλπ.).

Η σημερινή τεχνολογία στο χώρο της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών και των αυτοματισμών παρέχει ένα σύνολο λύσεων, υπηρεσιών και προϊόντων, ώστε να είναι δυνατή η υλοποίηση αυτού που αποκαλούμε <<ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ>>.

Ένα τέτοιο σύστημα με προηγμένες δυνατότητες που προσφέρει τη δυνατότητα να ενοποιήσει κάθε οικιακό εξοπλισμό όπως είναι ο κλιματισμός, το σύστημα ασφαλείας, την πισίνα, τα ρολά, τα ηχητικά συστήματα και το τηλεφωνικό δίκτυο ώστε να μπορείτε να τα ελέγχετε από μια οθόνη αφής, ένα απλό διακόπτη τοίχου ή ένα τηλεχειριστήριο. Οι δυνατότητες ελέγχου, τηλεποπτείας και τηλεχειρισμού μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου μέσω του συστήματος είναι τεράστιες, εξελίξιμες αλλά και πλήρως επεκτινόμενες.

Το πολυσύστημα «έξυπνο σπίτι» παρέχει ένα πλήθος πληροφοριών χειρισμού, ειδοποίησης και ενημέρωσης σε κινητά-σταθερά τηλέφωνα ή ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Παρέχει ενημέρωση για την κατάσταση της κατοικίας προς κινητά-σταθερά τηλέφωνα ή ηλεκτρονικούς υπολογιστές, και χειρισμό ασφαλείας και εξοπλισμού από κινητά-σταθερά τηλέφωνα ή ηλεκτρονικούς υπολογιστές.



Οι λειτουργίες του συστήματος μπορούν να γίνουν με 3 διαφορετικούς τρόπους:

- ✓ Χειροκίνητα μέσω της οθόνης γραφικών,
- ✓ Μέσω χρονοπρογράμματος
- ✓ Μέσω τηλεφώνων ή ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Οι λειτουργίες οι οποίες στην πλειοψηφία τους μπορούν να καλυφθούν από ένα πολυσύστημα «έξυπνο σπίτι» είναι οι εξής:

- ✓ Το πρώτο και πιο σημαντικό είναι η εξοικονόμηση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας επιτυγχάνεται πολύ απλά με τον πλήρη έλεγχο της θέρμανσης του σπιτιού ανά σώμα το οποίο είναι βέβαια χωρισμένο σε ζώνες. Ενώ η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με τα διάφορα σενάρια φωτισμού που μπορούν να τεθούν σε λειτουργία είτε ο ιδιοκτήτης βρίσκεται στο σπίτι, είτε απουσιάζει. Σε περίπτωση που απουσιάζει μπορεί να αναβοσβήσει τα φώτα του σπιτιού ή του κήπου μέσω ενός μηνύματος από το κινητό του έτσι ώστε να δημιουργείται η

εντύπωση ότι υπάρχει κινητικότητα στην κατοικία οπότε και αποτρέπεται η διάρρηξη. Οπότε το σύστημα προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας τόσο σε εμάς όσο και στο περιβάλλον. Γιατί είναι πλέον λογικό να υπάρχει η απαίτηση όλα τα έξυπνα συστήματα που παρουσιάζονται να έχουν ως πρότυπο την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτός είναι και ο λόγος που το «έξυπνο σπίτι» ονομάζεται και «πράσινο σπίτι».

- ✓ Πλήρη συναγερμό κάλυψης διαφόρων ζωνών όπου η ζώνη κάλυψης της εξώπορτας του διαμερίσματος, μπορεί να έχει διπλή συμπεριφορά δηλαδή καθόλη την διάρκεια της ημέρας να λειτουργεί με χρονοκαυστέρηση, ενώ το βράδυ να είναι ζώνη άμεσης απόκρισης δηλαδή μόλις ανοίξει η εξώπορτα άμεσα μπαίνει σε λειτουργία ο συναγερμός χωρίς χρονοκαυστέρηση. Στο σύστημα συνδέονται για οπτικοακουστική σήμανση σειρήνες ενσύρματες ή ασύρματες, radar ενσύρματα ή ασύρματα καθώς επίσης και παγίδες ενσύρματες ή ασύρματες.
- ✓ Άλλη μια λειτουργία όπου καλύπτεται από το πολυσύστημα «έξυπνο σπίτι» είναι η πυρανίχνευση και αυτόματη κατάσβεση. Για την λειτουργία αυτή μπορούν να συνδεθούν στο σύστημα αισθητήρες ορατού καπνού, απότομης αύξησης θερμοκρασίας ή και θερμοδιαφορικοί.
- ✓ Μια ακόμα λειτουργία είναι το αυτόματο πότισμα όπου ενεργοποιείται και απενεργοποιείται χειροκίνητα από την οθόνη αφής ή αυτόματα μέσω του χρονοπρογράμματος δηλώνοντας την επιθυμητή ώρα εκκίνησης και διάρκειας ποτίσματος.



-
- ✓ Έλεγχο διαρροής υδάτων, εάν υπάρξει διαρροή υδάτων αυτομάτως ειδοποιούμαστε για το συμβάν μέσω του συστήματος και κλείνει η κεντρική παροχή νερού του διαμερίσματος.
 - ✓ Εύκολο χειρισμό των φώτων εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου όπως κήπου.
 - ✓ Άλλο ένα σημαντικό κομμάτι του συστήματος είναι ο χειρισμός του οικιακού εξοπλισμού για παράδειγμα να σηκωθούν ή να κατεβούν οι τέντες, οι περσίδες ή και τα πατζούρια. Ή να γίνεται χειρισμός και άλλων οικιακών συσκευών όπως του θερμοσίφωνα, των πλυντηρίων, της κουζίνας, του στεγνωτήριου, του λέβητα, των σωμάτων καλοριφέρ, του air condition, διαχείριση της πισίνας, χειρισμός της γκαραζόπορτας κλπ.
 - ✓ Ενημέρωση για διακοπή και επαναφορά της ΔΕΗ. Καλό είναι επομένως να προσπαθήσουμε όλοι να προσαρμοστούμε με τις νέες πρωτοποριακές και πλήρως εξελίξιμες ιδέες έτσι ώστε να έχουμε κέρδος οικονομικό πάνω απ'όλα λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας, χρονικό λόγω των διαφόρων λειτουργιών από απόσταση μέσω τηλεφώνου, λειτουργικό, οικολογικό κλπ.

Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας εγκατάστασης επιγραμματικά είναι:

- Μοναδικές Συνθήκες Άνεσης
- Καλαισθησία και Φινέτσα
- Ασφάλεια και Ενδοεπικοινωνία
- Έλεγχος θέρμανσης και Κλιματισμού
- Εξοικονόμηση Ενέργειας-Κόστους
- Ενοποίηση Συστημάτων Κατοικίας

3.2. Πρότυπα /Τεχνολογία

Το X10 είναι ένα διεθνής βιομηχανικό και ανοικτό πρότυπο για την επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιούνται για την αυτοματοποίηση των σπιτιών, επίσης γνωστό ως *domotics*.

Χρησιμοποιεί πρώτιστα γραμμή ρεύματος για τις καλωδιώσεις σηματοδότησης και ελέγχου, όπου τα σήματα περιλαμβάνουν μικρές εκρήξεις Radio Frequency που αντιπροσωπεύουν ψηφιακές πληροφορίες.

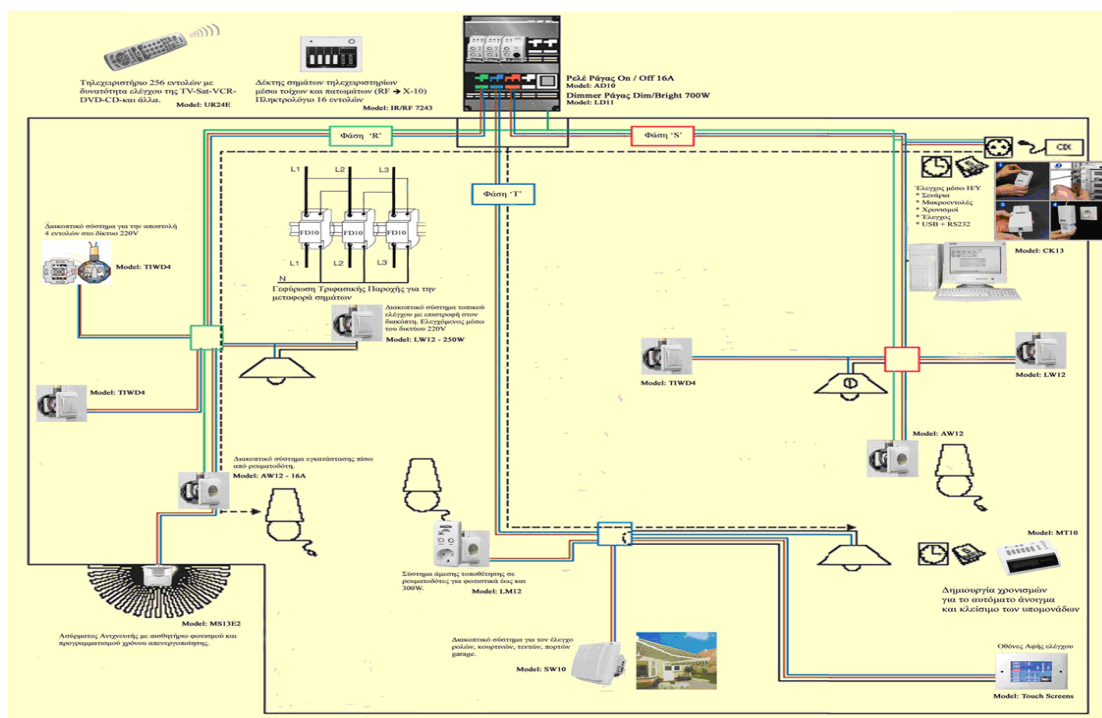
Μια ασύρματη radio βασισμένη μεταφορά πρωτοκόλλου καθορίζεται επίσης. Το X10 αναπτύχθηκε το 1975 από την Pico Electronics, Σκωτία, προκειμένου να επιτραπεί ο τηλεχειρισμός των εσωτερικών συσκευών και εξοπλισμού. Ήταν το πρώτο τεχνολογικό δίκτυο γενικού σκοπού και παραμένει το πιο ευρέως διαθέσιμο Αν και διάφορες υψηλότερες εναλλακτικές λύσεις εύρους ζώνης υπάρχουν συμπεριλαμβανομένου των KNX, INSTEON, BACnet, και LonWorks το X10 παραμένει πιο δημοφιλή στο οικογενειακό περιβάλλον με τα εκατομμύρια των μονάδων σε λειτουργία παγκοσμίως και την ανέξοδη διαθεσιμότητα νέων συστατικών.

Πλεονεκτήματα του X10 Πρωτόκολλου

- ✓ Είναι ανέξοδο
- ✓ Δεν χρειάζεται ιδιαίτερη ηλεκτρική εγκατάσταση η καλωδίωση
- ✓ Προσφέρει πλήρη αυτοματισμό στα:
 - Φωτιστικά
 - Ηλεκτρικές συσκευές
 - Συστήματα Ασφαλείας
 - Συστήματα Ψύξης-Θέρμανσης
 - Συστημάτων Audio/Video - Διανομή audio/ video
 - Συστήματος Αυτόματου Ποτίσματος
 - Των ηλεκτρικών Ρολλων-Τεντών-Γκαραζόπορτων

- Data - Tel - Sat - CCTV
- ✓ Προσφέρει ασφάλεια εξοικονόμηση ενέργειας και χρόνου
- ✓ Μπορείτε να ελέγξετε πάνω από 256 συσκευές και φωτισμούς
- ✓ Αντέχει στο χρόνο (ο αυτοματισμός βασιζόμενος στην x-10 τεχνολογία εφαρμόζεται πάνω από 20 χρόνια)

3.3 Εγκατάσταση.



Η υποδομή καλωδιώσεων για τον αυτοματισμό των φωτισμών είναι η ίδια που θα ακολουθούσαμε και στην περίπτωση που θα κατασκευάζαμε τη κατοικία μας με τον ήδη γνωστό τρόπο. Άρα σε αυτήν την περίπτωση ο ηλεκτρολόγος της κατοικίας μπορεί να κάνει την εγκατάσταση με τον συμβατικό έως και σήμερα τρόπο.

Υπάρχει διαφορά στον τρόπο υλοποίησης της εγκατάστασης των 220V από τον ηλεκτρολόγο. Το μόνο επιπλέον που θα πρέπει να υπάρξει που δεν βρίσκουμε σε μία παλαιότερη συμβατική εγκατάσταση είναι ο 'ουδέτερος' που θα είναι καλό να υπάρχει μέσα στον διακόπτη. Οι εταιρείες που κατασκευάζουν PowerLine συστήματα έχουν εντοπίσει βέβαια το πρόβλημα αυτό και έχουν δημιουργήσει τα ανάλογα προϊόντα που δεν απαιτούν την υποστήριξη του 'ουδέτερου' των 220V στον διακόπτη. Πιο συγκεκριμένα:



Module για τον έλεγχο μίας γραμμής φωτισμού χωρίς την απαίτηση ουδέτερου. Μπορεί να εγκατασταθεί πίσω από τους ήδη υπάρχον διακόπτες της κατοικίας. Με μικρή σχεδίαση(43.25x47mm and only 18.9 mm thick). Προγραμματισμός 16 σεναρίων με απόκριση την ίδια στιγμή.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

Rated Voltage: 230VAC-50Hz

Lamp Load: 500W

Static State Wastage: <1W

Suitable Temperature: -10 to 50

Δυνατότητες:

Έλεγχος μίας γραμμής φωτισμού με δυνατότητες ON / OFF / Dim.

Ηλεκτρονικός προγραμματισμός χωρίς την χρήση υπολογιστή.

Εγγραφή 16 διευθύνσεων για σενάρια.

Αυτόματη διαγραφή των σεναρίων ή τμηματικά

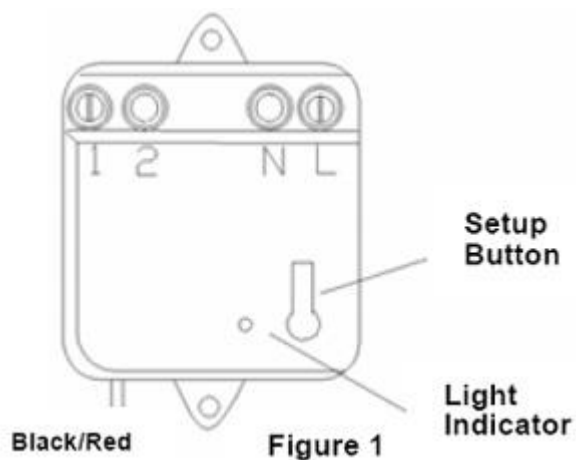
Απομακρυσμένη διαχείριση μέσα από τηλέφωνο - υπολογιστή - internet.

Λήψη σημάτων για All Lights On/All Units OFF, Bright / Dim command.

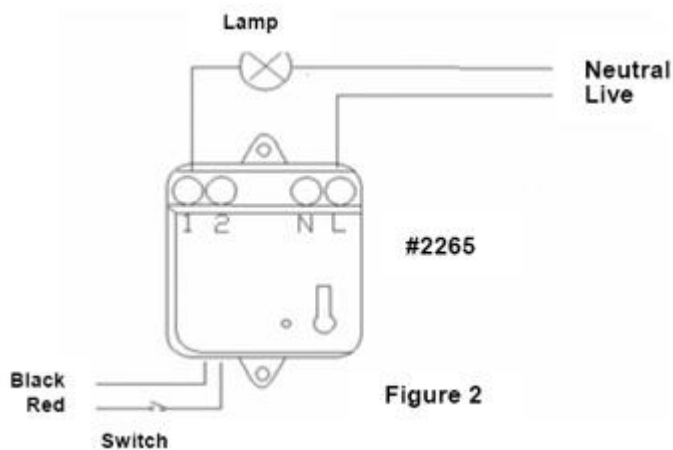
Signal driver (100mV).

Συμβατό με όλους τους controller X-10.

Συνδέσεις



Σχεδιάγραμμα



Προϊόντα που θα πρέπει να εγκατασταθούν για τον έλεγχο των φωτισμών:

Υπάρχουν δεκάδες διαφορετικά προϊόντα τα οποία προσφέρουν και μία ξεχωριστή λύση για την κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα εάν θέλουμε να ελέγξουμε μία γραμμή φωτισμού μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το

αντίστοιχο στοιχείο (micromodule) πίσω από τον διακόπτη που ήδη έχουμε επιλέξει και να τον ελέγχουμε μέσα από τους διάφορους controller που διαθέτουμε. Στην περίπτωση για παράδειγμα ενός κομμουτατέρ διακόπτη υπάρχει το αντίστοιχο στοιχείο για την εγκατάσταση πάλι πίσω από τον διακόπτη. Επίσης υπάρχουν διακόπτες με ενδείξεις όπως:

One Load Lamp Micro Module (S-10-54): Μικρό module για την τοποθέτηση πίσω από τους κοινούς διακόπτες της κατοικίας. Δυνατότητα ελέγχου μίας γραμμής φωτισμού με εντολές On/Off, Dim/Bright.

Two-Load Lamp Micro Module (S-10-55): Μικρό module για την τοποθέτηση πίσω από τους κοινούς διακόπτες της κατοικίας. Δυνατότητα ελέγχου δύο γραμμών φωτισμού με εντολές On/Off, Dim/Bright.

MicroModule διακόπτη για τον έλεγχο ρολών (S-10-59): Module για την τοποθέτηση πίσω από κοινούς διακόπτες για τον έλεγχο ρολών, έλεγχο σε στόρια, κουρτίνες, οθονών προβολής κ.α.

Crystal Single Button Lamp Dimmer Switch (S-10-60): Εξαιρετικής σχεδίασης διακόπτης αυτοματισμού με οπτικές ενδείξεις κατάστασης του φωτισμού. Διαθέτει επίσης ένδειξη στάθμης φωτεινότητας με άμεσο έλεγχο πάνω από το διακόπτη ή μέσα από όλους τους controller

Crystal Double Button Lamp Dimmer Switch (S-10-61): Εξαιρετικής σχεδίασης διακόπτης αυτοματισμού με οπτικές ενδείξεις κατάστασης του φωτισμού. Διαθέτει επίσης ένδειξη στάθμης φωτεινότητας με άμεσο έλεγχο πάνω από το διακόπτη ή μέσα από όλους τους controller.



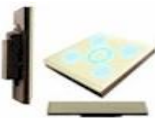
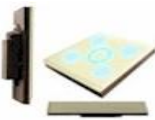
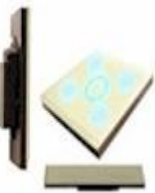
Crystal Single Button Appliance/Fluorescent Switch (S-10-62): Εξαιρετικής σχεδίασης διακόπτης αυτοματισμού με οπτικές ενδείξεις κατάστασης του φωτισμού. Διαθέτει επίσης ένδειξη στάθμης φωτεινότητας με άμεσο έλεγχο πάνω από το διακόπτη ή μέσα από όλους τους controller.

Crystal Double Button Appliance/Fluorescent Switch (S-10-63): Εξαιρετικής σχεδίασης διακόπτης αυτοματισμού με οπτικές ενδείξεις κατάστασης του φωτισμού. Διαθέτει επίσης ένδειξη στάθμης φωτεινότητας με άμεσο έλεγχο πάνω από το διακόπτη ή μέσα από όλους τους controller.

Crystal Curtain Controller Switch (S-10-64): Εξαιρετικής σχεδίασης διακόπτης αυτοματισμού με οπτικές ενδείξεις για τον έλεγχο ρολών, κουρτινών, στόρια, οθόνης προβολής κ.α.

Crystal Double Scene Switch (S-10-65): Εξαιρετικής σχεδίασης διακόπτης σεναρίων για τον ολικό έλεγχο των συστημάτων της κατοικίας. Απλά με το πάτημα σε ένα από τα σενάρια κλείστε όλα τα ρολά ή τα φωτιστικά φεύγοντας από την κατοικία.

X10/PLC Bus Transfer Interface (S-10-69): Μετατροπέας των σημάτων X-10 σε PLCBUS και το ανάποδο. Δίνει την δυνατότητα ελέγχου των PLCBUS receivers από τους controller της X-10. Που χρησιμοποιούνται για την καλύτερη απεικόνιση της κατάστασης του φωτισμού. Με βάση την φιλοσοφία του συστήματος δεν απαιτείται κάτι επιπλέον να εγκατασταθεί στην κατοικία εκτός από τις μονάδες πίσω από τους διακόπτες .








Επιτραπέζια χειριστήρια :

Η εγκατάστασή τους είναι εκπληκτικά απλή αφού το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε είναι να τα τοποθετήσουμε σε κάποιον ρευματοδότη στην κατοικία.

Έτσι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να τα μεταφέρει στο σημείο που επιθυμεί ή και να χρησιμοποιεί και περισσότερα τους ενός αφού το κόστος τους είναι χαμηλό. Τα χειριστήρια αυτά στέλνουν τα δεδομένα μέσα από την παροχή των 220V για να ελέγξουν τους διακόπτες μας στην κατοικία άρα δεν απαιτείται κάποιος επιπλέον εφοπλισμός.

	<p><u>128 Address Mini-Controller (S-10-18)</u> Χειριστήριο ελέγχου άμεσης τοποθέτησης σε οποιοδήποτε ρευματοδότη (πρίζα) της κατοικίας. Δυνατότητα ελέγχου 128 εντολών με On/Off/Dim/Bright/All Lights On/All Lights OFF.</p>
	<p><u>256 Addresses Mini-Controller /w back lit (S-10-21)</u> Controller ελέγχου με φωτιζόμενα πλήκτρα για τον έλεγχο 256 διευθύνσεων στην κατοικία.</p>
	<p><u>RF Encrypted Transceiver (S-10-24)</u> Δέκτης με κρυπτογράφηση για την λήψη 256 εντολών από τα ασύρματα τηλεχειριστήρια.</p>
	<p><u>Air-Condition Controller (S-10-33)</u> Controller για τον έλεγχο του Air Condition με την χρήση X-10 εντολών. Δυνατότητα χρήσης περισσότερων για τον έλεγχο περισσότερων από ένα Air Condition.</p>

	<p><u>IR Device Controller (S-10-34)</u></p> <p>Μπορείτε να εκμάθετε 32 εντολές στο σύστημα για τον έλεγχο συστημάτων όπως AirCondition, Audio/Video κ.α.</p>
	<p><u>RF PC Interface (S-10-35)</u></p> <p>Με αυτό το interface μπορείτε να ελέγξετε τις συσκευές X-10 από τον υπολογιστή σας εντελώς ασύρματα με την χρήση ενός X-10 RF δέκτη, δίνοντας την δυνατότητα ελέγχου 256 συσκευών On/Off και Dim/Bright.</p>
	<p><u>Telephone/Voice Prompt Controller (S-10-36)</u></p> <p>Ένα έξυπνο interface για τον έλεγχο της κατοικίας με το κινητό μας τηλέφωνο. Με φωνητικό menu για την διαχείριση των X-10 συσκευών μας.</p>
	<p><u>Active Home Control Kit (SH1020)</u></p> <p>Απόλυτος έλεγχος του χώρου μέσα από τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή σας. Ενεργοποιήστε και απενεργοποιήστε μέχρι και 256 διαφορετικές συσκευές. Δυνατότητα προγραμματισμού χρονικών παραμέτρων και αυτόνομης λειτουργίας.</p>
	<p><u>Tranceiver Module TM 13x (SH2060)</u></p> <p>Μετατρέπει σήματα RF σε σήματα X-10. Λαμβάνει τα σήματα που δέχεται από τηλεχειριστήριο, τα</p>

	<p>μετατρέπει σε X-10 σήματα τα οποία ταξιδεύουν μέσα από την υπάρχον δομή του ηλεκτρικού</p>
	<p><u>ActiveHome Interface CM11x (SH3010)</u> Συνδέστε τον υπολογιστή με το σπίτι σας και ελέγξτε τα πάντα μέσα από την οθόνη. Μέσα από τον υπολογιστή σας μπορείτε να ενεργοποιήσετε μια συσκευή ή να δημιουργήσετε μακροεντολές</p>
	<p><u>LCD Multi Menu Keypad For Stargate LCD-96M (SH3041)</u> Το LCD Menu Keypad είναι μία μικρή και διακριτική οθόνη η οποία σας επιτρέπει να ελέγχετε τον Φωτισμό, τα Audio Video συστήματα, την πισίνα, το ποτιστικό σύστημα, πολλαπλούς τηλεφωνητές και άλλα συστήματα συνδεδεμένα στο Stargate.</p>
	<p><u>Infrared mini Controller IR7243(RF) (SH3080)</u> Χρησιμοποιήστε το δικό σας προγραμματιζόμενο τηλεχειριστήριο για τον έλεγχο των ηλεκτρικών συσκευών. Το σύστημα λαμβάνει Infrared εντολές και τις μεταφράζει σε X-10 σήματα για την ενεργοποίηση των ηλεκτρικών συσκευών που επιθυμείτε να ελέγχετε.</p>



	<p><u>Mini Timer MT 10 (SH3090)</u></p> <p>Ενεργοποιήστε αυτόματα την ώρα που επιθυμείτε το σύστημα φωτισμού, την καφετιέρα το πρωί, το ραδιόφωνο κλπ. Δυνατότητα ελέγχου 8 διαφορετικών συσκευών και αυτόματης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης αυτών κατά την διάρκεια της ημέρας.</p>
	<p><u>Sun Downer (SH3100)</u></p> <p>Συσκευή για την αυτόματη ενεργοποίηση κάποιων φωτιστικών ή ηλεκτρικών συσκευών κατά την δύση του ηλίου και απενεργοποίηση κατά την ανατολή. Δυνατότητα ελέγχου έως και 8 X-10 συσκευών.</p>
	<p><u>Wireless Remote HR12E (SH3110)</u></p> <p>Χειριστήριο για τον έλεγχο όλων των ηλεκτρικών συσκευών στον χώρο. Ελέγχει όλες τις συσκευές X-10 με δυνατότητες αυξομείωσης της έντασης του φωτισμού. Ιδανικό για την χρήση σε όλα τα σημεία του χώρου σας</p>

	<p><u>4 Channel RF Remote - KR22E (SH3130)</u> Τηλεχειριστήριο για τον έλεγχο 4 συσκευών στον χώρο με RF σήματα. Προγραμματιζόμενο.</p>
	<p><u>Active Repeater CAT3000 (SH5080)</u> Το CAT3000 μεταδίδει τα X-10 σήματα σε ένα τριφασικό σύστημα στα 220V/400V 50Hz.</p>
	<p><u>Home Automation Console SC2700 (SH8016)</u> Ελέξτε την θέρμανση του χώρου σας μέσα από το κινητό σας τηλέφωνο. Απλή εγκατάσταση από εσάς σε ελάχιστα λεπτά.</p>
	<p><u>Alarm Remote (SH8040)</u> Έξτρα χειριστήριο για την ενεργοποίηση του συστήματος συναγερμού και των φωτισμών του χώρου. Επέκταση έως και 8 χειριστήρια σε ένα σύστημα συναγερμού.</p>
	<p><u>Wireless Remote (SH8050)</u> Βασικό χειριστήριο για το σύστημα συναγερμού MS9700/9400. Ενεργοποίηση του συστήματος ενώ είστε εντός της οικίας (μόνο τις παγίδες στις πόρτες) και ενεργοποίηση συνολικά (και τους αισθητήρες κίνησης). Πολλές επιπλέον δυνατότητες.</p>
	<p><u>Wireless External Motion Detector MS 13e2 (SH8070)</u> Ασύρματοι Προγραμματιζόμενοι Ανιχνευτές κίνησης που μπορείτε να τους τοποθετήσετε σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου σας, μέσα ή έξω.</p>

	Δυνατότητα ανίχνευσης κίνησης και ενεργοποίησης των συστημάτων φωτισμού ή κάποιας ηλεκτρικής συσκευής.
--	--

Εδώ ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει πολλαπλά σενάρια αυτοματισμού. Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας τα περιφερειακά του συναγερμού όπως τα αισθητήρια κίνησης, μπορεί να ενεργοποιήσει αυτόματα τους φωτισμούς στον χώρο με την ύπαρξη κίνησης και κάτω από προκαθορισμένες χρονικές στιγμές που επιθυμεί. (δεν απαιτείται να είναι οπλισμένος ο συναγερμός αφού τα αισθητήρια κίνησης είναι πάντα ενεργοποιημένα). Επίσης μπορεί να ελέγξει την κατοικία του μέσα από Ασύρματες Οθόνες που μπορεί να είναι tablet pc ή UMPC με Win XP και να ελέγχει την κατοικία του μέσα αλλά και απομακρυσμένα μέσω του δικτύου του Internet.

Για πιο απαιτητικούς χρήστες υπάρχουν και οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές (μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και απλοί) :

	<p><u>Telephone/Voice Prompt Controller (S-10-36)</u> Ένα έξυπνο interface για τον έλεγχο της κατοικίας με το κινητό μας τηλέφωνο. Με φωνητικό menu για την διαχείριση των X-10 συσκευών μας.</p>
	<p><u>Led Keypad 7 Button (SH10115)</u> Σύστημα ελέγχου για το Stargate με δυνατότητα προγραμματισμού 7 εντολών. Δημιουργία σεναρίων και ελέγχου φωτισμών με ενδείξεις.</p>

	<p><u>LCD Multi Menu Keypad For Stargate LCD-96M (SH3041)</u></p> <p>Το LCD Menu Keypad είναι μία μικρή και διακριτική οθόνη η οποία σας επιτρέπει να ελέγχετε τον Φωτισμό, τα Audio Video συστήματα, την πισίνα, το ποτιστικό σύστημα, πολλαπλούς τηλεφωνητές και άλλα συστήματα συνδεδεμένα στο Stargate.</p>
	<p><u>Πρόγραμμα Διαχείρισης από Οθόνη Αφής και Η/Υ (SH3046)</u></p> <p>Φτιάχτε το δικό σας σύστημα διαχείρισης μέσω του υπολογιστή σας ή όποιας οθόνης αφής της αγοράς (tabletpc-smartdisplay-etc).</p>
	<p><u>Infrared Xpander IR-XP2 (SH3060)</u></p> <p>Έλεγχος των συστημάτων Audio/Video. Μπορείτε να ενεργοποιήσετε το Video και να το θέσετε σε Record μορφή σε περίπτωση εντοπισμού κίνησης στον χώρο σας(μέσα ή έξω). Έλεγχος όλων των συσκευών Audio/Video και με δυνατότητα προγραμματισμού 256 εντολών.</p>
	<p><u>LCD Touch Screen 7.8 (SHLTS78)</u></p> <p>Η LTS-78 οθόνη αφής παρουσιάζει μία νέα διάσταση στον χώρο του αυτοματισμού δίνοντας ιδιαίτερη ευκολία στην χρήση με αρκετές δυνατότητες προγραμματισμού.</p>

	<p><u>Web-Xpander (SHX003)</u></p> <p>Το Web-Xpander είναι ένα σειριακό(RS-232) ethernet module με ενσωματωμένες ιστοσελίδας που επιτρέπουν παρακολούθηση και έλεγχο του STARGATE καθώς και άλλων ελεγκτών μέσω του Διαδικτύου ή/και του τοπικού δικτύου.</p>
	<p><u>Comm Star Cs-308 (SHX005)</u></p> <p>Το CommStar CS-30 αντικαθιστά τον TimeCommander TCM-2W ελεγκτή καθώς έχει επιπρόσθετα χαρακτηριστικά και λειτουργίες.</p>
	<p><u>8AH485, RS-485 Distribution Hub (SHX006)</u></p> <p>Το 8AH485 RS-485 Hub περιλαμβάνει 8 ανεξάρτητους RS-485 driver IC's με ξεχωριστό τέρμα για να συνδέετε με 8 διαφορετικές RS-485 συσκευές.</p>
	<p><u>IR-X10 (SHX0166)</u></p> <p>Το Lighting Module μετατρέπει ειδικούς Dragon Drop-IR κωδικούς σε X10 σήματα ελέγχου.</p>



Pocket WebX (SHX004)

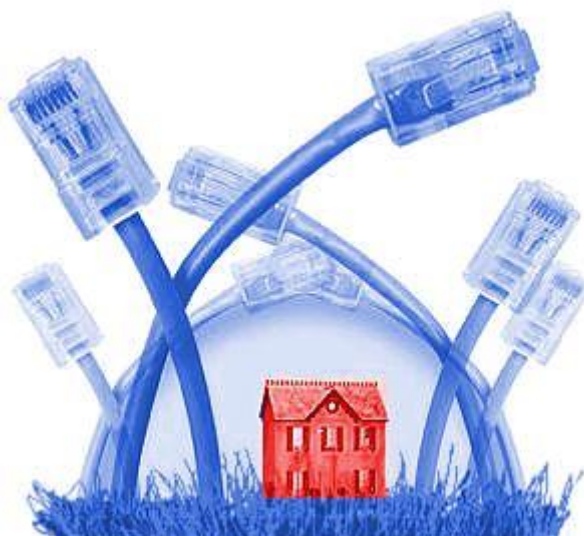
Το Pocket WebX είναι ένα πρόγραμμα που σχεδιάστηκε ειδικά για τον έλεγχο του Stargate(μέσω του Web Xpander)απο ένα enabled Wi-Fi Pocket PC, παρέχοντας φορητό και προσιτό ασύρματο έλεγχο των οθονών επαφής του σπιτιού σας!

3.4 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Για νέες κατοικίες ή κατοικίες που είναι υπό γενική επισκευή η σωστή λύση μπορεί να προκύψει μόνο από σοβαρή μελέτη, η οποία θα τεκμηριώνει γραπτώς και όλη την προτεινόμενη καλωδίωση.



Αλλά σε υπάρχουσες κατοικίες, οι διαφοροποιήσεις είναι πολύ απλά πράγματα με μικρό κόστος, εφόσον η αλλαγή είναι στον προγραμματισμό. Μερικά από τα πιθανά σενάρια που μπορούμε να εφαρμόσουμε σε μια κατοικία είναι:



-
- Φεύγω / Έρχομαι (όταν αποχωρώ από το σπίτι το σύστημα κλείνει όλες τις ηλεκτρικές καταναλώσεις, θέρμανση, ύδρευση, ρολά, τέντες, συναγερμός, φυσικό αέριο κα).
 - Σενάρια φωτισμού κατοικίας (party mode , home cinema , κτλ)
 - Κλείσιμο, άνοιγμα όλων των ρολών ταυτόχρονα / ασφάλιση της κατοικίας (π.χ. το βράδυ ή όταν ξυπνάμε το πρωί).
 - Δυνατότητα προγραμματισμού πραγματοποίησης λειτουργιών αυτόματα. (π.χ. να ανάβουν σταδιακά τα φώτα όσο δύει ο ήλιος, να ανοίγουν αυτόματα τα ρολά όταν έχουμε alarm φωτιάς, κλπ).
 - Γυρίζετε κουρασμένοι από την δουλειά σας με την χρήση του τηλεφώνου ανάβετε το θερμοσίφωνο πριν φτάσετε στο σπίτι ή κλείνετε την παροχή ρεύματος σε κάποια συσκευή που έχετε ξεχάσει ανοιχτή, π.χ. την κουζίνα.
 - Χρονοπρογράμματα για το αυτόματο πότισμα.
 - Έλεγχος θέρμανσης ή κλιματισμού.
 - Αναφορές κατάστασης για: Εσωτερική, εξωτερική θερμοκρασία, ηλιοφάνειας, ταχύτητας ανέμου, στάθμης πετρελαίου, νερού.

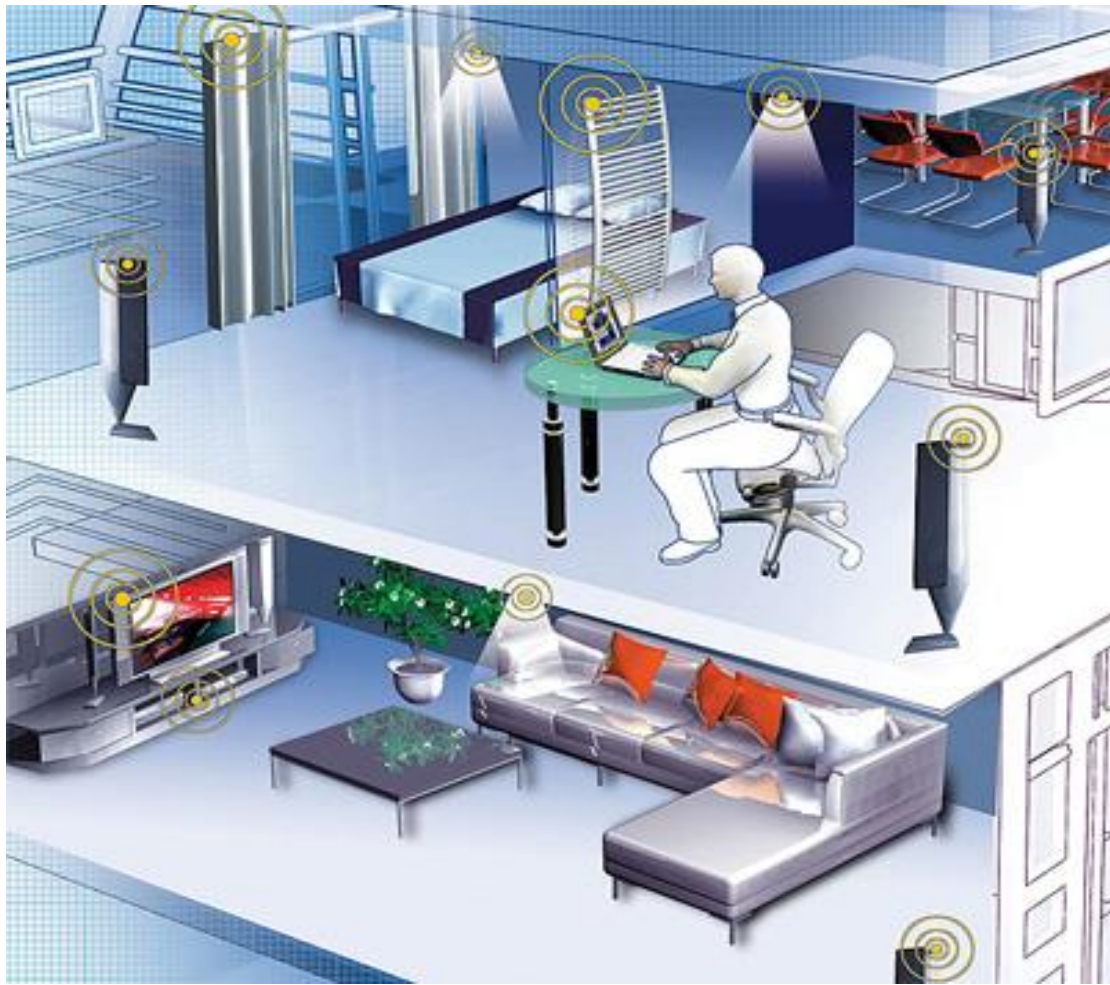
Φυσικά όλα αυτά μπορούν να εκτελούνται από κάθε διακόπτη μέσα στο σπίτι, οπουδήποτε και αν θελήσουμε να τον τοποθετήσουμε. Και οποιαδήποτε αλλαγή και αν θελήσετε να κάνετε αλλάζοντας κάποιο σενάριο ή λειτουργία απλώς αναπρογραμματίζεται το σύστημα χωρίς καμιά άλλη επέμβαση.



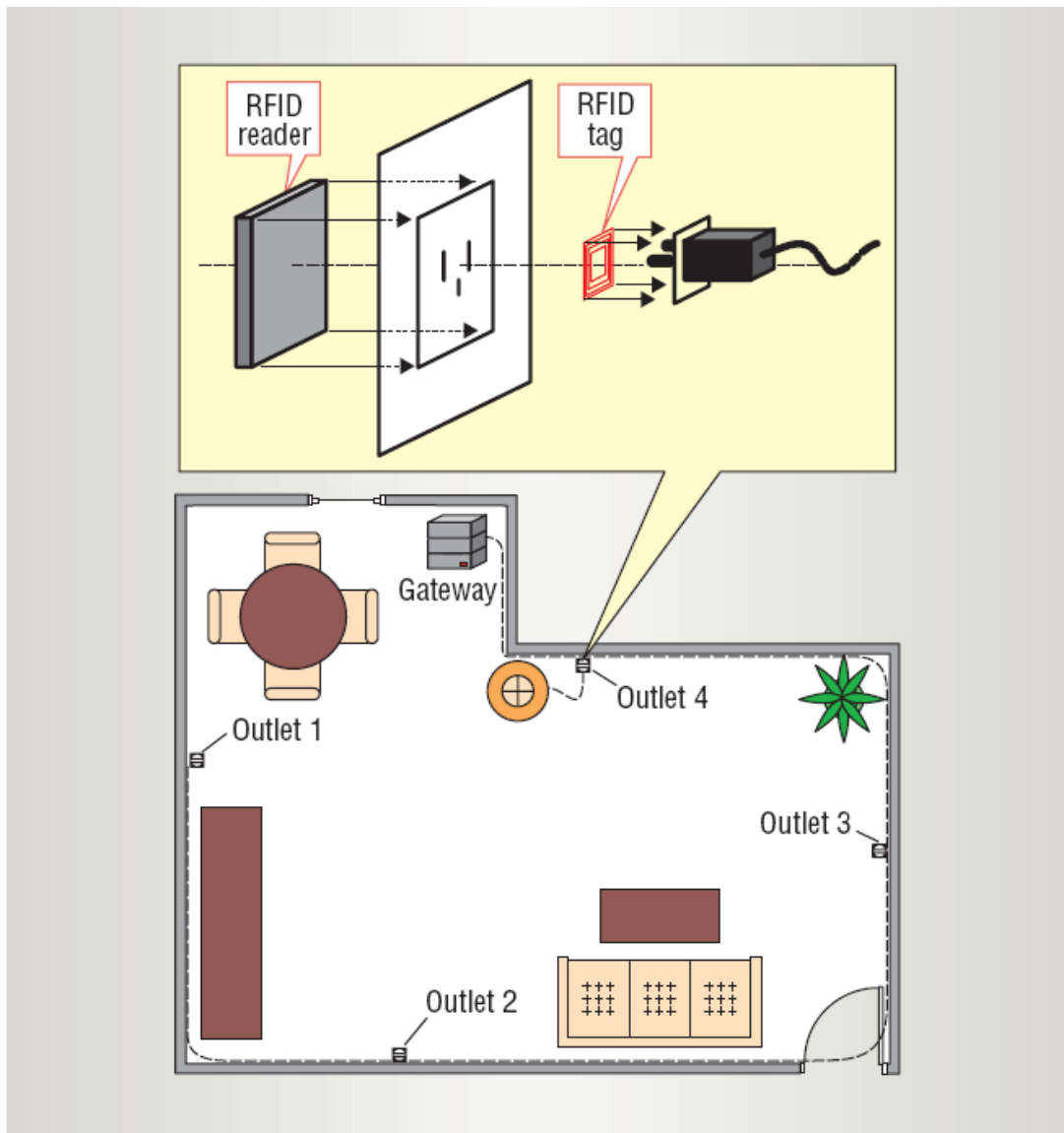
Το C-Bus Wireless χρησιμοποιεί σήματα Radio Frequency για την επικοινωνία των μονάδων του. Επομένως δεν απαιτούνται επιπλέον καλωδιώσεις για την μεταφορά της πληροφορίας. Επιπλέον χρησιμοποιεί 128 bit encrypted two-way communications για την ασφάλεια στην μεταφορά των δεδομένων. Οι μονάδες του C-Bus Wireless συνεργάζονται άψογα με το καλωδιακό σύστημα C-Bus και υποστηρίζει όλα τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες του.

Με το C - Bus Wireless το μόνο που έχετε να κάνετε είναι να αντικαταστήσετε τους απλούς σας διακόπτες με τους διακόπτες του συστήματος. Δεν απαιτείται καν η ύπαρξη ουδετέρου για την λειτουργία του. Κάθε διακόπτης μπορεί να προγραμματιστεί για να δουλεύει σας διακόπτης on / off , σαν dimmer ή να καλεί κάποιο σενάριο.

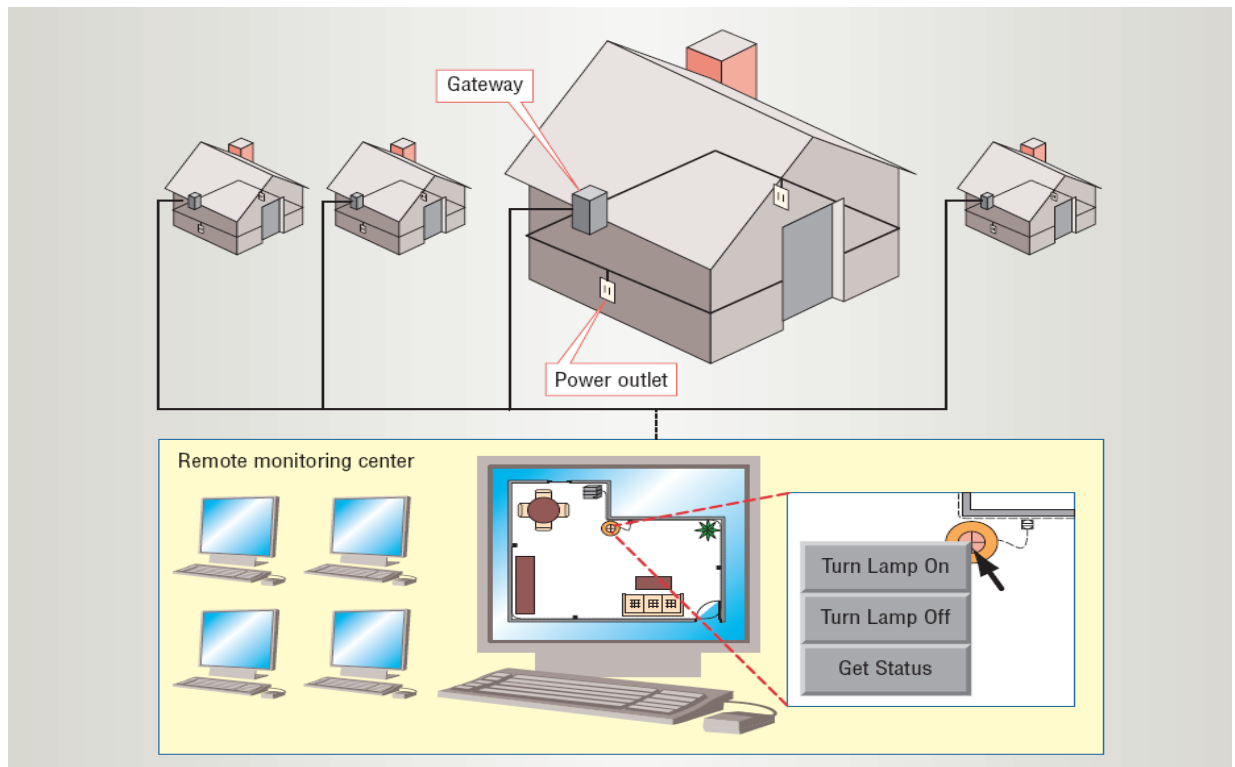
Με ένα τέτοιο σύστημα, μπορεί να υπάρξει συνολικός έλεγχος και απόλυτη εποπτεία ενός σπιτιού, είτε τοπικά μέσω των ειδικών οθόνων αφής, είτε απομακρυσμένα μέσω Internet.



Έξυπνα βύσματα. Κάθε πρίζα είναι εξοπλισμένη με έναν χαμηλού κόστους αναγνώστη RFID που συνδέεται με τον κεντρικό υπολογιστή, ενώ κάθε ηλεκτρική συσκευή επισυνάπτεται μια ετικέτα RFID στο τέλος του βύσματος με πληροφορίες σχετικά με τη συσκευή. RFID = radio-frequency identification



Απομακρυσμένος έλεγχος των ηλεκτρικών συσκευών. Πατώντας επάνω σε μια μέθοδο προκαλεί στην απομακρυσμένη εφαρμογή να στείλει αίτηση στο gateway του έξυπνου σπιτιού ώστε να εκτελεστεί η πράξη



ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ:

- ✓ **Διακοπτικό υλικό που μπορώ να επιλέξω:** Ο πελάτης μπορεί να επιλέξει διακοπτικό υλικό της αρεσκείας του μέσα από την πληθώρα που η αγορά προσφέρει μέσα από πολλά brands όπως Vimar, Legrand, κ.α.
- ✓ **Τα συστήματα είναι ασύρματα ή ενσύρματα:** Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσα από τα ηλεκτρολογικά καλώδια των 220V που ήδη υπάρχουν στην κατοικία. Ο χειρισμός μπορεί να γίνεται και ασύρματα με την χρήση συστημάτων λήψης των RF σημάτων από τα τηλεχειριστήρια.
- ✓ **Πότε πρέπει να γίνει η εγκατάσταση των συστημάτων στους διακόπτες:** Η εγκατάσταση των συστημάτων μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή μέσα στην κατοικία, αφού δεν πρέπει να ξεχνάμε επίσης πως η εγκατάσταση καλωδίων που έχει γίνει στον χώρο είναι

συμβατική, που σημαίνει ότι η κατοικία μπορεί να λειτουργήσει κανονικά και χωρίς τα συστήματα αυτοματισμού (σύστημα χωρίς δεσμεύσεις).

- ✓ **Επιπλέον εργασίες (μερεμέτια) στην κατοικία:** Η μόνη τροποποίηση γίνεται πίσω από τους διακόπτες τοίχου και μόνο μέσα στο κουτί του διακόπτη χωρίς να γίνει καμία ζημιά στους τοίχους της κατοικίας.
- ✓ **Μπορώ να εγκαταστήσω μέρος του αυτοματισμού των φωτισμών έτσι ώστε στην συνέχεια να εγκαταστήσω και τα υπόλοιπα:** Και βέβαια, η εγκατάσταση του αυτοματισμού των φωτισμών μπορεί να γίνει σταδιακά και ο χρήστης να επιλέξει τα σημεία που τον ενδιαφέρουν κάθε φορά.
- ✓ **Ο χρόνος που χρειάζεστε για την υλοποίηση της εγκατάστασης που αφορά το έξυπνο σπίτι:** Η εγκατάσταση στον τομέα του φωτισμού είναι γενικά απλή και γρήγορη. Δηλαδή μιλώντας κάποιος για 20 γραμμές φωτισμού (20 κυκλώματα) τότε η εγκατάσταση γίνεται μέσα σε μία ημέρα, στην περίπτωση κλασσικής εγκατάστασης στην κατοικία.
- ✓ **Κόστος:** Η κατασκευή για το Έξυπνο Σπίτι είναι κάτι πλέον προσιτό για όλους. Το Έξυπνο Σπίτι προσφέρει στον χρήστη λειτουργικότητα και με βάση αυτό σαν οδηγό ο καθένας μπορεί να επιλέξει αυτά που τον εξυπηρετούν καλύτερα. Στις περισσότερες φορές το κόστος κυμαίνεται ποσοστιαία στο 1% της αξίας του σπιτιού και που μπορεί να φτάσει έως και 3% για τους πιο απαιτητικούς χρήστες. Για παράδειγμα για μία κατοικία 100 τμ ο χρήστης θα μπορούσε να επιλέξει κάποιες εφαρμογές που είναι βασικές και το κόστος να μην ξεπεράσει ούτε το 1%.



Βιβλιογραφία

<http://el.wikipedia.org/>

<http://www.inventorengineering.gr/apps-energy.shtml>

<http://nemertes.lis.upatras.gr>

http://www2.aegean.gr/dgavalas/CN/slides/CN_09_WSNs%20-%20Mpitziopoulos.pdf

http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Wireless_sensor_network

<http://smart-houses.blogspot.com/>

<http://www.smarthome.gr/page1.asp?lang=1>