

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης –  
Παράρτημα Χανίων  
Τμήμα Ηλεκτρονικής

Πτυχιακή Εργασία:

**Συστήματα Οικιακών Αυτοματισμών  
(Home Automation Systems)**

**Εισηγητής:** Μιχαήλ Αντωνιδάκης

**Σπουδαστής:** Φίλιππος Διδάχος

Σεπτέμβριος 2010

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο/Παράγραφος	Σελ.
Εισαγωγή.....	6
Introduction.....	7
1. Πρότυπα και γέφυρες.....	8
1.1 Insteon.....	»
1.1.1 Πώς δουλεύει το Insteon.....	»
1.1.2 Δημοφιλείς χρήσεις του Insteon.....	9
1.1.3 Εφαρμογές Insteon.....	10
1.1.4 Χαρακτηριστικά Insteon.....	»
1.1.5 Εγκατάσταση συσκευών Insteon.....	»
1.1.6 Κυριότεροι κατασκευαστές.....	11
1.1.7 Αξιοπιστία.....	»
1.1.8 Οικονομία.....	»
1.1.9 Ταχύτητα.....	12
1.1.10 Συμβατότητα.....	»
1.2 X10.....	»
1.2.1 Μειώνοντας τις βλάβες.....	13
1.2.2 Πλεονεκτήματα X10.....	»
1.2.3 Φθηνή τεχνολογία.....	14
1.3 KNX.....	»
1.3.1 Πρωτόκολλο KNX.....	»
1.3.2 Τρόποι διαμόρφωσης.....	15
1.4 LonWorks.....	»
1.4.1 Προέλευση.....	»
1.4.2 Κατανόηση και χρήση.....	16
1.4.3 Τεχνικές λεπτομέρειες.....	17
1.4.4 Εφαρμογές που χρησιμοποιούν LonWorks.....	»
1.4.5 SNVTs (Standard Network Variable Types).....	»
1.4.6 Αναφορές.....	18
1.5 C-Bus (πρωτόκολλο).....	»
1.5.1 Σύστημα C-Bus.....	»
1.5.2 Πρωτόκολλο C-Bus.....	20
1.5.3 Το μέλλον του C-Bus.....	»
1.6 UPB.....	»

<b>Κεφάλαιο/Παράγραφος</b>	<b>Σελ.</b>
1.6.1 Επισκόπηση ελέγχου φέροντος γραμμών ισχύος.....	21
1.6.2 Πρωτόκολλο UPB.....	»
1.6.3 Ελεγκτές.....	22
1.6.4 Αδύνατα σημεία και περιορισμοί.....	»
1.7 UPnP.....	23
1.7.1 Επισκόπηση.....	»
1.7.2 Πρωτόκολλο.....	25
1.7.2.1 Ανακάλυψη.....	»
1.7.2.2 Περιγραφή.....	»
1.7.2.3 Έλεγχος.....	26
1.7.2.4 Ειδοποίηση γεγονότος.....	»
1.7.2.5 Παρουσίαση.....	27
1.7.2.6 UPnP πρότυπα AV (Audio and Video).....	»
1.7.2.6.1 Τμήματα UPnP AV.....	28
1.7.2.6.2 Διέλευση NAT.....	29
1.7.3 Προβλήματα με το UPnP.....	30
1.7.3.1 Έλλειψη επικύρωσης.....	»
1.7.3.2 Άλλα θέματα.....	31
1.7.4 Μελλοντικές εξελίξεις.....	»
1.8 ZigBee.....	32
1.8.1 Επισκόπηση.....	»
1.8.2 Χρήσεις.....	34
1.8.3 Τύποι συσκευών.....	»
1.8.4 Πρωτόκολλα.....	35
1.8.5 Λογισμικό και υλικό.....	37
1.8.6 Διαμάχη.....	»
1.8.7 Ιστορία.....	38
1.9 Z-Wave.....	39
1.9.1 Περιπτώσεις χρήσεις.....	»
1.9.2 Z-Wave εναντίον X10.....	»
1.9.3 Στήσιμο ενός δικτύου συσκευών.....	40
1.9.4 Έλεγχος δικτύου συσκευών.....	»
1.9.5 Ιδιόκτητο Interface.....	41
1.9.6 Διαλειτουργικότητα.....	»

<b>Κεφάλαιο/Παράγραφος</b>	<b>Σελ.</b>
1.9.7 Συμμαχία Z-Wave.....	41
1.9.8 Προδιαγραφές ραδιοκεραιών.....	»
1.9.9 Λεπτομέρειες ραδιοκεραιών.....	42
1.9.10 Τοπολογία και δρομολόγηση.....	»
1.9.11 Τομείς εφαρμογής.....	»
<b>2. Αποτελέσματα.....</b>	<b>44</b>
<b>3. Σύστημα.....</b>	<b>45</b>
3.1 Αρχιτεκτονική.....	»
3.2 Διασύνδεση.....	»
3.2.1 Με καλώδιο.....	»
3.2.1.1 DSL ή xDSL.....	»
3.2.1.1.1 Φωνή και δεδομένα.....	46
3.2.1.1.2 Πρωτόκολλα και διαμορφώσεις.....	»
3.2.1.1.3 Τεχνολογίες DSL.....	47
3.2.1.1.4 Μέθοδοι μετάδοσης.....	48
3.2.1.2 Οπτικές ίνες.....	»
3.2.1.3 Μέσω καλωδίων.....	49
3.2.1.4 Επικοινωνία γραμμής ισχύος.....	»
3.2.2 Ασύρματα.....	»
3.2.2.1 Ραδιοσυχνότητα.....	»
3.2.2.1.1 Wi-Fi.....	50
3.2.2.1.2 GPRS.....	»
3.2.2.1.3 Bluetooth.....	51
3.2.2.1.4 DECT.....	»
3.2.2.1.5 ZigBee.....	52
3.2.2.1.6 Z-Wave.....	»
3.2.2.1.7 EnOcean.....	53
3.2.2.2 Υπέρυθρες.....	»
3.2.3 Μαζί.....	54
<b>4. Έργο.....</b>	<b>55</b>
4.1 HVAC.....	»
4.2 Φωτισμός.....	»
4.3 Φυσικός Φωτισμός.....	»
4.4 Ήχος.....	»
4.5 Βίντεο.....	56

<b>Κεφάλαιο/Παράγραφος</b>	<b>Σελ.</b>
<b>4.6</b> Ασφάλεια.....	56
<b>4.7</b> Ενδοσυννενοήσεις.....	»
<b>4.8</b> Ρομποτική.....	57
<b>4.9</b> Άλλα συστήματα.....	»
<b>5. Οργανισμοί.....</b>	<b>58</b>

## Εισαγωγή

Οι **οικιακοί αυτοματισμοί** (αποκαλούνται και **domotics**) είναι ένας τομέας των αυτοματισμών κτιρίων, που ειδικεύεται στις συγκεκριμένες απαιτήσεις αυτοματισμού των ιδιωτικών οικιών και στην εφαρμογή τεχνικών αυτοματισμού για την άνεση και την ασφάλεια των κατοίκων τους. Αν και πολλές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στους κτιριακούς αυτοματισμούς (όπως ο έλεγχος του φωτισμού και του κλίματος, ο έλεγχος των θυρών και των παραθυρόφυλλων, τα συστήματα ασφαλείας και επιτήρησης, κ.τ.λ.) χρησιμοποιούνται επίσης και στους οικιακούς αυτοματισμούς, πρόσθετες λειτουργίες στους οικιακούς αυτοματισμούς περιλαμβάνουν τον έλεγχο οικιακών συστημάτων πολυμέσων για ψυχαγωγία, εγκαταστάσεων αυτόματου ποτίσματος φυτών και σίτισης κατοικίδιων ζώων, και αυτόματων σκηνών για δείπνα και γιορτές.

Η κύρια διαφορά μεταξύ των κτιριακών αυτοματισμών και των οικιακών αυτοματισμών είναι, εντούτοις, η ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Στους αυτοματισμούς για το σπίτι, έχει ιδιαίτερη σπουδαιότητα η εργονομία: ο έλεγχος θα πρέπει να βασίζεται πολύ στην εικόνα και να είναι αυτοεπεξηγηματικός.

Όταν γίνεται εγκατάσταση οικιακών αυτοματισμών κατά την κατασκευή ενός νέου σπιτιού, συνήθως τα καλώδια ελέγχου προστίθενται πριν να εγκατασταθεί ο ξηρός τοίχος. Αυτά τα καλώδια ελέγχου καταλήγουν σε έναν ελεγκτή, ο οποίος θα ελέγχει στη συνέχεια το περιβάλλον.

## Introduction

Home automation (also called domotics ) is a field within building automation, specializing in the specific automation requirements of private homes and in the application of automation techniques for the comfort and security of its residents. Although many techniques used in building automation (such as light and climate control, control of doors and window shutters, security and surveillance systems, etc.) are also used in home automation, additional functions in home automation include the control of multi-media home entertainment systems, automatic plant watering and pet feeding, and automatic scenes for dinners and parties.

The main difference between building automation and home automation is, however, the human interface. In home automation, ergonomics is of particular importance: the control should be largely image-based and self-explanatory.

When home automation is installed during construction of a new home, usually control wires are added before the drywall is installed. These control wires run to a controller, which will then control the environment

## 1. Πρότυπα και γέφυρες

Τα συγκεκριμένα πρότυπα οικιακών αυτοματισμών περιλαμβάνουν τα INSTEON, X10, KNX (πρότυπο), LonWorks, C-Bus, Universal, Powerline Bus (UPB), UPnP, ZigBee, Z-Wave.

Κάποια πρότυπα χρησιμοποιούν καλωδίωση ελέγχου, κάποια άλλα ενσωματώνουν τα σήματα στη γραμμή ισχύος, μερικά χρησιμοποιούν σήματα ραδιοσυχνότητας (RF) και μερικά άλλα χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό διαφόρων μεθόδων. Η καλωδίωση ελέγχου είναι η πιο δύσκολη να τοποθετηθεί σε ένα ήδη υπάρχον σπίτι.

Κάποιες συσκευές περιλαμβάνουν USB που βοηθά στο να ελεγχθούν και να συνδεθούν σε ένα δίκτυο domotics.

Οι γέφυρες μεταφράζουν τις πληροφορίες από ένα πρότυπο σε ένα άλλο (π.χ. από X10 σε EIB).

### 1.1 INSTEON

Το INSTEON, που δημιουργήθηκε από την SmartLabs, καθορίζει το μέλλον των οικιακών δικτύων ελέγχου με μια επαναστατική τεχνολογία που δίνει τη δυνατότητα να ελέγχουμε τα σπίτια μας απλά και οικονομικά ενώ συγχρόνως παρέχει αξιοπιστία και ελαστικότητα περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο σύστημα διαχείρισης στην αγορά. Το INSTEON είναι: οικονομικό, αξιόπιστο και απλό στη χρήση. Είναι παγκοσμίως:

- Το πιο οικονομικό (τα προϊόντα ξεκινούν από \$19,99)
- Το πιο αξιόπιστο (σχεδόν 100%)
- Το πιο απλό στη χρήση (εγκαθίσταται σε μερικά λεπτά)
- Η καλύτερη τεχνολογία για απομακρυσμένη διαχείριση και οικιακούς αυτοματισμούς.

#### 1.1.1 Πώς δουλεύει το INSTEON

Η αξεπέραστη αξιοπιστία του INSTEON οφείλεται στο γεγονός ότι βασίζεται σε δύο συνεργαζόμενα δίκτυα, που σημαίνει ότι τα μηνύματα στέλνονται και ασύρματα μέσω RF και μέσω της ήδη υπάρχουσας ηλεκτρικής καλωδίωσης. Κάθε μήνυμα επιβεβαιώνεται με τη λήψη και σε περίπτωση ανίχνευσης λαθών το μήνυμα ξαναστέλνεται αυτομάτως.



Το δίκτυο είναι επίσης «πλεονάζων». Κάθε συσκευή σε ένα δίκτυο INSTEON λαμβάνει και στέλνει κάθε μήνυμα σε κάθε άλλη συσκευή. Έτσι αντί να επιβαρύνεται το δίκτυο με το να προσθέτουμε άλλες INSTEON συσκευές, αυτό δυναμώνει.

- Το INSTEON στέλνει σήματα και μέσω του αέρα (RF) και μέσω της ηλεκτρολογικής καλωδίωσης του σπιτιού.
- Κάθε INSTEON συσκευή έχει τη δική της, μοναδική ταυτότητα (id), παρόμοια με σειριακή διεύθυνση, έτσι ώστε να μην μπορεί κάποιος γείτονας να ελέγχει το σπίτι σας.
- Κάθε INSTEON συσκευή είναι επαναλήπτης. Έτσι το σήμα φτάνει πάντα στον προορισμό του.
- Κάθε μήνυμα INSTEON επιβεβαιώνεται, αλλιώς ο πομπός αυτόματα ξαναστέλνει το μήνυμα, μέχρι να λάβει επιβεβαίωση.
- Κάθε INSTEON μήνυμα χρειάζεται λιγότερο από 5/100 του δευτερολέπτου για να φτάσει στον προορισμό του και έτσι οι συσκευές ξεκινούν άμεσα.
- Δεν χρειάζεται κεντρικός ελεγκτής ή άλλες ρυθμίσεις του δικτύου.
- Σε κάθε INSTEON συσκευή μπορεί να δοθεί μία ή περισσότερες X10 διευθύνσεις, επιτρέποντας στους X10 controllers να την ελέγχουν. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη συγκεκριμένη συσκευή σαν controller.

### 1.1.2 Δημοφιλείς χρήσεις του INSTEON

Επειδή το INSTEON δημιουργήθηκε για οικιακούς ελέγχους και αυτοματισμούς, δεν υπάρχει όριο στις δυνατότητες του. Έτσι, μπορεί η γκαραζόπορτα να ειδοποιήσει τα φώτα της κουζίνας να ανάψουν ή ο play διακόπτης του τηλεχειριστηρίου σας μπορεί συγχρόνως να κλείνει τα παντζούρια, να χαμηλώνει τα φώτα και να ανάβει το ηχοσύστημα. Μην το χρησιμοποιείτε απλώς για να σας ειδοποιεί σε περίπτωση καπνού αλλά ρυθμίστε το ώστε να φωτίζει την έξοδο για την οικογένεια σας σε περίπτωση φωτιάς. Ό,τι μπορεί κανείς να ονειρευτεί πραγματοποιείται με το INSTEON.

- Πατώντας έναν διακόπτη δίπλα στο κρεβάτι σας, κλείνουν όλα τα φώτα του σπιτιού.
- Δημιουργήστε ένα ασφαλές μονοπάτι για την οικογένεια σας που θα φωτίζεται όταν ο ανιχνευτής καπνού ενεργοποιείται.
- Μπορείτε ακόμα να λαμβάνετε μήνυμα στο κινητό σας μόλις ανιχνευτεί κάποια πιθανή διαρροή στο υπόγειο.

### 1.1.3 Εφαρμογές INSTEON

- Απομακρυσμένος έλεγχος φωτισμού.
- Συναγερμός ασφαλείας.
- Οικιακοί αισθητήρες θερμότητας ή υγρασίας.
- Έλεγχος πρόσβασης (κλείδωμα πορτών).
- Διαχείριση ψύξης – θέρμανσης.
- Έλεγχος audio – video.
- Δίκτυο συναγερμού φωτιάς

### 1.1.4 Χαρακτηριστικά INSTEON

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ INSTEON	
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ:	131.65 kHz
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ:	902- 924 MHz (ISM Band) (900 MHz είναι η ιδανική συχνότητα για να μπορούμε να διαπερνάμε τους τοίχους του σπιτιού. Το INSTEON δεν δημιουργεί παρεμβολές σε άλλες συσκευές)
RF ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ:	103dbm
RF ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ:	FSK
ΤΑΧΥΤΗΤΑ:	10 μηνύματα το δευτερόλεπτο
ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ:	16,777,216
ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ:	Πάνω από 65,000 (On, Off, Dim, Lock, Open, κλπ.)
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ:	Πολύ χαμηλή

### 1.1.5 Εγκατάσταση συσκευών INSTEON

- Βάζουμε την συσκευή στην τροφοδοσία.
- Για να επικοινωνήσουν δύο συσκευές, πατάμε και κρατάμε πατημένο το “on” στην πρώτη συσκευή για 10 δευτερόλεπτα. Κάνουμε ακριβώς το ίδιο και για την δεύτερη συσκευή.
- Η εγκατάσταση ολοκληρώθηκε.

### 1.1.6 Κυριότεροι κατασκευαστές

Πάνω από 1000 κατασκευαστές έχουν συμβάσεις με το INSTEON. Μερικοί από αυτούς είναι: RCA, First Alert, Broan NuTone κ.ά. Ακολουθεί σύγκριση μεταξύ INSTEON και ZigBee, Z-Wave, HomePlug, Bluetooth και X10.

	INSTEON	Zigbee	Z-wave	X10	Bluetooth	HomePlug
ΛΙΑΝΙΚΗ ΠΩΛΗΣΗ	\$20+	-	\$40+	\$10+	-	-
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	ΑΡΙΣΤΟ	ΚΑΛΟ	ΚΑΛΟ	OK	ΚΑΛΟ	ΚΑΛΟ
ΚΑΘΕ ΠΡΟΙΟΝ ΠΟΥ ΕΓΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΚΑΝΕΙ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΛΥΤΕΡΟ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΣΟΝ	2 RF + Powerline	1 RF	1 RF	1 Powerline	1 RF	1 Powerline
All Nodes Repeat? (True-mesh)	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΑΠΛΟ, ΔΩΡΕΑΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ROUTER	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
ΚΟΜΒΟΙ ΑΝΑ ΔΙΚΤΥΟ	16,777,216	256 ANA CONTROLLER	256 ANA CONTROLLER	-	8	-
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ Χ10 ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ

### 1.1.7 Αξιοπιστία

Το INSTEON έχει ποσοστό αξιοπιστίας σχεδόν 100%. Πάνω από 10.000.000 πακέτα εξετάστηκαν σε πάνω από 100 σπίτια σε όλη την Αμερική. Ένα ποσοστό επιτυχίας 99,97% καταγράφηκε. Κάθε πακέτο περιέχει ανίχνευση λαθών, έτσι το να ανοίξουν τα φώτα κατά λάθος δεν συμβαίνει σχεδόν ποτέ. Κάθε μήνυμα επιβεβαιώνεται ή αλλιώς ξαναστέλνεται αυτόματα ώστε να είμαστε σίγουροι ότι θα φτάσει στον προορισμό του. Αφού κάθε συσκευή είναι και επαναλήπτης, η αξιοπιστία αυξάνεται με την εγκατάσταση κάθε επιπλέον συσκευής.

### 1.1.8 Οικονομία

Το πιο αξιοσημείωτο στοιχείο του INSTEON είναι το πόσο οικονομικό είναι. Μπορεί να εγκατασταθεί εύκολα σε ένα μεγάλο αριθμό προϊόντων με πολύ χαμηλό κόστος. Πολλές τεχνολογίες υποστηρίζουν ότι είναι οικονομικές αλλά καμία δεν μπορεί να φτάσει το επίπεδο τιμών του INSTEON.

### 1.1.9 Ταχύτητα

Τα μηνύματα φτάνουν στον προορισμό τους σε λιγότερο από 0,05 δευτερόλεπτα. Δεν είναι δυνατόν να αντιληφθούμε καθυστερήσεις μικρότερες των 0,20 δευτερολέπτων. Όπως είναι κατανοητό δεν μπορούμε να δούμε καθυστερήσεις σε ένα τέτοιο δίκτυο.

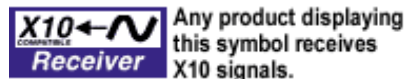
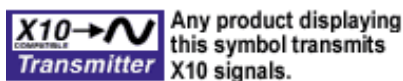
### 1.1.10 Συμβατότητα

Το INSTEON είναι συμβατό με X10 συσκευές και έτσι, αν υπάρχει ήδη οικιακό δίκτυο ελέγχου, δεν είναι ανάγκη να το ξαναφτιάξουμε από την αρχή. Συσκευές που υποστηρίζουν INSTEON μπορούν να αναπαράγουν INSTEON μηνύματα αλλά όχι X10 μηνύματα.

## 1.2 X10

Το X10 είναι μια “γλώσσα” επικοινωνίας που επιτρέπει σε συμβατά προϊόντα να επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας την ήδη υπάρχουσα καλωδίωση στο σπίτι.

Τα περισσότερα συμβατά προϊόντα με την X10 τεχνολογία είναι πολύ οικονομικά και το γεγονός ότι χρησιμοποιούν την ήδη υπάρχουσα καλωδίωση σημαίνει ότι δεν χρειάζεται νέα που θα επιβαρύνει το κόστος. Η εγκατάσταση είναι απλή. Ένας πομπός τοποθετείται σε κάποιο σημείο του σπιτιού και στέλνει σήμα ελέγχου (on, off, dim, bright, κτλ.) σε ένα δέκτη που είναι εγκατεστημένος σε κάποιο άλλο σημείο του σπιτιού.

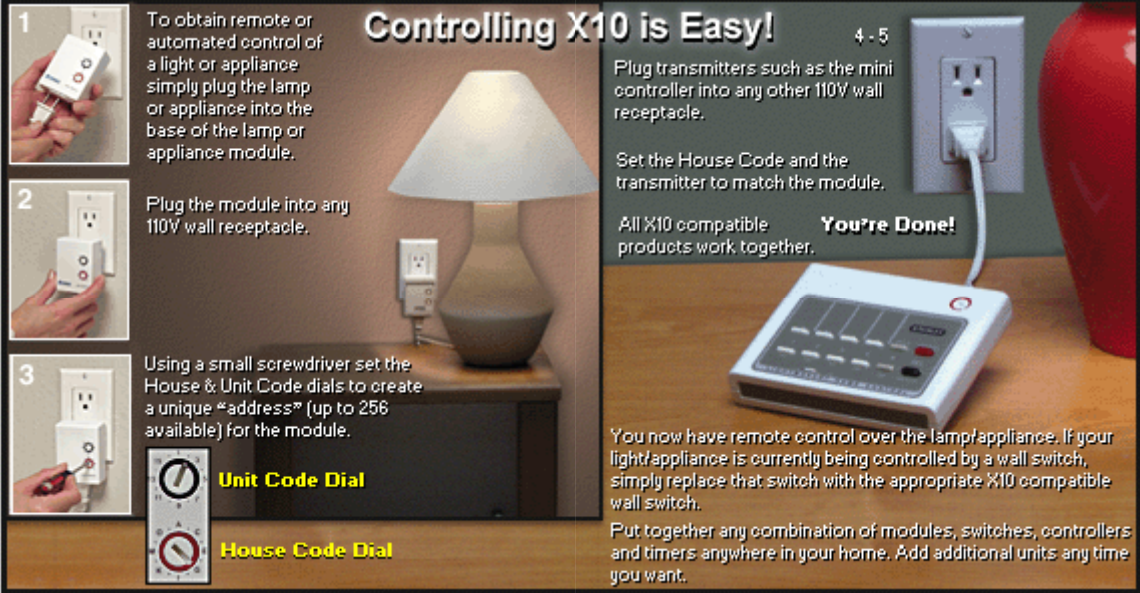


110V Wires



Χρησιμοποιώντας απλά καντράν ή διακόπτες αντιστοιχίζουμε κάθε προϊόν σε μία από τις 256 διευθύνσεις. Αν χρειάζεται δύο προϊόντα να ενεργοποιούνται και να σβήνουν ταυτόχρονα, τα αντιστοιχίζουμε στην ίδια διεύθυνση ή χρησιμοποιούμε εικονικές διευθύνσεις σε περισσότερα εξελιγμένα προϊόντα. Όλα τα X10 συμβατά προϊόντα μπορούν να

συνυπάρξουν με άλλες τεχνολογίες οπότε μπορούμε να χρησιμοποιούμε Smartphone προϊόντα με X10, Leviton, Stanley, IBM, JDS, ACT, Homerpro κτλ.



**Controlling X10 is Easy!**

1 To obtain remote or automated control of a light or appliance simply plug the lamp or appliance into the base of the lamp or appliance module.

2 Plug the module into any 110V wall receptacle.

3 Using a small screwdriver set the House & Unit Code dials to create a unique "address" (up to 256 available) for the module.

4 - 5 Plug transmitters such as the mini controller into any other 110V wall receptacle.

Set the House Code and the transmitter to match the module.

All X10 compatible products work together. **You're Done!**

You now have remote control over the lamp/appliance. If your light/appliance is currently being controlled by a wall switch, simply replace that switch with the appropriate X10 compatible wall switch.

Put together any combination of modules, switches, controllers and timers anywhere in your home. Add additional units any time you want.

**Unit Code Dial**

**House Code Dial**

### 1.2.1 Μειώνοντας τις βλάβες

Τις περισσότερες φορές τα προϊόντα X10 δουλεύουν χωρίς προβλήματα. Ωστόσο, εξαιτίας του γεγονότος ότι επικοινωνούν χρησιμοποιώντας την καλωδίωση του σπιτιού, μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα σε δύο περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση είναι όταν λειτουργεί κάποια εφαρμογή που δημιουργεί θόρυβο στη γραμμή μεταφοράς. Τέτοιες εφαρμογές είναι π.χ. η ηλεκτρική σκούπα, το σεσουάρ, ένα τρυπάνι κτλ. καθώς επίσης εξελιγμένες ηλεκτρονικές συσκευές όπως μεγάλες οθόνες TV. Το θετικό της υπόθεσης είναι ότι αυτές οι περιπτώσεις μπορούν να αποφευχθούν απλώς εγκαθιστώντας ένα φίλτρο θορύβου στο προϊόν που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Τέτοιο φίλτρο είναι το FilterLink.

Η δεύτερη περίπτωση είναι όταν ο πομπός βρίσκεται σε μια φάση της ηλεκτρικής καλωδίωσης και ο δέκτης σε μια άλλη φάση. Πολλές φορές το σήμα γεφυρώνει τις δύο φάσεις μέσω ενός μετασχηματιστή ή μέσω μιας εφαρμογής 220V στο σπίτι. Όταν κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει, ένας απλός ρυθμιστής φάσης που λέγεται Signalinc διορθώνει το πρόβλημα.

### 1.2.2 Πλεονεκτήματα X10

Εκτιμάται ότι μπορούμε να βρούμε συμβατά με το X10 προϊόντα σε πάνω από 10.000.000 Αμερικάνικα σπίτια. Αυτό συμβαίνει γιατί αυτή η

τεχνολογία έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα συστήματα και προϊόντα απομακρυσμένης διαχείρισης.

### **1.2.3 Φθηνή τεχνολογία**

- Δεν χρειάζεται νέα καλωδίωση – εύκολες μετατροπές
- Εύκολη εγκατάσταση
- Εκατοντάδες συμβατά προϊόντα
- Δυνατότητα ελέγχου ως 256 φώτα και εφαρμογές
- Δοκιμασμένο στο χρόνο. Υπάρχει εδώ και 20 χρόνια.

## **1.3 KNX**

Το KNX είναι ένα πρωτυποποιημένο (EN 50090, ISO/IEC 14543), βασισμένο στο OSI πρωτόκολλο δικτυακών επικοινωνιών για έξυπνα κτίρια. Το KNX είναι ο διάδοχος, και σύγκλιση, τριών προηγούμενων προτύπων: του Ευρωπαϊκού Πρωτοκόλλου Οικιακών Συστημάτων (European Home Systems Protocol [EHS]), του BatiBUS και του Ευρωπαϊκού Αγωγού Εγκατάστασης (European Installation Bus [EIB]).

### **1.3.1 Πρωτόκολλο KNX**

Το πρότυπο βασίζεται στη στοίβα επικοινωνιών του EIB αλλά διευρυμένη με τα φυσικά στρώματα, τους τρόπους διαμόρφωσης και την εμπειρία εφαρμογής του BatiBUS και του EHS.

Το KNX καθορίζει διάφορα φυσικά μέσα επικοινωνίας:

- Καλωδίωση συνεστραμμένου ζεύγους (που κληρονομείται από τα πρότυπα BatiBUS και EIB Instabus)
- Δικτύωση γραμμών ισχύος (που κληρονομείται από τα EIB και EHS - παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται από το X10)
- Ραδιόφωνο
- Υπέρυθρες
- Ethernet (επίσης γνωστό ως EIBnet/IP ή KNXnet/IP)

Το KNX έχει σχεδιαστεί να είναι ανεξάρτητο από οποιαδήποτε hardware πλατφόρμα. Ένα Δίκτυο Συσκευών KNX μπορεί να ελεγχθεί από οτιδήποτε μεταξύ ενός 8-bit μικροελεγκτή και ενός PC, σύμφωνα με τις ανάγκες της εκάστοτε εγκατάστασης.

Σε μερικά μέρη του κόσμου το KNX ανταγωνίζεται τώρα με το Clipsal C-Bus (πρωτόκολλο).

### 1.3.2 Τρόποι διαμόρφωσης

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες συσκευών KNX:

- Οι συσκευές A-τρόπου ή «Αυτόματου Τρόπου» διαμορφώνονται αυτόματα, και προορίζονται να πωληθούν και να εγκατασταθούν από τον χρήστη.
- Οι συσκευές E-τρόπου ή «Εύκολου Τρόπου» απαιτούν βασική κατάρτιση για να εγκατασταθούν. Η συμπεριφορά τους προγραμματίζεται εκ των πρότερων, αλλά έχει τις παραμέτρους διαμόρφωσης που πρέπει να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του χρήστη.
- Οι συσκευές S-τρόπου ή «Τρόπου Συστήματος» χρησιμοποιούνται στη δημιουργία των κατά παραγγελία συστημάτων αυτοματισμού κτιρίων. Οι συσκευές S-τρόπου δεν έχουν καμία προεπιλεγμένη συμπεριφορά, και πρέπει να προγραμματιστούν και να εγκατασταθούν από ειδικούς τεχνικούς.

## 1.4 LonWorks

Το LonWorks είναι μια πλατφόρμα δικτύωσης που δημιουργήθηκε ειδικά για να καλύψει τις μοναδικές απαιτήσεις απόδοσης, αξιοπιστίας, εγκατάστασης και συντήρησης των εφαρμογών ελέγχου. Η πλατφόρμα στηρίζεται σε ένα πρωτόκολλο που δημιουργήθηκε από την Echelon Corporation για συσκευές δικτύωσης πάνω από μέσα όπως το συνεστραμμένο ζεύγος, οι γραμμές ισχύος, οι οπτικές ίνες, και οι RF. Είναι δημοφιλές για την αυτοματοποίηση διαφόρων λειτουργιών μέσα σε κτίρια όπως ο φωτισμός και το HVAC (βλέπε Έξυπνο κτίριο).

### 1.4.1 Προέλευση

Η πλατφόρμα έχει την προέλευσή της στη σχεδίαση τσιπ, στις τεχνολογίες σηματοδότησης γραμμής ισχύος και συνεστραμμένου ζεύγους, στους δρομολογητές, στο λογισμικό διαχείρισης δικτύων και σε άλλα προϊόντα από την Echelon Corporation. Το 1999 το πρωτόκολλο επικοινωνιών (τότε γνωστό ως LonTalk) υποβλήθηκε στο ANSI και έγινε

αποδεκτό ως πρότυπο για τη δικτύωση ελέγχου (ANSI/CEA-709.1-B). Η τεχνολογία σηματοδοσίας γραμμής ισχύος και συνεστραμμένου ζεύγους της Echelon υποβλήθηκαν επίσης στο ANSI για τυποποίηση και έγινε αποδεκτή. Από τότε, το ANSI/CEA-709.1 έχει γίνει αποδεκτό ως βάση για το IEEE 1473-L (έλεγχος εντός τρένων), τα AAR ηλεκτρο-αεροστατικά συστήματα πέδησης για φορτηγά τρένα, το IFSF (ευρωπαϊκός έλεγχος σταθμών πετρελαίου), το SEMI (κατασκευή εξοπλισμού ημιαγωγών), και το 2005 ως EN 14908 (ευρωπαϊκό πρότυπο αυτοματοποίησης κτιρίων). Το πρωτόκολλο είναι επίσης ένα από τα ζεύξης δεδομένων/φυσικά στρώματα του προτύπου BACnet ASHRAE/ANSI για την αυτοματοποίηση κτιρίων.

#### **1.4.2 Κατανόηση και χρήση**

Η αποδοχή του πρωτοκόλλου LonTalk ως προτύπου ANSI έφερε επιπλέον πρότυπα σε διάφορες βιομηχανίες παγκοσμίως συμπεριλαμβανομένων των, IEEE 1473-L (έλεγχος εντός τρένων), AAR ηλεκτρο-αεροστατικά συστήματα πέδησης για φορτηγά τρένα, IFSF (έλεγχος σταθμών πετρελαίου), και SEMI (κατασκευή εξοπλισμού ημιαγωγών). Το πρωτόκολλο είναι επίσης ένα από τα ζεύξης δεδομένων/φυσικά στρώματα του προτύπου BACnet ASHRAE/ANSI για την αυτοματοποίηση κτιρίων. Πιο πρόσφατα, το 2005 η Ευρωπαϊκή Κοινότητα εξέδωσε τη βασισμένη στο LonWorks EN14908 αυτοματοποίηση κτιρίων. Η Κίνα επικύρωσε την τεχνολογία ως εθνικό πρότυπο ελέγχων, το GB/Z 20177.1-2006 και ως πρότυπο κτιρίων και ευφών κοινοτήτων, το GB/T 20299.4-2006. Και το 2007 η CECED, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Κατασκευαστών Οικιακών Συσκευών, υιοθέτησε το πρωτόκολλο ως τμήμα του προτύπου Ελέγχου και Παρακολούθησης Οικιακών Συσκευών – Προδιαγραφής Αλληλεπίδρασης Συσκευών(AIS).

Μέχρι το 2006 περίπου 60 εκατομμύρια συσκευές εγκαταστάθηκαν με την τεχνολογία LonWorks. Οι κατασκευαστές σε ποικίλες βιομηχανίες συμπεριλαμβανομένων των αυτοματισμών κτηρίων, οικιών, μεταφορών, υπηρεσιών και της βιομηχανικής αυτοματοποίησης έχουν υιοθετήσει την πλατφόρμα ως βάση για τις παροχές προϊόντων και υπηρεσιών τους. Τα στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των θέσεων που χρησιμοποιούν την τεχνολογία LonWorks είναι λιγοστά, αλλά είναι γνωστό ότι τα προϊόντα και οι εφαρμογές που χτίζονται πάνω από την πλατφόρμα περιλαμβάνουν τόσο διαφορετικές λειτουργίες όπως ενσωματωμένο έλεγχο μηχανής, φωτισμό αστικών και εθνικών οδών, συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, ευφυή μέτρηση ηλεκτρισμού, έλεγχος υπόγειων τρένων, φωτισμός σταδίων και έλεγχος ομιλητών,



συστήματα ασφάλειας, πυρανίχνευση και καταστολή, και έλεγχο θέσης νεογέννητου και συναγερμό.

### **1.4.3 Τεχνικές λεπτομέρειες**

Δύο τεχνολογίες σηματοδότησης φυσικού στρώματος, η «ελεύθερη τοπολογία» συνεστραμμένου ζεύγους και ο μεταφορέας γραμμής ισχύος, τυπικά συμπεριλαμβάνονται σε κάθε ένα από τα πρότυπα που δημιουργήθηκαν γύρω από την τεχνολογία LonWorks. Το στρώμα δύο-καλωδίων λειτουργεί στα 78 kbit/s χρησιμοποιώντας διαφορική κωδικοποίηση Manchester, ενώ η γραμμή ισχύος επιτυγχάνει είτε 5.4 είτε 3.6 kbit/s, ανάλογα με τη συχνότητα.

Επιπλέον, η πλατφόρμα LonWorks χρησιμοποιεί ένα συμβεβλημένο με IP πρότυπο συραγγοποίησης – το ANSI/CEA-852 – που χρησιμοποιείται από διάφορους κατασκευαστές για να συνδέσει τις συσκευές σε ήδη στημένα και νέα δίκτυα βασισμένα στο LonWorks με εφαρμογές που συνεργάζονται με IP ή εργαλεία απομακρυσμένης διαχείρισης δικτύου. Οι περισσότερες βασισμένες στο LonWorks εφαρμογές ελέγχου εξοπλίζονται με κάποιου είδους IP ολοκλήρωση, είτε στο στρώμα UI/εφαρμογής είτε στην εσωτερική δομή ελέγχων. Αυτό επιτυγχάνεται με διαδικτυακές υπηρεσίες ή προϊόντα IP-δρομολόγησης που υπάρχουν στην αγορά.

Ένας 8-bit επεξεργαστής σχεδιασμένος από την Echelon, το «τσιπ Νευρώνων», ήταν αρχικά ο μόνος τρόπος να εφαρμοστεί ένας κόμβος LonTalk και χρησιμοποιείται στη μεγάλη πλειοψηφία του βασισμένου στο LonWorks υλικού. Πολύ αργότερα, το πρωτόκολλο έγινε διαθέσιμο για επεξεργαστές γενικής χρήσης: μία θύρα του προτύπου ANSI/CEA-709.1 προς βασισμένα σε IP ή 32-bit τσιπ. Εντούτοις, αυτή ήταν μια σχετικά πρόσφατη ανάπτυξη και δεν έχει υιοθετηθεί ευρέως.

### **1.4.4 Εφαρμογές που χρησιμοποιούν LonWorks**

Το Lon Works χρησιμοποιείται σε βιομηχανικούς ημιαγωγούς, σε συστήματα ελέγχου φωτισμού, σε συστήματα ασφαλείας, σε συστήματα θέρμανσης και ψύξης, σε συστήματα ελέγχου δημόσιων φωτισμών κλπ.

### **1.4.5 SNVTs (Standard Network Variable Types)**

Ένα από τα κλειδιά για τη διαλειτουργικότητα του συστήματος είναι η προτυποποίηση των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα φυσικά πράγματα στο LonWorks, αυτός ο κατάλογος προτύπων διατηρείται από την LonMark International και τα πρότυπα

είναι γνωστά ως Τύποι Μεταβλητής Δικτύου Προτύπου (SNVTs, προφέρεται "snivets") έτσι για παράδειγμα ένας θερμοστάτης που χρησιμοποιεί το SNVT θερμοκρασίας αναμένεται να παράξει έναν αριθμό μεταξύ του μηδενός και του 65535 που εξισώνεται με μια θερμοκρασία μεταξύ των -274 και των 6279.5 βαθμών Κελσίου.

#### **1.4.6 Αναφορές**

Για πληροφορίες

<http://www.echelon.com/support/documentation/manuals/transceivers/005-0154-01D.pdf> PL3120/3150 transceiver data book, p5

### **1.5 C-Bus (πρωτόκολλο)**

Το **C-Bus** είναι ένα πρωτόκολλο αυτοματοποίησης σπιτιών και κτιρίων που χρησιμοποιείται στην Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία, την Ασία, τη Μέση Ανατολή, τη Ρωσία, τις ΗΠΑ, τη Νότια Αφρική, το ΗΒ και άλλα μέρη της Ευρώπης συμπεριλαμβανομένων της Ελλάδας και της Ρουμανίας. Το C-Bus δημιουργήθηκε από το τμήμα *Clipsal Integrated Systems* της Clipsal για χρήση με το εμπορικό της σήμα οικιακής αυτοματοποίησης και συστήματος ελέγχου φωτισμού κτιρίων. Το C-Bus έγινε πρόσφατα διαθέσιμο στις ΗΠΑ με το εμπορικό σήμα "SquareD Clipsal".

Το C-Bus χρησιμοποιείται στον έλεγχο των domotics, ή συστημάτων οικιακής αυτοματοποίησης, καθώς επίσης και σε εμπορικά συστήματα ελέγχου φωτισμού κτιρίων. Σε αντίθεση με το πιο κοινό πρωτόκολλο X10 το οποίο χρησιμοποιεί ένα σήμα που επιβάλλεται επάνω στη γραμμή AC ισχύος, το C-Bus χρησιμοποιεί ένα αφοσιωμένο καλώδιο χαμηλής τάσης ή ένα ασύρματο δίκτυο διπλής κατεύθυνσης για να μεταφέρει τα σήματα εντολής και ελέγχου. Αυτό βελτιώνει την αξιοπιστία της μετάδοσης εντολών και καθιστά το C-Bus πολύ καταλληλότερο για μεγάλες, εμπορικές εφαρμογές από ό,τι το X10.

#### **1.5.1 Σύστημα C-Bus**

Το Σύστημα C-Bus μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τον φωτισμό και άλλα ηλεκτρικά συστήματα και προϊόντα μέσω τηλεχειρισμού και μπορεί επίσης να διασυνδεθεί με ένα σύστημα οικιακής ασφάλειας, προϊόντα AV ή άλλα ηλεκτρικά στοιχεία. Το

σύστημα C-Bus είναι διαθέσιμο σε ενσύρματη αλλά και σε ασύρματη έκδοση, με μια πύλη διαθέσιμη για να επιτρέπει στα μηνύματα να στέλνονται μεταξύ ενσύρματων και ασύρματων δικτύων.

Το ενσύρματο σύστημα C-Bus χρησιμοποιεί ένα τυποποιημένο καλώδιο UTP (Unshielded Twisted Pair [Αθωράκιστο Συνεστραμμένο Ζεύγος]) κατηγορίας 5 ως καλώδιο επικοινωνιών δικτύου. Η καλωδίωση δικτύου C-Bus κατηγορίας 5 χρησιμοποιεί μια αρχιτεκτονική ελεύθερης τοπολογίας. Το μέγιστο μήκος καλωδίου που χρησιμοποιείται σε ένα δίκτυο C-Bus είναι 1000 μέτρα – εντούτοις αυτό επεκτείνεται εύκολα χρησιμοποιώντας Γέφυρες δικτύου C-Bus. Μέχρι 100 μονάδες μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα δίκτυο C-Bus και αυτό μπορεί επίσης να επεκταθεί χρησιμοποιώντας Γέφυρες Δικτύου.

Ο μέγιστος αριθμός δικτύων C-Bus σε μία εγκατάσταση είναι 255 (σημειώστε ότι αυτός ο περιορισμός δεν ισχύει εάν χρησιμοποιείται μια Διεπαφή Ethernet C-Bus, το μέγεθος συστήματος τότε περιορίζεται σε IP Διευθυνσιοδότηση μόνο). Ο μέγιστος αριθμός δικτύων που συνδέονται σε σειρά με το τοπικό δίκτυο μέσω Γεφυρών Δικτύων είναι επτά (δηλ. χρησιμοποιώντας έξι Γέφυρες Δικτύου).

Κάθε τυποποιημένη μονάδα C-Bus απαιτεί 18mA @ 15-36Vdc για να λειτουργήσει. Εντούτοις μερικές μονάδες c-bus απαιτούν μέχρι και 40mA.

Περισσότερες από μία παροχές ισχύος C-Bus μπορούν να συνδεθούν σε ένα δίκτυο C-Bus για να παρέχουν επαρκή ισχύ στις μονάδες C-Bus, τα τροφοδοτικά C-Bus θα μοιραστούν το φορτίο ομοιόμορφα.

Κάθε δίκτυο C-Bus απαιτεί ένα δικτυακό φορτίο. Αυτό το δικτυακό φορτίο μπορεί να επιτραπεί στις μονάδες εξόδου C-Bus μέσω λογισμικού ή ένα υλικό φορτίο μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο.

Κάθε δίκτυο C-Bus απαιτεί τουλάχιστον ένα ρολόι συστήματος που να παράγει τη μονάδα για συγχρονισμό δεδομένων.

Η απομόνωση μεταξύ των κεντρικών κυκλωμάτων τροφοδοσίας και των κυκλωμάτων 36 Vdc C-Bus είναι μεγαλύτερη από 3.5kV. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μετασχηματιστές διπλού τυλίγματος και τους οπτικούς μονωτές. Αυτό σημαίνει ότι η C-Bus καλωδίωση, οι συνδέσεις και τα κυκλώματα μπορούν να θεωρηθούν ως Ιδιαίτερα Χαμηλής Τάσης.

### 1.5.2 Πρωτόκολλο C-Bus

Το Ανοικτό Πρωτόκολλο C-Bus είναι διαθέσιμο χωρίς κόστος μέσω του Ενεργοποιημένου Προγράμματος C-Bus. Εντούτοις είναι απαραίτητο να συμφωνηθεί μια άδεια χρήσης. Είναι επίσης δυνατό να γίνει κανείς εγκεκριμένος συνεργάτης C-Bus. Αυτό απαιτεί πληρωμή αλλά παρέχει ένα υψηλότερο επίπεδο υποστήριξης για την ανάπτυξη και την πιστοποίηση προϊόντων.

### 1.5.3 Το μέλλον του C-Bus

Το C-Bus ως σύστημα οικιακού αυτοματισμού και ελέγχου φωτισμού κτιρίων χρησιμοποιείται κυρίως στην Αυστραλία (Sydney Opera House κ.λπ.). Το C-Bus είναι διαθέσιμο σήμερα στην Ασία (χιλιάδες εγκαταστάσεις), στο Ηνωμένο Βασίλειο (στο στάδιο Wembley και στο Manchester City Football Club), στη Ρωσία (τεράστια επιτυχία στην επαρχιακή αγορά), στις ΗΠΑ (όπου ονομάζονται SquareD) και σε διάφορες άλλες χώρες. Ένα σημαντικό εμπόδιο στη διαδεδομένη χρήση του ενσύρματου C-Bus είναι ότι δεν μπορεί να λειτουργήσει με μια τυποποιημένη κεντρική εγκατάσταση καλωδίων και ένα νέο σύστημα καλωδίωσης θα πρέπει να εγκατασταθεί. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιείται συνήθως μόνο για νέες κατασκευές. Το ασύρματο (RF) σύστημα C-Bus μπορεί εντούτοις να τοποθετηθεί κατόπιν χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα κεντρική καλωδίωση.

Το C-Bus είναι συμβατό με TCP/IP, Crestron, AMX, LonWorks, ModBus, Charmed Quark Controller και μερικά άλλα πρωτόκολλα μέσω διασυνδέσεων.

## 1.6 UPB

Το **Universal Serial Bus** (ή **UPB**) είναι ένα αναδυόμενο βιομηχανικό πρότυπο για επικοινωνία μεταξύ συσκευών που χρησιμοποιούνται για τον οικιακό αυτοματισμό. Χρησιμοποιεί καλωδίωση γραμμών ισχύος για τη σηματοδότηση και τον έλεγχο.

Το UPB αναπτύχθηκε από την PCS Powerline Systems του Northridge, California και εκδόθηκε το 1999. Βασιζόμενο στην έννοια του πανταχού παρόντος προτύπου X10, το UPB έχει έναν βελτιωμένο ρυθμό μετάδοσης και υψηλότερη αξιοπιστία. Ενώ το X10 χωρίς ειδικευμένα τείχη

προστασίας έχει μια αναφερόμενη αξιοπιστία του 70-80%, το UPB αναφέρεται ότι έχει μια αξιοπιστία μεγαλύτερη του 99%.

### **1.6.1 Επισκόπηση ελέγχου φέροντος γραμμών ισχύος**

Η οικιακή ηλεκτρική καλωδίωση όπως Romex ή BX χρησιμοποιείται για να στέλνει ψηφιακά δεδομένα μεταξύ συσκευών UPB.

Ενώ στο πρωτόκολλο X10 αυτά τα ψηφιακά δεδομένα κωδικοποιούνται επάνω σε ένα φέρον 120 kHz το οποίο εκπέμπεται σαν ριπές κατά τη διάρκεια των σχετικά ήρεμων διελεύσεων από το μηδέν της κυματομορφής του AC εναλλασσόμενου ρεύματος των 50 ή 60 Hz, το πρωτόκολλο UPB λειτουργεί διαφορετικά.

Η μέθοδος επικοινωνίας UPB αποτελείται από μια σειρά ακριβώς χρονισμένων ηλεκτρικών παλμών (που αποκαλούνται Παλμοί UPB) που επιβάλλονται πάνω στην κανονική κυματομορφή AC ισχύος (ημιτονικό κύμα). Οι συσκευές λήψης UPB μπορούν εύκολα να ανιχνεύουν και να αναλύουν αυτούς τους Παλμούς UPB και να αποσπών τις κωδικοποιημένες ψηφιακές πληροφορίες από αυτούς.

Οι Παλμοί UPB παράγονται με τη φόρτιση ενός πυκνωτή σε μια υψηλή τάση και έπειτα την εκφόρτιση της τάσης αυτού του πυκνωτή στη γραμμή ισχύος σε έναν ακριβή χρόνο. Αυτή η γρήγορη εκφόρτιση του πυκνωτή δημιουργεί μια μεγάλη «ακίδα» (ή παλμό) στη γραμμή ισχύος που είναι εύκολα ανιχνεύσιμη από τις λαμβάνουσες συσκευές UPB που είναι καλωδιωμένες σε μεγάλες αποστάσεις μακριά στην ίδια γραμμή ισχύος.

### **1.6.2 Πρωτόκολλο UPB**

Κατά τη μετάδοση, ένας Παλμός UPB παράγεται κάθε μισό κύκλο της περιόδου της AC ηλεκτρικής ισχύος 60Hz. Η παραγωγή κάθε Παλμού UPB είναι ακριβώς χρονισμένη για να προκύψει σε μία από τέσσερις προκαθορισμένες θέσεις στον μισό κύκλο της AC γραμμής ισχύος. Η θέση του κάθε Παλμού UPB καθορίζει την αξία του ως 0, 1, 2, ή 3. Αυτή η μέθοδος κωδικοποίησης δεδομένων ως μια σχετική θέση ενός παλμού είναι μια πολύ γνωστή και χρησιμοποιημένη μέθοδος στις ψηφιακές επικοινωνίες γνωστή ως Διαμόρφωση Θέσης Παλμών (PPM [Pulse Position Modulation]). Δεδομένου ότι κάθε Παλμός UPB μπορεί να κωδικοποιήσει δύο bit ψηφιακής πληροφορίας και ότι υπάρχουν 120 μισοί κύκλοι AC ανά δευτερόλεπτο (στα 60Hz), η επικοινωνία UPB έχει μια καθαρή ταχύτητα 240 bit ανά δευτερόλεπτο. Αν και αυτή η ταχύτητα

δεν είναι αρκετά γρήγορη για εφαρμογές μεγάλου εύρους ζώνης, είναι τέλεια επαρκής για να κάνει την επικοινωνία εντολών και ελέγχου.

Οι Παλμοί UPB εκπέμπονται σε μια ειδική περιοχή προς το τέλος του μισού κύκλου AC γνωστού ως Πλαίσιο UPB. Αυτή η περιοχή επιλέχτηκε λόγω των σχετικά χαμηλού θορύβου χαρακτηριστικών της και για άλλες ιδιότητες που την κάνουν μια βέλτιστη θέση για τις επικοινωνίες γραμμών ισχύος. Τα Πλαίσια UPB είναι συγχρονισμένα στη μετάβαση από χαμηλό σε υψηλό της κυματομορφής AC (γνωστής και ως σημείο AC διέλευσης από το μηδέν) έτσι ώστε ένα Πλαίσιο αρχίζει T/Frame μικροδευτερόλεπτα μετά τη διέλευση από το μηδέν και το άλλο Πλαίσιο αρχίζει 8.333 μικροδευτερόλεπτα (ένας μισός κύκλος στα 60Hz) μετά το πρώτο.

### **1.6.3 Ελεγκτές**

Οι ελεγκτές UPB κυμαίνονται από εξαιρετικά απλές βυσματωτές συσκευές έως πολύ εκλεπτυσμένους ελεγκτές οικιακού αυτοματισμού ολόκληρης οικίας.

Οι απλούστεροι ελεγκτές είναι βυσματωτοί ελεγκτές που συστήνονται για ένα μεσαίο αριθμό διακοπών και συσκευών καθώς γίνεται δυσβάσταχτος ο έλεγχος ενός ευρέως φάσματος συσκευών.

Οι πιο εκλεπτυσμένοι ελεγκτές μπορούν να ελέγξουν περισσότερες μονάδες και/ή να ενσωματώσουν χρονιστές που εκτελούν εκ των προτέρων προγραμματισμένες λειτουργίες σε συγκεκριμένους χρόνους κάθε ημέρα. Είναι διαθέσιμες επίσης μονάδες που χρησιμοποιούν παθητικούς υπέρυθρους ανιχνευτές κίνησης ή φωτοκύτταρα που ανάβουν και σβήνουν τα φώτα βασιζόμενα σε εξωτερικές συνθήκες.

Τέλος, ελεγκτές οικιακού αυτοματισμού ολόκληρων σπιτιών μπορούν να προγραμματιστούν πλήρως. Αυτά τα συστήματα μπορούν να εκτελέσουν πολλά διαφορετικά χρονισμένα γεγονότα, να αποκριθούν σε εξωτερικούς αισθητήρες, και να εκτελέσουν, με το πάτημα ενός μόνο κουμπιού, μια ολόκληρη σκηνή, ανάβοντας φώτα, ρυθμίζοντας επίπεδα φωτεινότητας, και άλλα.

### **1.6.4 Αδύνατα σημεία και περιορισμοί**

Ενώ το UPB έχει υπερνικήσει τα εμπόδια της αξιοπιστίας, της ταχύτητας και της σύγκρουσης των εντολών που αντιμετωπίζει το X10, εξακολουθεί να έχει θέματα ταχύτητας και αξιοπιστίας σε τριφασικό σύστημα.

Σε μια διαμόρφωση γραμμής ισχύος τριών φάσεων σχεδόν το ένα τρίτο των συσκευών θα διανεμηθεί σε κάθε μια από τις φάσεις. Υπάρχει επομένως μια πιθανότητα 66% ότι ένας πομπός UPB θα συνδεθεί σε μια διαφορετική φάση από ό,τι ένας δέκτης UPB. Εκτός από εξασθένηση σήματος, το μεγαλύτερο εμπόδιο προς υπερνίκηση κατά τη χρήση UPB σε μια τριφασική γραμμή ισχύος είναι το γεγονός ότι οι μεμονωμένες κυματομορφές διαφέρουν κατά 120° η μία από την άλλη. Αυτό σημαίνει ότι τα Πλαίσια UPB δεν ευθυγραμμίζονται το ένα με το άλλο με τον τρόπο που το κάνουν σε μια διαμόρφωση διαχωρισμένης φάσης. Αυτό το γεγονός κάνει τη διαμόρφωση τριφασικής γραμμής ισχύος να εμφανίζεται σαν τρία ξεχωριστά μονοφασικά συστήματα. Οι Παλμοί UPB που παράγονται στο Πλαίσιο UPB της φάσης Α δεν είναι ορατοί στα Πλαίσια UPB των φάσεων Β & Γ. Υπάρχουν πολυάριθμοι τρόποι για να υπερνικηθεί αυτό το τριφασικό πρόβλημα (μετάδοση και στα τρία Πλαίσια UPB, λήψη και στα τρία Πλαίσια UPB, κ.λπ.) αλλά η μέθοδος σε τρέχουσα χρήση είναι να προστεθούν μία ή περισσότερες συσκευές επαναληπτών γραμμών ισχύος. Αυτές οι συσκευές δεν είναι ακόμα πλήρως αποδεκτές.

## 1.7 UPnP

Το **Universal Plug and Play (UPnP)** είναι ένα σύνολο πρωτοκόλλων δικτύων υπολογιστών που δημοσιεύτηκε από το Φόρουμ UPnP. Οι στόχοι του UPnP είναι να επιτρέπει σε συσκευές να συνδεθούν μονοκόμματα και να απλοποιήσει την ενσωμάτωση δικτύων στα οικιακά (διαμοιρασμός δεδομένων, επικοινωνίες, και ψυχαγωγία) και εταιρικά περιβάλλοντα. Το UPnP επιτυγχάνει αυτό με τον καθορισμό και την έκδοση των πρωτοκόλλων ελέγχου συσκευών UPnP που χτίζονται επάνω σε ανοιχτά, βασισμένα στο Internet πρότυπα επικοινωνίας.

Ο όρος UPnP προέρχεται από το plug-and-play, μια τεχνολογία για τη δυναμική σύνδεση συσκευών απευθείας σε έναν υπολογιστή.

### 1.7.1 Επισκόπηση

Η αρχιτεκτονική UPnP επιτρέπει δικτύωση peer-to-peer προσωπικών υπολογιστών, δικτυωμένων συσκευών, και ασύρματων συσκευών. Είναι μια κατανεμημένη, ανοικτή αρχιτεκτονική βασισμένη σε καθιερωμένα πρότυπα όπως τα TCP/IP, UDP, HTTP και XML.

Η αρχιτεκτονική UPnP υποστηρίζει δικτύωση μηδενικής διαμόρφωσης. Μια συμβατή με UPnP συσκευή από οποιονδήποτε προμηθευτή μπορεί

να μπει δυναμικά σε ένα δίκτυο, να λάβει μια διεύθυνση IP, να ανακοινώσει το όνομά της, να μεταβιβάσει τις δυνατότητές της μετά από αίτηση, και να μάθει για την παρουσία και τις δυνατότητες άλλων συσκευών. Οι server DHCP και DNS είναι προαιρετικοί και χρησιμοποιούνται μόνο αν είναι διαθέσιμοι στο δίκτυο. Οι συσκευές μπορούν να εγκαταλείψουν το δίκτυο αυτόματα χωρίς να αφήσουν πίσω καμιά ανεπιθύμητη πληροφορία κατάστασης.

Άλλα χαρακτηριστικά του UPnP περιλαμβάνουν:

**Ανεξαρτησία μέσων και συσκευών**

Η τεχνολογία UPnP μπορεί να τρέξει σε πολλά μέσα που υποστηρίζουν IP συμπεριλαμβανομένων των Ethernet, FireWire, IR (IrDA), γραμμών ισχύος (PLC) και RF (Bluetooth, Wi-Fi). Δεν είναι απαραίτητη η υποστήριξη κάποιου ειδικού οδηγού συσκευής – στη θέση του χρησιμοποιούνται κοινά πρωτόκολλα.

**Έλεγχος interface χρήστη (UI)**

Η αρχιτεκτονική UPnP επιτρέπει τον έλεγχο του προμηθευτή πάνω στο interface και την αλληλεπίδραση χρήστη των συσκευών χρησιμοποιώντας τον φυλλομετρητή ιστού.

**Ανεξαρτησία από το λειτουργικό σύστημα και τη γλώσσα προγραμματισμού**

Οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα και οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθούν προϊόντα UPnP. Το UPnP δεν διευκρινίζει ή περιορίζει το σχέδιο ενός API για εφαρμογές που τρέχουν στα σημεία ελέγχου. Οι προμηθευτές OS μπορούν να δημιουργήσουν APIs που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών τους. Το UPnP επιτρέπει τον έλεγχο του προμηθευτή πάνω στο UI της συσκευής και αλληλεπίδραση χρησιμοποιώντας τον φυλλομετρητή καθώς και το συμβατικό προγραμματικό έλεγχο συμβατικών εφαρμογών.

**Προγραμματικός έλεγχος**

Η αρχιτεκτονική UPnP επιτρέπει επίσης προγραμματικό έλεγχο συμβατικών εφαρμογών.

**Επεκτασιμότητα**

Κάθε προϊόν UPnP μπορεί να έχει συγκεκριμένες ανάλογα με τη συσκευή υπηρεσίες, διαστρωματωμένες πάνω από τη βασική αρχιτεκτονική.



Η βάση για τη δικτύωση UPnP είναι η διευθυνσιοδότηση IP. Κάθε συσκευή πρέπει να έχει έναν client Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) και να ψάξει για έναν DHCP server όταν συνδεθεί αρχικά στο δίκτυο. Εάν κανένας server DHCP δεν είναι διαθέσιμος, η συσκευή πρέπει να ορίσει για τον εαυτό της μια διεύθυνση. Εάν κατά τη διάρκεια της συναλλαγής DHCP η συσκευή λάβει ένα όνομα τομέα, για παράδειγμα, μέσω ενός server DNS ή μέσω προώθησης DNS, η συσκευή θα πρέπει να χρησιμοποιήσει εκείνο το όνομα σε επόμενες δικτυακές διαδικασίες – διαφορετικά, η συσκευή θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τη διεύθυνση IP της.

## **1.7.2 Πρωτόκολλο**

### **1.7.2.1 Ανακάλυψη**

Δεδομένης μιας διεύθυνσης IP, το πρώτο βήμα στη δικτύωση UPnP είναι η ανακάλυψη. Όταν μια συσκευή προστίθεται στο δίκτυο, το πρωτόκολλο ανακάλυψης UPnP επιτρέπει σε εκείνη τη συσκευή να διαφημίσει τις υπηρεσίες του σε σημεία ελέγχου στο δίκτυο. Παρομοίως, όταν ένα σημείο ελέγχου προστίθεται στο δίκτυο, το πρωτόκολλο ανακάλυψης UPnP επιτρέπει σε εκείνο το σημείο ελέγχου να ψάξει για συσκευές ενδιαφέροντος στο δίκτυο. Η θεμελιώδης ανταλλαγή και στις δύο περιπτώσεις είναι ένα μήνυμα ανακάλυψης που περιέχει μερικές απαραίτητες λεπτομέρειες για τη συσκευή ή μια από τις υπηρεσίες της, για παράδειγμα, τον τύπο της, τον προσδιοριστή της, και έναν δείκτη προς περισσότερο αναλυτικές πληροφορίες. Το πρωτόκολλο ανακάλυψης UPnP είναι βασισμένο στο Simple Service Discovery Protocol (SSDP).

### **1.7.2.2 Περιγραφή**

Το επόμενο βήμα στη δικτύωση UPnP είναι η περιγραφή. Αφού ένα σημείο ελέγχου έχει ανακαλύψει μια συσκευή, το σημείο ελέγχου ξέρει ακόμα πολύ λίγα πράγματα για τη συσκευή. Για να μάθει περισσότερα για τη συσκευή και τις δυνατότητές της, ή για να αλληλεπιδράσει με τη συσκευή, το σημείο ελέγχου πρέπει να ανακτήσει την περιγραφή της συσκευής από τη URL που παρέχεται από τη συσκευή στο μήνυμα ανακάλυψης. Η περιγραφή UPnP για μια συσκευή εκφράζεται σε XML και περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με τον προμηθευτή και τον κατασκευαστή, όπως το όνομα και τον αριθμό μοντέλου, τον σειριακό αριθμό, το όνομα κατασκευαστή, URLs ιστοχώρων σχετικών με τον προμηθευτή, κ.λπ. Η περιγραφή περιλαμβάνει επίσης έναν κατάλογο ενσωματωμένων συσκευών ή υπηρεσιών, καθώς επίσης και URLs για τον έλεγχο, την ανακοίνωση γεγονότος και την παρουσίαση. Για κάθε

υπηρεσία, η περιγραφή περιλαμβάνει έναν κατάλογο των εντολών ή ενεργειών, στις οποίες ανταποκρίνεται η υπηρεσία, και παραμέτρους, ή ορίσματα, για κάθε ενέργεια. Η περιγραφή για μια υπηρεσία περιλαμβάνει επίσης έναν κατάλογο μεταβλητών. Αυτές οι μεταβλητές μοντελοποιούν την κατάσταση της υπηρεσίας στον χρόνο λειτουργίας, και περιγράφονται σε όρους του τύπου δεδομένων τους, του εύρους, και των χαρακτηριστικών των γεγονότων τους.

### **1.7.2.3 Έλεγχος**

Το επόμενο βήμα στη δικτύωση UPnP είναι ο έλεγχος. Αφότου ένα σημείο ελέγχου έχει ανακτήσει μια περιγραφή της συσκευής, το σημείο ελέγχου μπορεί να στείλει ενέργειες στην υπηρεσία μιας συσκευής. Για να το κάνει αυτό, ένα σημείο ελέγχου στέλνει ένα κατάλληλο μήνυμα ελέγχου στη URL ελέγχου για την υπηρεσία (που παρέχεται στην περιγραφή της συσκευής). Τα μηνύματα ελέγχου εκφράζονται επίσης σε XML χρησιμοποιώντας το Simple Object Access Protocol (SOAP). Όπως στις κλήσεις συναρτήσεων, σε απάντηση στο μήνυμα ελέγχου, η υπηρεσία επιστρέφει οποιεσδήποτε τιμές σχετικές με ενέργειες. Τα αποτελέσματα της ενέργειας, αν υπάρχουν, μοντελοποιούνται από αλλαγές στις μεταβλητές που περιγράφουν την κατάσταση χρόνου εκτέλεσης της υπηρεσίας.

### **1.7.2.4 Ειδοποίηση γεγονότος**

Το επόμενο βήμα στη δικτύωση UPnP είναι η ανακοίνωση γεγονότος ή “eventing”. Μια περιγραφή UPnP για μια υπηρεσία περιλαμβάνει έναν κατάλογο ενεργειών στις οποίες η υπηρεσία αποκρίνεται και έναν κατάλογο μεταβλητών που μοντελοποιούν την κατάσταση της υπηρεσίας κατά το χρόνο εκτέλεσης. Η υπηρεσία δημοσιοποιεί ενημερώσεις όταν αυτές οι μεταβλητές αλλάζουν, και ένα σημείο ελέγχου μπορεί να εγγραφεί για να λαμβάνει αυτές τις πληροφορίες. Η υπηρεσία δημοσιοποιεί τις ενημερώσεις με την αποστολή μηνυμάτων γεγονότος. Τα μηνύματα γεγονότος περιέχουν τα ονόματα μιας ή περισσότερων μεταβλητών κατάστασης και την τρέχουσα τιμή εκείνων των μεταβλητών. Αυτά τα μηνύματα εκφράζονται επίσης σε XML και σχηματοποιούνται χρησιμοποιώντας την General Event Notification Architecture (GENA). Ένα ειδικό αρχικό μήνυμα γεγονότος στέλνεται όταν εγγράφεται πρώτη φορά ένα σημείο ελέγχου. Αυτό το μήνυμα γεγονότος περιέχει τα ονόματα και τις τιμές για όλες τις μεταβλητές γεγονότων και επιτρέπει στον εγγεγραμμένο να αρχικοποιήσει το μοντέλο του της κατάστασης της υπηρεσίας. Για να υποστηρίξει σεναρία με πολλαπλά σημεία ελέγχου, το eventing έχει σχεδιαστεί να κρατά όλα

τα σημεία ελέγχου εξίσου ενήμερα για τα αποτελέσματα οποιασδήποτε δράσης. Επομένως, σε όλους τους εγγεγραμμένους στέλνονται όλα τα μηνύματα γεγονότος, οι εγγεγραμμένοι λαμβάνουν μηνύματα γεγονότος για όλες τις μεταβλητές γεγονότων που έχουν αλλάξει, και τα μηνύματα γεγονότος στέλνονται ανεξάρτητα από τον λόγο για τον οποίο άλλαξε η μεταβλητή κατάσταση (είτε σε απάντηση μιας αιτούμενης δράσης είτε επειδή άλλαξε η κατάσταση την οποία η υπηρεσία μοντελοποιεί).

### **1.7.2.5 Παρουσίαση**

Το τελικό βήμα στη δικτύωση UPnP είναι η παρουσίαση. Εάν μια συσκευή έχει μια URL για παρουσίαση, τότε το σημείο ελέγχου μπορεί να ανακτήσει μια σελίδα από αυτή τη URL, να φορτώσει τη σελίδα σε έναν φυλλομετρητή ιστού, και ανάλογα με τις ικανότητες της σελίδας, να επιτρέψει σε έναν χρήστη να ελέγξει τη συσκευή και/ή να δει την κατάστασή της. Ο βαθμός στον οποίο κάθε ένα από αυτά μπορεί να επιτευχθεί εξαρτάται από τις συγκεκριμένες δυνατότητες της σελίδας και της συσκευής παρουσίασης.

### **1.7.2.6 UPnP πρότυπα AV (Audio and Video)**

Τα αρχικά UPnP AV αντιπροσωπεύουν το UPnP Audio and Video, και είναι μια ομαδοποίηση μέσα στα πρότυπα UPnP που εποπτεύεται από την DLNA (Digital Living Network Alliance), (πρώην Digital Home Working Group), η οποία είναι ένα φόρουμ προμηθευτών και κατασκευαστών που εργάζονται στη βιομηχανία οικιακής ψυχαγωγίας, και προσφέρουν ένα λογότυπο «DLNA CERTIFIED™» για εκείνα τα προϊόντα που ακολουθούν τις Networked Device Interoperability Guidelines τους. Τα μέλη του φόρουμ DLNA «μοιράζονται ένα όραμα ενός καλωδιωμένου και ασύρματου διαλειτουργικού δικτύου Προσωπικών Υπολογιστών (PC [Personal Computer]), Ηλεκτρονικών Ευρείας Κατανάλωσης (CE [Consumer Electronics]) και κινητών συσκευών στο σπίτι επιτρέποντας ένα ομοιόμορφο περιβάλλον για τον διαμοιρασμό και την ανάπτυξη νέων ψηφιακών μέσων και υπηρεσιών περιεχομένου», και «η DLNA εστιάζει στην παράδοση ενός πλαισίου διαλειτουργικότητας των οδηγιών σχεδίασης που βασίζονται στα ανοιχτά βιομηχανικά πρότυπα για να ολοκληρωθεί η δια-βιομηχανική ψηφιακή σύγκλιση.» Στις 12 Ιουλίου 2006 το UPnP Forum ανακοίνωσε την έκδοση των “Enhanced AV Specification”, έκδοση 2 των προδιαγραφών UPnP Audio and Video (UPnP AV v2), με νέες κλάσεις MediaServer version 2.0 και MediaRenderer version 2.0. Αυτές οι βελτιώσεις δημιουργούνται προσθέτοντας δυνατότητες στις κλάσεις συσκευών UPnP AV MediaServer και MediaRenderer που επιτρέπουν ένα υψηλότερο επίπεδο

διαλειτουργικότητας μεταξύ MediaServers και MediaRenderers από διαφορετικούς κατασκευαστές. Κάποιες από τις πρώτες συσκευές που συμμορφώνονταν με αυτά τα πρότυπα προωθήθηκαν από τη Philips υπό το εμπορικό όνομα Streamium.

#### 1.7.2.6.1 Τμήματα UPnP AV

- **UPnP MediaServer DCP** – είναι ο UPnP server (μια συσκευή “slave”) ο οποίος μοιράζεται/ρέει μέσα-δεδομένα (όπως ήχο/βίντεο/εικόνα/αρχεία) σε UPnP clients στο δίκτυο.
- **UPnP MediaServer ControlPoint** – είναι ο UPnP client (μια συσκευή “master”) ο οποίος μπορεί να ανιχνεύσει αυτόματα UPnP servers στο δίκτυο για να περιηγηθεί και να ρεύσει μέσα/δεδομένα-αρχεία από αυτούς.
- **UPnP MediaRenderer DCP** – είναι μια συσκευή “slave” η οποία μπορεί να αποδώσει περιεχόμενο.
- **UPnP RenderingControl DCP** – ελέγχει τις ρυθμίσεις του MediaRenderer (ένταση, φωτεινότητα, RGB, οξύτητα, και άλλα).
- **UPnP Remote User Interface (RUI) client/server** – στέλνει/λαμβάνει εντολές ελέγχου μεταξύ του UPnP client και του UPnP server πάνω από το δίκτυο (όπως εγγραφή, προγραμματισμός, παίξιμο, παύση, διακοπή, κ.τ.λ.)
  - **Web4CE (CEA 2014) για Απομακρυσμένο UPnP UI** – πρότυπο CEA-2014 σχεδιασμένο από την **R7 Home Network Committee** της **Consumer Electronics Association**. Πρωτόκολλο και πλαίσιο βασισμένα σε ιστό για Απομακρυσμένη Σύνδεση Χρήστη (Remote User Interface) σε δίκτυα UPnP και στο Διαδίκτυο (Web4CE). Αυτό το πρότυπο επιτρέπει σε μία ικανή για UPnP συσκευή οικιακού δικτύου να παρέχει τη διασύνδεσή της (παρουσίαση και επιλογές ελέγχου) ως ιστοσελίδα για παρουσίαση σε οποιαδήποτε άλλη συσκευή συνδεδεμένη στο οικιακό δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί κανείς να ελέγχει μια συσκευή οικιακής δικτύωσης μέσω οποιασδήποτε βασισμένης σε φυλλομετρητή ιστού μέθοδο τηλεπικοινωνιών για συσκευές CE σε ένα οικιακό δίκτυο UPnP χρησιμοποιώντας Ethernet και μια ειδική έκδοση HTML που ονομάζεται CE-HTML.
- **QoS (Quality Of Service [Ποιότητα Υπηρεσίας])** – είναι μια σημαντική (αλλά όχι απαραίτητη) συνάρτηση υπηρεσίας για χρήση με UPnP AV (Audio και Video). Ο όρος QoS αναφέρεται σε μηχανισμούς ελέγχου που μπορούν να παρέχουν διαφορετική

προτεραιότητα σε διαφορετικούς χρήστες ή ροές δεδομένων, ή να εγγυηθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο απόδοσης σε μια ροή δεδομένων σε συμφωνία με αιτήσεις από το πρόγραμμα της εφαρμογής. Αφού το UPnP AV προορίζεται κυρίως για παράδοση ροής μέσω των οποίων είναι συχνά δεδομένα ήχου/βίντεο σχεδόν πραγματικού ή πραγματικού χρόνου τα οποία είναι κρίσιμο να παραδοθούν μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρόνο αλλιώς η ροή διακόπτεται. Οι εγγυήσεις QoS είναι ιδιαίτερα σημαντικές εάν η χωρητικότητα του δικτύου είναι περιορισμένη, για παράδειγμα στα δημόσια δίκτυα, όπως το Διαδίκτυο.

- ο Η QoS (Quality Of Service) για το UPnP αποτελείται από τις συναρτήσεις υπηρεσίας **Sink Device** (πλευρά του client/μπροστά μέρος) και **Source Device** (πλευρά του server/πίσω μέρος). Με κλάσεις όπως: **Traffic Class** η οποία υποδεικνύει το είδος της κίνησης στο ρεύμα κίνησης (για παράδειγμα, ήχος ή βίντεο). **Traffic Identifier (TID)** η οποία αναγνωρίζει πακέτα δεδομένων που ανήκουν σε ένα μοναδικό ρεύμα κίνησης. **Traffic Specification (TSPEC)** η οποία περιέχει ένα σετ παραμέτρων που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά του ρεύματος κίνησης (για παράδειγμα, λειτουργικές απαιτήσεις και διάγραμμα). **Traffic Stream (TS)** η οποία είναι μία μονοκατευθυντική ροή δεδομένων που προέρχεται από μία source συσκευή και τερματίζει σε μία ή περισσότερες sink συσκευές.

#### 1.7.2.6.2 Διέλευση NAT

Μια λύση για διέλευση NAT (Network Address Translation), που ονομάζεται Πρωτόκολλο Internet Gateway Device (IGD), εφαρμόζεται μέσω του UPnP. Πολλοί δρομολογητές και τείχη προστασίας αποκαλύπτουν τους εαυτούς τους ως Internet Gateway Devices, επιτρέποντας σε οποιονδήποτε τοπικό ελεγκτή UPnP να κάνει μια ποικιλία από δράσεις, όπως να εντοπίζει την εξωτερική διεύθυνση IP της συσκευής, να αριθμεί υπάρχουσες χαρτογραφήσεις θυρών, και να προσθέτει και να αφαιρεί χαρτογραφήσεις θυρών. Προσθέτοντας μια χαρτογράφηση θυρών, ένας ελεγκτής UPnP πίσω από μια IGD μπορεί να ενεργοποιήσει διέλευση της IGD από μια εξωτερική διεύθυνση σε έναν εσωτερικό client.

## 1.7.3 Προβλήματα με το UPnP

### 1.7.3.1 Έλλειψη επικύρωσης

Το πρωτόκολλο UPnP δεν εφαρμόζει καμιά επικύρωση, οπότε οι εφαρμογές συσκευών UPnP πρέπει να εφαρμόζουν τους δικούς τους μηχανισμούς επικύρωσης, ή να εφαρμόσουν την Υπηρεσία Ασφάλειας Συσκευών (Device Security Service). Δυστυχώς, πολλές εφαρμογές συσκευών UPnP δεν έχουν μηχανισμούς επικύρωσης, και εξορισμού υποθέτουν ότι τα τοπικά συστήματα και οι χρήστες τους είναι απολύτως αξιόπιστοι. Ιδιαίτερα, οι Δρομολογητές και τα τείχη προστασίας που τρέχουν το πρωτόκολλο UPnP IGD είναι ευάλωτοι σε επιθέσεις αφού οι σχεδιαστές του πρωτοκόλλου παρέλειψαν να προσθέσουν οποιαδήποτε καθιερωμένη μέθοδο επικύρωσης.

Για παράδειγμα, τα προγράμματα Adobe Flash είναι ικανά να παράγουν αιτήσεις HTTPU (HTTP πάνω από UDP). Αυτό επιτρέπει οι ρυθμίσεις του δρομολογητή να αλλαχτούν από μια κακόβουλη ιστοσελίδα όταν κάποιος με έναν δρομολογητή ενεργοποιημένο σε UPnP απλά επισκεφτεί αυτή την ιστοσελίδα. Οι ακόλουθες αλλαγές μπορούν να γίνουν αθόρυβα από κώδικα ενσωματωμένο σε ένα αντικείμενο Adobe Flash που φιλοξενείται σε μια κακόβουλη ιστοσελίδα:

- Να κάνει port forward εσωτερικές υπηρεσίες (θήρες) στην εξωτερική πλευρά του δρομολογητή (δηλαδή να εκθέσει υπολογιστές πίσω από τείχος προστασίας στο διαδίκτυο)
- Να κάνει port forward το interface διαχείρισης δικτύου του δρομολογητή στην εξωτερική πλευρά.
- Να κάνει port forward προς οποιονδήποτε εξωτερικό server που βρίσκεται στο Διαδίκτυο, ουσιαστικά επιτρέποντας επιθέσεις προς έναν Internet host μέσω του δρομολογητή, κρύβοντας ταυτόχρονα τη διεύθυνση IP του επιτιθέμενου.
- Να γίνουν αλλαγές στις ρυθμίσεις του DNS server έτσι ώστε τα θύματα, ενώ νομίζουν ότι επισκέπτονται έναν συγκεκριμένο ιστοχώρο (όπως μια on-line τράπεζα), να οδηγούνται αντίθετα σε μια κακόβουλη ιστοσελίδα.
- Να γίνουν αλλαγές στις ρυθμίσεις του DNS server έτσι ώστε όταν ένα θύμα λαμβάνει ανανεώσεις λογισμικού (από μια πηγή που δεν είναι σωστά ελεγμένη μέσω κάποιου άλλου μηχανισμού, όπως τον έλεγχο ενός ψηφιακού πιστοποιητικού από μια έμπιστη πηγή), να κατεβάζει αντίθετα κακόβουλο κώδικα.

- Να γίνουν αλλαγές σε διαχειριστικά πιστοποιητικά σε δρομολογητή/τείχος προστασίας.
- Να γίνουν αλλαγές στις ρυθμίσεις PPP.
- Να γίνουν αλλαγές στις ρυθμίσεις IP για όλα τα interface.
- Να γίνουν αλλαγές σε ρυθμίσεις WiFi.
- Να τερματιστούν συνδέσεις.

Αυτά όλα ισχύουν μόνο για το χαρακτηριστικό “firewall-hole-punching” του UPnP. Δεν ισχύει όταν η IGD δεν υποστηρίζει UPnP, ή όταν το UPnP έχει απενεργοποιηθεί στην IGD. Επίσης, δεν μπορούν όλοι οι δρομολογητές να έχουν τις ρυθμίσεις DNS server τους αλλαγμένες από το UPnP γιατί το μεγαλύτερο μέρος της προδιαγραφής (συμπεριλαμβανομένης της LAN Host Configuration) είναι προαιρετικό για δρομολογητές με ενεργοποιημένο UPnP.

### **1.7.3.2 Άλλα θέματα**

- Το UPnP χρησιμοποιεί HTTP πάνω από UDP (γνωστό ως HTTPU και HTTPMU για unicast και multicast αντίστοιχα), αν και αυτό δεν είναι τυποποιημένο και διευκρινίζεται μόνο σε ένα Internet-Draft που έληξε το 2001.
- Το UPnP δεν έχει ένα ελαφρύ πρωτόκολλο επικύρωσης, ενώ τα διαθέσιμα πρωτόκολλα ασφάλειας είναι πολύπλοκα. Σαν συνέπεια, κάποιες συσκευές UPnP αποστέλλονται με το UPnP αρχικά απενεργοποιημένο σαν μέτρο προστασίας.

### **1.7.4 Μελλοντικές εξελίξεις**

Το πρότυπο DPWS είναι υποψήφιος διάδοχος για το UPnP. Λύνει πολλά από τα προβλήματα του UPnP. Ένας client DPWS συμπεριλαμβάνεται στα Microsoft Windows Vista ως μέρος των τεχνολογιών Windows Rally.

Μια άλλη εναλλακτική λύση, το NAT-PMP, είναι ένα προσχέδιο IETF που εισήχθη από την Apple Inc το 2005.

## 1.8 ZigBee

ZigBee είναι το όνομα μιας προδιαγραφής για μια σουίτα υψηλού επιπέδου πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιούν μικρές, χαμηλής ισχύος ψηφιακές ραδιοκεραίες βασισμένα στο πρότυπο IEEE 802.15.4 για ασύρματα προσωπικά δίκτυα περιοχής (WPANs), όπως ασύρματα ακουστικά που συνδέονται με κινητά τηλέφωνα μέσω ραδιοκεραίας περιορισμένου φάσματος. Η τεχνολογία προορίζεται να είναι απλούστερη και φθηνότερη από άλλα WPANs, όπως το Bluetooth. Το ZigBee στοχεύει σε ραδιοσυχνότητες (RF) που απαιτούν ένα χαμηλό ρυθμό δεδομένων, μακρά ζωή μπαταριών, και ασφαλή δικτύωση.

### 1.8.1 Επισκόπηση

Το ZigBee είναι ένα πρότυπο χαμηλού κόστους, χαμηλής ισχύος για δικτύωση πλέγματος. Το χαμηλό κόστος επιτρέπει στην τεχνολογία να εφαρμοστεί ευρέως σε εφαρμογές ασύρματου ελέγχου και παρακολούθησης, η χαμηλή χρήση ισχύος επιτρέπει μεγαλύτερο χρόνο ζωής με μικρότερες μπαταρίες, και η δικτύωση πλέγματος παρέχει υψηλή αξιοπιστία και μεγαλύτερο βεληνεκές.

Η Συμμαχία ZigBee, το σώμα προτύπων που καθορίζει το ZigBee, εκδίδει επίσης προφίλ εφαρμογών που επιτρέπουν σε πολλούς προμηθευτές OEM να δημιουργήσουν διαλειτουργικά προϊόντα. Ο τρέχων κατάλογος των προφίλ εφαρμογών που είτε έχουν εκδοθεί είτε βρίσκονται στο στάδιο της δημιουργίας είναι:

- Home Automation
- ZigBee Smart Energy
- Telecommunication Applications
- Personal Home
- Hospital Care

Η σχέση μεταξύ του IEEE 802.15.4-2003 και του ZigBee είναι παρόμοια με αυτή μεταξύ του IEEE 802.11 και της Συμμαχίας Wi-Fi. Η προδιαγραφή ZigBee 1.0 επικυρώθηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2004 και είναι διαθέσιμη στα μέλη της Συμμαχίας ZigBee. Πιο πρόσφατα, η προδιαγραφή ZigBee 2007 αναρτήθηκε στις 30 Οκτωβρίου 2007. Το πρώτο ZigBee Application Profile, το Home Automation, ανακοινώθηκε στις 2 Νοεμβρίου 2007.



Για μη εμπορικούς σκοπούς, η προδιαγραφή ZigBee διατίθεται δωρεάν στο κοινό. Το κόστος εισαγωγής για ένα μέλος που αποκαλείται Adopter στη ZigBee είναι US \$3500 ετησίως και παρέχει πρόσβαση στις, αδημοσίευτες ακόμα, προδιαγραφές και άδεια για τη δημιουργία προϊόντων για την αγορά χρησιμοποιώντας τις προδιαγραφές.

Το ZigBee λειτουργεί στις βιομηχανικές, επιστημονικές και ιατρικές (ISM) ραδιοζώνες – 868 MHz στην Ευρώπη, 915 MHz σε χώρες όπως οι Η.Π.Α. και η Αυστραλία, και 2.4 GHz στις περισσότερες επικράτειες παγκοσμίως. Η τεχνολογία προορίζεται να είναι απλούστερη και φθηνότερη από άλλα WPANs όπως το Bluetooth. Οι προμηθευτές τσιπ ZigBee τυπικά πωλούν ολοκληρωμένες ραδιοκεραίες και μικροελεγκτές με μνήμη flash μεταξύ 60K και 128K, όπως το Freescale MC13213, το Ember EM250 και το CC2430 της Texas Instruments. Είναι επίσης διαθέσιμες αυτόνομες ραδιοκεραίες για χρήση με οποιονδήποτε επεξεργαστή ή μικροελεγκτή. Γενικά, οι προμηθευτές τσιπ προσφέρουν επίσης τη στοίβα λογισμικού ZigBee, παρότι διατίθενται επίσης και ανεξάρτητες στοίβες.

Για το 2006, η λιανική τιμή ενός πομποδέκτη συμμορφούμενου με το ZigBee προσεγγίζει το \$1, και η τιμή μιας ραδιοκεραίας, επεξεργαστή, και πακέτου μνήμης είναι περίπου \$3. Συγκριτικά, η τιμή καταναλωτικού επιπέδου τσιπ Bluetooth είναι τώρα κάτω από \$3.

Η πρώτη έκδοση στοίβας ονομάζεται τώρα *ZigBee 2004*. Η δεύτερη έκδοση στοίβας ονομάζεται *ZigBee 2006*, και κυρίως αντικαθιστά τη δομή MSG/KVP που χρησιμοποιήθηκε το 2004 με μια «βιβλιοθήκη συστοιχίας». Η στοίβα του 2004 είναι τώρα λιγότερο ή περισσότερο ξεπερασμένη.

Η *ZigBee 2007*, τώρα η τρέχουσα έκδοση στοίβας, περιέχει 2 προφίλ στοίβας, το προφίλ στοίβας 1 (που ονομάζεται απλά ZigBee), για οικιακή και ελαφριά εμπορική χρήση, και το προφίλ στοίβας 2 (που ονομάζεται ZigBee Pro). Το ZigBee Pro προσφέρει περισσότερα χαρακτηριστικά, όπως multi-casting, δρομολόγηση πολλών-σε-ένα και υψηλή ασφάλεια με Symmetric-Key Key Exchange (SKKE), ενώ το ZigBee (προφίλ στοίβας 1) προσφέρει μικρότερη επιβάρυνση στη RAM και στη flash. Και τα δύο προσφέρουν πλήρη δικτύωση πλέγματος και δουλεύουν με όλα τα προφίλ εφαρμογών ZigBee.

Το ZigBee 2007 είναι πλήρως προς τα πίσω συμβατό με τις συσκευές ZigBee 2006: μια συσκευή ZigBee 2007 μπορεί να μπει και να λειτουργήσει σε ένα δίκτυο ZigBee 2006 και το αντίστροφο. Εξαιτίας διαφορών στις επιλογές δρομολόγησης, οι συσκευές ZigBee Pro πρέπει

να γίνουν ZigBee End-Devices (ZEDs) σε ένα δίκτυο ZigBee 2006 ή ZigBee 2007, ακριβώς όπως οι συσκευές ZigBee 2006 ή ZigBee 2007 πρέπει να γίνουν ZEDs σε ένα δίκτυο ZigBee Pro. Οι εφαρμογές που τρέχουν σε αυτές τις συσκευές δουλεύουν το ίδιο ανεξάρτητα από το προφίλ στοίβας από κάτω τους.

### 1.8.2 Χρήσεις

Τα πρωτόκολλα ZigBee προορίζονται για χρήση σε ενσωματωμένες εφαρμογές που απαιτούν χαμηλούς ρυθμούς δεδομένων και χαμηλή κατανάλωση ισχύος. Η τρέχουσα εστίαση του ZigBee είναι να καθοριστεί ένα γενικής χρήσης, φθινό, αυτοοργανούμενο δίκτυο πλέγματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανικό έλεγχο, ενσωματωμένη αίσθηση, συλλογή ιατρικών δεδομένων, προειδοποίηση καπνού και εισβολέων, αυτοματοποίηση κτιρίων, οικιακή αυτοματοποίηση, κ.λπ.. Το προκύπτον δίκτυο θα χρησιμοποιήσει πολύ μικρά ποσά ισχύος ώστε οι ανεξάρτητες συσκευές να μπορούν να λειτουργήσουν για ένα ή δύο έτη χρησιμοποιώντας την αρχικά εγκατεστημένη μπαταρία.

Τυπικές περιοχές εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- **Οικιακή Ψυχαγωγία και Έλεγχος** – Έξυπνος Φωτισμός, Προηγμένος Έλεγχος Θερμοκρασίας, Ασφάλεια & Προστασία και Ταινίες & Μουσική
- **Οικιακή Επίγνωση** – Αισθητήρες Νερού, Αισθητήρες Ισχύος, Έξυπνες Συσκευές και αισθητήρες Πρόσβασης
- **Κινητές Υπηρεσίες** – κινητή πληρωμή, κινητή παρακολούθηση και έλεγχος, κινητή προστασία και έλεγχος πρόσβασης, κινητή φροντίδα υγείας και τηλε-βοήθεια
- **Εμπορικό Κτίριο** – Παρακολούθηση Ενέργειας, HVAC, Φωτισμός, Έλεγχος Πρόσβασης
- **Βιομηχανικό Εργοστάσιο** – Έλεγχος Διαδικασίας, Διαχείριση Ενεργητικού, Περιβαλλοντική διαχείριση, Διαχείριση Ενέργειας, έλεγχος βιομηχανικών συσκευών

### 1.8.3 Τύποι συσκευών

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι συσκευών ZigBee:

α) *Συντονιστής ZigBee (ZC)*: Η πιο ικανή συσκευή, ο συντονιστής σχηματίζει τη ρίζα του δικτυακού δέντρου και μπορεί να δημιουργεί γέφυρα προς άλλα δίκτυα. Υπάρχει ακριβώς ένας συντονιστής ZigBee σε

κάθε δίκτυο καθώς είναι η συσκευή που άρχισε το δίκτυο αρχικά. Είναι ικανός να αποθηκεύει πληροφορίες για το δίκτυο, ενώ δρα και ως το Κέντρο Εμπιστοσύνης και αποθήκη για κλειδιά ασφαλείας.

β) *Δρομολογητής ZigBee (ZR)*: Εκτός από το να τρέχει μια συνάρτηση μιας εφαρμογής, ένας δρομολογητής μπορεί να δρα ως ενδιάμεσος δρομολογητής, μεταφέροντας δεδομένα από άλλες συσκευές.

γ) *Τερματικό ZigBee (ZED)*: Περιέχει αρκετή λειτουργικότητα ώστε να μιλά στον πατρικό κόμβο (είτε συντονιστή είτε δρομολογητή). Δεν μπορεί να μεταφέρει δεδομένα από άλλες συσκευές. Αυτή η σχέση επιτρέπει στον κόμβο να παραμένει ανενεργός για ένα σημαντικό μέρος του χρόνου κι έτσι να δίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στη μπαταρία. Ένα ZED απαιτεί το ελάχιστο ποσό μνήμης, και γι' αυτό μπορεί να είναι λιγότερο ακριβό να κατασκευαστεί σε σχέση με έναν ZR ή έναν ZC.

#### **1.8.4 Πρωτόκολλα**

Τα πρωτόκολλα στηρίζονται σε πρόσφατη αλγοριθμική έρευνα (Ad-hoc On-demand Distance Vector, neuRFon) για να κατασκευάσουν αυτόματα ένα ad-hoc, χαμηλής ταχύτητας δίκτυο κόμβων. Στις περισσότερες περιπτώσεις μεγάλων δικτύων, το δίκτυο θα είναι μια συστοιχία από συστοιχίες. Τα τρέχοντα προφίλ που προήλθαν από τα πρωτόκολλα ZigBee υποστηρίζουν δίκτυα ενεργοποιημένου φάρου και μη ενεργοποιημένου φάρου.

Σε δίκτυα μη ενεργοποιημένου φάρου (εκείνα των οποίων η τάξη φάρου είναι 15), χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός CSMA/CA πρόσβασης καναλιού χωρίς σχισμές. Σε αυτόν τον τύπο δικτύου, οι Δρομολογητές ZigBee έχουν τυπικά τους δέκτες τους συνεχώς ενεργούς, απαιτώντας μια πιο ισχυρή παροχή ισχύος. Εντούτοις, αυτό επιτρέπει ετερογενή δίκτυα στα οποία μερικές συσκευές λαμβάνουν συνεχώς ενώ άλλες εκπέμπουν μόνο όταν ανιχνεύεται ένα εξωτερικό ερέθισμα. Το τυπικό παράδειγμα ενός ετερογενούς δικτύου είναι ένας ασύρματος διακόπτης φωτισμού: ο κόμβος ZigBee στη λάμπα μπορεί να λαμβάνει συνεχώς, αφού είναι συνδεδεμένος στην κύρια τροφοδοσία, ενώ ο τροφοδοτούμενος από μπαταρία διακόπτης φωτισμού θα μένει ανενεργός μέχρι να πέσει ο διακόπτης. Τότε ο διακόπτης ξυπνά, στέλνει μια εντολή στη λάμπα, λαμβάνει μια αναγνώριση, και επιστρέφει στην αδράνεια. Σε ένα τέτοιο δίκτυο ο κόμβος της λάμπας θα είναι τουλάχιστον ένας Δρομολογητής ZigBee, αν όχι ο Συντονιστής ZigBee – ο κόμβος του διακόπτη είναι τυπικά μια Τερματική Συσκευή ZigBee.

Σε δίκτυα ενεργοποιημένου φάρου, οι ειδικοί δικτυακοί κόμβοι δικτύου που αποκαλούνται Δρομολογητές ZigBee εκπέμπουν περιοδικούς φάρους για να επιβεβαιώσουν την παρουσία τους σε άλλους δικτυακούς κόμβους. Οι κόμβοι μπορούν να είναι ανενεργοί μεταξύ των φάρων, μειώνοντας έτσι τον κύκλο καθήκοντός τους και επεκτείνοντας τη ζωή της μπαταρίας τους. Τα διαστήματα μεταξύ των φάρων μπορεί να κυμαίνονται από 15.36 χιλιοδευτερολέπτων έως  $15.36 \text{ ms} * 2^{14} = 251.65824$  δευτερόλεπτα στα 250 kbit/s, από 24 milliseconds έως  $24 \text{ ms} * 2^{14} = 393.216$  δευτερόλεπτα στα 40 kbit/s και από 48 milliseconds έως  $48 \text{ ms} * 2^{14} = 786.432$  δευτερόλεπτα στα 20 kbit/s. Εντούτοις, η λειτουργία χαμηλού κύκλου καθήκοντος με μεγάλα διαστήματα μεταξύ των φάρων απαιτεί ακρινή χρονισμό, πράγμα που μπορεί να έρθει σε διάσταση με την ανάγκη για χαμηλό κόστος του προϊόντος.

Γενικά, τα πρωτόκολλα ZigBee ελαχιστοποιούν τον χρόνο που η ραδιοκεραία είναι ενεργή ώστε να μειωθεί η χρήση ισχύος. Στα δίκτυα φάρου, οι κόμβοι χρειάζεται να είναι ενεργοί μόνο όσο εκπέμπεται ο φάρος. Σε δίκτυα μη ενεργοποιημένου φάρου, η κατανάλωση ισχύος είναι ασυμμετρική: κάποιες συσκευές είναι πάντα ενεργές, ενώ άλλες παραμένουν τον περισσότερο χρόνο ανενεργές.

Οι συσκευές ZigBee απαιτείται να συμμορφώνονται με το πρότυπο Low-Rate Wireless Personal Area Network (WPAN) του IEEE 802.15.4-2003. Το πρότυπο προσδιορίζει τα χαμηλότερα στρώματα πρωτοκόλλου – το φυσικό στρώμα (PHY), και το τμήμα ελέγχου πρόσβασης μέσου (MAC) του στρώματος ζεύξης δεδομένων (DLL). Αυτό το πρότυπο προσδιορίζει λειτουργία στις μη αδειοδοτημένες ISM ζώνες 2.4 GHz, 915 MHz και 868 MHz. Στη ζώνη 2.4 GHz υπάρχουν 16 κανάλια ZigBee, με κάθε κανάλι να απαιτεί 5 MHz εύρος ζώνης. Η κεντρική συχνότητα για κάθε κανάλι μπορεί να υπολογιστεί ως  $F_C = (2350 + (5 * ch)) \text{ MHz}$ , όπου  $ch = 11, 12, \dots, 26$ .

Οι ραδιοκεραίες χρησιμοποιούν κωδικοποίηση ευθείας ακολουθίας απλωμένου φάσματος, την οποία διαχειρίζεται από το ψηφιακό ρεύμα στον διαμορφωτή. Χρησιμοποιούνται BPSK στις ζώνες 868 και 915 MHz, και ορθογωνική QPSK που εκπέμπει δύο bits ανά σύμβολο στη ζώνη 2.4 GHz. Ο καθαρός, πάνω από τον αέρα, ρυθμός δεδομένων είναι 250 kbit/s ανά κανάλι στη ζώνη 2.4 GHz, 40 kbit/s ανά κανάλι στη ζώνη 915 MHz, και 20 kbit/s στη ζώνη 868 MHz. Το βεληνεκές εκπομπής είναι μεταξύ 10 και 75 μέτρων (33 και 246 ποδιών), παρότι εξαρτάται σημαντικά από το εκάστοτε περιβάλλον. Η μέγιστη ισχύς εξόδου των ραδιοκεραιών είναι γενικά 0 dBm (1mW).

Η βασική λειτουργία πρόσβασης καναλιού που προσδιορίζεται από το IEEE 802.15.4-2003 είναι “carrier sense, multiple access/collision avoidance” (CSMA/CA). Δηλαδή, οι κόμβοι μιλούν με τον ίδιο τρόπο που συζητούν οι άνθρωποι – πριν αρχίσουν, τσεκάρουν σύντομα ότι δεν μιλάει κανένας άλλος. Υπάρχουν τρεις σημαντικές εξαιρέσεις στη χρήση CSMA. Οι φάροι στέλνονται με ένα σταθερό χρονοδιάγραμμα, και δεν χρησιμοποιούν CSMA. Οι γνωστοποιήσεις μηνυμάτων επίσης δεν χρησιμοποιούν CSMA. Τέλος, οι συσκευές σε προσανατολισμένα σε φάρο δίκτυα που έχουν απαιτήσεις χαμηλής υστέρησης πραγματικού χρόνου μπορεί επίσης να χρησιμοποιούν Guaranteed Time Slots (GTS), οι οποίες εξ ορισμού δεν χρησιμοποιούν CSMA.

### **1.8.5 Λογισμικό και υλικό**

Το λογισμικό σχεδιάζεται ώστε να είναι εύκολο να αναπτυχθεί σε μικρούς, φτηνούς μικροεπεξεργαστές. Το ραδιοφωνικό σχέδιο που χρησιμοποιείται από το ZigBee έχει βελτιστοποιηθεί προσεκτικά για χαμηλό κόστος σε μεγάλης κλίμακας παραγωγή. Έχει λίγα αναλογικά στάδια και χρησιμοποιεί ψηφιακά κυκλώματα οπουδήποτε είναι δυνατό.

Ακόμα κι αν τα ίδια τα ραδιόφωνα είναι φτηνά, η Διαδικασία Κατάταξης ZigBee περιλαμβάνει μια πλήρη επικύρωση των απαιτήσεων του φυσικού στρώματος. Αυτό το ποσό φροντίδας για το Φυσικό Στρώμα έχει πολλαπλά οφέλη, αφού όλα τα ραδιόφωνα που προέρχονται από εκείνο το σετ μασκών ημιαγωγών θα απολαμβάνουν τα ίδια χαρακτηριστικά RF. Αφετέρου, ένα μη πιστοποιημένο φυσικό στρώμα που δυσλειτουργεί θα μπορούσε να μειώσει τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας άλλων συσκευών σε ένα δίκτυο ZigBee. Εκεί που άλλα πρωτόκολλα μπορούν να κρύψουν την φτώχη ευαισθησία τους ή άλλα εσωτερικά προβλήματα με μια απόκριση αποσβενύμενης αντιστάθμισης, οι ραδιοκεραίες ZigBee έχουν πολύ αυστηρούς μηχανικούς περιορισμούς: περιορίζονται και σε ισχύ και σε εύρος ζώνης. Κατά συνέπεια, τα ραδιόφωνα εξετάζονται στο πρότυπο ISO 17025 με οδηγίες που παρέχονται από την Πρόταση 6 του Προτύπου του 802.15.4-2003. Οι περισσότεροι προμηθευτές σχεδιάζουν να ενσωματώσουν το ραδιόφωνο και τον μικροελεγκτή επάνω σε ένα μόνο τσιπ.

### **1.8.6 Διαμάχη**

Ένα white paper που δημοσιεύτηκε από μια Ευρωπαϊκή κατασκευαστική ομάδα (που σχετίζεται με την ανάπτυξη ενός ανταγωνιστικού πρωτύπου, του Z-Wave) υποστηρίζει ότι ασύρματες τεχνολογίες όπως το ZigBee, οι οποίες λειτουργούν στη ζώνη RF 2,4 GHz, υπόκεινται σε σημαντική παρεμβολή - αρκετή ώστε να τις καταστήσει άχρηστες. Υποστηρίζει ότι

αυτό οφείλεται στην παρουσία άλλων ασύρματων τεχνολογιών όπως το Ασύρματο LAN στην ίδια ζώνη RF. Η Συμμαχία ZigBee εξέδωσε ένα white paper που αντικρούει αυτές τις θέσεις. Μετά από μια τεχνική ανάλυση, αυτό το paper συμπεραίνει ότι οι συσκευές ZigBee συνεχίζουν να επικοινωνούν αποτελεσματικά και εύρωστα ακόμη και με την παρουσία μεγάλου ποσού παρεμβολής.

### 1.8.7 Ιστορία

- Τα δίκτυα στυλ ZigBee άρχισαν να συλλαμβάνονται γύρω στα 1998, όταν πολλοί εγκαταστάτες συνειδητοποίησαν ότι το WiFi και το Bluetooth επρόκειτο να είναι ακατάλληλα για πολλές εφαρμογές. Ειδικότερα, πολλοί μηχανικοί είδαν την ανάγκη για αυτό-οργανούμενα ad-hoc ψηφιακά δίκτυα ραδιοκεραιών.
- Το πρότυπο IEEE 802.15.4 ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2003.
- Το καλοκαίρι του 2003, η Philips Semiconductors, ένας σημαντικός υποστηρικτής δικτύων πλέγματος, έπαψε την επένδυσή του. Η Philips Lighting, συνέχισε, εντούτοις, τη συμμετοχή της Philips, και η Philips παραμένει προωθητικό μέλος στο ZigBee Alliance Board of Directors.
- Η ZigBee Alliance ανακοίνωσε τον Οκτώβριο του 2004 ότι τα μέλη είχαν υπερδιπλασιαστεί το προηγούμενο έτος και είχε αυξηθεί σε περισσότερες από 100 επιχειρήσεις, σε 22 χώρες. Μέχρι τον Απρίλιο του 2005 τα μέλη είχαν αυξηθεί σε περισσότερες από 150 επιχειρήσεις, και μέχρι τον Δεκέμβριο του 2005 τα μέλη είχαν ξεπεράσει τις 200 επιχειρήσεις.
- Οι προδιαγραφές ZigBee επικυρώθηκαν στις 14 Δεκεμβρίου 2004.
- Η ZigBee Alliance αναγγέλλει τη δημόσια διαθεσιμότητα της Specification 1.0 στις 13 Ιουνίου 2005, γνωστή ως ZigBee 2004 Specification.
- Η ZigBee Alliance αναγγέλλει την ολοκλήρωση και την άμεση διαθεσιμότητα μελών της ενισχυμένης έκδοσης του ZigBee Standard τον Σεπτέμβριο του 2006, γνωστού και ως ZigBee 2006 Specification.
- Κατά τη διάρκεια του τελευταίου τριμήνου του 2007, το Zigbee PRO, η ενισχυμένη προδιαγραφή Zigbee, τελειοποιήθηκε.

## 1.9 Z-Wave

Το Z-Wave είναι το διαλειτουργικό ασύρματο πρωτόκολλο επικοινωνίας που αναπτύχθηκε από τη Δανική εταιρεία Zensys και τη Συμμαχία Z-Wave. Σχεδιάζεται για συσκευές χαμηλής ισχύος και χαμηλού εύρους ζώνης, όπως τα δίκτυα οικιακών αυτοματισμών και αισθητήρων.

### 1.9.1 Περιπτώσεις χρήσης

Κάποιος θα μπορούσε να ενδιαφερθεί για συσκευές Z-Wave λόγω αναγκών αυτοματοποίησης αν ήθελε να κάνει ένα από τα παρακάτω:

- Έλεγχο φωτισμού από μακριά. Αυτό περιλαμβάνει την εξασθένηση πυρακτωμένου και μαγνητικού φωτισμού.
- Έλεγχο ρολών, κουρτίνων, ή οθονών προβολής
- Έλεγχο και παρακολούθηση θερμοστάτη από απόσταση.
- Έλεγχο "σκηνών". Μια σκηνή μπορεί να θέσει το επίπεδο διάφορων διακοπών φωτισμού συγχρόνως. Παραδείγματος χάριν, μια σκηνή "Start a movie" μπορεί να κλείσει τα φώτα σε όλο τον πρώτο όροφο εκτός του καθιστικού, να εξασθενίσει εκείνα τα φώτα στο 20%, και να κλείσει τα ρολά στο καθιστικό.
- Έναρξη σκηνών με εξωτερικά γεγονότα όπως το άνοιγμα της πόρτας του γκαράζ, κίνηση που ανιχνεύεται από έναν ανιχνευτή κίνησης, ή ο χρόνος της ημέρας.

### 1.9.2 Z-Wave εναντίον X10

Το Z-Wave είναι, υπό κάποια έννοια, ένα καλύτερο X10 (βιομηχανικό πρότυπο). Εκεί που το X10 έστειλε σήματα πάνω από γραμμές ισχύος και προσέφερε έναν προαιρετικό προσαρμοστή RF, το Z-Wave είναι απολύτως βασισμένο στο RF. Τα συστήματα Z-Wave αποκρίνονται πολύ γρηγορότερα από ό,τι τα βασιζόμενα στο X10 συστήματα, και προσφέρουν τοπική αναγνώριση για να εξασφαλίσουν ότι τα μηνύματα δεν χάνονται χωρίς παραγωγή λάθους. Τα συστήματα X10 χρειάστηκαν κατά προσέγγιση ένα δευτερόλεπτο για να στείλουν μια εντολή. Το Z-Wave μπορεί να στείλει μια εντολή και να λάβει μια αναγνώριση σε περίπου 50ms. Οι περισσότεροι κόμβοι σε ένα σύστημα Z-Wave είναι επίσης επαναλήπτες. Έτσι, ένας ελεγκτής δεν χρειάζεται να βρίσκεται εντός του εύρους εκπομπής της συσκευής στην προσπάθει να απευθυνθεί εάν μια σειρά από άλματα πάει το μήνυμα εκεί.

Επίσης, το Z-Wave έχει καλύτερη ασφάλεια από το X-10. Κάθε ελεγκτής έχει έναν αρχικό κωδικό 32 bit. Όταν αυτός ο ελεγκτής

χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί ένα δίκτυο, αυτός ο αρχικός κωδικός ανατίθεται σε κάθε συσκευή και ελεγκτή καθώς αυτοί προστίθενται στο δίκτυο. Συγκρίνοντας αυτό με το X10, το οποίο έχει 16 αρχικούς κωδικούς (ή 4 bits, έναντι 32 στο Z-Wave). Οι συσκευές Z-Wave ακούν μηνύματα για άλλους αρχικούς κωδικούς, αλλά δεν τα μεταφέρουν ούτε απαντούν σε αυτά. Ένας ικανός επιτιθέμενος θα μπορούσε σίγουρα να φτιάξει μηνύματα για έναν αρχικό κωδικό, αλλά αυτό δεν θα συμβεί ποτέ κατά λάθος.

### **1.9.3 Στήσιμο ενός δικτύου συσκευών**

Για να αρχίσει κάποιος να χρησιμοποιεί ένα δίκτυο συσκευών Z-Wave θα χρειαστεί τουλάχιστον έναν ελεγκτή και μια ελεγχόμενη συσκευή. Ένας ελεγκτής δεν μπορεί να ελέγξει μια συσκευή μέχρις ότου αυτή «προστεθεί» στο δίκτυο. Συνήθως αυτό απαιτεί το πάτημα μιας σειράς πλήκτρων στον ελεγκτή και ένα κουμπί στη συσκευή για να τα ταιριάξει. Κάθε ελεγκτής είναι διαφορετικός στο πώς στη συνέχεια ελέγχει τη συσκευή. Αυτή η σειρά αρχικοποίησης απέχει από το να είναι διαισθητική σε κάποιους ελεγκτές και είναι ίσως η αχίλλειος πτέρνα του όλου συστήματος όσον αφορά τη χρηστικότητα. Εντούτοις, αυτή η διαδικασία χρειάζεται να γίνει μόνο μία φορά και επαναλαμβάνεται για κάθε συσκευή στο σύστημα. Επειδή ο ελεγκτής μαθαίνει την ισχύ του σήματος μεταξύ των συσκευών κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, είναι σημαντικό οι ίδιες οι συσκευές να βρίσκονται στην τελική τους θέση πριν προστεθούν στο σύστημα. Επίσης, είναι σημαντικό, εάν ένας κόμβος πρέπει να αφαιρεθεί, να αφαιρείται με τον σωστό τρόπο από το σύστημα χρησιμοποιώντας μια διαδικασία «αφαίρεσης». Γενικά δεν προτείνεται να αφαιρείται απλώς το καλώδιο ή να αλλάζει η θέση του.

### **1.9.4 Έλεγχος δικτύου συσκευών**

Οι περισσότεροι χρήστες αρχίζουν με έναν φορητό ελεγκτή στο στήσιμο του δικτύου τους την πρώτη φορά. Δύο τέτοιοι ελεγκτές είναι ο Intermatic HA07 και ο Leviton RZCPG. Ο ελεγκτής που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει το δίκτυο είναι ο πρωτεύων ελεγκτής. Αυτός ο ελεγκτής μπορεί να αντιγράψει το δίκτυο κόμβων σε άλλους ελεγκτές. Σημειώστε ότι αυτή η διαδικασία θα πρέπει δυστυχώς να επαναληφθεί κάθε φορά που προστίθεται ένας νέος κόμβος. Χρησιμοποιώντας αυτή την διαδικασία, κάποιος μπορεί να προσθέσει τηλεχειρισμούς πολλαπλών συσκευών για το PC του. Μια ποικιλία λογισμικών για υπολογιστές μπορεί να ελέγξει τις πολλές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των HomeSeer και ThinkEssentials.



### **1.9.5 Ιδιόκτητο Interface**

Οι ελεγκτές υπολογιστών που διασυνδέονται με το Z-Wave μιλούν ένα προτυποποιημένο σειριακό πρωτόκολλο. Δυστυχώς, εκείνο το πρωτόκολλο είναι ιδιόκτητο της zen-sys. Έτσι, εάν είναι απαραίτητο να διασυνδεθεί το λογισμικό στο Z-Wave, ο χρήστης θα πρέπει να υπογράψει ένα NDA και να αγοράσει ένα developers kit (με περίπου US \$10,000, διαθέσιμο από τη Digiquey στις ΗΠΑ). Οι προγραμματιστές C# και VB μπορούν επίσης να αγοράσουν το Z-Wave PC SDK της Control-Think (που κάνει \$70) το οποίο δεν απαιτεί NDA. Στη θετική πλευρά, αυτό κάνει κατάλληλα τα περισσότερα USB sticks για έλεγχο δικτύων Z-Wave.

### **1.9.6 Διαλειτουργικότητα**

Ενώ υπάρχει μια αρνητική πλευρά στην ιδιοκτησιακή φύση της τεχνολογίας, υπάρχει και μία πολύ μεγάλη θετική: η διαλειτουργικότητα. Οι επονομαζόμενες συσκευές Z-Wave διαλειτουργούν πολύ καλά. Οι καταναλωτές μπορούν να αγοράσουν έναν ελεγκτή εμπορικού σήματος A, ένα USB stick εμπορικού σήματος B, και τους διακόπτες φωτισμού εμπορικού σήματος Γ. Όλα θα λειτουργήσουν μαζί. Κάποιοι προμηθευτές έχουν ιδιόκτητες επεκτάσεις που επιτρέπουν ενισχυμένη λειτουργικότητα μεταξύ συσκευών του ίδιου εμπορικού σήματος. Αλλά η βασική διαλειτουργικότητα είναι εξασφαλισμένη όταν υπάρχει το λογότυπο του Z-Wave στη συσκευή.

### **1.9.7 Συμμαχία Z-Wave**

Η Συμμαχία Z-Wave είναι μια κοινοπραξία περισσότερων από εκατό ανεξάρτητων κατασκευαστών που έχουν συμφωνήσει να κατασκευάζουν ασύρματα προϊόντα οικιακού ελέγχου βασισμένα στο πρότυπο Z-Wave. Τα κύρια μέλη περιλαμβάνουν τις Danfoss, Intel, Intermatic, Leviton, Monster Cable, Universal Electronics, Wayne-Dalton, Z-Wave και Zensys.

### **1.9.8 Προδιαγραφές ραδιοκεραιών**

Εύρος ζώνης: 9,600 bit/s ή 40 Kbit/s, πλήρως διαλειτουργικά

Διαμόρφωση: GFSK

Βεληνεκές: Προσεγγιστικά 100 πόδια (ή 30 μέτρα) υποθέτοντας συνθήκες «ανοιχτού αέρα», με μειωμένο βεληνεκές σε κλειστούς χώρους ανάλογα με τα υλικά οικοδόμησης, κ.τ.λ.

Ζώνη συχνοτήτων: Η Ραδιοκεραία Z-Wave χρησιμοποιεί τη ζώνη ISM 900 MHz: 908.42 MHz (Η.Π.Α.), 868.42 MHz (Ευρώπη), 919.82 MHz (Χονγκ Κόνγκ), 921.42 MHz (Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία).

### **1.9.9 Λεπτομέρειες ραδιοκεραιών**

Στην Ευρώπη, η ζώνη των 868 MHz έχει έναν περιορισμό του 1% στον κύκλο καθήκοντος, που σημαίνει ότι μια μονάδα Z-Wave μπορεί να εκπέμπει μόνο κατά το 1% του χρόνου. Αυτός ο περιορισμός δεν ισχύει στη ζώνη 908 MHz των Η.Π.Α., αλλά η αμερικανική νομοθεσία επιβάλλει ένα όριο ισχύος εκπομπής του 1 mW (σε αντιδιαστολή με τα 25 mW στην Ευρώπη). Οι μονάδες Z-Wave μπορούν να είναι σε κατάσταση εξοικονόμησης ισχύος και να είναι ενεργές μόνο κατά το 0,1% του χρόνου, μειώνοντας έτσι δραματικά την κατανάλωση ισχύος .

### **1.9.10 Τοπολογία και δρομολόγηση**

Το Z-Wave χρησιμοποιεί μια ευφυή τοπολογία δικτύου Πλέγματος και δεν έχει κανέναν κύριο κόμβο. Ένα μήνυμα από τον κόμβο A στον κόμβο C μπορεί να παραδοθεί επιτυχώς ακόμα και αν οι δύο κόμβοι δεν βρίσκονται μέσα στο εύρος υπό τον όρο ότι ένας τρίτος κόμβος B μπορεί να επικοινωνήσει με τους κόμβους A και C. Εάν η προτιμώμενη διαδρομή δεν είναι διαθέσιμη, ο δημιουργός του μηνύματος θα προσπαθήσει με άλλες διαδρομές έως ότου βρεθεί μια πορεία προς τον κόμβο C. Επομένως, ένα δίκτυο Z-Wave μπορεί να εκταθεί πολύ πιο μακριά από το ραδιο-εύρος μιας συγκεκριμένης μονάδας. Για να είναι σε θέση οι μονάδες Z-Wave να δρομολογήσουν αυτόκλητα μηνύματα, δεν μπορούν να είναι σε αδρανή κατάσταση. Επομένως, οι περισσότερες συσκευές που λειτουργούν με μπαταρία θα επιλέξουν να μην είναι επαναλήπτες. Ένα δίκτυο Z-Wave μπορεί να περιλαμβάνει έως 232 μονάδες με την επιλογή γεφύρωσης των δικτύων εάν απαιτούνται περισσότερες μονάδες.

### **1.9.11 Τομείς εφαρμογής**

Το Z-Wave είναι ευρύτατα χρησιμοποιούμενη τεχνολογία RF για συσκευές τηλεχειρισμού. Η τεχνολογία Z-Wave με χαμηλή κατανάλωση ισχύος, RF δύο κατευθύνσεων, τεχνολογία δικτύωσης πλέγματος και

υποστήριξη μπαταρίας-σε-μπαταρία ταιριάζει καλά ταιριασμένη σε αισθητήρες και μονάδες ελέγχου.

Η τεχνολογία Z-Wave δικτύωσης πλέγματος δρομολογεί σήματα εντολών δύο κατευθύνσεων από μια συσκευή Z-Wave σε μια άλλη παρακάμπτοντας εμπόδια ή τα ραδιο-νεκρά σημεία που μπορεί να εμφανιστούν.

## 2. Αποτελέσματα

Σε ακραίες εγκαταστάσεις, τα δωμάτια μπορούν να αισθανθούν όχι μόνο την παρουσία ενός ατόμου αλλά να ξέρουν και ποιο είναι αυτό το άτομο και ίσως να θέσουν τον κατάλληλο φωτισμό, τη θερμοκρασία, τη μουσική και την τηλεόραση λαμβάνοντας υπόψη την ημέρα της εβδομάδας, την ώρα της ημέρας και άλλους παράγοντες.

Άλλες αυτοματοποιημένες εργασίες μπορεί να περιλαμβάνουν τη ρύθμιση του κλιματισμού σε μια θέση εξοικονόμησης ενέργειας όταν το σπίτι είναι άδειο, και την αποκατάσταση της κανονικής θέσης όταν ένας κάτοικος είναι έτοιμος να επιστρέψει. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα μπορούν να διατηρήσουν έναν κατάλογο προϊόντων, καταγράφοντας τη χρήση τους μέσω μιας ετικέτας RFID, και να προετοιμάσουν έναν κατάλογο αγορών ή ακόμα και να παραγγείλουν αυτόματα τις αντικαταστάσεις τους.

Μερικές πρακτικές εφαρμογές του οικιακού αυτοματισμού είναι παραδείγματος χάριν όταν ένας συναγερμός ανιχνεύει μια πυρκαγιά ή καπνό, τότε όλα τα φώτα στο σπίτι θα αναβοσβήσουν για να ειδοποιήσουν τους κατοίκους. Εάν το σπίτι είναι εξοπλισμένο με ένα σύστημα οικιακού κινηματογράφου, ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού μπορεί να διακόψει όλα τα συστήματα ήχου και βίντεο για να ειδοποιήσει τον χρήστη για πιθανή πυρκαγιά ή για έναν διαρρήκτη.

## 3. Σύστημα

Τα στοιχεία ενός συστήματος domotics είναι:

- ελεγκτές
- αισθητήρες
- ενεργοποιητές

### 3.1 Αρχιτεκτονική

Από την άποψη του πού βρίσκεται η νοημοσύνη του συστήματος domotic, υπάρχουν τρεις διαφορετικές αρχιτεκτονικές:

**Συγκεντρωμένη Αρχιτεκτονική:** ο συγκεντρωμένος ελεγκτής λαμβάνει τις πληροφορίες πολλών αισθητήρων και, μόλις τις επεξεργαστεί, παράγει τις κατάλληλες διαταγές για τους ενεργοποιητές.

**Κατανεμημένη Αρχιτεκτονική:** όλη η νοημοσύνη του συστήματος κατανέμεται σε όλα τα τμήματα που είναι αισθητήρες ή ενεργοποιητές. Συνήθως είναι χαρακτηριστικό των συστημάτων καλωδίωσης σε αγωγό.

**Μικτή Αρχιτεκτονική:** συστήματα με αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική την οποία έχουν διάφορες μικρές συσκευές που είναι ικανές να αποκτήσουν και να επεξεργαστούν τις πληροφορίες πολλών αισθητήρων και να τις διαβιβάσουν στις υπόλοιπες συσκευές που κατανέμονται στο σπίτι.

### 3.2 Διασύνδεση

Οι διασυνδέσεις μπορούν να γίνουν με τρεις τρόπους: με καλώδιο, ασύρματα και μαζί (και με καλώδιο και ασύρματα).

#### 3.2.1 Με καλώδιο

##### 3.2.1.1 DSL ή xDSL

Το DSL ή xDSL, είναι μια οικογένεια τεχνολογιών που παρέχουν μετάδοση ψηφιακών δεδομένων πάνω από καλώδια ενός τοπικού

τηλεφωνικού δικτύου. Το DSL αρχικά αντιπροσώπευσε τον **ψηφιακό βρόχο συνδρομητή**, αν και τα τελευταία χρόνια, έχει επιλεγεί ευρέως ο όρος **ψηφιακή γραμμή συνδρομητή** ως ένας πιο φιλικός στο μάρκετινγκ όρος για το ADSL, το οποίο αποτελεί την πιο δημοφιλή έκδοση έτοιμου προς χρήση DSL. Το DSL χρησιμοποιεί υψηλή συχνότητα, ενώ η απλή τηλεφωνία χρησιμοποιεί χαμηλή συχνότητα στην ίδια τηλεφωνική γραμμή.

Τυπικά, η ταχύτητα download των καταναλωτικών υπηρεσιών DSL κυμαίνεται από 256 kilobits ανά δευτερόλεπτο (Kbit/s) έως 24,000 Kbit/s, ανάλογα με την τεχνολογία DSL, την κατάσταση της γραμμής και το επίπεδο υπηρεσιών που εφαρμόζεται. Τυπικά, η ταχύτητα upload είναι χαμηλότερη από την ταχύτητα download για το Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) και ίση με την ταχύτητα download για το πιο σπάνιο Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL).

#### **3.2.1.1.1 Φωνή και δεδομένα**

Μερικές παραλλαγές των συνδέσεων DSL, όπως το ADSL και το DSL πολύ υψηλής ταχύτητας (VDSL), τυπικά λειτουργούν με διαίρεση των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται σε μια μοναδική τηλεφωνική γραμμή σε δύο πρωτεύουσες «ζώνες». Τα δεδομένα ISP μεταφέρονται στη ζώνη υψηλής συχνότητας (25 kHz και πάνω) ενώ η φωνή μεταφέρεται στη ζώνη χαμηλότερης συχνότητας (4 kHz και κάτω). Ο χρήστης τυπικά εγκαθιστά ένα φίλτρο DSL σε κάθε τηλέφωνο. Αυτό αποκόπτει τις υψηλές συχνότητες από την τηλεφωνική γραμμή, έτσι ώστε το τηλέφωνο να στέλνει ή να λαμβάνει μόνο τις χαμηλότερες συχνότητες (την ανθρώπινη φωνή). Το DSL μόντεμ και ο κανονικός τηλεφωνικός εξοπλισμός μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα στη γραμμή χωρίς να παρεμβάλλουν ο ένας στον άλλο.

#### **3.2.1.1.2 Πρωτόκολλα και διαμορφώσεις**

Πολλές τεχνολογίες DSL ενσωματώνουν ένα στρώμα ATM πάνω από το χαμηλού επιπέδου στρώμα ρεύματος bit για να επιτρέψουν την προσαρμογή ενός αριθμού διαφορετικών τεχνολογιών πάνω από την ίδια ζεύξη.

Οι ενσωματώσεις DSL μπορούν να δημιουργήσουν γεφυρωμένα ή δρομολογημένα δίκτυα. Σε μια γεφυρωμένη διαμόρφωση, η ομάδα των εγγεγραμμένων υπολογιστών συνδέονται αποτελεσματικά με ένα μόνο υποδίκτυο. Οι πρώτες ενσωματώσεις χρησιμοποιούσαν το DHCP για να παρέχουν λεπτομέρειες του δικτύου όπως η διεύθυνση IP στον εξοπλισμό

του συνδρομητή, με επικύρωση μέσω της διεύθυνσης MAC ή του ονόματος ενός επιφορτισμένου host. Κατοπινές ενσωματώσεις χρησιμοποιούν συχνά PPP πάνω από Ethernet ή ATM (PPPoE ή PPPoA), ενώ επικυρώνουν με μια ταυτότητα χρήστη και έναν κωδικό και χρησιμοποιούν μηχανισμούς PPP για να παρέχουν λεπτομέρειες του δικτύου.

Το DSL έχει επίσης λόγους ανταγωνισμού οι οποίοι χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψιν όταν γίνεται η επιλογή της ευρυζωνικής τεχνολογίας.

### 3.2.1.1.3 Τεχνολογίες DSL

Οι περιορισμοί μήκους της γραμμής από το τηλεφωνικό κέντρο ως τον συνδρομητή είναι πιο μεγάλοι για υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων. Τεχνολογίες όπως η VDSL παρέχουν ζεύξεις πολύ υψηλής ταχύτητας και μικρού βεληνεκούς ως μέθοδο για παροχή «τριπλών» υπηρεσιών (που τυπικά εφαρμόζονται σε δικτυακές αρχιτεκτονικές που χρησιμοποιούν οπτική ίνα μέχρι το πεζοδρόμιο). Τεχνολογίες όπως η GDSL μπορούν να αυξήσουν επιπλέον τον ρυθμό δεδομένων του DSL.

Παραδείγματα τεχνολογίας DSL (κάποιες φορές ονομάζονται **xDSL**) περιλαμβάνουν:

- ISDN Digital Subscriber Line (IDSL), χρησιμοποιεί τεχνολογία βασισμένη στο ISDN για να παρέχει ροή δεδομένων που είναι ελαφρώς υψηλότερη από αυτή του δικάναλου ISDN
- High Data Rate Digital Subscriber Line (HDSL/HSDL 2), ήταν η πρώτη τεχνολογία DSL που χρησιμοποιεί ένα μεγαλύτερο συχνοτικό φάσμα των χάλκινων καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους
- Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL/SHDSL), ο όγκος της ροής δεδομένων είναι ίσος και στις δύο κατευθύνσεις
- Symmetric High-speed Digital Subscriber Line (G.SHDSL), ένας προτυποποιημένος αντικαταστάτης για το πρώιμο ιδιοκτησιακό SDSL
- Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), ο όγκος της ροής δεδομένων της μίας κατεύθυνσης είναι μεγαλύτερος από της άλλης
- Rate-Adaptive Digital Subscriber Line (RADSL)
- Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL)
- Very High Speed Digital Subscriber Line 2 (VDSL2), μια βελτιωμένη έκδοση της VDSL

- Etherloop Ethernet Local Loop
- Uni Digital Subscriber Line (UDSL), τεχνολογία που αναπτύχθηκε από την Texas Instruments, συμβατή προς τα πίσω με όλα τα πρότυπα DMT
- Gigabit Digital Subscriber Line (GDSL), βασισμένη στις τεχνολογίες ευρετηρίου MIMO.

#### 3.2.1.1.4 Μέθοδοι μετάδοσης

Οι μέθοδοι μετάδοσης ποικίλλουν και εξαρτώνται από την αγορά, την περιοχή, το φέρον και τον εξοπλισμό.

- 2B1Q: Two-Binary, One-Quaternary χρησιμοποιείται για IDSL και HDSL
- CAP: Carrierless Amplitude Phase Modulation – αποδοκιμάστηκε το 1996 για το ADSL, χρησιμοποιείται για το HDSL
- DMT: Discrete Multitone Modulation, το πιο πολυάριθμο είδος, γνωστό και ως OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)

#### 3.2.1.2 Οπτικές Ίνες

Μια **οπτική ίνα** (ή **ίνα**) είναι μια γυάλινη ή πλαστική ίνα που καθοδηγεί το φως κατά μήκος της. Η **οπτική ινών** είναι ο τομέας της εφαρμοσμένης επιστήμης και της μηχανικής που αφορά τη σχεδίαση και την εφαρμογή των οπτικών ινών. Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται ευρέως στις επικοινωνία οπτικών ινών, η οποία επιτρέπει τη μετάδοση σε μεγάλες αποστάσεις και σε υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης από άλλες μορφές επικοινωνιών. Οι ίνες χρησιμοποιούνται αντί των μεταλλικών καλωδίων γιατί τα σήματα ταξιδεύουν κατά μήκος τους με λιγότερη απόσβεση, και είναι ανεπηρέαστα από ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή. Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται επίσης για να σχηματίσουν αισθητήρες, και σε διάφορες άλλες εφαρμογές.

Το φως παραμένει στον "πυρήνα" της οπτικής ίνας λόγω ολικής εσωτερικής ανάκλασης. Αυτό αναγκάζει την ίνα να λειτουργεί ως κυματοδηγός. Οι ίνες που υποστηρίζουν πολλά μονοπάτια διάδοσης ή εγκάρσιους τρόπους ονομάζονται πολύτροπες ίνες (MMF). Οι ίνες που υποστηρίζουν έναν μόνο τρόπο ονομάζονται μονότροπες ίνες (SMF). Οι πολύτροπες ίνες γενικά έχουν μεγάλης διαμέτρου πυρήνα, και χρησιμοποιούνται για συνδέσεις επικοινωνίας κοντινής απόστασης ή για εφαρμογές όπου πρέπει να διαβιβαστεί μεγάλη ισχύς. Οι μονότροπες ίνες



χρησιμοποιούνται για τις περισσότερες συνδέσεις επικοινωνίας που είναι μεγαλύτερες από 200 μέτρα.

Η ένωση μηκών οπτικής ίνας είναι πιο περίπλοκη από την ένωση ηλεκτρικών συρμάτων ή απλών καλωδίων. Οι άκρες των ινών πρέπει να κοπούν προσεκτικά, και να συνδεθούν μεταξύ τους είτε μηχανικά είτε με την τήξη τους με ένα ηλεκτρικό τόξο. Ειδικοί κόνεκτορες χρησιμοποιούνται για να γίνουν συνδέσεις που μπορούν να αφαιρεθούν.

### **3.2.1.3 Μέσω καλωδίων**

Οι διασυνδέσεις που γίνονται μέσω καλωδίων γίνονται ή με ομοαξονικά ή με συνεστραμμένο ζεύγος.

### **3.2.1.4 Επικοινωνία γραμμής ισχύος**

Η επικοινωνία γραμμής ισχύος (PLC [Power Line Communication]), επίσης γνωστή ως φέρον γραμμής ισχύος, επικοινωνία κεντρικής τροφοδοσίας, telecom γραμμής ισχύος (PLT [Power Line Telecom]), ή δικτύωση γραμμής ισχύος (PLN [Power Line Networking]), είναι ένα σύστημα που μεταφέρει δεδομένα σε έναν αγωγό που χρησιμοποιείται επίσης για μεταφορά ηλεκτρικής ισχύος. Η Ευρυζωνικότητα **πάνω από Γραμμές Ισχύος** (BPL [Broadband over Power Lines]) χρησιμοποιεί PLC στέλνοντας και λαμβάνοντας ραδιοσήματα πάνω από γραμμές ισχύος για να παρέχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

## **3.2.2 Ασύρματα**

Οι διασυνδέσεις που γίνονται ασύρματα είναι μέσω ραδιοσυχνότητας και μέσω υπερύθρων

### **3.2.2.1 Ραδιοσυχνότητα**

Η **ραδιοσυχνότητα (RF)** είναι μια συχνότητα ή ρυθμός ταλάντωσης εντός του εύρους 3 Hz έως 300 GHz. Αυτό το εύρος αντιστοιχεί στη συχνότητα ηλεκτρικών σημάτων εναλλασσόμενου ρεύματος που χρησιμοποιούνται για να παράγουν και να ανιχνεύουν ραδιοκύματα. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος αυτού του εύρους είναι πέρα από το ρυθμό ταλάντωσης στον οποίο τα περισσότερα μηχανικά συστήματα μπορούν να αποκριθούν, η RF αναφέρεται συνήθως στις ταλαντώσεις σε ηλεκτρικά κυκλώματα ή στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Οι διασυνδέσεις που γίνονται μέσω ραδιοσυχνότητας είναι οι Wi-Fi, GPRS και UMTS, Bluetooth, DECT, ZigBee, Z-Wave και EnOcean.

### **3.2.2.1.1 Wi-Fi**

Το Wi-Fi είναι ένα εμπορικό σήμα ασύρματης τεχνολογίας που ανήκει στην Wi-Fi Alliance και που προορίζεται να βελτιώσει τη διαλειτουργικότητα των προϊόντων ασύρματων τοπικών δικτύων βασισμένα στα πρότυπα IEEE 802.11.

Οι κοινές εφαρμογές για το Wi-Fi περιλαμβάνουν πρόσβαση στο Internet και στο τηλέφωνο VoIP, παιχνίδια, και συνδεσιμότητα δικτύων για ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης όπως τηλεοράσεις, DVD players, και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές.

Τα προϊόντα που περνούν επιτυχώς τις δοκιμές της Συμμαχίας Wi-Fi μπορούν να χρησιμοποιούν το λογότυπο Wi-Fi CERTIFIED. Η Συμμαχία ελέγχει και πιστοποιεί τη διαλειτουργικότητα προϊόντων ασύρματου LAN που βασίζονται στα πρότυπα IEEE 802.11. Μελέτες δείχνουν ότι το 88% των καταναλωτών προτιμούν προϊόντα που έχουν ελεγχθεί από έναν ανεξάρτητο οργανισμό.

Οι τεχνολογίες Wi-Fi έχουν περάσει από διάφορες γενιές από την έναρξή τους το 1997. Το Wi-Fi υποστηρίζεται σε διαφορετικούς βαθμούς από Microsoft Windows, Apple Mac OS και τα λειτουργικά συστήματα ανοιχτού κώδικα Unix και Linux.

### **3.2.2.1.2 GPRS**

Η General Packet Radio Service (GPRS) είναι μια προσανατολισμένη σε πακέτο κινητή υπηρεσία δεδομένων διαθέσιμη στους χρήστες του Global System for Mobile Communications (GSM) και των κινητών τηλεφώνων IS-136. Παρέχει ρυθμούς δεδομένων από 56 μέχρι και 114 kbit/s.

Η GPRS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες όπως πρόσβαση Wireless Application Protocol (WAP), Short Message Service (SMS), Multimedia Messaging Service (MMS), και για υπηρεσίες επικοινωνίας Διαδικτύου όπως η πρόσβαση email και World Wide Web. Η μεταφορά δεδομένων GPRS τυπικά χρεώνεται ανά megabyte της μεταφερόμενης κίνησης, ενώ η επικοινωνία δεδομένων μέσω της παραδοσιακής μεταγωγής κυκλώματος τιμολογείται ανά λεπτό του χρόνου σύνδεσης, ανεξάρτητα από το αν ο χρήστης χρησιμοποιεί τη χωρητικότητα ή είναι σε ανενεργή κατάσταση. Η GPRS είναι μια υπηρεσία μεταγωγής πακέτου

βέλτιστης προσπάθειας, σε αντίθεση με τη μεταγωγή κυκλώματος, όπου μια συγκεκριμένη QoS είναι εγγυημένη κατά τη διάρκεια της σύνδεσης για μη κινητούς χρήστες.

Ο συνδυασμός των κυψελωτών συστημάτων 2G με GPRS περιγράφεται συχνά ως "**2.5G**", δηλαδή, μια τεχνολογία μεταξύ της δεύτερης (2G) και τρίτης (3G) γενιάς κινητής τηλεφωνίας. Παρέχει μέτρια ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, χρησιμοποιώντας τα αχρησιμοποίητα κανάλια Time Division Multiple Access (TDMA), για παράδειγμα, στο σύστημα GSM. Αρχικά υπήρχαν κάποιες σκέψεις να επεκταθεί το GPRS για να καλύψει και άλλα πρότυπα, αλλά αντί αυτού, εκείνα τα δίκτυα μετατρέπονται για να χρησιμοποιούν το πρότυπο GSM, και έτσι το GSM να είναι το μόνο είδος δικτύου όπου χρησιμοποιείται το GPRS. Η GPRS έχει ενσωματωθεί στην GSM Release 97 και σε νεότερες εκδόσεις. Προτυποποιήθηκε αρχικά από το European Telecommunications Standards Institute (ETSI), αλλά τώρα από το 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project (3GPP).

### **3.2.2.1.3 Bluetooth**

Το Bluetooth είναι ένα ασύρματο πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί τεχνολογία επικοινωνίας μικρού βεληνεκούς διευκολύνοντας εκπομπές δεδομένων σε κοντινές αποστάσεις από σταθερές και/ή κινητές συσκευές, δημιουργώντας ασύρματα προσωπικά δίκτυα περιοχής (PANs). Ο στόχος πίσω από την ανάπτυξη του Bluetooth ήταν η δημιουργία ενός μοναδικού ψηφιακού ασύρματου πρωτοκόλλου, ικανού να συνδέει πολλές συσκευές και να υπερπηδά προβλήματα σχετικά με τον συγχρονισμό των συσκευών αυτών. Το Bluetooth παρέχει έναν τρόπο σύνδεσης και ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ συσκευών όπως κινητά τηλέφωνα, τηλέφωνα, laptops, προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, δέκτες GPS, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, και κονσόλες ηλεκτρονικών παιχνιδιών πάνω από ένα ασφαλές, διεθνώς αδειοδοτημένο Βιομηχανικό, Επιστημονικό, και Ιατρικό (ISM [Industrial, Scientific, and Medical] εύρος ζώνης ραδιοσυχνοτήτων μικρού βεληνεκούς 2.4 GHz. Οι προδιαγραφές Bluetooth αναπτύσσονται και εκδίδονται από το Bluetooth Special Interest Group (SIG). Το Bluetooth SIG αποτελείται από εταιρείες στα πεδία των τηλεπικοινωνιών, υπολογιστών, δικτύωσης, και καταναλωτικών ηλεκτρονικών.

### **3.2.2.1.4 DECT**

Το DECT ή Digital Enhanced Cordless Telecommunications (πρώην Digital European Cordless Telephone) είναι ένα πρότυπο ETSI για ψηφιακά φορητά τηλέφωνα, που χρησιμοποιείται συνήθως για οικιακούς

ή εταιρικούς σκοπούς. Το DECT μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθεί για ασύρματες μεταφορές δεδομένων ευρείας ζώνης. Το DECT είναι αναγνωρισμένο από την ITU ότι ικανοποιεί τις απαιτήσεις IMT-2000 και έτσι μπορεί να χαρακτηριστεί ως 3G σύστημα. Μέσα στην ομάδα τεχνολογιών IMT-2000, το DECT αναφέρεται ως IMT-FT (Frequency Time).

Το DECT αναπτύχθηκε από το ETSI αλλά έχει υιοθετηθεί από τότε από πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο. Η αρχική ζώνη συχνοτήτων DECT (1880 MHz – 1900 MHz) χρησιμοποιείται σε όλες τις χώρες της Ευρώπης. Εκτός Ευρώπης, χρησιμοποιείται στο μεγαλύτερο μέρος της Ασίας, στην Αυστραλία και στη Νότια Αμερική. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (Federal Communications Commission) το 2005 άλλαξε τα κόστη καναλοποίησης και αδειοδότησης σε μια κοντινή ζώνη (1920 MHz – 1930 MHz, ή 1.9 GHz), γνωστή ως Unlicensed Personal Communication Services (UPCS), επιτρέποντας στις συσκευές DECT να πωλούνται στις Η.Π.Α. με ελάχιστες αλλαγές. Οι συσκευές DECT που έχουν κατασκευαστεί για χρήση στις Η.Π.Α. χρησιμοποιούν το λογότυπο DECT 6.0 για να ξεχωρίζουν από τις συσκευές DECT που χρησιμοποιούνται αλλού αλλά και από αμερικανικό ασύρματο εξοπλισμό που λειτουργεί στις ISM ζώνες 900 MHz, 2.4 GHz και 5.8 GHz.

#### **3.2.2.1.5 ZigBee**

Το ZigBee είναι το όνομα μιας προδιαγραφής για μια ακολουθία πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου που χρησιμοποιούν μικρά και χαμηλής ισχύος ψηφιακές ραδιοκεραίες βασισμένα στο πρότυπο IEEE 802.15.4 για ασύρματα προσωπικά δίκτυα περιοχής (WPANs), όπως ασύρματα ακουστικά που συνδέονται με κινητά τηλέφωνα μέσω ραδιοκεραίας κοντινής απόστασης. Η τεχνολογία προορίζεται να είναι απλούστερη και φθηνότερη από άλλα WPANs, όπως το Bluetooth. Το ZigBee στοχεύει σε εφαρμογές ραδιοσυχνοτήτων (RF) που απαιτούν ένα χαμηλό ρυθμό δεδομένων, μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και εξασφαλίζουν ασφαλή δικτύωση.

#### **3.2.2.1.6 Z-Wave**

Το Z-Wave είναι το διαλειτουργικό ασύρματο πρωτόκολλο επικοινωνίας που αναπτύχθηκε από τη Δανέζικη επιχείρηση Zensys και τη Συμμαχία Z-Wave. Έχει σχεδιαστεί για συσκευές χαμηλής ισχύος και χαμηλού εύρους ζώνης, όπως είναι τα δίκτυα οικιακής αυτοματοποίησης και αισθητήρων.

### 3.2.2.1.7 *EnOcean*

Η EnOcean GmbH είναι μια θυγατρική εταιρεία της Siemens AG που ιδρύθηκε το 2001 και είναι χρηματοδοτούμενη από επενδύσεις. Είναι μια Γερμανική εταιρεία με έδρα στο Oberhaching, κοντά στο Μόναχο, που απασχολεί 35 εργαζόμενους. Είναι προμηθευτής τεχνολογίας αυτοτροφοδοτούμενων συσκευών (πομποί, δέκτες, πομποδέκτες, ενεργειακοί μετατροπείς) σε επιχειρήσεις (π.χ. Siemens, Zumtobel, Omnio, Osram, Wieland ηλεκτρικές, Peha, Thermokon, Wago, Herga), οι οποίες αναπτύσσουν και κατασκευάζουν προϊόντα που χρησιμοποιούνται στους οικιακούς (φως, σκίασμα, hvac), βιομηχανικούς και αυτοκινητικούς (αντικατάσταση της κοινού τύπου μπαταρίας στους αισθητήρες πίεσης των ελαστικών) αυτοματισμούς.

### 3.2.2.2 *Υπέρυθρες*

Η **υπέρυθρη (IR)** ακτινοβολία είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μήκους κύματος μεγαλύτερου αυτού του ορατού φωτός, αλλά μικρότερου αυτού των ραδιοκυμάτων. Ο όρος σημαίνει «κάτω από το ερυθρό» (από το λατινικό *infra* που σημαίνει «κάτω από»), με το ερυθρό να είναι το χρώμα του ορατού φωτός με το μεγαλύτερο μήκος κύματος. Η υπέρυθη ακτινοβολία έχει μήκη κύματος μεταξύ περίπου 750 nm και 1 mm, που εκτείνονται σε τρεις τάξεις μεγέθους.

Οι χρήσεις υπερέυθρων περιλαμβάνουν στρατιωτικές, όπως επιλογή στόχου, παρακολούθηση, προσδιορισμό και ανίχνευση, και μη στρατιωτικές, όπως ανάλυση θερμοκίνησης επάρκειας, απομακρυσμένη αίσθηση θερμοκρασίας, ασύρματη επικοινωνία μικρού βεληνεκού, φασματοσκόπηση, και πρόγνωση καιρού. Η αστρονομία υπερέυθρων χρησιμοποιεί τηλεσκόπια εξοπλισμένα με αισθητήρες για να διεισδύσει σε σκονισμένες περιοχές του διαστήματος, όπως είναι τα μοριακά νέφη, να ανιχνεύσει κρύα αντικείμενα όπως πλανήτες και να δει αντικείμενα μετατοπισμένα προς το ερυθρό από τις πρώτες μέρες του σύμπαντος.

Στο ατομικό επίπεδο, η υπέρυθη ενέργεια προκαλεί καταστάσεις δόνησης σε ένα μόριο μέσω μιας αλλαγής στη διπολική ροπή, κάνοντάς την μια χρήσιμη ζώνη συχνοτήτων για μελέτη αυτών των ενεργειακών καταστάσεων. Η υπέρυθη φασματοσκοπία εξετάζει την απορρόφηση και εκπομπή φωτονίων στην υπέρυθη ζώνη ενέργειας, βασιζόμενη στη συχνότητα και την έντασή τους.

### **3.2.3 Μαζί**

Οι διασυνδέσεις που γίνονται μαζί είναι μέσω του INSTEON.

## **4. Έργο**

### **4.1 HVAC**

Οι λύσεις Θέρμανσης, Εξαερισμού και Κλιματισμού (HVAC [Heating, Ventilation and Air Conditioning]) περιλαμβάνουν έλεγχο θερμοκρασίας και υγρασίας (climotics).

### **4.2 Φωτισμός**

Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού περιλαμβάνουν πτυχές που σχετίζονται με τον έλεγχο των ηλεκτρικών φώτων.

- Γενικό σβήσιμο όλων των φώτων του σπιτιού
- Αυτοματοποίηση του σβησίματος και του ανάμματος κάθε σημείου φωτός
- Ρύθμιση του φωτισμού σύμφωνα με το επίπεδο της φωτεινότητας του περιβάλλοντος

Αυτή η κατηγορία τυπικά περιλαμβάνει επίσης έλεγχο ανεμιστήρων απορροφητήρα και οροφής.

### **4.3 Φυσικός φωτισμός**

Ο έλεγχος φυσικού φωτισμού αφορά τον έλεγχο των ηλεκτρικών παντζουριών και κουρτινών. Πρόσφατες εξελίξεις περιλαμβάνουν τη χρήση RF τεχνολογίας για την αποφυγή καλωδιώσεων προς διακόπτες και ολοκλήρωση με συστήματα οικιακών αυτοματισμών τρίτου μέρους για συγκεντρωμένο έλεγχο.

### **4.4 Ήχος**

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει διακοπτικότητα και διανομή ήχου. Η διακοπτικότητα ήχου καθορίζει την επιλογή μιας πηγής ήχου. Η διανομή ήχου επιτρέπει σε μια ακουστική πηγή να ακουστεί σε ένα ή περισσότερα

δωμάτια. Αυτό το χαρακτηριστικό αναφέρεται συχνά ως «πολύ-ζωνικός» ήχος.

#### **4.5 Βίντεο**

Αυτό περιλαμβάνει διακοπτικότητα και διανομή βίντεο, επιτρέποντας σε μια πηγή βίντεο να προβάλλεται σε πολλές οθόνες. Αυτό το χαρακτηριστικό αναφέρεται συχνά ως «πολύ-ζωνικό» βίντεο.

#### **4.6 Ασφάλεια**

Έλεγχος και ολοκλήρωση των συστημάτων ασφαλείας.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει επίσης τον έλεγχο και τη διανομή καμερών ασφαλείας (παρακολούθηση).

- Ανίχνευση πιθανής παρείσφρυσης
  - αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης
  - αισθητήρες μαγνητικής επαφής πόρτας/παραθύρου
  - αισθητήρες θραύσης κρυστάλλων
- Προσομοίωση παρουσίας
- Ανίχνευση φωτιάς, διαρροής αερίου και νερού
- Ιατρικός συναγερμός. Τηλε-βοήθεια.
- Ακριβής και ασφαλές κλείσιμο των σκίαστρων.

#### **4.7 Ενδοσυνεννοήσεις**

Ένα σύστημα ενδοσυνεννόησης επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ πολλών δωματίων μέσω ενός μικροφώνου και μεγάφωνου.

- Παρουσία στον εξωτερικό όσο και στον εσωτερικό έλεγχο, τηλε-έλεγχος μέσω Διαδικτύου, PC, ασύρματων ελέγχων (π.χ. PDA με Wi-Fi), ηλεκτρικού εξοπλισμού.
- Μετάδοση συναγερμών.
- Διεπικοινωνίες.



## 4.8 Ρομποτική

- Έλεγχος οικιακών ρομπότ, με χρήση, αν είναι απαραίτητο, ηλεκτρικού φάρου domotic.
- Επικοινωνία οικιακών ρομπότ (με χρήση Wi-Fi) με το δίκτυο οικιακού αυτοματισμού και άλλα ρομπότ.

## 4.9 Άλλα συστήματα

Χρησιμοποιώντας ειδικό υλικό, σχεδόν οποιαδήποτε ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή μπορεί να ελεγχθεί αυτόματα ή από απόσταση με ικανό έλεγχο και εύκολο χειρισμό.

Περιλαμβάνονται:

- Αντλία (-ες) και θερμαστής πισίνας, Θερμή μπανιέρα και Σπα
- Δοχείο καφέ
- Ταϊστρα (-ες) κατοικιδίων ζώων
- Πόρτα(ες) γκαράζ
- Sprinkler System
- Υποδαπέδια θέρμανση

## **5. Οργανισμοί**

- CENELEC
- MIT AgeLab
- SIMO TCI
- DLNA
- Insteon